Deltares

Evaluatie Galgeplaat proefsuppletie 2008-2012

Jebbe van der Werf
José Reinders
Arnold van Rooijen

1206994-000

© Deltares, 2013, B

Titel
Evaluatie Galgeplaat proefsuppletie 2008-2012

Opdrachtgever	Project	Pagina's
Rijkswaterstaat	1206994-000	58

Trefwoorden
Galgeplaat, monitoring, Oosterschelde, suppletie, zandhonger

Samenvatting
In 2008 is op de Galgeplaat in de Oosterschelde een proefsuppletie aangelegd (ca. 130 x 10^3 m^3, 20 ha) om suppleren als mogelijke mitigerende maatregel tegen de zandhonger te verkennen. Dit rapport beschrijft de morfologische en ecologische ontwikkeling in de periode tot september 2012 (ca. 4 jaar na aanleg) op basis van een uitgebreide set monitoringsdata.

De belangrijkste conclusies zijn als volgt:
1 Het gesuppleerde zand blijft grotendeels liggen. Na 4 jaar is ongeveer 90% van het volume terug te vinden in de initiële suppletiecontour; de rest is over de Galgeplaat verspreid. Bij een gelijkblijvende trend correspondeert dit met een suppletielevensduur van 30-40 jaar.
2 De ecologie herstelt zich, maar de biomassa van het benthos en de vogelaantallen zijn na 4 jaar nog niet op het niveau van voor de aanleg van de suppletie.
3 De ecologische hersteltijd is naar verwachting kort in vergelijking met de levensduur van de suppletie.

De proefsuppletie heeft ons geleerd dat suppleren van intergetijdengebied kan werken om de negatieve effecten van de zandhonger in de Oosterschelde te mitigeren. De opgedane kennis kan worden gebruikt bij het ontwerpen van andere suppleties op intergetijdengebieden, waarbij wel rekening gehouden moet worden met de lokale condities en het eventuele effect van opschaling.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	18-12-2013	Jebbe van der Werf et al.					
2	18-02-2013	Jebbe van der Werf		John de Ronde		Tom Schilperoort	
		José Reinders					
		Arnold van Rooijen					

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding **1**
1.1 Achtergrond 1
1.2 Doelstelling en methode 2
1.3 Relatie met andere projecten 2
1.4 Leeswijzer 3

2 Monitoring van de Galgeplaat **5**
2.1 Inleiding 5
2.2 Morfologie 5
2.2.1 SET metingen 7
2.2.2 RTK metingen 7
2.2.3 Gebiedsdekkende metingen 7
2.2.4 Minisuppleties 8
2.3 Ecologie 8
2.3.1 Bodemmonsters 8
2.3.2 Vogeltellingen 10
2.4 Overige gegevens 11

3 Morfologische ontwikkeling **13**
3.1 Waterbeweging 13
3.1.1 Waterstanden 13
3.1.2 Wind 13
3.1.3 Golven 15
3.1.4 Stroomsnelheden 16
3.2 Morfologie 17
3.2.1 Lokale bodemligging (SET-metingen) 17
3.2.2 Bodemligging langs profielen (RTK profielen) 21
3.2.3 Bodemligging op basis van gebiedsdekkende metingen 24
3.2.4 Sedimentvolumes binnen initiële contour 30
3.2.5 Sedimentvolumes buiten initiële contour 32
3.3 Drijvende processen achter morfologische ontwikkeling 33

4 Ecologische ontwikkeling **37**
4.1 Inleiding 37
4.2 Ecologische ontwikkeling 39
4.2.1 Foerageerminuten vogels 39
4.2.2 Benthos 41
4.2.3 Relatie voedselaanbod en foerageerminuten van vogels 43
4.3 Discussie 45
4.3.1 Natura 2000 soorten 45
4.3.2 Verklaring hogere biomassa op lagere delen van de plaat 45

5 Conclusies en aanbevelingen **47**
5.1 Conclusies 47
5.1.1 Morfologische ontwikkeling 47
5.1.2 Toetsen van de hypotheses 47
5.1.3 Geleerde lessen 48

5.2 Aanbevelingen 49

6 Referenties 51

Bijlage(n)

A Verslag workshop Galgeplaat proefsuppletie A-1

B Visuele rapportages Meetadviesdienst Zeeland B-1

C Monitoring benthos C-1

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De morfologie van intergetijdengebieden in de Oosterschelde is het gevolg van opbouwende en afbrekende processen. Over het algemeen wordt verondersteld dat het getij zorgt voor opbouw en wind(golven) voor afbraak. Door de aanleg van de Oosterscheldewerken (tussen 1969 en 1986) stroomt er minder water in en uit de Oosterschelde dan voorheen. De getijdengeulen zijn te groot en passen niet bij het kleinere getijvolume. Het water stroomt daardoor langzamer dan voorheen en heeft te weinig kracht om voldoende zand te verplaatsen van de geulen naar het intergetijdengebied. Bij stormen spoelt er wel zand van het intergetijdengebied in de geulen. Kortom: de afbrekende krachten werken nog wel, maar de opbouwende krachten minder en de afbraak van intergetijdengebieden overheerst. Dit proces staat bekend als “zandhonger”.

De zandhonger tast de platen, slikken en schorren van de Oosterschelde aan: het totale areaal intergetijdengebied bedroeg 11300 ha in 1985 (voor de sluiting) en 10430 ha in 2001 (15 jaar na de sluiting) (Van Zanten & Adriaanse, 2008). Dit correspondeert met een jaarlijks verlies aan intergetijdengebied van ca. 50 ha. Dit verlies heeft mogelijkerwijs grote gevolgen voor de functies natuurlijkheid (verkleining foerageergebied vogels), veiligheid (hogere golfbelasting dijken door lager voorland) en overige vormen van gebruik zoals scheepvaart, schelpdiervisserij en recreatie.

Uit de studie van Van Zanten & Adriaanse (2008) volgt dat suppleren van de intergetijdengebieden wellicht een kansrijke maatregel is om het effect van de zandhonger te bestrijden, maar dat deze met veel onzekerheid omgeven is. Daarom is besloten over te gaan tot een proefsuppletie op de Galgeplaat in 2008. De centraal gelegen Galgeplaat is één van de grootste platen van de Oosterschelde en sterk onderhevig aan erosie. Tussen 1985 en 2001 is het areaal intergetijdengebied van de Galgeplaat afgenomen van 1000 naar 964 ha. De gemiddelde hoogte van de plaat is in deze periode afgenomen met 0.33 m, oftewel ca. 2 cm/jaar (Van Zanten en Adriaanse, 2008).[1] Dit correspondeert met een verlies aan sedimentvolume boven laagwater van 3.8 Mm^3. Om kennis op te doen over de morfologische en ecologische ontwikkeling en impact van de proefsuppletie is een uitgebreid monitoringprogramma opgesteld voor een periode van vier jaar (Ramaekers, 2008).

Holzhauer & Van der Werf (2009) hebben de ontwikkelingen in de eerste drie maanden na aanleg (oktober – december 2008) bestudeerd. Zij concludeerden dat de suppletie vrij stabiel lag, de droogvalduur ter plekke was toegenomen en dat er signalen waren dat de bodemdieren terugkwamen. In de vervolgstudie door Holzhauer et al. (2010) is alle data tot en met 2009 beschouwd. Uit de analyses volgde dat het overgrote gedeelte van de suppletie nog steeds op zijn plek lag en dat de suppletie de omliggende plaat dus (nog) niet voedde, dat er duidelijke aanwijzingen waren dat het ecologische herstel gestart was, al was de bodemdiergemeenschap nog niet op het niveau van 2007, en dat er geen negatieve effecten van de bagger- en suppletiewerkzaamheden op de groei en ontwikkeling van de mosselen in de omgeving waren. Van der Werf et al. (2012) (3^e rapportage) concludeerden dat na twee jaar en negen maanden (tot juli 2011) het overgrote gedeelte van de suppletie op zijn oorspronkelijke plek lag; maar 7% van het aanlegvolume was verdwenen. Tevens

1. *Uit de lopende ANT – Oosterschelde studie van Deltares volgt een gemiddelde erosie van de Galgeplaat van ca. 0.01 m/jaar (Santinelli & De Ronde, 2012).*

constateerden zij dat de rekolonisatie van bodemdieren doorzette, maar dat de biomassa en dichtheid nog lang niet op het niveau van voor de aanleg van de suppletie zaten. Dit zou mede de verklaring zijn voor het lagere vogelaantal op de suppletie ten opzichte van de omgeving, al was deze wel toegenomen in vergelijking met de situatie net na aanleg van de suppletie.

1.2 Doelstelling en methode

Het doel van de proefsuppletie op de Galgeplaat is inzicht geven in de duurzaamheid van suppleren, de winst voor de natuur en veiligheid en de mogelijkheden om de hinder voor andere gebruikers, vooral mosselkwekers, zo gering mogelijk te houden (Van Zanten & Adriaanse, 2008). In deze studie evalueren we in welke mate aan dit doel voldaan is op basis van de morfologische, ecologische en hydrodynamische monitoring.

Daartoe stellen we de volgende hypotheses op:

1. De aanleg van de suppletie leidt op de plek van de suppletie tot een tijdelijke toename van de droogvalduur, maar tegelijkertijd tot een tijdelijke achteruitgang van het voedselaanbod waardoor er tijdelijk minder vogels zullen foerageren.
2. Doordat de hersteltijd van het voedselaanbod kort is in vergelijking met de levensduur van de suppletie, zal op den duur een vergelijkbare foerageerfunctie ontstaan als op andere locaties op de Galgeplaat met een vergelijkbare bodemligging en bodemdynamiek.
3. De suppletie zal een deel van de omliggende plaat op natuurlijke wijze voeden, waardoor daar zonder verlies van het aanwezige voedsel de droogvalduur gelijk zal blijven of toenemen.
4. De suppletie heeft lokaal een golfdempende werking.
5. De suppletie heeft geen negatieve invloed op de nabijgelegen mosselpercelen.

De eerste drie hypotheses worden verder toegelicht in Hoofdstuk 4; hypotheses 4 en 5 volgend op de kennisvragen (zie Holzhauer & Van der Werf, 2009. Hiernaast adresseren we de duurzaamheid van de suppletie door het bestuderen van de morfologische ontwikkeling van de suppletie en de omliggende plaat.

Hierbij maken we gebruik we van de gehele dataset tot en met september 2012. We presenteren de recente, nog niet eerder bestudeerde data (vanaf juli 2011), en de relatie tussen deze nieuwe en oudere data. Dit betreffen de morfologische en ecologische opnamen. De oudere metingen (bijvoorbeeld golven, waterbeweging en sedimentconcentraties) zijn terug te vinden in de eerdere rapportages. Wel maken we in deze evaluatie (geldt met net name voor hypotheses 4 en 5) gebruik van de oudere data en de eerdere bevindingen. Verder wordt in dit rapport een eerste voorstel gedaan voor het vervolg van de monitoring. In deze studie zijn de resultaten van een workshop met ecologen, morfologen en gebiedsexperts meegenomen. In Bijlage A is het verslag van deze bijeenkomst te vinden.

1.3 Relatie met andere projecten

Deze studie heeft een sterk raakvlak met andere projecten. De ANT (Autonome Neerwaartse Trend) – Oosterschelde studie beoogt de wetenschappelijke onderbouwing te leveren om in 2013 zicht te hebben op de haalbaarheid en betaalbaarheid van verschillende niveaus van Natura2000 doelen voor het Oosterscheldegebied. Verder is er een sterke relatie met een aantal projecten in het *Building with Nature* programma dat loopt van 2008 tot en met 2012. In het bijzonder het project ZW (Zuidwestelijke-Delta) 2.3 waarin de ecologische en morfologische effecten van het suppleren van intergetijdengebieden in de Oosterschelde worden onderzocht.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte en bondige beschrijving van de Galgeplaat proefsuppletie en de monitoring (gemeten parameters, meetlocaties, methodes, periode). In Hoofdstuk 3 en Hoofdstuk 4 volgen de resultaten van de analyse van de morfologische en ecologische ontwikkeling. De conclusies en aanbevelingen volgen in Hoofdstuk 5.

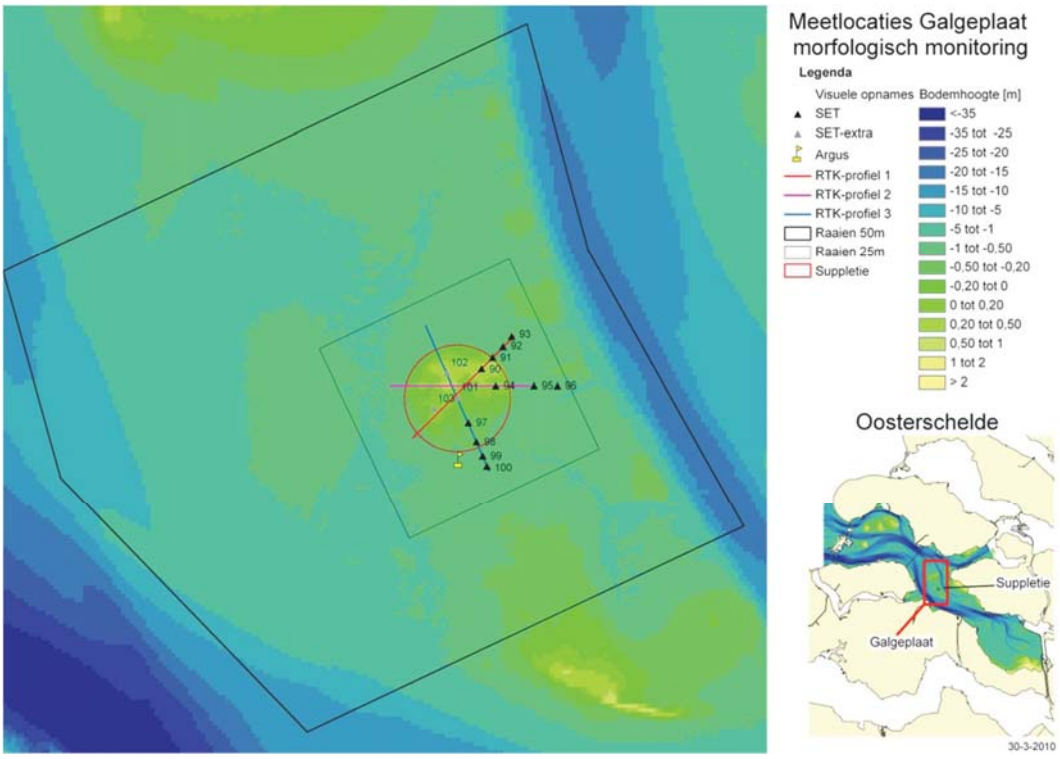
2 Monitoring van de Galgeplaat

2.1 Inleiding

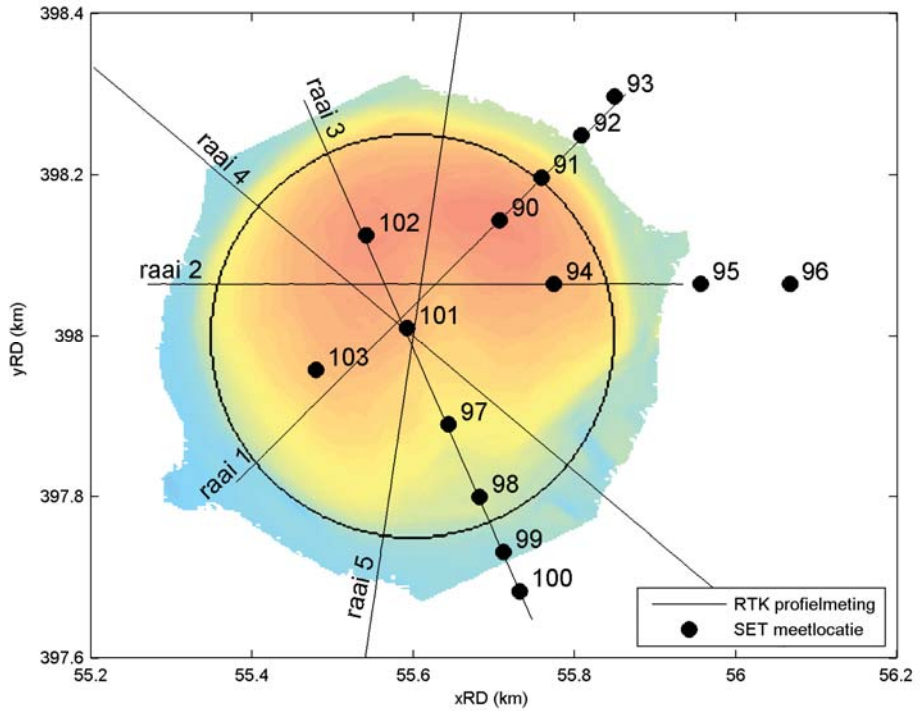
De proefsuppletie op de Galgeplaat is uitgevoerd in de periode juli – september 2008. Het zand was afkomstig van onderhoudsbaggerwerkzaamheden van de oostelijk gelegen getijgeulen Witte Tonnen Vlije en het Brabantsche Vaarwater. Er is in totaal ongeveer 130 x 10^3 m^3 zand gesuppleerd in een gebied met een oppervlakte van ongeveer 20 ha. Het zand is gelegd tussen de -0.6 en +0.4 m NAP. Om de ontwikkeling van de suppletie goed te kunnen volgen is er een monitoringprogramma opgesteld door Ramaekers (2008), welke gaandeweg enigszins aangepast is. In de onderstaande paragrafen worden de metingen besproken waarvan de data in dit rapport beschouwd worden. Voor een beschrijving van overige metingen (zoals met behulp van het Argus video camera systeem) wordt verwezen naar Holzhauer & Van der Werf (2009), Holzhauer et al. (2010) en Van der Werf et al. (2012). Tenzij anders vermeld, zijn de data ingewonnen en verwerkt door RWS Zeeland.

2.2 Morfologie

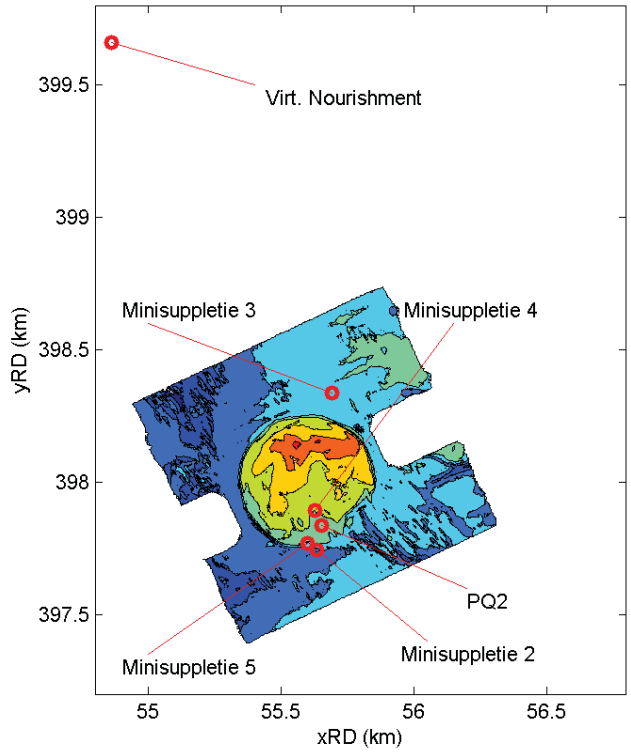
De morfologische ontwikkelingen zijn cq. worden gemonitord aan de hand van SET, RTK en singlebeam metingen en met behulp van zogenaamde “minisuppleties” (zie Figuur 2.1 tot en met Figuur 2.3). In Figuur 2.4 worden de momenten waarop de SET, RTK en singlebeam metingen zijn uitgevoerd, weergegeven.



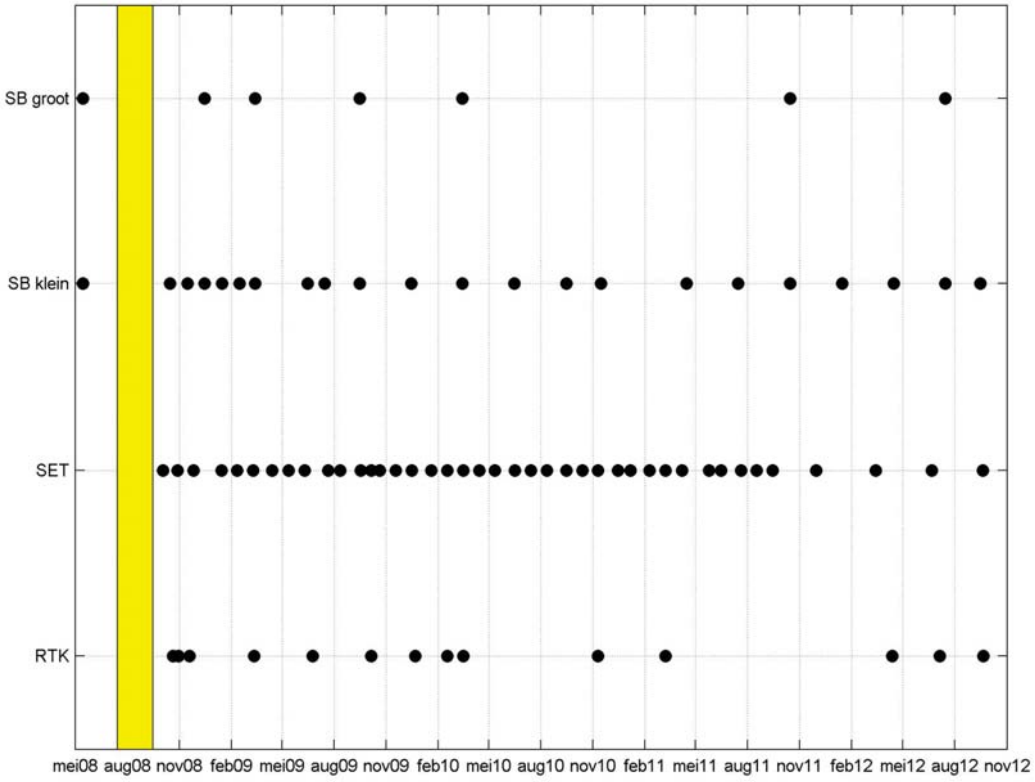
Figuur 2.1 Overzicht meetlocaties morfologische ontwikkeling.(figuur van RWS Meetdienst Zeeland)



Figuur 2.2 Overzicht locaties SET metingen en RTK raaien.



Figuur 2.3 Overzicht locaties minisuppleties.



Figuur 2.4 Overzicht momenten waarop morfologische metingen zijn uitgevoerd. De gele balk duidt de aanlegperiode van de suppletie aan.

2.2.1 SET metingen

Bij de sedimentatie-erosie trend (SET) metingen wordt de lokale bodempositie ten opzichte van een vast referentieniveau gemeten. Dit geeft nauwkeurige informatie (orde 1 cm) over de veranderingen van het bodemniveau, maar op een beperkt aantal punten. De hoogte van het referentieniveau is eenmalig met behulp van RTK ingemeten met een nauwkeurigheid van +/- 3 cm. Er worden op 14 puntlocaties SET-metingen uitgevoerd en de meetlocaties liggen langs 3 raaien over de suppletie heen (zie Figuur 2.1). Op deze manier is de ontwikkeling in verschillende richtingen waar te nemen. Elf locaties zijn vanaf oktober 2008 maandelijks ingemeten. Vanaf maart 2009 zijn op het hogere gedeelte van de suppletie drie locaties toegevoegd (SET 101, 102 en 103). Vanaf september 2011 is de meetfrequentie 3-maandelijks.

2.2.2 RTK metingen

Met behulp van RTK worden (gemiddeld) eens per drie maanden vijf profielen over de proefsuppletie ingemeten (zie Figuur 2.1). RTK staat voor *Real Time Kinematic* en is een special vorm van DGPS (*Differential Global Positioning System*) met een veel nauwkeuriger plaatsbepaling (en dus ook dan de singlebeam metingen). De ervaring leert dat de nauwkeurigheid van de met behulp van RTK bepaalde bodemligging ongeveer 0.03 m bedraagt. Tot maart 2011 werden drie RTK profielen gemeten, vanaf toen zijn hier profielen 4 en 5 aan toegevoegd. Tussen maart 2011 en april 2012 zijn geen RTK metingen gedaan.

2.2.3 Gebiedsdekkende metingen

Gebiedsdekkende bodemhoogtegegevens worden verkregen met behulp van singlebeam en RTK metingen. Er worden twee verschillende opnames gemaakt (zie Figuur 2.1). Tot maart

2010 is tweemaal per jaar een groot gedeelte van de Galgeplaat (inclusief de suppletie) gemeten met een raaiafstand van 50 m; in 2011 en 2012 is deze meting slechts eenmaal uitgevoerd. Met een hogere frequentie (gemiddeld elke 3 maanden) wordt een kleiner gebied (de suppletie en het nabijgelegen gedeelte van de plaat) opgenomen met een raaiafstand van 25 m. Deze opnames worden door RWS Zeeland verwerkt tot roosterdata met een celgrootte van respectievelijk 5.0 m en 2.5 m.

De singlebeam metingen bleken niet nauwkeurig genoeg om kleine bodemveranderingen uit af te leiden (nauwkeurigheid orde 10 cm). In oktober en november 2008 is daarom een deel van de 25 m singlebeam raaien (het kleinere gebied) met RTK gelopen. In maart en juni 2009 zijn alle 25 m singlebeam raaien met RTK gelopen en vanaf december 2009 gebeurt dit standaard. Voor de opnames van het grotere gebied (de 50 m raaien), welke over de plaatranden heen loopt, is wel steeds gebruik gemaakt van singlebeam.

2.2.4 Minisuppleties

Paree (2010) beschrijft een nieuwe manier om op intergetijdengebieden de richting van het netto sedimenttransport op een indirecte wijze te bepalen. Hiertoe wordt op een aantal plekken een zogenaamde minisuppletie aangelegd: een ca. 0.2 m dikke cirkelvorming plak zand met een diameter van ongeveer 1.5 m. Het initiële middelpunt van de cirkel wordt gemarkeerd met een bamboestok. Na een periode van een aantal weken wordt de afstand van de bamboestok tot de rand van de vervormde minisuppletie gemeten in acht windrichtingen (N, NO, O, ZO, Z, ZW, W, NW). Volgens Paree (2010) geeft dit een indicatie van de richting en relatieve grootte van het netto sedimenttransport op deze locatie. Een uitgebreidere beschrijving is terug te vinden in Paree (2010) en Van der Werf et al. (2012).

2.3 Ecologie

Voor de monitoring van de ecologische ontwikkeling zijn in opdracht van RWS Zeeland bodemmonsters genomen en vogeltellingen uitgevoerd. Dit is gedaan in het najaar van 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 en 2012, zie Tabel 2.1. Aan de hand van de bodemmonsters wordt de sedimentsamenstelling, de bodemdierdichtheid, de bodemdiersamenstelling en de biomassa bepaald.

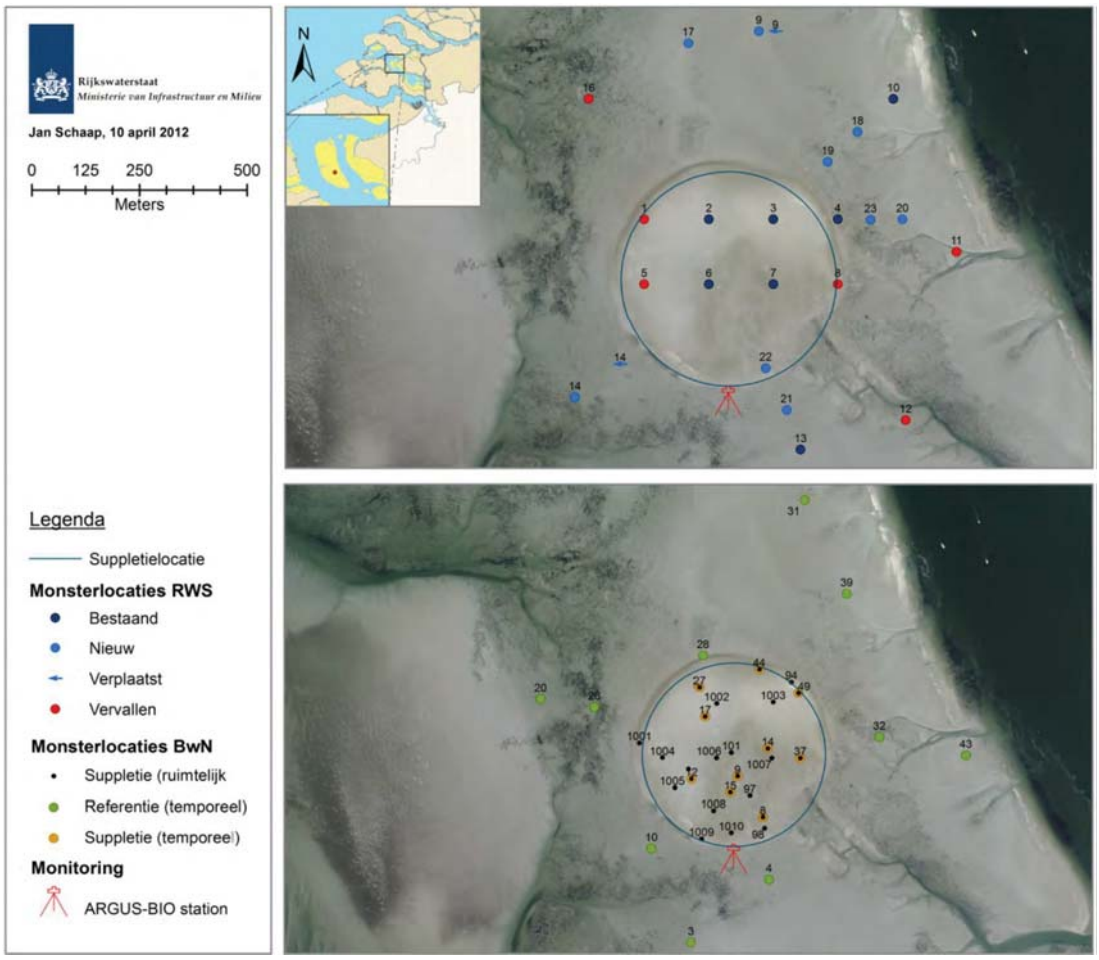
Tabel 2.1 Overzicht data waarop ecologische monitoring is uitgevoerd (alleen de RWS Zeeland dataset).

Jaar	Bodemdieren	Sedimentsamenstelling	Vogels
2007	15 en 17 oktober		14 en 15 oktober
aanleg suppletie			
2008	15 en 20 oktober		
2009	5 oktober		8 en 9 oktober
2010	29 en 30 september		9 en 10 oktober
2011	12 en 13 oktober		1 en 2 oktober
2012	3 en 4 oktober[2]		7, 8 en 18 oktober

2.3.1 Bodemmonsters

De bodemmonsters zijn geanalyseerd door Sistermans et al. (2008, 2009), Escaravage et al. (2009, 2010) en Wijnhoven et al. (2012). De belangrijkste resultaten van deze studies zijn in dit rapport opgenomen. Figuur 2.5 (bovenste paneel) toont de ligging van de locaties van de bodemmonsters. In 2008 heeft een aanpassing van de monsterlocaties plaatsgevonden om een indeling naar ecotopen mogelijk te maken (advies Dick de Jong).

[2] *Benmonstering is uitgevoerd, maar de data zijn niet geanalyseerd en daarom niet meegenomen in dit rapport.*



Figuur 2.5 Overzicht van de RWS Zeeland en Building with Nature benthos bemonsteringslocaties.(figuur Schaap, 2010)

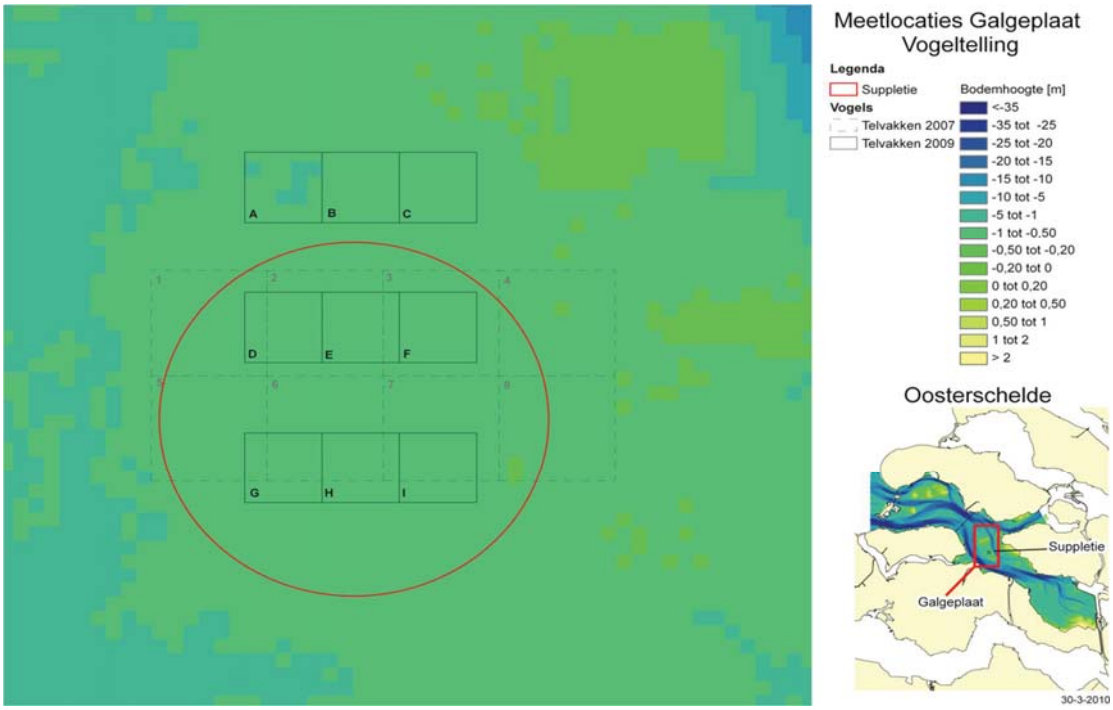
Rondom deze punten zijn binnen een straal van 5 m 6 steekbuizen met een diameter van 8 cm (0.005 m^2) genomen om het benthos te bepalen. De steekbuis is circa 30 cm in het sediment gestoken waarna de inhoud van elke steekbuis over een 1 mm zeef is gezeefd. Vervolgens is het residu overgebracht in een monsterpot en op het lab geconserveerd. In het lab zijn de monsters nogmaals gezeefd (0.5 mm) en zijn alle dieren onder een microscoop gesorteerd, op soort gedetermineerd en per soort gewogen. Met behulp van vaste conversiefactoren is het asvrijdrooggewicht berekend op basis van het natgewicht. Voor schelpdieren is het asvrijdrooggewicht berekend aan de hand van een lengte/gewicht regressie van het zelfde jaar en seizoen. Schelpfragmenten waar geen lengte van kon worden bepaald zijn nat gewogen en vervolgens is het asvrijdrooggewicht via een conversie van het natgewicht berekend.

Voor de sedimentmonsters zijn rondom alle gedefinieerde monsterpunten drie kleine steekbuisjes van ca. 1 cm doorsnede 5 cm in het sediment gestoken en vervolgens samengevoegd tot 1 mengmonster. De monsters zijn daarna ingevroren en voor de analyse gevriesdroogd en gezeefd. Met een *Malvern particles analyzer* zijn de korrelgroottes in het sediment gemeten. Belangrijke parameters zijn het percentage zand (korreldiameter groter dan 0.063 mm), de mediane korrelgrootte (D_{50}) en de korrelgrootte waarbij 10% en 90% van het mengsel kleiner is (D_{10} en D_{90}).

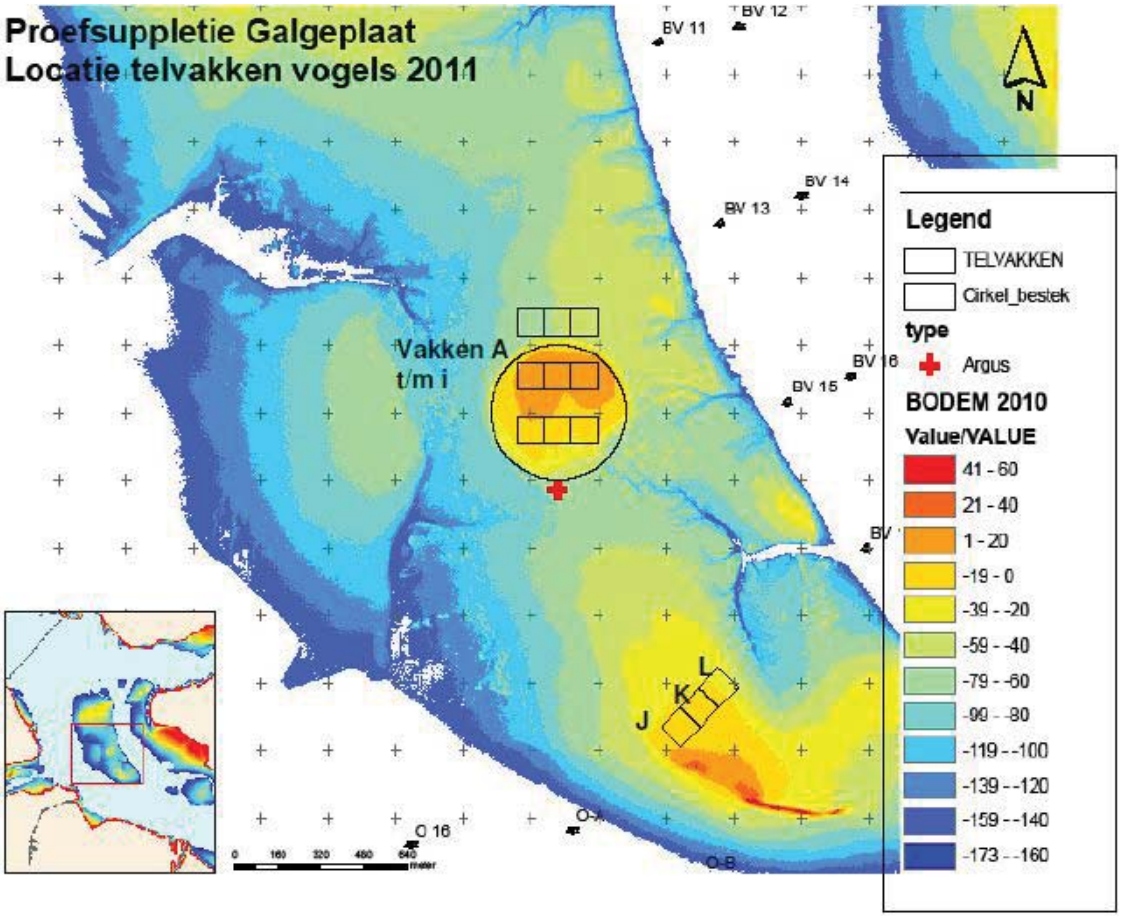
Naast deze RWS Zeeland dataset maken we gebruik van de benthos data die in het kader van het *Building with Nature* programma zijn verzameld (zie Figuur 2.5, onderste paneel). Deze bemonstering, uitgevoerd door IMARES en het NIOO CEME (nu NIOZ), is gestart vlak voor de suppletie in 2008. In de daaropvolgende jaren is driemaal per jaar (voorjaar, zomer en najaar) een bemonstering uitgevoerd. Vanaf 2009 zijn er 15 locaties aan toegevoegd om het inzicht in de ruimtelijke ontwikkeling van de bodemfauna op de suppletie te vergroten. Voor een uitgebreidere beschrijving van deze dataset zie Schaap (2012).

2.3.2 Vogeltellingen

De vogeltellingen zijn uitgevoerd door Habitat Advies (Geene & Goedbloed, 2007, 2009, 2010, 2011; Geene & Van Dam, 2012) en de belangrijkste resultaten hiervan worden in dit rapport opgenomen. De watervogels zijn vanaf een kleine mosselkotter geteld tijdens de periode van droogval met een interval van vijftien minuten. In 2007 is er gebruik gemaakt van acht grote vakken (150 x 150 m). In 2009 zijn er nieuwe vakken gedefinieerd. Deze vakken zijn kleiner geworden en er wordt in negen in plaats van in acht vakken geteld. Ook de ligging van de vakken is gewijzigd zodat ze beter op en naast de suppletie liggen (zie Figuur 2.6). In 2010 zijn dezelfde negen vakken als in 2009 gebruikt. Bij de tellingen is onderscheid gemaakt tussen foeragerende en niet-foeragerende vogels. De resultaten zijn verwerkt naar aantal foerageerminuten per vogelsoort. Vanaf 2011 worden er ook vogeltellingen gedaan in de vakken J, K, L als referentie (zie Figuur 2.7), omdat vakken A t/m C oesterbanken bevatten die mogelijk een positief effect hebben op de aanwezigheid van foeragerende vogels en dit gebied gemiddeld 0.9 m lager ligt dan de vogeltelvakken op de proefsuppletie (Geene & Van Dam, 2012). De vakken J, K en L liggen wel op een vergelijkbare hoogte als de suppletie.



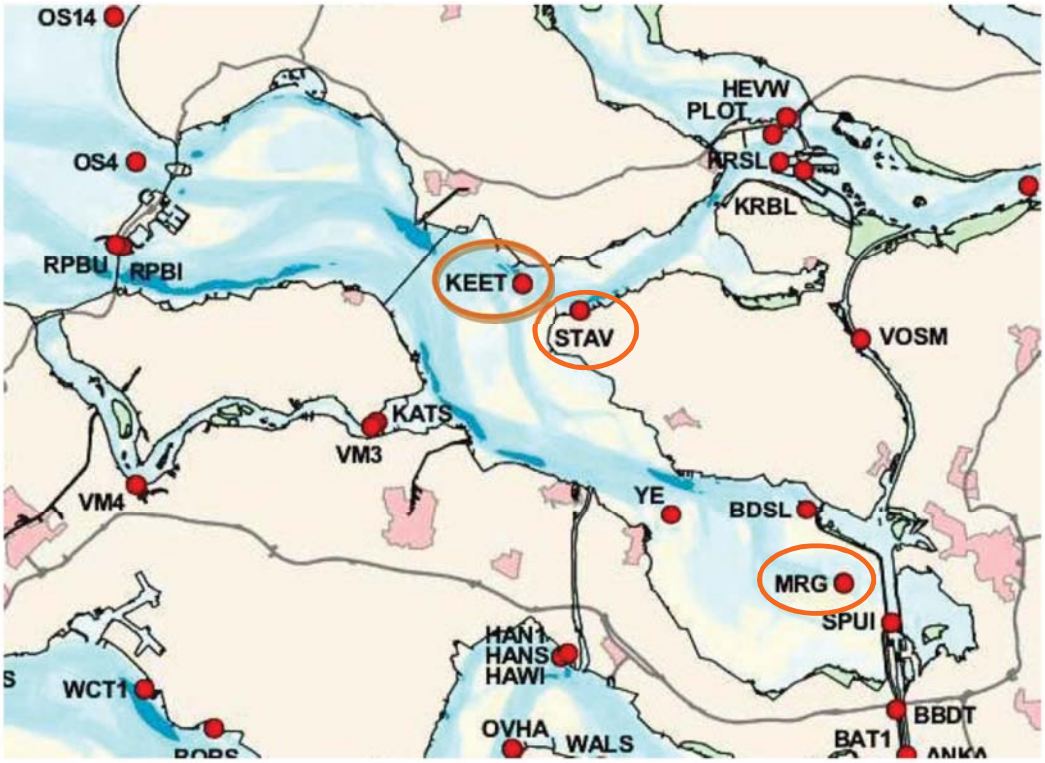
Figuur 2.6 Overzicht locaties vogeltellingen.(figuur RWS Meetdienst Zeeland)



Figuur 2.7 Overzicht locaties vogeltellingen met rechts onderin de nieuwe referentievakken J, K en L. (figuur RWS Meetdienst Zeeland)

2.4 Overige gegevens

Naast de directe metingen op de Galgeplaat wordt er ook gebruik gemaakt van aanvullende gegevens over getij, wind en golven. Deze gegevens zijn afkomstig van meetstations die altijd operationeel zijn. Het betreft de windsnelheid, windrichting en waterstand gemeten te Stavenisse ("STAV") en bij het Marollegat ("MRG"), en golfhoogte en golfrichting te Keeten (“Keet”). Figuur 2.8 laat de locaties van deze meetstations zien.



Figuur 2.8 Overzicht meetstations Oosterschelde. Data van de stations Stavenisse, Marollegat en Keeten zijn gebruikt in deze studie en daarom omcirkeld. (Bron: http://www.hmcz.nl)

Station Stavenisse ligt relatief dichtbij de Galgeplaat. De windgegevens van het Marollegat zijn geschikt omdat dit station zowel ten noorden als ten westen, net zoals de Galgeplaat, omgeven wordt door "vrij water". De windgegevens zijn gekalibreerd door het Hydro Meteo Centrum Zeeland (HMCZ) en opgeslagen als 10 minuten gemiddelde waarden.

Verder zijn er door de Meetdienst Zeeland bijna maandelijks visuele rapportages opgeleverd die als bijlage in dit rapport zijn opgenomen (zie Bijlage B).

3 Morfologische ontwikkeling

3.1 Waterbeweging

Aangezien de morfologische veranderingen op en rond de proefsuppletie worden gedreven door de lokale hydrodynamische processen (getij, wind, golven) zullen deze eerst behandeld worden.

3.1.1 Waterstanden

De waterstandsveranderingen als gevolg van de getijbeweging veranderen niet of nauwelijks door de jaren heen. In de huidige studie is daarom gebruik gemaakt van de waterstandsdata van 2008 en 2009, eerder ook behandeld in Holzhauer et al. (2010) en Van der Werf et al. (2012). Met behulp van deze waterstandsdata is de droogvalduur berekend.

Tabel 3.1 geeft een overzicht van enkele getijkarakteristieken voor het gebied rondom de Galgeplaat. De tabel laat zien dat het gemiddelde getijverschil (2008-2009) bij Stavenisse (nabij de noordkant van de Galgeplaat) ca. 3 m bedraagt. Met name door de vorm van de Oosterschelde varieert het getij per locatie. Bijvoorbeeld bij Marollegat is het gemiddeld hoogwaterniveau hoger, en het gemiddeld laagwaterniveau lager dan bij Stavenisse. De uiterste opgetreden waterstand is 0.3 tot 0.4 m lager (tijdens laagwater) cq. hoger (tijdens hoogwater) dan bij gemiddelde getijcondities.

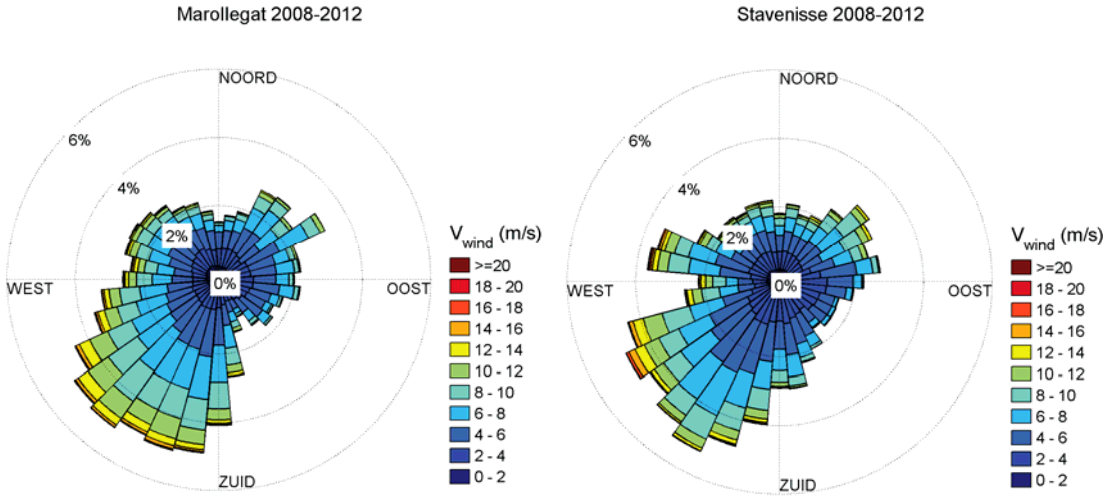
Tabel 3.1 Overzicht van enkele getijkarakteristieken voor twee meetstations (Stavenisse en Marollegat) in de buurt van de Galgeplaat proefsuppletie voor de periode 2008-2009.

Periode 2008-2009	Stavenisse	Marollegat
Gemiddeld hoogwater	+1.6 m NAP	+1.8 m NAP
Gemiddeld laagwater	-1.3 m NAP	-1.6 m NAP
Maximale waterstand	+1.9 m NAP	+2.1 m NAP
Minimale waterstand	-1.7 m NAP	-1.9 m NAP

3.1.2 Wind

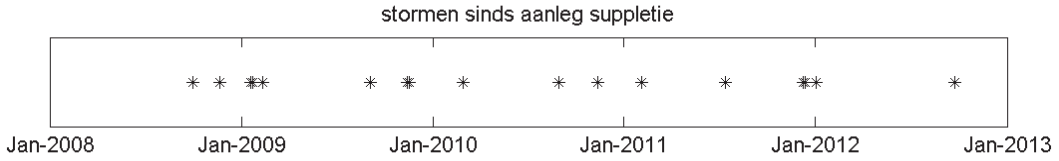
De wind is gemeten op twee stations in de nabijheid van de Galgeplaat; Marollegat en Stavenisse. In Figuur 3.1 zijn de windrozen voor beide locaties te zien gebaseerd op metingen voor de periode 2008 – oktober 2012. Beide windrozen laten zien dat de windrichting dominant zuidwestelijk georiënteerd was, al komen ook relatief hoge windsnelheden voor in het noordwestelijke kwadrant en (in mindere mate) in het zuidoostelijke kwadrant.

De gemiddelde windsnelheid in diezelfde periode bedraagt 5.8 m/s bij meetstation Stavenisse en 6.2 m/s bij meetstation Marollegat. Dit komt overeen met windkracht 4, ofwel een matige wind. De maximaal gemeten windsnelheid in de periode 2008 – oktober 2012 bedraagt voor beide locaties 23 m/s, wat overeenkomt met windkracht 9 (storm).



Figuur 3.1 Windroos op basis van windgegevens voor de periode 2008 – oktober 2012 voor de stations Marollegat (links) en Stavenisse (rechts).

Een onderscheid tussen normale, alledaagse condities en stormcondities is gemaakt op basis van de windsnelheid. Een storm wordt hier gedefinieerd als de windsnelheid voor tenminste 30 minuten meer dan 17 m/s bedraagt (i.e. windkracht 8 en hoger). Op basis van dit criterium zijn voor de gehele meetperiode (oktober 2008 tot en met september 2012) 17 stormen geïdentificeerd. Deze stormen zijn allen weergegeven op de tijdlijn in Figuur 3.2.

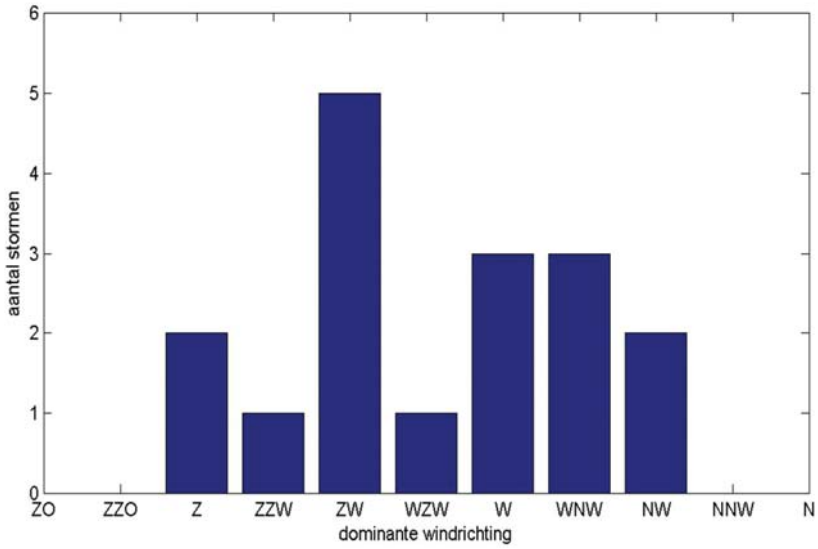


Figuur 3.2 Tijdlijn van de opgetreden stormen sinds de aanleg van de Galgeplaat proefsuppletie (oktober 2008 – september 2012).

Tijdens alle (17) stormen was de windkracht maximaal 8 of 9, en er heeft dus nog geen zware storm (windkracht 10, windsnelheid > 24.5 m/s) plaatsgevonden. De Oosterscheldekering is dan ook nooit gesloten toen de suppletie er lag; de laatste sluiting was 9 november 2007.

In Figuur 3.3 zijn de dominante windrichtingen weergegeven per storm. Uit de figuur blijkt dat de windrichting varieerde van zuid tot noordwestelijk, maar dat de meeste stormen een dominante zuidwestelijke wind hadden. Zoals eerder beschreven is deze windrichting ook dominant onder normale condities.

Tijdens een storm zijn de windsnelheden hoger en zal de windgedreven stroming sterker zijn. Daarnaast zorgt de wind voor hogere golven, welke voor meer sedimentopwoeling en golfgedreven stroming kunnen zorgen. Daarnaast kan sedimenttransport (direct) door wind een rol gaan spelen (eolisch sedimenttransport).



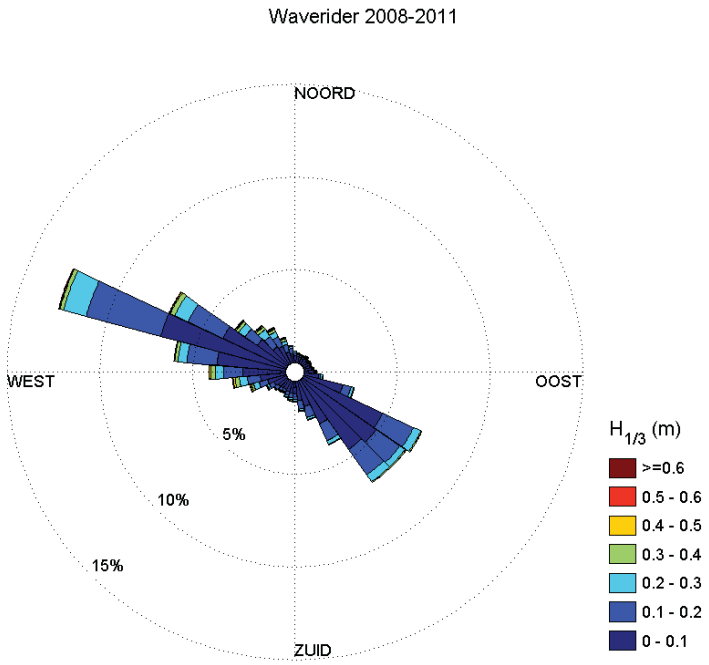
Figuur 3.3 De dominante windrichting gedurende de 17 stormen die optraden tussen oktober 2008 en september 2012.

3.1.3 Golven

In de vorige voortgangsrapportage (Van der Werf et al., 2012) zijn de golfmetingen uitgebreid besproken. De resultaten van die analyse worden hier kort samengevat.

Van 2008 tot en met de eerste helft van 2011 zijn de golven in de geul ten zuidwesten van de proefsuppletie gemeten met behulp van een Waverider in het Engelsche Vaarwater. Daarnaast zijn golven op de plaat, in nabijheid van de proefsuppletie, gemeten met behulp van drukdozen. In Figuur 3.4 is de golfroos weergegeven op basis van de Waverider-data uit de gehele meetperiode. De dominante richtingen zijn duidelijk te onderscheiden, namelijk noordwest en zuidoost. Dit is in tegenstelling tot de windrichting welke meer dominant zuidwest en noordoost is (zie Figuur 3.1). In Van der Werf et al. (2012) wordt geconcludeerd dat dit waarschijnlijk wordt veroorzaakt door golfrefractie als gevolg van de bodemligging en de (getij-) stroming in de omgeving van de Waverider. Deze ervaart namelijk een zuidoostelijke stroming tijdens vloed, terwijl de stroming noordwestelijk is georiënteerd tijdens eb. Daarnaast is geconcludeerd dat de vorm van de Oosterschelde een mogelijk belangrijke rol speelt. De Oosterschelde is noordwestelijk-zuidoostelijk georiënteerd, wat het makkelijker maakt voor golven om in die richting te ontwikkelen, als gevolg van de grotere strijklengten. Overigens blijkt dat tijdens stormen de golfrichting meer overeenkomt met de windrichting (zie Van der Werf et al., 2012).

De metingen op de plaat met de drukdozen laten voornamelijk golfhoogten zien in de orde van 0.1 m, met af en toe een uitschieter naar 0.2 m. In Van der Werf et al. (2012) is geconcludeerd dat de golven vanuit de geul sterk worden gedissipeerd door de plaat. Het is echter niet duidelijk of de proefsuppletie zelf voor extra golfdissipatie zorgt, omdat de gemeten golven dermate klein zijn dat de meet(on)nauwkeurigheid een te grote rol gaat spelen.



Figuur 3.4 Golfroos op basis van de Waverider metingen (2008-2011).

Onder invloed van de krachtige wind gedurende een storm ontstaan hogere golven. Uit de Waverider-data blijkt dat de golfhoogte in de geul (ten zuidoosten van de plaat) lokaal maximaal 0.5 tot 1 m kan bedragen, terwijl de golven bij meetstation Keeten (ten noordoosten van de Galgeplaat, zie Figuur 2.8) maximaal ongeveer 1.5 m zijn in de beschouwde periode. Het is onduidelijk wat de golfhoogten tijdens een storm op de plaat en op de suppletie zelf zijn, aangezien de drukdozen niet tijdens stormen hebben gemeten. Het is echter de verwachting dat de golven op de plaat sterk dissiperen, en de golfhoogte ter plaatse van de suppletie daardoor significant kleiner is ten opzichte van de golfhoogte in de geul.

3.1.4 Stroomsnelheden

In 2008 zijn gedurende ongeveer een maand stromingsmetingen verricht op de plaat en in de twee geulen aan weerszijden van de Galgeplaat. In 2010 en 2011 zijn ook enkele metingen verricht op en rond de proefsuppletie op de Galgeplaat. Deze metingen besloegen elk een periode van 2 tot 3 maanden. In de vorige voortgangsrapportage (Van der Werf et al., 2012) is uitgebreid ingegaan op de resultaten van de stromingsmetingen. Hier zullen de bevindingen kort worden behandeld.

Uit de analyse beschreven in de vorige voortgangsrapportage bleek dat stroomsnelheden op de plaat maximaal ca. 0.5 m/s bedragen en met name optreden tijdens eb. Op de proefsuppletie lijkt de stroomsnelheid iets lager te zijn, terwijl in de geul stroomsnelheden tot 0.7 en incidenteel 0.9 m/s werden gemeten. De dominante stroomrichting is over het algemeen zuid tot zuidwestelijk tijdens vloed en noord tot noordwestelijk tijdens eb. Verder bleek dat de lokale bodemligging en de aanwezigheid van oestervelden een groot (reducerend) effect op de stroomsnelheid hebben. In paragraaf 3.3 zullen we nader ingaan op de lokale stroomsnelheden.

Tijdens stormen zullen de stroomsnelheden naar verwachting groter zijn als gevolg van (extra) wind- en golfgedreven stroming. Er is echter geen snelheidsdata beschikbaar tijdens

een storm, waardoor het lastig is een indicatie te geven van de dan optredende stroomsnelheden.

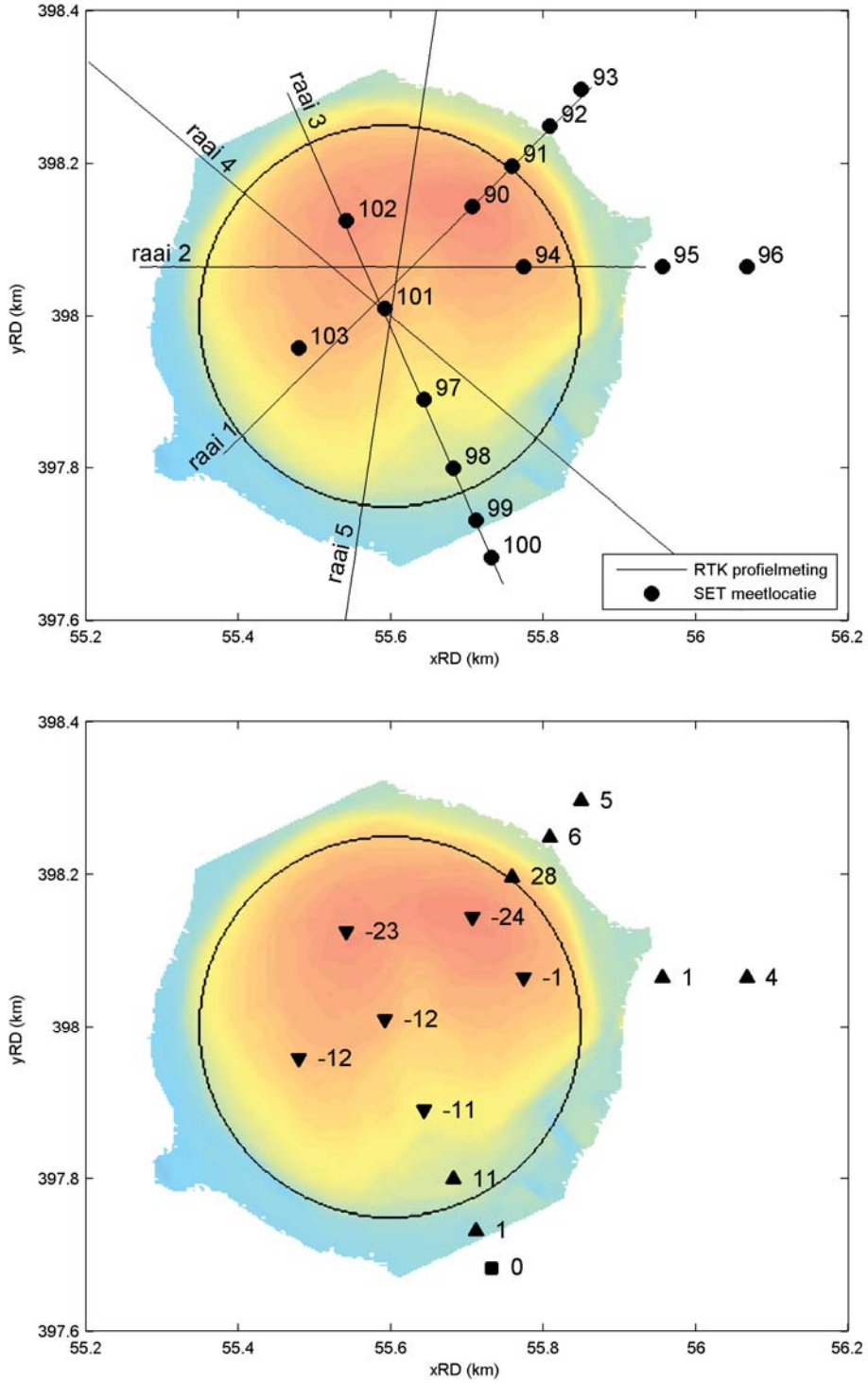
3.2 Morfologie

3.2.1 Lokale bodemligging (SET-metingen)

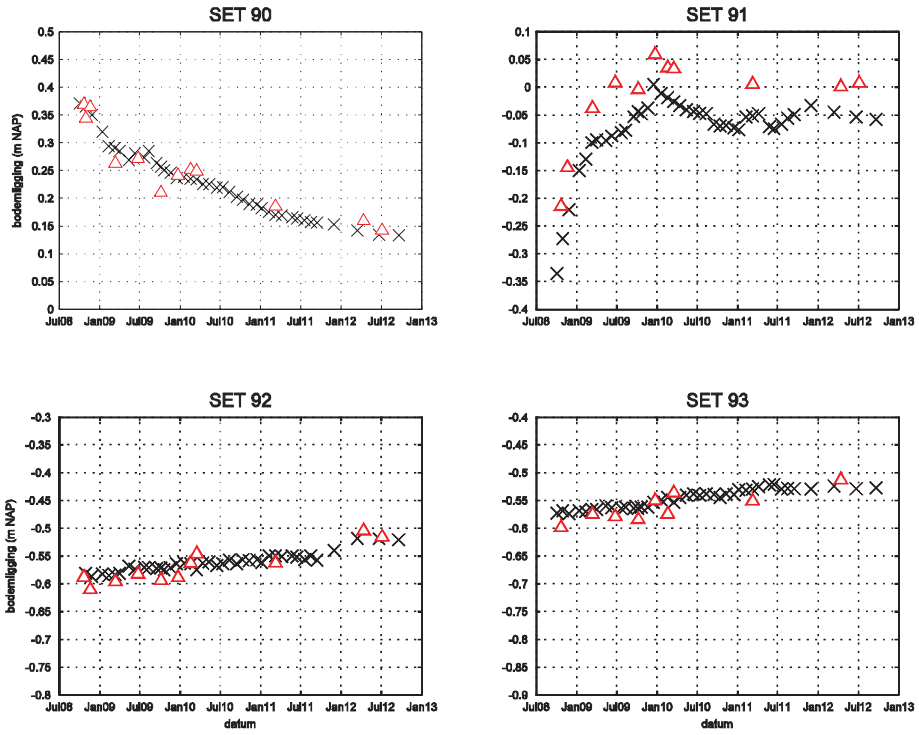
Figuur 3.5 geeft een overzicht van de SET meetlocaties en de bodemverandering in september 2012 ten opzicht van net na aanleg van de suppletie in oktober 2008. In Figuur 3.6 tot en met Figuur 3.9 zijn de resultaten voor de gehele meetperiode weergegeven (zwarte kruisjes). Daarnaast bevatten de figuren bodemhoogtewaarden welke door middel van lineaire interpolatie zijn verkregen uit de RTK profielmetingen (zie ook paragraaf 2.2.2). De bodemligging wijkt lokaal soms iets af van de SET metingen, wat met name veroorzaakt wordt door meetonnauwkeurigheden en de data-interpolatie. Om de morfologische veranderingen op de verschillende SET locaties goed te kunnen vergelijken is gekozen om de verticale schaal constant te houden; het verschil tussen het laagst- en het hoogst mogelijke punt in de grafiek bedraagt steeds 0.5 m.

De verschillende locaties laten verschillende ontwikkelingen zien. Zo vindt op een aantal locaties duidelijk sedimentatie plaats (SET 91-93, 96 en 98), lijken andere locaties relatief stabiel (SET 94, 95, 99 en 100), of vindt er erosie plaats (SET 90, 97 en 101-103).

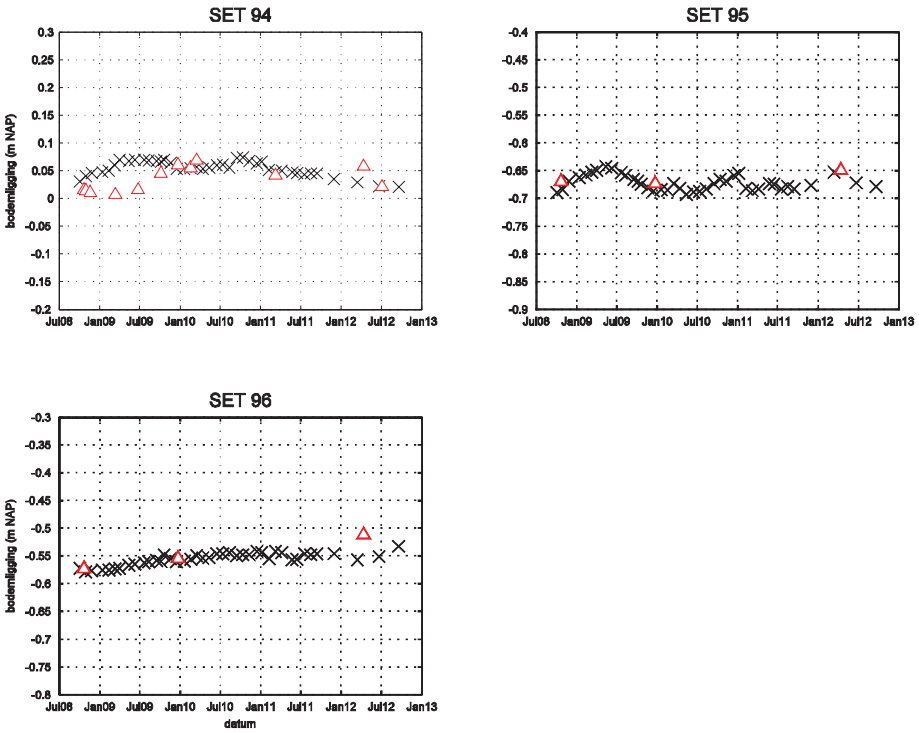
Op basis van deze figuren kan worden gesteld dat de locaties waar de bodem sterke erosie vertoont (met name 90 en 102), zich op het hogere deel van de suppletie bevinden. Dit is gerelateerd aan de relatieve grote bodemverstoring. De overige locaties binnen de suppletiecirkel vertonen over het algemeen ook bodemdaling (97, 101, 103), al vormt SET 94 hierop een uitzondering door zeer stabiel te blijven. De locaties buiten de suppletiecirkel laten vooral sedimentatie zien, wat suggereert dat het zand van de suppletie buiten de suppletiecirkel op de plaat terecht komt. Er is echter ook een aantal locaties waar nauwelijks effect te zien is (95, 99, 100).



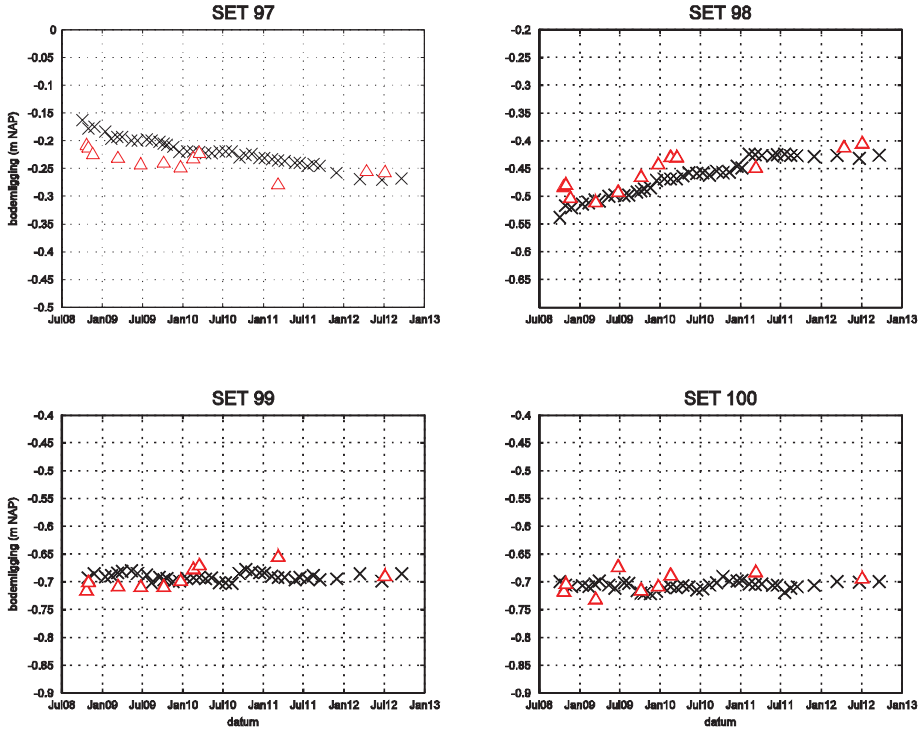
Figuur 3.5 Overzicht locaties SET metingen en RTK raaien (boven) en de bodemverandering [cm] op de SET locaties in september 2012 ten opzichte van net aanleg van de suppletie in oktober 2008 (onder). De onderliggende contourplot geeft de bodemligging net na aanleg van de suppletie weer (oktober 2008).



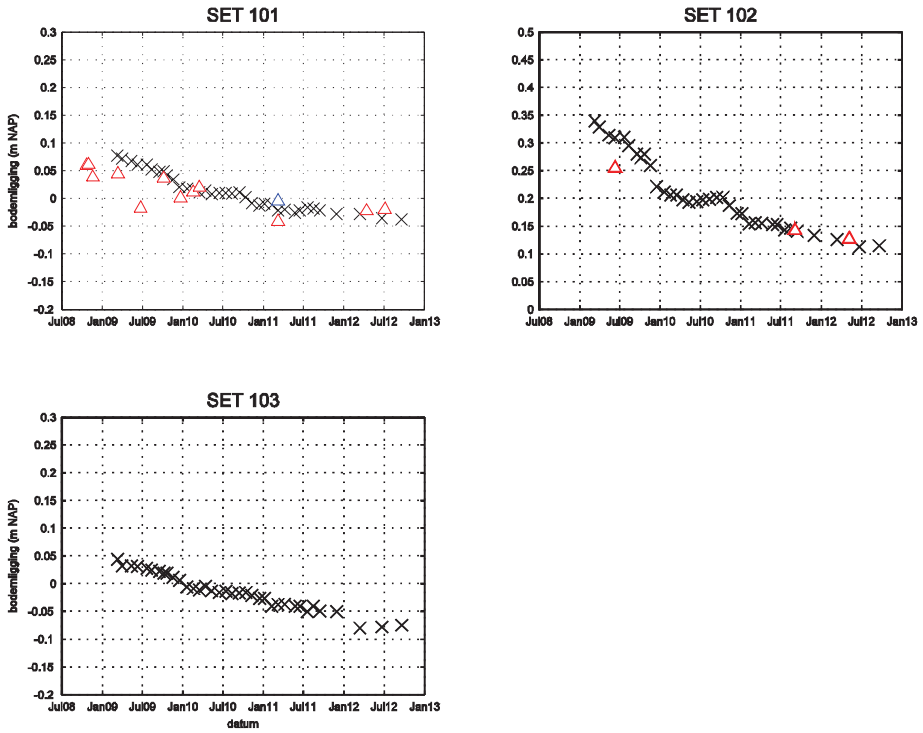
Figuur 3.6 Lokale bodemligging voor de SET locaties 90 t/m 93, vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot eind september 2012. Zwarte kruisjes: SET metingen, rode driehoekjes: RTK metingen.



Figuur 3.7 Lokale bodemligging voor de SET locaties 94 t/m 96, vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot eind september 2012. Zwarte kruisjes: SET metingen, rode driehoekjes: RTK metingen.



Figuur 3.8 Lokale bodemligging voor de SET locaties 97 t/m 100, vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot eind september 2012. Zwarte kruisjes: SET metingen, rode driehoekjes: RTK metingen.



Figuur 3.9 Lokale bodemligging voor de SET locaties 101 t/m 103, vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot eind september 2012. Zwarte kruisjes: SET metingen, rode driehoekjes: RTK metingen.

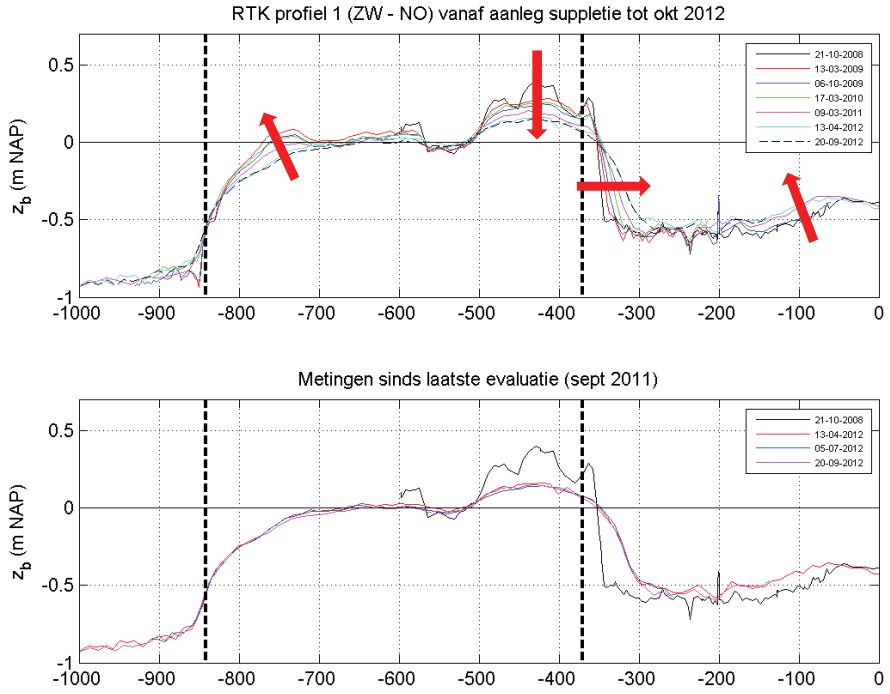
3.2.2 Bodemligging langs profielen (RTK profielen)

In Figuur 3.10 tot en met Figuur 3.13 is de bodemligging langs de vijf raaien weergegeven, waarbij de verticale gestippelde lijnen de initiële suppletiecontouren (volgens het ontwerp) aangeven. De ligging van de raaien is gegeven in Figuur 2.2. Raai 1 t/m 3 worden sinds de aanleg van de suppletie regelmatig ingemeten, terwijl de metingen voor raai 4 en 5 pas in maart 2011 zijn gestart. In de periode kort na aanleg is vrij intensief gemeten, namelijk elke drie maanden. Daarna is de meetfrequentie iets afgenomen van eens per halfjaar tot een maximale tussenperiode van ongeveer een jaar. In 2012 zijn de raaien echter drie maal gemeten (april, juli en september).

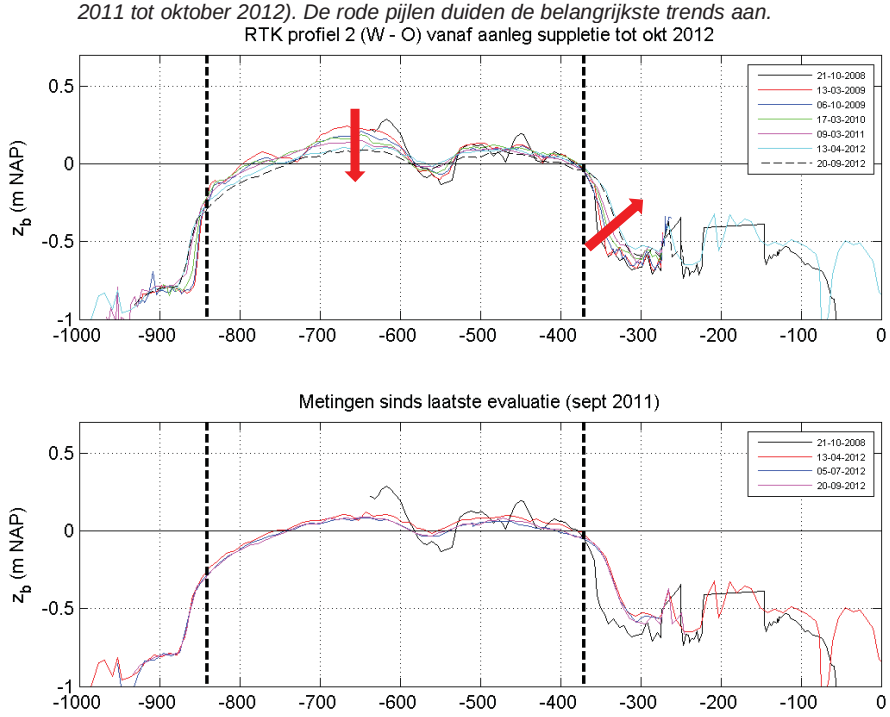
In totaal zijn raaien 1 t/m 3 veertien maal gemeten. Om de figuren overzichtelijk te houden is besloten een selectie te maken van de metingen, waarbij de tijd tussen de metingen ongeveer gelijk is en de nieuwste meting aanwezig is. Deze metingen zijn weergegeven in de toppanelen van Figuur 3.10 tot en met Figuur 3.12. In de bodempanelen van dezelfde figuren zijn alle metingen weergegeven die nog niet werden beschouwd in de vorige evaluaties (vanaf juli 2011). Voor raai 4 en 5 zijn totaal vier metingen beschikbaar (een in 2011, drie in 2012) en deze zijn alle geplot in het bovenste en onderste paneel van Figuur 3.13.

Voor alle vijf raaien kan worden gezien dat de hoger gelegen delen onderhevig zijn aan erosie. Dit was ook al beschreven in de eerdere evaluaties (Holzhauer en van der Werf, 2009; Holzhauer et al., 2010; Van der Werf et al 2012), en bleek ook uit de analyse van de SET-metingen. Het geërodeerde zand wordt naar lager gelegen delen getransporteerd, wat tot een afvlakking van het profiel leidt. Dit is met name goed te zien bij raai 1 (waar het zand naar het noordoosten lijkt te worden getransporteerd) en 3 (waar het zand naar het noord-noordwesten lijkt te worden getransporteerd), maar ook in iets mindere mate bij de overige raaien. Deze afvlakking vindt met name plaats over een langere periode, en de grootste veranderingen vinden plaats kort na de aanleg van de suppletie. Gedurende de laatste 1.5 jaar (medio 2011 – oktober 2012) ligt de suppletie behoorlijk stabiel volgens deze RTK-metingen; de bodemveranderingen zijn nauwelijks waarneembaar en liggen in de orde van centimeters.

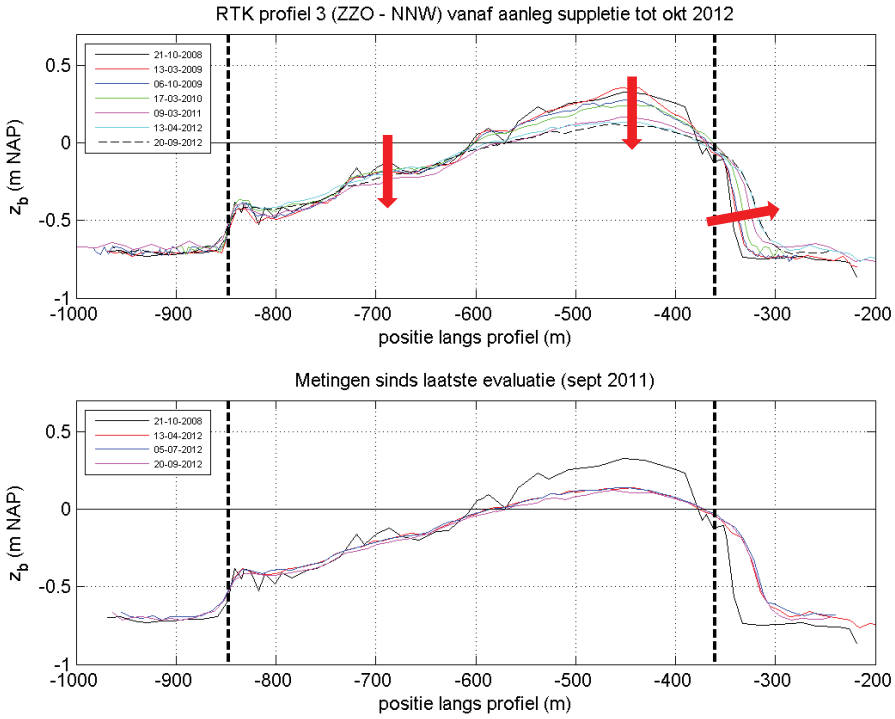
Deze RTK metingen zijn ook een indicatie van de afstand waarover het gesuppleerde zand zich verspreidt. Volgens profielen 1 t/m 3 schuift het gesuppleerde zand geleidelijk ca. 50-100 m op in noordelijke richting. Deze metingen (en dan met name Profiel 1) laten echter ook zien dat de bodem verder van de suppletie af (tot ca. 300 m) omhoog komt. Het is onduidelijk of dit door de suppletie veroorzaakt wordt of dat dit deel van de Galgeplaat “van nature” sedimenteert.



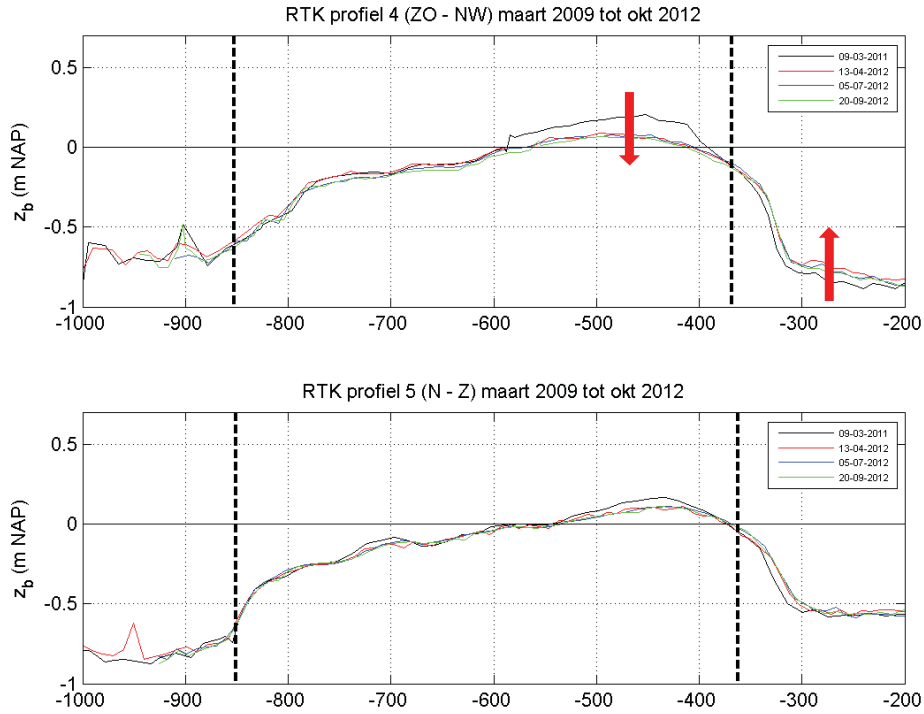
Figuur 3.10 Morfologische ontwikkeling voor RTK-profiel 1 (ZW-NO). Het bovenste paneel geeft de ontwikkeling weer vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot oktober 2012. Voor het overzicht zijn hier niet alle metingen in weergegeven. Het onderste paneel laat alle metingen zien in de laatst beschouwde periode (juli 2011 tot oktober 2012). De rode pijlen duiden de belangrijkste trends aan.



Figuur 3.11 Morfologische ontwikkeling voor RTK-profiel 2 (W-O). Het bovenste paneel geeft de ontwikkeling weer vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot oktober 2012. Voor het overzicht zijn hier niet alle metingen in weergegeven. Het onderste paneel laat alle metingen zien in de laatst beschouwde periode (juli 2011 tot oktober 2012). De rode pijlen duiden de belangrijkste trends aan.



Figuur 3.12 Morfologische ontwikkeling voor RTK-profiel 3 (ZZO-NNW). Het bovenste paneel geeft de ontwikkeling weer vanaf de aanleg van de suppletie (oktober 2008) tot oktober 2012. Voor het overzicht zijn hier niet alle metingen in weergegeven. Het onderste paneel laat alle metingen zien in de laatst beschouwde periode (juli 2011 tot oktober 2012). De rode pijlen duiden de belangrijkste trends aan.



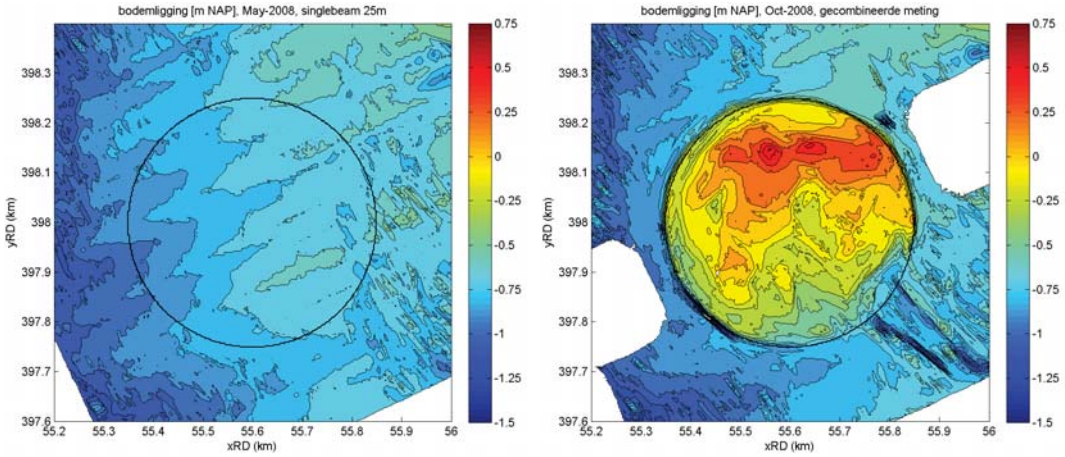
Figuur 3.13 Morfologische ontwikkeling voor RTK-profiel 4 (ZO-NW, bovenste paneel) en RTK-profiel 5 (N-Z, onderste paneel). Deze RTK profielen worden pas sinds maart 2011 uitgevoerd. De rode pijlen duiden de belangrijkste trends (over deze relatief korte periode) aan.

3.2.3 Bodemligging op basis van gebiedsdekkende metingen

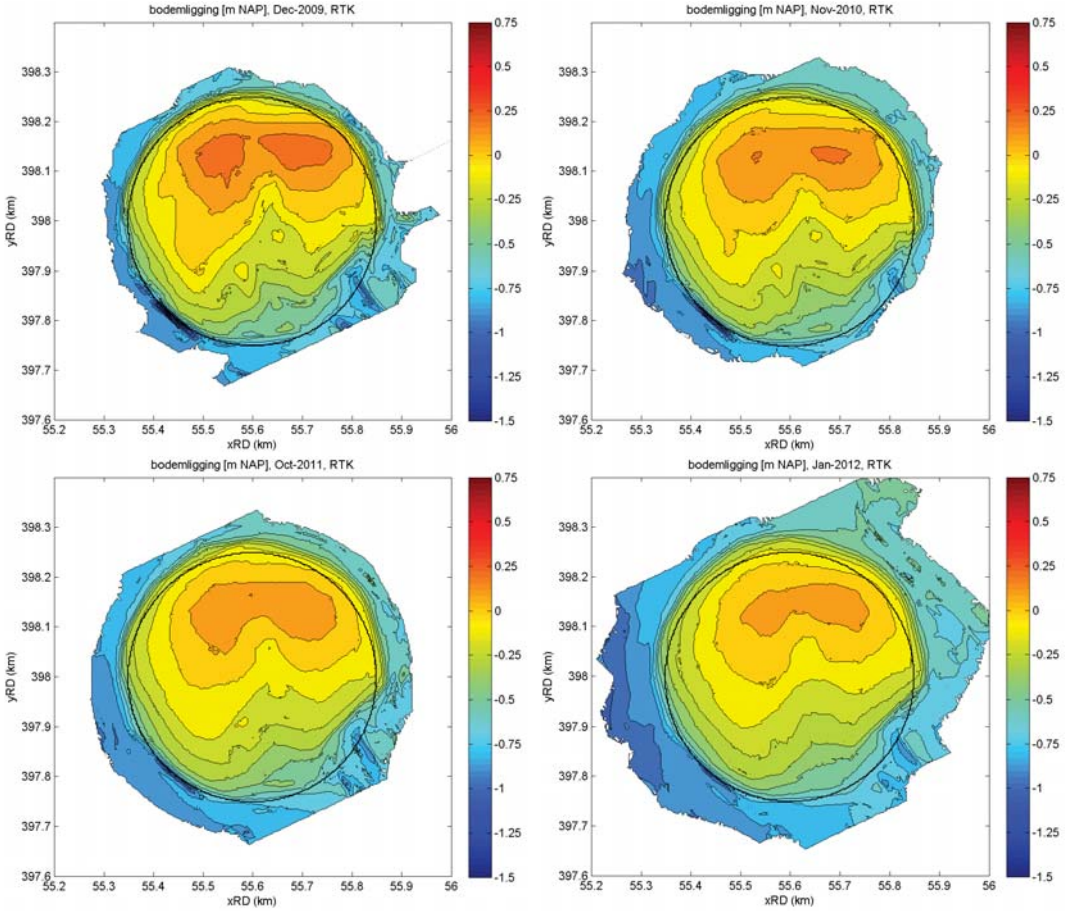
De SET- en RTK profielmetingen hebben relatief een grote nauwkeurigheid, maar vertellen maar een deel van het verhaal van de morfologische ontwikkeling van de suppletie. Om de grootschalige morfologische veranderingen in de tijd te kunnen bestuderen worden ook regelmatig gebiedsdekkende metingen verricht in raaien van 25 en 50 m. De metingen zijn uitgevoerd met singlebeam, RTK, of een combinatie daarvan, en de data is door RWS Zeeland verwerkt tot een dataset waarmee een goed beeld van de bodemligging over de gehele suppletie kan worden verkregen.

In de vorige voortgangsrapportage (Van der Werf et al., 2012) zijn alle uitgevoerde gebiedsdekkende metingen tot medio 2011 weergegeven. De morfologische verschillen tussen opeenvolgende metingen zijn relatief klein. Om een duidelijk beeld te hebben van het gedrag van de suppletie wordt hier daarom alleen een selectie (met tussenperioden van ongeveer een jaar) van metingen behandeld voor de periode vanaf de aanleg van de suppletie tot medio 2011. De nieuwste metingen (medio 2011 – oktober 2012) zijn wel allen weergegeven.

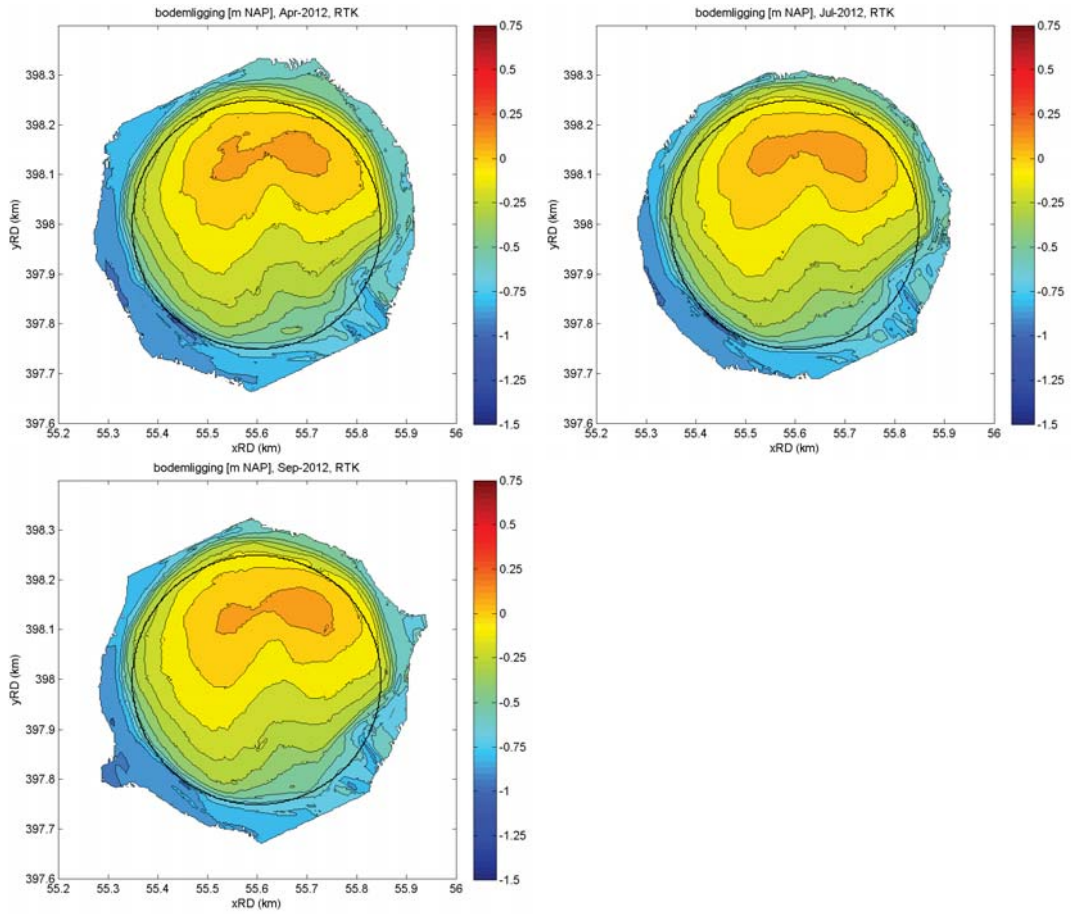
Figuur 3.14 tot en met Figuur 3.16 geven een goed beeld van de algehele morfologische verandering sinds de aanleg van de suppletie. In het eerste jaar (verschil tussen Figuur 3.14 rechtsboven en Figuur 3.15 linksonder) na aanleg zijn de veranderingen nog groot en is duidelijk zichtbaar dat het hoogste gedeelte afgevlakt is en de bodemligging een stuk vloeiender is geworden. Daarna zijn de veranderingen erg klein en lijkt de suppletie erg stabiel (Figuur 3.15). Ook uit de meest recente metingen (Figuur 3.16) blijkt dat de suppletie nauwelijks beweegt, aangezien de figuren onderling nauwelijks verschillen. Wanneer op deze schaal naar de bodemveranderingen wordt gekeken, kan worden geconcludeerd dat de suppletie nog steeds stabiel is. Uiteraard zijn er wel kleine veranderingen opgetreden (zoals ook blijkt uit de SET en RTK metingen), maar de gebiedsdekkende RTK metingen zijn hiervoor minder geschikt.



Figuur 3.14 Bodemligging van de Galgeplaat voor (links) en net na (rechts) de aanleg van de suppletie op basis van gebiedsdekkende singlebeam en/of RTK metingen.



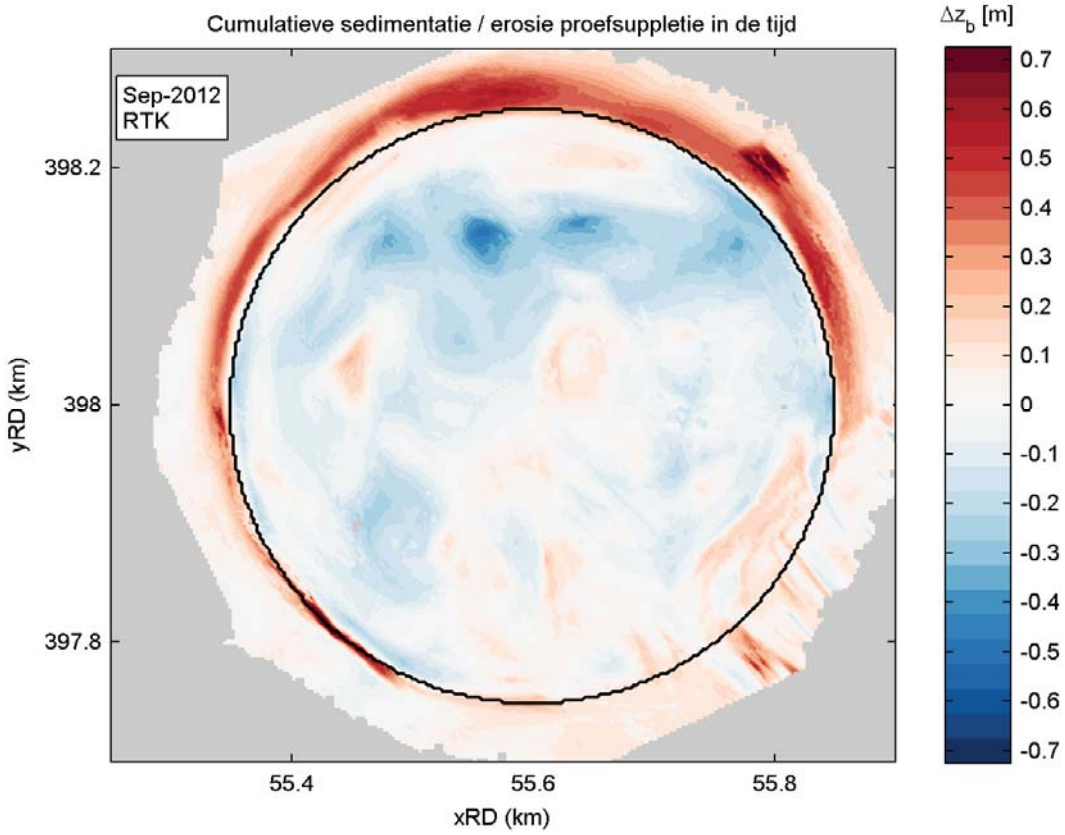
Figuur 3.15 Bodemligging suppletie in december 2009 (linksboven), november 2010 (rechtsboven), oktober 2011 (linksonder) en januari 2012 (rechtsonder).



Figuur 3.16 Bodemligging suppletie in april 2012 (linksboven), juli 2012 (rechtsboven) en september 2012 (linksonder).

Het beeld dat de hoger gelegen delen van de suppletie sinds de aanleg zijn geërodeerd, en er een afvlakking naar de randen van de suppletie heeft plaatsgevonden wordt bevestigd wanneer de cumulatieve sedimentatie en erosie wordt beschouwd. Deze is weergegeven in Figuur 3.17, en is berekend als het verschil tussen de bodemhoogte in september 2012 en net na de aanleg (oktober 2008).

Uit de figuur blijkt duidelijk dat de hoger gelegen delen van de noordkant van de suppletie een bodemdaling tot maximaal ongeveer 0.5 m laten zien, al erodeert minder dan 1% van de suppletie meer dan 0.3 m. Aan de randen (met name aan de noordwest- tot noordoostkant) van de suppletie is een relatief sterke sedimentatie te zien. Over het algemeen ligt deze rond 0.5 m. Echter, minder dan 1% van de punten binnen het gemeten gebied ervaart een sedimentatie van meer dan 0.5 m. De morfologische “hotspots” liggen dus met name op de hoger gelegen delen van de suppletie, en aan de noordrand; op de overige delen van de suppletie heeft minder verandering plaatsgevonden (lokaal maximaal 0.1-0.2 m erosie of sedimentatie).

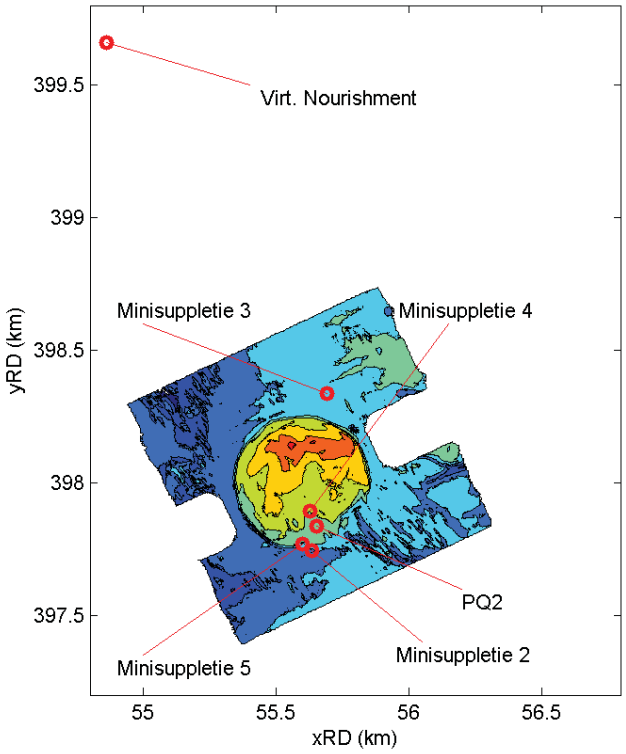


Figuur 3.17 Cumulatieve sedimentatie en erosie opgetreden tussen oktober 2008 (net na aanleg suppletie) en september 2012.

Als de figuur nog wat beter bestudeerd wordt, valt op dat er ook in de zuidelijke helft enige morfologische activiteit plaatsvindt (rode en blauwe vlekken). Dit kan verklaard worden wanneer gekeken wordt naar de initiële bodemligging (Figuur 3.14). De suppletie is met redelijk veel reliëf aangelegd, en Figuur 3.17 laat zien dat de suppletie zich als het ware uitsmeert. Sediment van de hoger gelegen delen wordt naar de lager gelegen delen getransporteerd.

Het lijkt waarschijnlijk dat het sediment dat van de hoger gelegen delen aan de noordkant van de suppletie erodeert met name aan de noordoostelijke tot noordwestelijke kant van de suppletie terecht komt (zie Figuur 3.17). Dit duidt op een netto sedimenttransport met een dominante noordelijke richting. Echter, enig voorbehoud dient gemaakt te worden in de vertaling van morfologische veranderingen naar nette sedimenttransporten. Het is namelijk onduidelijk of het sedimenttransport lokaal wordt bepaald en plaatsvindt. Met name bij suspensietransport is het bijvoorbeeld mogelijk dat het sediment vanuit andere delen van de plaat, aan de noordrand van de suppletie terechtkomt. Een manier om het suspensietransport meer direct te bepalen is door middel van het uitvoeren van nauwkeurige metingen van de stroomsnelheid en sedimentconcentratie in de waterkolom op een aantal locaties. Het bodemtransport is in het veld lastig te metingen. De metingen kunnen vervolgens gecombineerd worden met modelsimulaties. In paragraaf 3.3 zullen we nader ingaan op de drijvende processen achter de morfologische ontwikkeling.

In de afgelopen jaren zijn op verschillende locaties op en nabij de suppletie minisuppleties aangebracht met als doel het beter begrijpen en voorspellen van de grote suppletie. De locatie van de minisuppleties is weergeven in Figuur 3.18, en een overzicht van de aanleg- en meetdata is gegeven in Tabel 3.2. De tabel geeft ook weer wat de netto vervormingsrichting was op de dag van de meting ten opzichte van het moment van aanleg.

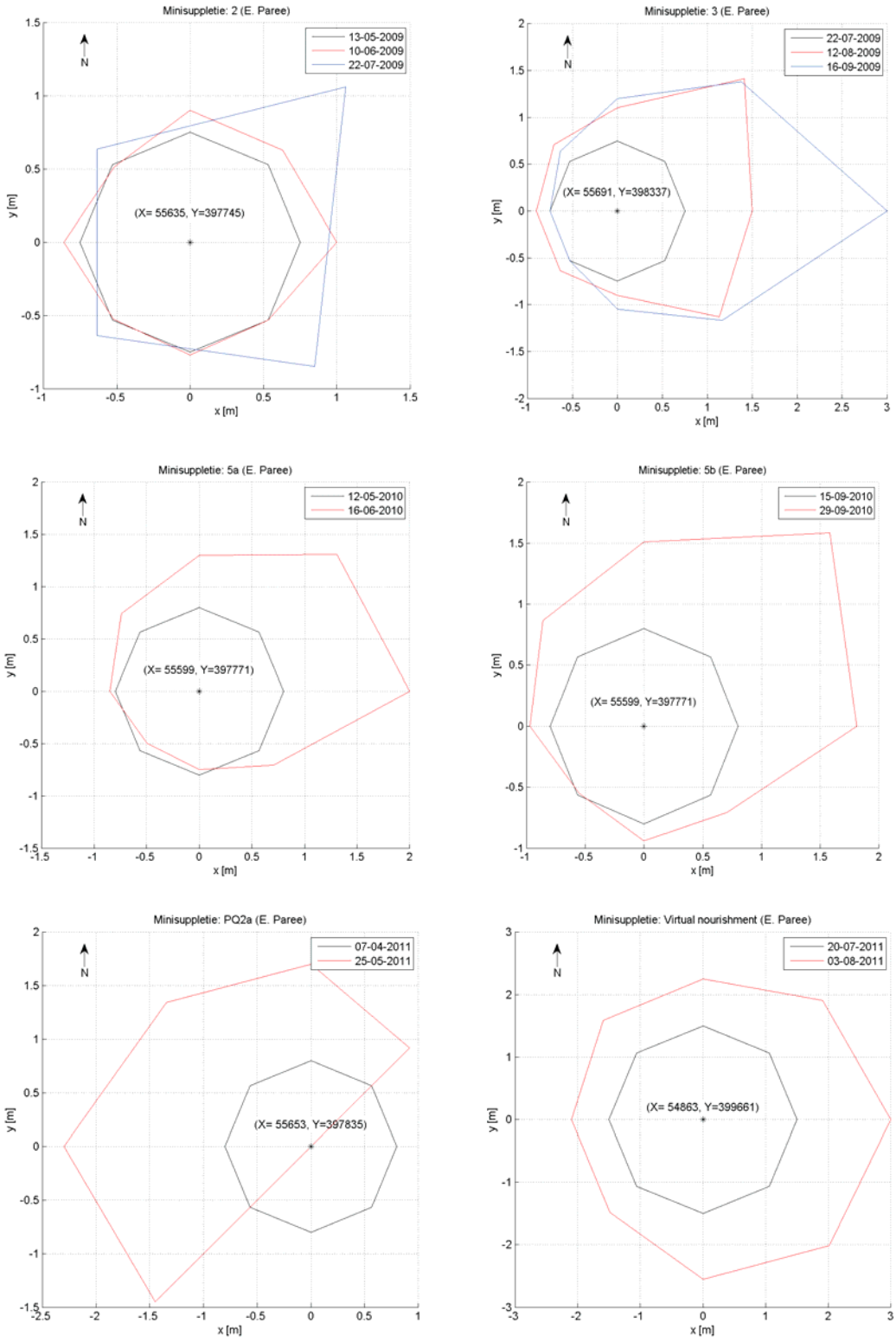


Figuur 3.18 Overzicht locaties minisuppleties.

Tabel 3.2 Overzicht van minisuppleties en netto vervormingsrichting (Paree, 2010). Met uitzondering van de 'virtual nourishment' liggen alle minisuppleties op de Galgeplaat suppletie, zie ook Figuur 2.3.

ID minisuppletie	Datum aanleg	Data meting(en)	Vervormingsrichting
2	13 mei 2009	10 juni 2009, 22 juli 2009	Oosten, noordoosten
3	22 juli 2009	12 augustus 2009, 16 september 2009	Noordoosten, oosten
4	17 februari 2010	17 maart 2010	Oostnoordoosten
5a	12 mei 2010	16 juni 2010	Oosten
5b	15 september 2010	29 september 2010	Noordoosten
PQ2a	7 april 2011	25 mei 2011	Westnoordwesten
PQ2b	25 mei 2011	27 mei 2011	Oostnoordoosten
Virtual nourishment	20 juli 2011	3 augustus 2011	Oosten

In Figuur 3.19 zijn enkele maten voor de vervorming weergegeven, zoals beschreven in Paree (2010). Hierbij wordt de vervorming bepaald door de afstand tussen het midden van de originele minisuppletie en de rand van de suppletie in acht richtingen (noord, noordoost, oost etc.). De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in de figuur en geven een beeld van vervorming.



Figuur 3.19 Morfologische ontwikkeling van de minisuppleties aangebracht op en nabij de suppletie.

Op basis van de figuur en de tabel lijken de minisuppleties zich met name in oostelijk tot noordoostelijke richting te bewegen. Een uitzondering hierop vormt de suppletie 'PQ2a' welke was aangelegd in april 2011 en gemeten in mei 2011. Bij deze suppletie was de vervormingsrichting westnoordwestelijk. Dit kan te maken hebben met de locatie van de minisuppletie, maar aangezien de suppletie later nog een keer op dezelfde locatie is aangebracht en vervolgens in oostnoordoostelijke richting bewoog (zie tabel, suppletie 'PQ2b'), is dit waarschijnlijk het gevolg van de hydrodynamische condities die tijdens de periode van 'PQ2a' optraden. Daarnaast moet in overweging worden genomen dat het bij alle suppleties slechts een meetmoment betreft, en dat het aantal minisuppleties in verhouding tot de schaal van de grote suppleties relatief beperkt is.

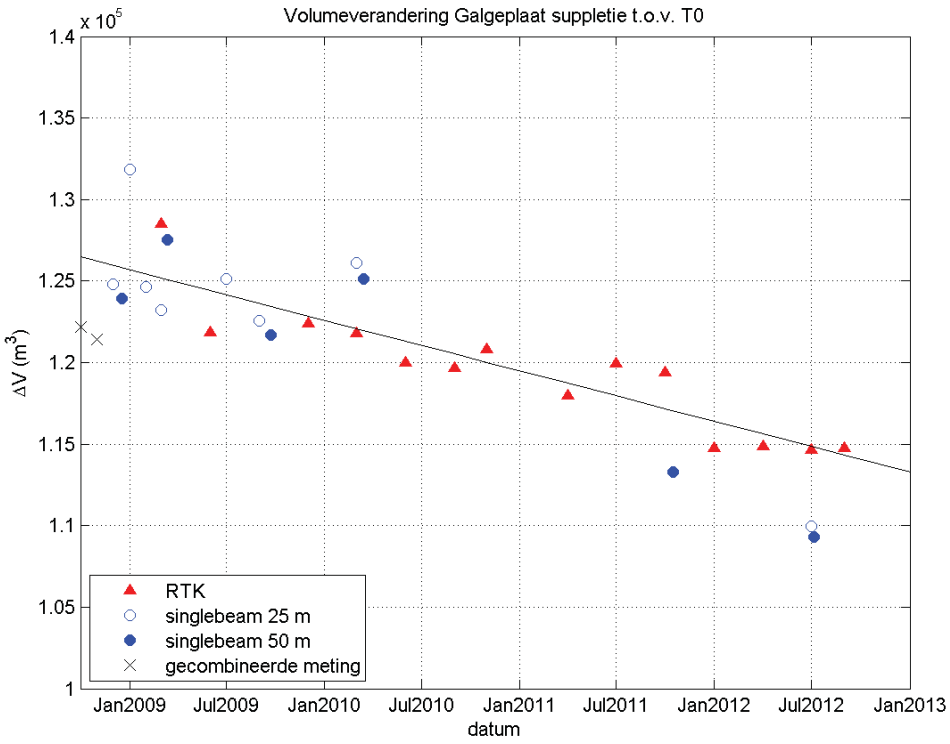
Een eerste analyse laat zien dat de dominante vervormingsrichting van de minisuppleties correleert met de dominante windrichting, en dan met name die met de grootste windsnelheden. De belangrijke rol die de wind speelt wordt verder onderstreept door het verschil in het morfologische gedrag van minisuppletie 2 en 3. Beide zijn ca. 2 maanden gemonitord, maar de morfologische verandering van minisuppletie 3 is een stuk groter, wat gerelateerd is aan de sterkere windcondities gedurende deze periode.

Wanneer het gedrag van de minisuppleties wordt vergeleken met het gedrag van de grote suppletie, kan worden geconcludeerd dat deze zich in min of meer dezelfde richting voortbewegen. De suppletie zelf lijkt zich iets meer in noordelijke richting te bewegen, zie Figuur 3.17. Over het algemeen lijkt de methode van minisuppleties een geschikte manier om inzicht te krijgen in het gedrag van de grote suppletie op een kwalitatieve wijze. Voor de minisuppleties geldt wel, net als voor de proefsuppletie, dat het niet mogelijk is om de morfologische veranderingen 1 op 1 te vertalen naar netto sedimenttransporten, omdat het niet zeker is of het zand lokaal wordt getransporteerd. Wel lijken de minisuppletie een goede indicator van de richting van het lokale, netto sedimenttransport.

Het verdient aanbeveling om op vaste locaties en op vaste tijdstippen minisuppleties te monitoren, zodat het morfologische gedrag van de suppletie en het omringende gebied goed in de tijd en ruimte kan worden gevolgd. De meeste minisuppletie zijn aangelegd en gemeten in het voorjaar dan wel in de zomer, terwijl de grootste morfologische veranderingen in het najaar en de winter worden verwacht. Daarom lijkt het verstandig om ook in deze periodes minisuppleties aan te leggen. Verder zou het interessant zijn om te weten hoe het gedrag van een minisuppletie om het hogere deel en het lagere deel van de suppletie zich tot elkaar verhouden.

3.2.4 Sedimentvolumes binnen initiële contour

Om het gedrag van de suppletie te kunnen kwantificeren is het sedimentvolume binnen de initiële suppletiecirkel berekend voor alle gebiedsdekkende (RTK en singlebeam) metingen. Dit getal geeft een indicatie van de hoeveelheid van het oorspronkelijke sediment dat nog steeds binnen de suppletiecirkel ligt. Dit is uiteraard niet volledig correct, aangezien sediment van andere locaties op de Galgeplaat naar de suppletie toe getransporteerd kunnen worden. In Figuur 3.20 is het suppletievolume weergegeven in de tijd, aan de hand van de verschillende metingen. De RTK metingen worden als meest betrouwbaar beschouwd (zie ook eerdere voortgangsrapportages), en daarom is de trendlijn aan de hand van deze metingen bepaald.



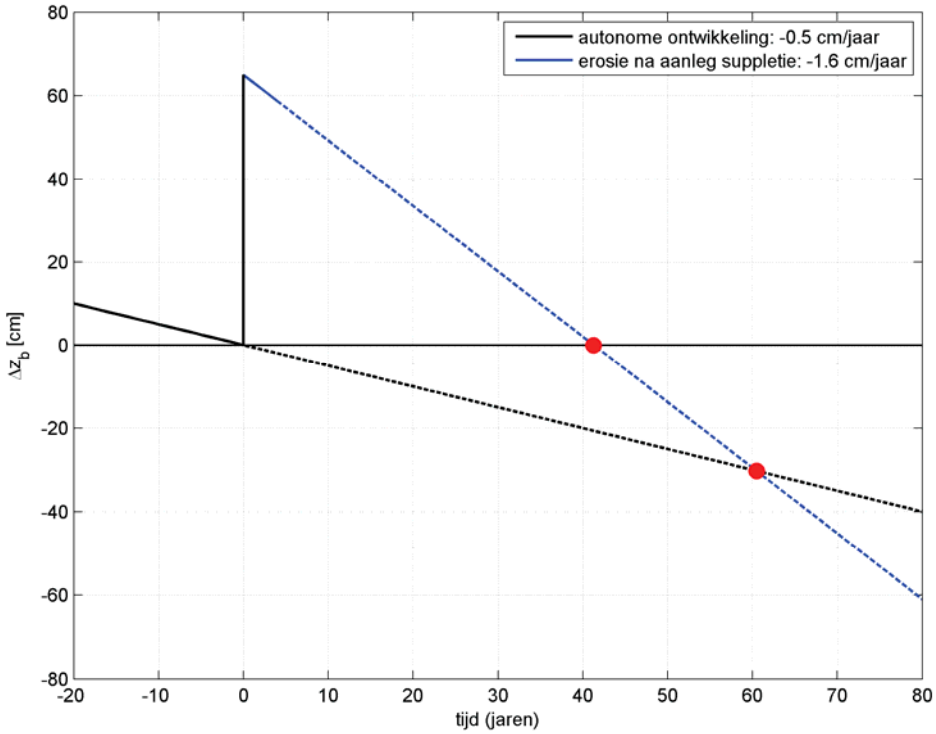
Figuur 3.20 Sedimentvolume binnen de initiële suppletiecirkel als functie van tijd. De lijn is een lineaire trend door de RTK data.

Uit de figuur blijkt dat, na de initieel relatief grote afname, sprake van een duidelijke lineaire dalende trend. Sinds de laatste voortgangsrapportage is het suppletievolume binnen de initiële suppletiecirkel afgenomen met ongeveer 5000 m^3. Dit wordt echter vrijwel volledig veroorzaakt door de afname die heeft plaatsgevonden in het laatste kwartaal van 2011. In de vier meest recente (RTK) metingen is het suppletievolume vrijwel stabiel.

Sinds de aanleg van de suppletie lijkt het suppletievolume te zijn afgenomen met ongeveer 13000 m^3. Dit is een afname van ongeveer 10% ten opzichte van het originele suppletievolume. Als we de lineaire trend met eenzelfde helling zouden extrapoleren bedraagt de levensverwachting van de proefsuppletie ongeveer 30 tot 40 jaar. De gemiddelde volumeafname bedraagt ongeveer 3000 tot 4000 m^3 per jaar, en met een initiële oppervlakte van ongeveer 20 hectare bedraagt de afname in bodemligging gemiddeld 1.5 tot 2 cm per jaar. Uit de ANT-studie kwam naar voren dat met name het noordelijke en oostelijke deel van de Galgeplaat sterk eroderen, en dat het zuidelijk deel (waar de proefsuppletie ligt) een erosie van 0-0.5 cm per jaar ervaart (Santinelli & De Ronde, 2012). De proefsuppletie erodeert dus gemiddeld sneller dan zijn omgeving. Dit kan verklaard worden door de relatief hogere ligging en grotere bodemhellingen op de suppletie wat leidt tot meer sedimenttransport.

De bodemontwikkeling van de suppletie wordt conceptueel weergeven in Figuur 3.21. Bij extrapolatie van de lineaire trends volgt dat de levensduur van de suppletie ca. 40 jaar is. Dat wil zeggen dat dan de gemiddelde bodemligging ter plekke van de suppletie weer net zo hoog is als net voor de aanleg. Als we de levensduur definiëren aan de hand van de autonome erosietrend, komen we tot een levensduur van ca. 60 jaar. Na deze periode is dan,

uitgaande van een extrapolatie van de lineaire trends, de bodem op dezelfde hoogte als deze was geweest zonder dat er een suppletie was aangelegd.

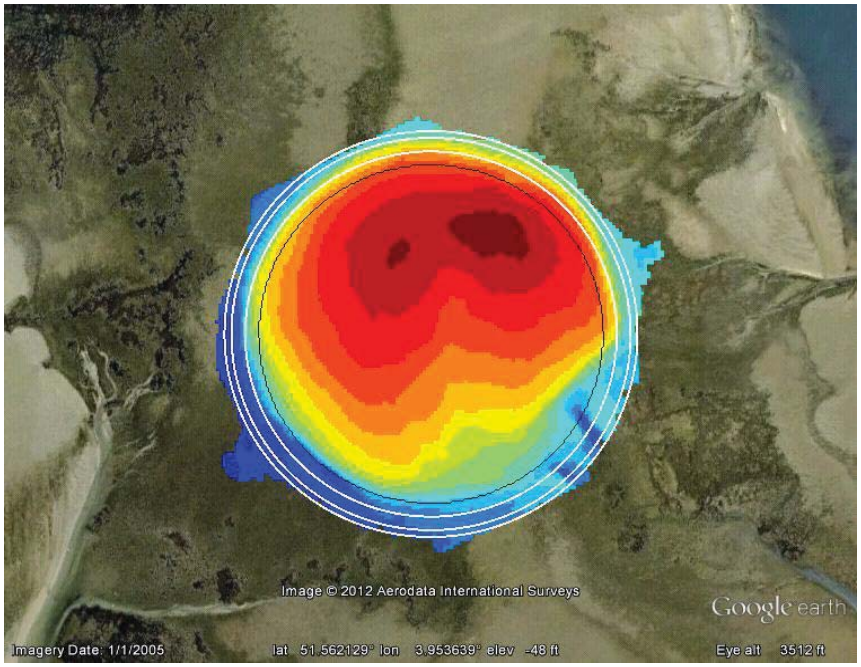


Figuur 3.21 Conceptueel figuur van de bodemontwikkeling van de suppletie in de tijd. Voor de aanleg van de suppletie ondervindt de bodem erosie met een snelheid van ca. 0.5 cm/jaar, op t = 0 wordt de suppletie aangelegd wat correspondeert met een toename van de bodemligging van gemiddeld 65 cm, hierna erodeert de bodem met gemiddeld ca. 1.6 cm/jaar. De rode rondjes geven een schatting van de levensduur van de suppletie op basis van een extrapolatie van de lineaire trends.

3.2.5 Sedimentvolumes buiten initiële contour

Om te bepalen of de afname van het sediment ter plekke van de suppletie heeft geleid tot een toename van sediment buiten de contour, hebben we volumeverandering in schillen van 20, 40 en 50 m rond de initiële suppletiecirkel bepaald, zie Figuur 3.22. Uit de figuur blijkt dat de +50 m schil nog net rond het laatste meetgebied (september 2012) past, maar dat enkele punten buiten het meetgebied vallen. In Tabel 3.3 zijn de resultaten weergegeven.

De volumeafname binnen de cirkel blijkt voornamelijk ten goede te komen aan het gebied net buiten de suppletie, i.e. het sediment lijkt dus vooral binnen een afstand van 40 m van de suppletie te blijven. Wanneer de volumes worden opgeteld, blijkt er een verschil van 3000 m^3 te zijn. Dit zand is mogelijk elders op de plaat (verder dan 50 m) terechtgekomen, of is wellicht in de geul terechtgekomen. Mogelijk speelt de algehele bodemdaling van de Galgeplaat nog een rol aangezien de volumes zijn berekend ten opzichte van een vast referentieniveau (NAP). Ook dient vermeldt te worden dat de nauwkeurigheid van deze berekeningen ongeveer 1000 m^3 is, wat in dezelfde orde van grootte ligt als de 3000 m^3.



Figuur 3.22 Bodemligging in september 2012 met de cirkels gebruikt voor de analyse van volumeveranderingen rond de suppletiecirkel (zwart). Naast de originele suppletiecirkel zijn drie cirkels (wit) gedefinieerd met een straal die 20, 40 en 50 m groter is.

Tabel 3.3 Volumeverandering sinds de aanleg van de proefsuppletie binnen de suppletiecirkel en de drie schillen.

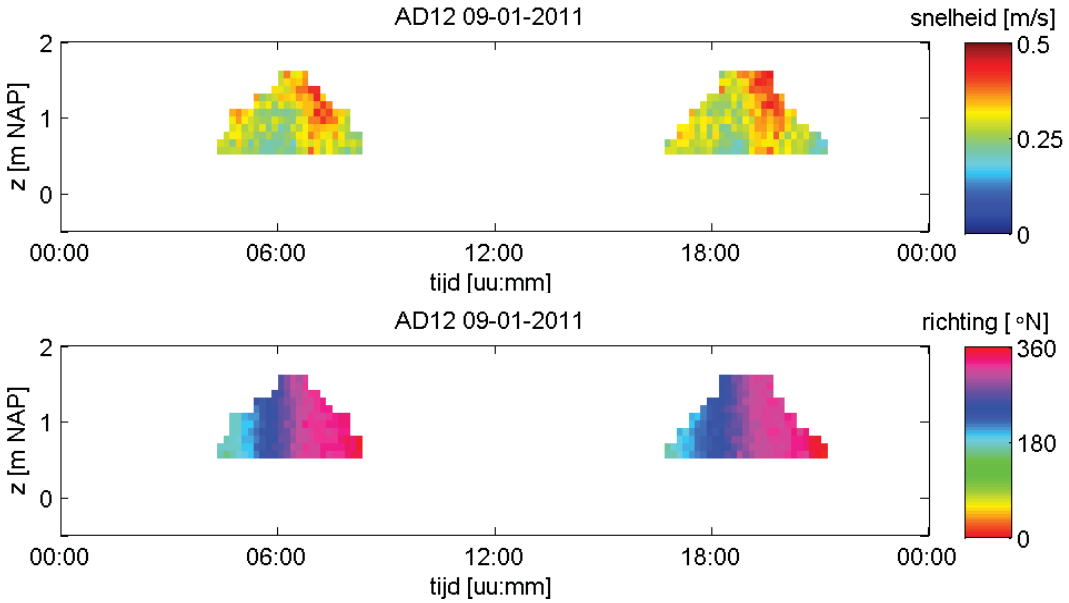
Gebied	Volumeverandering tussen oktober 2008 en september 2012 (10^3 m^3)
Binnen suppletiecontour	-14
Schil 0-20 m buiten suppletiecontour	+5
Schil 20-40 m buiten suppletiecontour	+5
Schil 40-50 m buiten suppletiecontour	+1

3.3 Drijvende processen achter morfologische ontwikkeling

De morfologische veranderingen die zijn geobserveerd bij de proefsuppletie zijn het gevolg van de gecombineerde invloed van getij, wind en (lokaal door de wind opgewekte) golven. Zowel het getij, de wind als de golven zijn in staat stromingen op te wekken en (in potentie) sediment te transporten. Daarnaast kunnen golven voor extra opwoeling van sediment zorgen, wat zorgt voor een vergroting van het sedimenttransport. Sediment kan ook direct door de wind worden getransporteerd (eolisch transport). Het belang van eolisch transport hangt met name af van korrelgrootte, windconditie en hoe droog de Galgeplaat is. Het is niet de verwachting dat eolisch transport verantwoordelijk is voor significante erosie, aangezien het niet vaak voorkomt dat aan alle voorwaarden voor eolisch transport wordt voldaan. Eolisch transport is wel geobserveerd op de hoge zandige gedeeltes tijdens stormachtige condities (zie Visuele Inspectie van RWS Zeeland d.d. 18 november 2009), maar naar verwachting is de bijdrage aan de algehele morfologische ontwikkeling beperkt.

Op basis van de gemeten snelheden kan worden geconcludeerd dat de stroomsnelheid op de proefsuppletie onder normale condities maximaal ongeveer 0.5 m/s bedraagt (Van der Werf et al., 2012). In Figuur 3.23 is een deel van de snelheidsdata weergegeven tijdens min of meer gemiddelde getijcondities. De horizontale as stelt de tijd voor, en de verticale as de

waterstand. De kleuren in het bovenste paneel geven de grootte van de snelheid aan. Het onderste paneel toont de stromingsrichting, waarbij 0° correspondeert met een stroming naar het noorden, 90° met een stroming naar het oosten, 180° met een stroming naar het zuiden en 270° met een stroming naar het westen. De figuur laat een dag aan data zien waarin het getij twee maal opkomt. De figuur is representatief voor de overige snelheidsdata op dezelfde locatie (namelijk op de proefsuppletie).



Figuur 3.23 Grootte (boven) en richting (onder) van de stroomsnelheid gemeten op de proefsuppletie gedurende een dag.

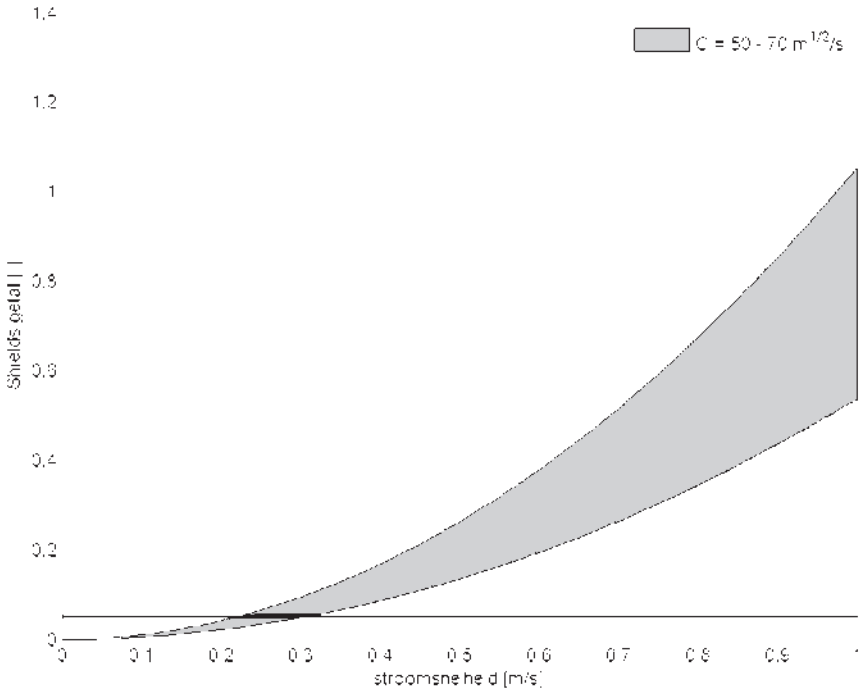
Figuur 3.23 toont dat de stroming tijdens vloed eerst naar het zuiden is gericht en later richting het westen. Tijdens eb draait de stroomrichting van het westen naar het noorden. Het valt op dat de stroomsnelheid tijdens eb aanmerkelijk groter is dan tijdens vloed. De stroming tijdens eb is dus dominant, en dit zou mede kunnen verklaren waarom het zand van de suppletie waarschijnlijk naar het noorden toe beweegt.

De Shieldswaarde is een maat voor de mobiliteit van het sediment:

$$\theta = \frac{U^2}{\Delta D_{50} C^2} \qquad (3.1)$$

waarin U de dieptegemiddelde stroomsnelheid is, Δ is de relatieve sedimentdichtheid (~ 1.65), D_{50} is de mediane korreldiameter en C is de Chézy ruwheidscoëfficiënt. Deze formule houdt geen rekening met de invloed van golven op de sedimentmobiliteit. Figuur 3.24 toont het Shields getal als functie van de stroomsnelheid voor een range van realistische bodemruwheidwaarden (50 tot 70 $m^{1/2}/s$) en een korreldiameter van 0.22 mm, welke representatief voor het sediment op de suppletielocatie. De zwarte lijn in de figuur geeft het begin van beweging aan; sediment begint pas te bewegen bij een Shieldsgetal groter dan ca. 0.05. Voor de proefsuppletie betekent dit dat de stroomsnelheid groter dan ~0.25 m/s dient te zijn. Uit de metingen (zie bijvoorbeeld Figuur 3.23) blijkt dat de snelheden grotendeels onder deze waarde liggen, en er dus waarschijnlijk nauwelijks tot geen transport optreedt als gevolg

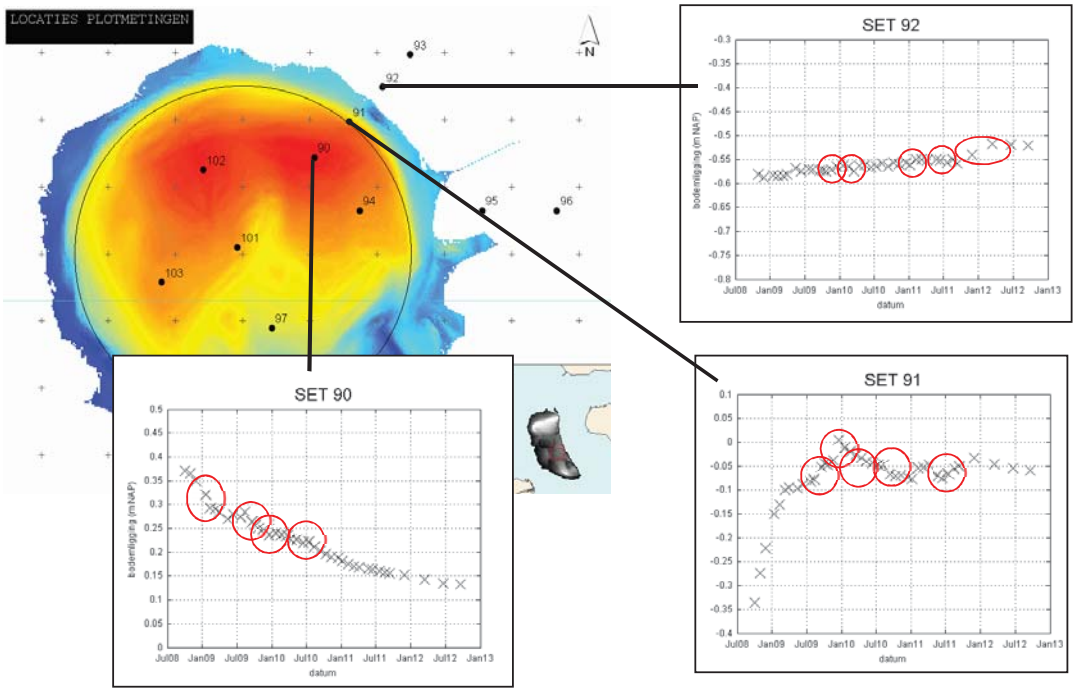
van stroming onder gemiddelde getij- en windcondities. Een uitzondering hierop is de korte periode gedurende eb waarbij snelheden optreden van 0.4-0.5 m/s.



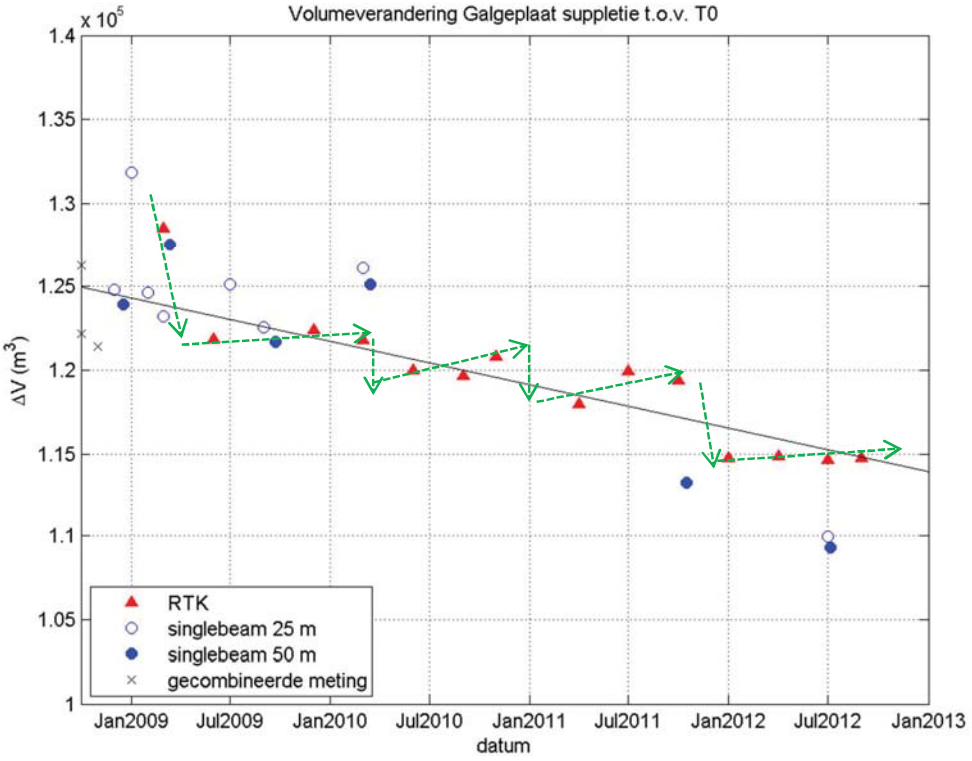
Figuur 3.24 Shields getal als functie van de stroomsnelheid voor een karakteristieke korreldiameter voor de proefsuppletie en een range aan Chézy waarden (50 tot 70 $m^{1/2}/s$).

De relatief simpele, eerste analyse leert ons dat normale condities alleen waarschijnlijk niet verantwoordelijk zijn voor de morfologische ontwikkeling van de suppletie. Tijdens stormen zorgt de harde wind voor meer windgedreven stroming en golven. Het is dan ook de verwachting dat de hogere stroomsnelheden in combinatie met de opwoeling van het sediment door de (grotere) golven meer sedimenttransport oplevert. In paragraaf 3.1.2 is hier al enigszins op ingegaan, en werd genoemd dat de dominante windrichting relatief vaak zuid tot westelijk was. De invloed van stormen kan ertoe hebben bijgedragen dat het sediment in noordelijke richting is verplaatst.

De SET-metingen (Figuur 3.25) tonen inderdaad sprongetjes in de bodemontwikkeling die gekoppeld kunnen worden aan een stormgebeurtenis. Enkele voorbeelden hiervan zijn weergegeven met de rode rondjes. Stormgebeurtenissen kunnen tevens tot op zeker hoogte worden teruggezien in het verloop van het suppletievolume, zie Figuur 3.26. Deze figuur geeft het suppletievolume in de tijd weer; de groene pijlen duiden een mogelijk seizoenseffect aan, waarbij sedimentatie optreedt in de zomer (kalme periode) en erosie tijdens de winterperiode (meer stormen). Het lijkt er dus op dat de morfologische ontwikkeling het netto resultaat is van relatief veel voorkomende “normale” condities met lage sedimenttransporten en relatief zeldzame stormcondities (enkele keren per jaar) met hoge sedimenttransporten.



Figuur 3.25 SET metingen voor drie locaties op de proefsuppletie. De rode cirkels laten sprongetjes in de bodemligging zien, welke gekoppeld kunnen worden aan een stormgebeurtenis.

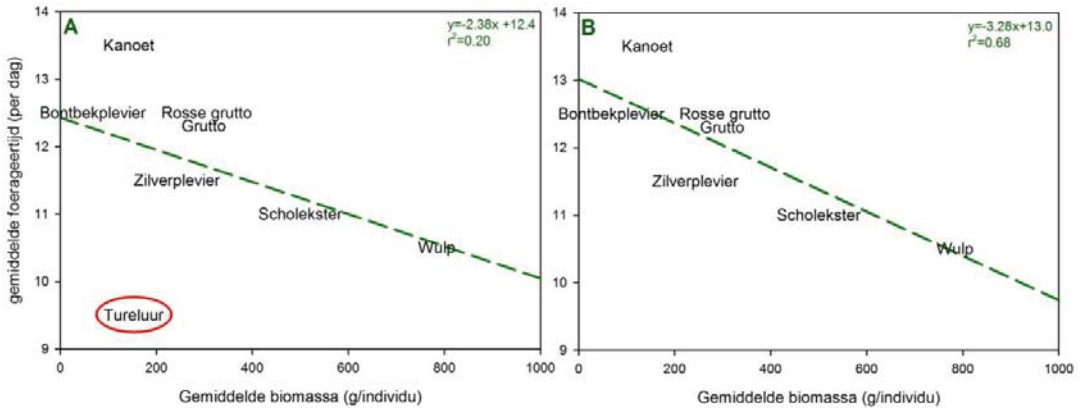


Figuur 3.26 Verandering in suppletievolume in de tijd. De groene pijlen geven een (mogelijk) seizoenseffect weer.

4 Ecologische ontwikkeling

4.1 Inleiding

Voor vogels die van bodemdieren leven, zijn twee omgevingsfactoren van groot belang: er moet voldoende voedsel aanwezig zijn in een gebied en dit voedsel moet beschikbaar zijn. Met voldoende voedsel wordt voldoende biomassa van bodemdieren bedoeld. Beschikbaarheid houdt in dat vogels het voedsel moeten kunnen bereiken. Duikende vogels kunnen voedsel opduiken van de bodem, maar voor de meeste kustvogels is het voedsel enkel beschikbaar in het intergetijdengebied als de platen en slikken bij laagwater droogvallen. De hoogste biomassa bodemdieren in het intergetijdengebied is aanwezig bij een dagelijkse droogvalduur tussen de 20 en 40% (Troost & Ysebaert, 2011), wat overeenkomt met 5 tot 10 uur per dag. Echter, voornamelijk kleinere vogelsoorten hebben meer tijd nodig om te foerageren. Zij foerageren tot bijna 14 uur per dag (Figuur 4.1). Daardoor is ook het gebied met een droogvalduur van 40-60% van belang voor deze vogelsoorten, aangezien het lager gelegen deel simpelweg te kort beschikbaar is per dag (Zwarts et al., 2012).



Figuur 4.1 Relatie tussen vogelgewicht en gemiddelde foerageertijd op het intergetijdengebied (uit Schellekens et al., 2012).

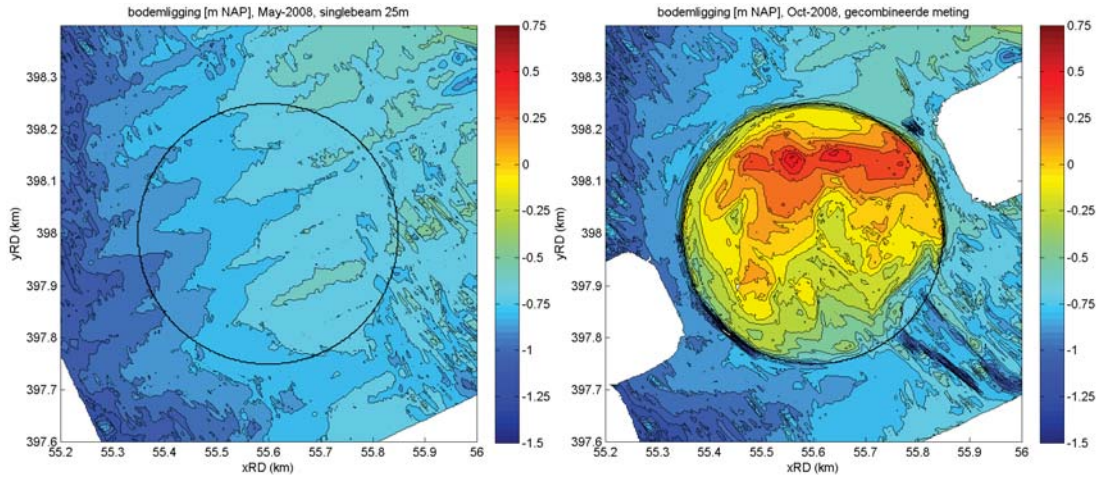
Een van de doelen van de suppletie op de Galgeplaat was het handhaven van de natuurwaarden in het gebied. Het is van belang om te definiëren wat hiermee bedoeld wordt. “Natuurwaarden” is een erg breed begrip en de interpretatie ervan hangt af vanuit welk perspectief het benaderd wordt. Een recreant kan een ander beeld hebben van natuurwaarden dan een ecoloog. In deze pilot benaderen we natuurwaarden vanuit het Natura 2000 perspectief, waarbij de Natura 2000 doelstellingen leidend zijn. Het handhaven van de natuurwaarden wordt in deze zodoende gedefinieerd als: het ombuigen van de negatieve trend in foerageerfunctie van het intergetijdengebied. Hierbij staat de foerageerfunctie voor alle Natura 2000 vogels die foerageren in het intergetijdengebied in de Oosterschelde centraal. Dit doel wordt bereikt door een verbetering van de beschikbaarheid van het aanwezige benthos door toename van de droogvalduur in het gebied.

Suppleties leiden in eerste instantie tot een toename van de droogvalduur, maar daarnaast ook tot een afname van de beschikbare bodemdieren doordat de laag zand (> 0.5 m) die neergelegd wordt, het bodemleven verstikt (Baptist et al., 2009). Lokaal zal zodoende in eerste instantie een verarming van de aanwezige bodemdierbiomassa plaatsvinden. Echter, bodemdieren kunnen wel een geleidelijke ophoging van de bodem aan (Baptist et al., 2009). De verwachting bij aanleg van de proefsuppletie was zodoende dat in de nabijheid van de suppletie de Galgeplaat gevoed zou worden door zand vanaf de proefsuppletie, waarbij de aanwezige bodemdierbiomassa behouden zou blijven.

Dit leidt tot de volgende hypotheses die we aan de hand van monitoringsdata zullen toetsen:

1. De aanleg van de suppletie leidt op de plek van de suppletie tot een tijdelijke toename van de droogvalduur, maar tegelijkertijd tot een tijdelijke achteruitgang van het voedselaanbod waardoor er tijdelijk minder vogels zullen foerageren.
2. Doordat de hersteltijd van het voedselaanbod kort is in vergelijking met de levensduur van de suppletie, zal op den duur een vergelijkbare foerageerfunctie ontstaan als op andere locaties op de Galgeplaat met een vergelijkbare bodemligging en bodemdynamiek.
3. De suppletie zal een deel van de omliggende plaat op natuurlijke wijze voeden, waardoor daar zonder verlies van het aanwezige voedsel de droogvalduur gelijk zal blijven of toenemen.

De proefsuppletie was ontworpen als een ronde platte pannenkoek waarbij de hoogte in de gehele cirkel gelijk zou zijn. Echter, de proefsuppletie aan de zuidkant is een stuk lager aangelegd ten opzichte van de noordkant. Hierdoor is het ontstane habitat een stuk heterogener dan oorspronkelijk gepland (zie Figuur 4.2) en daarom zal in dit hoofdstuk ook de ruimtelijke ontwikkeling van het benthos bestudeerd worden.

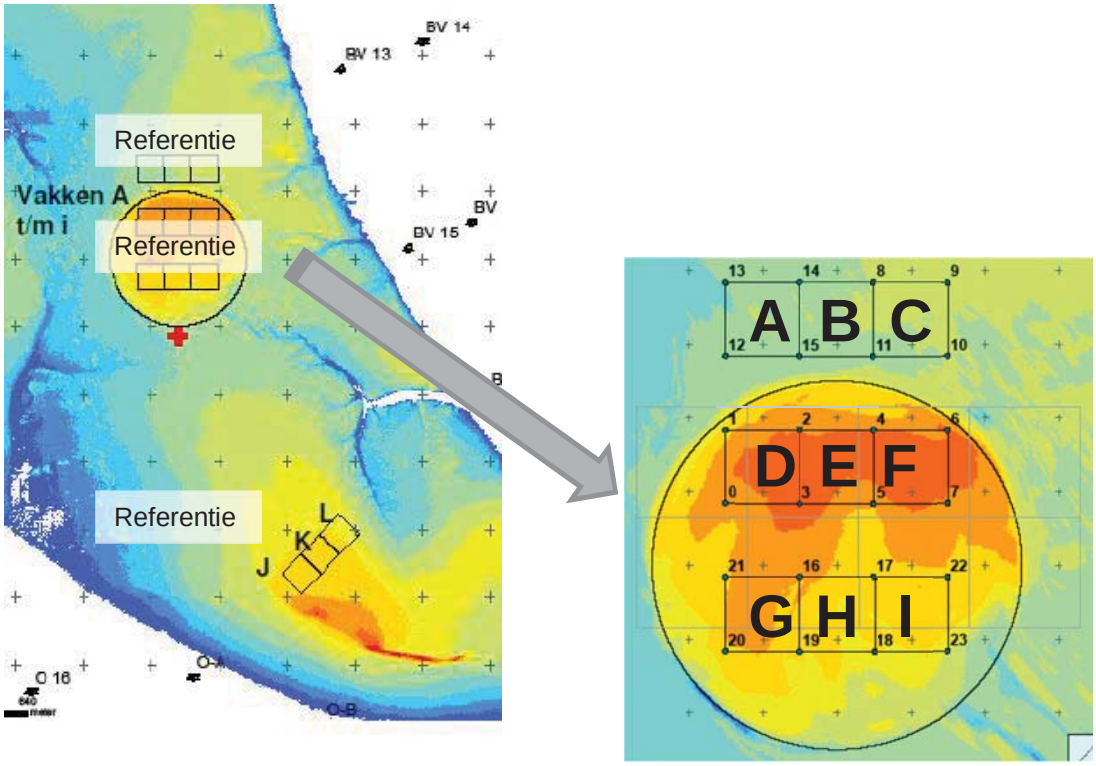


Figuur 4.2 Bodemligging van de Galgeplaat voor (links) en net na (rechts) de aanleg van de suppletie op basis van gebiedsdekkende singlebeam en/of RTK metingen. Na de suppletie is een duidelijk verschil te zien in de bodemligging op het noordelijke gedeelte van de suppletie ten opzichte van het zuidelijke gedeelte.

4.2 Ecologische ontwikkeling

4.2.1 Foerageerminuten vogels

Op alle tellocaties (zie Figuur 4.3) zijn de meest voorkomende vogelsoorten de Wulp en de Scholekster (Figuur 4.4). Door de jaren heen zijn er ook enkele eenden, ganzen en enkele steltlopers geteld, maar het aantal foerageerminuten van soorten anders dan Wulpen en Scholeksters bedraagt per gebied (referentie of suppletie) niet meer dan 7%.

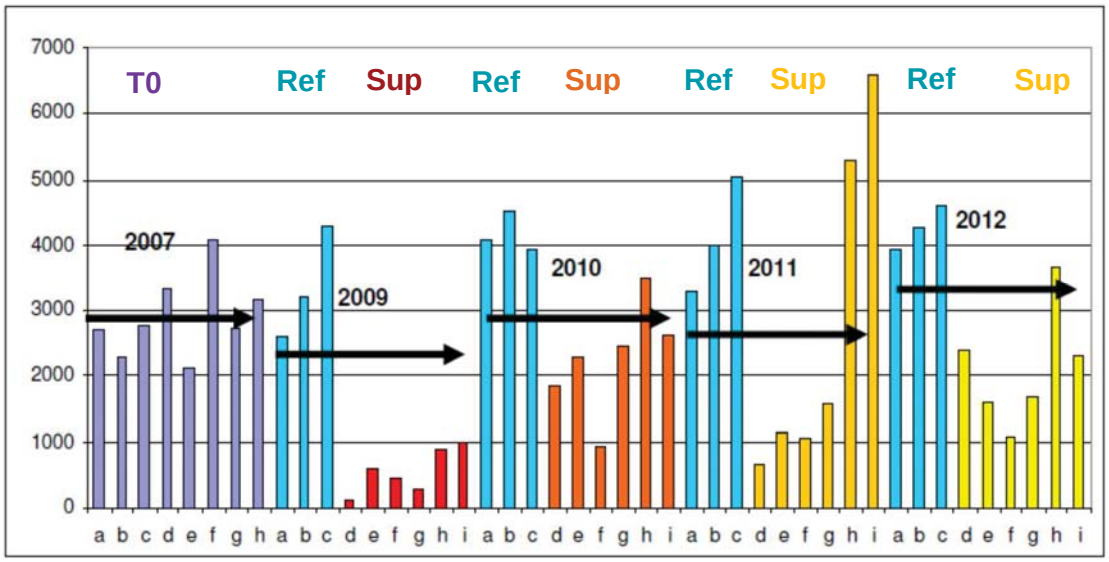


Figuur 4.3 Overzicht vogeltelvakken A t/m I en de nieuwe referentievakken J, K en L (uit Geene & Goedbloed, 2011). In het rechter plaatje zijn in lichtgrijs de vogeltelvakken (A t/m H) uit 2007(T0) te zien.

Figuur 4.4 Foto van de Scholekster (links) en de Wulp (rechts).

De T0 is genomen op de suppletielocatie voorafgaand aan de suppletie. Deze T0 geldt voor zowel de suppletielocatie zelf (vakken D t/m I) als voor referentiegebied A t/m C. De tellingen in de vakken J t/m L zijn vanaf 2011 uitgevoerd en gelden als extra referentiegebied. Op deze locatie is geen meting gedaan voorafgaand aan de suppletie.

Direct na de suppletie is het aantal foerageerminuten op de suppletielocatie (vakken D t/m I) minder dan 20% van de T0 situatie en ook lager dan het aantal foerageerminuten in het referentiegebied (Figuur 4.5). Vier jaar na de suppletie zijn er op de proefsuppletie nog altijd minder foeragerende vogels ten opzichte van beide referentiegebieden.



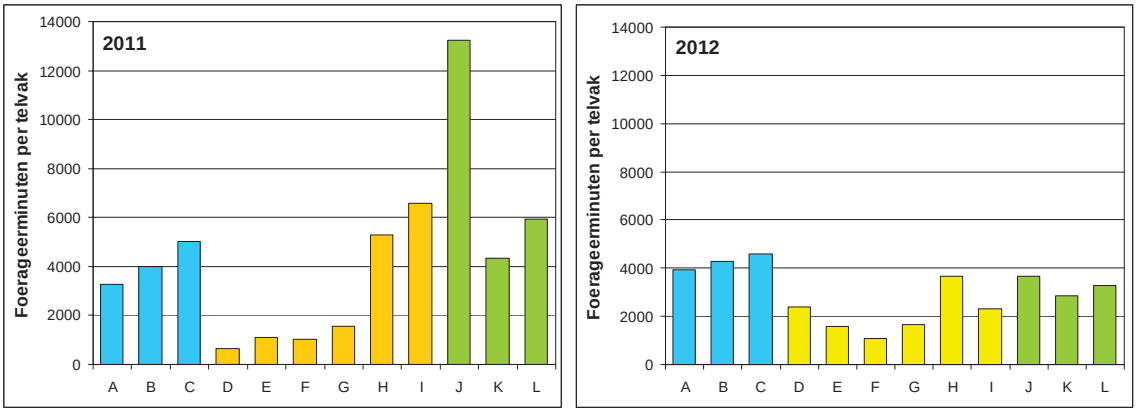
Figuur 4.5 Vergelijking van het aantal foerageerminuten per ha. In 2007 vond de nulmeting plaats. De telvakken A-H lagen in 2007 in vergelijkbaar habitat (paarse balken). In de periode na de suppletie (2009-2012) was alleen het habitat in de telvakken A, B en C vergelijkbaar met de situatie in 2007 (zie blauwe balken). In de vakken D-I (rood, oranje, gele staven) heeft de suppletie plaatsgevonden. (Geene & Van Dam, 2012).

De lichte toename in aantallen foerageerminuten door de tijd in de vakken A t/m C is een gevolg van een toename in Wulpen (Geene & Goedbloed, 2011). Ondanks dat verwacht werd dat als gevolg van de suppletie de omliggende plaat opgehoogd zou worden met een toename in vogels als gevolg, lijkt het erop dat de toename die hier gevonden is, niet direct het gevolg is voeding van het gebied door de suppletie. Immers, de bodem is hier niet significant opgehoogd (zie ook Hoofdstuk 3). Een mogelijke verklaring voor de lichte toename in het aantal foerageerminuten van de vogels in de vakken A t/m C is de verandering van het habitat in de tijd. De oesterbanken zijn groter geworden door de jaren heen en rond oesterbanken zijn veel meer stagnante poeltjes en daardoor meer garnalen en steurgarnalen, wat een aantrekkelijke voedselbron is voor Wulpen (Geene & Goedbloed, 2011). Er zijn echter geen benthos bemonsteringen op deze locatie uitgevoerd, waardoor het niet mogelijk is om de foerageerminuten aan het voedselaanbod te koppelen.

Verder is het aantal Wulpen in de Oosterschelde toegenomen (Ysebaert et al, 2011), waardoor het mogelijk is dat in de op de Galgeplaat waargenomen toename een weerspiegeling is van de algemene toename in het gebied, zonder dat dit relateert aan een verandering van het habitat. Een andere hypothese is dat de suppletie fungeert als een

verzamelplaats. Doordat de suppletie eerder droogvalt, kan het zijn dat vogels daar wachten tot omliggende gebieden met hoge voedseldichtheden in de nabijheid droogvallen om bij droogval naar de foerageergebieden vliegen. De suppletie kan mogelijk op deze manier een aantrekkende werking hebben op vogels die vervolgens in de omgeving (A t/m C) foerageren. Om deze hypothese te testen zouden de tellingen door de tijd verder uitgesplitst moeten worden, beginnend bij het droogvallen van de hoogste gedeeltes van de suppletie tot aan het droogvallen van de laagste gedeeltes. Nu zijn alle tellingen in een telvak met elkaar gemiddeld, waardoor deze hypothese niet te testen is.

Doordat er door aanleg van de suppletie een ander habitat is gecreëerd ten opzichte van de T0 situatie, is in 2011 besloten om een extra referentiegebied in te stellen. Deze telvakken J t/m L hebben een vergelijkbare bodemhoogte en dynamiek als de telvakken op de proefsuppletie en op beide locaties komen geen oesterbanken voor. In deze telvakken is een hoge piek in foerageerminuten in 2011 (Figuur 4.6). Deze piek wordt veroorzaakt doordat er dat jaar uitzonderlijk veel Wulpen op deze locaties voorkomen. Er is echter binnen de telvakken geen benthos bemonstering uitgevoerd, waardoor het niet mogelijk is om het voorkomen van de vogels te koppelen aan het voorkomen van voedsel op die plek. Als het aantal vogels op deze nieuwe referentielocatie wordt vergeleken met het aantal vogels op de suppletielocatie, is te zien dat het aantal vogels op de suppletie in 2012 nog lager was dan op het vergelijkbare referentie habitat J, K, L.



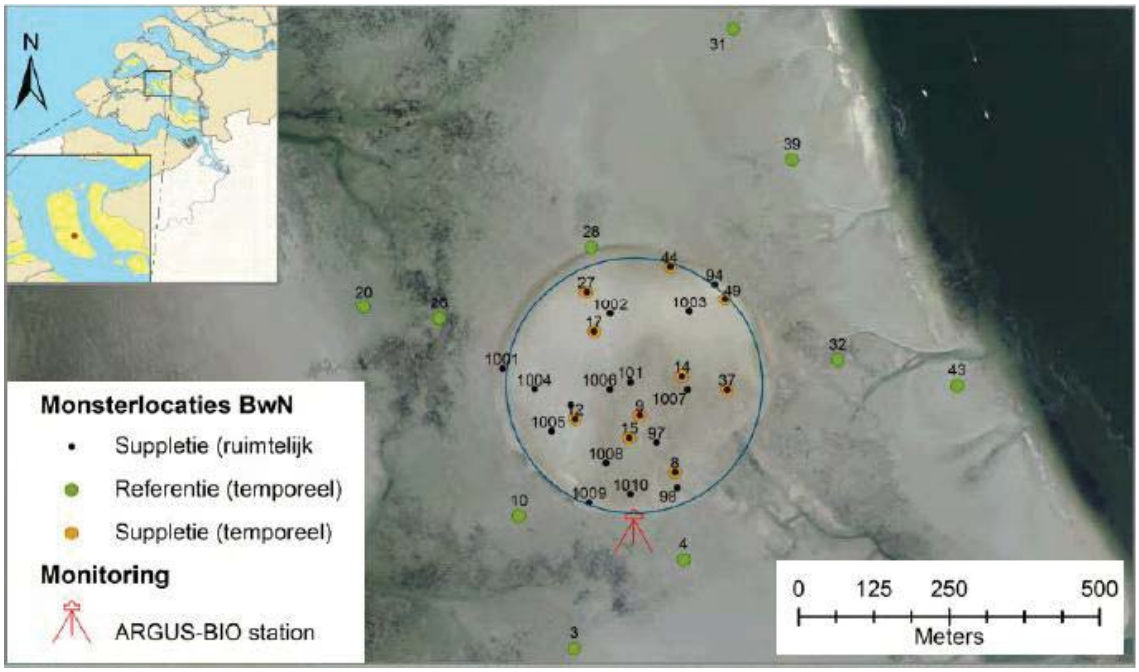
Figuur 4.6 Foerageerminuten in 2011 (links) en 2012 (rechts) in de verschillende telvakken, inclusief het nieuwe referentiegebied J, K, L.

Drie en vier jaar na de suppletie is er een verschil te zien in het aantal vogels op de verschillende delen van de proefsuppletie. Op de hogere delen van de suppletie D t/m F zijn minder vogels dan op de lagere delen G t/m I (Figuur 4.6). Het lijkt er zodoende op dat de lagere delen van de suppletie aantrekkelijker zijn voor de vogels. De volgende paragraaf onderzoekt of dit beeld terug te zien is in het benthosaanbod.

4.2.2 Benthos

Voor de evaluatie van benthos in de tijd en ruimte is voornamelijk de ontwikkeling van de *hoeveelheid* beschikbaar voedsel van belang en dat zal dan ook hier besproken worden. Om hier een volledig beeld van te schetsen zou naast de soortsamenstelling en de biomassa voor schelpdieren ook gekeken moeten worden naar de beschikbare lengte. Voor veel vogelsoorten moeten schelpdieren een minimale lengte hebben, wil het energetisch rendabel zijn om deze individuen te eten. Echter, binnen deze studie is enkel de biomassa en dichtheid

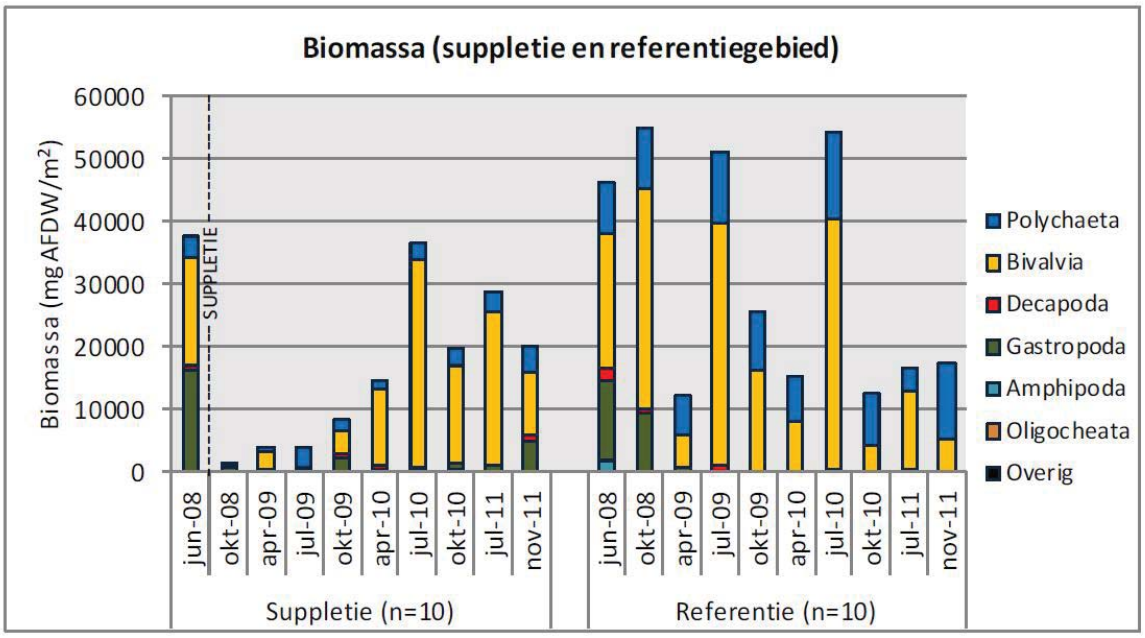
per soort bepaald en niet de lengte per individu. De biomassa geeft de beste indicatie voor hoeveel voedsel beschikbaar is voor vogels en daarom zullen we deze parameter bestuderen. Figuur 4.7 toont de locaties van de benthosbemonstering. Soortsamenstelling is natuurlijk ook van belang verschillende vogelsoorten eten verschillende soorten bodemdieren. Echter, vanwege de beperkte dataset is het niet mogelijk om hier kwantitatieve analyses op uit te voeren.



Figuur 4.7 Locaties benthosbemonstering (op basis van figuur uit Schaap, 2012).

De omvang van een benthosgemeenschap varieert over het algemeen sterk binnen een jaar. In het voorjaar vindt de broedval plaats en neemt de biomassa van de gemeenschap sterk toe met de maximale biomassa in de zomer. In het najaar, als de temperatuur afneemt, treedt sterfte van het benthos op en neemt de biomassa van de gemeenschap weer af. In het referentiegebied is deze sterke seizoensvariatie te zien in het aanwezige benthos, waarbij binnen een jaar de biomassa kan verviervoudigen richting de zomer en ook net zo sterk weer kan afnemen in het najaar (Figuur 4.8).

In 2008, 2009 en 2010 is er een duidelijke piek in biomassa in de zomer te zien. Deze zomerpiek blijft in 2011 uit waardoor het lijkt alsof er door de jaren heen een afname van de biomassa in het referentiegebied te zien is, maar omdat het hier om een korte tijdspanne gaat en de biomassa sterk varieert zowel binnen als tussen jaren, is het (tot nu toe) éénmalig ontbreken van een zomerpiek niet voldoende reden om van een negatieve trend te spreken. Vandaar dat de benthosontwikkeling in het referentiegebied als neutraal beoordeeld wordt.



Figuur 4.8 Gemiddelde biomassa mgAFDW/m^2 in het referentiegebied (figuur uit Schaap, 2012).

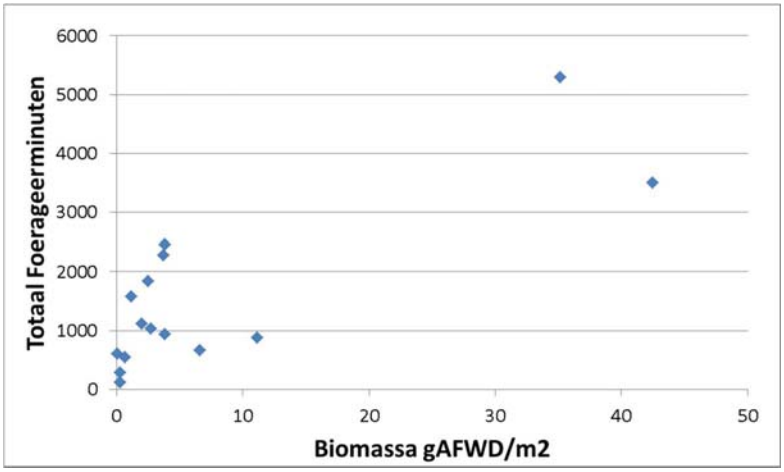
Direct na de suppletie, oktober 2008, is de biomassa per m^2 op de suppletie afgenomen tot minder dan 5% van de biomassa voor de suppletie (Figuur 4.8). In de drie jaar na de suppletie neemt de biomassa geleidelijk toe en treed er ook meer en meer seizoensvariatie op. Drie jaar na de suppletie, in 2011, is de gemiddelde biomassa op de locatie van de suppletie in dezelfde orde van grootte als in het referentiegebied (20.3 g AFDW/ m^2 in het suppletiegebied versus 17.3 g AFDW/m^2 in het referentiegebied).

Voor een uitgebreidere beschrijving van het herstel van benthos in de tijd, inclusief ontwikkelingen per soort en een beschrijving van de ontwikkeling van de gemeenschap als geheel, wordt verwezen naar Schaap (2012).

4.2.3 Relatie voedselaanbod en foerageerminuten van vogels

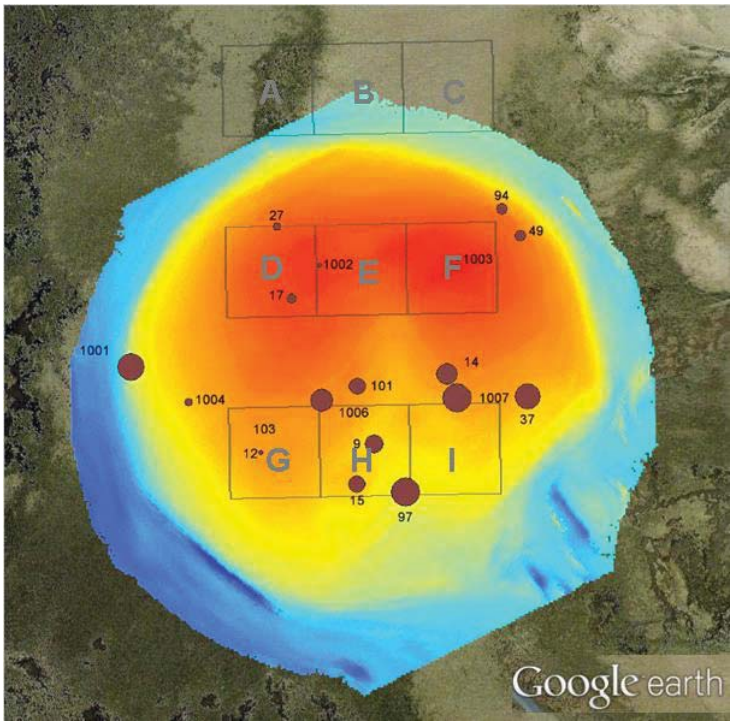
Figuur 4.9 laat zien dat er een relatie is tussen de gemiddelde biomassa per m^2 per vogeltelgebied en aantal foerageerminuten in de periode na de suppletie (2009-2010). Verder is te zien dat er ook foeragerende vogels voorkomen op plekken waar de biomassa erg laag is. Op basis van de verzamelde data is echter niet te verklaren waarom deze vogels hier foerageergedrag vertonen. Het zou kunnen zijn dat mobiele epifauna, dat niet gesampled wordt met de huidige benthosbemonstering, hier als voedsel dient.

Door de positieve relatie tussen het aantal foerageerminuten en de gemiddelde biomassa is met redelijke zekerheid te zeggen dat de afname van het aantal foerageerminuten van vogels direct na de suppletie en de geleidelijke toename hiervan in de jaren daarna, een gevolg zijn van voedselaanbod op de suppletielocatie.



Figuur 4.9 Relatie tussen het totaal aantal foerageerminuten per vogeltelvak per jaar (2009 – 2011) en de gemiddelde biomassa in dat vogeltelvak.

De ruimtelijke verdeling van het voedselaanbod (Figuur 4.10) toont dat in 2011 op de vogeltelvakken G t/m I (zuidelijk gedeelte van de suppletie) meer biomassa (21.6 g AFWD/m^2) gevonden is ten opzichte van de hogere, noordelijke delen van de suppletie, vakken D t/m F (4.5 g AFWD/m^2). In dit jaar zijn in de vakken G t/m I meer foeragerende vogels geteld dan in de vakken D t/m F. Er lijkt zodoende inderdaad een koppeling te zijn tussen het aanwezige voedsel en het aantal vogels op een bepaalde plek.



Figuur 4.10 De relatieve biomassa per m^2 is weergegeven op verschillende locaties op de suppletie door middel van bruine cirkels. Hoe groter de cirkel, hoe meer biomassa er gevonden is op die locatie. De letters A t/m I geven de vogeltelvakken weer.

4.3 Discussie

4.3.1 Natura 2000 soorten

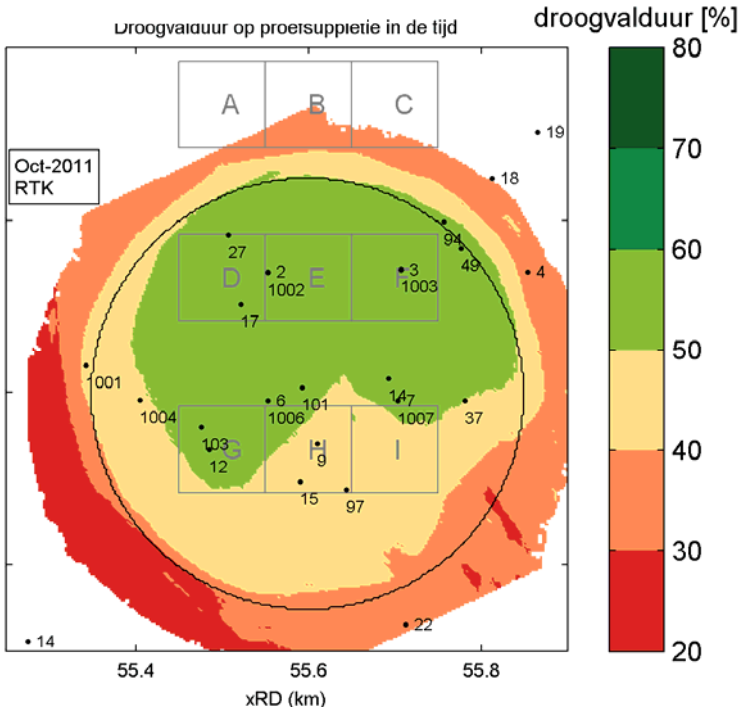
De suppletie is aangelegd met als doel het verbeteren van de natuurwaarden voor de Natura 2000 vogelsoorten. De Scholekster en de Wulp zijn teruggekeerd op de locatie van de suppletie, maar ondanks de toegenomen droogvalduur en de terugkeer van het voedsel, zijn de kleinere steltlopers, zoals de Kanoet, Rosse grutto, Bonte strandloper, Zilverplevier, nog nagenoeg niet gesignaleerd op de suppletie (Geene & Goedbloed, 2011; Geene & Van Dam, 2012), terwijl deze steltlopers wel voorkomen in dit deel van de Oosterschelde (Ysebaert et al., 2011). Waarom deze kleinere steltlopers geen gebruik maken van het gesuppleerde gebied is niet bekend. Er is voldoende voedsel aanwezig en ook het geprefereerde type voedsel is aanwezig (wadpier, garnalen en krabbetjes; Zwarts, 2011). Het zou kunnen zijn dat het areaal met toegenomen droogvalduur te klein is om aantrekkelijk te zijn voor deze soorten. Inzicht in de aantallen, de verspreiding en het gedrag van kleine steltlopers in de Oosterschelde voor verschillende arealen en droogvalduurklassen kan helpen om deze hypotheses te testen.

4.3.2 Verklaring hogere biomassa op lagere delen van de plaat

Een van de doelen van de proefsuppletie is om een ombuiging van de negatieve trend in foerageerfunctie van het intergetijdengebied te realiseren. Uit het bovenstaande blijkt dat er een koppeling is tussen het aanwezige voedsel en het aantal vogels. Echter, er is ook geconstateerd dat de hoeveelheid aanwezig voedsel afhankelijk is van de locatie op de suppletie. Vandaar dat het voor vervolgsuppleties van belang is om te weten welke factoren sturend zijn voor de aanwezigheid van benthos.

Verschillende factoren zouden een rol kunnen spelen in het herstel van het benthos: droogvalduur, dynamiek, droogte en sedimentsamenstelling. Als gekeken wordt naar de droogvalduur van de verschillende delen van de proefsuppletie, dan is te zien dat direct na de suppletie de droogvalduur op zijn hoogst 70% was in 2008 en 4 jaar na de suppletie nog maximaal 60% is (Figuur 4.11). In studies naar habitateigenschappen die de aanwezigheid van benthos verklaren, wordt een droogvalduur van 0% tot 70% echter als één klasse beschouwd (Bouma, 2005). Vandaar dat het waarschijnlijk is, dat een andere factor een sterkere rol speelt.

Een mogelijk sturende factor is de hoeveelheid bodemvocht. Een vochtige bodem bevat een hogere biomassa ten opzichte van een droge bodem (Borsje et al., 2012). Uit visuele waarnemingen blijkt dat de hogere delen van de proefsuppletie eerder uitdrogen ten opzichte van de lagere delen. Op de lagere delen wordt water langer vast gehouden en ontstaan er permanent vochtige gebieden (Schaap, 2012). Het is mogelijk dat dit verschil in bodemvocht de meest sturende factor is voor het voorkomen van benthos 3 jaar na de suppletie. Deze parameter is echter niet bepaald binnen deze studie, waardoor het niet mogelijk is om een koppeling te maken tussen bodemvocht en de aanwezigheid van benthos. Voor vervolgstudies wordt aanbevolen om hier wel metingen aan te verrichten.



Figuur 4.11 Droogvalduur drie jaar na aanleg van de suppletie. De grijze vakken geven de vogeltelvakken weer en de zwarte stippen geven de benthosmonsterlocaties weer.

Daarnaast zou de dynamiek in het gebied een rol kunnen spelen. De mate van golfaanvallen en stroming zijn echter niet gemeten op de suppletielocatie, maar zouden wel van belang kunnen zijn voor het herstel van het benthos. Bij vervolg suppleties zou het interessant zijn om naar deze parameter te kijken om zo meer inzicht te krijgen in de oorzaak van het verschil in de mate van het herstel van het benthos op een suppletielocatie.

Op de proefsuppletie komt sedimentsamenstelling niet naar voren als een verklarende factor voor de biomassa van het benthos (Schaap, 2012). Echter, het sediment dat gebruikt is voor de aanleg van de suppletie is qua samenstelling en grofheid vrij gelijk aan het sediment dat al op de suppletielocatie lag voorafgaand aan de aanleg. De mediane korrelgrootte was voor de suppletie 0.19 mm en direct na de suppletie 0.22 mm (Holzhauer et al., 2010). Het is daarom van belang om voorzichtig te zijn met het door vertalen van deze bevinding naar vervolgsuppleties.

Dat er bij deze pilot geen meetbaar effect wordt gevonden, houdt niet in dat deze bevinding stand houdt op het moment dat het qua grofheid sterk afwijkt van het gebiedseigen sediment. Het is namelijk mogelijk dat er geen correlatie is tussen sedimentsamenstelling en biomassa gevonden wordt doordat het gebruikte suppletiesediment een gelijke samenstelling heeft als voorafgaand aan de suppletie, waardoor er in dit geval geen effect op het benthos gevonden wordt. Mocht er in een vervolgsuppletie gebruik worden gemaakt van sediment dat meer afwijkt van het gebiedseigen sediment, dan wordt aanbevolen om het effect hiervan op de bodemdiergemeenschap te monitoren om te bepalen of de resultaten gevonden in deze studie ook standhouden onder andere condities.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

5.1.1 Morfologische ontwikkeling

Vier jaar na aanleg is er ongeveer 13000 m^3 sediment verdwenen uit de initiële suppletiecontour, oftewel 10% van het aanlegvolume. Dit correspondeert met een erosie van ca. 2 cm/jaar wat hoger is dan de autonome erosie van het zuidelijke deel van de Galgeplaat die ongeveer 0-0.5 cm/jaar bedraagt. Bij een gelijkblijvende trend heeft de suppletie een levensduur van 30-40 jaar; na deze periode ligt de bodem ter plekke van de suppletie gemiddeld op hetzelfde niveau als vlak voor aanleg. Belangrijke aantekening hierbij is dat er de afgelopen 4 jaar geen zware storm (windkracht 10 en hoger) heeft plaatsgevonden die waarschijnlijk grote morfologische veranderingen tot gevolg heeft.

Het sediment komt vooral ten goede aan het gebied direct ten noorden van de suppletie; de bulk van het sediment is terug te vinden in een schil van 50 m om de initiële contour. De erosie betreft met name het hogere noordelijke gedeelte van de suppletie. Dit sedimentatie-/erosiepatroon suggereert een netto sedimenttransport in noordelijke richting. Dit wordt ondersteund door getijasymmetrie met een grotere snelheid in noordelijke richting gedurende eb en de dominante zuidwestelijke windrichting. Naar verwachting is de morfologische ontwikkeling het netto resultaat van relatief veel voorkomende “normale” condities met lage sedimenttransporten en relatief zeldzame stormcondities (enkele keren per jaar) met hoge sedimenttransporten.

5.1.2 Toetsen van de hypotheses

Hypothese 1. De aanleg van de suppletie leidt op de plek van de suppletie tot een tijdelijke toename van de droogvalduur, maar tegelijkertijd tot een tijdelijke achteruitgang van het voedselaanbod waardoor er tijdelijk minder vogels zullen foerageren.
Direct na de suppletie is de droogvalduur toegenomen van maximaal 40% van de tijd voor de aanleg tot maximaal 70% na de aanleg van de suppletie. Op korte termijn leidt de suppletie inderdaad tot een afname van het aanwezige voedsel op de suppletielocatie met een afname van het aantal vogels tot gevolg. Er lijkt een sterk positief verband te zijn tussen het aantal vogels op de suppletielocatie en het aanwezige voedsel.

Hypothese 2. Doordat de hersteltijd van het voedselaanbod kort is in vergelijking met de levensduur van de suppletie, zal op den duur een vergelijkbare foerageerfunctie ontstaan als op andere locaties op de Galgeplaat met een vergelijkbare bodemligging en bodemdynamiek.
De levensduur van de suppletie (de periode waarin de gemiddelde bodem ter plekke van de suppletie hoger ligt dan vlak voor de aanleg) wordt geschat op 30-40 jaar. Drie jaar na aanleg van de suppletie is het benthos op het lage deel van de suppletie hersteld (i.e. op het niveau van voor de suppletie), maar op het hoge deel van de suppletie nog niet. Het aantal vogels op de suppletie is nog niet terug op het niveau van voor de suppletie (in 2012 is het aantal foerageerminuten 77% van het aantal in 2007) of op het niveau van omliggende referentiegebieden, maar laat wel een toenemende trend zien sinds de aanleg. Hoe lang het gaat duren voordat er op de suppletielocatie een vergelijkbare foerageerfunctie ontstaat als op andere locaties op de Galgeplaat met vergelijkbare bodemligging en dynamiek, is op dit moment nog niet duidelijk

Hypothese 3. De suppletie zal een deel van de omliggende plaat op natuurlijke wijze voeden, waardoor daar zonder verlies van het aanwezige voedsel de droogvalduur gelijk zal blijven of toenemen.
Het verwachte voeden van de plaat als gevolg van de suppletie vindt plaats, maar het betreft maar een relatief kleine hoeveelheid sediment. Zodoende is het areaal van de omliggende plaat dat een toegenomen droogvalduur heeft als gevolg van sediment ontvangen van de suppletie gering. De biomassa van het benthos in de nabijheid van de suppletie is in de jaren na aanleg stabiel gebleven, dus voor zover bekend vindt er inderdaad geen verlies van voedsel plaats.

Hypothese 4. De suppletie heeft lokaal een golfdempende werking.
Van der Werf et al. (2012) hebben deze hypothese noch kunnen bevestigen, noch kunnen falsificeren, aangezien de dataset te klein is en het verschil tussen de gemeten golfhoogtes aan weerszijden van de suppletie dezelfde orde van grootte heeft als de meetonnauwkeurigheid.

Hypothese 5. De suppletie heeft geen negatieve invloed op de nabijgelegen mosselpercelen.
Holzhauer & Van der Werf (2009) stellen op basis van een studie van Imares (De Mesel et al., 2009) dat er geen sprake is van een negatief effect van de bagger- en suppletiewerkzaamheden op de groei en ontwikkeling van de mosselen in de omgeving.

5.1.3 Geleerde lessen

Het feit dat de suppletie zo stabiel is, kan als positief worden beschouwd. Dit geeft de tijd voor het herstel van het bodemleven en de vogels die kunnen profiteren van de langere droogvalduur om te foerageren voordat het zand verdwenen is. Bovendien ondervinden de nabijgelegen mosselpercelen en het benthos geen schade door deze relatief langzame verspreiding. Het is nog wel de vraag hoe lang de levensduur van de suppletie is en hoeveel tijd het volledige ecologische herstel kost; dit vergt verdere monitoring.

Mogelijkerwijs was de proefsuppletie succesvoller geweest als de bodemgradiënt flauwer, het noordelijke gedeelte niet zo hoog en de vorm wat vrijer was geweest. Hierdoor zou het ecologische herstel wellicht sneller verlopen zijn wat het netto effect van de suppletie groter en daarmee de suppletie meer rendabel zou hebben gemaakt.

Een suppletie kan ecologisch gezien als hersteld beschouwd worden als hij “goed mee functioneert met zijn omgeving”. Hij hoeft niet identiek te zijn aan de omgeving of de oorspronkelijke situatie, omdat je het gebied verandert. Om te beoordelen of een suppletie “goed mee functioneert met zijn omgeving” moet dit begrip geconcretiseerd worden. Een uitwerking van dit uitgangspunt kan zijn dat je niet probeert de Oosterschelde te herstellen zoals het was voor aanleg van de Oosterscheldekering, maar door het in stand houden van de hogere intergetijdengebieden een vergelijkbare cq. betere vogelhabitat biedt.

De resultaten van de Galgeplaat proefsuppletie kunnen niet 1 op 1 vertaald worden naar andere intergetijdengebieden in de Oosterschelde. Dit komt omdat er binnen de Oosterschelde grote verschillen bestaan door met name de hydraulische condities (wind, getij, golven) en sedimenteigenschappen (korrelgrootte en percentage slib). De proefsuppletie heeft ons wel geleerd dat suppleren kan werken om de negatieve effecten van de zandhongerproblematiek te mitigeren, i.e. het zand verdwijnt niet meteen, er treedt ecologisch herstel op en er is geen schade aan de mosselpercelen. De effecten van opschalen zijn nog niet bekend. Er wordt dan een veel groter gedeelte afgedekt en het is onduidelijk hoe het ecologisch herstel dan zal verlopen en hoe de voedende werking van de

suppletie verandert. Vandaar dat bij opschaling een “learning-by-doing“ strategie gevolgd zou kunnen worden. Het lijkt verstandig om dan ook de morfologische en ecologische ontwikkeling te monitoring. De bevindingen van deze studie kunnen helpen bij het ontwerpen van een goed monitoringsplan, in het bijzonder de monitoring van het benthos (in Bijlage C wordt hier dieper op ingaan).

5.2 Aanbevelingen

Sinds januari 2009 staat er een Argus camera ten zuiden van de suppletie. De hiermee verkrijgen beelden kunnen een eerste indicatie geven van de interactie tussen de golven en de suppletie tijdens een storm, zoals wanneer en waar golfbreking plaatsvindt.

De morfologische en ecologische monitoring volgend op de Galgeplaat proefsuppletie is zeer waardevol (gebleken) voor het vergroten van de kennis van het fysische en ecologische systeem en als validatiedata voor (numerieke) modellen. Daarom bevelen we aan deze voort te zetten.

Het is van belang dat de suppletie en het direct omringende gebied zo’n drie keer per jaar gebiedsdekkend wordt gemeten met RTK. Hierbij is het belangrijk deze RTK metingen in de richting van de noordelijke verplaatsing van de suppletie uit te breiden. Een van deze drie metingen zou “bewaard” kunnen worden tot na een sterke storm waarbij sterkere morfologische veranderingen worden verwacht. Op basis van deze gegevens kan dan onder meer bepaald worden in welke mate de omliggende plaat op de langer termijn wordt gevoed.

De ecologische ontwikkeling op de suppletie is in volle gang. Daarom is het beslist noodzakelijk de jaarlijkse monitoring van de bodemdiergemeenschap en het aantal vogels (inclusief de nieuwe telvakken J t/m L) nog een aantal jaren voort te zetten.

Verder lijkt het verstandig om ook het benthos te meten in de nieuwe vogeltelvakken om een koppeling tussen vogels en benthos mogelijk te maken. Dit om een representatief controlegebied te hebben en op basis daarvan te kunnen beoordelen wanneer er volledig herstel is opgetreden. Verder zal op basis van deze gegevens bepaald kunnen worden of de verwachting dat er op termijn meer vogels voorkomen in het gesuppleerde gebied verwezenlijkt wordt.

6 Referenties

Aqua Vision (2008). Validatie en verwerking van hydrografische metingen op de Galgeplaat, Zeeland. Rapport AV_DOC_080417, Aqua Vision, Nederland.

Aqua Vision (2011). Validatie en verwerking van hydrografische metingen op de Galgeplaat, Zeeland. Rapport AV_DOC_1000124, Aqua Vision, Nederland.

Baptist, M.J., Tamis, J.E., Borsje, B.W., Van der Werf, J.J. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. IMARES C113/08, Deltares Z4582.50.

Borsje, B.W., Cronin, K., Holzhauer, H., De Mesel, I., Ysebaert, T., Hibma, A. (2012). Biogeomorphological Interactions on a Nourished Tidal Flat: Lessons Learnt on Building With Nature. Terra et Aqua, 126, page 3-12.

Bouma. H., De Jong, D.J., Twisk, F., Wolfstein, K. (2005). Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Rapport RIKZ/2005.024, RIKZ Middelburg.

Cronin, K. (in voorbereiding). Modelling of morphologic effects of a nourishment on the Galgeplaat in the Eastern Scheldt. Report BwN ZW 2.3, Deltares, The Netherlands.

Das, I. (2010). Morphodynamic modelling of the Galgeplaat. M.Sc. thesis, Technical University of Delft, The Netherlands.

De Mesel, I., Craeymeersch, J., Van Gool, A., Wijsman, J. (2009). Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde, Monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen. Rapport C143/09, Imares.

De Ronde, J., Mulder, J.P.M., Duren, L., Ysebaert, T. (2012). Derde interim-advies ANT Oosterschelde. Rapport 1206049-000-ZKS-0009, Deltares.

Escaravage, V., D. B. Blok, A. Dekker, A. Engelberts, E. Hartog, O.J.A. van Hoesel, L. Kleine Schaars, M. M. Markusse en W. C. H. Sistermans (2009). Proef zandsuppletie Oosterschelde. Het macrobenthos van de Galgeplaat in het najaar van 2009. Yerseke, NIOO.

Escaravage, V., D. B. Blok, A. Dekker, A. Engelberts, E. Hartog, O.J.A. van Hoesel, L. Kleine Schaars, M. M. Markusse en W. C. H. Sistermans (2009). Proef zandsuppletie Oosterschelde. Het macrobenthos van de Galgeplaat in het najaar van 2009. Yerseke, NIOO.

Escaravage, V. Blok, D., Dekker, A. Meliefste, T., Sistermans, S. (2010). Proef zandsuppletie Oosterschelde. Het macrobenthos van de Galgeplaat, situatie najaar 2010 en veranderingen sinds de aanleg. Monitor Taskforce Publication Series 2010-13, NIOO, Nederland.

Geene, R., Goedbloed, J. (2007). Tellingen van watervogels tijdens laagwater op de Galgeplaat en de Roggenplaat (Oosterschelde) in oktober 2007. Middelburg, Habitat Advies.

Geene, R., Goedbloed, J. (2009). Tellingen van watervogels tijdens laagwater op en nabij de proefsuppletie op de Galgeplaat, Oosterschelde, oktober 2009. Middelburg, Habitat Advies.

Geene, R., Goedbloed, J. (2009). Tellingen van watervogels tijdens laagwater op en nabij de proefsuppletie op de Galgenplaat, Oosterschelde, oktober 2010. Rapport 2010-2, Habitat-Advies.

Geene, R., Goedbloed, J. (2011). Watervogels tijdens laagwater op en nabij de proefsuppletie op de Galgeplaat, Oosterschelde, oktober 2011. Rapport 2011-4, Habitat-Advies.

Geene, R., Van Dam, H. (2012). Watervogels tijdens laagwater op en nabij de proefsuppletie op de Galgeplaat, Oosterschelde, oktober 2012. Rapport 2012-1, Habitat-Advies.

Holzhauer, H. en J. van der Werf (2009). Evaluatie proefsuppletie Galgeplaat. Ontwikkelingen in de eerste 3 maanden na aanleg. Rapport Z4581, Deltares, Nederland.

Holzhauer, H., Van der Werf, J., Dijkstra, J., Morelissen, R. (2010). Voortgangsrapportage 2010 proefsuppletie Galgeplaat. Morfologische en ecologische ontwikkelingen, 15 maanden na aanleg. Rapport 1201819, Deltares, Nederland.

Paree, E. (2010). Minisuppleties. Richting sedimenttransport bepalen in situ. Concept 01, Rijkswaterstaat Meetadviesdienst Zeeland, Nederland.

Rappoldt, C., Ens, B.J., Berrevoets, C.M., Geurts van Kessel, A. J. M., Bult, T.P., Dijkman, E.M. (2003). Scholeksters en hun voedsel in de Oosterschelde. Alterra Rapport 883.

Ramaekers, G. (2008). Monitoringprogramma. Proefsuppletie Galgeplaat, Oosterschelde. Middelbrug, RWS Directie Zeeland.

Santinelli, G., De Ronde, J.G., 2012, Volume analysis on RTK profiles of the Eastern Scheldt. Report 1206094, Deltares.

Schaap, J. (2012). Benthos herstel Suppletie, Onderzoek naar het herstel van de benthische macrofauna na de proefsuppletie op de Galgeplaat en bepaling van mogelijke factoren die de rekolonisatiesnelheid beïnvloeden. Afstudeerrapport, RWS Zeeland & Hogeschool Zeeland.

Schellekens, T., Ens, B., Ysebaert, T. (2012). Energiehuishouding van steltlopers en de effecten van verandering in foerageeroppervlak op populaties. Studie uitgevoerd in het kader van ANT-Oosterschelde & LTV-Natuurlijkheid, IMARES rapport IC051/12, conceptrapport.

Sistermans, W.C.H., Wijnhoven, S., Bergmeijer, M.A., Van Hoesel, O.J.A. (2008). Proef zandsuppletie Oosterschelde. Het macrobenthos van de Galgeplaat in het najaar van 2007. Yerseke, NIOO.

Sistermans, W.C.H., Blok, D.B., Van Hoesel, O.J.A., Kleine Schaars, L., Markusse, M.M. (2009). Proef zandsuppletie Oosterschelde. Het macrobenthos van de Galgeplaat in het najaar van 2008. Yerseke, NIOO.

Troost, K., Ysebaert, T. (2011). ANT Oosterschelde: Long-term trends of waders and their dependence on intertidal foraging grounds, Report C063/11, Imares.

Van der Werf, J.J., Van Rooijen, A., Reinders, J. (2012). 3e Voortgangsrapportage Proefsuppletie Galgeplaat. Rapport 1204106, Deltares.

Van Zanten, E. en L. A. Adriaanse (2008). Verminderd getij. Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken. Middelburg, RWS Directie Zeeland.

Wijnhoven, S., Blok, D., Engelberts, A., Kleine Schaars, L., Meliefste, T., Sistermans, W., Escaravage, V. (2011). T0 bodemdieren pilot zandsuppletie Schelphoek, Het macrobenthos van de Oosterschelde proeflocatie in oktober 2010 voor uitvoer van de zandsuppletie.Yerseke, NIOO.

Wijnhoven, S., Escaravage, V. Blok, D. Dekker, A., Scott, T. (2012). Proef zandsuppletie Oosterschelde, Het macrobenthos van de Galgeplaat, situatie najaar 2011 en verandering sinds de aanleg. Monitor Taskforce Publication Series 2012-xx, NIOZ-Yerseke.

Zwarts, L., Blomert, A.M., Bos, D., Sikkema, M. (2011). Exploitation of intertidal flats in the Oosterschelde by estuarine birds. A&W rapport 1657.

A Verslag workshop Galgeplaat proefsuppletie

Verslag

Datum verslag	Ons kenmerk	Project	Opgemaakt door
10 december 2012	1206994-000-ZKS-0005	1206994-000	Jebbe van der Werf

Datum bespreking	Aantal pagina's	Classificatie
4 december 2012	3	vertrouwelijk tot december 2022

Vergadering
Workshop Galgeplaat proefsuppletie

Aanwezig
Jasper Dijkstra (Deltares), Menno Eelkema (TU Delft), Harriëtte Holzhauer (Deltares), Dirk van Maldegem (RWS Zeeland), Edwin Paree (RWS Zeeland), José Reinders (Deltares), John de Ronde (Deltares), Arnold van Rooijen (Deltares), Jan Schaap (RWS Zeeland), Jebbe van der Werf (Deltares), Sander Wijnhoven (NIOZ), Tom Ysebaert (NIOZ & Imares), Eric van Zanten (RWS Zeeland)

Programma
1 Opening (Jebbe)
2 Achtergrond Galgeplaat proefsuppletie (Eric)
3 Resultaten morfologie (Arnold)
4 Resultaten ecologie (José)
5 Discussie aan de hand van zes stellingen
6 Afronding

De presentaties van Jebbe, Eric, Arnold & José zijn terug te vinden op:
Host name = ftp.deltares.nl
Ftp account = galgeplaat
Password = yijk399

Discussie aan de hand van stellingen

1. De proefsuppletie is geslaagd, want een gedeelte van de Galgeplaat is langdurig opgehoogd wat de tijd geeft voor het ecologische herstel.
De meerderheid van de aanwezigen was het hiermee eens. De proef wordt als geslaagd beschouwd omdat het areaal intergetijdengebied in de Oosterschelde is verhoogd en er veel van de proef geleerd is. De levensduur van de suppletie (Tsuppl) en het ecologische herstel (Teco) zijn belangrijk voor het succes van de suppletie. Het lijkt erop dat Tsuppl (~30-40 jaar) groter is dan Teco (~5 jaar), waardoor het bodemleven en de vogelaantallen zich kunnen herstellen en de vogels kunnen profiteren van de langere droogvalduur om te foerageren, voordat het zand verdwenen is. Het is nog wel de vraag hoe lang deze tijdschalen precies zijn; dit vergt verdere monitoring. Ook is nog onbekend wat het netto effect van suppleren op de lange termijn is. Verder werd opgemerkt dat het voeden van het gebied naast de suppletie ook een doel was van de proef (zie ook stelling 2) en dat met een andere, vrijere vorm de suppletie succesvoller zou kunnen zijn, met name m.b.t. het ecologische herstel op de suppletielocatie. Door het ecologisch herstel op de suppletielocatie te versnellen wordt het netto effect van de suppletie groter en daarmee de suppletie meer rendabel.

2. De proefsuppletie is niet geslaagd, want het zand blijft op zijn plek liggen en zo wordt de Galgeplaat niet gevoed.
Met deze stelling was de overgrote meerderheid het oneens. De Galgeplaat wordt nu wel degelijk gevoed met zand van de suppletie. Het gaat alleen relatief langzaam. Uiteindelijk zal de suppletie bijdrage aan de gehele plaat, is de verwachting. Een snelle verspreiding zou zelfs ongewenst zijn i.v.m. met de nabijgelegen mosselpercelen en het benthos. De vraag is wel hoe de voedende werking van de suppletie verandert bij opschaling. Vooraf was de voorspelling dat de proefsuppletie binnen 4 maanden weg zou zijn; achteraf is dit gelukkig niet uitgekomen. Rond het jaar 2000 is een suppletie aangebracht op de bananen plaat nabij de Galgeplaat. Deze was zeer snel weg (~weken) en dit werd en wordt als een mislukking beschouwd. Hiervan kan en moet geleerd worden voor andere suppleties op platen.

3. De proefsuppletie is niet optimaal aangelegd, want alleen het lagere deel is na 4 jaar ecologisch hersteld.
Hier was de overgrote meerderheid het mee eens. In de discussie werd onder optimaal niet het financiële aspect meegenomen. Vanuit de ecologie zou een graduele gradiënt gewenst zijn; een langere waterlijn is gewenst vanuit vogel oogpunt. Het hoger gedeelte had eventueel lager aangelegd kunnen worden. Er werd opgemerkt dat het niet per se de hoogte dan wel de droogte van het hogere gedeelte zorgen voor de relatieve lager biomassa. Ook de dynamiek werd als verklarende factor voor lagere biomassa op hogere delen genoemd. De golfbelasting en stroming op de hogere delen is hoger door de huidige vorm en locatie van aanleg. Wederom werd genoemd dat de proefsuppletie optimaal was in de zin dat er veel geleerd is, zo ook over het herstel van de benthos, zij het dat het toevallig tot stand gekomen is. De tijdschaal speelt ook een rol; als het hogere deel uiteindelijk herstelt terwijl de suppletie er nog ligt, dan is het relatief langzamere herstel ten opzichte van het lagere deel geen kwestie meer.

4. We weten voldoende van de Galgeplaat proefsuppletie, de monitoring kan worden stop gezet.
Met deze stelling was iedereen het oneens. De discussie ging dan ook over wat te meten. Jan Schaap is bezig met een plan voor vervolgmonitoring. De 1^{e} ideeën zijn om 2x per jaar RTK te meten, uitgebreid in de ruimte op de verspreiding van zand te kunnen volgen. Verder wordt 1x RTK per jaar achter de hand gehouden om een meting net na een storm te kunnen uitvoeren. Vogeltellingen gaan door, zoals nu gebeurt, dus ook incl. de nieuwe telvakken J, K en L. Waterbeweging wordt niet meer gemeten. Ook de minisuppleties en benthosmetingen vallen af. Wel worden deze laatste i.h.k.v. BwN voortgezet (1x per jaar in het najaar) en zal een gebiedsdekkend kwalitatief beeld van het bodemleven worden geschetst a.d.h.v. visuele inspecties. De Oesterdam kan worden beschouwd als een nieuwe proef met wel metingen van de waterbeweging. Er wordt op aangedrongen ook benthos te meten bij de nieuwe vogeltelvakken J+K+L, om een koppeling vogels-benthos mogelijk te maken.

5. De resultaten van de Galgeplaat proefsuppletie kunnen vrijwel 1 op 1 worden vertaald naar andere intergetijdengebieden in de Oosterschelde.
Met deze stelling was iedereen het oneens. Er zijn grote verschillen tussen verschillende locaties in de Oosterschelde. De belangrijkste verschillen tussen intergetijdengebieden komen door de hydraulische condities (wind, getij, golven), sedimenteigenschappen (korrelgrootte en percentage slib) en ligging (platen, slikken of komgebieden). Dit verschil komt bijvoorbeeld tot uiting in het relatieve snelle ecologische herstel van de Schelhoek in vergelijking met de Galgeplaat proefsuppletie. De zandige Roggeplaat lijkt nog enigszins op de Galgeplaat, dus daar zal het min of meer mogelijk zijn om de resultaten behaald van de Galgeplaat te gebruiken. Verder kan de generieke ontwerpkennis die nu opgedaan is wel direct

overgenomen worden voor verdere suppleties. Hiermee wordt bedoeld: een flauwere helling met een meer geleidelijke hoogtegradiënt zal het ecologisch herstel ten goede komen. Verder kan afhankelijk van het doel de vorm aangepast worden waarbij een cirkel de meest conservatieve vorm is. Algemene lessen zijn verder dat suppleren kan werken (zand verdwijnt niet meteen en de ecologie herstelt zich) en dat de schade aan de mosselpercelen beperkt kan zijn. De effecten van opschalen zijn nog niet bekend. Er wordt dan een veel groter gedeelte afgedekt en het is onduidelijk hoe het ecologisch herstel dan zal verlopen, vandaar dat bij opschaling een learning-by-doing strategie gevolgd zal moeten worden.

6. Een suppletie is ecologisch gezien hersteld als hij "goed mee functioneert met zijn omgeving". Hij hoeft niet identiek te zijn aan de omgeving of de oorspronkelijke situatie, omdat je het gebied verandert.
Hiermee was iedereen het eens. Niet alleen de suppletie verandert, maar ook de Galgeplaat. Wel moet er geconcretiseerd worden wat bedoeld wordt met "goed meefunctioneren met zijn omgeving". Zo zit er nu wel al weer flink wat biomassa, maar dat bestaat voornamelijk uit pioniers. Verder zorgt een suppletie ook voor meer diversiteit in het gebied wat betreft habitattypes, dat is ook een winst naast het herstel. Er moet dus niet te krampachtig worden vastgehouden aan terugkeren naar de situatie voor aanleg, of een situatie identiek aan het referentiegebied. Een manier op hiermee om te gaan is via het definiëren en waarderen op basis van zogeheten ecosysteemdiensten. Eigenlijk is al een keus gemaakt om de Oosterschelde niet te herstellen zoals het was, maar om de hogere delen in stand te houden. Hiermee verander je het ecosysteem in termen van arealen en diepteklassen intergetijdengebied, maar kun je wel een vergelijkbare cq. betere ecosysteemdienst leveren.

B Visuele rapportages Meetadviesdienst Zeeland

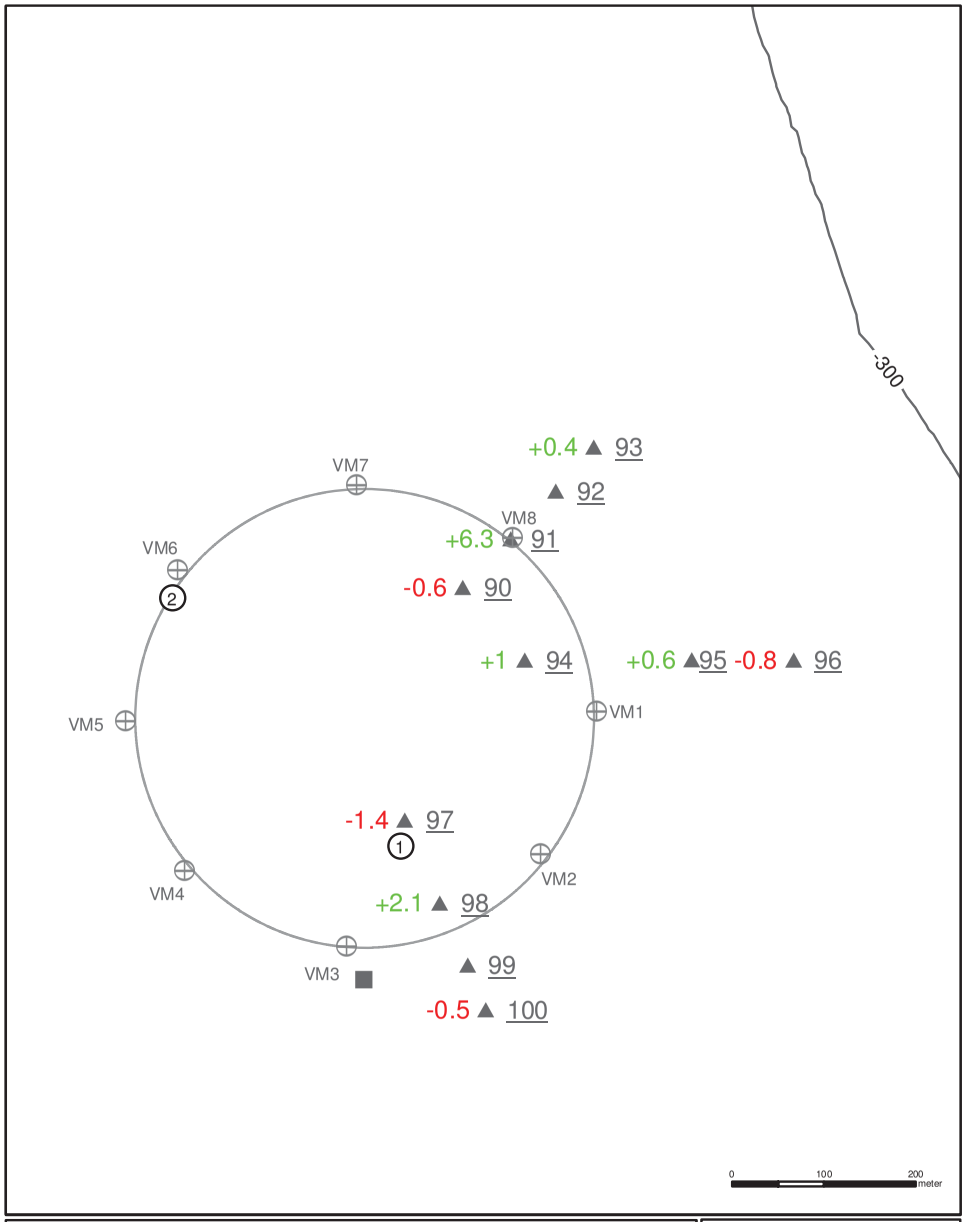
Visuele inspectie Galgeplaat

29 oktober 2008

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

① Wadpieren

② Uittredend zuurstofloos water



⊕ Visuele markering

■ ARGUS (Video Monitoring)

⑤ Waarnemingen

▲ SE

+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 3 oktober 2008

Visuele inspectie Galgeplaat

N

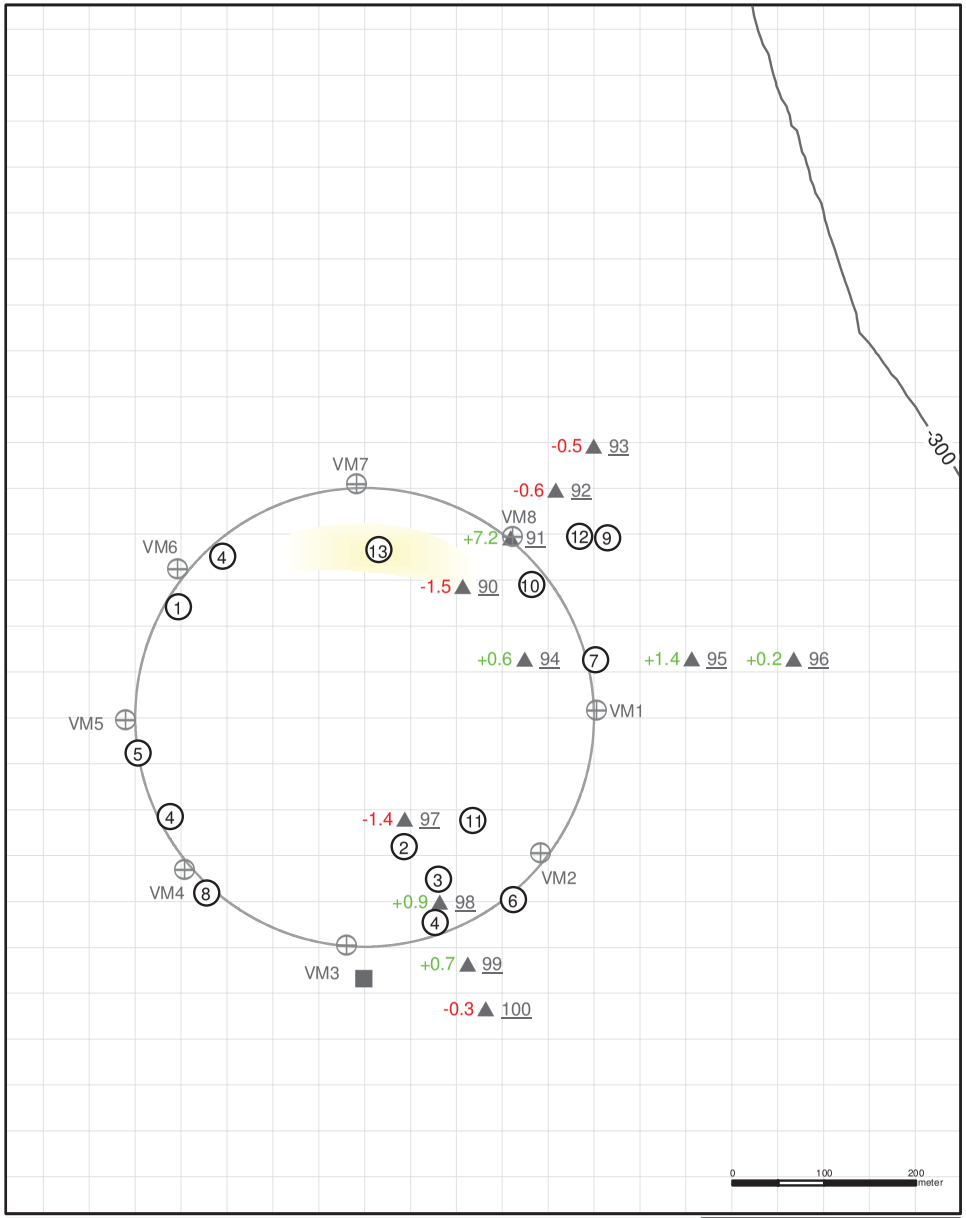
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

26 november 2008

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

1. Wadslakjes
2. Wadpieren
3. Wadpieren en vogelsporen
4. Bij opkomend tij groep van 500 scholeksters op rand van suppletie
5. Uittredend zuurstofloos water
6. Diatomeeën
7. Iets diatomeeën
8. 1m diepe put + stroomribbels
9. Stroomribbels
10. Mooie stroomribbels
11. Flauwe stroomribbels
12. Aanzanding punt 91
13. Gebied met plofzand

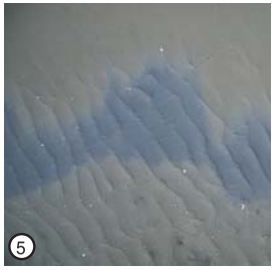


Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 29 oktober 2008

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst



Visuele inspectie Galgeplaat

14 januari 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Opvallend groot aantal vogels, maar voornamelijk net naast de suppletie. Een aantal, waaronder grote mantelmeeuwen en scholeksters, verbleven op de rand van de suppletie.

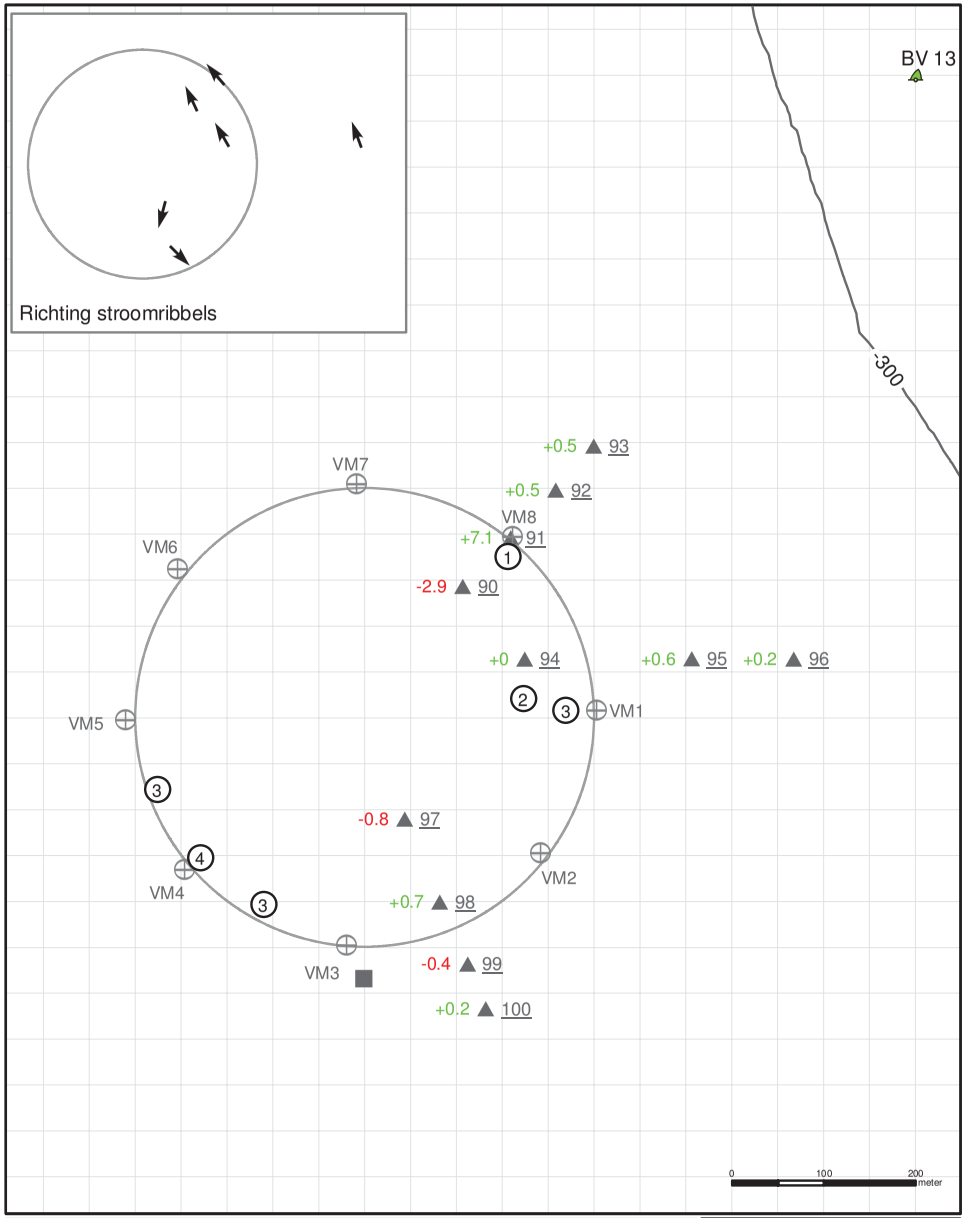
Op de suppletie zijn wederom vogelsporen aangetroffen, meer dan bij het bezoek van eind nov 2008.

Op 50% van de suppletie is de aanwezigheid van wadpieren waargenomen. Dat is minder dan tijdens het vorige bezoek. Aantallen variëren sterk van een enkel exemplaar tot tientallen per m2.

1. De andere 50% van het suppletieoppervlak wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van stroomribbels en weinig tot geen bodemleven.
2. Op het zand is op een aantal plaatsen een mooi lijnenspel aangetroffen. Als er bij afgaand water nog enkele cm's water aanwezig is en het golfribbelpatroon is reeds gevormd, maken grote meeuwen of ganzen deze wandelsporen.
3. Aan de rand van de suppletie worden op diverse plekken schelpenruggen gevormd.
   Foto schelpenrug tussen VM4-VM5

   De diepte van de slijpgeul is stabiel.

   De ARGUSpaal is nog niet voorzien van apparatuur.
4. Afstand tussen VM4 en suppletierand wordt groter (zand verplaatst in oostelijke richting).

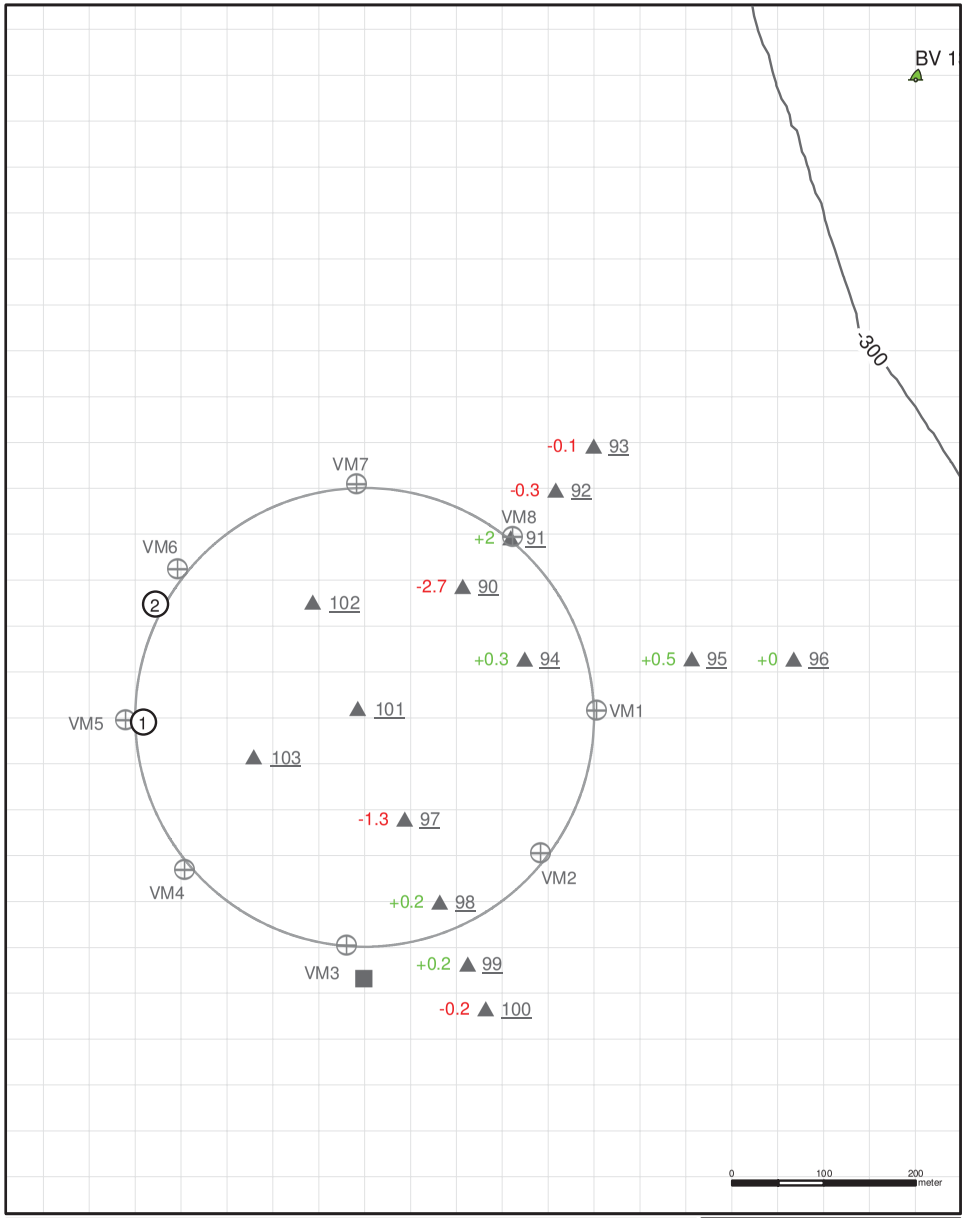


Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 26 november 2008

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 14 januari 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

11 februari 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Gemma Ramaekers, Zheng Wang en Bas (Deltares)
Rienk Geene (Habitat Advies)
Piebe Hoeksma en Robert Jentink (DZL)

① Zandverplaatsing is duidelijk te zien bij VM5. Zand verplaatst in westelijke richting.

Wat opviel was dat er, in tegenstelling tot de voorgaande keren, over de gehele suppletie stroomribbels te zien waren. Dit is veroorzaakt door de giertijen van februari. In de Oosterschelde was het getijverschil dezer dagen bijna 4 meter.

② Op de rand van de suppletie fourageerden Kanoeten

③ De ARGUSpaal is voorzien van apparatuur.

Er zijn 3 nieuwe sedimentatie/erosie (SE) meetpunten geplaatst.

Van de schelpenruggen die gevormd werden op de rand van de suppletie zijn slecht fragmenten terug te vinden. De schelpen liggen verspreid of zijn weggespoeld.

Er zijn nog steeds delen van de suppletie waar geen wadpieren voorkomen.

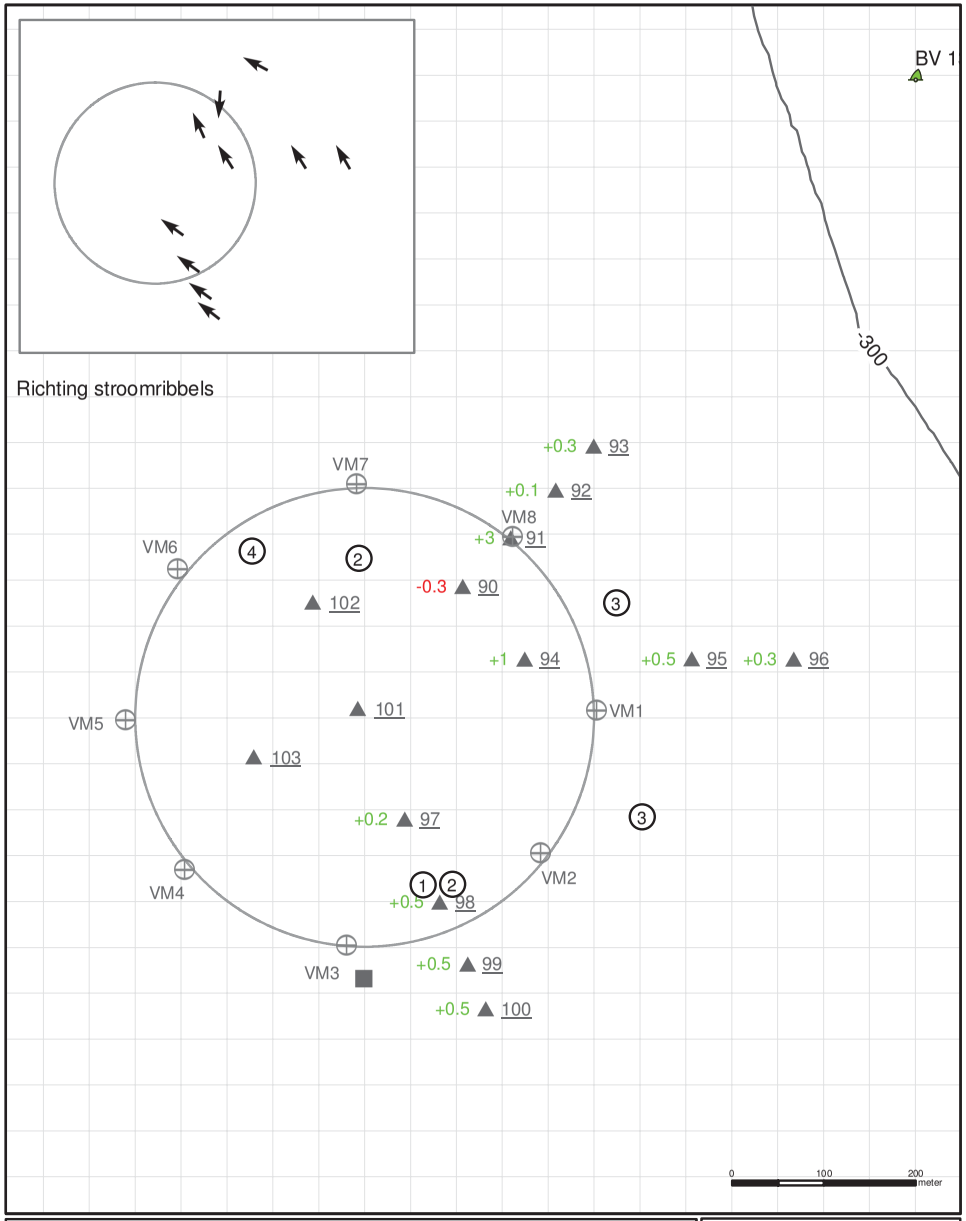
Een fotoverslag van Gemma Ramaekers van het bezoek is te vinden op http://picasaweb.google.nl/gemmaramaekers/GalgeplaatFebruari2009#

Visuele inspectie Galgeplaat

11 maart 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gast: Irv Elshoff (Deltares)



1. Begin diatomeeënbloei omgeving punt 98
2. Wadslakjes
3. Eikapsels van de Gestippelde Dieseltreinworm (3a) en de Wapenworm (3b)
4. Verspreid voorkomen van Tapijtschelpen

Verder weinig veranderingen ten opzichte van het vorige bezoek

⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 11 februari 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

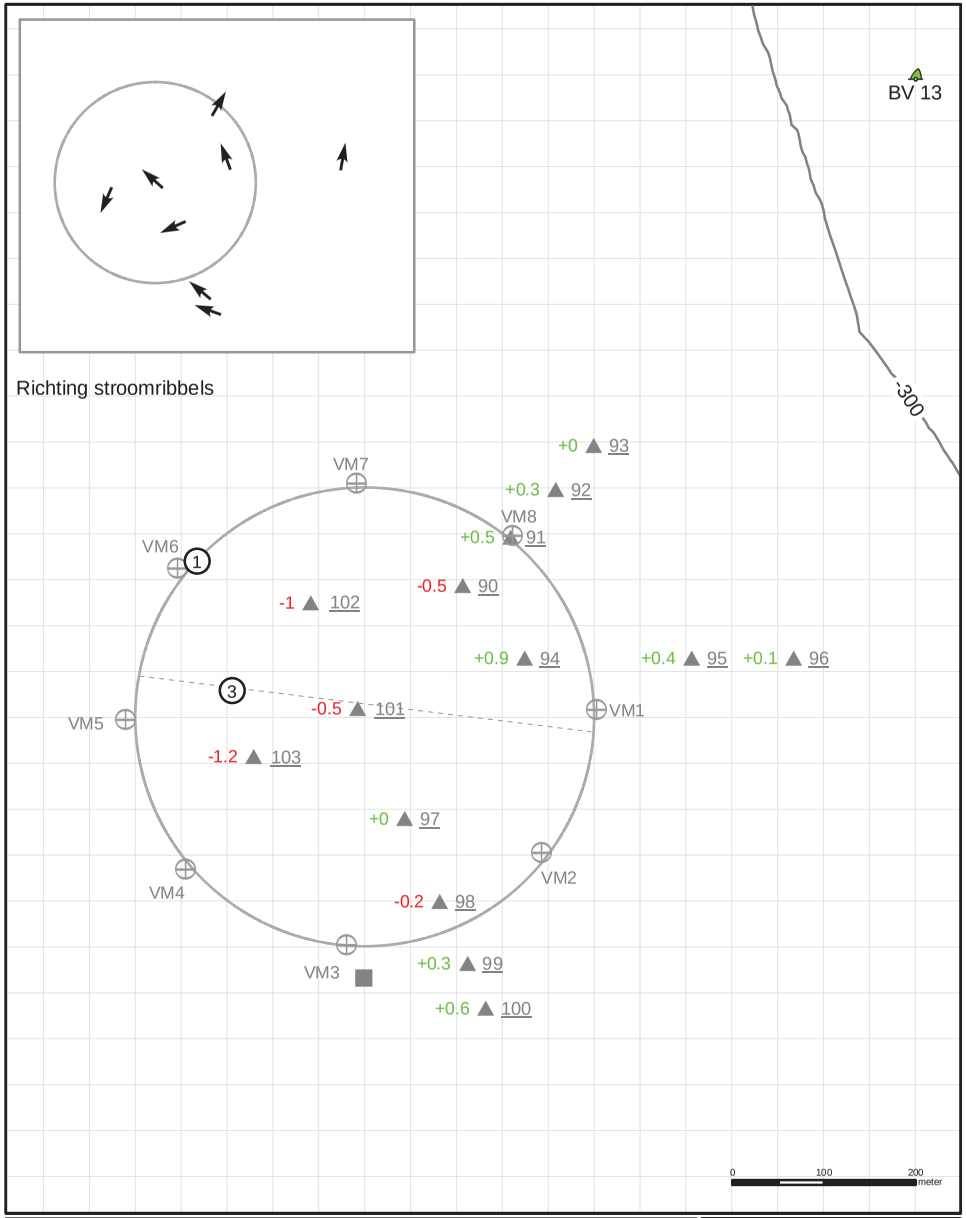
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

1 april 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Sietse en Mindert (Deltares)
6 mensen NIOO



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 11 maart 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

1. De grens van de suppletie is minder scherp zichtbaar in het landschap. Op de helling is rond de gehele suppletie bodemleven waargenomen in de vorm van wadpieren, kokerwormen, wieren en diatomeeën. De helling lijkt wat slibrijker te worden. Met een geschatte hellingshoek van 1:15 wordt de suppletierand flauwer. Op de foto's de suppletierand nabij VM6 en twee detailopnamen van het bodemleven op de helling.

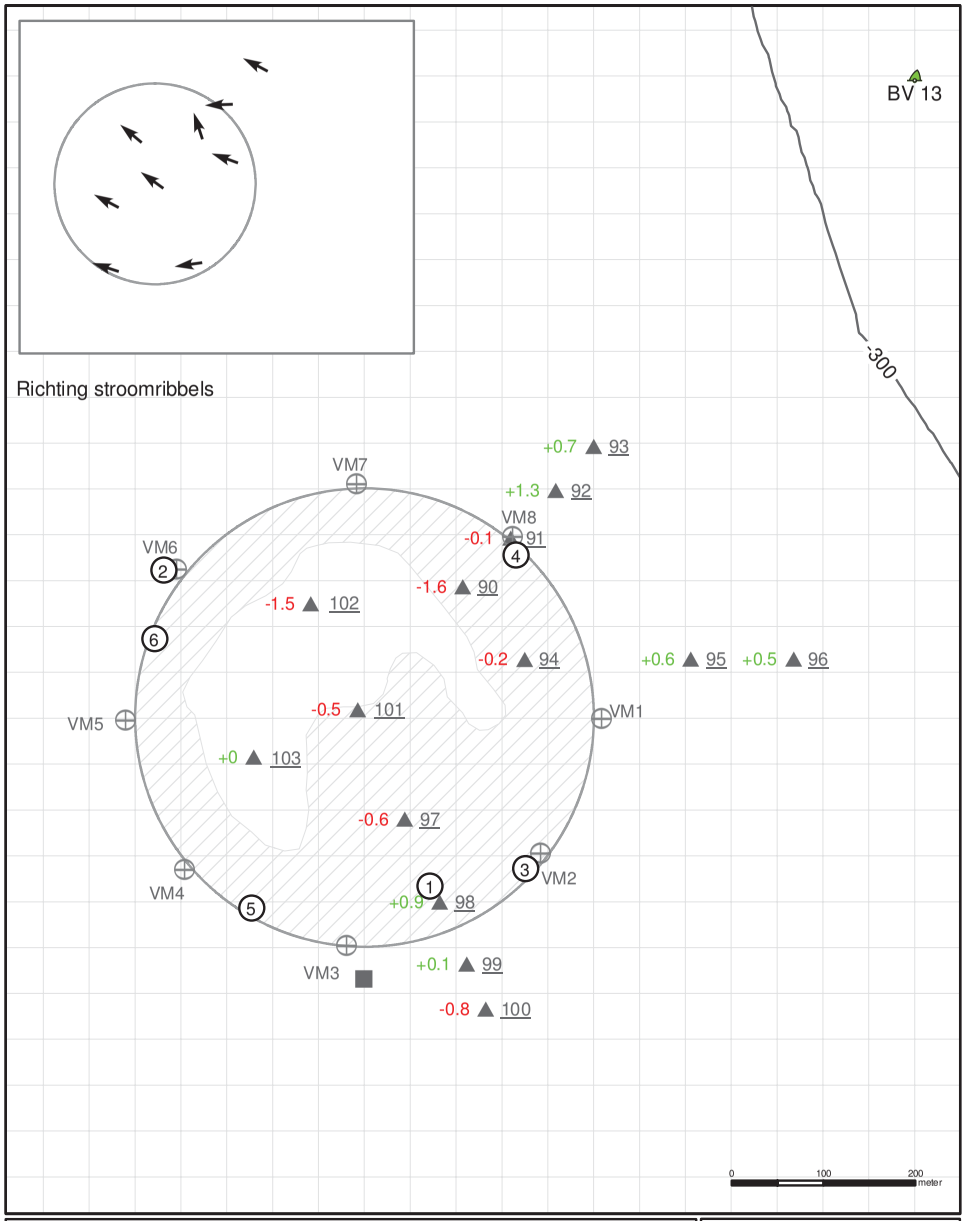
2. Foto punt 103 toont forse stroomribbels, verzoorzaakt door hoge dynamiek.

   Aan de noordkant komen op de suppletie regelmatig tapijtschelpen voor.

   Rondom punt 102 plofzand

3. Ten zuiden van de stippellijn komen vrijwel overal diatomeeën voor.

   VM1 12m zuidwaarts verplaats. Punt lag te dicht op meetraai (regelmatig omver gevaren)



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 1 april 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

13 mei 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Irv, Sytze en Mindert (Deltares)
Ronald Oostinga (DZL)

70% van de suppletie is gekoloniseerd door wadpieren (gearceerd in de afbeelding). De dichtheid varieert sterk: van 30 tot 800 exemplaren per m2. Op de suppletie zitten kleine wadpieren, alleen rond plot 97 zitten wat grotere exemplaren. Op de uitloop (sedimentatiezone) van de suppletie is de dichtheid van de wadpieren groter en komen er, naast vele kleine, ook grotere exemplaren voor. In het gebied rondom de suppletie, wat niet beinvloed is door sedimentatie, was lokaal ook een sterke toename van grote wadpierenhoopjes te zien.

Tussen de wadpieren ziijn ook regelmatig kokerwormen en wadslakjes waargenomen.

(3) Over de gehele suppletie komen verspreid plukjes wier voor, waaronder draad- en darmwier. Tussen VM2-VM5 komen de plukjes in grotere aantallen voor.

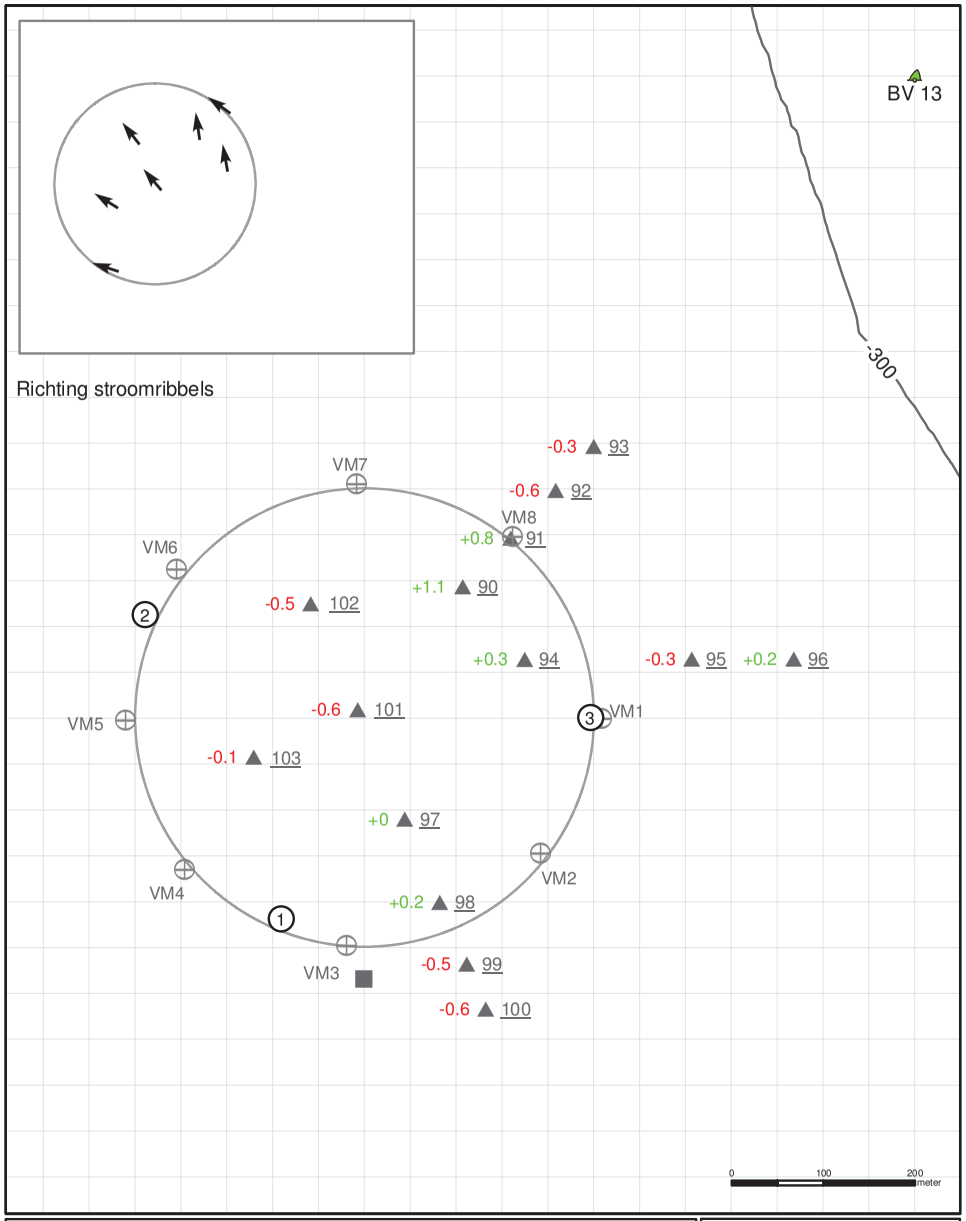
(5) 8 mosselen waargenomen. Deze zaten voor 2/3 ingegraven in het zand.

(6) Verspreid voorkomen levende kokkels.

Rond plot 102 plofzand

Slijpgeul is stabiel.

Tussen plot 101 en 102 grotere stroomribbels



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 13 mei 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

10 juni 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Tom Ysebaert, (NIOO), Leo Zwarts (Altenburg en Wiebenga)
Eric van Zanten, Dick de Jong, Dirk van Maldegem (DZL)

Het verspreidingsgebied van de wadpieren is gelijk aan vorig bezoek. De aantallen variëren sterk, van 32 m2 bij punt 103, tot 720m2 bij punt 98.

Gammarus waargenomen bij punt 91, 94 en 100

Het zand is nu in de zomermaanden een stuk minder in beweging. Dat er nog wel enig transport is laat foto 2 zien. Hier ligt vers zand bovenop het talud welke eerder met de ebstroom is meegenomen en tot hier (grens licht/donker) is neergelegd.

① De rand van de suppletie is overal bedekt met plukken wier. Tussen VM2 en VM5 ligt de bedekkingsgraad van het wier aanzienlijk hoger.

③ Bij VM1 liggen in de sedimentatiezone Japanse Oesterbanken waarop zand wordt ingevangen.

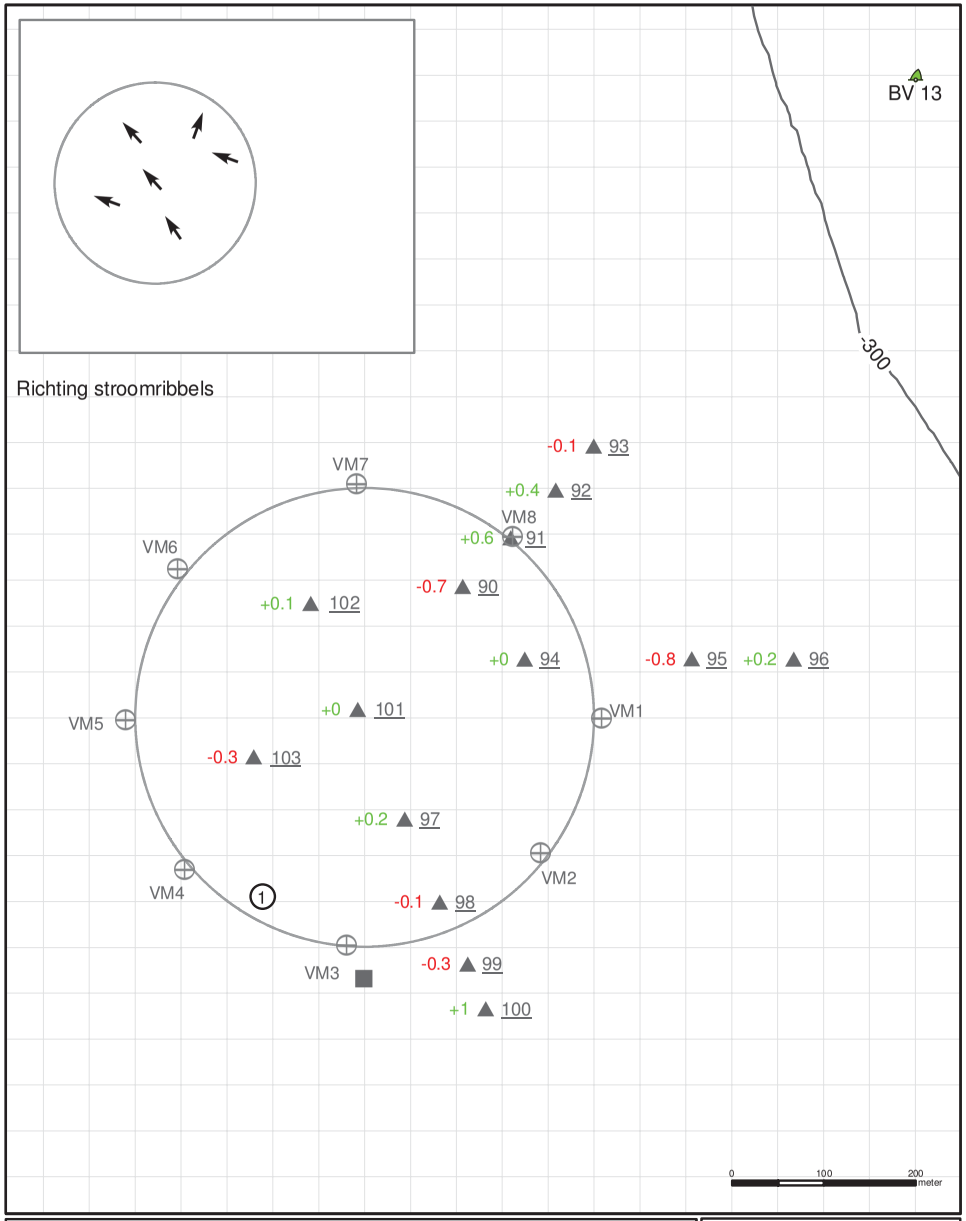
Visuele inspectie Galgeplaat

22 juli 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: 3 (NIOO)

① Tussen vm3 en vm4 vormt zich zo'n 25 m van de suppletierand een lage zandrug.



⊕ Visuele markering

■ ARGUS (Video Monitoring)

⑤ Waarnemingen

▲ SE

+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 13 juni 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

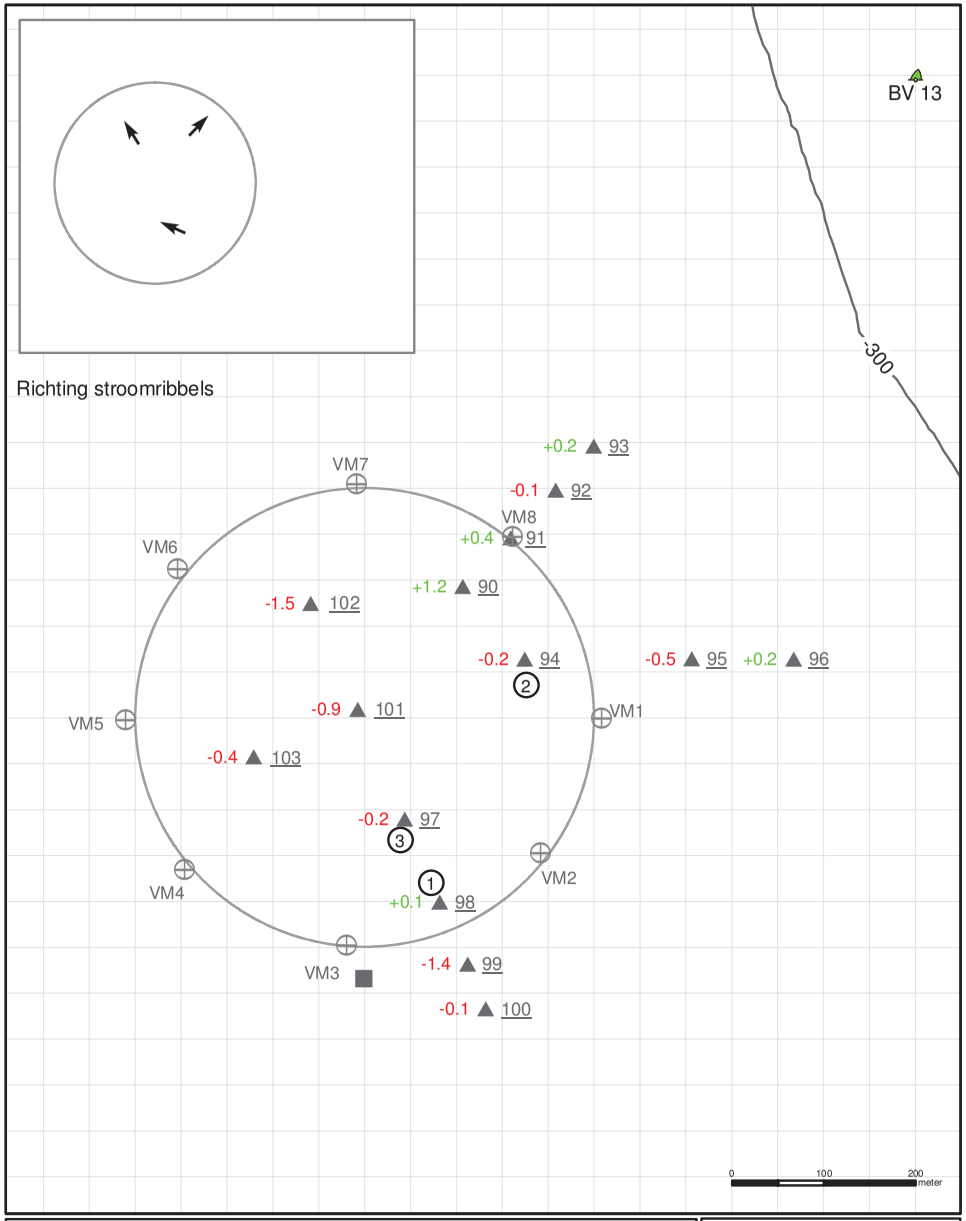
Visuele inspectie Galgeplaat

12 augustus 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

(1) Rondom de punten 97/98 toont de bodem het karakteristieke "wadpieren profiel".

(2) Bij punt 94 en punt 97 is actief gezocht naar schelpdierbroed (zoekgebied 1m2). Bij punt 94 zijn
(3) 2 juveniele kokkels gevonden . Bij punt 97 waren er meer jonge schelpdieren: 8 kokkels en 1 tapijtschelp.



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
(5) Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 22 juli 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

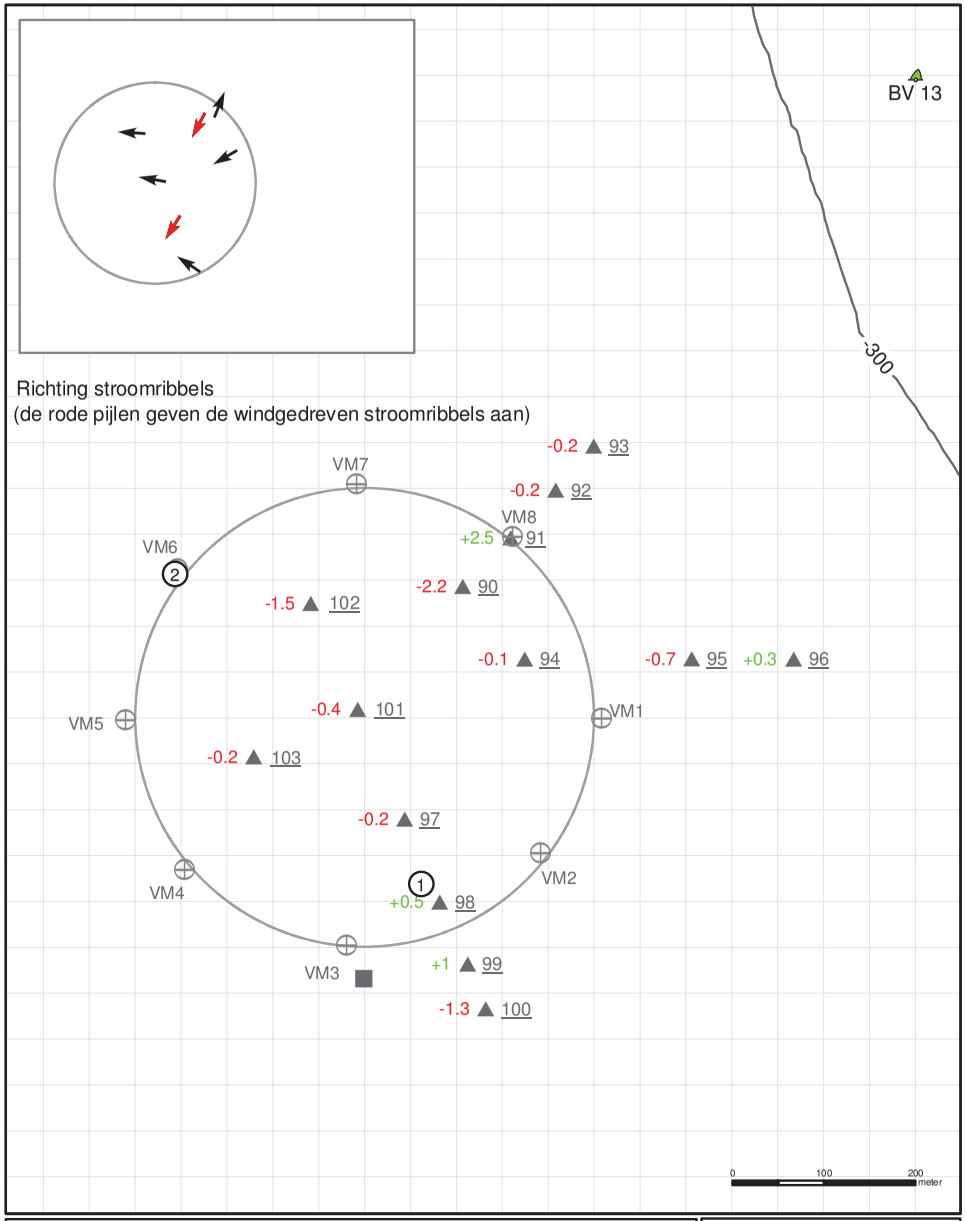
17 september 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

① Jonge schelpdieren bij punt 98 (1m2). Bij punt 103 zijn 3 volwassen kokkels, 1 juveniel en 2 mossels aangetroffen.

De grens waar de wadpieren voorkomen in het midden van de suppletie schuift op naar het noorden. Tot enkele meters na punt 102 komen er (kleine) wadpieren voor. De aantallen zijn laag (4 m2).

② Op de rand van de suppletie tussen VM5 en VM6 zijn grote stroomribbels te zien veroorzaakt door de vloedstroom.



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 12 augustus 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

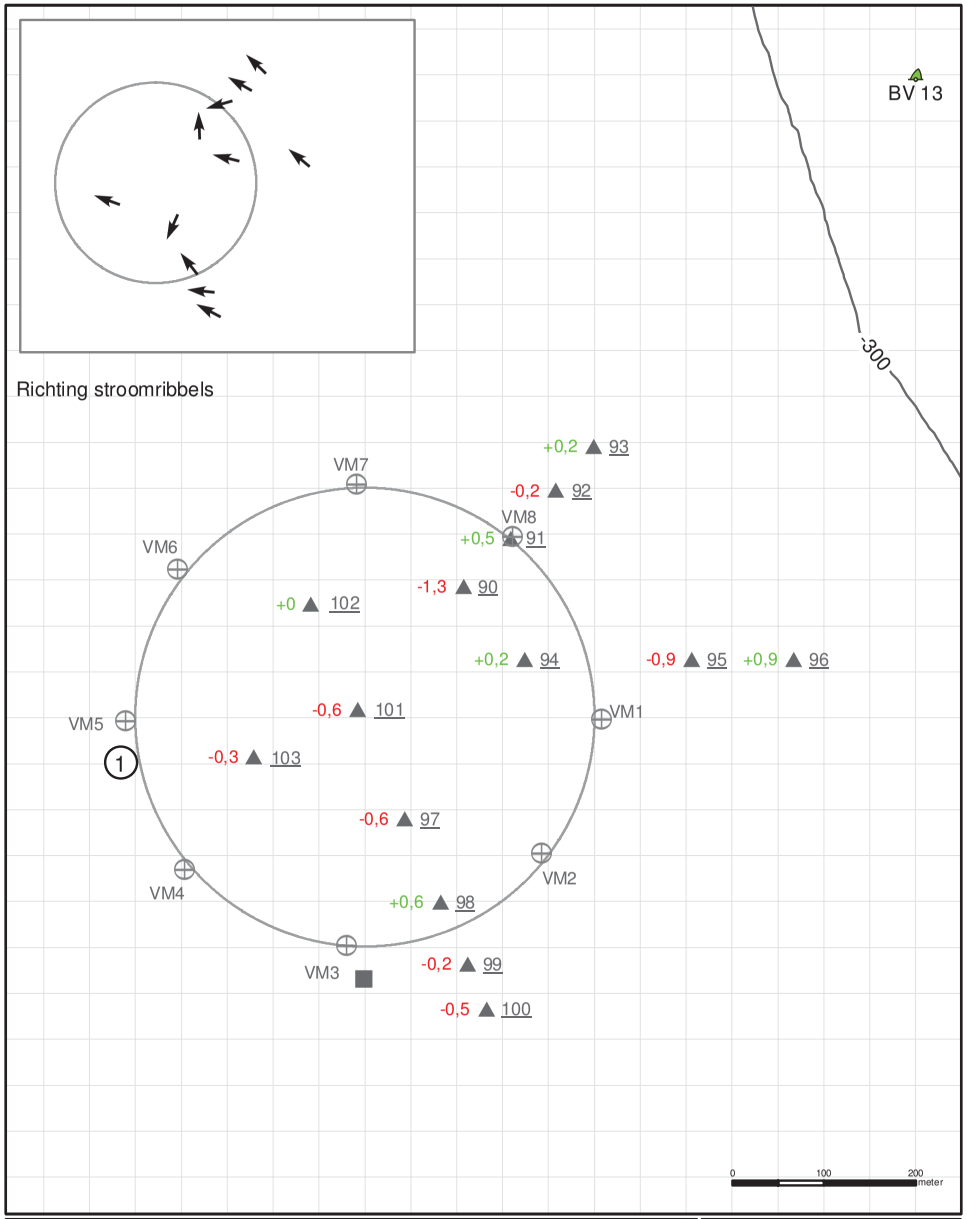
Visuele inspectie Galgeplaat

21 oktober 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

① Bij de afwatering van de suppletie vindt zandtransport plaats. Op de foto (rand en uitloop suppletie) bij VM5 is dit goed te zien. Het transport op dit punt is in westelijke richting. Op de dag zelf en de dagen voor de inspectie heeft er een stevige oostenwind gestaan. Vermoedelijk is dit zandtransport in westelijke richting ontstaan door de (oostelijke) windgedreven stroming.

De hoogte van alle topbuizen van de Sedimentatie/Erosie plotjes zijn opnieuw ingemeten, en de plotjes zijn ook weer vastgelegd op foto.



⊕ Visuele markering

■ ARGUS (Video Monitoring)

⑤ Waarnemingen

▲ SE

+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 17 september 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

18 november 2009

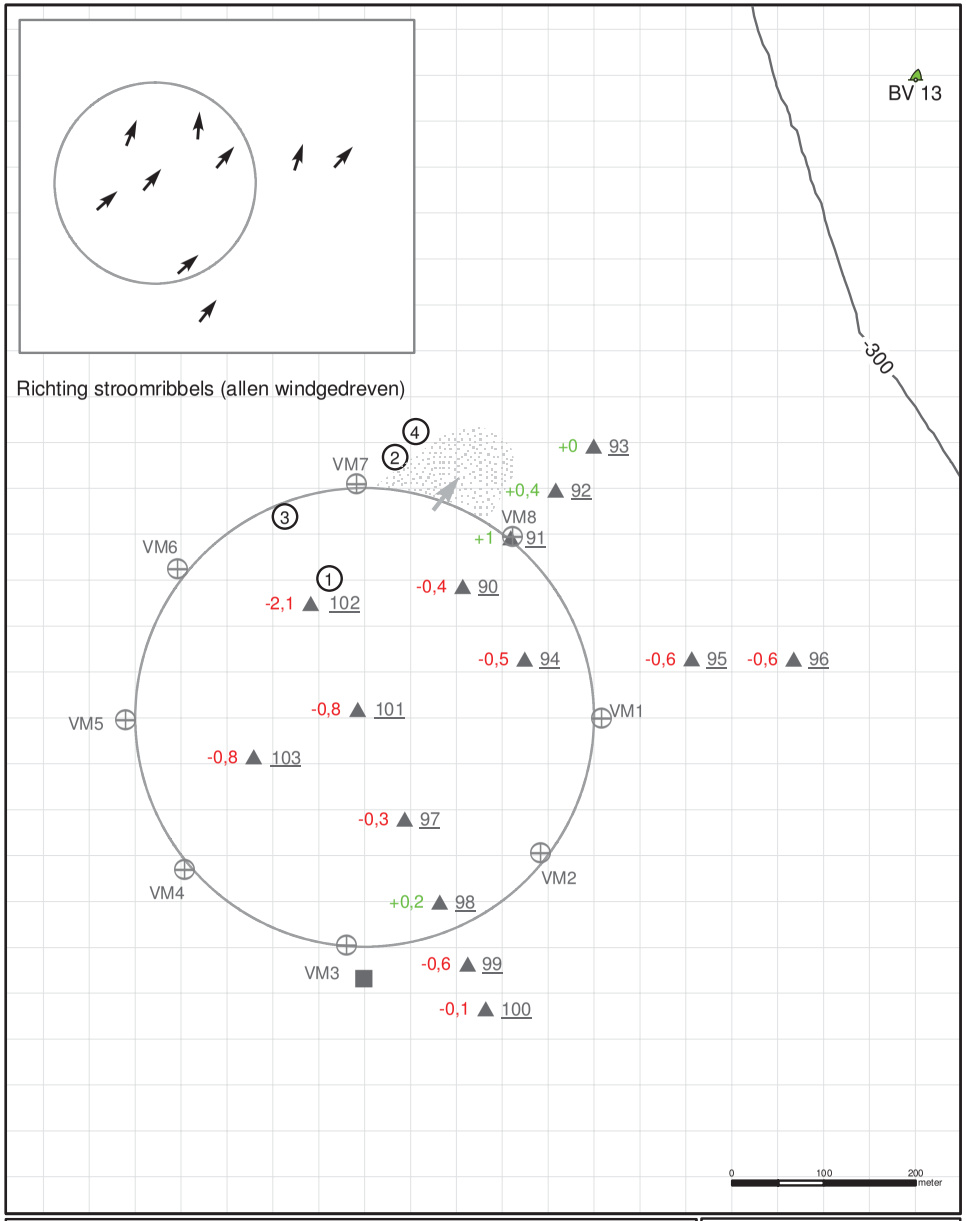
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Jan de Bel (DZL), 4 * Deltares

Inspectie met een stormachtige zuidwesten wind kracht 8. Rond laagwater kwam eolisch zandtransport op de suppletie op gang ten noorden van de lijn VM4-VM8. Foto 2 toont wier op 30m buiten de suppletie bedekt met een laag zand. Foto 4, op 50m afstand van de suppletie genomen, is duidelijk het neergeslagen zand te zien. P:\Suppletie Galgeplaat\fotos\divers\2009-11-18_Eolisch zandtransport.avi geeft een beeld van het zandtransport.

(1) Nieuw soort (zandtransport)ribbels waargenomen, op plaatsen waar meestal normale stroomribbels te zien waren, waren nu vormen te zien zoals op foto 1. Waarschijnlijk gevormd op moment dat er nog een klein laagje water op stond met flinke wind erover heen.

Kleine stukjes van de stortrand van de suppletie zijn zichtbaar geworden tussen VM4 en VM5.



⊕ Visuele markering

■ ARGUS (Video Monitoring)

⑤ Waarnemingen

▲ SE

+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 21 oktober 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

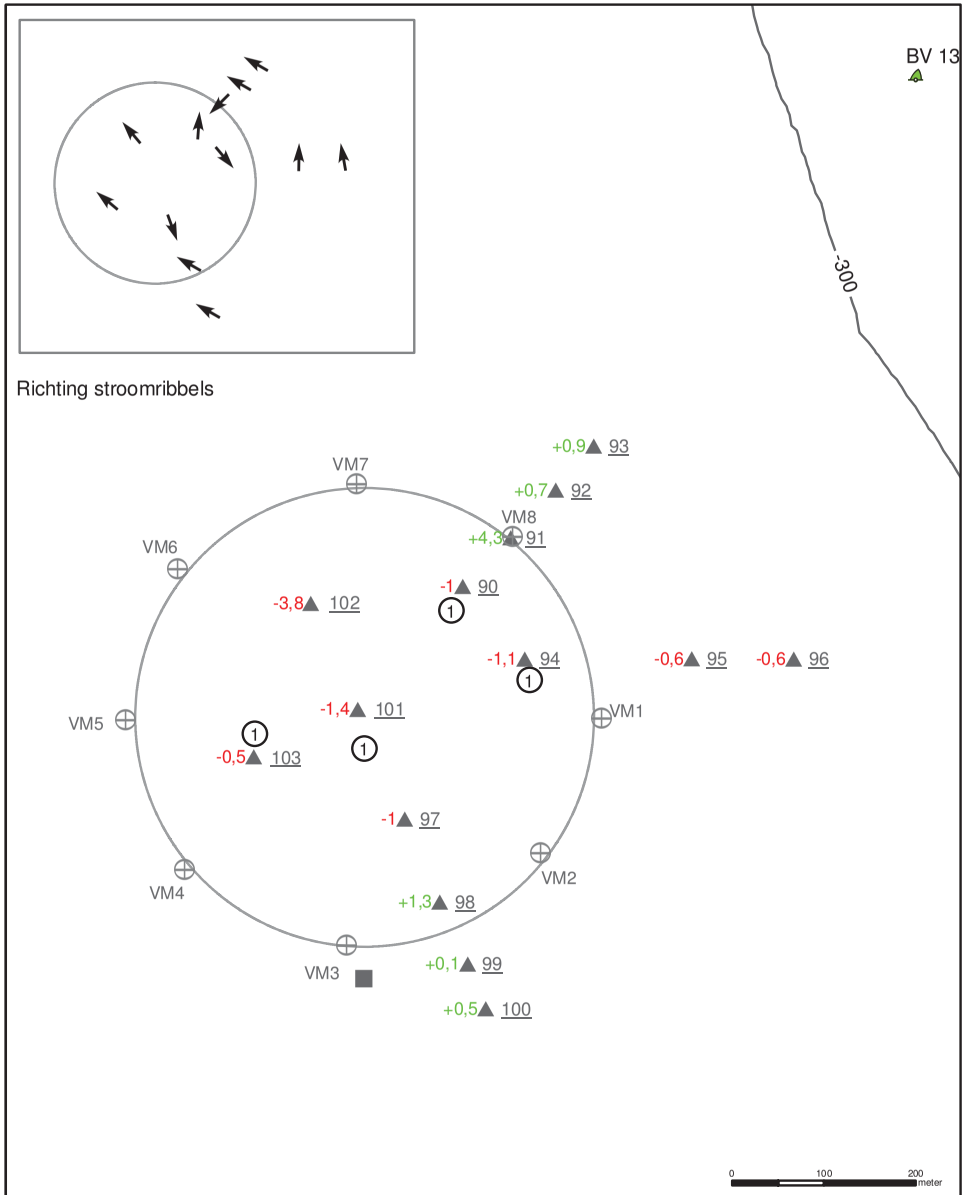
Visuele inspectie Galgeplaat

16 december 2009

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

① Verspreidt over de suppletie kwamen op een aantal locaties grote aantallen wormen voor (kokerwormen of jonge wadpieren?)

Richting stroomribbels



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 18 november 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

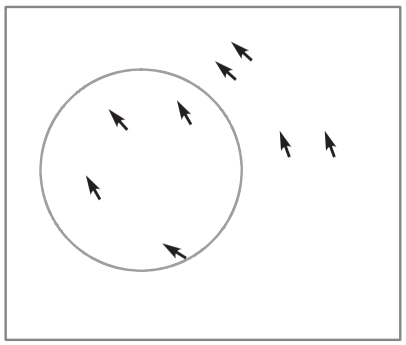
20 januari 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

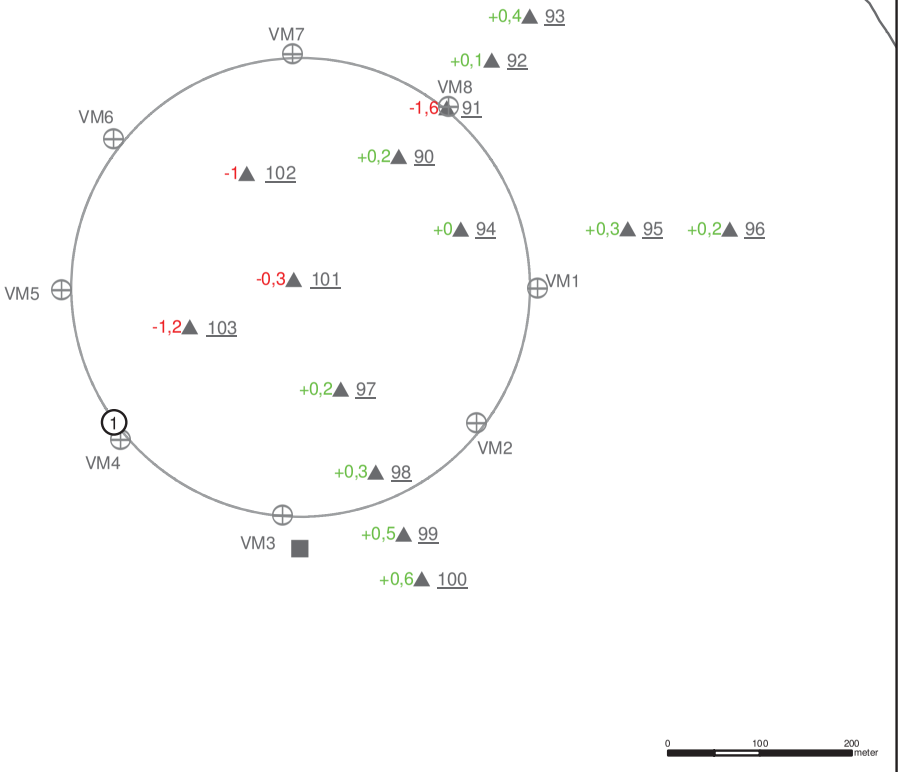
Gasten: Jasper Dijkstra (Deltares)

① De rand van de suppletie bevat naast de slijpgeul bij VM4 een aantal plekken met drijfzand.

De apparatuur van de ARGUS is gereset. Er worden weer beeldopnamen gemaakt.



Richting stroomribbels



⊕ Visuele markering

■ ARGUS (Video Monitoring)

⑤ Waarnemingen

▲ SE

+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 16 december 2009

Visuele inspectie Galgeplaat

N

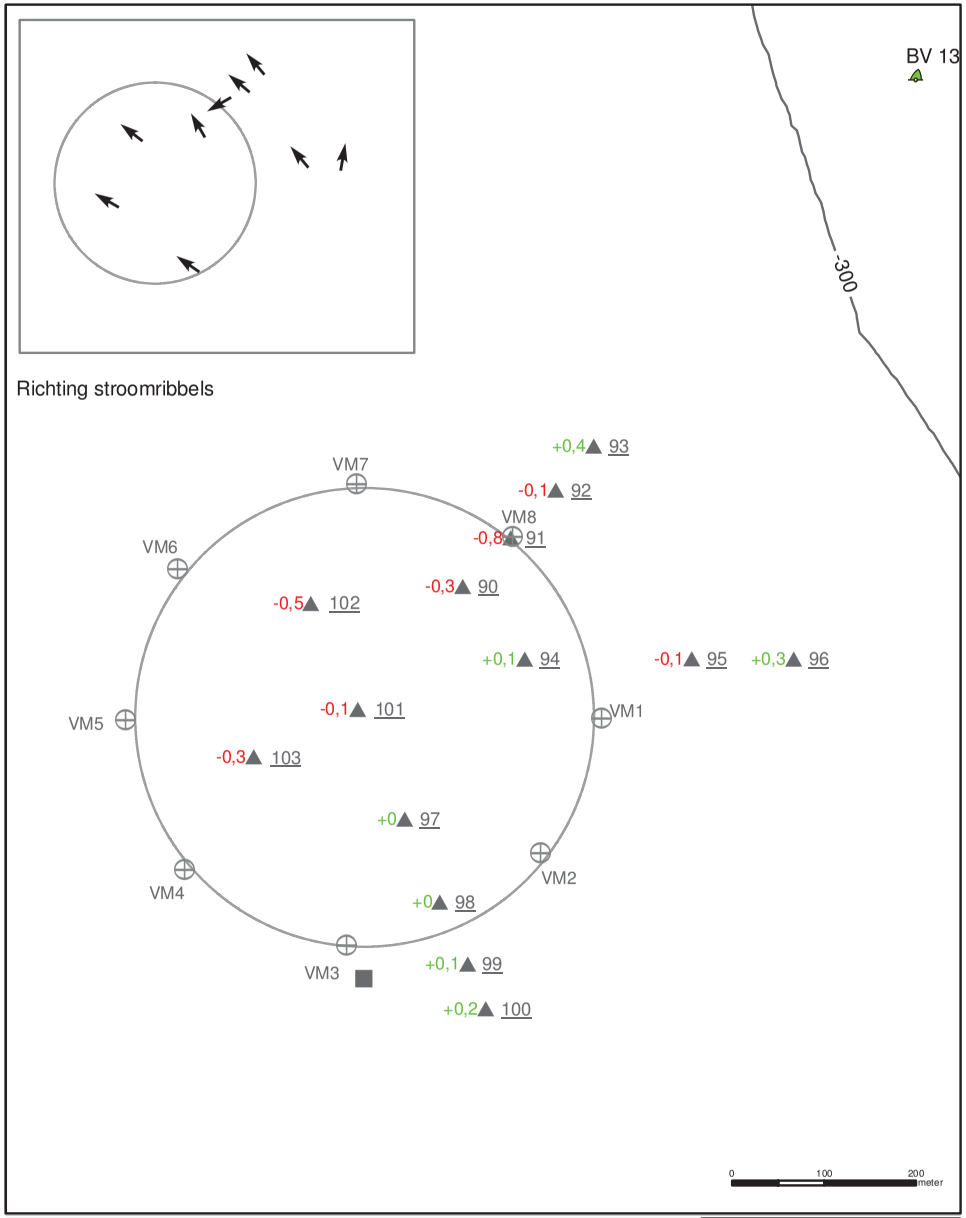
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

17 februari 2010

Waarnemingen: E. Parée en O. Sinke

Er zijn geen opmerkingen.

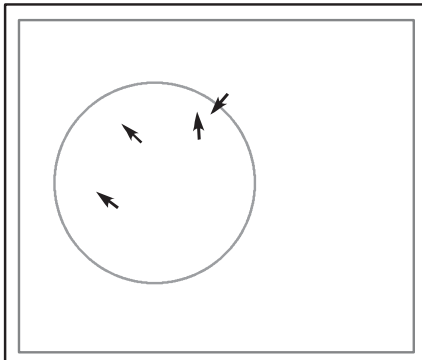


Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 20 januari 2010

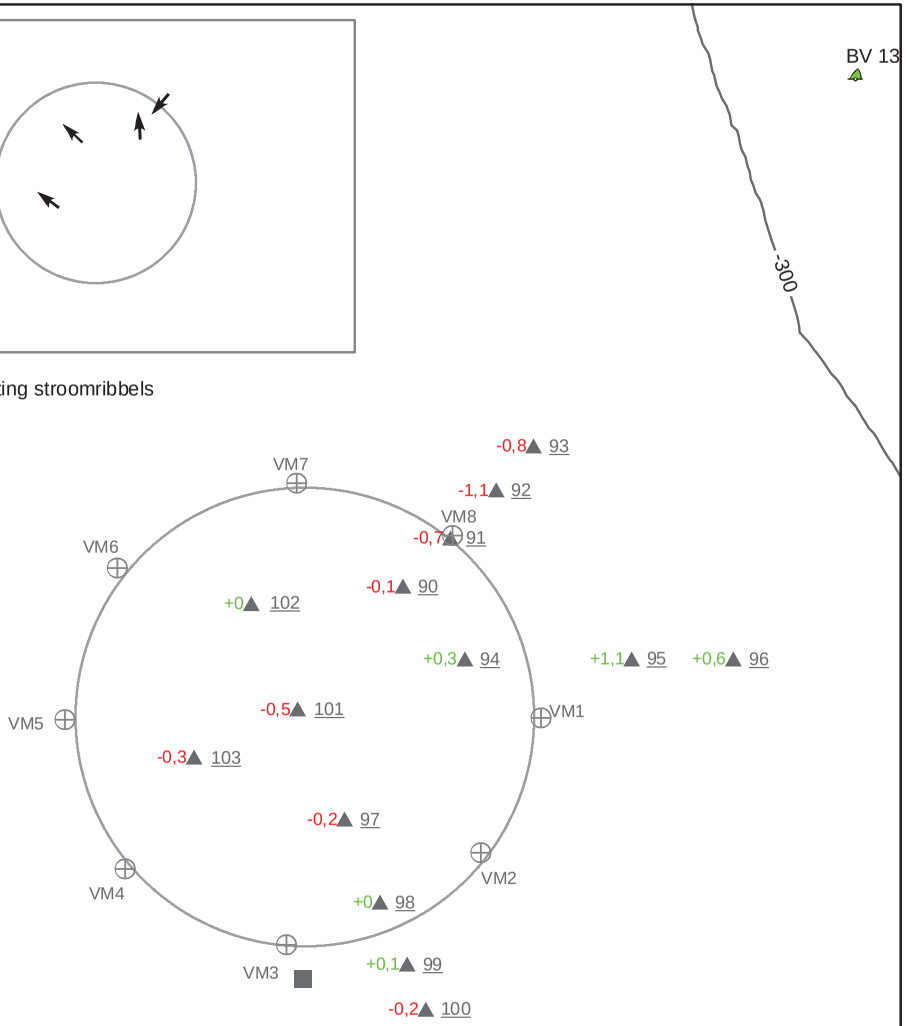
Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst



Richting stroomribbels



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 17 februari 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

17 maart 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Ben de Winder (DZL), Jasper Dijkstra (Deltares)

De activiteiten van de diatomeeën nemen weer toe. Op de suppletie zelf alleen in het Z/ZW, maar op de rand en de sedimentatiezone van de suppletie komen de diatomeeën overal voor.

De suppletierand is behoorlijk afgevlakt en minder duidelijk zichtbaar.

Het karakteristieke 'wadpierenprofiel' was al aanwezig in het Z/ZW van de suppletie, nu is deze ook zichtbaar op de rand en uitloop van de suppletie vanaf VM3 t/m VM6.

VM5 17 feb 2010

VM5 17 mrt 2010

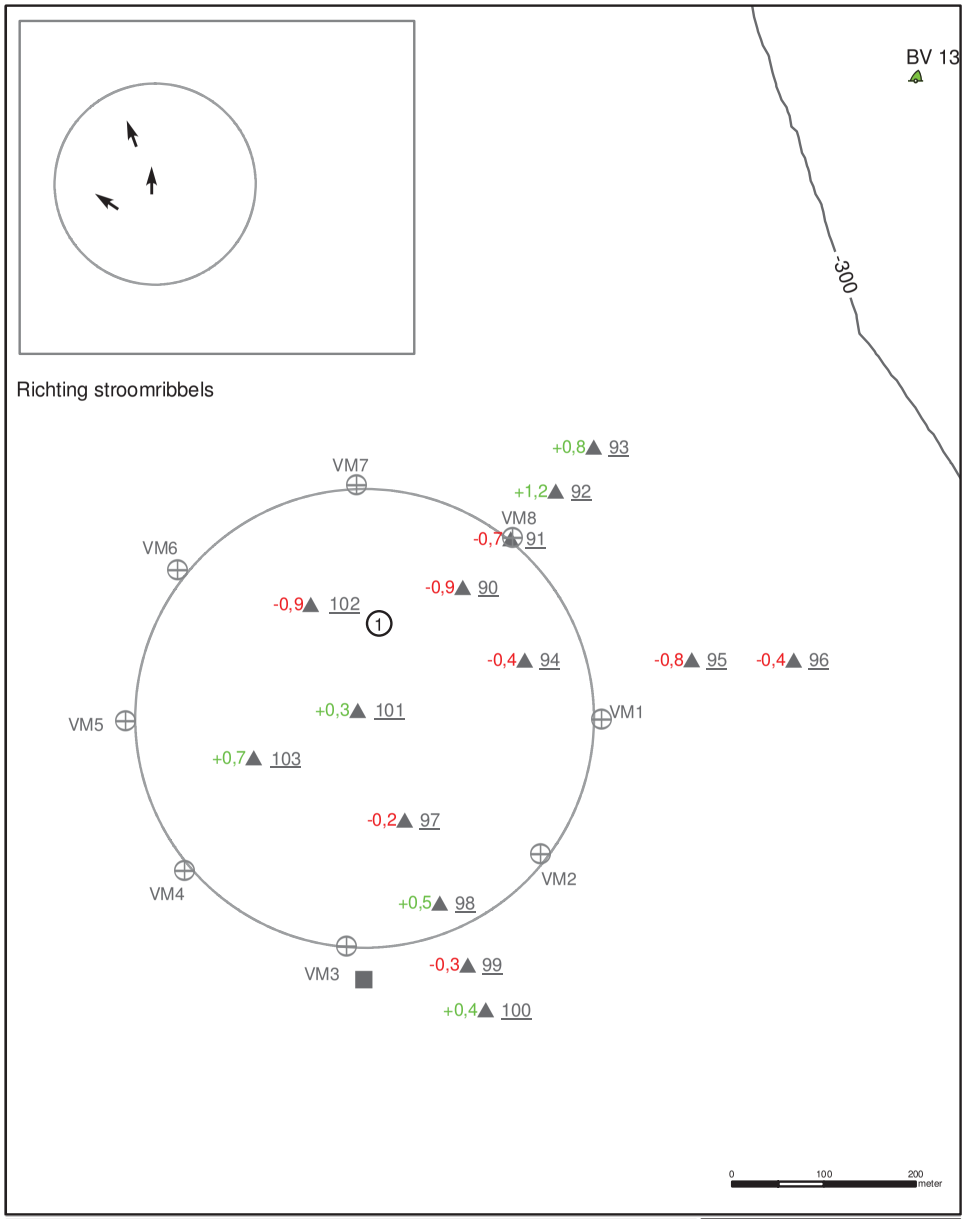
Visuele inspectie Galgeplaat

14 april 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Eric van Zanten (DZL), 8* NIOO

(1) Zo te zien hebben hier vogels gefourageerd, en dat in het hooggelegen hoogdynamische deel waar weinig of geen bodemdieren lijken te zitten. Of de vogel iets heeft kunnen vinden is een tweede...



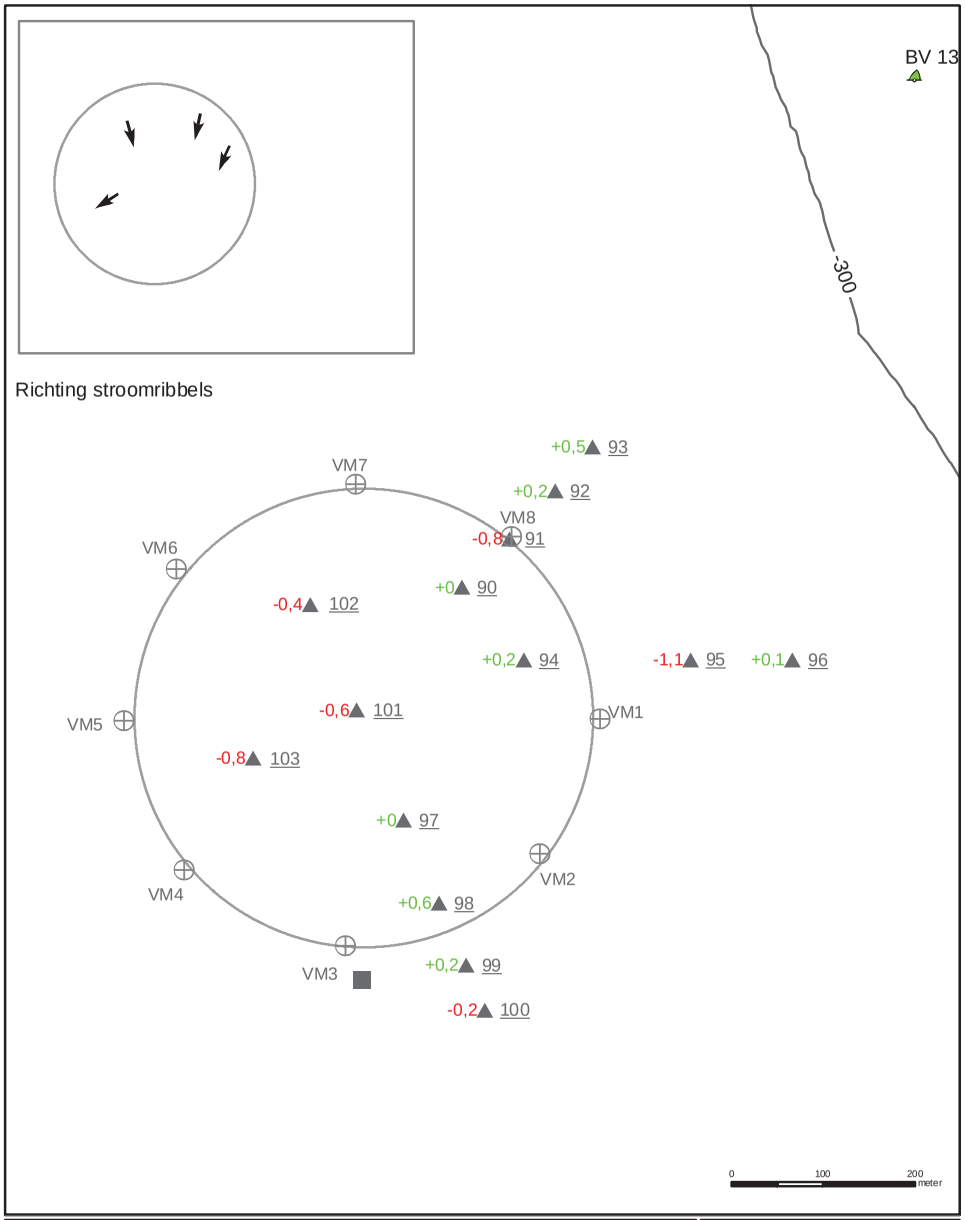
Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
(5) Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 17 maart 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Richting stroomribbels



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 14 april 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

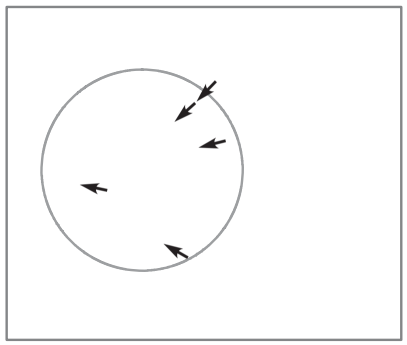
Visuele inspectie Galgeplaat

12 mei 2010

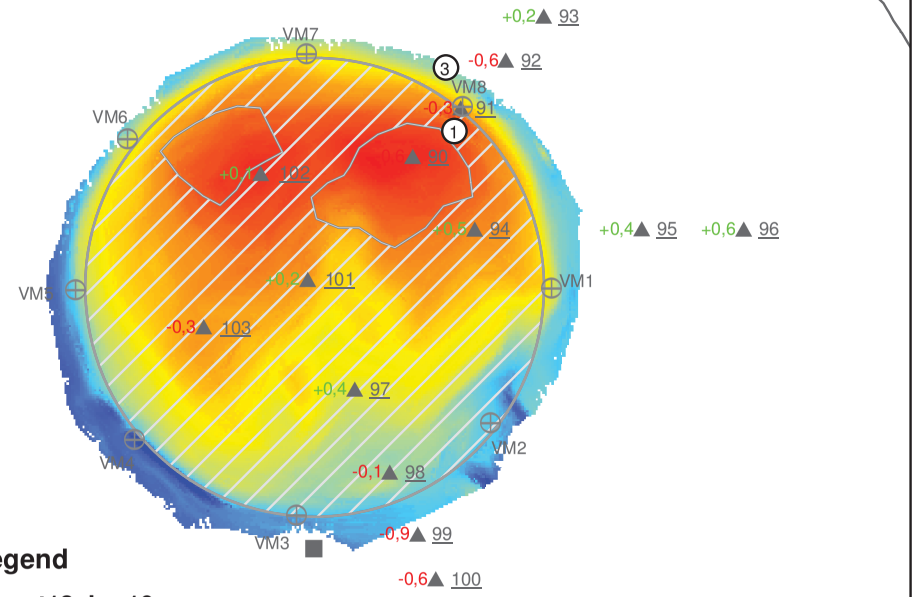
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: 2 studenten HZ, 2* Grontmij

Geen opmerkingen



Richting stroomribbels



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 12 mei 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

16 juni 2010

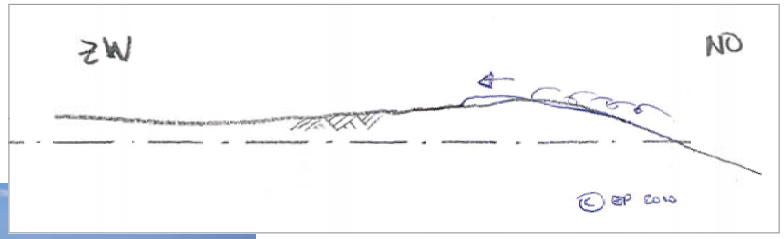
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Dick de Jong, Fred Twisk, Robert Jentink, Lia Walburg (DID)
2* Grontmij, 2* Bureau van der Goes en Groot

De randen van de suppletie zijn bedekt met plukjes wier. Tussen 101 en 102 is er een gebied bedekt met plukjes wier. Vorig jaar was er alleen wier op de randen van de suppletie.

Ongeveer 88% van de suppletie is gekoloniseerd door wadpieren (gearceerd in de afbeelding). De dichtheid varieert sterk: van 20 tot 216 exemplaren per m2. Bij 102 is er voor het eerst een klein aantal (kleine) wadpieren waargenomen. Rondom punt 103 is een sterke toename van het aantal wadpieren te zien.

Op foto 2 (gezien vanaf de suppletierand) is te zien hoe een oesterveldje (30 m vanaf suppletierand) zand invangt.



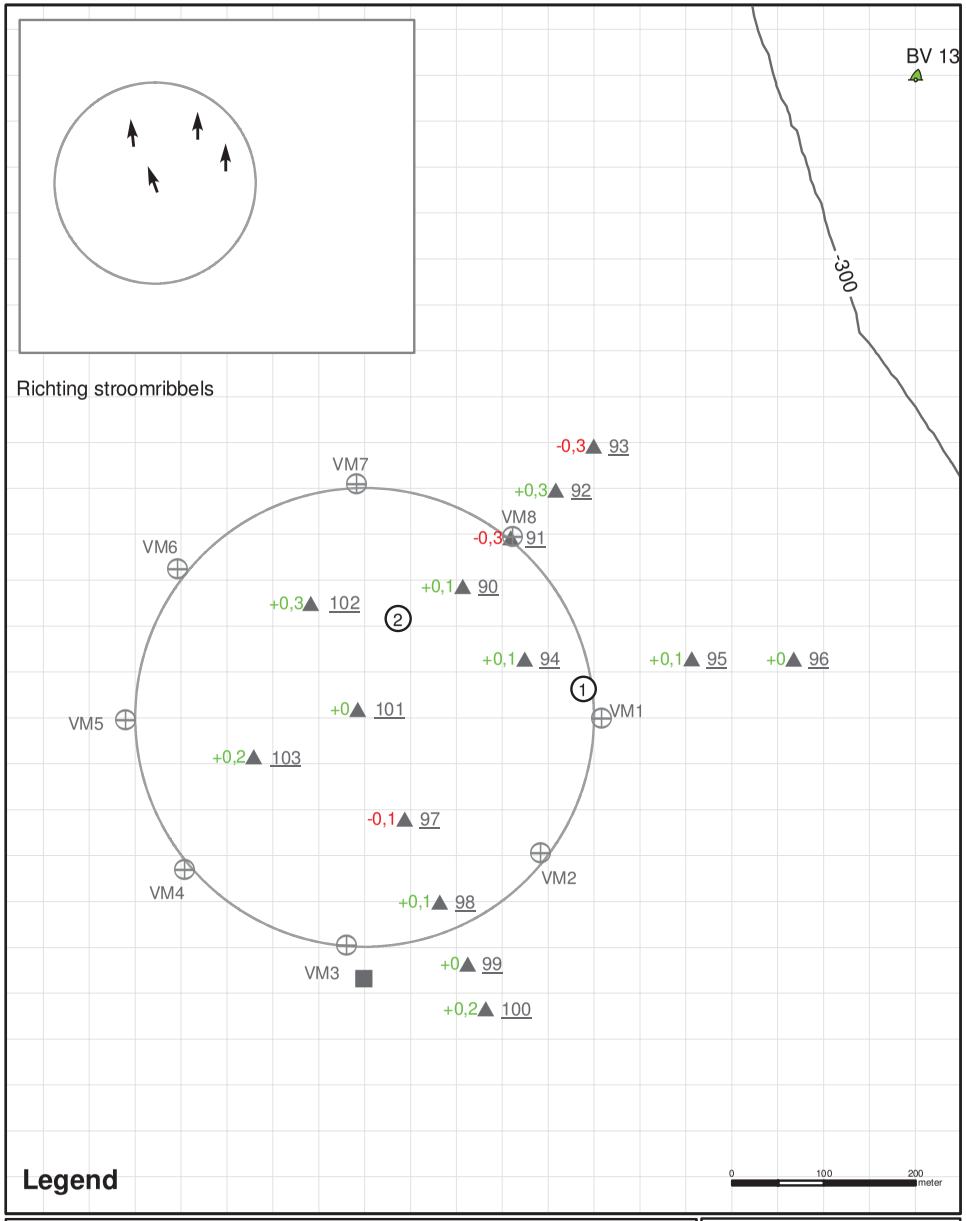
Op foto 1 is te zien dat een zandrugje is gevormd. Bijzondere is dat deze rug aan de NO-rand van de suppletie ligt (komt weinig voor, normaal alleen aan (zuid)westrand gelegen. Door aanhoudende wind uit het NO is het zand weer terug op de suppletie geworpen. Op de foto komen hoogteverschillen slecht over. Daarom is de figuur toegevoegd waar de vorm en de procesvorming wordt geschetst.

Visuele inspectie Galgeplaat

14 juli 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: 6* NIOO



① Het reliëf op de rand en uitloop van de suppletie wordt gevormd door de wadpieren en sluit hier naadloos aan op de omgeving.

② Op het hogere gedeelte van de suppletie zijn tussen de stroomribbels kleine wadpierenhoopjes waargenomen.

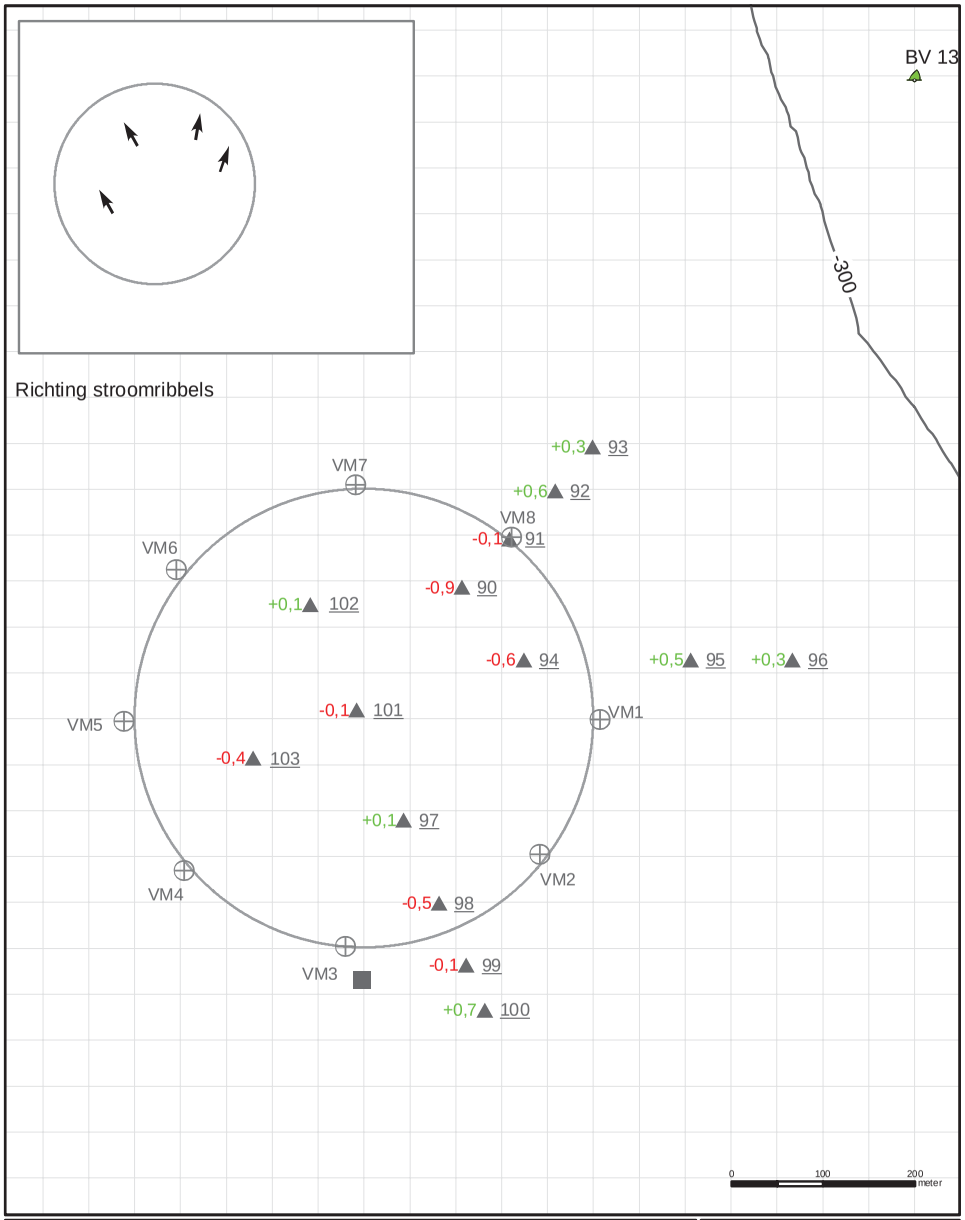
Visuele inspectie Galgeplaat

12 augustus 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Fred Twisk

Op de suppletie komt de zandkokerworm/zandpijp (Pygospio elegans) in grote dichtheden voor.



Visuele inspectie Galgeplaat

15 september 2010

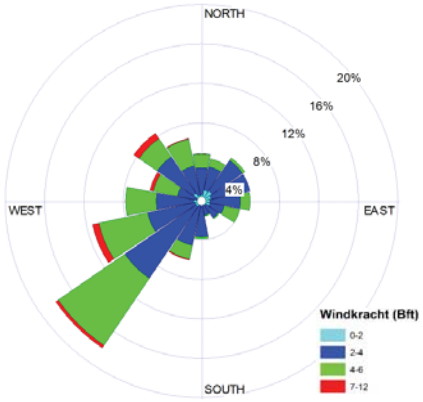
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: 2*Grontmij, Irv Elshoff (Deltares)

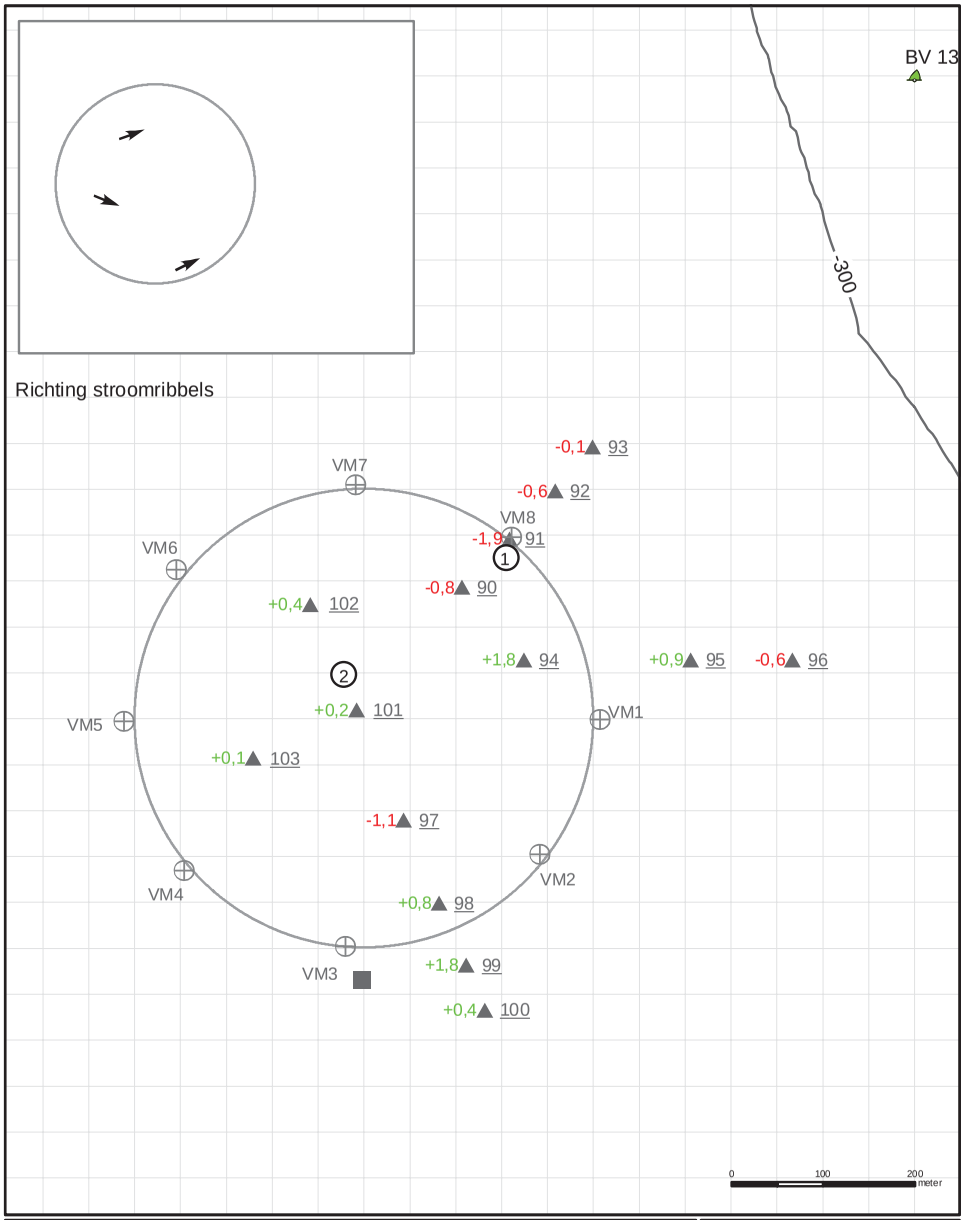
① Inspectie met een WZW wind kracht 6, rond laag water windkracht 7. Eolisch zandtransport kwam op gang net na laag water ten noorden van de lijn VM5 - pnt94.

② Pygospio elegans komt voor in grote hoeveelheden op verschillende plekken op de suppletie.

Veel kokkelbroed waargenomen, voornamelijk zuidkant suppletie.



Marollegat gem windsnelheid 12 aug t/m 15 sept 2010

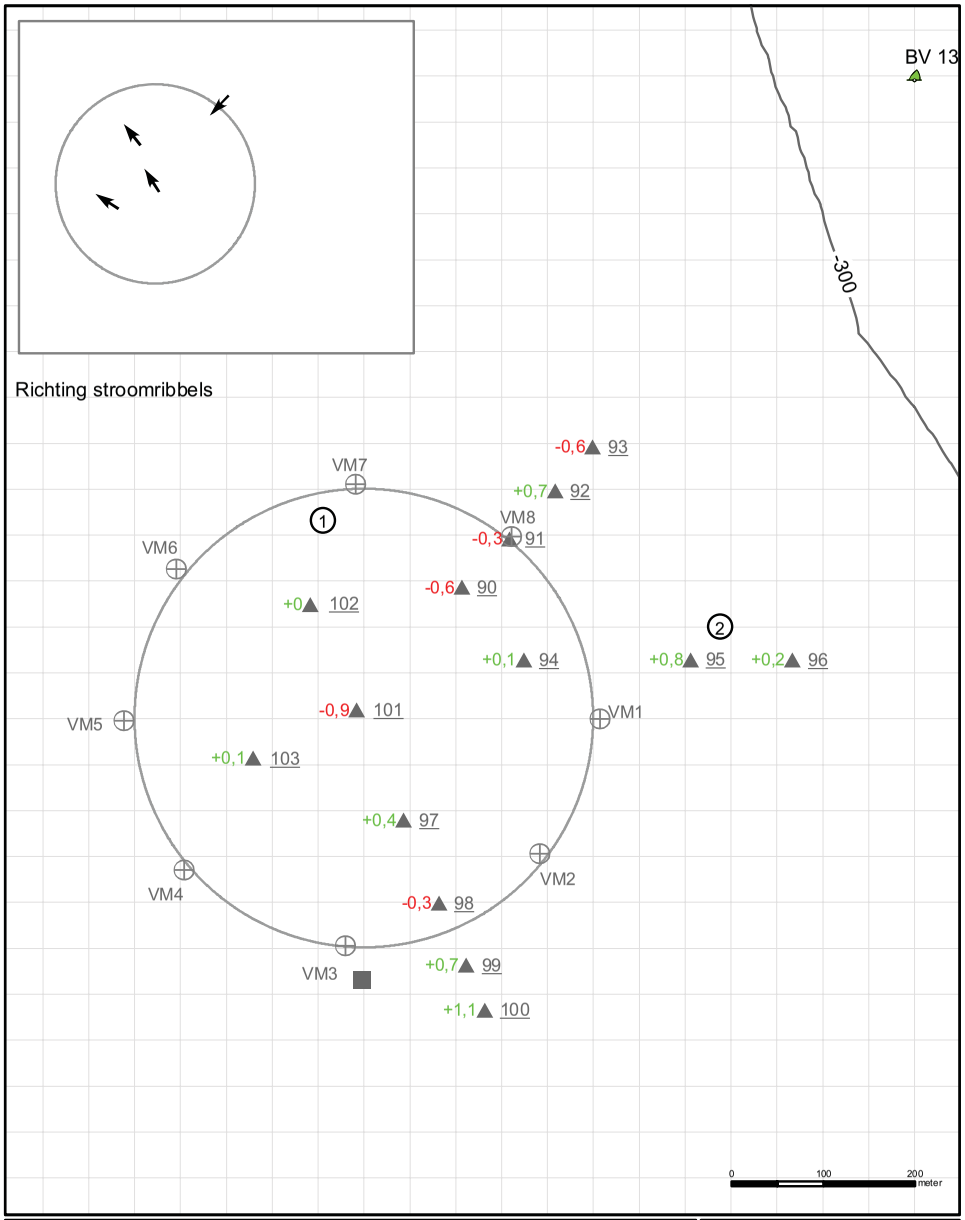


Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 12 augustus 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst



⊕ Visuele markering
■ ARGUS (Video Monitoring)
⑤ Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 15 september 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

13 oktober 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

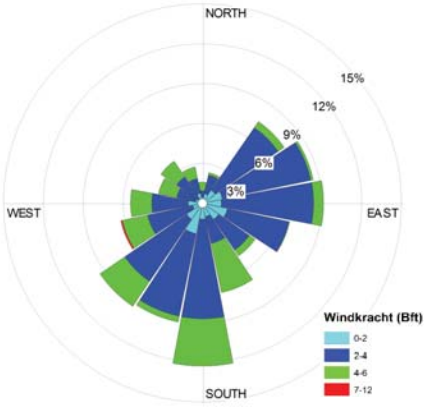
Gasten: Leen Dekker, Jan v't Westeinde, Rinie Snoep, Hans Poppe, Rienk Gene(Habitat Advies) , 4 pers. NIOO

Bij pnt91 zijn enkele vlokreeftjes aangetroffen op 4cm diepte (Corophium arenarium?)

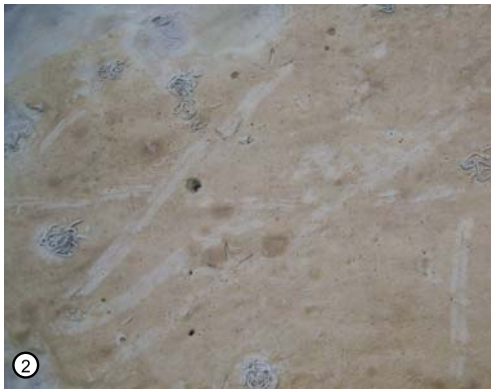
Alle plotjes zijn weer vastgelegd op de foto (P:\Suppletie Galgeplaat\FOTOS\Meetlocaties\Plotjes)

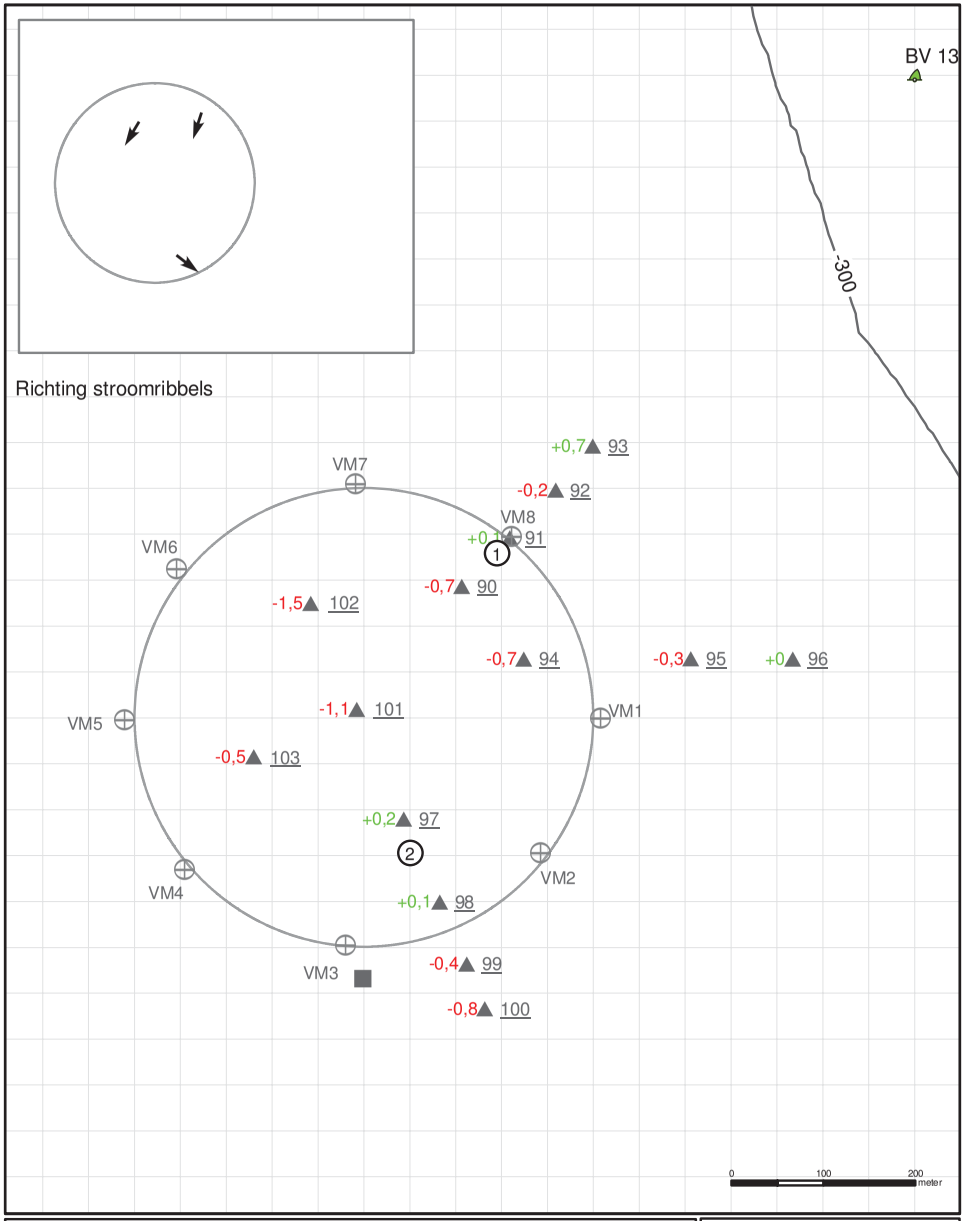
De najaarsbloei van de diatomeeën is in volle gang. Op de suppletie zijn groene en rood-bruine diatomeeënmatten aangetroffen.

Rond de punten 95 en 96 waren veel graassporen van harders zichtbaar.



Marollegat gem windsnelheid 15 sept t/m 13 oktober 2010





Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 13 oktober 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

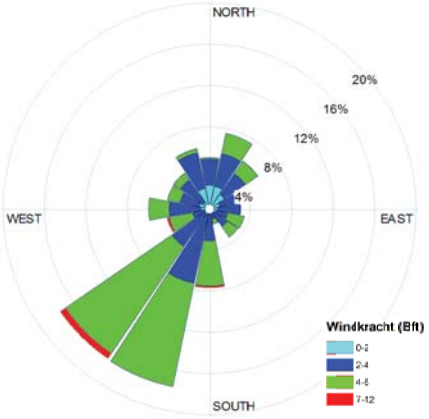
10 november 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: 2*Grontmij

(1) Bij pnt91 zijn enkele vlokreeftjes aangetroffen op 4cm diepte (gedetermineerd als Corophium arenarium)

(2) Op verschillende plaatsen rondom de punten 97/98 troffen we het resultaat van spawning activiteiten van de wadpier aan. De wadpier is met 2 jaar geslachtrijp en gaat zich vanaf dan 1 keer per jaar voortplanten. Er zijn 2 perioden waarin dit kan gebeuren: augustus-september of november. De vrouwtjes leggen eerst eitjes onderin de leefgang en geven feromonen af aan het water waardoor de mannetjes worden geactiveerd. Het spawnen gebeurt net na laag water. De mannetjes geven dan hun spermacellen af in het weinige water dat nog aanwezig is. Het opkomende water zorgt voor het beschikbaar komen van het sperma voor de eicellen. Het is bijzonder dat dit is waargenomen omdat het maar enkele dagen per jaar plaatsvindt.



Marollegat gem windsnelheid 13 oktober t/m 10 november 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

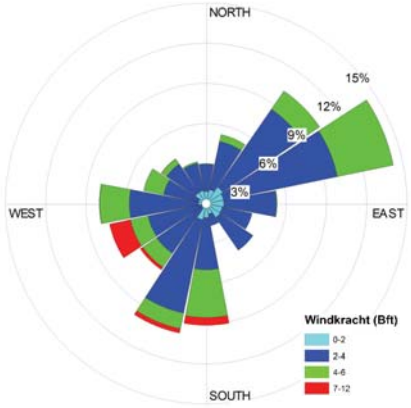
15 december 2010

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

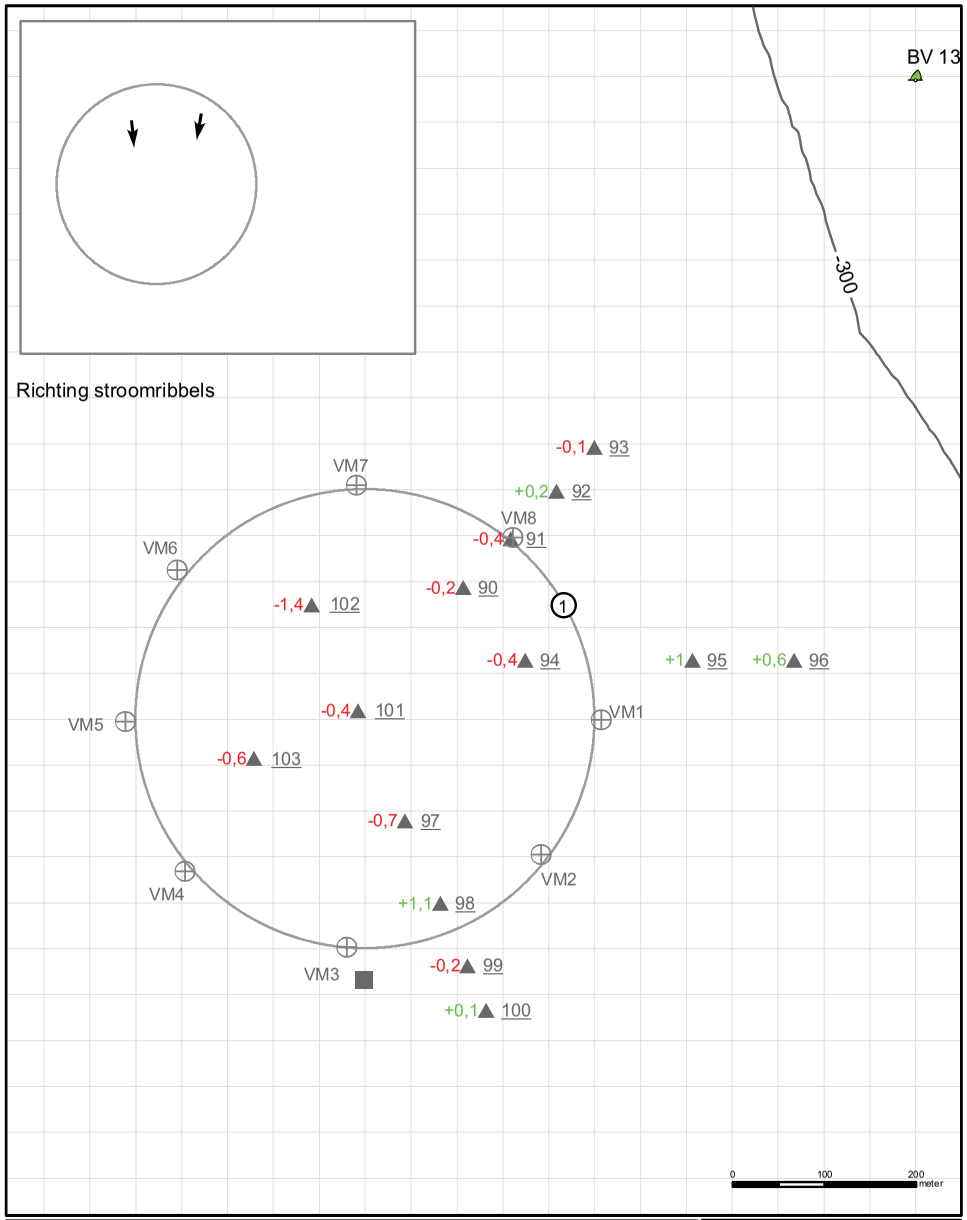
Gasten: -

De wind is in deze periode wat in kracht toegenomen, gedurende 3 dagen heeft er harde wind kracht 7 Bft gestaan.

(1) De oesters die op deze plek naast de suppletie liggen zijn nu (deels geheel) bedekt door zand wat van de suppletie afkomstig is.



Marollegat gem windsnelheid 10 november t/m 15 december 2010

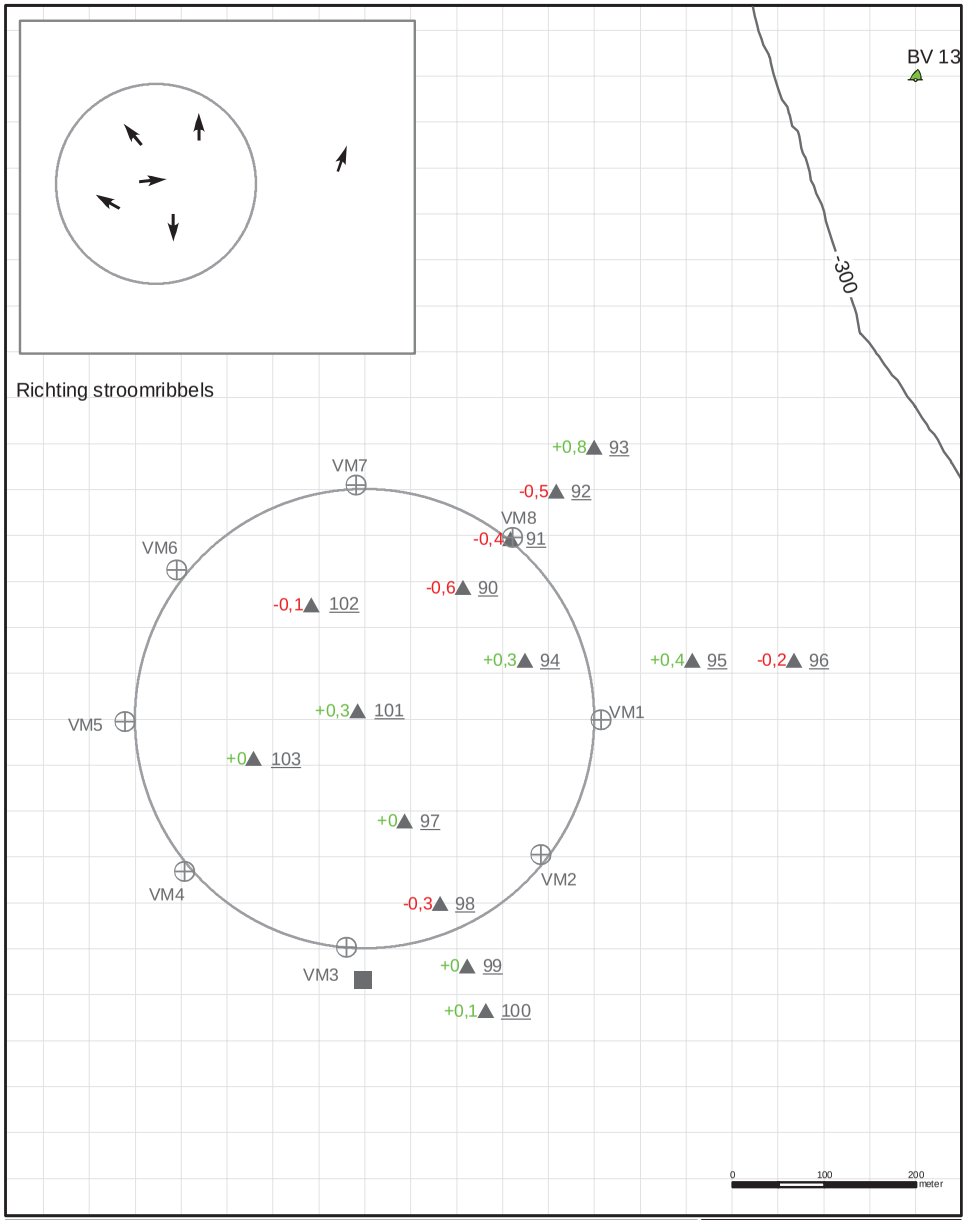


Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
(6) Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 10 november 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
5 Waarnemingen
▲ SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 15 december 2010

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

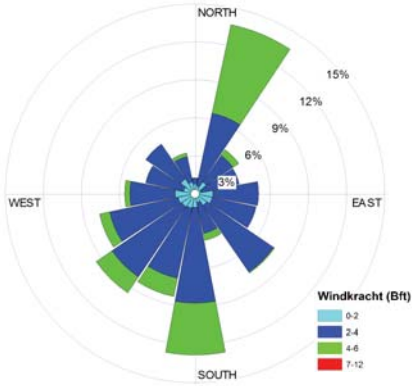
Visuele inspectie Galgeplaat

7 januari 2011

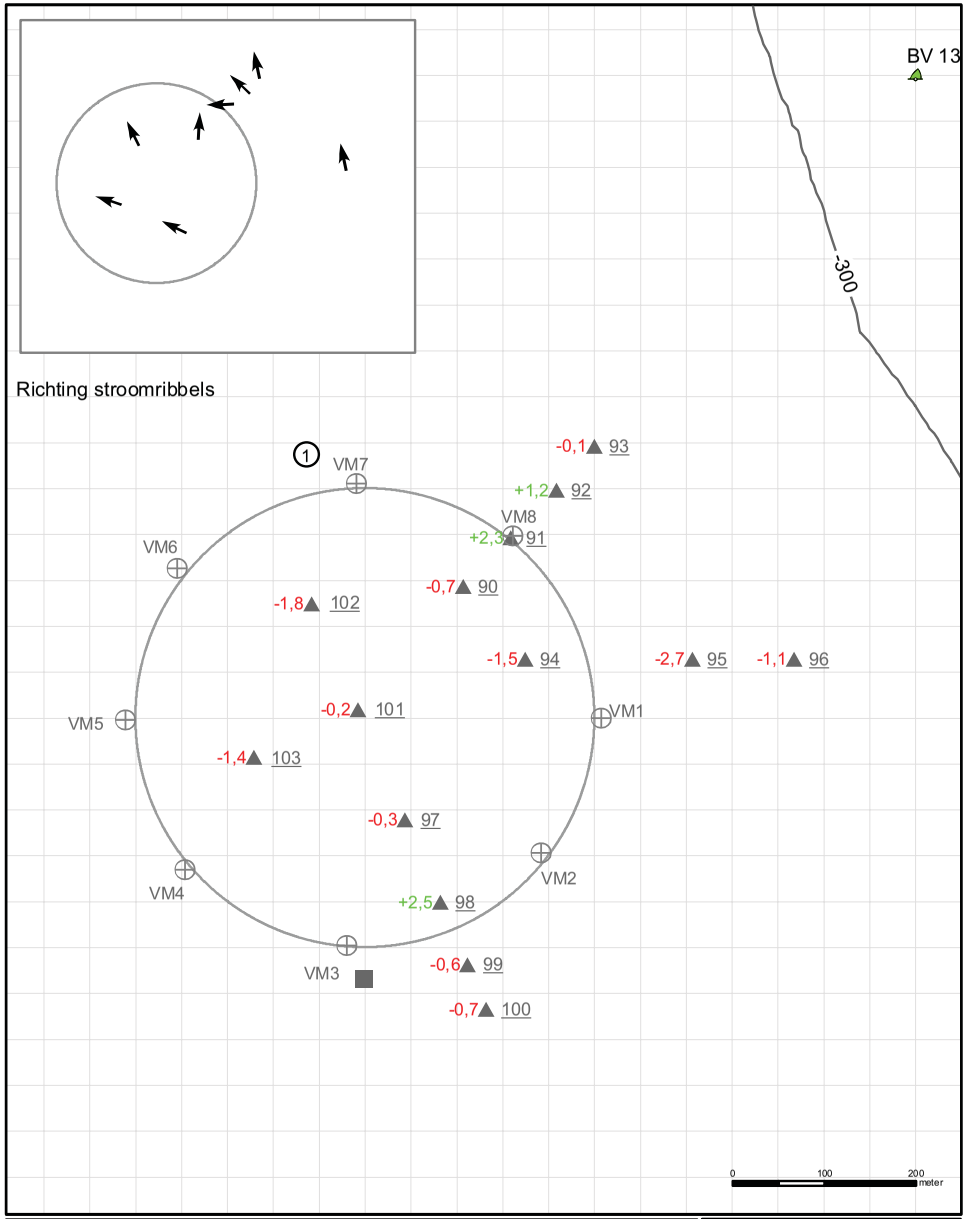
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: -

- geen bijzonderheden



Marollegat gem windsnelheid 15 december t/m 6 januari 2011



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 7 januari 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

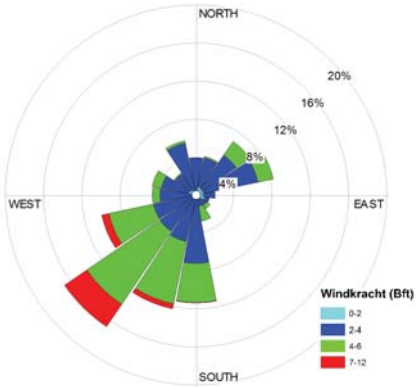
Visuele inspectie Galgeplaat

9 februari 2011

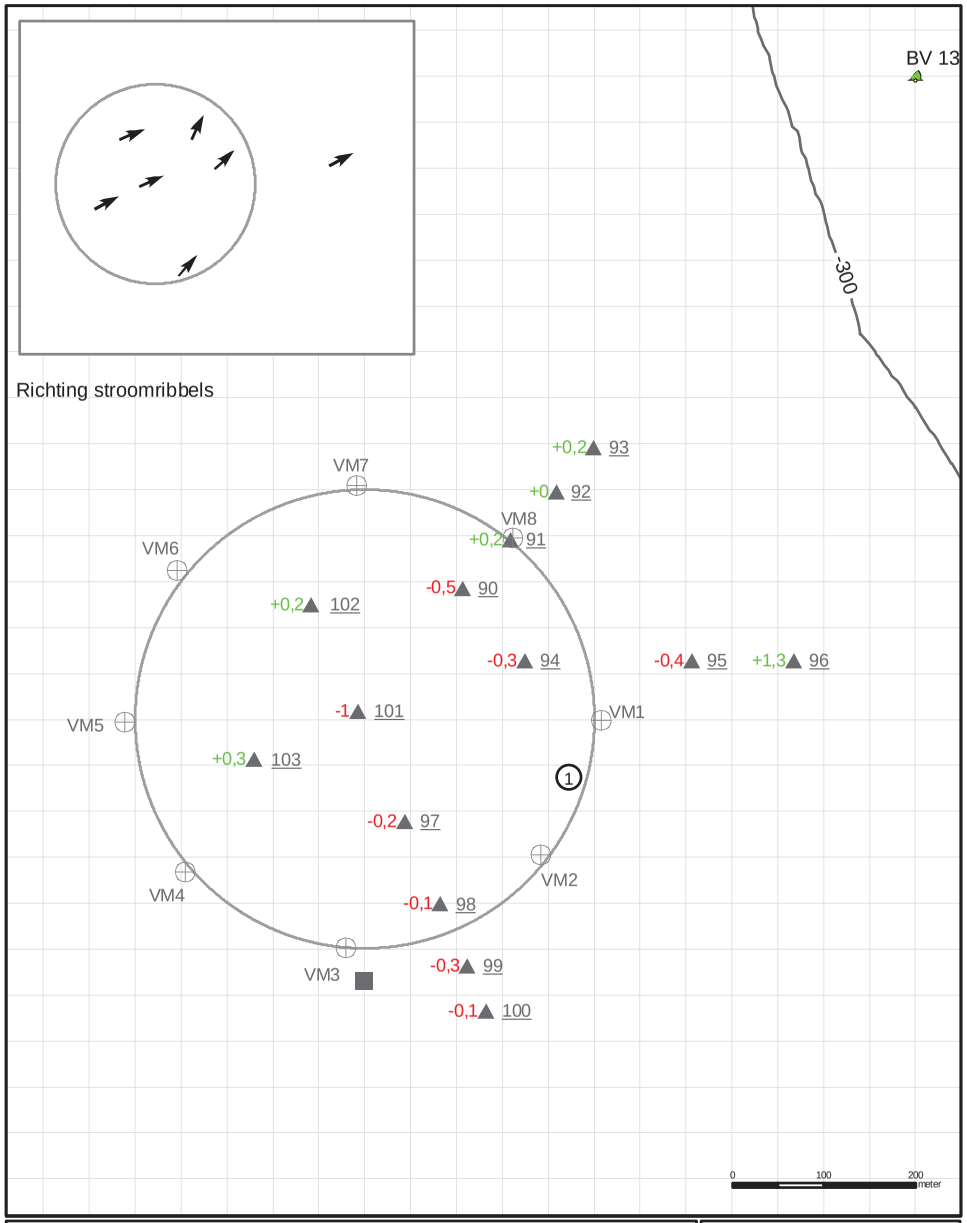
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten:

Ten noorden van de suppletie is naast de oesters sediment afgezet. Een soort zandtong dus, mogelijk gevormd door sedimenttransport in oostelijke richting als gevolg van windgedreven stromingen tijdens stormachtige condities in het weekend ervoor.



Marollegat gem windsnelheid 7 januari t/m 9 februari 2011



Visuele inspectie Galgeplaat

9 maart 2011

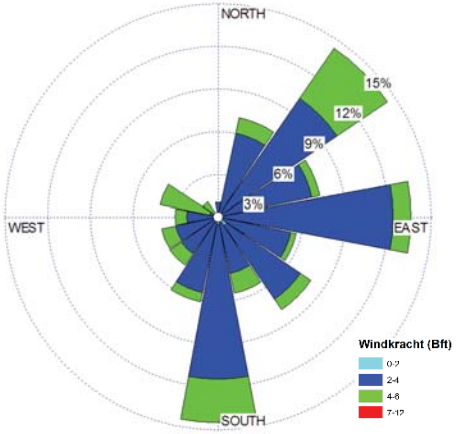
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Jan v't Westende, Jan de Bel (RWS ZLD)

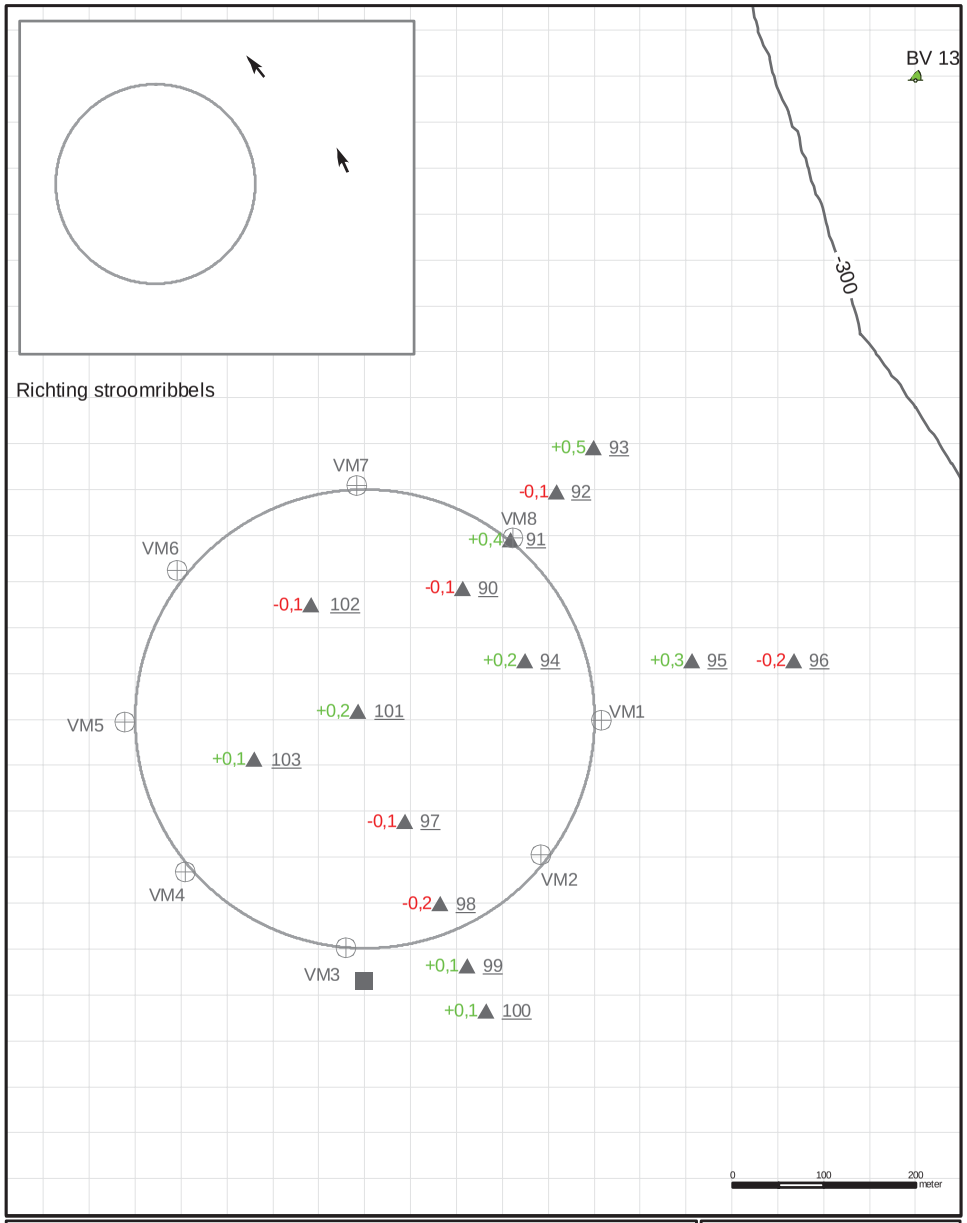
Inspectie met ZW wind 6Bft

Over de gehele suppletie zijn verspreidt open (dode) tapijtschelpen waargenomen met vlees nog in de schelp.

De rand van de suppletie is voorzien van een mooie diatomeeënlaag. Deze laag is aan de oostkant overal opengebroken door afstromend water (foto 1).



Marollegat gem windsnelheid 9 februari t/m 9 maart 2011



Visuele inspectie Galgeplaat

7 april 2011

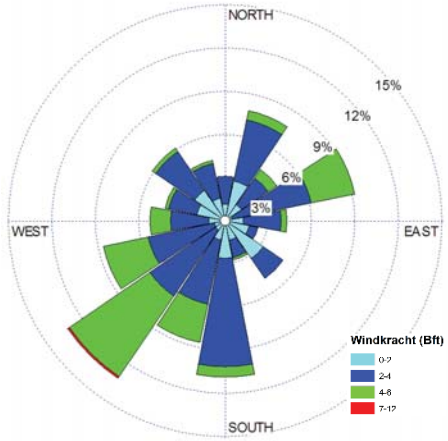
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Jan v't Westende, Wil de Smit (RWS ZLD)

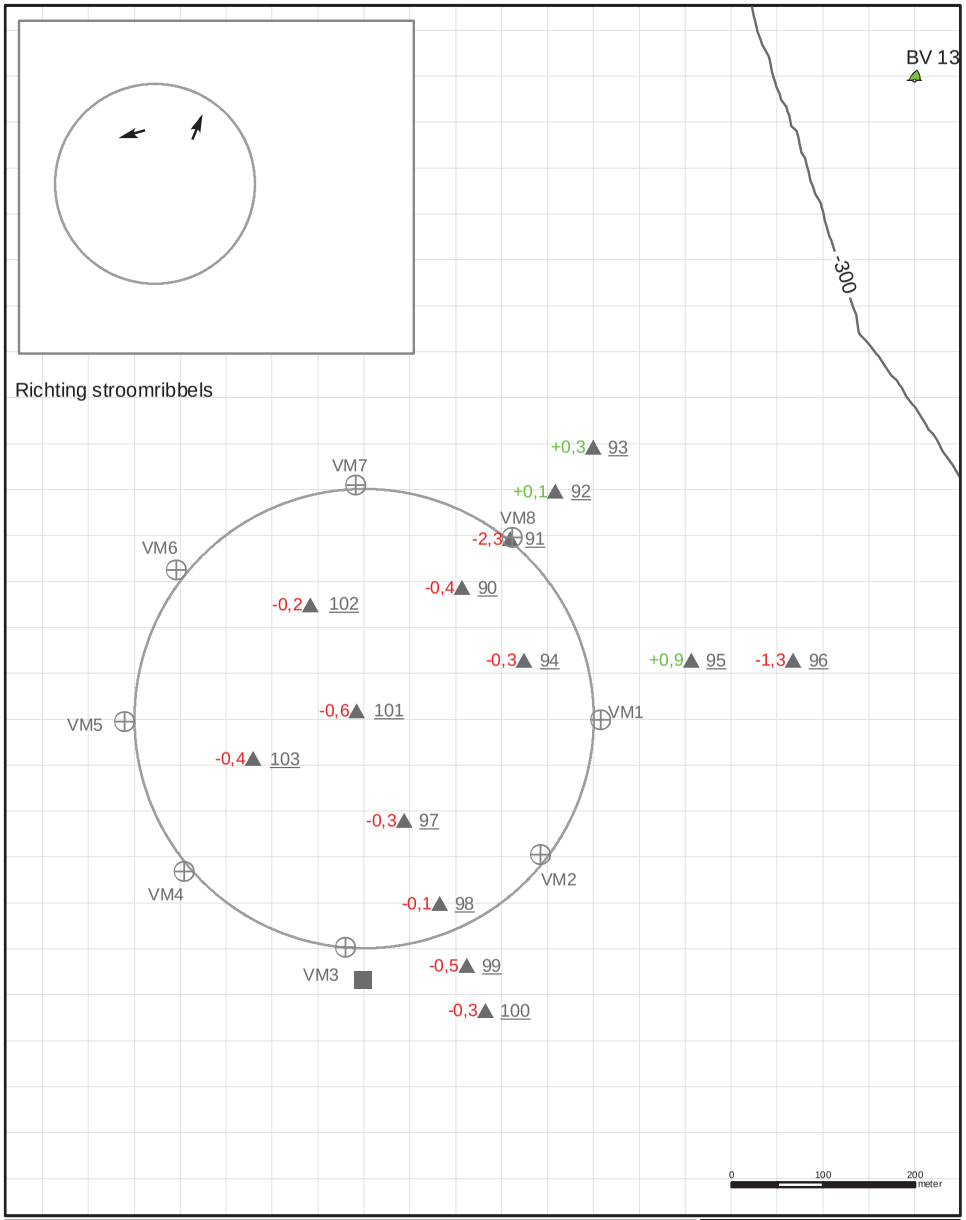
Bij de punten 90 en 94 zijn kleine wormpjes in het sediment aangetroffen. Bij alle SE-punten komen jonge kokkels, nonnetjes en bathyporeia voor, behalve bij punt 102.

Ten zuiden van de lijn VM1-VM5 liggen verspreid op de suppletie veel losse kokkels en tapijtschelpen.

Een leuke waarneming was de aanwezigheid van dinoflagellaten (zie foto's) . Deze werden zichtbaar op de plek waar een rugtas en een bamboe een uur hadden gelegen op het zand. Bij het weghalen van deze spullen werd de "groene zweem" zichtbaar die gevormd was op de plek waar er schaduw was geweest. Met behulp van 2 zweepharen kunnen de flagellaten zich verplaatsen, en kennelijk was de schaduw een goede reden om zich vanuit het zand naar boven te verplaatsen.



Marollegat gem windsnelheid 9 maart t/m 7 april 2011



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 7 april 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

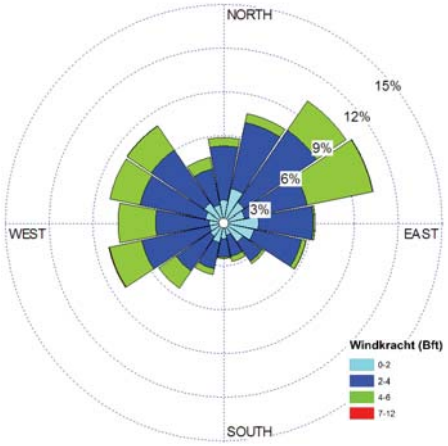
25 mei 2011

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

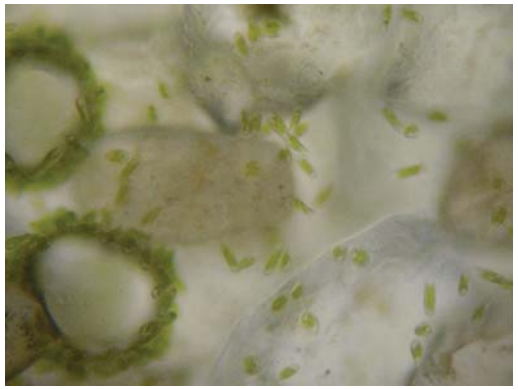
Gasten: 2*Grontmij

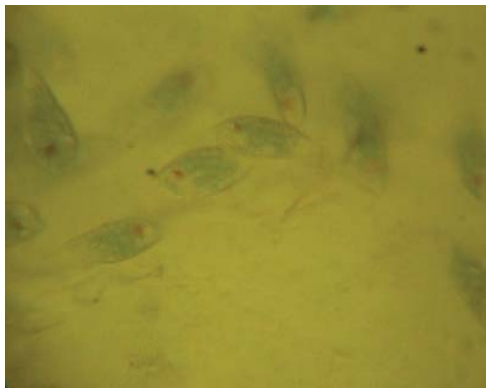
Rond punt 97 grote hoeveelheden wadslakjes waargenomen.

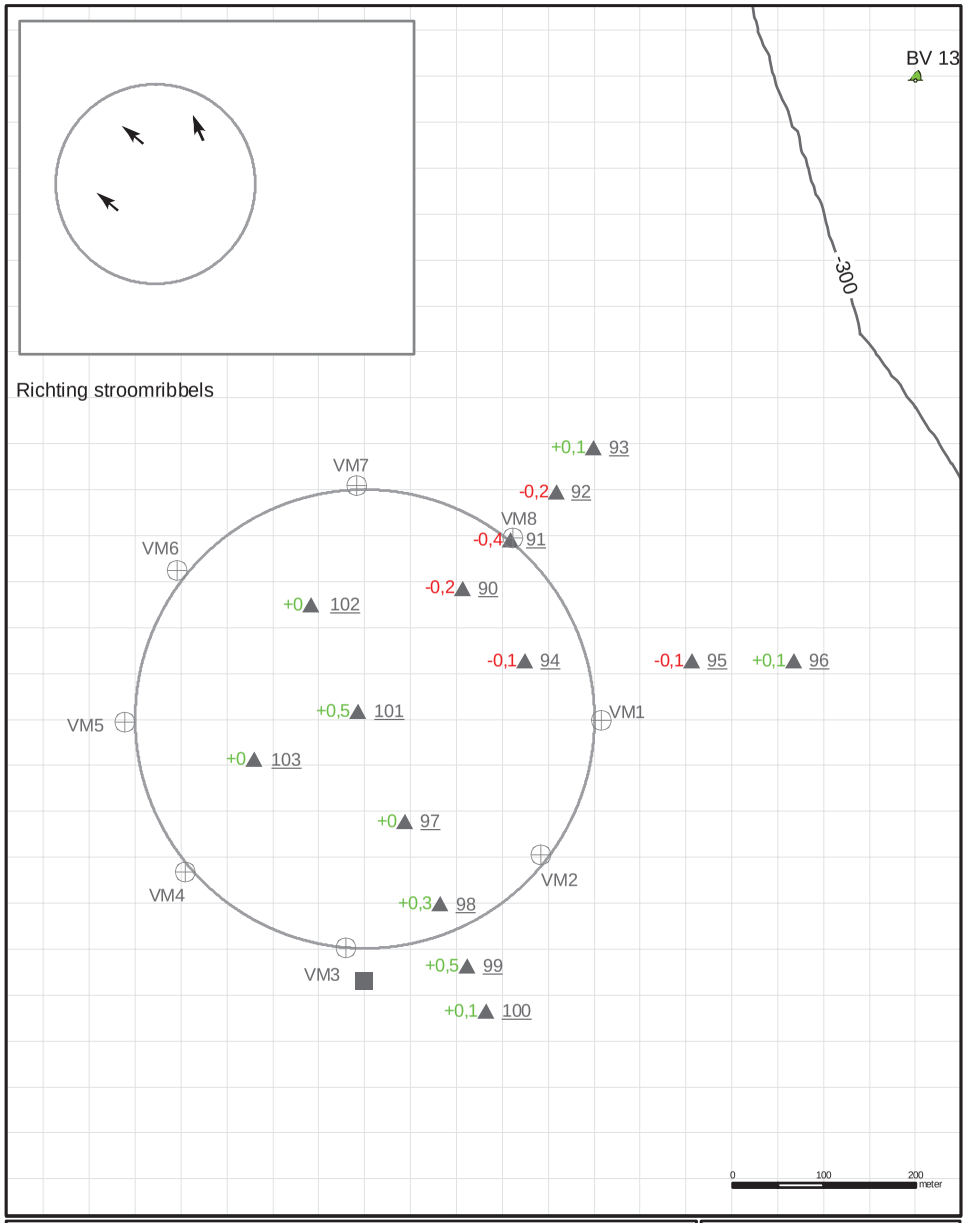
In het bezoekverslag van 7 april 2011 werd er gesproken over de aanwezigheid van flagellaten bij punt 91. We hebben bij dit bezoek wat zand meegenomen en onder de microscoop gelegd. Het blijkt dat het inderdaad gaat om flagellaten, nl Euglena's (oogdiertjes). Ze zijn groenachtig (chloroplasten) van kleur en in het bezit van een oogvlekje. Met dit oogvlekje (stigma) kunnen ze licht en donker onderscheiden. Op de P:\Suppletie Galgeplaat\FOTOS\DIVERS\ zijn 2 filmpjes geplaatst waarop te zien is hoe beweeglijk de flagellaten zijn.



Marollegat gem windsnelheid 7april t/m 25 mei 2011







Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 25 mei 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

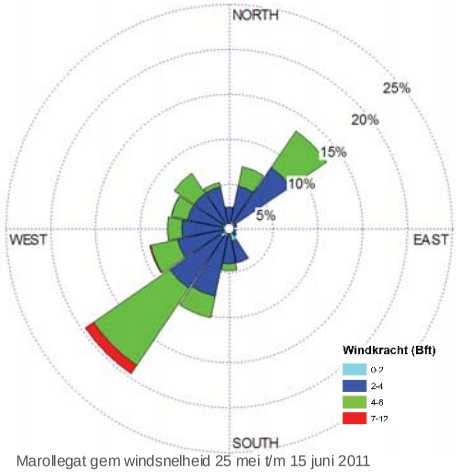
15 juni 2011

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Martijn Wesdorp (Sportvisserij ZuidWest Nederland)

Ons oog viel op de vele kleine mosseltjes (grootte 2 a 3 cm) welke tussen de meeste Japanse oesters zaten (naast en omgeving van de suppletie). Gezien de pokken die er op zaten is het niet waarschijnlijk dat ze zeer recent zijn aangespoeld. Gezien de hoeveelheden toch het melden waard.

Martijn Wesdorp van Sportvisserij Zuidwest Nederland was te gast tijdens onze meetwerkzaamheden. Doel om indruk te krijgen hoe interessant een gesuppleerd gebied er uit ziet voor een pieren/zagersteker met oog op aanstaande zandsuppeltie Schelphoek.



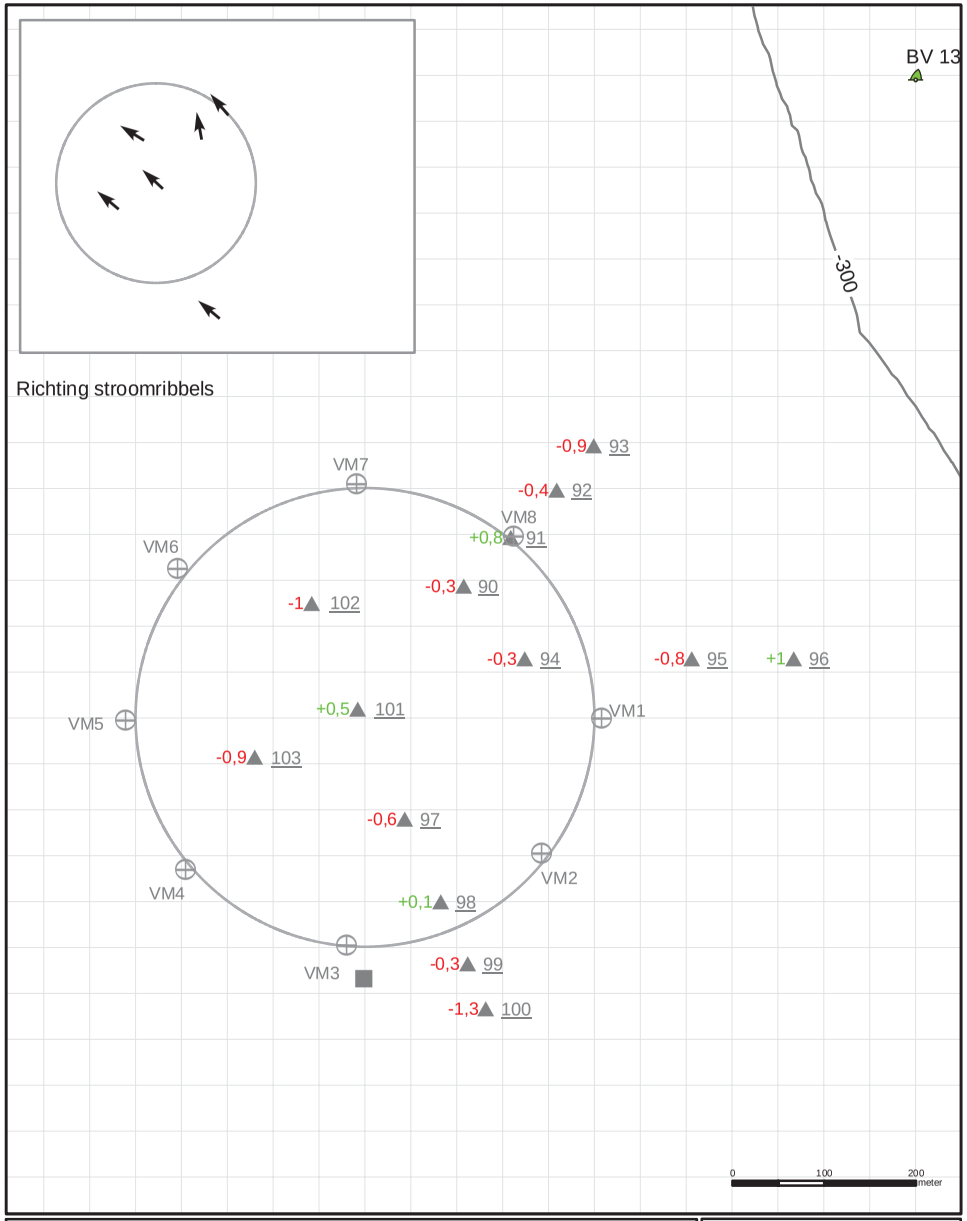
Marollegat gem windsnelheid 25 mei t/m 15 juni 2011

Zijn indruk is dat het grootste deel van de suppletie bij lange na niet interessant is. Te weinig en veel te klein spul. Alleen het zuidelijk deel van de suppletie waar slechts 20 a 30cm zand is gesuppleerd (laagdynamisch/nat) had iets van potentieel. Wadpieren (geen zagers) waren net voldoende groot om op te kunnen spitten, maar nog niet ideaal. Het heeft waarschijnlijk nog een paar jaar nodig voordat dit deel weer echt lijkt op de oorspronkelijke plaat.

Opvallend veel diatomeeën. Tijdens en in de dagen ervoor ook weinig wind geweest.

Wieren weer veel aanwezig. Vergelijkbaar met andere jaren waar medio juni de plaat het groenst wordt aangetroffen.

Tijdens aanleg van minisuppletie viel op dat er een flink aantal “Witjes” (tot 10cm groot) in de plaat zat (zo noemt een sportvisser de zager Nephtys hombergii).



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 15 juni 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

20 juli 2011

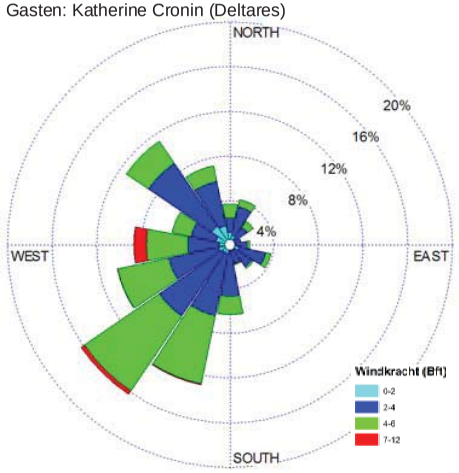
Waarnemingen: E. Parée en R. Jentink

Gasten: Katherine Cronin (Deltares)

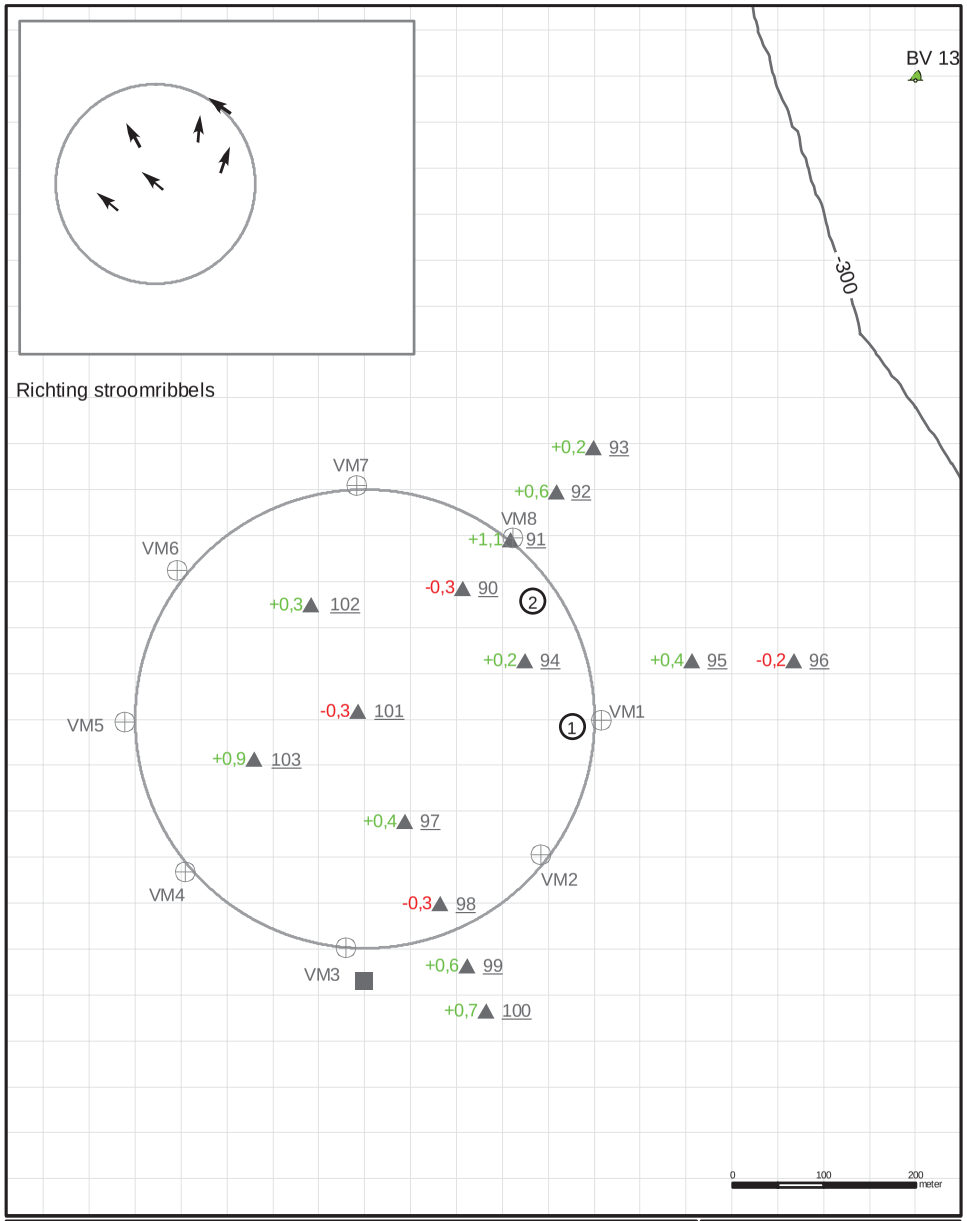
Veel vogels op de suppletie voor betreding.
O.a. 16 Lepelaars (rustend) en veel steltlopers.
Dit alles onder toeziend oog van een Slechtvalk.
Diverse fourageerputten van Bergeenden waargenomen op de suppletie.

Veel Wadslakjes in de omgeving van plot 97 en 101.

Minisuppletie aangelegd op coord. 54863,399661
(ca. 1,7km ten noorden van suppletie).
Hoogte ca. NAP -22cm.



Marollegat gem windsnelheid 15 juni t/m 20 juli 2011



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 20 juli 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Rijkswaterstaat Zeeland
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

17 augustus 2011

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: C. Joosse

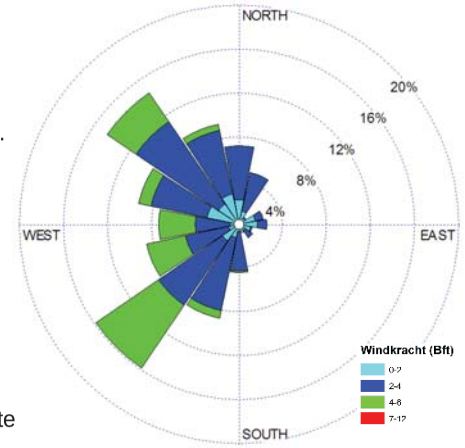
De aanwezigheid van corophium arenarium rond punt 91 werd al in het bezoekverslag van 13 oktober 2010 gemeld. Voor het eerst is corophium nu op meerdere plaatsen op de suppletie aangetroffen. Ze zitten voornamelijk op de rand (foto 1). Op de ZO-rand van de suppletie zijn er zelfs veel. Ook midden op de suppletie komt corophium voor, maar wel in lagere aantallen.

Kokkelbroed is er volop aangetroffen. Aantallen tot zelfs 2000st/m2.

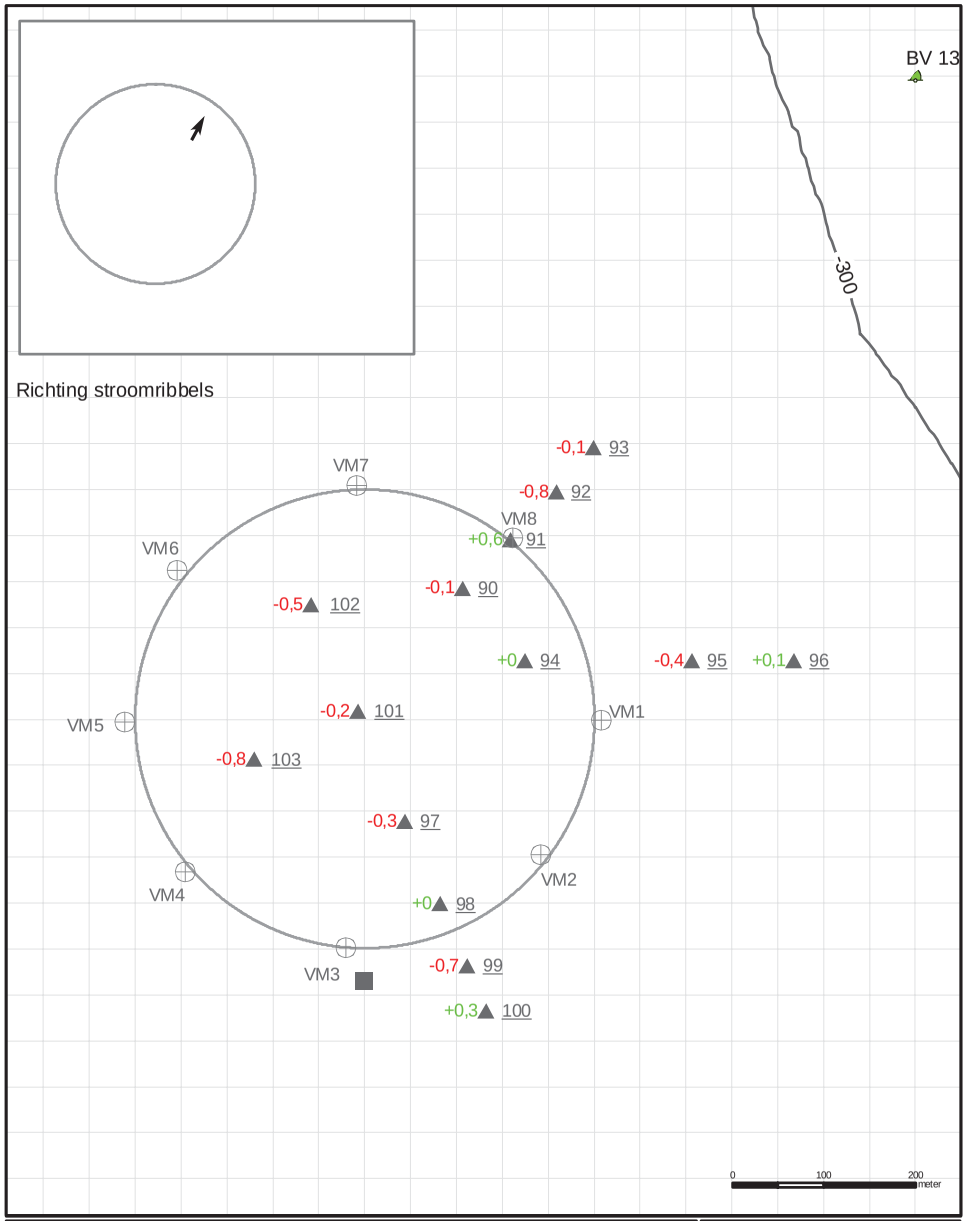
De najaarsbloei van de diatomeeën is in volle gang, er zijn op de gehele suppletie veel groene en bruine diatomeeën te zien. Ze lijken de plaat zelf wat vochtig te houden, het droogt minder snel uit.

In het natte zand worden ook regelmatig kleine krabjes aangetroffen (epifauna), garnalen echter nog niet.

Ook weer veel wadslakjes op de natte Z/O-centrale delen.



Marollegat gem windsnelheid 20 juli t/m 17 augustus 2011



Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 17 augustus 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Rijkswaterstaat Zeeland
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

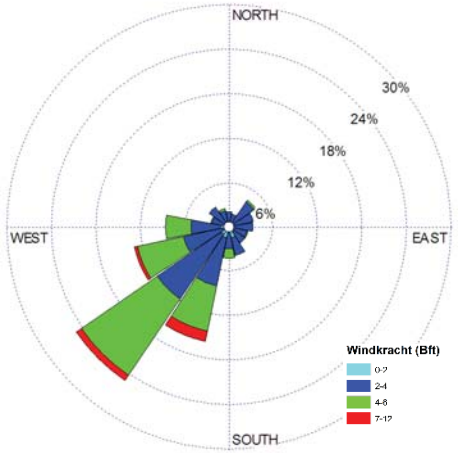
14 september 2011

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Alexander Nefs

De diatomeeën die bij het vorige bezoek nog talrijk aanwezig waren zijn grotendeels verdwenen.

Af en toe komen nog wat plukjes wier voor, meestal langs de rand van de suppletie, het meeste is echter al verdwenen.



Marollegat gem windsnelheid 17 augustus t/m 14 september 2011

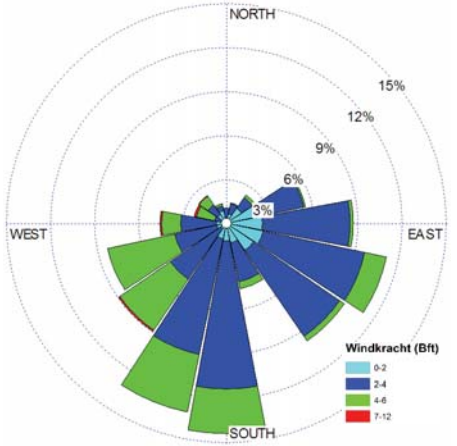
Visuele inspectie Galgeplaat

30 november 2011

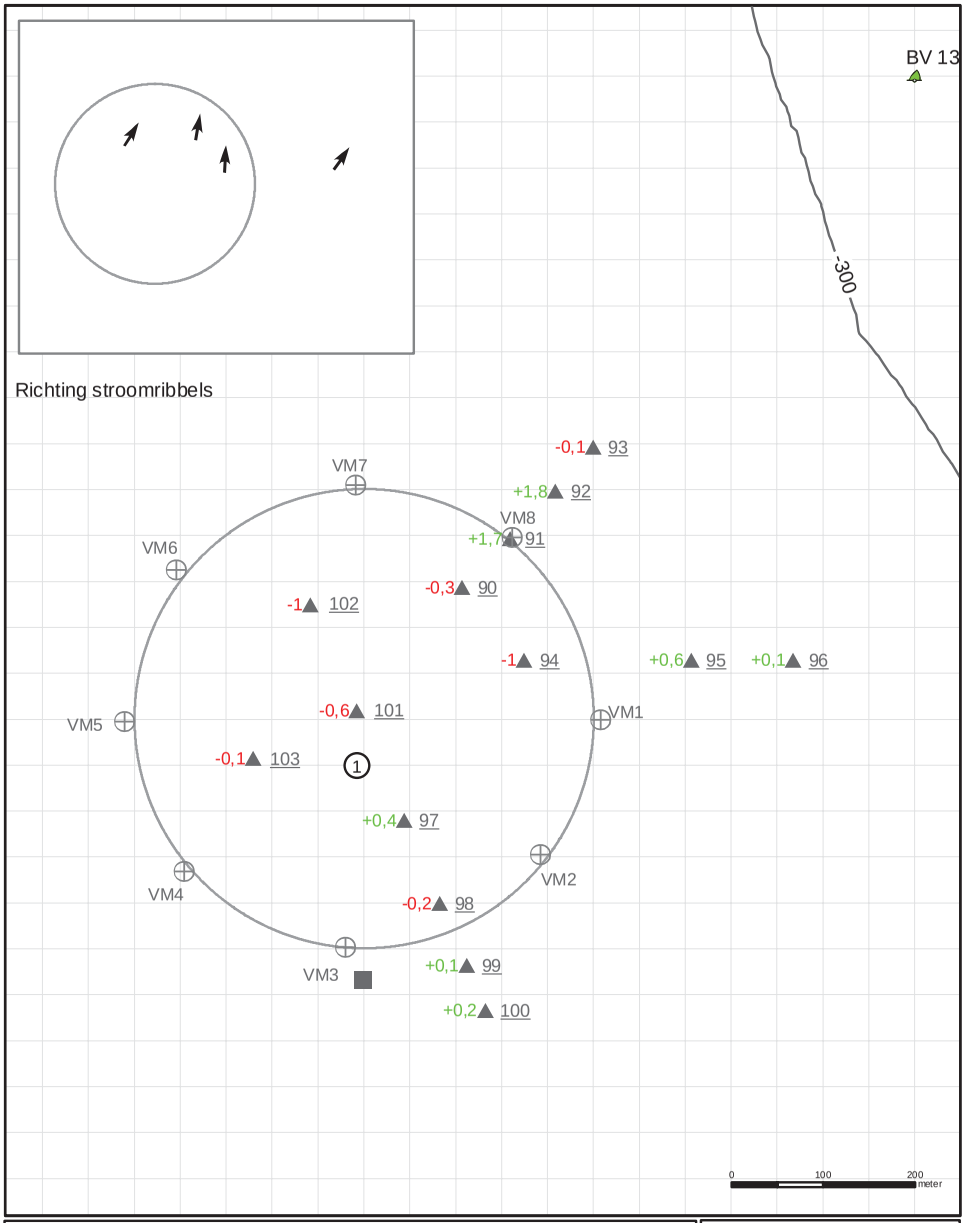
Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten: Arnold van Rooijen (Deltares)

Op alle SE-punten zijn kokkels aanwezig.
Op de suppletie zijn veel Wadslakjes (Hydrobia ulvae) waargenomen (zie foto). Vooral op de zuidelijke helft van de suppletie (punt 98 t/m 101) zijn de dichtheden groot.



Marollegat gem windsnelheid 14 september t/m 30 november 2011

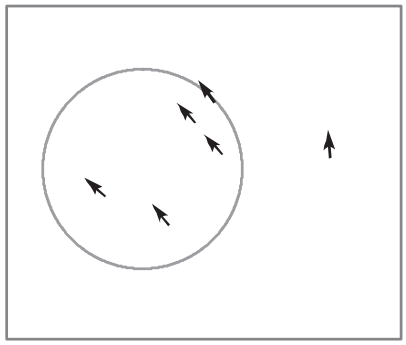


Visuele markering
ARGUS (Video Monitoring)
Waarnemingen
SE
+0.7 Sedimentatie
-0.3 Erosie
} in cm t.o.v 14 september 2011

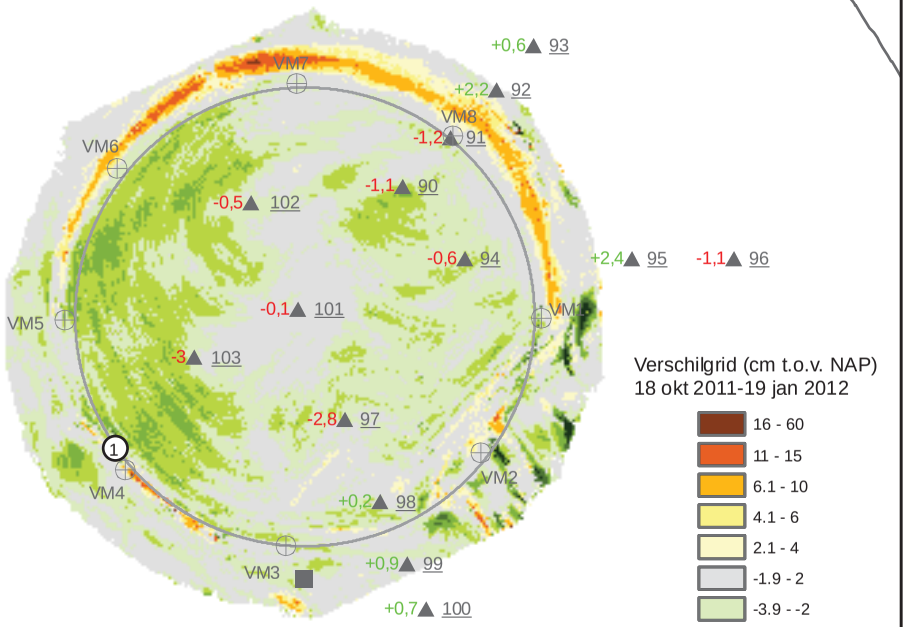
Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Rijkswaterstaat Zeeland
Meetadviesdienst



Richting stroomribbels



Verschilgrid (cm t.o.v. NAP)
18 okt 2011-19 jan 2012

- 16 - 60
- 11 - 15
- 6.1 - 10
- 4.1 - 6
- 2.1 - 4
- -1.9 - 2
- -3.9 - -2
- -5.9 - -4
- -9 - -6
- -14 - -10
- -67 - -15

0 100 200 meter

- Visuele markering
- ARGUS (Video Monitoring)
- Waarnemingen
- SE
- +0.7 Sedimentatie
- -0.3 Erosie

} in cm t.o.v 30 november 2011

Visuele inspectie Galgeplaat

N

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Rijkswaterstaat Zeeland
Meetadviesdienst

Visuele inspectie Galgeplaat

14 maart 2012

Waarnemingen: E. Parée en M. Bijleveld

Gasten:

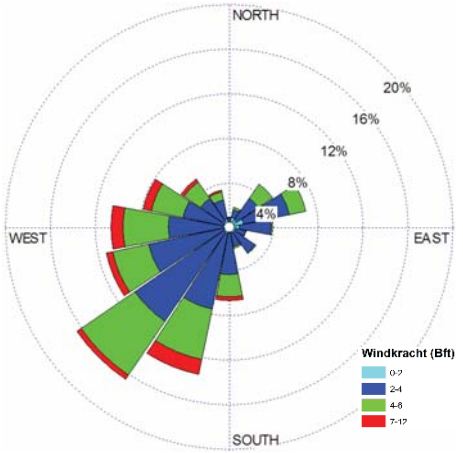
Het laatste bezoek aan de suppletie was op 30 november 2011. Er zit nu 3 maanden tussen de Visuele Inspecties van de suppletie. In deze periode heeft er een aantal keren een stormachtige wind (Bft 8) gestaan.

9 dec	3	uur ZW
13 dec	3,5	uur Z
29 dec	20	min ZW
3 jan	7,5	uur ZW
5 jan	6,5	uur ZW- W-NW

Op het kaartje is een verschilgrid te zien van de periode 18 okt 2011 - 19 jan 2012

De suppletie is behoorlijk uitgevlakt.

Het slijpgeultje bij VM4 is veel kleiner geworden en opgevuld tot een 20cm diepe plas.



Marollegat gem windsnelheid 30 november 2011 t/m 14 maart 2012

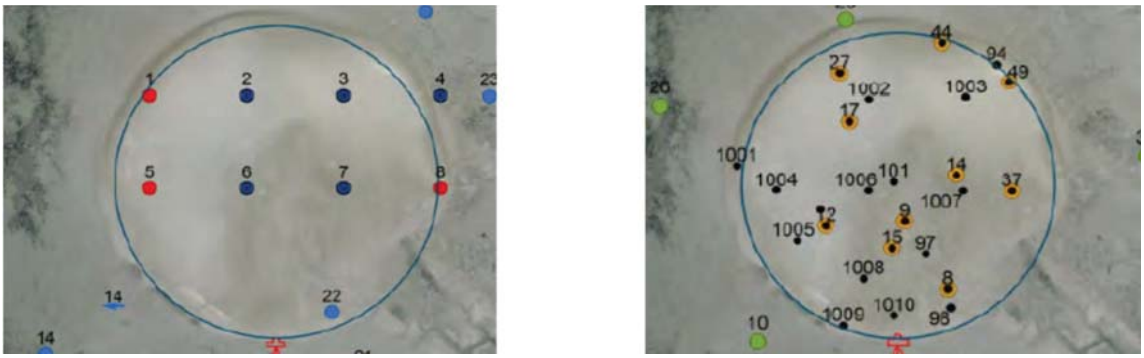
Onder de lijnVM5-pnt94 komen veel schelpdieren voor: kokkels, tapijtschelpen en af en toe nonnetjes. Zowel juvenielen als meerjarigen.

Hydrobia is ook volop aanwezig.

De suppletie oogt natter. Er vallen nog 2 plekken droog. Deze liggen rondom punt 91 en het gebied tussen VM6-VM7 en pnt102.

C Monitoring benthos

In de periode 2007-2012 zijn er twee monitoringsprogramma's geweest voor de benthosbemonstering. In het monitoringsprogramma van Rijkswaterstaat zijn jaarlijks in het najaar, 4 benthos- en bodemmonsters op de suppletie genomen en in het totaal 12 monsters in de nabijheid van de suppletie (zie Figuur 6.1 links). Aangezien het ontwerp was om de gehele suppletie op één hoogte aan te leggen, werd aangenomen dat vier monsterlocaties voldoende zijn om het volledige herstel van het benthos in kaart te brengen. Direct na de suppletie, toen bleek dat de suppletie met verschillende hoogtegradiënten was aangelegd, is binnen het *Building with Nature* project ook een benthos monitoringsprogramma opgestart. Hierbij zijn 23 locaties op de proefsuppletie met regelmaat bemonsterd en 10 locaties rondom de suppletie (zie Figuur 6.1 rechts). De bemonsteringslocaties op en rond de suppletie zijn willekeurig bepaald (Tom Ysebaert, persoonlijke mededeling).



Figuur 6.1 Benthosbemonsteringlocaties voor twee verschillende monitoringsprogramma's. De blauwe cirkel laat de locatie van de suppletie zien. Links: RWS monsterpunten, enkel de blauwe punten zijn de volledige periode (2007-2012) bemonsterd. Rechts: Building with Nature bemonsterlocaties.

Drie jaar na aanleg van de suppletie is op basis van beide datasets de gemiddelde biomassa te berekenen per m^2 voor zowel de suppletielocatie als het referentiegebied. Doordat er in voor de suppletie (T0 in 2007) en na de suppletie gedeeltelijk andere locaties zijn bemonsterd, is enkel een algemeen gemiddelde per gebied berekend en is het niet mogelijk om één op één te vergelijken. Om de datasets goed te kunnen vergelijken is enkel de data gebruikt die in het najaar verzameld zijn.

De RWS dataset laat zien dat de biomassa op de suppletie ongeveer de helft is van die van het referentiegebied en een kwart van de oorspronkelijk gevonden biomassa voor de suppletie (Tabel 6.1). Uit deze tabel kan geconcludeerd worden dat het benthos op de proefsuppletie nog niet volledig hersteld is.

Als echter naar de resultaten van de BwN dataset gekeken wordt, is te zien dat de biomassa op de suppletie hoger is dan in het referentiegebied. Hier zijn geen gegevens beschikbaar van de situatie in het jaar voor de suppletie. Dus als enkel naar de beschikbare data in 2011 gekeken wordt, lijkt het erop dat de biomassa op de suppletielocatie drie jaar na suppleren volledig hersteld is.

Tabel 6.1 Gemiddelde biomassa per gebied (referentie, suppletie of T0 situatie 2007) berekend uit twee verschillende datasets voor het najaar, RWS en Building with Nature)

Gem biomassa (gr AFDW/m^2)	Referentie gebied in 2011	Suppletie in 2011	T0 referentie 2007	T0 Suppletie locatie 2007
RWS data	22.2	12.0	13.1	40.7
BwN data	17.3	20.3	-	

De gekozen monitoringstrategie heeft zodoende grote invloed op het beeld dat verkregen wordt van de mate van herstel van de benthosgemeenschap. Als echter de T0 van de RWS dataset meegenomen wordt in het beeld dat geschept wordt op basis van de BwN data, zien we dat voorafgaand aan de suppletie de biomassa op de suppletielocatie drie keer zo hoog was ten opzichte van het referentiegebied en dubbel zo hoog als in 2011. Op basis van deze vergelijking kan geconcludeerd worden dat ondanks dat de biomassa op suppletielocatie hoger is dan in het referentiegebied, het benthos nog niet hersteld is.

Het verschil in de biomassa tussen referentiegebied en suppletielocatie in 2011 dat ontstaat op basis van de verschillende datasets is een gevolg van de plaatsing van de monsterpunten. De vier monsters binnen de RWS monitoring liggen relatief noordelijk op de suppletie ten opzichte van de monsters van de BwN monitoring (zie Figuur 6.1). Al eerder is gesteld dat de opbouw van de suppletie erg heterogeen is en dat de mate van benthosherstel sterk afhankelijk is van de locatie op de suppletie. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er een verschil in resultaat zit tussen de twee monitoringsstrategieën.

Om bij een vervolg pilot cq. toepassing te komen tot een goede monitoring is het aan te bevelen om direct na aanleg te controleren of de op voorhand gekozen monitoring aansluit op het daadwerkelijke resultaat van de aanleg en of de aannames nog stand houden. In dit geval was de aanname dat de suppletie homogeen aangelegd zou worden, terwijl dit in praktijk niet het geval was. Bij monitoring is het van belang om de volledige range aan omgevingsvariabelen te beschouwen en daarom raden we aan om een zogeheten “stratificatie random sampling” strategie te gebruiken.

Om te kunnen bepalen of er een effect is opgetreden als gevolg van de maatregel, in dit geval de suppletie, is het verder van belang om voor en na de ingreep dezelfde locaties te bemonsteren. Door in de tijd op verschillende locaties te meten, is het niet altijd te duiden of een gevonden verschil het effect is van het verschil in omgevingsfactoren of dat het daadwerkelijk een gevolg van de ingreep is.

Daarnaast is het van belang om vooraf na te denken wat een goede referentielocatie is. Door de aanleg van de suppletie is een nieuw habitat gecreëerd dat hoger ligt dan het omliggende referentiegebied. Door dit verschil in hoogte is het niet direct te verwachten dat op de suppletie een zelfde gemeenschapsstructuur of biomassa ontwikkelt als het omliggende gebied. In dit geval zou een referentiegebied dat qua hoogte, dynamiek en sedimentsamenstelling lijkt op het nieuw aangelegde gebied een betere controle zijn.