

Monitoringprogramma

Proefsuppletie Galgeplaat, Oosterschelde.

17 juni 2008

Monitoringprogramma

Proefsuppletie Galgeplaat, Oosterschelde.

17 juni 2008

Colofon

Uitgegeven door: Waterdienst, Lelystad.

Informatie: Gemma Ramaekers
Telefoon: +31 (0)6 11526462
Email: gemma.ramaekers@rws.nl

Uitgevoerd door: Gemma Ramaekers (Waterdienst)
Sarah Marx (Waterdienst)

In samenwerking met:
Eric van Zanten (Dienst Zeeland)
Dirk van Maldegem (Dienst Zeeland)
Edwin Paree (Dienst Zeeland, Meetadviesdienst)
Hans van Pagee (Waterdienst)

Opmaak:
Kaarten: Edwin Paree
Figuren: Jan van 't Westende
Fotografie: Jan van 't Westende en Gemma Ramaekers

Datum: 17 juni 2008

Status: Eind-Concept

Versienummer: 17/06/2008

Inhoudsopgave

.....

1. Inleiding

1.1 Aanleiding proefsuppletie en monitoring

1.1.1 De gevolgen van zandhonger voor de natuur

1.1.2 De gevolgen van zandhonger voor de veiligheid

1.1.3 Maatregel tegen effecten van zandhonger: zandsuppletie

1.1.4 Monitoring

1.2 De suppletie

1.2.1 Waarom de Galgeplaat?

1.2.2 De karakteristieken van de suppletie

1.2.3 De ontwikkeling van de suppletie

1.2.4 Planning

1.3 Doel van de suppletie op de Galgeplaat

1.4 Welke meetinspanning wordt geleverd in de monitoring

2. Benodigde monitoring en monitoringstechnieken

2.1 Morfologische ontwikkelingen

2.1.1 Visualisatie initiële locatie

- Bamboe stokken
- SET metingen
- Luchtfoto's
- Argus videosysteem

2.1.2 Hoogtemeting

- Hoogtemetingen op de Galgeplaat
- Hoogtemetingen op de mosselpercelen

2.2 Ecologische ontwikkelingen

2.2.1 Bodemdierbemonstering

2.2.2 Vogeltelling

2.2.3 Productiegewicht van de mosselen

- Mosselgroei percelen
- Mosselgroei eigen mosselen

2.2.4 Japanse oester

2.3 Sedimenttransport

2.3.1 Zwevend stof

2.4 Hydrodynamische ontwikkelingen

2.4.1 Stroomsnelheden

2.4.2 Golfhoogte

- Golfhoogte vóór de plaat
- Golfhoogte bij suppletie

2.5 Tijdsindeling en overzicht van de monitoring

3. Uitvoering en kosten

3.1 Uitvoering

3.2 Kosten

4. Databeheer en evaluatierapportage

Literatuurlijst

1. Inleiding

1.1 Aanleiding proefsuppletie en monitoring

Door de aanleg van de Deltawerken, in de Oosterschelde, zijn de getijdenslag en vooral het getijdenprisma sterk afgenomen waardoor het morfodynamisch evenwicht van de Oosterschelde is verstoord. De opbouw en afbraak van platen, schorren en slikken vertoont een ander beeld dan voor de aanleg van de Oosterscheldewerken. Vóór de Oosterscheldewerken was er een dynamisch evenwicht tussen afbraak en opbouw. De opbouw vond plaats door de vloedstroom die opgewerveld zand afzette op platen en slikken. Afbraak gebeurde bij storm, door golven die het zand loswoelen en terug laten stromen naar de geulen.

Sinds de aanleg van de kering stroomt er, per getij, 30% minder water de Oosterschelde in en uit. De stroming in de geulen is onvoldoende krachtig om sediment op platen en slikken te brengen, terwijl de afbrekende krachten tijdens storm onverminderd zijn gebleven.

Door de afname in getijdenprisma zijn de eb- en vloedgeulen te groot voor het volume water dat er sindsdien doorheen stroomt (Van der Hoeven, 2006). Het gevolg is dat deze geulen willen sedimenteren om tot een nieuw morfologisch evenwicht te komen. De geulen zanden aan, oftewel de geulen hebben 'Zandhonger'. Doordat de Oosterscheldekering de sedimentaanvoer vanuit zee beperkt, sedimenteren de geulen met zand afkomstig van de platen en slikken in de Oosterschelde. Hierdoor eroderen de platen, slikken en schorren. Het areaal van de platen en slikken neemt af van 11.300 ha in 1986 tot 5000 in 2045 (van Zanten en Adriaanse, 2008). Enkele gevolgen van de areaalafname zijn:

1. a) Verlies foerageergebied voor wadvogels en b) verlies rust en zooggebied van zeehonden (korte termijn).
2. Versterkte golfaanval op dijken. Vervroegde afschrijving steenbekleding (middellange termijn).
3. Als gevolg van het zand tekort is er geen meegroei mogelijk van het Oosterscheldebekken met de zeespiegelstijging.
4. Vermindering ruimtelijke kwaliteit, door verlies aan platen, slikken en schorren.

1.1.1 De gevolgen van zandhonger voor de natuur

Het intergetijdengebied van de Oosterschelde is onder andere belangrijk voor de natuur, veiligheid, schelpdiervisserij, scheepvaart en recreatie. Het intergetijdengebied is een zeldzame habitat. Door verlies van intergetijdengebied zullen soorten die daarvan afhankelijk zijn sterk in aantal verminderen of zelf geheel uit de Oosterschelde verdwijnen. De gevolgen voor vogels zullen ook in de omringende landen merkbaar zijn, bijvoorbeeld in landen die langs de Noord-Atlantische trekroutes van wadvogels liggen (van Zanten en Adriaanse, 2008).

Zowel het verlies aan droogvalduur (verticale erosie), als het verlies aan plaatareaal (horizontale erosie) heeft gevolgen voor de aanwezige natuur (van der Hoeven, 2006). Voor de vogels is vooral de afname van droogvalduur een probleem. Het verlies van droogvalduur heeft voor vogels een afname van foerageergebied en een afname van tijd om voedsel te bemachtigen tot gevolg. Uit modelberekeningen (Rappoldt

et al., 2006) blijkt dat het aantal scholeksters rond 2045 met 80% zal zijn afgenomen. In 2001 bood de Oosterschelde een leefgebied voor 39.000 scholeksters, in 2045 kunnen er nog maar 8.000 terecht (betrouwbaarheidsinterval: 5.000-14.000). Andere slikgebonden wadvogels wacht eenzelfde lot (van Zanten en Adriaanse, 2008).

1.1.2 De gevolgen van zandhonger voor de veiligheid

Platen en schorren dienen als bescherming voor dijken. Wanneer de plaat of schor nog voldoende aanwezig is zal de golf gedempt worden, waardoor er minder kracht zal worden uitgeoefend op de dijk. Als platen en schorren als gevolg van de zandhonger in de Oosterschelde lager worden of verdwijnen dan kunnen de golven hoger op gaan lopen tegen een dijk. Een behoud en herstel van het intergetijdengebied kan extra investeringen in dijkversteving, ten behoeve van veiligheid, de komende vijftig jaar doen verminderen (van Zanten en Adriaanse, 2008).

1.1.3 Maatregel tegen effecten van zandhonger: zandsuppletie

Een van de mogelijke maatregelen om de zandhonger te bestrijden is het suppleren van zand op platen in de Oosterschelde. Om te kijken of deze maatregel wellicht effectief is om het intergetijdengebied van de Oosterschelde te behouden, wordt in de periode juli – oktober 2008 een proefsuppletie uitgevoerd op de Galgeplaat. Er wordt gekeken naar het effect van deze maatregel op de plaatverlaging. Daarnaast wordt gekeken of met de proefsuppletie de hoogte hersteld kan worden op de plaat en daardoor de droogvalduur verlengd kan worden. Een derde punt van onderzoek is het herstel van de bodemfauna in het gesuppleerde gebied en de invloed van de verwachte sedimentatie in het omliggende gebied.

1.1.4 Monitoring

De monitoring is bij deze proefsuppletie van zeer groot belang. Op deze manier wordt de ontwikkeling en de invloed van de suppletie op de omgeving vastgelegd. Door monitoring worden gegevens verkregen over de veranderingen en het herstel van de ecologie en de veranderingen in de morfologie en hydrodynamica. Op basis van deze gegevens kan worden aangetoond of de suppletie zijn doelen heeft bereikt. Daarnaast kunnen deze gegevens in de toekomst wellicht gebruik worden om eventuele grootschalige suppleties in de Oosterschelde beter te voorspellen aan de hand van modellen.

1.2 De suppletie

1.2.1 Waarom de Galgeplaat?

In de zomer van 2008 zal, als gevolg van onderhoudsbaggerwerkzaamheden in het Brabantsche Vaarwater en de Witte Tonne Vlije, een hoeveelheid zand (150.000 m³) beschikbaar komen die voor een proefsuppletie te gebruiken is. Er is gekozen voor een proefsuppletie op de Galgeplaat, omdat deze plaat een gunstige ligging heeft ten opzichte van bovengenoemde baggerlocaties. Daarnaast is de Galgeplaat onderhevig aan sterke erosie en afvlakking en zijn er veel meet- en onderzoeksgegevens voor deze plaat

beschikbaar (van Zanten en Adriaanse, 2008). In figuur 1 is de exacte suppletielocatie in het veld te zien. De verwachting is dat de resultaten van de monitoring van de suppletie op de Galgeplaat te vertalen zijn naar de Roggeplaat.



Figuur 1. *De locatie van de proefsuppletie Galgeplaat, Oosterschelde (foto: G. Ramaekers).*

1.2.2 De karakteristieken van de suppletie

De suppletie zal bestaan uit 150.000 m³ zand die als een schijf van 1 m hoog in het midden van het zuidelijke deel van de Galgeplaat wordt gelegd. Op deze manier wordt een oppervlak van 15 ha bedekt. Als voorbereiding wordt met behulp van bulldozers een perskade aangelegd rondom de suppletielocatie. Aan de zuidoostkant wordt een bezinkbasin gecreëerd om het zwevend stof te laten bezinken. De afvoer van het bezinkbasin is georiënteerd in de richting van een nabij gelegen geul. In figuur 3 is de locatie aangegeven van de suppletie (zwarte cirkel) en het bezinkbasin (zwart vierkant) tijdens aanleg. In onderstaand figuur (2) is de geul te zien waar het bezinkbasin in afwatert.



Figuur 2. Geul waarin het bezinkbasin van de suppletie afwatert (foto: G. Ramaekers).

1.2.3 De ontwikkeling van de suppletie

De snelheid waarmee de suppletie zal gaan vervormen is niet bekend. Aangenomen wordt dat de vervorming de 1^e maand het grootst is, de verwachting is dat de suppletie vervolgens geleidelijk opgaat in de plaat.

1.2.4 Planning

Begin juni 2008 wordt het Brabantsche vaarwater uitgebaggerd. Vanaf half juni 2008 worden er op de plaat kades aangelegd waarbinnen de suppletie wordt aangebracht. Begin juli 2008 zal het gebaggerde zand op de plaat (binnen de kades) geperst worden. De verwachting is dat eind september de suppletie werkzaamheden afgerond zullen zijn.

1.3 Doel van de suppletie op de Galgeplaat

Met het aanleggen van de suppletie wordt geprobeerd om de droogvalduur te verlengen en het reliëf op de plaat te vergroten. Daarnaast wordt er geprobeerd om zo veel mogelijk te leren van deze suppletie om te kijken of suppleren een effectieve manier kan zijn om het verlies aan intergetijdengebied te verminderen, ten behoeve van natuur en veiligheid. Voor de veiligheid is vooral de kennis van de golfdempende werking van de suppletie van belang.

De suppletie op de Galgeplaat is dus een proef. Het doel van de proef is:

1. Antwoord krijgen op de volgende vragen:
 - a) Hoe snel en waarheen gaat de suppletie zich verspreiden? Welke vormverandering treedt op? Is er een verandering van de bodemsamenstelling, bijvoorbeeld in korrelgrootte?
 - b) Wat is het initiële effect op de droogvalduur en hoe verandert deze in de tijd?
 - c) Wat is het initiële effect op het foerageergedrag van vogels en hoe verandert deze in de tijd?

-
- d) Vindt er rekolonisatieplaats door de bodemdieren en Japanse oester op de suppletie locatie en erbuiten? Wat is de aard en de omvang hiervan?
 - e) Is er een golfdempende werking van de suppletie aan te tonen?
 - f) Wat is het effect van de suppletie op de bodemhoogte van bestaande mosselpercelen? Wordt het vleesgewicht van de mosselen bepaald door de hoeveelheid zwevend stof in het water? Hoe veranderen deze parameters in tijd en ruimte?
 - g) Is het aan te bevelen de proef op grotere schaal te herhalen? Is een grotere suppletie ook duurzamer?
 - h) Is de proef geslaagd?

Om deze vragen te beantwoorden zal er monitoring plaatsvinden.

- 2. Verzamelen van data voor calibratie en validatie van morfologische- en hydrodynamische modellen. Met behulp van de monitoring zullen data worden verzameld om een modelinstrumentarium te ontwikkelen, zodat in de toekomst betere voorspellingen gemaakt kunnen worden van dergelijke suppleties.

Daarnaast wordt er extra monitoring uitgevoerd om de aangrenzende mosselpercelen te bewaken om gebeurtenissen met eventuele negatieve effecten vroegtijdig te signaleren. Door het signaleren van deze gebeurtenissen en door tijdig in te grijpen zullen negatieve gevolgen zoveel mogelijk worden voorkomen. Aan de mosselperceelhouders is toegezegd dat er metingen worden uitgevoerd naar ontwikkelingen in de bodemhoogte en zwevend stof en naar het vleesgewicht van de mosselen. De resultaten van deze monitoring zijn voor de perceelhouders beschikbaar.

1.4 Welke meetinspanning wordt geleverd in de monitoring

Om de verschillende vragen te beantwoorden worden er diverse metingen uitgevoerd. Sommige van deze metingen leveren data op die meerdere vragen kunnen beantwoorden, andere metingen worden slechts uitgevoerd voor het beantwoorden van één vraag. Hieronder staan de meetinspanningen weergegeven, erachter staat welke vraag (§1.3) ermee beantwoord moet worden.

- 1) Een zo lang mogelijk herstel van optimaal leefgebied voor de bodemdieren en wadvogels van het intergetijdengebied met zo min mogelijk hinder voor natuur en schelpdiersector.
 - Hoogtemetingen: hoogtemetingen op de Galgeplaat (1a, 1b)
 - Hoogtemetingen: Bodemhoogtemetingen op de mosselpercelen (1f)
 - Bodemdierbemonstering (1a, 1d)
 - Vogeltelling (1c)
- 2) Het monitoren van de suppletie om een modelinstrumentarium voor de voorspellingen van de ontwikkeling van een dergelijke suppletie een impuls te geven.
 - Hoogtemetingen: hoogtemetingen op de Galgeplaat (1g, 2)

- Hoogtemetingen: Bodemhoogtemetingen op de mosselpercelen (1g, 2)
- Zwevend stof (1g, 2)
- Stroomsnelheden (1g, 2)
- Golfhoogten (1g, 2)

3) De mogelijke schade aan de mosselen en/of de percelen bepalen in verband met afhandeling van eventuele schadeclaims. De resultaten van de monitoring zijn voor de kwekers beschikbaar.

- Hoogtemetingen: Bodemhoogtemetingen op de mosselpercelen (1f)
- Productiegewicht mosselen (1f)
- Zwevend stof (1f)

4) Informatie inwinnen over de golfdempende werking van platen en schorren ten behoeve van de veiligheid.

- Golfhoogten (1e)

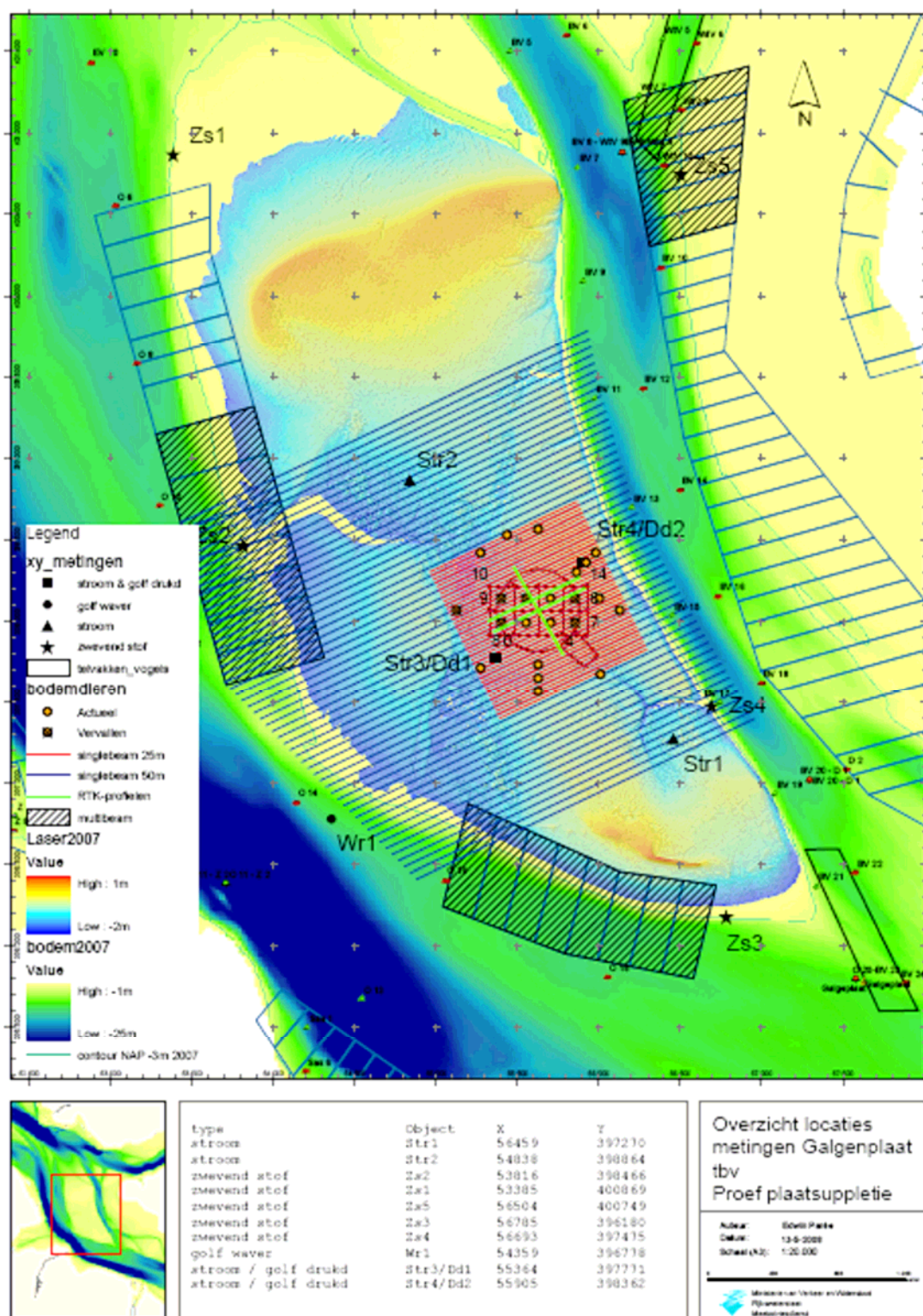
	Hoogtemeting	Bodemhoogte	Bodemdier-bemonstering	Vogeltelling	Productiegewicht mosselen	Zwevend stof	Stroomsnelheid	Golfhoogten
<i>Herstel leefgebied</i>	X	X	X	X				
<i>Voorspellen ontwikkeling suppletie</i>	X	X				X	X	X
<i>Schade bepaling aan mossel en perceel</i>		X			X	X		
<i>Veiligheid (Dijkaanval door golven)</i>								X

Tabel 1. De overlap van de uit te voeren metingen met de verschillende onderwerpen.

Voor het beantwoorden van vraag 1h is alle monitoring van belang.

2. Benodigde monitoring en monitoringstechnieken

In deze paragraaf zal aangegeven worden wat er voor de T_0 , tijdens de suppletie en na de suppletie gemeten moet worden en wat daarbij de technieken zijn die gebruikt zullen worden. Om aan het doel van de natuur ('herstel leefgebied'), het doel van modelontwikkeling ('voorspellen ontwikkeling suppletie'), de 'veiligheid', en de afspraak met de mosselsector ('schadebepaling aan mossel en perceel') te voldoen zal er gekeken moeten worden naar morfologische, ecologische en hydrodynamische ontwikkelingen en naar sedimenttransport. In onderstaande figuur (3) worden alle locaties van de meetinstrumenten weergegeven.



Figuur 3. Galgeplaat met de meetlocaties.

Bron: Edwin Páree

In figuur 3 staan tevens de mosselpercelen en baggerlocaties weergegeven. Als gevolg van de baggerwerkzaamheden zullen vier mosselpercelen ontruimd moeten worden (in figuur 3, de vier meest noordelijke percelen nabij Witte Tonne Vlije).

2.1 Morfologische ontwikkelingen

2.1.1 Visualisatie initiële locatie

Bamboe stokken

Voor de visualisatie van de vervorming van de suppletie, worden na de aanleg 10 bamboe¹ stokken om de suppletie heen geplaatst zodat de initiële locatie gedurende de hele monitoring zichtbaar blijft. De locaties van deze stokken worden in X - en Y- richting ingemeten, voor het geval er een of meerdere stokken verloren gaan.

Om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van het gebied zullen, bij verschillende vaste gemarkeerde en ingemeten punten (GPS), foto's gemaakt worden van het gebied. De foto's zullen gemaakt worden door de meetdienst tijdens bezoek aan de suppletielocatie. Afhankelijk van het plaatbezoek door de meetdienst zullen de foto's naar verwachting maandelijks gemaakt worden.

SET metingen

SET metingen kunnen worden gebruikt om sedimentatie- en erosieprocessen te volgen. De hoogte van het referentieniveau heeft een nauwkeurigheid van +/- 1cm en wordt jaarlijks met RTK ingemeten. De aflezingen van het referentieniveau worden in mm gedaan met een duimstok. Hierdoor is deze methode geschikt om nauwkeurig geleidelijke ontwikkelingen in de hoogte te volgen. SET-plots moeten niet aan plaatranden worden geplaatst omdat dan telkens het plot verlaagd moet worden totdat deze in zijn geheel in de geul is verdwenen. Een les is dus een plot locatie op te zetten op een locatie waar je verwacht dat deze de komende jaren niet in de geul zal liggen. Anders gezegd is deze meetsoort geschikt om geleidelijke veranderingen in laagdynamische gebieden te meten. SET metingen zijn bijzonder geschikt om deze geleidelijke ophogingen te meten. De exacte inzet van deze SET metingen zal nog duidelijk moeten worden. (Beschrijving overgenomen uit document "SET metingen Westerschelde", E. Paree).

Luchtfoto's

Een keer per maand wordt er over de Galgeplaat gevlogen om zeehonden te tellen. Tijdens deze vluchten zal geprobeerd worden de locatie van de proefsuppletie te fotograferen. Indien mogelijk zullen de foto's maandelijks genomen worden van juni 2008 tot en met oktober 2009. Deze foto's geven mogelijk meer inzicht in de morfologische veranderingen en maken het gebruik van de suppletielocatie zichtbaar.

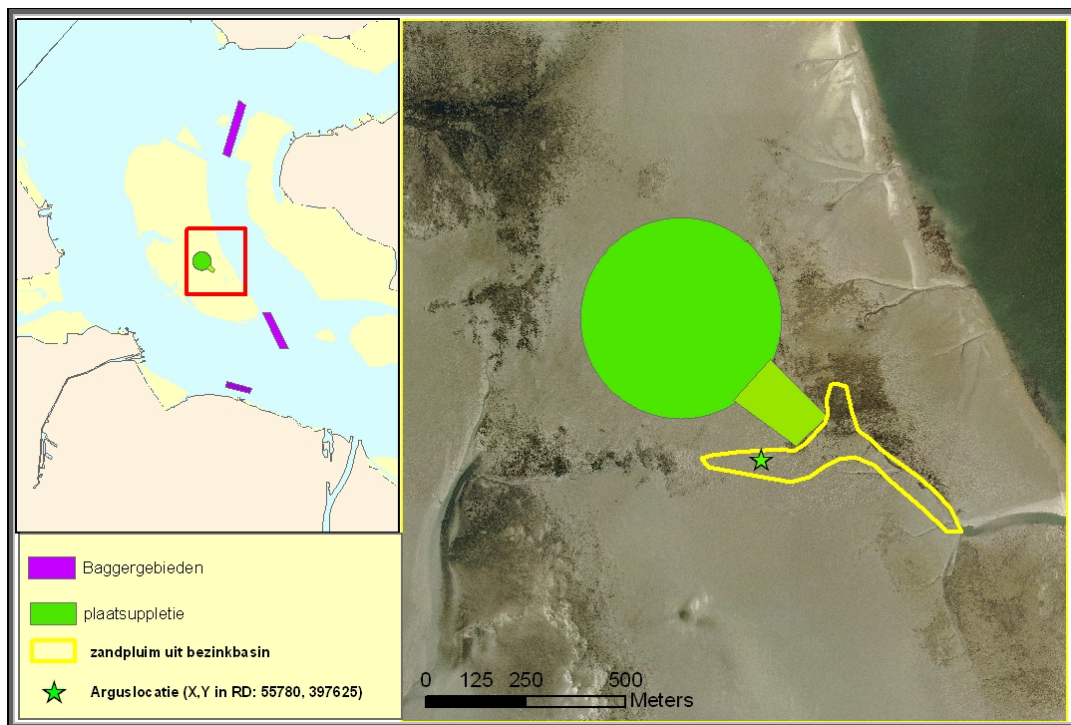
Argus videosysteem

De ontwikkeling van de plaatsuppletie zal door middel van het Argus videobewakingssysteem door Building with Nature worden gevolgd.

¹ Er is gekozen voor stokken van bamboe, omdat bamboe na enkele jaren vergaat. Dit in tegenstelling tot hardhout. Daarnaast is bamboe flexibel en stevig genoeg voor de omstandigheden ter plaatse.

Het Argus videosysteem zal gemonteerd worden op een hoge paal van waaruit doorlopend opnamen gemaakt zullen worden van de suppletie en de omgeving. Het doel van deze monitoring is de ontwikkeling volgen van de suppletie en ter observatie van steltlopers. Met de opname is te zien hoe de branding op de suppletie inwerkt, wanneer de suppletie onderloopt en hoe de suppletie in de loop van de tijd verplaatst en vervormt. Het moment waarop de grootste veranderingen plaatsvinden zijn met deze opnamen te herleiden en te koppelen aan de opgetreden weers- en getijomstandigheden. Daarnaast wordt het systeem op experimentele basis ingezet voor het tellen van steltlopers (Argus-Bio projectplan, 2008).

In figuur 4 is de locatie van het Argus videosysteem weergegeven.



Figuur 4. Locatie Argus videosysteem.

De Arguspaal zal worden geplaatst op coördinaat 55780,397625 (RD). (Argus-Bio projectplan, 2008)

Voor alle tabellen in dit document gelden de volgende tijdsindelingen: T_0 tot 15 juni 2008, uitvoering van 15 juni 2008 tot eind september 2008, 1^e jaar van oktober 2008 tot oktober 2009, 2^e jaar van oktober 2009 tot oktober 2010 en 3^e jaar van oktober 2010 tot oktober 2011. De tijdsindeling zal eenmalig worden weergegeven in de tussentabellen, zie hieronder, en nogmaals bij het totaaloverzicht in de laatste tabel.

Parameter	Inzet/Frequentie				
Visualisatie	T ₀ ^{*1}	Uitvoering ^{*2}	1 ^e jaar ^{*3}	2 ^e jaar ^{*4}	3 ^e jaar ^{*5}
Bamboe stokken	-	10 stokken	continue	continue	continue
Foto's	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst
Luchtfoto's	1x per maand	1x per maand	1x per maand	1x per maand	1x per maand
Argus	continue	continue	continue	continue	continue

Tabel 2. Inzet ter visualisatie van de vervorming van de suppletielocatie.

^{*1} tot 15 juni 2008 ^{*2} 15 juni 2008 – eind augustus 2008 ^{*3} september 2008 – september 2009 ^{*4} september 2009 – september 2010 ^{*5} september 2010 – september 2011

2.1.2 Hoogtemeting

Hoogtemetingen op de Galgeplaat

Hoogtemetingen zullen worden uitgevoerd om;

- de vervorming en verplaatsing van de suppletie te volgen,
- het zandverlies uit het suppletiegebied te bepalen en,
- inzicht te krijgen in de verblijfsduur van het gesuppleerd zand op de plaat.
- de autonome ontwikkeling van het gebied te volgen.

De hoogtemetingen zullen worden uitgevoerd met singlebeam. Met singlebeam is het mogelijk om over de gehele platen te varen. Voor multibeam is een grotere diepte vereist, de diepte boven de plaat is niet voldoende. Singlebeam is een echosoundingmethode en de metingen hebben een nauwkeurigheid van ongeveer 10 cm. Door middel van geluidsignalen die loodrecht naar beneden worden uitgezonden en teruggekaatst worden door de bodem, wordt de afstand tot de bodem berekend met behulp van formule 1 (Halderen, 2005).

$$D = \frac{c\Delta t}{2} \quad (\text{Formule 1})$$

D = Afstand tussen ontvanger en bodem

c = Voortplantingssnelheid van geluidsgolven in water

Δt = Tijdsverschil uitgezonden en ontvangen impuls

De hoogtemetingen zullen worden uitgevoerd in raaien. De raaien lopen ongeveer haaks op de plaatrand van het Brabantsche vaarwater in het oosten. Het ontwerp is te zien in figuur 3. Er zal één groot gebied gemeten worden met raaien om de 50 m (Blauwe raaien in figuur 3). In dit gebied zal ook over de plaatranden heen gemeten worden. Daarnaast zal op en direct rondom de suppletie een gebied gemeten worden met raaien om de 25 m. Het gebied met de 25 m raaien op en rondom de suppletie (Rode raaien in figuur 3) zal iets meer gepositioneerd zijn naar het oosten, noorden en zuiden omdat verwacht wordt dat de suppletie, onder invloed van de overheersende golfaanval, deze kant op zal gaan bewegen.

Er is gekozen voor 25 m raaien in de directe omgeving van de suppletie, zodat cuberen² van dit gebied mogelijk is. In verband met kostenbesparing is gekozen voor 50 m raaien in het gebied eromheen. In dit grote gebied is cuberen niet noodzakelijk. De 50 m raaiafstand is voldoende nauwkeurigheid om het reliëf en de zandverplaatsing te bepalen, mocht de suppletie zich in dit gebied gaan verspreiden.

Singlebeam metingen aan het grote gebied zullen tijdens de T_0 en vervolgens 3 jaar elk kwartaal worden uitgevoerd. Singlebeam metingen op de suppletielocatie zullen tijdens de T_0 en direct na de suppletie uitgevoerd worden, mede als controle op de uitvoerders. Vervolgens zullen de eerste drie maanden de metingen elke twee weken herhaald worden en vervolgens één keer per maand en in het 3^e jaar één keer per kwartaal.

Daarnaast zullen tijdens de T_1 , met behulp van RTK-dGPS, drie raaien worden gelopen om de singlebeam metingen te kalibreren. De drie raaien zullen in een kruis over de suppletie heen worden gelegd. Twee raaien naast elkaar en gelijk aan de singlebeam raaien en een dwarsraai. De basis van de RTK-dGPS ('Real Time Kinematic'- 'differential Global Positioning System') is hetzelfde als die van een normale dGPS. Echter, bij dGPS wordt er alleen gebruik gemaakt van gecodeerde informatie van de satelliet signalen. Bij RTK wordt de fase van de satelliet signalen gebruikt, waarop deze codes zijn gemoduleerd. De resolutie van deze fase is in de orde van 20 centimeter en kan worden gemeten met een nauwkeurigheid van $1/100^{\circ}$, dus 2 millimeter. Op deze manier kan een precisie bereikt worden van enkele centimeters in positie en hoogte. Een snelle en betrouwbare radioverbinding is nodig om de hoeveelheid aan informatie over te sturen van het referentiestation naar de mobiele ontvanger (rover). RTK-systemen maken nagenoeg altijd gebruik van [UHF](#)-radioverbindingen [1].

Van de 25 m singlebeam raaien worden 2.5x2.5 m grids gemaakt. Bij elke volgende peiling wordt een verschilkaart gemaakt en een kubering uitgevoerd om te bepalen hoeveel sediment er nog ligt. Met behulp van dwarsprofielen wordt de hoogteontwikkeling verder gevisualiseerd.

In het onderstaande schema staan de frequentie en raaidichtheid van de hoogtemetingen weergegeven;

² In GIS mogen niet teveel lege cellen zijn, zodat een goede interpolatie uitgevoerd kan worden.

Parameter	Inzet/Frequentie				
Hoogtemeting	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Singlebeam Klein gebied Raai: 25 m	1 x (mei 2008)	-	1 ^e , 2 ^e , 3 ^e maand: 2 x per maand Daarna: 1 x per maand	1 x per maand*	1 x per kwartaal
Singlebeam Groot gebied Raai: 50 m	1 x (mei 2008)	-	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
RTK-dGPS	-	-	Direct na suppletie in een kruis.	1 x per jaar (?)	1 x per jaar (?)

*Mogelijk 1x per kwartaal indien veranderingen dan al traag gaan.

Tabel 3. De frequentie en raaidichtheid van de hoogtemetingen.

Hoogtemetingen op de mosselpercelen

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

Op 3 locaties zullen bodemhoogtemetingen gedaan worden, namelijk;

- 1) Op de westelijke plaatrand in de mosselpercelen die grenzen aan de geulmonding in het Engelsche vaarwater.
- 2) Op de zuidelijke plaatrand in de mosselpercelen.
- 3) Op de mosselpercelen in het noorden naast de baggerlocatie Witte Tonne Vlije.

Bodemhoogtemetingen voor de bewaking van de mosselpercelen worden uitgevoerd met multibeam echolood. Multibeam is nauwkeuriger dan singlebeam en de waterdiepte boven de percelen is toereikend. Multibeam meet via een akoestische methode diepteprofielen. Hiervan kunnen hoge resolutie-dieptekaarten van de bodem geproduceerd worden. De akoestische signalen worden in één keer, onder diverse hoeken, uitgezonden. Tussen het uitzenden van de akoestische signalen en de ontvangst van de gereflecteerde signalen zit een tijdsverschil. Dit tijdsverschil wordt door de multibeam nauwkeurig gemeten en verwerkt. De bodemhoogte kan in een strook, met een breedte van 4 maal de waterdiepte, onder het vaartuig worden gemeten [2,3].

Beide meetlocaties zijn weergegeven in figuur 3 als gearceerde gebieden.

De multibeam metingen zullen in de T₀, direct na de uitvoering gedaan worden. Mocht het noodzakelijk zijn dan kan na 1 jaar nogmaals een multibeam meting verricht worden. Deze metingen hebben echter alleen zin als de bodem van het perceel onaangetast is gebleven³.

³ Zodra een perceelhouder werkzaamheden op een mosselperceel uitvoert, wordt de bodem dusdanig beroerd dat verwacht kan worden dat de multibeam metingen geen toegevoegde waarde meer hebben.

Van de multibeamlodingen worden 1x1 m grids gemaakt. In een kaart zullen de metingen visueel gemaakt worden. Vervolgens zal met de opvolgende peiling een verschilkaart gemaakt worden. In de onderstaande tabel staan de frequenties van de bodemhoogtemetingen uitgezet;

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Bodemhoogtemeting Mosselpercelen (Multibeam)	1 x (mei 2008)	Direct erna	Op afroep	-	-

Tabel 4. De frequentie van de Multibeam bodemhoogtemetingen onder de laagwaterlijn.

2.2 Ecologische ontwikkelingen

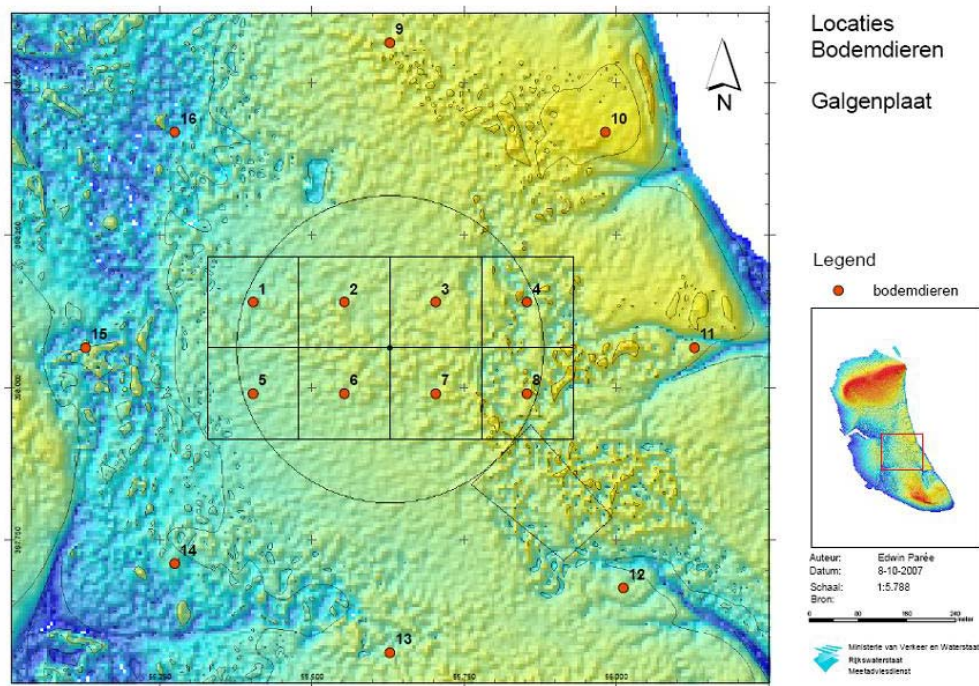
2.2.1 Bodemdierbemonstering

Bodemdierbemonstering vindt plaats om de herkolonisatiesnelheid van de suppletie door bodemdieren te bepalen.

Zowel de samenstelling als de hoeveelheden bodemdieren worden bepaald. Daarnaast wordt ook een korrelgroottebemonstering uitgevoerd.

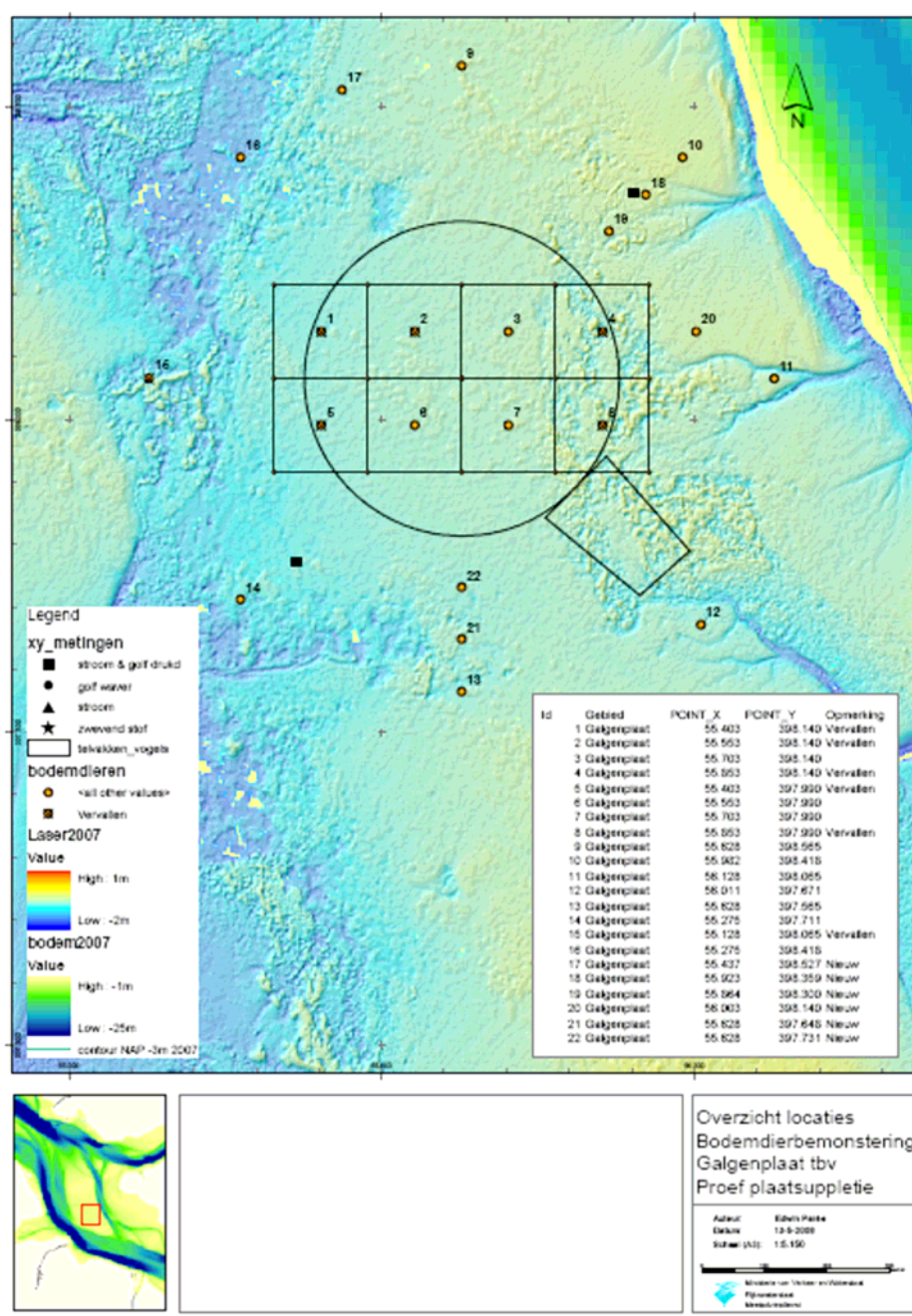
In twee raaien over de suppletie worden, in het midden van de vogeltelvakken en om de suppletie heen, 16 monsters genomen voor bodemdierbemonstering. De verwachting is een homogene verdeling van de bodemdierpjes over de gehele suppletie locatie, daarom is er gekozen voor een bemonsterpunt in het midden van de vogeltelvakken. De locaties zijn weergegeven in figuur 5.

Per bemonsterpunt worden 6 steekbuizen met een diameter van 8 cm in het zand gestoken, tot een diepte van 30cm, en op 1 mm gezeefd. In het onderstaand figuur zijn de 16 locaties weergegeven.



Figuur 5. Locaties van de bodemdierbemonstering voor de T_0 . Van de, in totaal, 16 locaties, liggen 8 locaties in het midden van de vogeltelvakken. De overige 8 locaties liggen in een cirkel om de suppletie heen (Bron: Edwin Parée).

De bodemdierbemonstering heeft plaatsgevonden op de 16 punten in de T_0 . Vervolgens zullen de bodemdierbemonstering herhaald worden, maar met een andere opzet (figuur 6). Er zullen op de suppletielocatie enkele bemonsterpunten wegvallen en deze worden verplaatst in nieuw gevormde raaien. Te verwachten is dat de bodemdieren minder verstoord worden naarmate ze verder van de suppletielocatie afliggen. Door middel van deze raaien wordt geprobeerd vast te stellen of er een geleidelijke verstoring van de bodemdieren plaatsvindt. Omdat in oktober 2008 het suppletiewerk nog in uitvoering is zullen de punten, die binnen de suppletie vallen, worden overgeslagen, tenzij deze punten qua bereikbaarheid en veiligheid wel te bemonsteren zijn. In het noordwesten liggen drie bemonsterpunten die moeten gaan functioneren als referentiepunten. De verwachting is dat de suppletie in noordoostelijke richting zal uitbreiden, vandaar dat er voor gekozen is om een raai in deze richting te leggen. Raaien in oostelijke en zuidoostelijke richting zouden ook wenselijk zijn geweest. Verwacht wordt dat deze gebieden als gevolg van de suppletiewerkzaamheden teveel verstoord zouden worden en dat deze punten geen goede weergave kunnen opleveren over de bodemdieren. In oostelijke richting is wel een extra punt geplaatst. Met deze nieuwe opzet blijft het totale aantal punten (16) dat bemonsterd moet worden gelijk en hangt samen met de beschikbare capaciteit.



Figuur 6. Locaties van de bodemdierbemonstering na de T_0 .

Van de, in totaal, 16 locaties, liggen 3 locaties in de vogeltelvakken, 3 in het noordwesten als referentielocaties, 6 in raaien richting het zuiden en noordoosten, 2 in oostelijke richting en 2 referentiepunten in het zuidoosten en zuidwesten.

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T_0	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Bodemdierbemonstering	Opname oktober 2007	-	Opname oktober 2008	Opname oktober 2009	Opname oktober 2010

Tabel 5. De frequentie van bodemdierbemonstering.

De twee meest oostelijke referentiepunten (10 en 11, in figuur 4) liggen in de buurt van de geul. Met de aannemer moet worden afgesproken dat deze twee punten niet verstoord mogen worden.

Er is gekozen voor deze meetopstelling zodat naast enkele vogeltelvakken het aantal te bemonsteren punten buiten de suppletielocatie uitgebreid kunnen worden. Geleidelijke overgangen van bodemdieren worden op deze manier mogelijk beter zichtbaar.

2.2.2 Vogeltelling

Het gebruik van de suppletie en de omgeving door vogels zal worden gemonitord door vogeltellingen. Hierbij is gelet op soort, activiteit en verblijfsduur. De aanwezigheid van vogels wordt bepaald door diverse factoren. De resultaten van de tellingen geven een globaal beeld of de suppletie weer in gebruik wordt genomen.

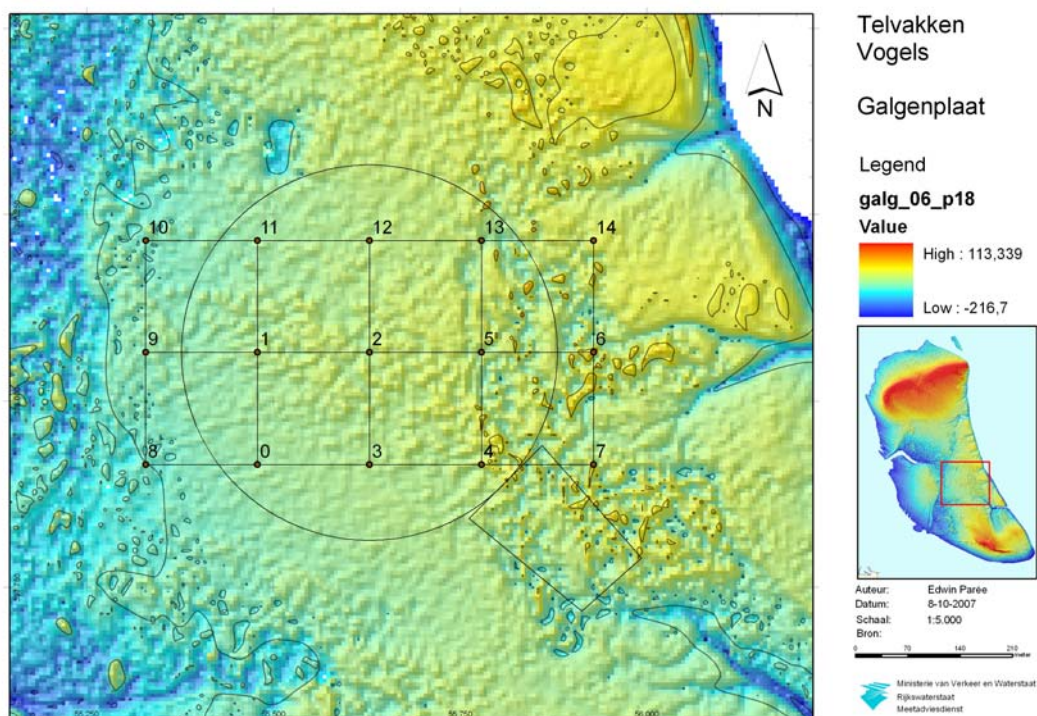
Er zijn vogeltellingen uitgevoerd op de locatie van de proefsuppletie om de effecten van de suppletie op het foerageergebied van de wad- en watervogels te kunnen evalueren. Een T_0 meting is uitgevoerd in oktober 2007, door *Habitat-Advies*. Afbeelding 3 laat de telvakken zien en hun ligging ten opzichte van de proefsuppletie.

De telvakken op de Galgeplaat zijn slibrijk en herbergen (Japanse) oesterbanken. Deze oesterbanken bevinden zich voornamelijk in de twee meest oostelijke telvakken, in figuur 6, de twee rechter vakken. De oesters nemen af van oost naar west en de hoogste delen van het gebied bevinden zich in het vak rechtsonder (Geene, 2007).

De telvakken hebben een grootte van 150 x 150 m en liggen over de locatie van de proefsuppletie. De telvakken zijn uitgezet met een touw van 150 m (zonder rek) en een kompas. Daarbij is het middelpunt bepaald met behulp van een GPS. De locaties van het middelpunt zijn daarbij aangegeven door Rijkswaterstaat Zeeland.

De vogeltellingen zijn gedurende twee dagen uitgevoerd in de laagwaterperiode tussen twee pieken van hoogwater, vanaf een drooggevallen meetvaartuig, in acht telvakken, zie figuur 7.

Alle tellingen werden gestart op hele kwartieren met behulp van verrekijker en telescoop. Er is onderscheid gemaakt tussen foeragerende vogels (actief) en niet-foeragerende vogels (rustend). Meeuwen zijn hierbij niet geteld (Geene, 2007).



Figuur 7. Telvakken van de vogeltellingen op de Galgeplaat (Bron: Edwin Paree)

Geteld zijn;

- Maximale aantallen per vak (gemiddeld over twee teldagen),
- Gemiddeld aantal per vak (gemiddeld over twee teldagen),
- Foerageerminuten (Per vogelsoort = som totaal aantal foeragerende vogels x telinterval (15)).

De resultaten, die naar voren zijn gekomen uit de eerste telling in oktober, zijn dat op de Galgeplaat de aantallen vrijwel gelijk over de telvakken verdeeld zijn. Het tweede vak van linksonder herbergt de meeste vogels (Geene, 2007).

Vogeltellingen zullen nogmaals uitgevoerd worden, over twee teldagen, in september 2009.

De inzet en frequentie van de vogeltellingen over het hele traject van de proefsuppletie staan in tabel 5 weergegeven;

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Vogeltellingen	1 x 2 dagen oktober 2007	-	-	1 x 2 dagen oktober 2009	-

Tabel 6. Frequentie van de vogeltellingen op de Galgeplaat.

Mogelijk wordt deze monitoring nog aangepast en uitgebreid met referentiegebieden. De 4 meest noordelijke telvakken zouden hierbij omgezet kunnen worden in 4 nieuwe (referentie) telvakken in de richting van de zuidelijke raai, gelijk met de locaties van de bodemdierbemonstering. Hierdoor ontstaat een "T" patroon van telvakken. De combinatie aanwezige bodemdier en vogels wordt

hiermee wellicht duidelijk. Echter, in verband met de zichtbaarheid van de grenzen van het telvak kunnen vogels het beste in een L-vormig patroon geteld kan worden.

2.2.3 Productiegewicht van de mosselen

Als er sprake is van aanzanding of vertroebeling ter plekke van de mosselpercelen moet het effect op productiegewicht van de mosselen aangetoond worden. Mosselen zijn in zekere mate ingesteld op aanzanding en vertroebeling van het water, er kan daarom niet automatisch van uitgegaan worden dat deze processen leiden tot productieverlies.

Om een afname in productiviteit te kunnen kwantificeren zijn onderstaande analyses gepland door Imares;

- a) Historische gegevens rendementen van de percelen. (Overleg over gebruik gegevens op basis van vertrouwelijke informatie).
- b) Groei van de mosselen op de percelen worden bepaald.
- c) Groei van eigen mossels bepalen die in mandjes op diverse locaties worden gehangen. Deze mossels hebben allen eenzelfde kwaliteit.

Mosselgroei percelen

Het vleesgewicht en de gesteldheid van de mosselen moet bepaald worden in de percelen nabij en verderaf (referentiegebieden) van de baggerplaatsen en de suppletie. Op 9 percelen, 3 locaties in de Witte Tonne Vlije (april – november 2008), het Brabantsch Vaarwater (april – november 2008) en het Engelsch Vaarwater (april – november 2009), zullen maandelijks twee monsters worden genomen. Indien het perceel leeg is zal er uitgeweken worden naar het naastgelegen perceel. De schelplengte en het visgewicht zullen hierbij bepaald worden.

Mosselgroei eigen mosselen

Op telkens 2 percelen zullen bij de drie bovengenoemde locaties de manden met eigen mosselen worden geplaatst en gemeten. Uit deze manden zullen ook maandelijks monsters worden genomen en geanalyseerd op schelplengte. Vervolgens zal het monster opgesplitst worden in twee deelmonsters, een voor de bepaling van visgewicht en een voor de bepaling van drooggewicht.

Er zullen manden op verschillende locaties geplaatst worden, verspreid over verschillende percelen. De verschillende locaties zullen onderling vergeleken worden. De metingen zullen dezelfde tijdsduur⁴ hebben als de metingen op de percelen. Er zullen 8 monsters uit iedere kooi worden gehaald in Witte Tonne Vlije en het Brabantsch Vaarwater en 20 monsters per kooi uit het Engelsch Vaarwater.

⁴ Witte Tonne Vlije (april – november 2008), het Brabantsch Vaarwater (april – november 2008) en het Engelsch Vaarwater (april – november 2009).

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Productiegewicht mosselen	-	Alle locaties	Alle locaties tot nov 2008 en Engelsch Vaarwater tot nov 2009	-	-

Tabel 7. Frequentie van de bepaling van het productiegewicht van de mosselen.

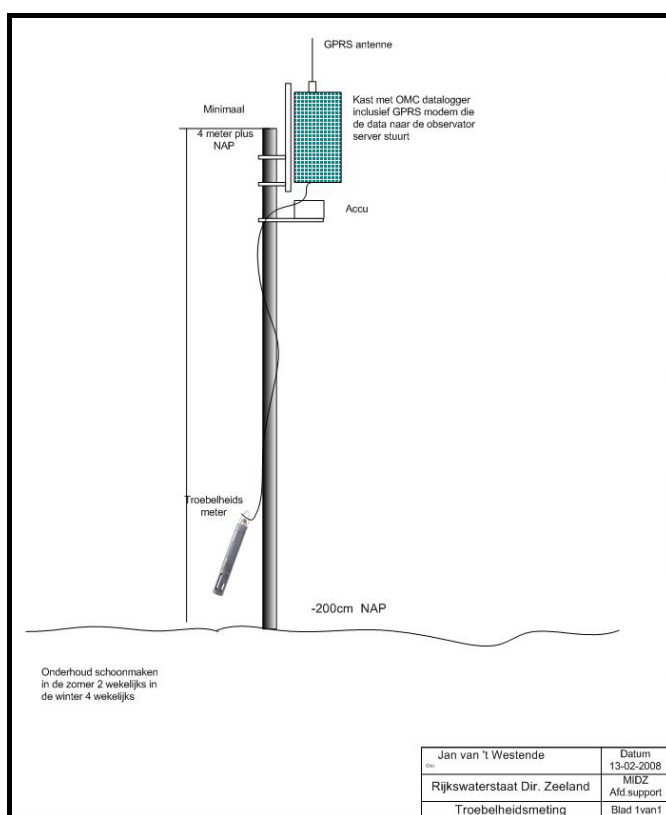
2.2.4 Japanse Oester

Om een inschatting te maken van de herkolonisatie van de Japanse oester op de suppletie zal tijdens plaatbezoek op de suppletielocatie gekeken worden of deze weer gekoloniseerd wordt door Japanse oesters. De bevindingen moeten een globaal beeld geven van de hoeveel oesters die zijn teruggekomen (bv. in de vorm van een bedekkingkaart waar in procenten staat aangegeven). Deze informatie kan extra inzicht geven of suppleren een efficiënt middel is om de Japanse oester tegen te gaan.

2.3 Sedimenttransport

2.3.1 Zwevend stof

Zwevend stof wordt gemeten ten behoeve van de bewaking van mosselpercelen. De vertroebeling wordt bepaald boven en in de omgeving van de mosselpercelen.



Figuur 8. OMS Meestopstelling voor het meten van zwevend stof (Bron: Jan van 't Westende).

Het zwevend stof zal gemeten worden met een YSI 600 OMS meter ("Optical Monitoring System"). De OMS moet op minimaal 3 m diepte (= - 3m t.o.v. NAP) en 1 m boven de bodem worden gehangen. In de zomer moet het instrument 2 wekelijks worden schoongemaakt en in de winter iedere 4 weken.

De gemeten data zal met behulp van de OMC GPRS-Data logger naar de observator server gestuurd worden.

De metingen van het zwevend stof zullen gemeten worden op 5 locaties. Deze locaties zijn terug te vinden als sterren, met code ZS 1 t/m 5, in figuur 3. Twee van deze locaties liggen bij de twee baggergebieden. De overige drie OMS instrumenten zijn gepositioneerd bij geulmondingen of mosselpercelen.

De twee OMS instrumenten, bij de baggergebieden, zijn van belang voor het bepalen van het zwevend stof tijdens de baggerfase.

De twee OMS instrumenten in de buurt van de geulmonding worden ingezet om het zwevend stof in de geulen te bepalen tijdens de suppletie. Eén geul mondt uit op de mosselpercelen. Bij deze mosselpercelen zal het vijfde OMS instrument worden geplaatst, ten noorden van de geul. Op deze manier wordt de (mossel)perceelbewaking uitgevoerd.

Meetinstrument:	Meting:
ZS 1, ZS 2 en ZS 3	Deze instrumenten bij de mosselpercelen zullen deels gebruikt worden als referentie van de omgevingswaarde en deels (bepaalde stroomrichting) als bewaking van het zwevend stof gehalte.
ZS 3 en ZS 4	Ter bewaking van het zwevend stof tijdens baggeren (Brabantsch Vaarwater).
ZS 5	Ter bewaking van het zwevend stof tijdens baggeren (Witte Tonne Vlije).
ZS 4	Ter bewaking van zwevend stof gehalte bij de uitloop van de gecontroleerde afvoer van het suppletie perswater dat in de richting van het Brabantsch Vaarwater wordt afgevoerd. (Tijdens eb)
ZS 2	Bij afgaand tij is de verwachting dat het grootste deel van het water afloopt via ZS2.

Tabel 8. Overzicht van de inzet van de afzonderlijke OMS instrumenten.

Per locatie zullen de metingen continue plaatsvinden tot één maand na de suppletie. Metingen aan de T₀ moeten, bij voorkeur, zo spoedig mogelijk starten met uitstel tot uiterlijk een maand voorafgaand aan de suppletie.

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Zwevend stof (OMS)	Maand voorafgaand suppletie	continue	Maand na suppletie	-	-

Tabel 9. De frequentie van de metingen voor zwevend stof met gebruik van OMS's.

MWTL-metingen van zwevende stof in de Oosterschelde zouden een beeld kunnen geven van de mate van troebelheid en het bereik van de

waarde van zwevende stof in voorgaande jaren en in het jaar van de suppletie. Deze gegevens zouden als achtergrondinformatie gebruikt kunnen worden.

Bewaken van het zwevende stofgehalte (Maldegem, 2008)

Voor het bewaken van het zwevende stofgehalte zijn en worden de volgende afspraken gemaakt:

- Meetdienst Zeeland organiseert de installatie, maandelijkse controle, kalibratie en ijking van de meetinstrumenten. Hiervan zal een logboek bijgehouden worden.
- Meetdienst Zeeland regelt dat het ruwe meetsignaal van de troebelheid voor Rijkswaterstaat betrokkenen openbaar is op Observer.com.
- Meetdienst Zeeland organiseert dat uitval/storing van een meetlocatie binnen 48 uur is hersteld.
- VCZ (Verwerkings Centrum Zeeland) valideert en kalibreert de gegevens, van het zwevende stof op de 5 meetlocaties, naar 10 minuut en uurgemiddelde waarden. Het uurgemiddelde verloop wordt grafisch gepresenteerd op de site van het VCZ (eventueel op www.hmcz.nl). In deze grafieken is het T_0 verloop gestippeld getekend.
- VCZ presenteert tevens de uurgemiddelde stroomrichting; a) ter plaatse van de suppletie en b) bij de baggerlocaties.
- Het mosselkantoor houdt een digitaal logboek bij van de activiteiten op de gemerkte mosselpercelen⁵.
- De aannemer houdt een digitaal logboek bij van zijn activiteiten.

Indien het (uurgemiddelde) gekalibreerde zwevend stofgehalte tijdens het suppleren, bij meetlocaties ZS1 t/m ZS4, meer dan 50 mg/l hoger is dan de bijbehorende omgevingswaarde en indien bij meetlocatie ZS3, ZS4 en ZS5 het zwevende stofgehalte tijdens het baggeren meer dan 100 mg/l hoger is dan de bijbehorende omgevingswaarde, worden automatisch de volgende acties gestart:

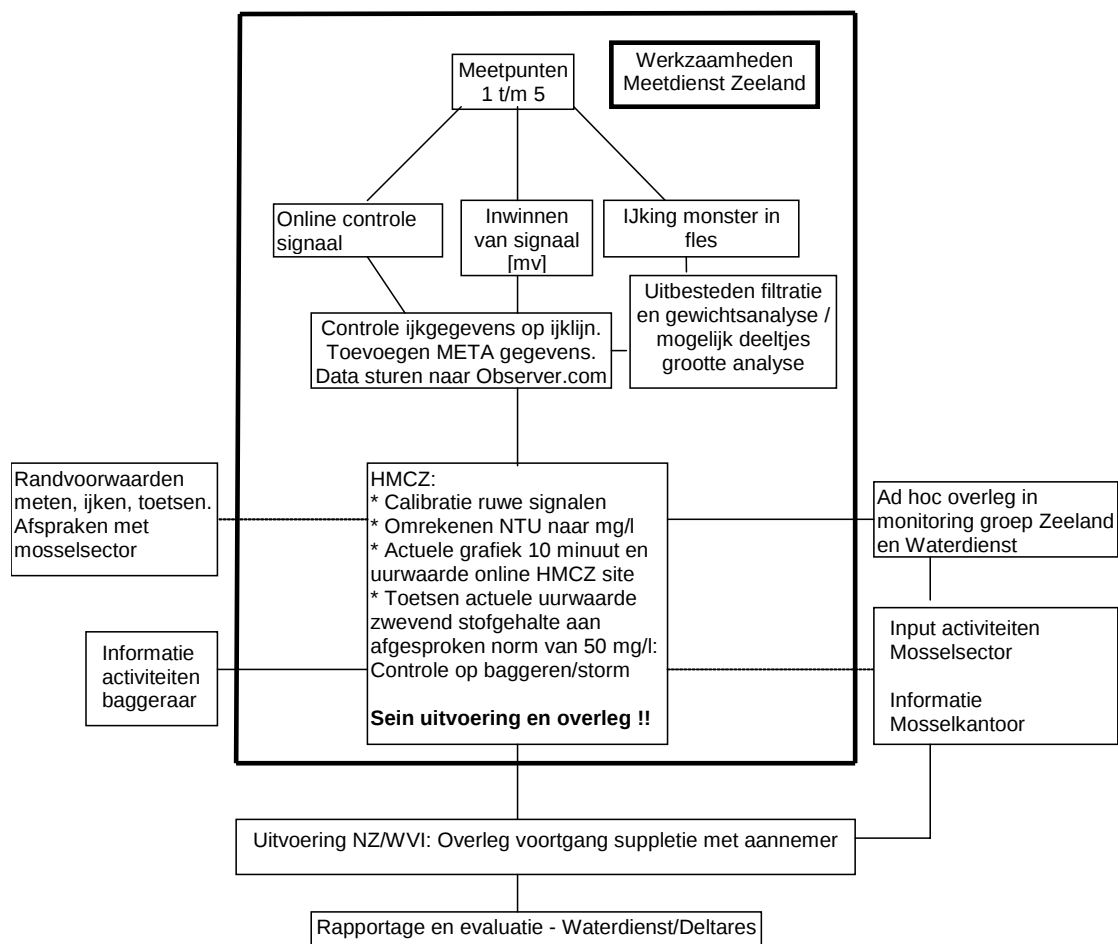
- Het VCZ⁶ controleert eerst (1) of de aannemer op dat moment actief is bij de suppletie of baggerlocatie, (2) of het loos alarm is omdat de verhoging door storm wordt veroorzaakt:
 - o Melden van overschrijding aan de overleg monitoringgroep van Zeeland en de Waterdienst, die ad hoc de situatie dient te beoordelen. Hiertoe dient een "dienstschema" worden afgesproken.
 - o Melden van overschrijding aan de projectleider van Rijkswaterstaat directie Noordzee.
 - o Melden aan de uitvoerder van de suppletie dat er overschrijding is geconstateerd.

⁵ Activiteiten mosselboeren op perceel worden niet geregistreerd door de Verkeerspost. Suggestie nu is met Mosselkantoor af te spreken dat geregistreerd wordt op welke percelen mosselboeren bij de Galgeplaat en Brabantsche vaarwater/Witte Tonne Vlije actief zijn vanaf begin mei tot eind oktober.

⁶ Het VCZ is continu paraat tijdens storm > 9B en waterstands verwachting buiten Oosterschelde > NAP + 2.50m. Anders door de week van 6.00 tot 21.30u en in het weekend van 6.00 tot 13.30u

- Tussen de projectleider van de suppletie en de vertegenwoordiger van de overleggroep dient na melding binnen een uur te worden vastgesteld of er werkelijk sprake is/kan zijn van overschrijding van de afgesproken norm, ten gevolge van het suppleren.
- Indien geconcludeerd wordt dat de overschrijding van het zwevende stof gehalte plaatsvindt, geeft de projectleider van Noordzee deze vaststelling door aan de uitvoerder van de suppletie. De uitvoerder is volgens het bestek verplicht om over te gaan tot stilleggen van het baggeren/suppleren totdat het zwevende stofgehalte geen overschrijding meer vertoont.
- De projectleider van Noordzee informeert de mosselsector dat het suppleren is gestopt wegens overschrijden van de afgesproken norm.
- De informatie van het "incident" wordt schriftelijk vastgelegd en gerapporteerd aan betrokkenen. Blijken er achteraf meningsverschillen ontstaan tussen Rijkswaterstaat en de mosselsector, dan moet er volledige inzage zijn in de wederzijdse informatie.

De procedure die wordt gevolgd om het zwevende stofgehalte te bewaken is geschematiseerd weergegeven in figuur 9.



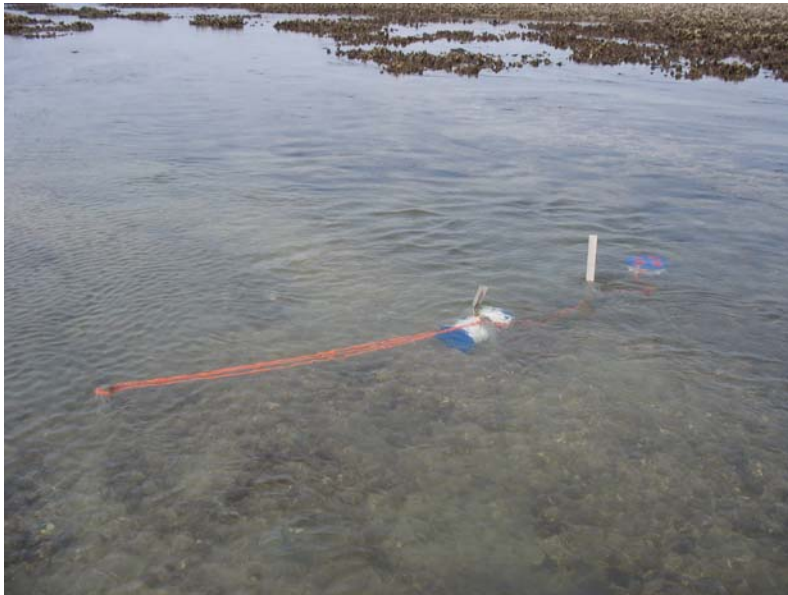
Figuur 9. Procedure voor bewaking van het zwevende stofgehalte in de omgeving van de plaat.

2.4 Hydrodynamische ontwikkelingen

2.4.1 Stroomsnelheden

De stroomsnelheden worden gemeten om kennis te verkrijgen over de stroomsnelheid en stroomrichting van het water over de Galgeplaat. Deze informatie is belangrijk voor de modellering om zo de verspreiding van het sediment vanaf de suppletie te verklaren.

Er zal gemeten worden met een akoestische dopplerstroommeter, de ADCP ('Acoustic Doppler Current Profiler'). De ADCP is ontworpen om stroomsnelheden mee te meten door gebruik te maken van de Dopplerverschuiving. Een puls met vaste frequentie wordt uitgezonden door het apparaat, deze puls wordt gereflecteerd door deeltjes in het water. Als gevolg van de beweging van deeltjes in het water is er tussen de uitzending en ontvangst van het frequentiesignaal een verandering ontstaan. Deze frequentieverandering is een maat voor de stroomsnelheid van het water [4,5].



Figuur 9. ADCP opstelling (bron: Jan van 't Westende)

Voor het meten van stroomsnelheden worden 4 ADCP's in een ruit om de suppletie gelegd. Door de instrumenten op deze manier om de suppletie heen te leggen worden vier zijdes van de suppletie gemeten. Hierdoor kunnen de effecten van de suppletie op de stroomsnelheden zo efficiënt mogelijk gemeten worden, met de hoeveelheid instrumenten die beschikbaar zijn. De vier ADCP-meters zijn in figuur 3 aangegeven als driehoeken. In figuur 9 is een foto van een ADCP meter in gebruik te zien.

Het meten van de stroomsnelheden zal continue, telkens 2 keer 14 dagen⁷ aaneengesloten, plaatsvinden. De eerste meting vindt plaats één maand voorafgaand aan de suppletie (9 mei 2008). Eén meting vindt plaats direct na de aanleg van de suppletie en de laatste meting in het 3^e jaar om zo de condities bij een 'stabiele situatie'⁸ te verkrijgen.

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Stroomsnelheid (ADCP)	Maand voorafgaand suppletie	-	direct na suppletie	-	Voor 'Stabiele situatie' (sept/okt 2011)

Tabel 10. De frequentie van de metingen aan stroomsnelheden met gebruik van ADCP's.

2.4.2 Golfhoogte

Golfhoogte vóór de plaat

De golfhoogte vóór de plaat wordt gemeten om de golfwerking te bepalen die als drijvende kracht achter sedimenttransport en stromingen werkt en daardoor in sterke mate van invloed is op de vervorming van de suppletie. Er zal gekeken worden of er een relatie is tussen de golven vóór de plaat en de golven bij de suppletie op de plaat, over deze relatie moet meer kennis komen. De golfhoogte vóór de plaat zal met een Waverider gemeten worden. Naast golfhoogte zullen ook de golfperiode en richting gemeten worden.

De Waverider is een ronde boei met een diameter tot 1 m. Er zijn Waveriders die a) enkel de golfhoogte meten of b) golfhoogte en golfrichting. De golfhoogte metingen zijn gebaseerd op het meten van verticale versnellingen. Bij elke golfpassage gaat de boei omhoog en deze verticale versnelling wordt gemeten door een versnellingsmeter en verwerkt. De bepaling van de golfrichting is gebaseerd op het meten van horizontale versnellingen, door twee versnellingsmeters en een kompas te gebruiken kunnen de noord-zuid en oost-west richtingen worden berekend [6,7].

De Waverider zal geplaatst worden op ongeveer 200 m zuidwestelijk van de Galgeplaat in het Engelsche Vaarwater, figuur 3 cirkel. Op deze locatie moet de Waverider buiten de vaargeul en met een voldoende afstand van de vaarroute van de baggervoertuigen worden geplaatst. De Waverider mag echter niet droogvallen.

⁷ Bij voorkeur doortij-springtij en springtij-doodtij. Het instrument moet na 14 dagen opnieuw ingezet worden.

⁸ Na 3 jaar mag er verwacht worden dat de grootste veranderingen van de suppletie hebben plaatsgevonden. Vandaar dat er over metingen aan condities bij een "Stabiele situatie" wordt gesproken.

Mocht de "stabiele situatie" al in het 2^e jaar bereikt worden dan zal de ADCP eerder worden teruggeplaatst.

De Waverider zal zo snel als mogelijk geplaatst worden (9 mei 2008) en tot en met het 1^e jaar na het suppleren blijven liggen. Vervolgens zal de Waverider in het 3^e jaar in de winterperiode voor één maand teruggeplaatst worden.

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Golfhoogte vóór de plaat (WAVERIDER)	Vanaf mei 2008	continue	continue	-	1 maand in de winter

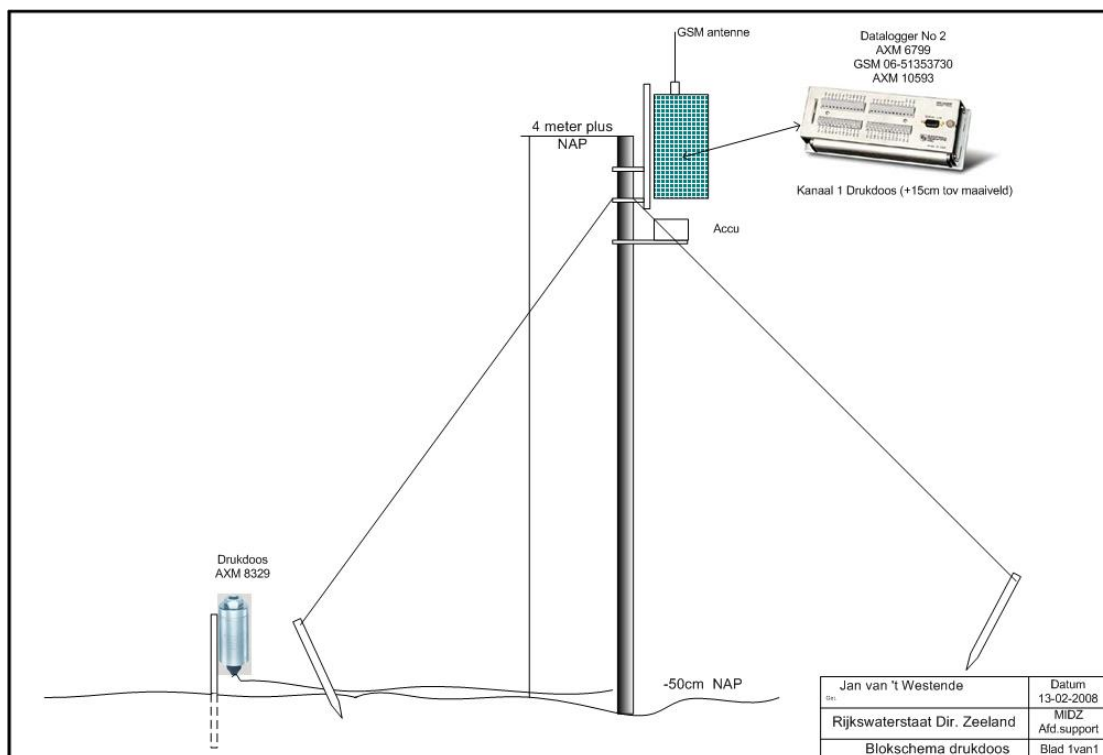
Tabel 11. Meetfrequentie golfhoogte vóór de Galgeplaat met behulp van de Waverider.

Golfhoogte bij suppletie

De golfhoogte, die met druksensoren, bij de suppletie wordt uitgevoerd, dient om;

- een relatie te verkrijgen tussen het golfklimaat op de plaat en het golfklimaat bij de Waverider. In combinatie met windgegevens moet er een beeld worden verkregen van het golfklimaat waaraan de suppletie, in de jaren na aanleg, wordt blootgesteld.
- de golfdempende werking van de suppletie te bepalen. Dit gebeurt door de golfgegevens vóór en achter de suppletie met elkaar te vergelijken. Indien de golfhoogte achter de suppletie is afgenomen wijst dit op de golfdempende werking van suppleties.

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



Figuur 11. Druksensor opstelling (Bron: Jan van 't Westende).

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

De golfhoogte bij de suppletie wordt gemeten met twee druksensoren, ten zuidwesten en noordoosten van de plaatsuppletie. In figuur 3 zijn beide druksensoren weergegeven als twee zwarte blokken aan beide zijden van de suppletie. De druksensoren worden geactiveerd als de Galgeplaat onder water staat.

De metingen zullen, tijdens de T_0 (vanaf 9 mei 2008), gelijktijdig ingezet worden met de Waverider. In het 3^e jaar zullen ook de druksensoren, gedurende één maand in de winter, wederom worden ingezet om beide golfgegevens te vergelijken.

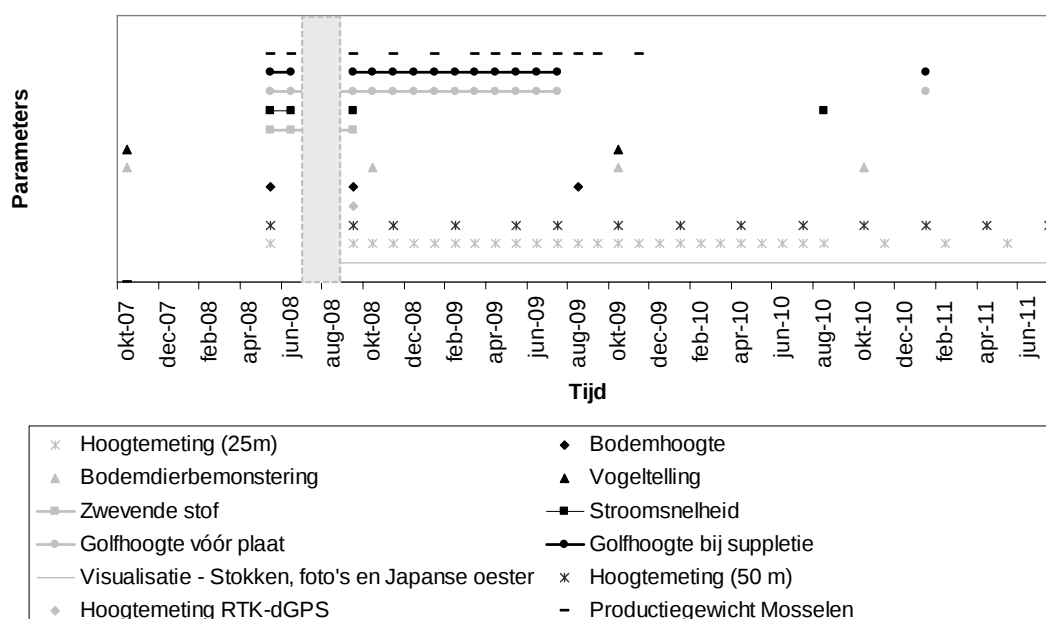
Parameter	Inzet/Frequentie				
	T_0	Uitvoering	1 ^e jaar	2 ^e jaar	3 ^e jaar
Golfhoogte bij suppletie (Druksensor)	Vanaf mei 2008	-	continue	-	1 maand in de winter

Tabel 12. Meetfrequentie golfhoogte bij de suppletie met behulp van drukdozen.

2.5 Tijdsindeling en overzicht van de monitoring

Onderstaande kalender geeft een overzicht van de verschillende parameters en wanneer de bijbehorende metingen uitgevoerd moeten worden;

Kalender Monitoring Galgeplaat



Figuur 12. *Kalender voor de monitoring van de proefsuppletie op de Galgeplaat.*

Parameter	Inzet/Frequentie				
	T ₀ ^{*1}	Uitvoering ^{*2}	1 ^e jaar ^{*3}	2 ^e jaar ^{*4}	3 ^e jaar ^{*5}
Visualisatie* Stokken	-	10 stokken	continue	continue	Continue
Visualisatie* Foto's	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst
Luchtfoto's	1x per maand	1x per maand	1x per maand	1x per maand	1x per maand
Argus	continue	continue	continue	continue	continue
Hoogtemeting Suppletie (Singlebeam)* Raai 25 m	1 x (mei 2008)	-	1 ^e , 2 ^e en 3 ^e maand: 2 x per maand Daarna: 1 x per maand	1 x per maand / 1x per kwartaal	1 x per kwartaal
Hoogtemeting Galgeplaat (Singlebeam)* Raai 50 m	1 x (mei 2008)	-	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
Hoogtemeting (RTK-dGPS)	-	-	Direct na suppletie in een kruis.	1 x per jaar	1 x per jaar
Bodemhoogte (Multibeam)	1 x (mei 2008)	Direct erna	Op afroep	-	-
Bodemdierbemonstering*	Opname oktober 2007	-	Opname oktober 2008	Opname oktober 2009	Opname oktober 2010
Vogeltelling	1x 2 dgn oktober 2007	-	-	1 x 2 dgn oktober 2009	-
Productiegewicht mosselen	-	Alle locaties	Alle locaties tot nov 2008 en Engelsch Vaarwater tot nov 2009	-	-
Japanse Oester	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst	Plaatbezoek meetdienst
Zwevend stof (OMS)	Maand voorafgaand suppletie	Continue	Maand na suppletie	-	-
Stroomsnelheid (ADCP)*	Maand voorafgaand suppletie	-	direct na suppletie	-	'Stabiele situatie'
Golfhoogte vóór plaat (WAVERIDER)*	Vanaf mei 2008	continue	continue	-	1 maand in de winter
Golfhoogte bij suppletie (druksensor)*	Periode voor relatie met WAVERIDER Vanaf mei 2008	-	Periode voor relatie met WAVERIDER continue	-	1 maand in de winter

* Monitoring zal worden uitgevoerd gedurende maximaal 3 jaar of totdat de suppletie uitgevlakt is naar een laag met een dikte van minder dan 0.1 m.

Tabel 13. Overzicht van alle parameters en de meetfrequentie.

^{*1} tot 15 juni 2008 ^{*2} 15 juni 2008 – eind augustus 2008 ^{*3} september 2008 – september 2009 ^{*4} september 2009 – september 2010 ^{*5} september 2010 – september 2011

3. Uitvoering en kosten

3.1 Uitvoering

In het onderstaande schema is een overzicht gegeven van de verschillende te meten parameters en de partijen die deze metingen zullen gaan uitvoeren:

	Parameter	Uitvoerder
Morfologische ontwikkeling	Visualisatie (Bamboe stokken/Foto's)	Meetdienst
	Luchtfoto's	Sander Lilipaly
	Hoogtemeting (RTK-dGPS)	Meetdienst
	Bodemhoogte (Multibeam)	Meetdienst
	Bodemhoogte (Singlebeam)	Meetdienst
Ecologische ontwikkeling	Bodemdierbemonstering	Meetdienst (NIOO = analyse en rapportage)
	Vogeltelling	Habitat-Advies (2007) Overige jaren onbekend
	Productiegewicht mosselen	Imares
Sedimenttransport	Zwevend stof (OMS)	Meetdienst – Instrumenten gehuurd
Hydrodynamische ontwikkeling	Stroomsnelheid (ADCP)	Meetdienst
	Golfhoogte vóór plaat (WAVERIDER)	Meetdienst – Waverider gehuurd
	Golfhoogte bij suppletie (druksensor)	Meetdienst

Tabel 14. Te meten parameters en de bijbehorende uitvoerders.

Het Argus videosysteem is hier buiten beschouwing gelaten omdat dit onder Building with Nature zal komen te vallen. Mogelijk komt hieruit extra informatie over morfologische ontwikkeling en vogeltellingen.

3.2 Kosten

In het onderstaande schema is een overzicht gegeven van de kosten voor de monitoring van de proefsuppletie;

KOSTENOVERZICHT MONITORING PROEFSUPPLETIE GALGEPLAAT 2007-2011

	2007	2008	2009	2010	2011
Morfologie					
Singlebeam	-	-	-	-	-
Multibeam	-	-	-	-	-
RTK	-	-	-	-	-
Laser	€ 30.000				
Ecologie					
Bodemdieren					
Monsternamen	-	-	-	-	-
Analyse	-	€ 18.000	18.000	18.000	18.000
Vogeltelling	17.826	-	€ 9.000	-	-
Mosselen	€ 51.100 35.900				
Zwevend stof	-	€ 46.000	-	-	-
Hydrodynamica					
Stroomsnelheid	-	€ 12.000	12.000	-	12.000
Golfhoogte					
Algemeen					
Update LT trend morf. ontwikkeling Oosterschelde	€ 35.000				
Analyse en rapportage monitoring T0 door Deltares	?				
Luchtfoto's S. Lilipaly					
Onderhoud apparatuur	-	-	-	-	-
Veldwerk (bamboes, foto's etc.)	-	-	-	-	-
Presentatie lodingen	-	-	-	-	-
Totaal (excl. laser)	17.826	€162.100	74.900	18.000	30.000
Verwerking/validatie data Waverider/drukdozen					
Verwerking/validatie data zwevendstofmeters					

Tabel 15. Kostenoverzicht (Bron: Edwin Paree)

4. Databeheer en evaluatierapportage

Dataverwerking en beheer

Een wezenlijk onderdeel van het monitoringprogramma betreft de primaire verwerking en opslag van de verschillende waarnemingen. De meetdienst van de Regionale Dienst Zeeland (DZL) zal deze verantwoordelijkheid op zich nemen.

Het is daarbij van belang dat er een goede datastructuur wordt opgezet om de toegankelijkheid van de verschillende gegevens zo goed mogelijk te kunnen borgen.

Op basis van de primaire verwerking van de data, in de vorm van grafieken en kaarten, zal de Waterdienst een eerste kwaliteitsborging uitvoeren.

De resultaten van deze primaire verwerking zullen worden vastgelegd in datarapporten, waarbij wordt gestreefd naar een verwerkingsperiode per kwartaal. Het eerste datarapport zal de periode tot en met 30 september beslaan. Dit rapport bevat dus de gegevens van de T_0 en de aanleg periode.

Een indicatieve inhoudsopgave van de datarapportage betreft:

1. Overzicht van de uitgevoerde metingen
2. Fysische gegevens (waterbeweging, golven, meteo, e.d.)
3. Morfologische gegevens (suppletie hoeveelheden, bodemligging, e.d.)
4. Waterkwaliteit (zwevend stof)
5. Ecologie (bodemdieren, vogels e.d.)
6. Mosselkweek (ontwikkeling vleesgewicht, conditie percelen e.d.)
7. Overige data en informatie.

De resultaten van dit datarapport zullen met de mosselsector worden besproken als een eerste evaluatie van de suppletieproef. Vervolgens zullen de gegevens worden benut voor nader evalueren van de T_0 en de aanlegfase. In totaal zullen 13 (ieder kwartaal) datarapporten worden opgesteld, waarvoor de verantwoordelijkheid bij de Meetdienst van DZL ligt.

Evaluatie en Rapportage

Er staan vier evaluaties op het programma;

- a) Op basis van het 1^e datarapport zal eind januari 2009 de 1^e evaluatie met daarin T_0 , de aanlegfase en de T_1 worden gerapporteerd.
- b) De 1^e tussen evaluatie zal eind 2009 worden gerapporteerd op basis van de datarapporten 1 t/m 5 (na één jaar).
- c) De 2^e tussenevaluatie zal eind 2010 worden gerapporteerd. Hiervoor zullen datarapporten 6 t/m 10 worden gebruikt (na twee jaar).
- d) De eindevaluatie is gepland in 2011 en zal deels gelijktijdig met de laatste meetperioden kunnen worden uitgevoerd.

In de 1^e en 2^e evaluatierapportage zal, in ieder geval, de verplaatsing van de suppletie, het zwevend stof en de algemene waarnemingen moeten bevatten.

De verantwoordelijkheid voor het uitvoeren van de evaluatierapportages ligt bij de Waterdienst, die de onderdelen zal uitbesteden naar Deltares en/of andere marktpartijen.

In de evaluatie zal getracht worden antwoord te geven op vragen als:

- a) Hoe snel en waarheen gaat de suppletie zich verspreiden? Welke vormverandering treedt op? Is er een verandering van de bodemsamenstelling, bijvoorbeeld in korrelgrootte?
- b) Wat is het initiële effect op de droogvalduur en hoe verandert deze in de tijd?
- c) Wat is het initiële effect op het foeragegedrag van vogels en hoe verandert deze in de tijd?
- d) Vindt er rekolonisatieplaats door de bodemdieren en Japanse oester op de suppletielocatie en erbuiten? Wat is de aard en de omvang hiervan?
- e) Is er een golfdempende werking van de suppletie aan te tonen?
- f) Wat is het effect van de suppletie op de bodemhoogte van bestaande mosselpercelen? Wordt het vleesgewicht van de mosselen bepaald door de hoeveelheid zwevend stof in het water? Hoe veranderen deze parameters in tijd en ruimte?
- g) Is het aan te bevelen de proef op grotere schaal te herhalen? Is een grotere suppletie ook duurzamer?
- h) Is de proef geslaagd?

Aanvullend zal vanuit het project Ecoshape door het consortium Building with Nature een aanvullende evaluatie plaatsvinden over de duurzaamheid en de uitvoerbaarheid van toekomstige suppleties in de Oosterschelde. Mogelijk zullen ook voorspellingsmethoden zoals modellen worden ingezet om nader te evalueren in hoeverre de processen, die op de plaat optreden, met deze modellen kunnen worden gesimuleerd.

Het verzamelen van overige data is nodig, zoals meteodata en gegevens over de sluiting van de kering, voorgaande (langjarige) hoogtemetingen en zwevend stof metingen.

Voor zover als mogelijk moeten uit lopend/reguliere metingen de data voor alle parameters verzameld worden.

Literatuurlijst

Geene, 2007. Tellingen van watervogels tijdens laagwater op de Galgenplaat en de Roggenplaat (Oosterschelde) in oktober 2007. Habitat- Advies, Middelburg.

Halderen, L. van, 2005. Vergelijking tussen de interpolatiemethodes DIGIPOL, SURFIS en KRIGING. Rijkswaterstaat. Rapportnummer AGI-2005-GPMP-015.

Hoeven, M.L.E.B van der, 2006. De zandhonger van de Oosterschelde. Casestudie: De morfologische ontwikkeling van de Galgeplaat. Afstudeerrapport, Technische Universiteit Delft.

Maldegem, D. van, 2008. Memo: Methodiek bewaken zwevende stofgehalte bij de mosselpercelen (Concept).

Rappoldt, C., Ens, B.J., Kersten, M.A.J.M., Dijkman E.M., 2006. Scholeksters en droogvalduur van kokkels in de Oosterschelde. Ecocurves, Haren. Ecocurves rapport 2, ISSN 1872-5449.

Delen uit het monitoringprogramma zijn tot stand gekomen met behulp van informatie uit onderstaande stukken:

- Argus-Bio projectplan, 2008. BWN ZW2.2 Monitoring Impact of Nourishment Galgeplaat. Building with Nature en Ecoshape.
- Zanten, E van en Adriaanse L.A., 2008. Verminderd getij. Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken. Rapport, RWS/2008, Rijkswaterstaat Zeeland, Middelburg.
- Maldegem, D.C. van, 2007. Monitoringprogramma proefsuppletie Oosterschelde 2008 in kader van verkenning zandhonger Oosterschelde. RIKZ-DZL
- Zanten, E. van, 2008. Opzet projectplan 2008 zandhonger, versie 0.1, 22 januari 2008.

Internetbronnen:

- [1] <http://nl.wikipedia.org/wiki/RTK>
- [2] http://nl.wikipedia.org/wiki/Multibeam_echolood
- [3] www.mumm.ac.be/NL/Monitoring/Belgica/multibeam.php
- [4] www.sontek.com/princop/adp/adppo.htm
- [5] <http://nl.wikipedia.org/wiki/ADCP>
- [6] www.epa.qld.gov.au/environmental_management/coast_and_oceans/waves_and_storm_tides/wave_monitoring/waverider_buoys/
- [7] www.encora.eu