

PhD project: Productiviteit van de
mosselweekcyclus in de
Waddenzee
Introductie en verkenning data van
Mei 2009 tot Februari 2010

Jacob Capelle, Jeroen Wijsman

Rapport C084/10



IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Opdrachtgever:

PO Mosselcultuur
Postbus 116
4400 AC YERSEKE

Publicatiedatum:

15 juli 2010

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

© 2010 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO,
geregistreerd in het Handelsregister
nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V9.1

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding.....	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Aanpak.....	6
1.3 Dankwoord.....	6
2 Materiaal en methode	7
2.1 Achtergrond	7
2.2 Steekproefgrootte	7
2.3 Bemonsteringsprocedure	8
2.4 Analyse	8
2.5 Bustal.....	8
2.6 Relatieve Theoretische Productie Waarde	9
3 Resultaten.....	10
3.1 Steekproefgrootte	10
3.2 Bemonsteringen.....	12
3.3 Groei van het bodemzaad.....	13
3.3.1 Zomer	13
3.3.2 Winter	15
3.4 Overleving van het bodemzaad.....	16
3.4.1 Zomer	16
3.4.2 Winter	17
3.5 MZI-zaad op de percelen.....	20
3.6 Andere patronen	22
Discussie en conclusies	25
Referenties	28
Bijlage A. Lengte distributie van het voorjaarszaad in juni en september per kaartklasse.	29
Bijlage B. Kaart met de indeling in de relatieveTPW-klassen (TPW/oppervlakte).....	32
Bijlage C, berekende mosselgewichten tijdens zaaien	33
Bijlage D. Ruimtelijke patronen op de percelen.....	34
Verantwoording	47

Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van de methodiek en een verkenning van de resultaten van bemonsteringen die zijn uitgevoerd tijdens het eerste jaar voor het PhD project: “de productiviteit van de mosselkweek cyclus in de Waddenzee”. Als onderdeel van dit project zijn mosselen gevolgd van zaad tot veiling. Hiertoe zijn op percelen in de Waddenzee vier maal per jaar metingen verricht aan deze mosselen. Veranderingen in biomassa in aantallen, zeesterren, strandkrabben en de eigenschappen van de mosselen zijn hierbij in kaart gebracht. Deze data zijn in dit rapport op een rij gezet. De monsters voor dit onderzoek zijn genomen met een Van Veen-happer, het minimaal aantal benodigde happen is op 70 per perceel gesteld.

Voor de bemonsterde periodes bleek de groei het hoogst tijdens de zomer, ook de sterfte was tijdens deze periode het hoogst. De grootse sterfte vindt na het zaaien plaats. De groei over de zomerperiode lijkt van grotere invloed te zijn op de sterfte dan de zaaidichtheid of de dichtheid in het voorjaar. In september werden de mosselen die in verschillende dichtheden in mei zijn uitgezaaid (375-1700 mosselen/m²) in een nauwe bandbreedte (200-600 mosselen/m²) weer aangetroffen. Over de winter was de afname in aantal mosselen per vierkante meter relatief minder en de variatie groter. Groei vond er tijdens deze periode nauwelijks plaats. In een periode waarin de mosselen relatief hard groeien lijkt de sterfte ook hoog, de groei compenseert het verlies in aantallen waardoor het biomassa rendement hoog is. In een periode met relatief weinig groei (over de winter) is de sterfte minder, door deze lage groeisnelheden kan het biomassa rendement dus afnemen ondanks de verminderde sterfte.

Ook MZI-zaad is gevolgd op de percelen, hoewel slechts drie partijen helemaal gevolgd konden worden lijkt het rendement van het MZI-zaad vooral samen te hangen met de zaaidatum, wat weer samenhangt met de grootte van het zaad. Als het biomassa rendement van het MZI-zaad voor een belangrijk deel afhangt van de groei omstandigheden, kan als er vroeger in het seizoen gezaaid wordt, meer sterfte en ook meer groei verwacht worden. In navolging van de resultaten van het bodemzaad kan verwacht worden dat het biomassa rendement afneemt naarmate er later gezaaid wordt. Als de toe- of afname van de biomassa en de sterfte op de MZI's kan worden meegenomen kan er een punt verwacht worden waarbij het rendement van het MZI-zaad op de MZI's en op de bodem optimaal benut kunnen worden. Hiervoor zullen echter meer data verzameld moeten worden dan er nu beschikbaar zijn.

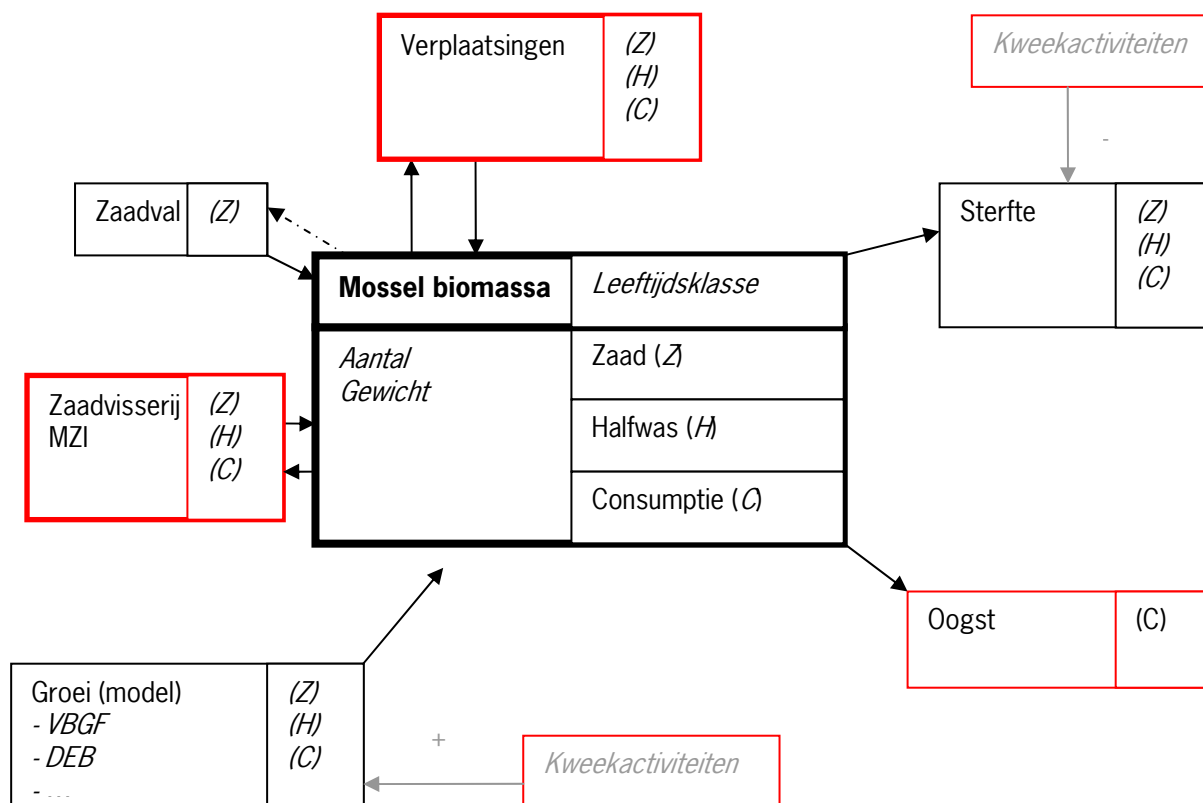
Een ruimtelijke indeling op basis van de relatieve Theoretische Productie Waarde (TPW) van de percelen lijkt een goede indicator te zijn voor verschillen in groei en overleving. In de discussie en conclusie worden aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek. Het onderzoek zoals het in dit rapport wordt beschreven zal nog twee jaar doorlopen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De mosselcultuur in de Waddenzee is een extensieve cultuur waarbij mosselen verplaatst worden van natuurlijke banken naar vastgelegde percelen. In navolging van Bult et al. (2004) kan verondersteld worden dat deze activiteit zijn weerslag heeft op de totale hoeveelheid mosselen in de Waddenzee. Daarmee kan ook een effect verondersteld worden op de potentiële hoeveelheid mosselen die beschikbaar zijn voor soorten die in hun voedselbehoefte in meer of mindere mate afhankelijk zijn van mosselen. In (Bult et al. 2004) wordt met een modelmatige benadering een schatting gemaakt van het netto effect van de mosselcultuur op de totale mossel biomassa in de Waddenzee.

De toename in de mosselbiomassa in de Waddenzee door de aanwezigheid van mosselkweek vergeleken met een situatie zonder kweek is geschat op 15%, inclusief afvoer naar Zeeland. Dit is een ruwe schatting omdat in de onderliggende berekeningen voor het model destijds nog onvoldoende data voorhanden was. Over de groei en overleving van natuurlijke mosselbanken is inmiddels voor meerdere locaties een meetreeks beschikbaar vanaf 2007 (de aard van deze gegevens is beschreven in Fey et al. (2008)). Over de groei en met name de overleving van mosselen op de percelen zijn nog weinig systematische gegevens beschikbaar, afgezien van de informatie van de kwekers zelf, vooral over het effect van de kweekactiviteiten op deze processen (zoals verplaatsingen) bestaan nauwelijks kwantitatieve gegevens. Als er verondersteld wordt dat de mosselkweek een netto positieve invloed heeft op de mosselbiomassa zal de kweek de groei bevorderen en/of de sterfte verminderen t.o.v. de natuurlijke situatie. Om voldoende data te verzamelen om dit te toetsen zijn vanaf de periode mei 2009 met regelmaat bemonsteringen op de percelen uitgevoerd. Het combineren van het resultaat van deze bemonsteringen met de natuurlijke dynamiek vereist begrip van de onderliggende processen die schematisch zijn samengevat in Figuur 1.



Figuur 1 Schema van het productiemodel voor de Waddenzee met de natuurlijke processen en de specifieke kweek processen (rood). Z=mosselzaad, H = halfwassmosselen en C = consumptiemosselen

De natuurlijke processen in figuur 1 zijn de zaadval die het aantal mosselen doet toenemen, de groei die de biomassa toe doet nemen en de sterfte, waarbij het aantal en de hieraan gekoppelde biomassa afnemen. De kweek processen in figuur 1 laten de mossel biomassa en aantallen op de percelen toenemen door het zaaien, afhankelijk van de schaal waarop de mossel biomassa bekeken wordt (zaadbank, MZI, perceel, perceelblok, perceel areaal) neemt de mosselbiomassa toe dan wel af door onderlinge verplaatsingen. Mossel biomassa en aantallen nemen verder af door de oogst. De basismethodiek van het onderzoek naar de productiviteit is erop gericht dit schema (Figuur 1) te vertalen naar een dynamisch voorspellend model. Hierbij moeten de weergegeven variabelen en de onderliggende dynamiek zo accuraat mogelijk in beeld gebracht worden. De bemonstering die in dit rapport nader beschreven wordt vormt de ruggengraat van dit onderzoek.

1.2 Aanpak

Er is voor gekozen om de groei en overleving van een select aantal mosselpartijen te volgen vanaf zaad (na het uitzaaien) tot aan de veiling. Voor deze studie zijn een aantal mosselkwekers benaderd, met het verzoek hieraan mee te werken. Deze kwekers leveren informatie aan na de zaadvisserij, waarbij voor een aantal mosselpartijen aangegeven wordt waar gevist is, wat de grootte van het zaad is en waar en in welke hoeveelheid het is uitgezaaid. Met de kweker is afgesproken dat ze contact opnemen als er iets met deze specifieke mosselpartijen gebeurt, zoals verplaatsingen, bestrijding van zeesterren of oogst. In de tussentijd worden er door IMARES in samenwerking met de visserijkundig ambtenaren van LNV met regelmaat bemonsteringen uitgevoerd op de betreffende percelen. Vanwege praktische overwegingen is gekozen de bemonstering op vier tijdstippen uit te voeren. Deze tijdstippen zijn gerekend vanaf het voorjaar:

1. In juni na de voorjaarszaadvisserij
2. in september na het verzaaien van het merendeel van het MZI-zaad en om de groei en overleving over de zomer te meten
3. in november/december, voor de winter en na de najaarszaadvisserij
4. in februari om de groei en overleving over de winter vast te stellen.

1.3 Dankwoord

Voor hun inzet bij de bemonstering, voor de sfeer aan boord en voor de begripsvorming over de mosselcultuur wil ik graag de visserijkundig ambtenaren van LNV, Nico Laros, Arjen Dijkstra, Theo van Malsem en Bram Fey bedanken. Voor de hulp tijdens de bemonstering en de analyses van de monsters dank ik Johan Jol (IMARES) en Linde van der Haar (student).

De intentie is om met informatie vanuit de mosselcultuur binnen dit onderzoek vertrouwelijk om te gaan en de informatie die vanuit dit onderzoek naar buiten komt anoniem te behandelen. Daarom wordt er in dit rapport niet met perceelnamen gewerkt en worden bedrijven of personen uit de sector niet met naam genoemd. Wel wil ik de kwekers die moeite en tijd in dit project investeren danken voor de zeer prettige samenwerking. Dit onderzoek staat of valt met deze samenwerking en de hoop is dat de informatie die in dit onderzoek naar boven komt interessant en nuttig is voor de bij dit onderzoek betrokken mosselkwekers.

2 Materiaal en methode

2.1 Achtergrond

Het onderzoek heeft plaats gevonden op de percelen in de westelijke Waddenzee. De bemonsteringen zijn uitgevoerd met een Van Veen-happer (0.0552 m²). Het voordeel van dit instrument in tegenstelling tot andere bemonsteringsmethoden is, dat bij het bemonsteren de schade die aan het perceel wordt toegebracht verwaarloosbaar is. Het nadeel is dat er veel monsters moeten worden genomen om een goed beeld te krijgen van de dichtheid en biomassa.

2.2 Steekproefgrootte

Mosselen zijn niet homogeen verdeeld over de percelen maar door uitzaaien en aggregatie van de mosselen ontstaan er patronen. Dit heeft tot gevolg dat de hoeveelheid mosselen per monster variabel is, dit maakt het lastig om de dichtheid van de mosselen per m² nauwkeurig vast te stellen. De standaard fout ($S_{\bar{d}}$) van de dichtheid ($\bar{d}$) is een functie van de standaarddeviatie (σ) en het aantal happen (n).

$$S_{\bar{d}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Hoe groter de variatie, hoe meer happen er moeten worden genomen om een goede schatting van de dichtheid te krijgen. Om een indruk te krijgen hoeveel happen er nodig zijn om een goede schatting van de dichtheid te krijgen is er een analyse uitgevoerd naar de grootte van de steekproef. Hiertoe zijn er met de Van Veen-happer op een perceel in de Dortsman in de Oosterschelde 200 happen genomen. In elk van deze 200 happen zijn de mosselen geteld. De resultaten laten zien dat het aantal monsters zonder mosselen of met een enkele mossel veel groter zijn dan de monsters met veel mosselen. De frequentieverdeling van het aantal mosselen per hap laat zich daarom goed beschrijven met een negatief binomiale verdeling. Voor de ecologische definitie van een negatief binomiaal model zijn twee parameters nodig, te weten het gemiddelde aantal mosselen (μ) en de dispersie parameter (k). Deze dispersie parameter geeft weer in welke mate de mosselen geclusterd zijn. Met deze parameters kan voor een bepaalde steekproefgrootte voor elke frequentieklasse de kans berekend worden op de waarneming van een positief integer (x):

$$P(X = x) = \frac{\Gamma(x+k)}{x! \Gamma(k)} \left(\frac{k}{\mu+k} \right)^k \left(\frac{\mu}{\mu+k} \right)^x.$$

De dispersie parameter (k) kan benaderd worden door middel van maximum 'likelihood estimation' en het populatie gemiddelde (μ) kan met het steekproefgemiddelde ($\bar{X}$) benaderd worden.

Met een permutatie op de data kunnen voor een variabele steekproefgrootte - met een gemiddelde ($\bar{X}$) en een dispersie parameter (k) - uitspraken gedaan worden over de betrouwbaarheid van het steekproefgemiddelde in het schatten van het totale perceelbestand. Dit kan op verschillende manieren. Voor deze studie is gekeken naar de variatiecoëfficiënt (VC) en de 95% betrouwbaarheidsintervallen. De variatiecoëfficiënt [$CV(\bar{X})$] is een benadering van de standaarddeviatie van het steekproefgemiddelde over het populatiegemiddelde en kan berekend worden door de standaard fout ($S_{\bar{d}}$) te delen door het gemiddelde (μ). Voor een negatief binomiale verdeling van de steekproefgrootte (n) laat zich dit herleiden tot:

$$CV(\bar{X}) = \sqrt{\frac{1}{n} \left(\frac{1}{\mu} + \frac{1}{k} \right)}.$$

Voor het 95% betrouwbaarheidsinterval wordt bij een toenemende steekproefgrootte (door het nemen van aselechte trekkingen met teruglegging) de verandering in het gemiddelde en het 95% betrouwbaarheidsinterval berekend. Elke steekproef uit een dataset zal in de meeste gevallen een ander gemiddelde ($\bar{x}$) opleveren, in 95% van de steekproeven zal dit gemiddelde zich binnen de 95% betrouwbaarheidsgrenzen bevinden. De breedte van dit interval om het gemiddelde geeft dan weer hoe nauwkeurig het populatiegemiddelde door het steekproefgemiddelde geschat wordt.

De vraag is in hoeverre de happen op een perceel in de Oosterschelde representatief zijn voor percelen in het algemeen en voor percelen in de Waddenzee in het bijzonder. Ter controle zijn in juni en in september 2009 op een perceel in de Waddenzee (Kabelgat) tijdens de reguliere bemonstering met een Van Veen-happer respectievelijk 50 en 70 happen genomen waarbij - in plaats van een mengmonster te nemen - alle mosselen per hap geteld zijn. De resultaten zijn gebruikt om een reeks aselechte trekkingen uit te voeren met teruglegging. Uit de twee populaties ($N=50$ en $N=70$) zijn steekproeven genomen variërend van $n=1$ tot $n=200$. Van iedere steekproef is de gemiddelde dichtheid berekend en uitgezet tegen de steekproefgrootte. Dit is 25 maal herhaald en geplot. Uit deze steekproef kan de aanname over de nauwkeurigheid van de schatting van de dichtheid visueel gecontroleerd worden.

2.3 Bemonsteringsprocedure

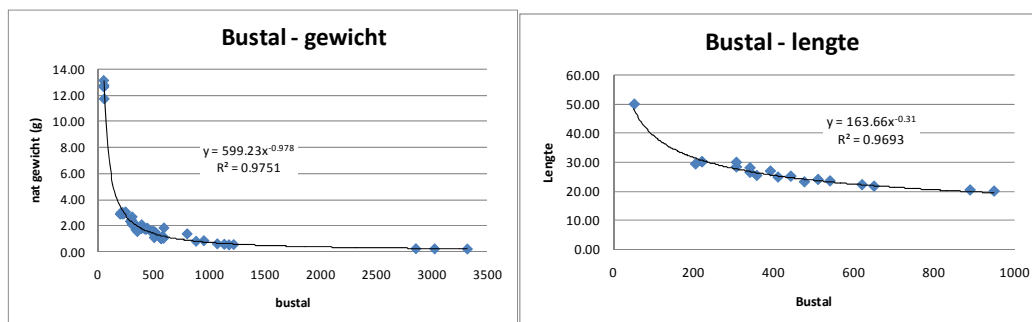
Van elk te bemonsteren perceel worden 70 happen genomen met de Van Veen-happer. Alle happen worden gepooled tot een mengmonster. De krabben en zeesterren worden apart uitgezocht, geteld en gewogen. Uit de totale hoeveelheid mosselen wordt een subsample genomen. De grootte van het subsample wordt bepaald aan de hand van de gewichtsfractie. Het subsample wordt gewogen, waardoor de gewichtsverhouding tussen het totale sample en het subsample bekend zijn. Het subsample wordt van het tarra ontdaan, gewogen en geteld, waarna de resterende mosselen weer terug op het perceel worden gebracht. Bij het tellen wordt onderscheid gemaakt tussen mosselen waarbij vijf of meer individuen aan elkaar getrost zijn en mosselen waarbij dit er minder dan vijf zijn. Van de schoongemaakte mosselen wordt weer een subsample genomen, dit wordt gekookt en het gekookte vleesgewicht wordt bepaald. De mosselen worden gekookt in een frituurpan gevuld met water. De mosselen worden in het kokende water gebracht en na twee maal overkoken er weer uitgehaald. Van de gekookte mosselen wordt in het lab het asvrij drooggewicht, het schelpdrooggewicht en de schelp lengte en schelp breedte bepaald. Het drogen vindt plaats in een droogstoof bij 70 graden Celsius, de verassing in een verassingsoven bij 560 graden Celsius. De droging of verassing stopt als het gewicht over een periode van twee uur met minder dan 1% afneemt.

2.4 Analyse

De subsamples worden geëxtrapoleerd naar het totale sample op basis van gewicht. Met de verkregen resultaten kan over de tijd de overleving/sterfte en de groei per vierkante meter berekend worden. Ook de mate van vertrossing (als percentage mosselen waarbij vijf of meer individuen aan elkaar getrost zijn ten opzichte van het totaal aantal mosselen), het vleesgewicht, de krabben en zeesterren kunnen per locatie en per vierkante meter berekend worden. In aanvulling hierop geeft de informatie van de mosselkweker inzicht in de frequentie van de verplaatsingen, de motivatie hiervoor en daarnaast de motivatie voor oogst en onderhoud. Omdat de percelen die bemonsterd worden over de hele Waddenzee verspreid liggen en omdat mosselpartijen ook na verplaatsingen en onderhoud gevolgd worden, kunnen ook de effecten van deze activiteiten als functie van plaats beter benaderd worden. De groei is gedefinieerd als de gemiddelde gewichtstoename en de sterfte als de afname van het aantal mosselen.

2.5 Bustal

Omdat mosselkwekers niet het gewicht van de mosselen meten maar wel het bustal registreren wordt ook van elk monster het bustal bepaald. Dit bustal is het aantal mosselen dat in een blik van 880 ml past. Door de lengte en het gewicht tegen het vastgestelde bustal uit te zetten kan de informatie van de kweker voorlopig vertaald worden naar een gewicht en lengtemaat (Figuur 2). De op deze manier berekende gewichten van de mosselen tijdens het zaaien zijn weergegeven in bijlage C. Dit is een pragmatische methode, een wiskundig verantwoorde analyse volgt nog.



Figuur 2 Versgewicht (g) en schelpenlengte (mm) als functie van het bustal (n= 53).

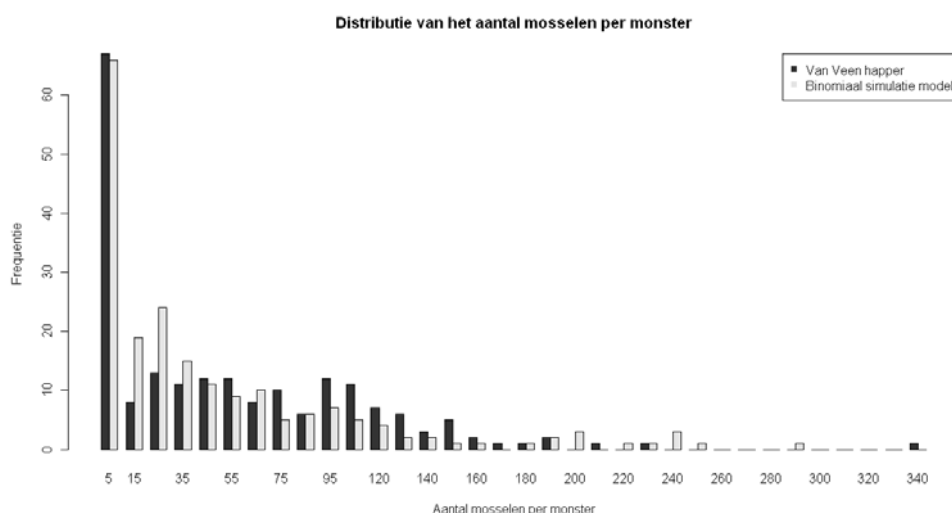
2.6 Relatieve Theoretische Productie Waarde

De basis van de kweekactiviteit is het verplaatsen van mosselen. Dit gebeurt met mosselzaad dat van wilde banken of MZI's naar percelen verplaatst wordt. Halfwas mosselen worden naar de Oosterschelde of tussen percelen onderling verplaatst en consumptiemosselen worden naar de veiling gebracht. De gebieden waar natuurlijke broedval plaats vindt en waar met regelmaat dus natuurlijke mosselbanken zich ontwikkelen zijn opgedeeld in een stabiliteitsklasse (Alterra 2005). Deze bestaat uit een index van vijf klassen die een indicatie zijn voor de stabiliteit (en daarmee de overleving) van een natuurlijke mosselzaadbank. De input in het model kan dus ingedeeld worden met behulp van deze vijf stabiliteitsklassen. Daarnaast zijn percelen ook geïndexeerd met verschillende productiewaarden. De huurprijs die de kwekers voor de percelen betalen is voor een belangrijk deel gebaseerd op deze theoretische productie waarde (TPW) van een perceel. De TPW wordt vastgesteld door visserijkundig ambtenaren van LNV en de meest recente bepaling dateert uit 2002. Deze index is gebaseerd op het productief oppervlakte en de gebruiksmogelijkheden van de percelen. Per perceel geeft deze waarde de theoretische productie aan in mosseltonnen (eenheid van 100 kg). Om de verschillende percelen in te kunnen delen naar de verwachte productie is van deze theoretische productiewaarden gebruikt gemaakt. In de eerste plaats is gecorrigeerd voor de oppervlakte door de relatieve productiewaarde per vierkante meter te berekenen. Deze relatieve productie waarde is in vijf gelijke intervallen verdeeld. Deze vijf klassen geven dus de relatieve TPW per perceel weer, hiermee kunnen de percelen ingedeeld en vergeleken worden. In dit rapport wordt gekeken of deze indeling terug te vinden is in de productiviteit (groei*sterfte) van de percelen.

3 Resultaten

3.1 Steekproefgrootte

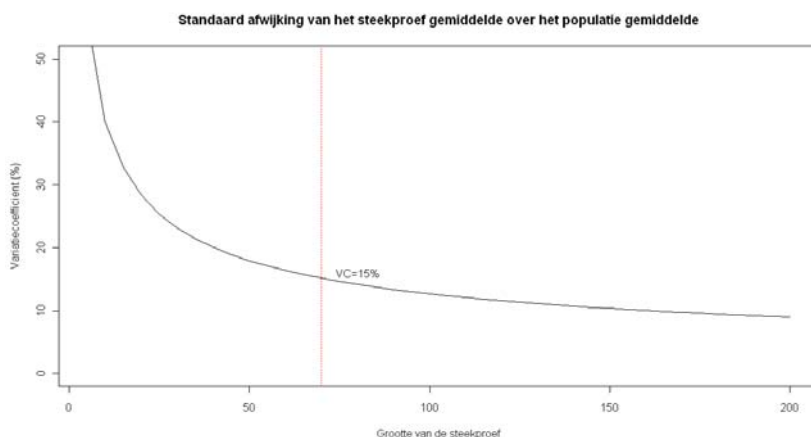
Een vergelijking tussen het negatief binomiaal simulatiemodel en de waargenomen data is weergegeven als frequentieverdeling (histogram) in Figuur 3.



Figuur 3 Distributie van het aantal mosselen per hap (0.0552 m^2) in de Van Veen-happer bij 200 happen op een perceel en negatief binomiaal simulatie model, met $n=200$, $\mu=53.20$ en $k=0.46$; afgeleid uit de Van Veen-happer data.

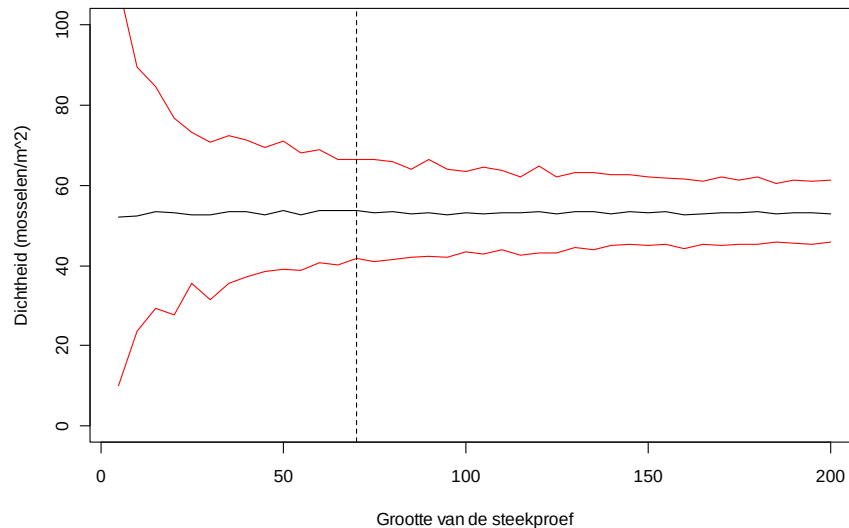
De twee distributies zijn met elkaar vergeleken door middel van een Fisher exact test voor count data, onder de 0-hypothese dat beide distributies gelijk zijn. Deze 0-hypothese kan niet verworpen worden ($p=0.992$), waardoor aangetoond is dat beide distributies niet significant van elkaar verschillen. Hetgeen betekent dat de verdeling bij 200 happen zich met een negatieve binomiale verdeling laat beschrijven

Figuur 4 laat zien hoe bij een toenemende sample grootte (n =aantal happen) de variatiecoëfficiënt van de populatiedichtheid afneemt. Hierbij neemt dus ook de deviatie van de gemiddelde mosseldichtheid in de steekproef over de gemiddelde mosseldichtheid op het perceel af.



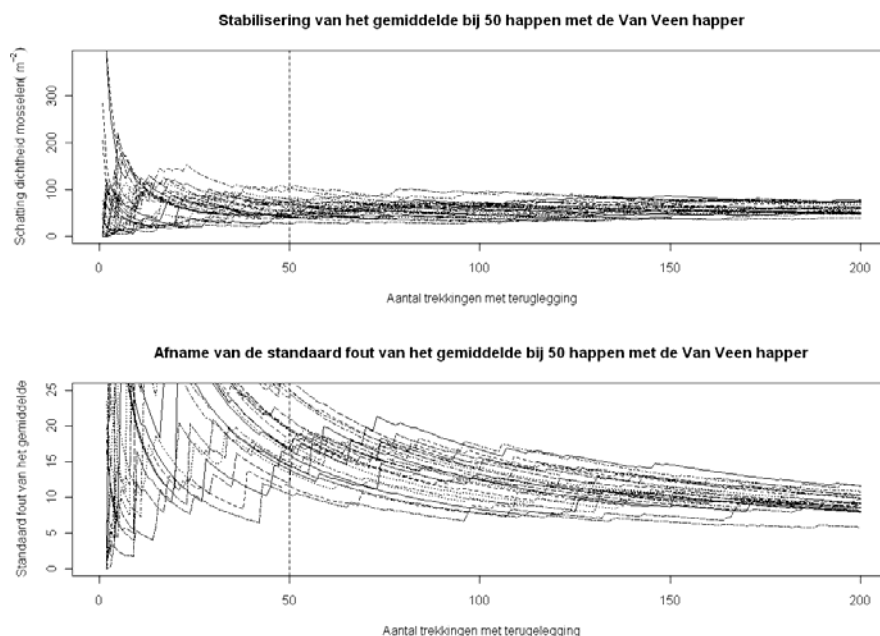
Figuur 4 Variatiecoëfficiënt (VC) van het steekproefgemiddelde over het gemiddelde van de populatie. De VC is weergegeven bij 70 happen (rode stippellijn), de in deze studie gebruikte steekproefgrootte.

De afname in het 95% betrouwbaarheidsinterval en de gemiddelde dichtheid bij een toenemend aantal happen is gesimuleerd en weergegeven in Figuur 5.

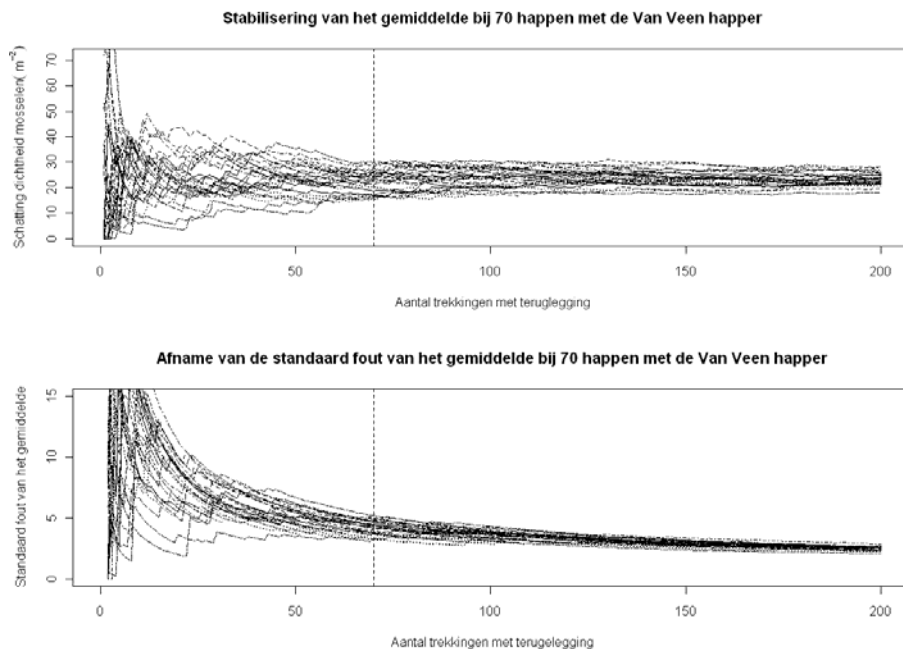


Figuur 5 De gemiddelde biomassa (zwarte lijn) en de 95% betrouwbaarheidsgrenzen (rode lijnen). De verticale stippellijn geeft de in deze studie gebruikte steekproefgrootte.

De controle die tweemaal uitgevoerd is door alle mosselen per hap te tellen op een perceel in het kabelgat geeft twee verzamelingen met een steekproefgrootte van 50 en 70 happen. In Figuur 6 en 7 is te zien hoe het gemiddelde en de standaardfout van het gemiddelde afneemt als uit deze verzamelingen (het aantal mosselen per hap) met teruglegging 200 maal een steekproef genomen wordt. Dit is 25 maal herhaald en geplot.



Figuur 6 Standaardfout van het gemiddelde als functie van de steekproefgrootte (n) voor 25 simulaties gebaseerd op 50 happen op een perceel in de Waddenzee (Kabelgat) in juni.



Figuur 7 Simulatie (25 maal) van de afname van het gemiddelde en de standaardfout bij 70 happen op een perceel in de Waddenzee (Kabelgat) in september.

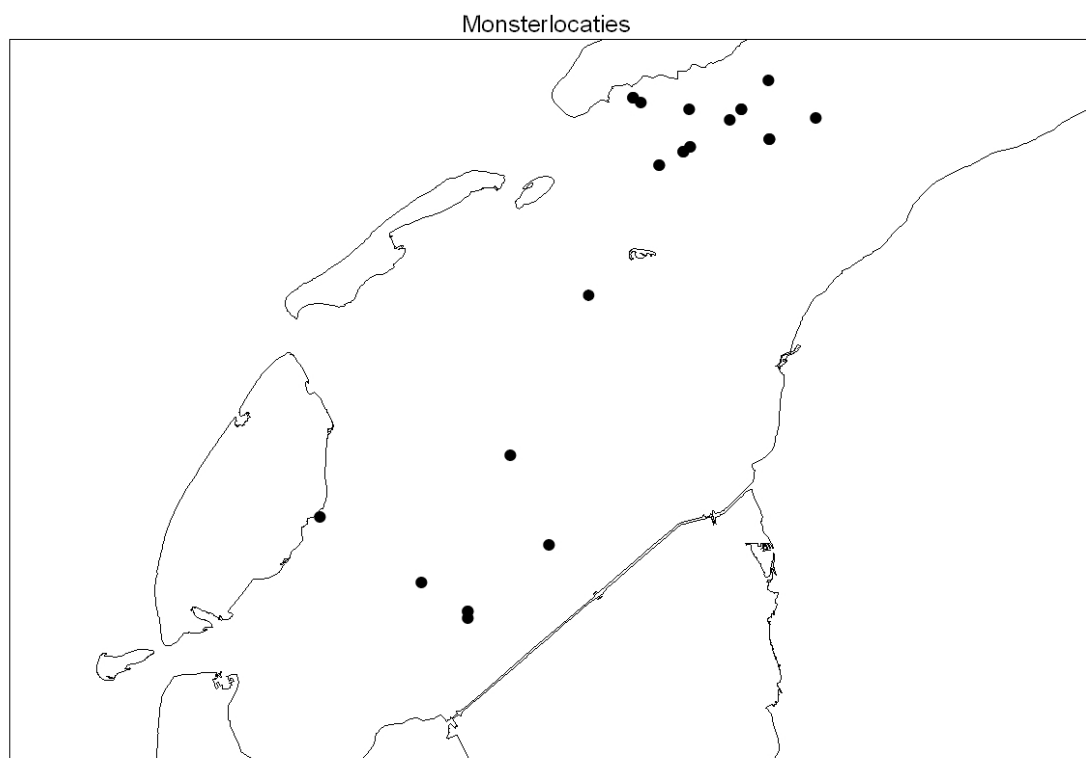
Hierin wordt bevestigd dat na 70 happen de variatie slechts nog langzaam afneemt. Het laat ook zien dat de afwijking zowel naar beneden als naar boven op kan treden.

3.2 Bemonsteringen

De voorlopige resultaten zijn gebaseerd op drie bemonsteringen in 2009 en één bemonstering in 2010: begin juni, begin september, eind november/begin december en eind februari. De locaties zijn weergegeven in Figuur 8. De mosselen die gevolgd zijn (en worden) zijn afkomstig uit de voorjaarszaadvisserij 2009, de MZI-oogst 2009 en de najaarszaadvisserij 2009. Acht percelen met voorjaarszaad zijn gevolgd tot in september, de helft van de mosselen van deze percelen zijn daarna naar de veiling en de andere helft naar de Oosterschelde getransporteerd. In september zijn ook 4 MZI-percelen in de bemonstering meegenomen. Van het bestand op deze MZI-percelen is deze van één perceel door zeesterrenvraat verdwenen, twee percelen zijn op verschillende tijdstippen vermengt met bodemzaad en naar diverse andere percelen gebracht. Van al deze percelen worden er enkele nog gevolgd: één partij is verzaait naar twee bodempercelen en deze partijen zijn sindsdien gevolgd. Na september is er nog één perceel MZI-zaad bijgekomen dat ook nog gevolgd wordt. In november/december zijn er in totaal drie MZI-percelen bemonsterd, daarnaast zijn er elf nieuwe percelen met bodemzaad en drie percelen met halfwas mosselen (najaarszaad 2008) gevolgd die tijdens de najaarszaad visserij (2009) verplaatst zijn. Tussen december en februari is één perceel MZI-zaad verplaatst en één perceel verplaatst naar een perceel waar het bodemzaad met MZI-zaad is vermengt. Door tijdsgebrek is tijdens de bemonstering in februari één perceel halfwas niet bemonsterd. In aantal zijn in februari dus evenveel percelen najaarszaad en MZI bemonsterd als in november/december, van de drie halfwas percelen zijn er twee bemonsterd. Bovenstaande is samengevat in Tabel 1

Tabel 1 Oorsprong, aantal bemonsterde percelen en data bemonstering

		8-10 juni	31 aug – 2 sep	23 nov – 8 dec	22 feb -24 feb
Bodemzaad	Najaar 2008	0	0	3	2
	Voorjaar 2009	8	8	0	0
	Najaar 2009	0	0	11	11
MZI-zaad		0	4	3	3
Totaal bemonsterd		8	12	17	16



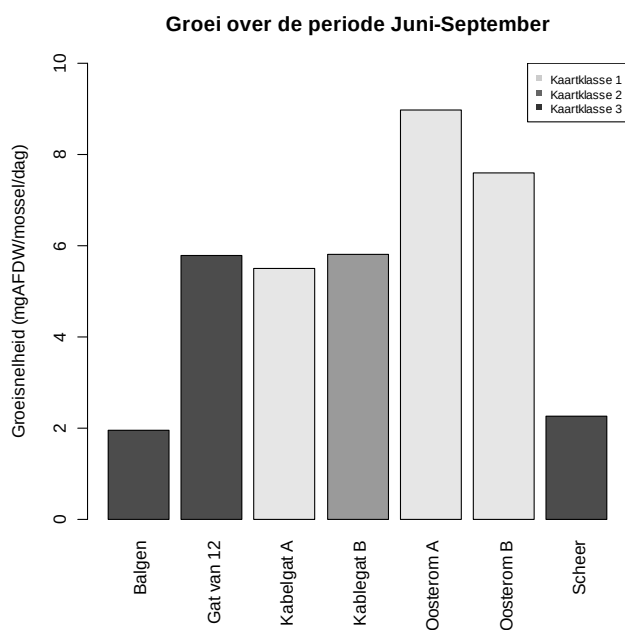
Figuur 8 Monsterlocaties van alle bezochte percelen

3.3 Groei van het bodemzaad

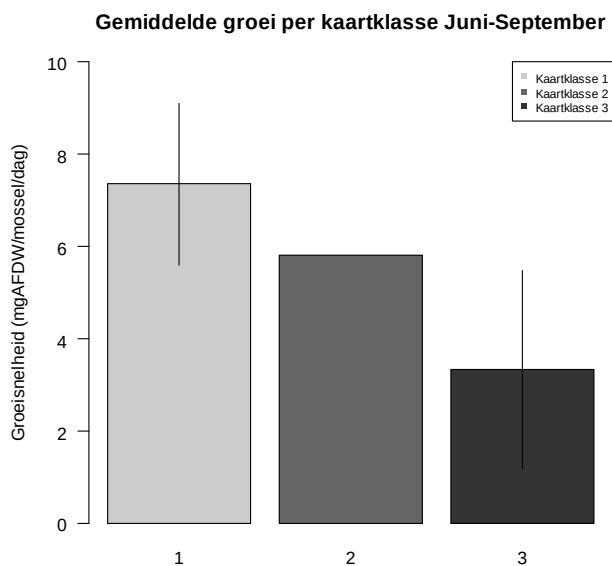
De groei kan worden berekend als het toename in schelpenlengte en het gewicht (versgewicht en AFDW). De schelpenlengtes van de bemonstering in februari zijn nog niet uitgewerkt. De groei van het bodemzaad kan weergegeven worden voor het voorjaarszaad tot september, dus over de zomer. Van het najaarszaad kan dit tot in februari, dus over de winter. Over de herfst zijn, met uitzondering van het MZI-zaad, geen gegevens.

3.3.1 Zomer

Voor de mosselen van het voorjaarszaad zijn alle gegevens inclusief de labgegevens uitgewerkt. In Figuur 9 wordt de groei als toename van het asvrij drooggewicht weergegeven per TPW kaartklasse, zoals afgeleid uit bijlage B. De gemiddelde groei per kaartklasse wordt weergegeven in Figuur 10. De gemiddelde gewichten van de mosselen (met de standaard afwijking) tijdens het zaaien zijn weergegeven in bijlage C.



Figuur 9 Toename in asvrij drooggewicht (mg) van mosselen uit de voorjaarszaad visserij 2009 over de periode juni-september 2009 per kaartklasse

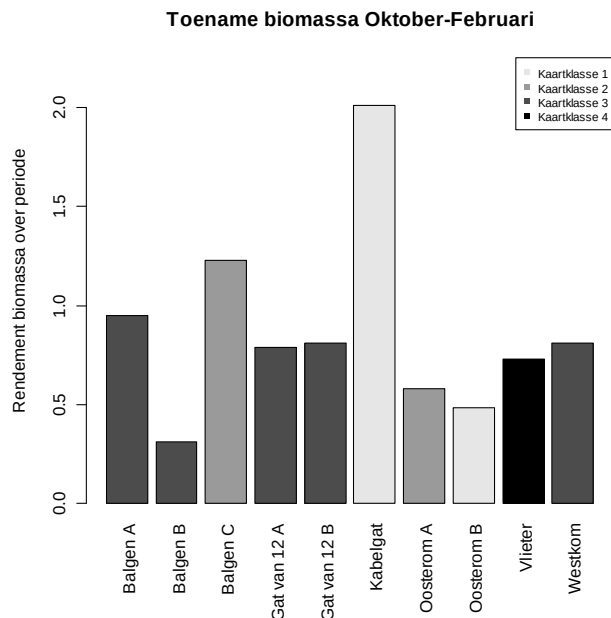


Figuur 10 De gemiddelde toename in asvrij drooggewicht (mg) en de standaarddeviatie van het voorjaarszaad over de periode juni-september 2009 per kaartklasse.

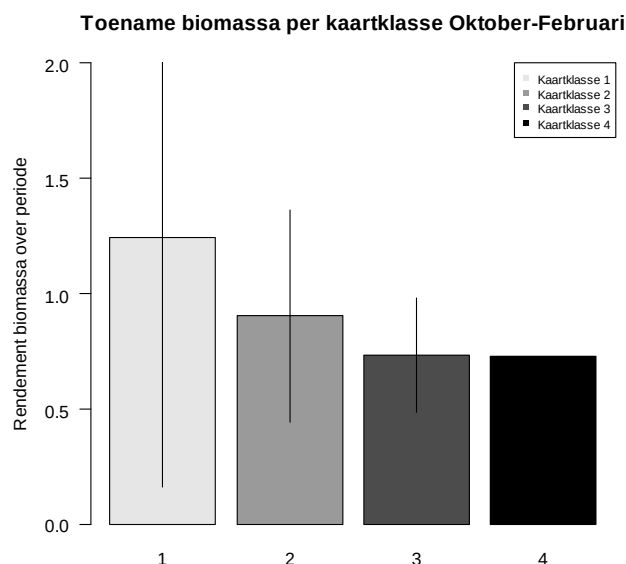
De verandering in de distributie van schelpenlengtes over de zomer is weergegeven in bijlage A.

3.3.2 Winter

De labanalyses voor februari zijn nog niet afgerond. De groei over de winter kan daarom niet uitgedrukt worden als verandering in het asvrij drooggewicht. Als indicator voor gewichtstoename is daarom in Figuur 11 de toename van de biomassa op basis van het nat-gewicht weergegeven. Ook hier is het gemiddeld rendement per kaartklasse berekend en weergegeven in Figuur 12. De mosselgewichten tijdens het zaaien zijn weergegeven in bijlage C.



Figuur 11 Toename van de biomassa op basis van het nat-gewicht van het najaarszaad, over de periode november/december tot februari per kaartklasse



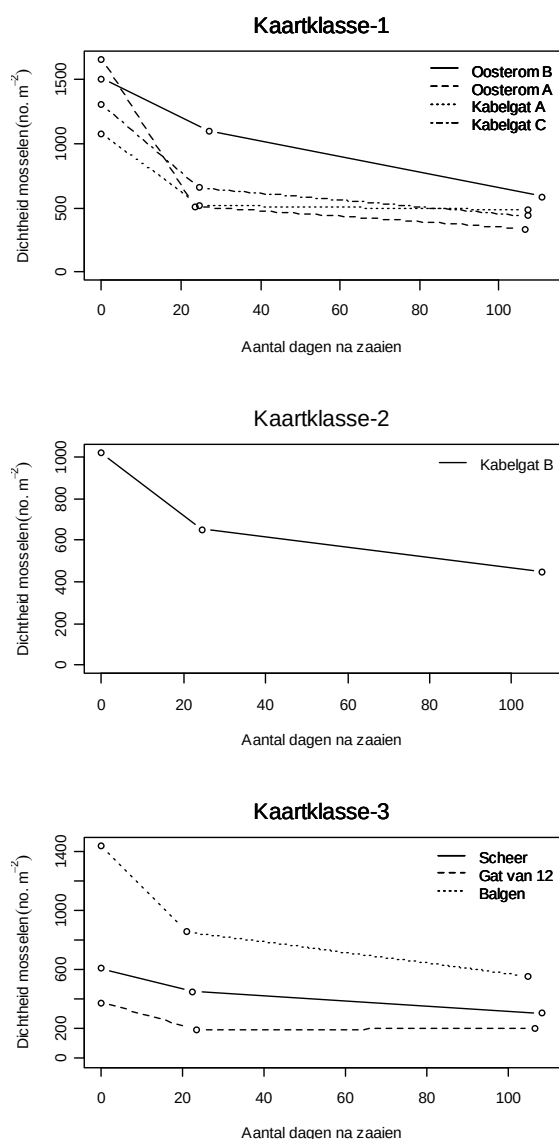
Figuur 12 De proportionele toe- of afname in biomassa en de standaarddeviatie van het najaarszaad over de periode november/december tot februari per kaartklasse

3.4 Overleving van het bodemzaad

De overleving van het bodemzaad is weergegeven als de afname van de dichtheid in de tijd, waarbij het tijdstip van zaaien als t_0 wordt gehanteerd.

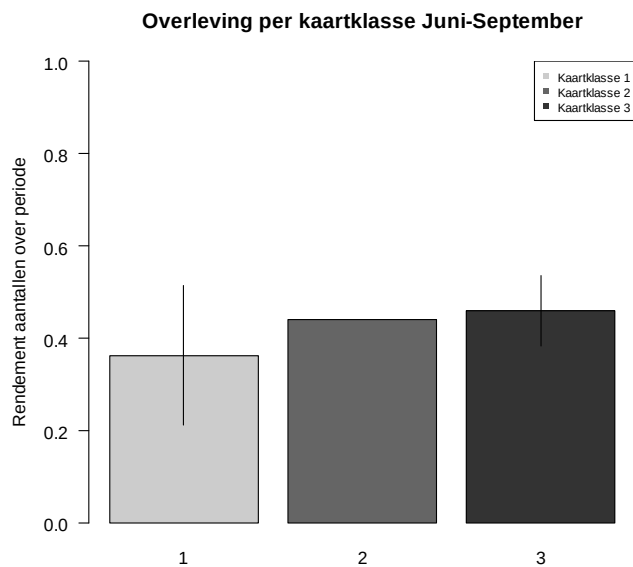
3.4.1 Zomer

De overleving is in Figuur 13 per kaartklasse weergegeven, waarbij de meeste percelen in kaartklasse 1 en 3 liggen.



Figuur 13 De overleving van mosselen van de voorjaarszaadvisserij over de zomer van 2009

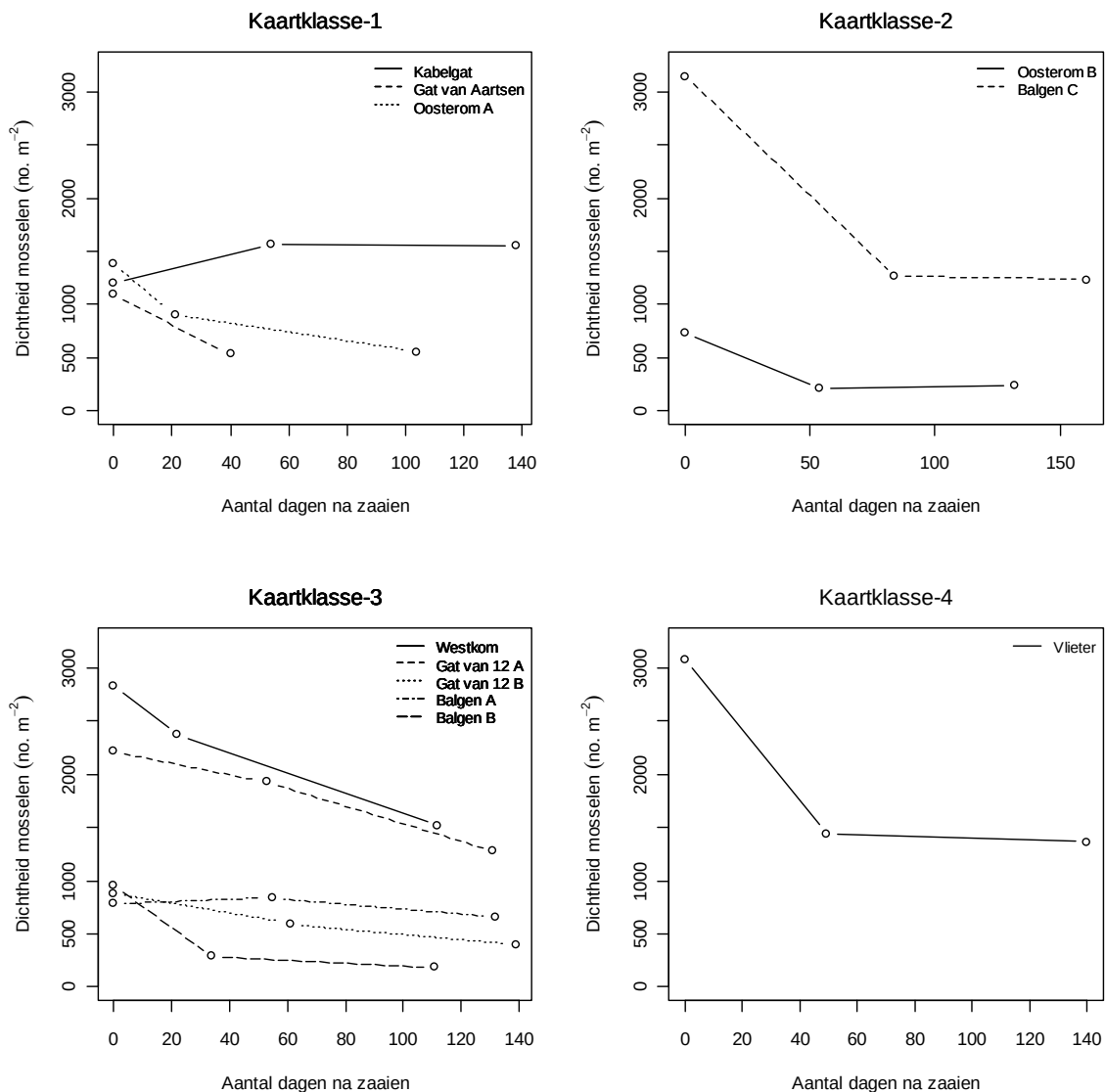
In Figuur 14 wordt de gemiddelde overleving als de proportionele afname van mosselen per kaartklasse weergegeven.



Figuur 14 De gemiddelde overleving van het voorjaarszaad en de standaarddeviatie over de zomer van 2009 per kaartklasse.

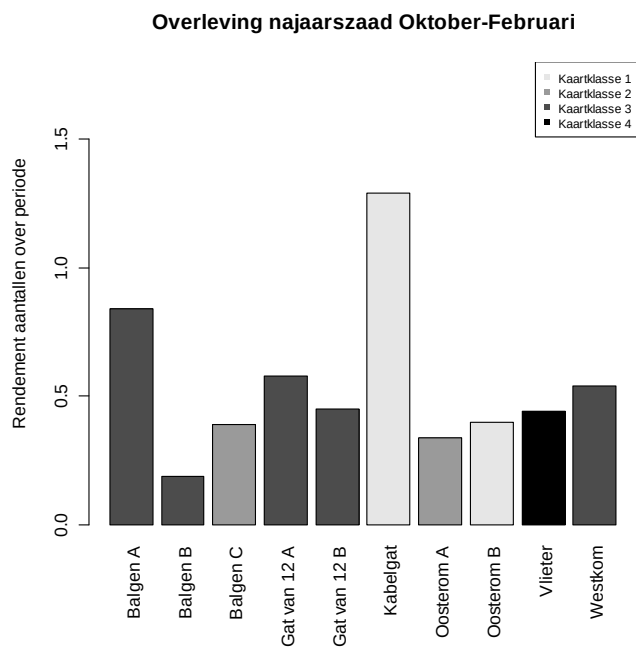
3.4.2 Winter

Zoals uit Figuur 15 blijkt bevinden de meeste percelen die over de winter gevolgd zijn zich in kaartklasse 3. Bij enkele percelen neemt het aantal mosselen toe na het zaaien. Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de onnauwkeurigheid in het omrekenen van het bustal of het bezaaid oppervlakte zoals die uit de gegevens van de kweker geïnterpreteerd zijn. Een klein verschil in bustal kan al leiden tot een groot verschil in het aantal mosselen per vierkante meter. Ook valt op dat er een grotere variatie in overleving is dan gedurende de zomer.

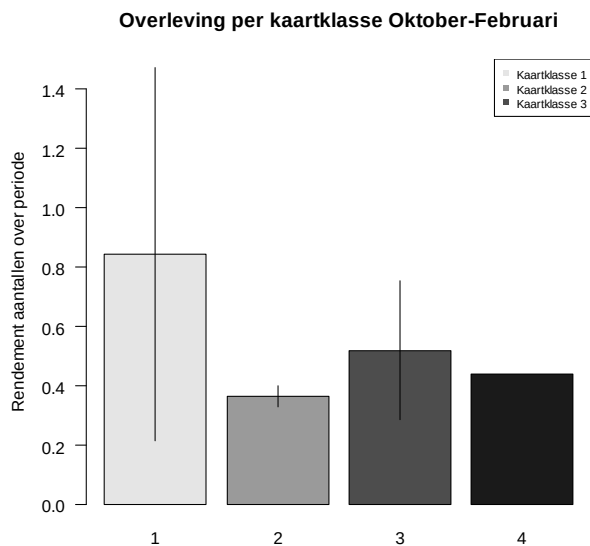


Figuur 15 Overleving van najaarszaad van november/december 2009 tot februari 2010.

Voor verschillende perceelblokken is per kaartklasse de overleving in aantallen weergegeven in Figuur 16 en het gemiddelde per kaartklasse in Figuur 17. Ook hierin is te zien dat in het geval van het Kabelgat het rendement hoger is dan 1. Dit suggereert dat het aantal mosselen per vierkante meter is toegenomen.



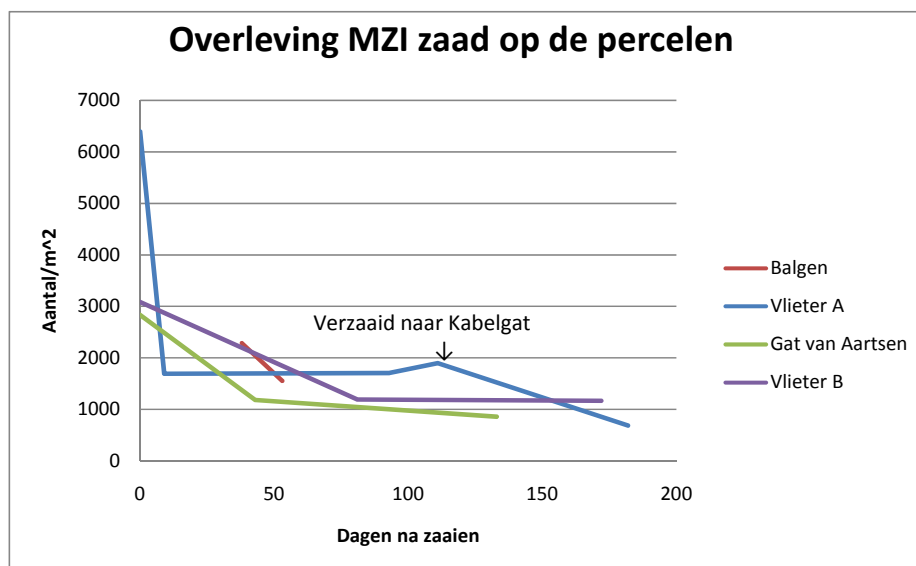
Figuur 16 De overleving van mosselen uit de najaarszaad visserij 2009 per perceelblok en per kaartklasse.



Figuur 17 De gemiddelde overleving en de standaarddeviatie van het najaarszaad over de winter 2009-2010 per TPW kaartklasse.

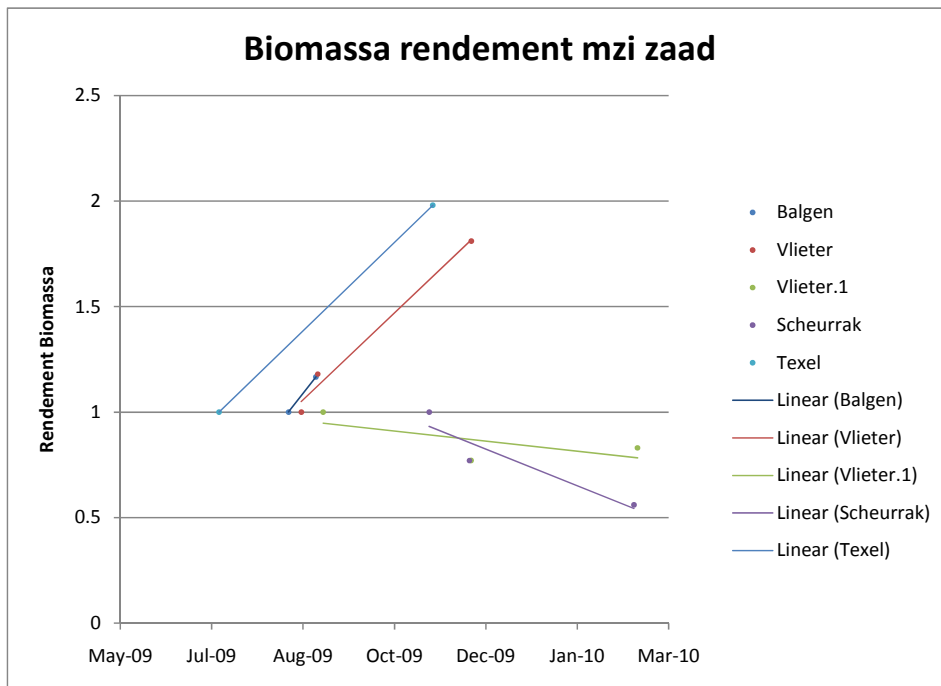
3.5 MZI-zaad op de percelen

Synchroon met de ontwikkelingen binnen de sector is ook MZI-zaad op de percelen meegenomen in de bemonstering. De groei en overleving van het MZI-zaad bleken echter lastiger te volgen dan van het bodemzaad. Het MZI-zaad wordt vaak - nadat het op de bodem is gezaaid - na enige tijd opgevist, gemengd met andere partijen zaad en verzaaid. De overleving van MZI-zaad op de percelen die berekend kon worden is weergegeven in Figuur 18.

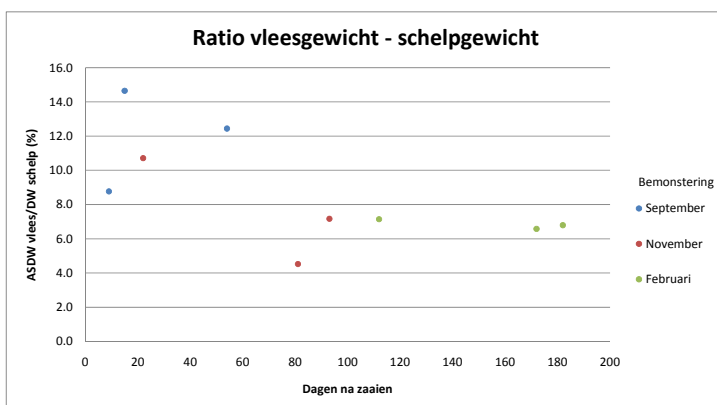


Figuur 18 Het verloop in aantal mosselen per vierkante meter van MZI-zaad op de percelen binnen de periode juli 2009-februari 2010.

In Figuur 19 is het rendement weergegeven zoals dit berekend is uit de verhouding tussen de biomassa die gezaaid is en de biomassa die tijdens de bemonstering gevonden is. In deze figuur zijn de zaaidata af te leiden van de eerste punten van de percelen op de $y=1$ lijn. De ratio tussen het drooggewicht van de schelp en het asvrij drooggewicht van het mosselvlees, kan een indicatie zijn van de conditie van de mosselen. MZI-zaad wordt over het algemeen als kwetsbaar beschouwd, in vergelijking met bodemzaad. In Figuur 20 is deze relatie grafisch weergegeven met hierin aangegeven de periode waarin deze verhouding gemeten is.



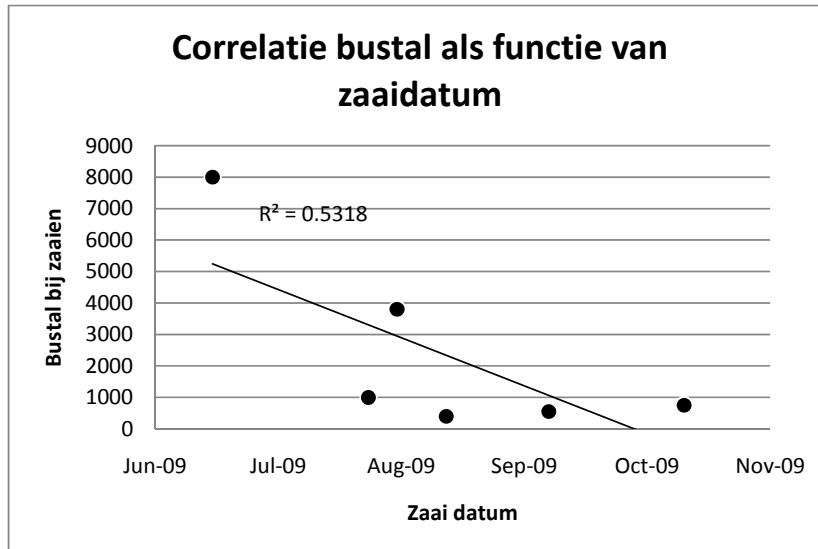
Figuur 19 Het biomassa rendement, de zaaidata en de bemonsteringsdata



Figuur 20 Asvrij drooggewicht van het vlees uitgedrukt als percentage van het droge stof gewicht van de schelp, uitgezet tegen het aantal dagen na het zaaien voor de bemonsteringsdata

Het MZI-zaad is afkomstig van verschillende oogsten en is daarom op verschillende tijdstippen gezaaid en ook verzaaid, waarbij ook de grootte varieerde.

Het tijdstip van het zaaien houdt waarschijnlijk ook verband met de grootte van het zaad; dit is weergegeven in Figuur 21.

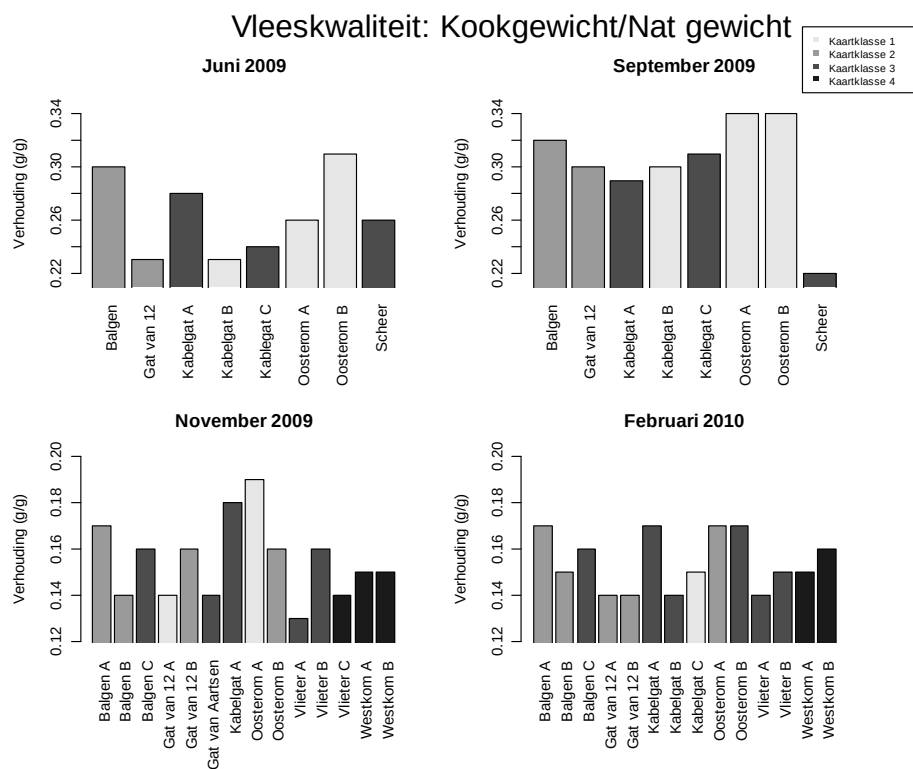


Figuur 21 De correlatie tussen de grootte van het zaad en de zaaidatum

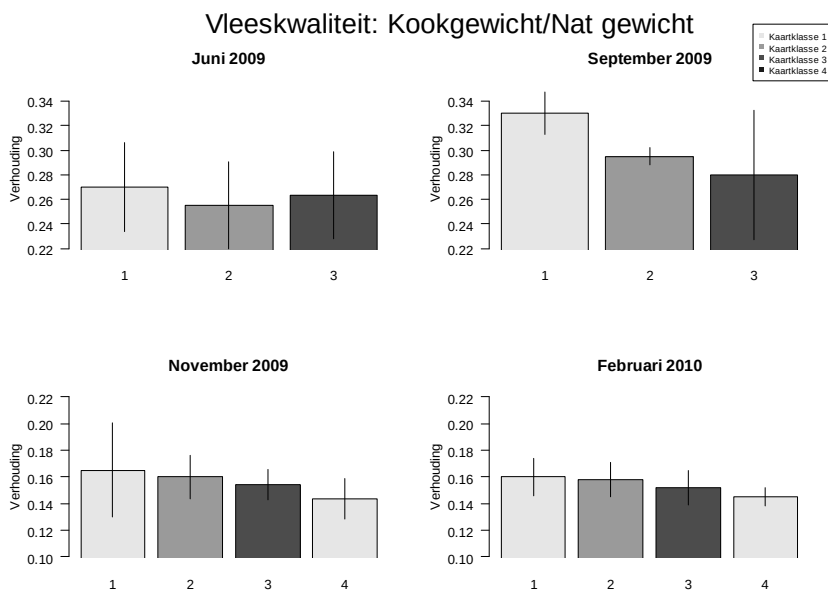
Omdat Figuur 21 een negatieve correlatie laat zien van de grootte van het zaad als functie van de zaaidatum, kan op basis van Figuur 19 ook verwacht worden dat het biomassa rendement afneemt bij een toenemende grootte van het zaad.

3.6 Andere patronen

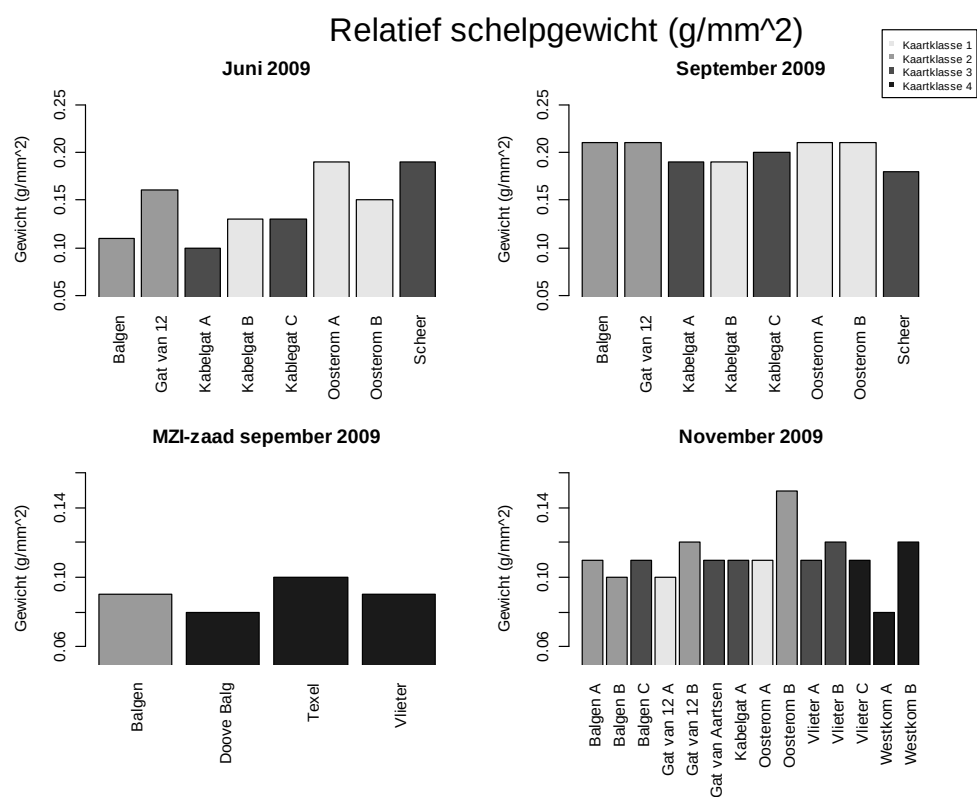
De overige waarnemingen die tijdens de bemonsteringen plaats vonden vertonen een sterke ruimtelijke spreiding. Deze waarnemingen zijn daarom relatief van elkaar weergegeven per locatie en per tijdstip in bijlage D. De vleesgewichten en de schelpgewichten van de mosselen op de bemonsterde locaties zijn weergegeven in figuur 22-25.



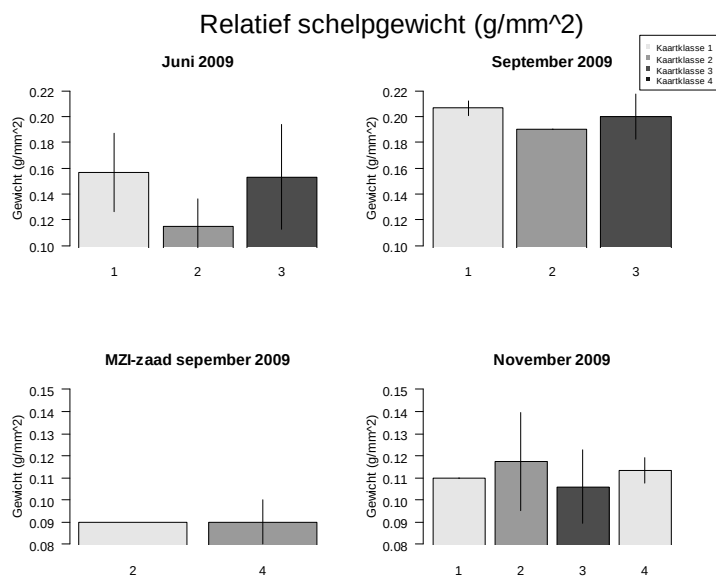
*Figuur 22 Gekookt vleesgewicht uitgedrukt als proportie van het totaal vers gewicht (verhouding * 100 = visgewicht).*



Figuur 23 Gemiddeld gekookt vleesgewicht en de standaardafwijking uitgedrukt als proportie van nat gewicht voor de TPW kaartklassen.



Figuur 24 Schelpgewicht per vierkante millimeter schelpoppervlak.



Figuur 25 Gemiddeld schelpgewicht per vierkante millimeter schelpoppervlak voor de TPW kaartklassen.

Discussie en conclusies

De distributie van het aantal mosselen in de steekproef laat zich beschrijven door een negatief bionomiaal model. De afname in de variatiecoëfficiënt en de 95% betrouwbaarheidsgrenzen laat een afvlakking zien na ongeveer vijftig happen. Het kan verwacht worden dat er veel variatie is in de dichtheid van mosselen tussen de verschillende percelen. Figuur 6 en 7 laten zien dat er bij vijftig happen nog veel variatie is in de standaardfout, bij zeventig happen lijkt deze variatie nog slechts langzaam af te nemen. In deze bemonstering is er daarom gekozen voor een steekproef van zeventig happen. Hierbij is de geschatte variatiecoëfficiënt 15% en de betrouwbaarheidsgrenzen liggen op 25% van het gemiddelde. De omzetting van informatie van de kwekers - met name de grootte van het zaad (in bustallen) - het tarra in het zaad en het bezaaide oppervlakte kan vertekenend werken. Hiervoor zou deze informatie nog extra geijkt moeten worden, bijvoorbeeld door meerdere monsters van het zaad te vragen of metingen te verrichten tijdens de zaadvisserij.

De indeling in kaartklassen op basis van de TPW lijkt een bevestiging voor het aanbrengen van een zonering in de groei en overleving, al zal dit nog statistisch onderbouwd moeten worden. Dit maakt het gemakkelijker een vergelijking te maken tussen de verschillende processen. De kwaliteit van de percelen lijkt dus een goede indicator voor de groei van de mosselen. Er is er veel variatie tussen de percelen binnen de kaartklassen. Natuurlijk wordt rendement naast locatie natuurlijk ook bepaald door de strategie van de kweker, waarbij deze zijn keuzes voor de winter met name moet of zal richten op het beperken van de sterfte en over de zomer met het bevorderen van de groei. Welke mechanismen de relatie tussen de overleving en de groei bepalen moet nog nader onderzocht worden. Uit Figuur 13 en Figuur 15 valt op te maken dat de dichtheid het sterkst veranderd in de periode vlak na het zaaien, wat zou kunnen wijzen op een effect van stress. Over de zomer neemt de dichtheid dan verder af, tot aan het eind van de zomer alle gevolgde partijen op een dichtheid van 200-600 mosselen per vierkante meter uitkomen. Dit is een aanwijzing dat dichtheidsafhankelijke sterfte een belangrijke rol speelt over de zomer en het lijkt te bevestigen dat over deze periode snelle groei samengaat met veel sterfte. Ook een vergelijking tussen Figuur 12 en Figuur 14 laat zien dat de sterfte en de groei over de zomer waarschijnlijk positief gerelateerd zijn. Een logische onderliggende factor lijkt dan het voedselaanbod; het kan verwacht worden dat de sterfte tijdens de groeiperiode door de hoeveelheid en beschikbaarheid van het voedsel bepaald wordt. Omdat de Waddenzee een goed gemengd systeem is kan verwacht worden dat het lokale voedselaanbod slechts kleine verschillen laat zien. Dit kan een verklaring zijn waarom de dichtheden na het groeiseizoen zo dicht bij elkaar liggen. De lengteverdelingen (bijlage A) laten over de zomer geen opmerkelijke verandering in de vorm van de distributie zien. Het lijkt waarschijnlijk dat er geen grootte-afhankelijke selectie optreedt, dit zal nog getoetst moeten worden.

Ook voor het najaarszaad lijkt de grootste sterfte plaats te vinden direct na het zaaien. Over de winter wordt de grootste lokale sterfte die optreedt waarschijnlijk veroorzaakt door wegspoeling. Over de rol van eidereenden in de mosselsterfte tijdens de winter zijn met de beschikbare data nog geen uitspraken te doen. (Steenbergen et al. 2005) vonden een verschuiving binnen de distributie van de schelpengtes, wat een aanwijzing kan zijn van een lengtespecifieke predatie. Als de schelpengtes van de bemonsteringen zijn doorgemeten kan bezien worden of dit patroon ook optreedt op de bemonsterde percelen over de winter. De winter 2009/2010 was een winter zonder noemenswaardige stormen. De sterfte en de groei in de winter zijn beduidend minder dan in de zomer en de herfst. De groei kan in deze seizoenen echter compenseren voor deze sterfte waardoor het biomassa rendement over de zomer en herfst hoger is dan over de winter, ondanks de lagere sterftcijfers. De optimale dichtheid van mosselen op de percelen voor een optimale groei en overleving kunnen dan per seizoen fluctueren en het zou interessant zijn dit te koppelen aan de hoeveelheid beschikbaar voedsel.

Het biomassa-rendement van het MZI-zaad op de percelen lijkt vooral samen te hangen met hoe vroeg er gezaaid wordt en daarmee ook met de grootte van het zaad tijdens het zaaien. Als er na het zaaien een hoge sterfte optreedt en de toename in biomassa daarna met name bepaald wordt door de groei lijkt dit een logische waarneming. Uit de data blijkt dan ook dat hoe langer het zaad op het perceel ligt, hoe hoger in het algemeen het rendement zal zijn. Uit Figuur 19 en Figuur 20 de ratio tussen het vleesgewicht en het schelpgewicht van het MZI-zaad laat een negatieve trend zien over de periode juli-februari, na het zaaien is er een grote variatie, om hier een verband in te zien zijn meer data nodig.

Slechts drie MZI-percelen konden over een langere periode gevolgd worden, voor zover dit representatief is kan het volgende hieruit afgeleid worden. Ook bij het MZI-zaad op de percelen lijkt de dichtheid over de herfst naar een bepaalde waarde te neigen, in dit geval in een bandbreedte van rond de duizend mosselen per vierkante meter. Dit gebeurt blijkbaar niet over de winter, daarom lijkt deze trend gerelateerd aan de groei en kan het een indicatie zijn van een dichtheidsafhankelijk proces, bijvoorbeeld zoals beschreven in Fréchette & Lefavre (1990) en Van de Koppel et al. (2005). Om hier meer duidelijkheid over te krijgen zullen volgend jaar meer percelen met MZI-zaad gevolgd moeten worden. De verzaaiing die weergegeven is in Figuur 18 laat zien dat dit een activiteit is die een sterfte met zich mee brengt. Onderzocht moet worden hoe de zaaisterfte zich verhoudt tot de grootte van de mossel en de zaaidichtheid en of hier sprake is van een stress effect. In Figuur 21 is te zien dat de grootte van het zaad toeneemt naarmate de oogst later in het seizoen plaatsvindt. Uit de gegevens blijkt ook dat de sterfte in aantallen afneemt als de grootte van het zaad toeneemt, maar dat het biomassa rendement afneemt naarmate er later in het seizoen gezaaid is. Het verloop van de biomassa en de sterfte van het MZI-zaad op de MZI's gecombineerd met deze informatie, kunnen de tijdstippen van de oogst en het rendement optimaliseren.

Wat de figuren in bijlage D laten zien is onder andere de ontwikkelingen van de zeesterren op de percelen. Waar in juni op de onderzochte percelen nauwelijks tot geen zeesterren gevonden konden worden lijken vanaf september 2009 de zeesterren zich van west naar oost te verspreiden. Dit zou met veranderingen in het zoutgehalte samen kunnen hangen, wat wordt veroorzaakt door een hogere spuiactiviteit van zoet water vanaf de herfst. In relatie hiermee kan ook opgemerkt worden dat als tijdens de bemonstering meerdere zeesterren op een perceel gevonden werden, het meestal voorkwam dat deze zeesterren zich concentreerden in een enkele hap. Dit lijkt te indiceren dat zeesterren bij voorkeur groepsgewijs fourageren. Strandkrabben worden in de hoogste concentratie onder Terschelling gevonden. De grootte van de mosselen lijkt hier geen invloed op te hebben, de migratie van krabben naar percelen met kleiner (brozer) zaad lijkt daardoor beperkt te zijn, al zijn er in deze studie voorlopig te weinig waarnemingen om dit te onderbouwen.

De mate van vertrossing lijkt samen te hangen met de stroomsnelheid. De figuren 21 en 22 laten zien dat de onderverdeling in relatieve TPW-klassen (zie kaart bijlage B) zich ook vertaalt naar de kwaliteit van de mosselen. Dit zal echter statistisch nog getoetst moeten worden. De kwaliteit is de gemeten verhouding tussen het kookgewicht en het versgewicht. Uit deze figuren valt ook op te maken dat vlak na het zaaien (juni) de kwaliteit van de mosselen nauwelijks verschilt. De kwaliteit wordt dus met name bepaald door de locatie van het perceel. De schelpgewichten laten geen regelmatig figuur zien, wel blijkt de groei van een mossel zich ook te vertalen in de groei van de schelp. Uit een vergelijking met de groeigegevens over de zomer (figuur 9 en 10) volgt echter dat deze groei niet rechtevenredig lijkt te zijn.

Concluderend laten de gegevens tot nu toe zien dat:

- Met de Van Veen-happer de groei en dichtheid van mosselen op een perceel accuraat kan worden gevolgd, waarbij het voordeel van deze methode is dat er geen wezenlijke schade aan het mosselbestand op het perceel wordt toegebracht.
- Een ruimtelijke kaart gebaseerd op de relatieve TPW-klassen een redelijke schatting lijkt te geven van het gemiddelde rendement en de kwaliteit van de mosselen.
- Sterfte en groei sterk gerelateerd zijn; in een periode met hoge groei lijken de mosselen in een bandbreedte rond dezelfde dichtheid per vierkante meter uit te komen.
- Het rendement over de zomer waarschijnlijk voor een groot deel door de groei gereguleerd worden.
- Een hoge sterfte optreedt na het zaaien.
- Het rendement van het MZI-zaad afhankelijk lijkt te zijn van het tijdstip van zaaien en dus de grootte van het zaad, hierin lijkt sterfte na/bij het zaaien in relatie tot groei een belangrijke rol te spelen.
- Er samenvattend gesteld kan worden dat de sterfte het hoogst is wanneer de groei het hoogst is, hierdoor neemt bij snelle groei het aantalsrendement af terwijl het biomassarendement toeneemt. Dit vindt vooral over de zomer plaats, over de winter is de sterfte en de groei minder. Ook compenseer, de groei niet voor de sterfte waardoor zowel het aantalsrendement als het biomassa rendement een lichte afname vertoont.

Nader onderzoek zal zich moeten richten op:

- IJking met de gegevens van de kweker.
- Het dichtheidsafhankelijke effect van mosselen op de groei en mortaliteit en de onderlinge samenhang van deze processen hierin.

- Het beter kwantificeren van het 'zaai verlies' en de onderliggende processen onderzoeken met name stress, substraat en dichtheidsafhankelijke groei.
- Het zou interessant zijn patronen in het verloop van chlorofyl in de Waddenzee te vergelijken met de sterfte en het biomassa rendement.
- Meer data over de effecten van het uitdunnen van MZI-zaad en het rendement van het MZI-zaad op de percelen in het algemeen.
- Data over de groei en overleving van MZI-zaad op MZI's combineren met het rendement op de percelen.
- Het effect van predatie op dichtheidsafhankelijke groei.
- Het maken van een vertaalslag naar de sector door de resultaten van deze studie te koppelen aan het gedrag van de mosselkwekers, bijvoorbeeld door het uitvoeren van een enquête onder de mosselkwekers.

Het onderzoek zoals hier beschreven zal nog twee jaar doorlopen, waarbij zoveel mogelijk spreiding van locaties en types van zaad zullen worden meegenomen. Het rendement op de percelen wordt in hoge mate bepaald door de relatie tussen dichtheid, groei en overleving. Het zou aan te bevelen zijn een veldexperiment uit te voeren op perceel niveau om meer inzicht te krijgen in het verloop deze processen.

Referenties

- Alterra. 2005. Passende Beoordeling sublitorale mosselzaadvijsserij in de westelijke Waddenzee, najaar 2005, Alterra- Texel, RIVO-Yerseke.
- Bult, T. P., M. R. v. Stralen, E. B. M. Brummelhuis, and J. M. D. D. Baars. 2004. Eindrapport EVA II deelproject F4b (Evaluatie Schelpdijvisserij tweede fase): Mosselvisserij en -kweek in het sublitoraal van de Waddenzee. RIVO Centrum voor Schelpdierenonderzoek.
- F. Fey, B. Brinkman, J. Craeymeersch, H. Heessen, E. Meesters, M. van Stralen, and M. Dekker. 2008. PRODUS dp 3: EFFECTEN VAN SUBLITORALE MOSSELZAADVIJSERIJ IN DE WESTELIJKE WADDENZEE:.. *in*.
- Fr chet te, M., and D. Lefaivre. 1990. Discriminating between food and space limitation in benthic suspension feeders using self-thinning relationships. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **65**:15-23.
- Steenbergen, J., V. P. Breen, and J. G. Jol. 2005. LNV bestek mosselen en eidereenden Deelproject 3 : een vergelijking van de kwaliteit van mosselen op percelen en in het wild. RIVO, IJmuiden.
- Van de Koppel, J., M. Rietkerk, N. Dankers, and P. M. Herman. 2005. Scale-dependent feedback and regular spatial patterns in young mussel beds. *The American naturalist* **165**.

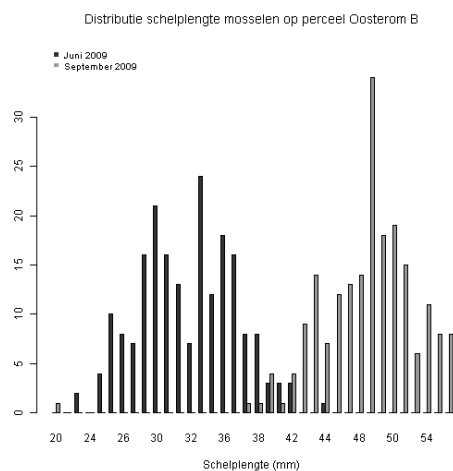
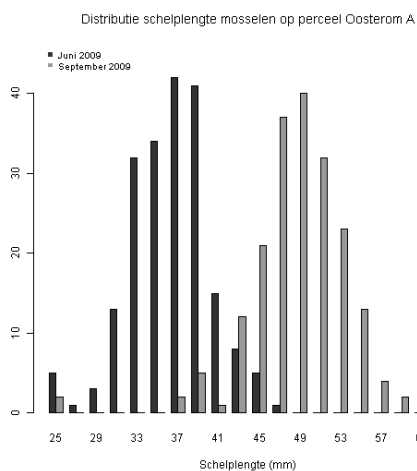
Bijlage A. Lengte distributie van het voorjaarszaad in juni en september per kaartklasse.

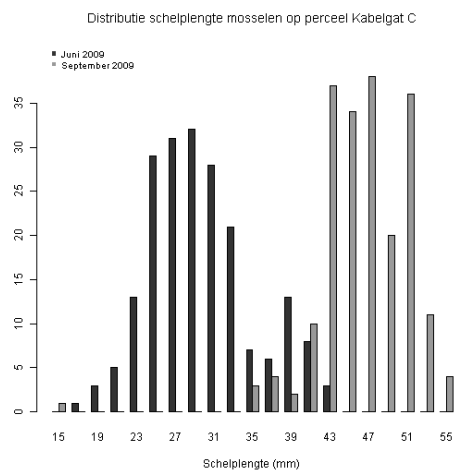
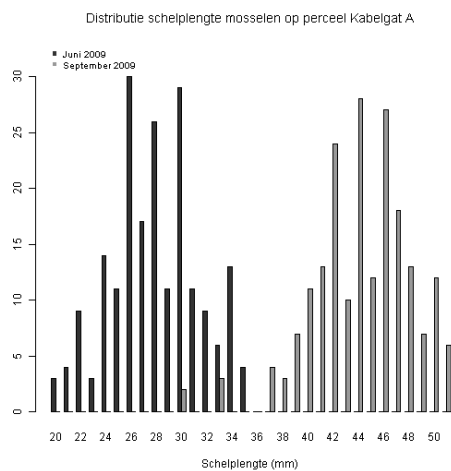
Omdat het aantal schelpen per monster verschilt, zijn om de lengtes met elkaar te vergelijken van elk sample tweehonderd steekproeven met teruglegging genomen. Van deze steekproeven (met gelijke lengte) is de frequentieverdeling weergegeven. Het aantal schelpen per monster is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Aantal schelpen per monster

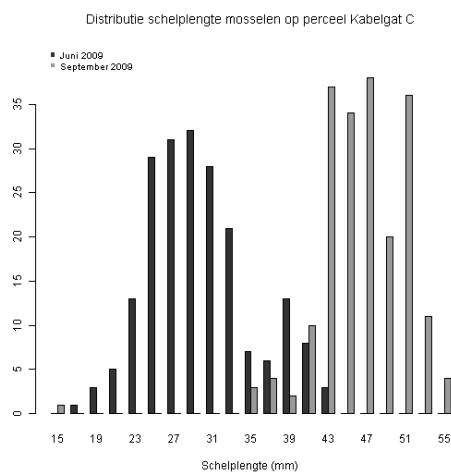
Perceel	Jun-09	Sep-09
Balgen	106	144
Gat van 12	86	118
Kabelgat A	99	143
Kabelgat B	103	80
Kabelgat C	244	184
Oosterom A	101	142
Oosterom B	133	174
Scheer	136	36

Kaartklasse 1:

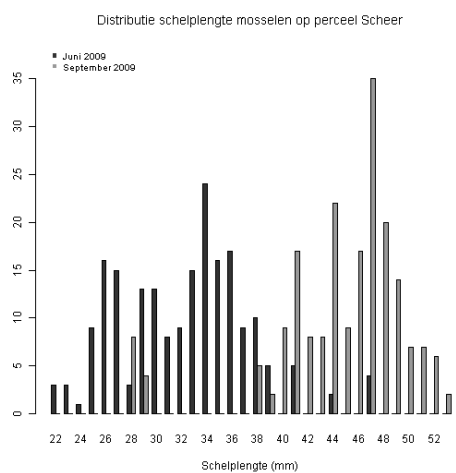
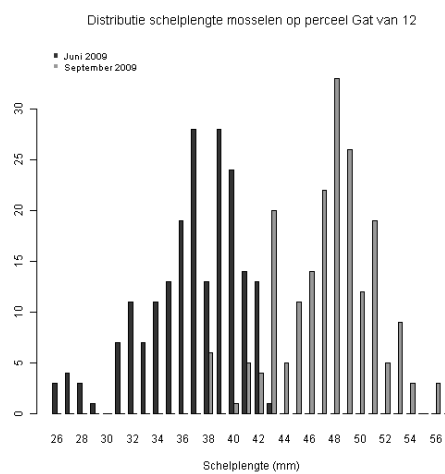
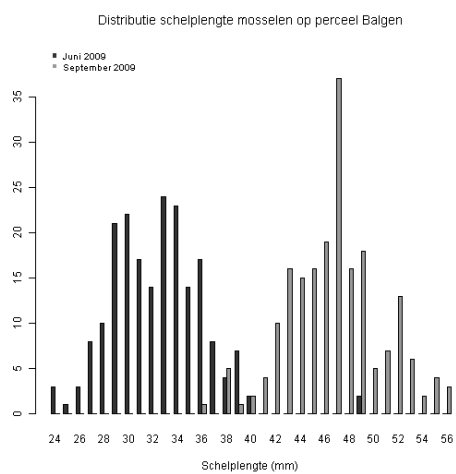




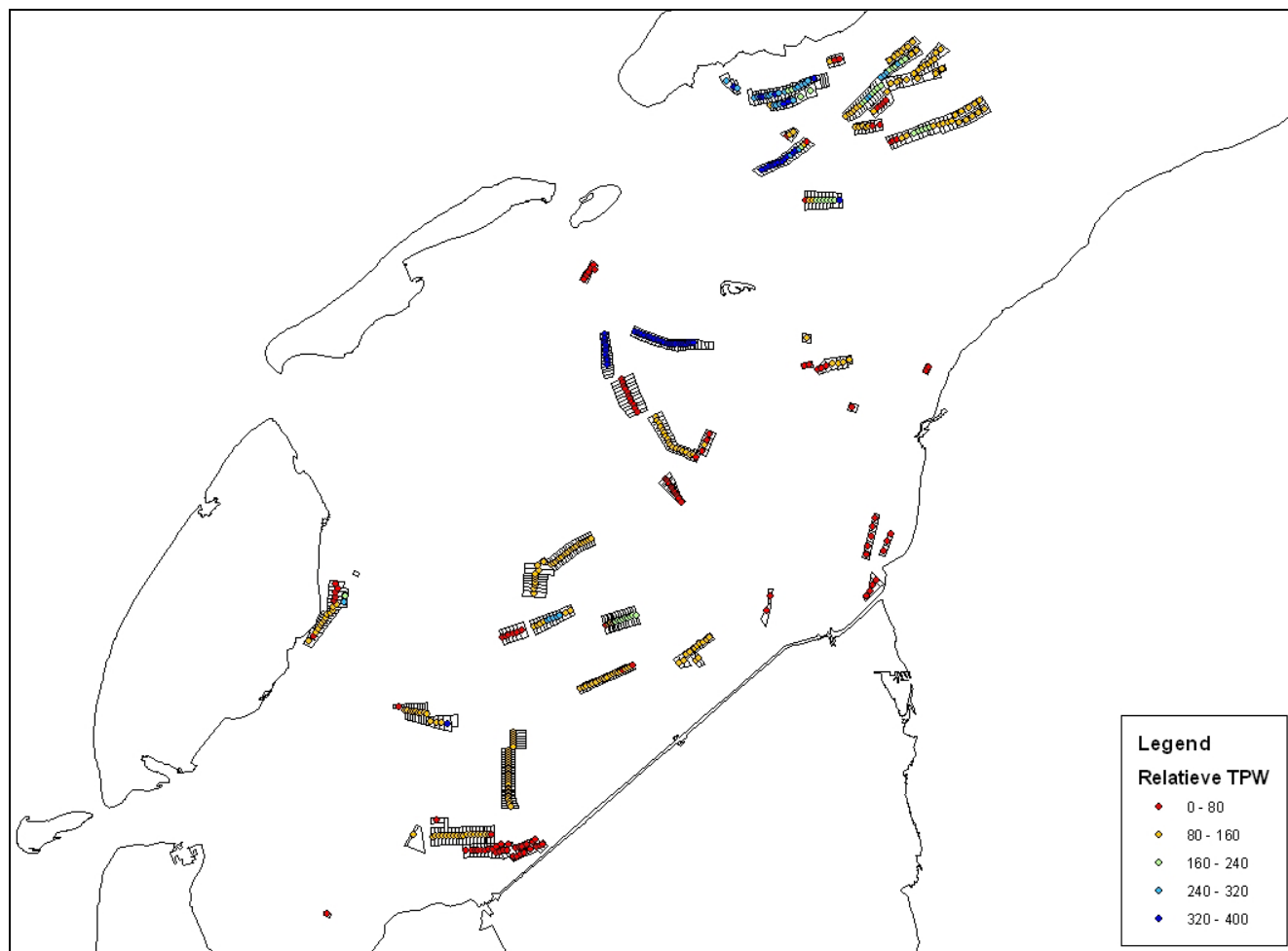
Kaartklasse 2:



Kaartklasse 3:



Bijlage B. Kaart met de indeling in de relatieveTPW-klassen
(TPW/oppervlakte)



Bijlage C, berekende mosselgewichten tijdens zaaien

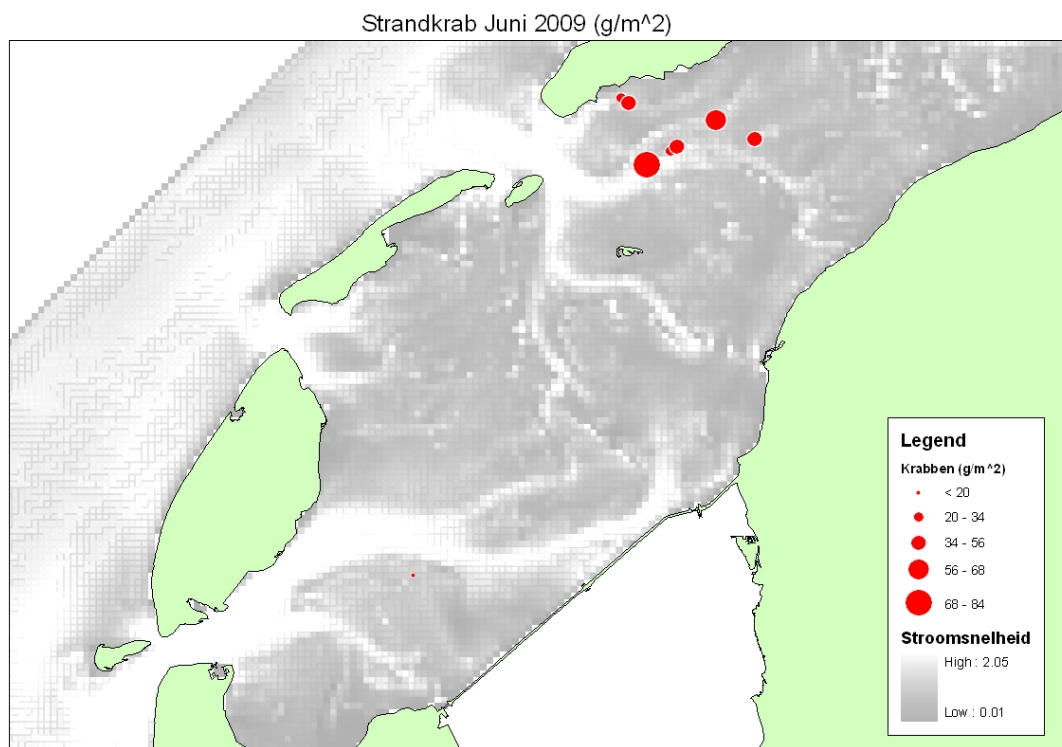
Type mosselzaad	Kaartklasse	Nat gewicht mossel
Voorjaar	1	1.95
	1	4.46
	1	1.71
	1	1.95
	2	4.06
	3	2.26
	3	4.46
	3	1.95
	1	1.15
	1	2.26
	1	1.95
	2	1.71
	2	1.37
	2	0.92
	3	0.91
	3	1.15
	3	1.71
	3	1.52
Najaar	4	1.13

Bijlage D. Ruimtelijke patronen op de percelen

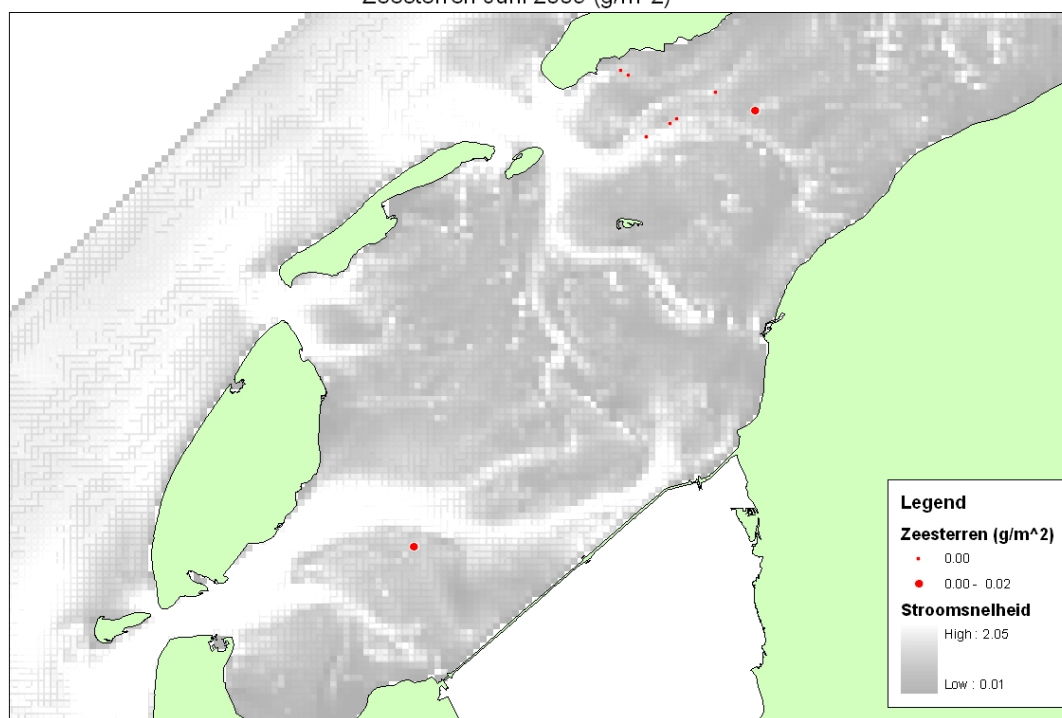
In deze bijlage zijn de predatoren (strandkrabben en zeesterren), de kookgewichten (die een indicatie zijn van de kwaliteit van de mosselen); de schelpgewichten en de vertrassing ruimtelijk weergegeven. Als onderliggende kaart is een interpolatie van de stroomsnelheden gebruikt. Deze kaart is rond 1998 samengesteld door het RIKZ en geeft de gemiddelde stroomsnelheid van het water weer in meter/seconde.

Juni 2009

Predatoren

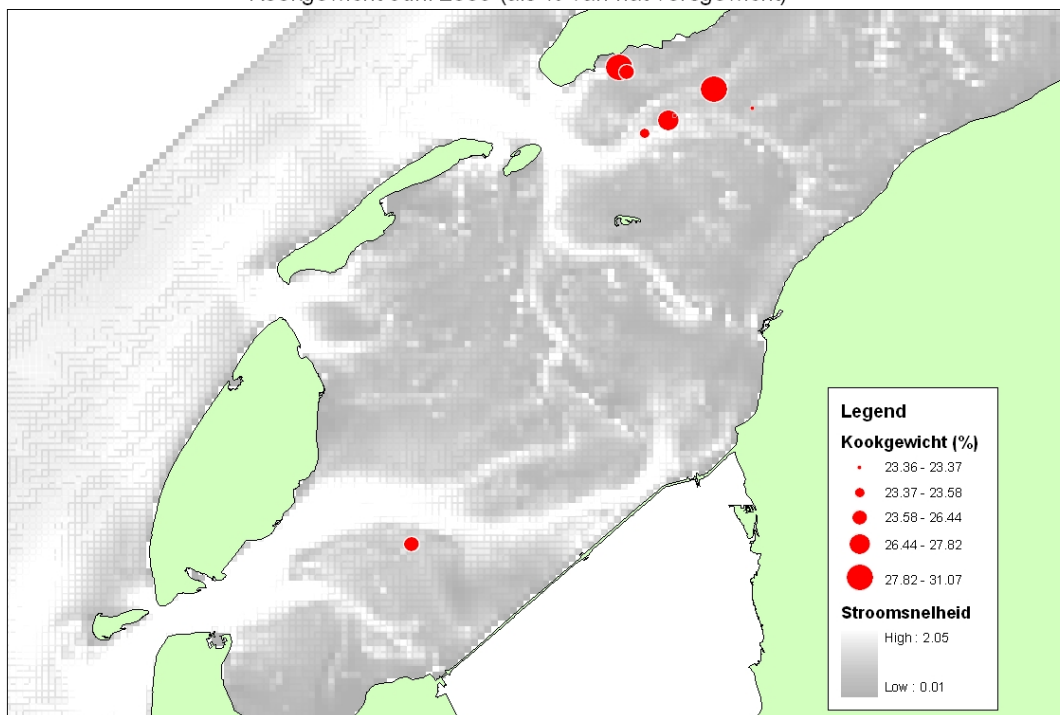


Zeesterren Juni 2009 (g/m²)



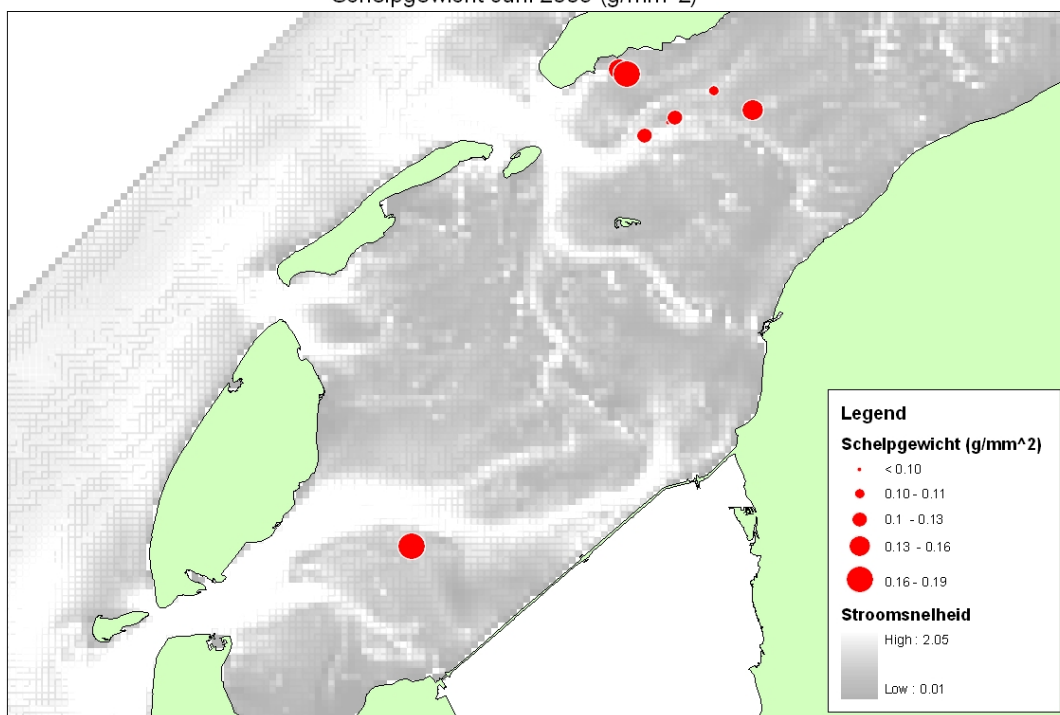
Kwaliteit

Kookgewicht Juni 2009 (als % van nat versgewicht)

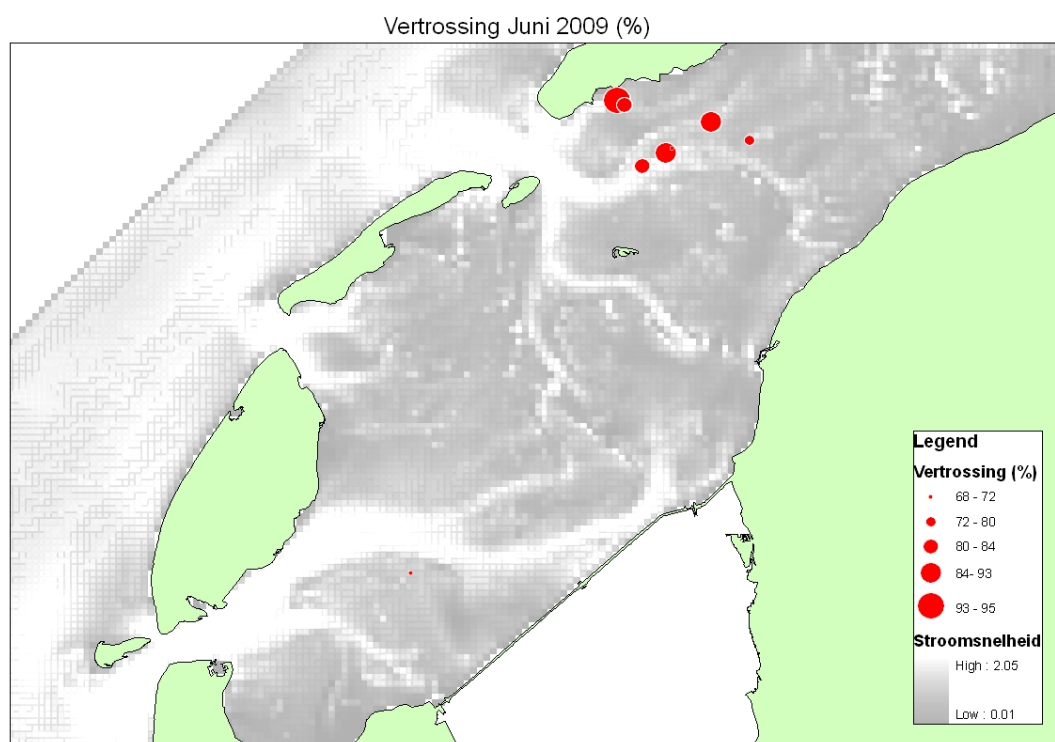


Relatief schelpgewicht

Schelpgewicht Juni 2009 (g/mm²)



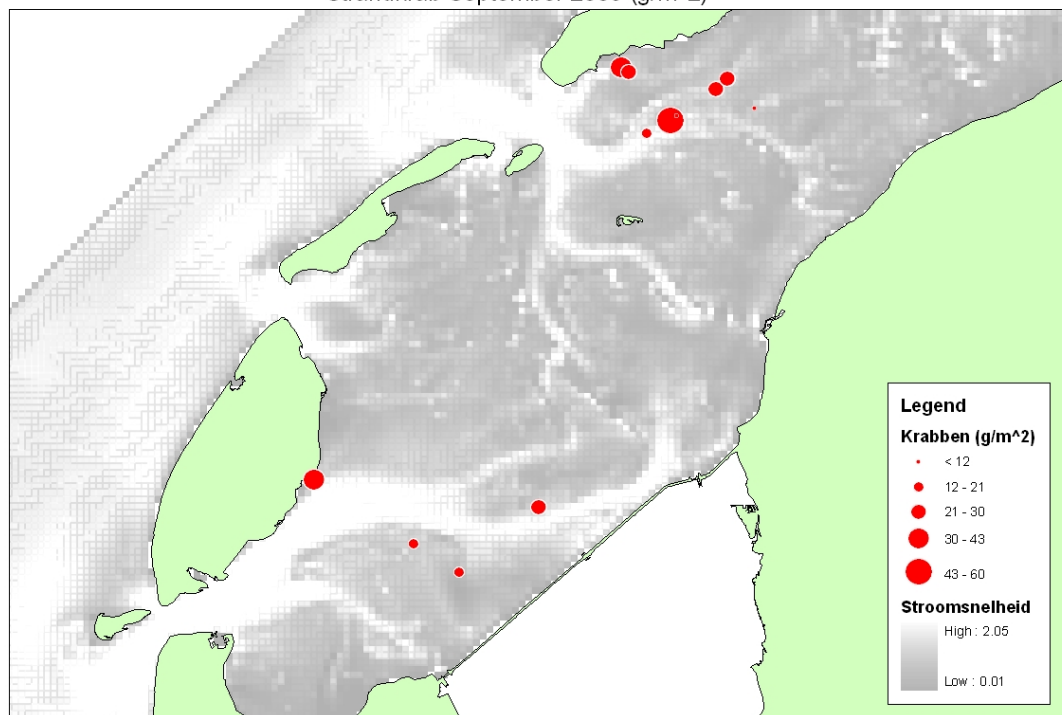
Vertrossing



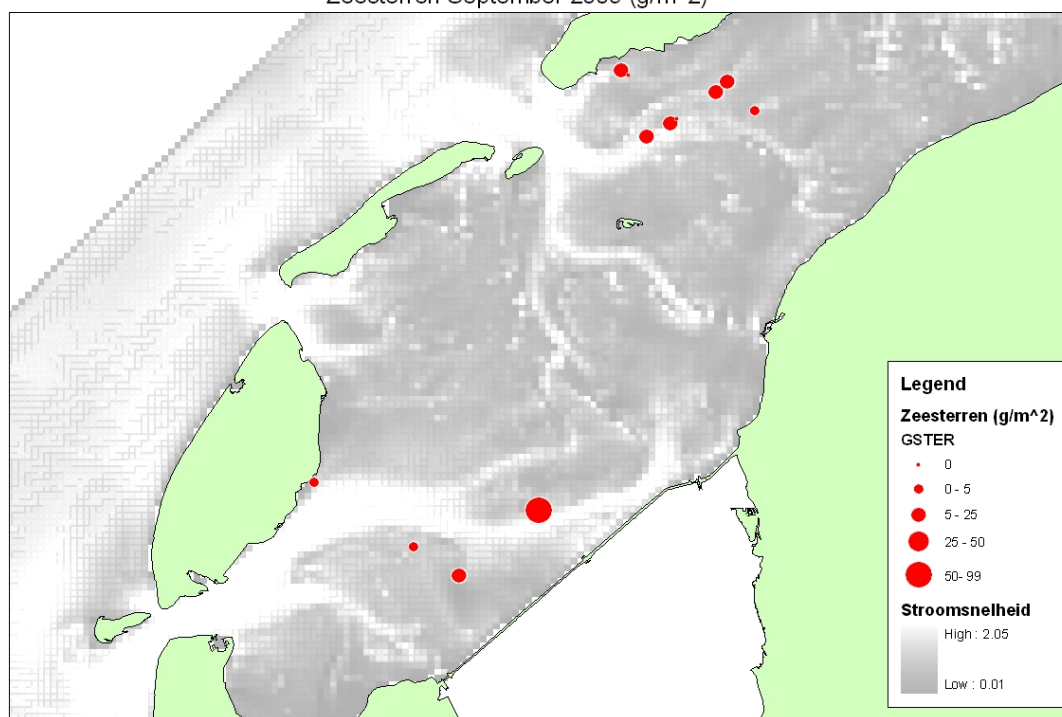
September 2009

Predatoren

Strandkrab September 2009 (g/m²)

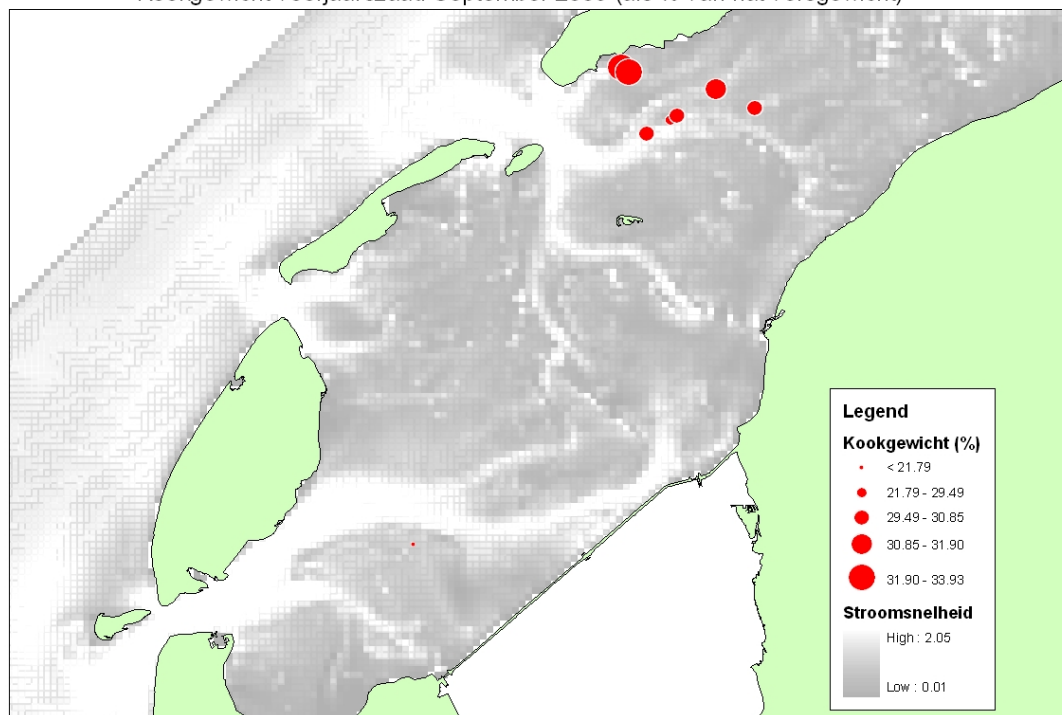


Zeesterren September 2009 (g/m²)



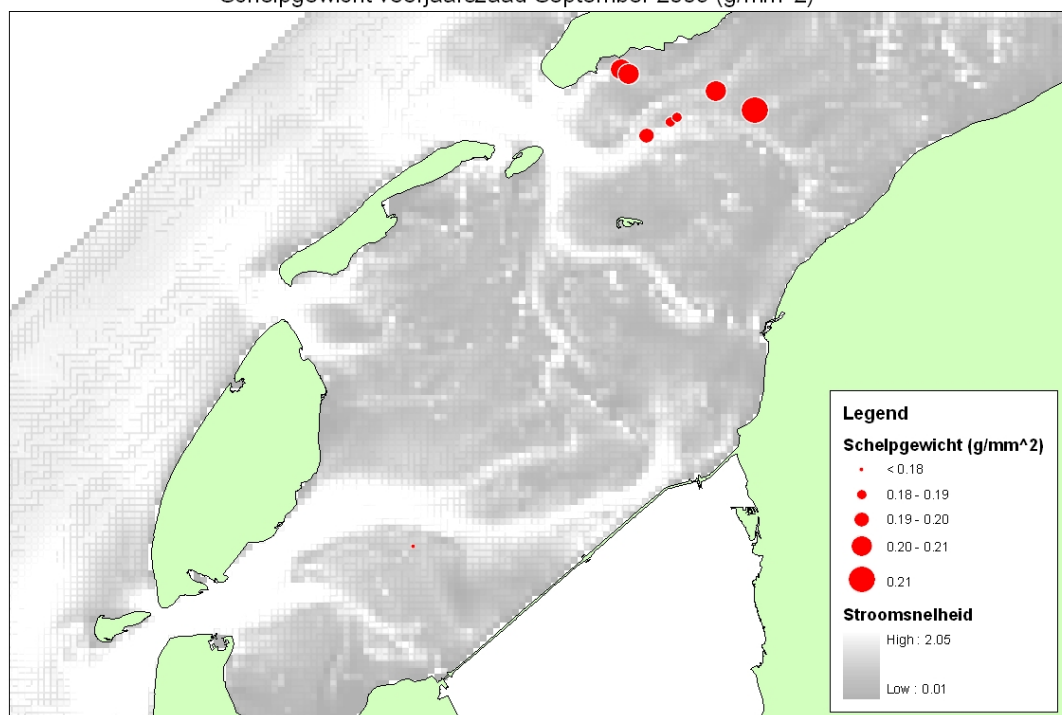
Voorjaarszaad – kwaliteit

Kookgewicht voorjaarszaad September 2009 (als % van nat versgewicht)



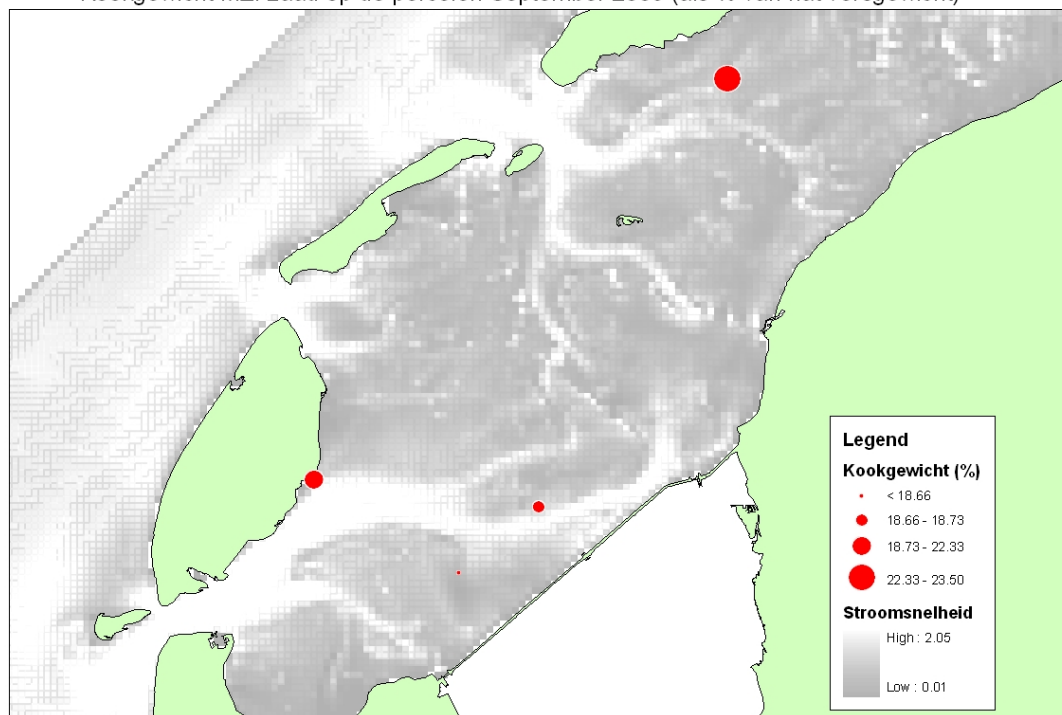
Voorjaarszaad – relatief schelpgewicht

Schelpgewicht voorjaarszaad September 2009 (g/mm²)



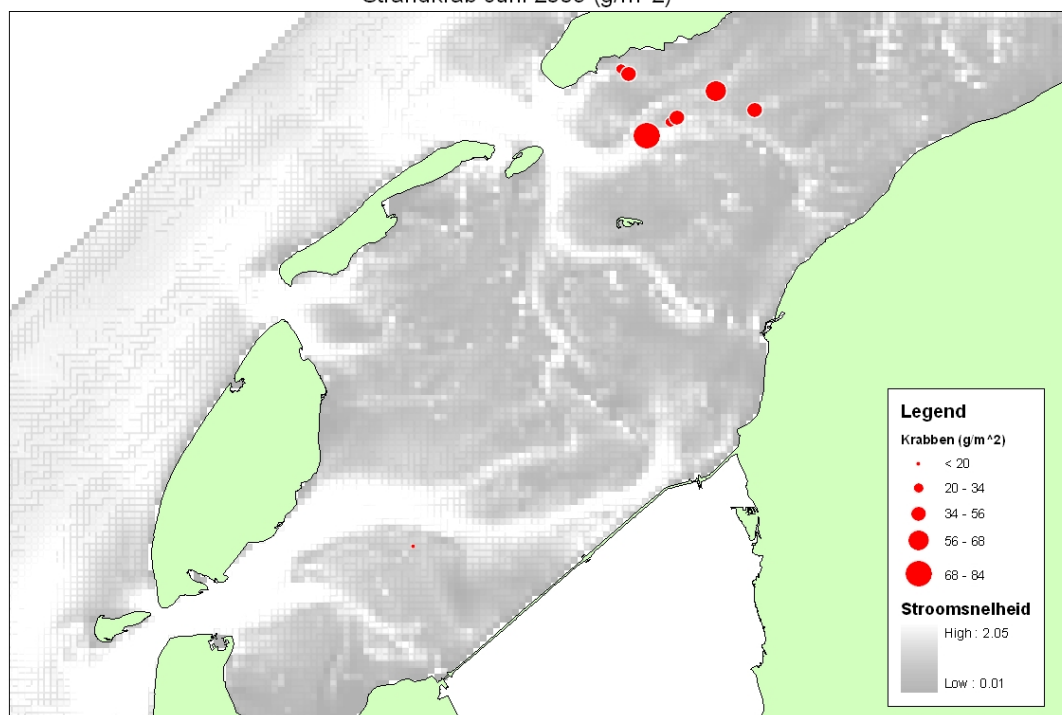
MZI-zaad – kwaliteit

Kookgewicht MZI zaad op de percelen September 2009 (als % van nat versgewicht)



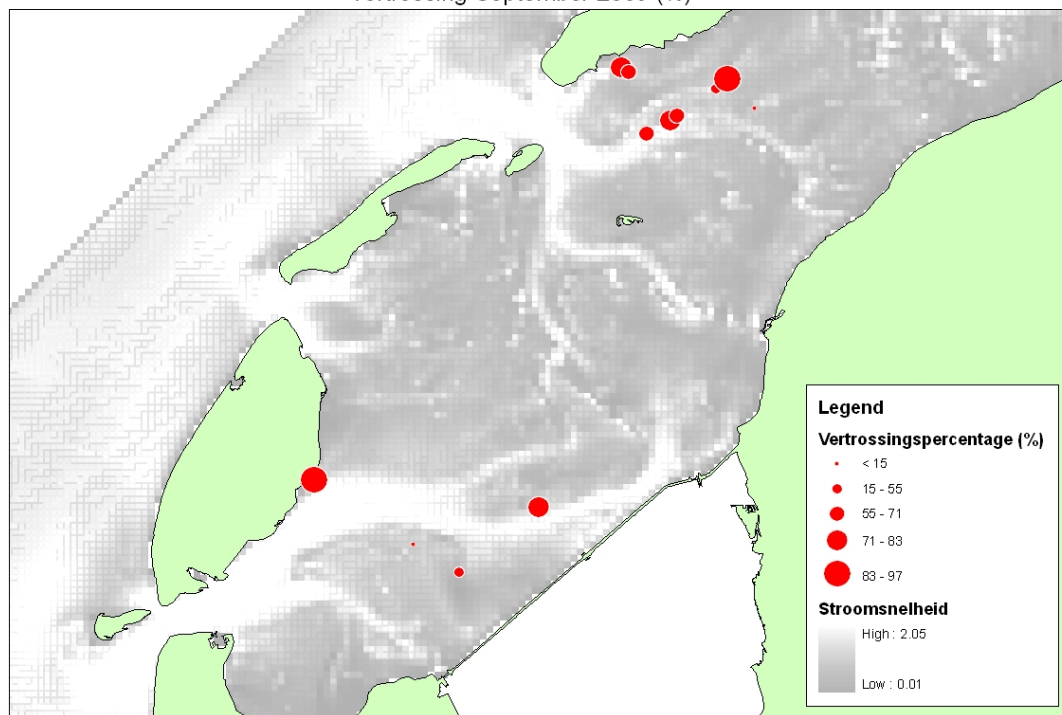
MZI-zaad – schelpgewicht

Strandkrab Juni 2009 (g/m²)



Vertrossing

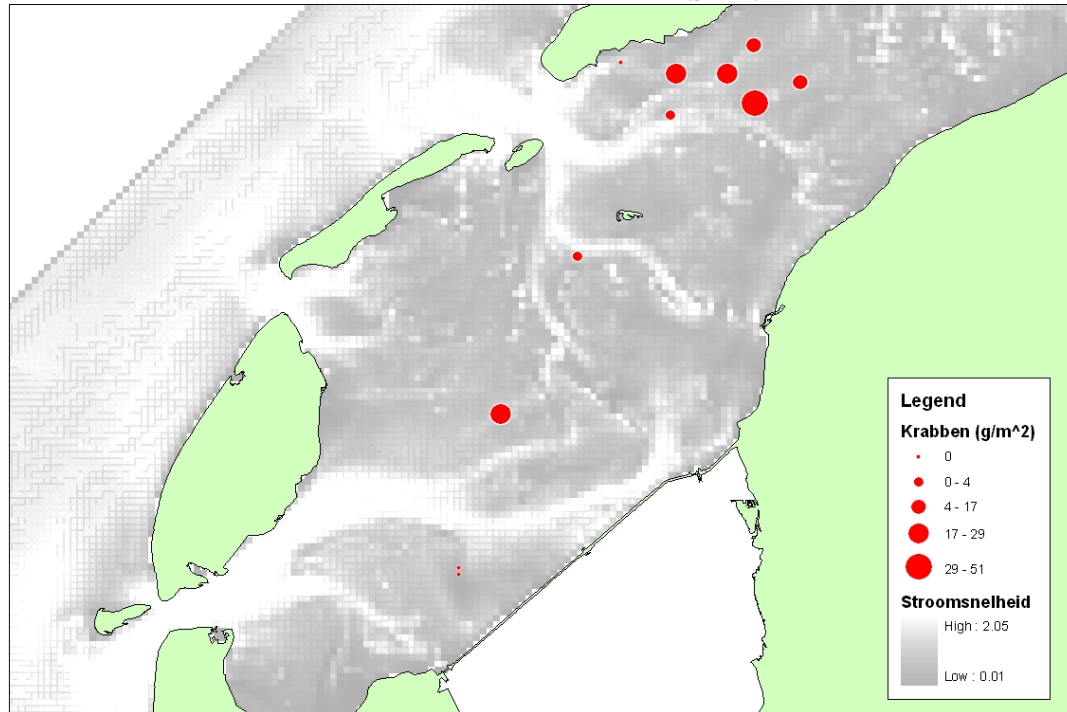
Vertrossing September 2009 (%)



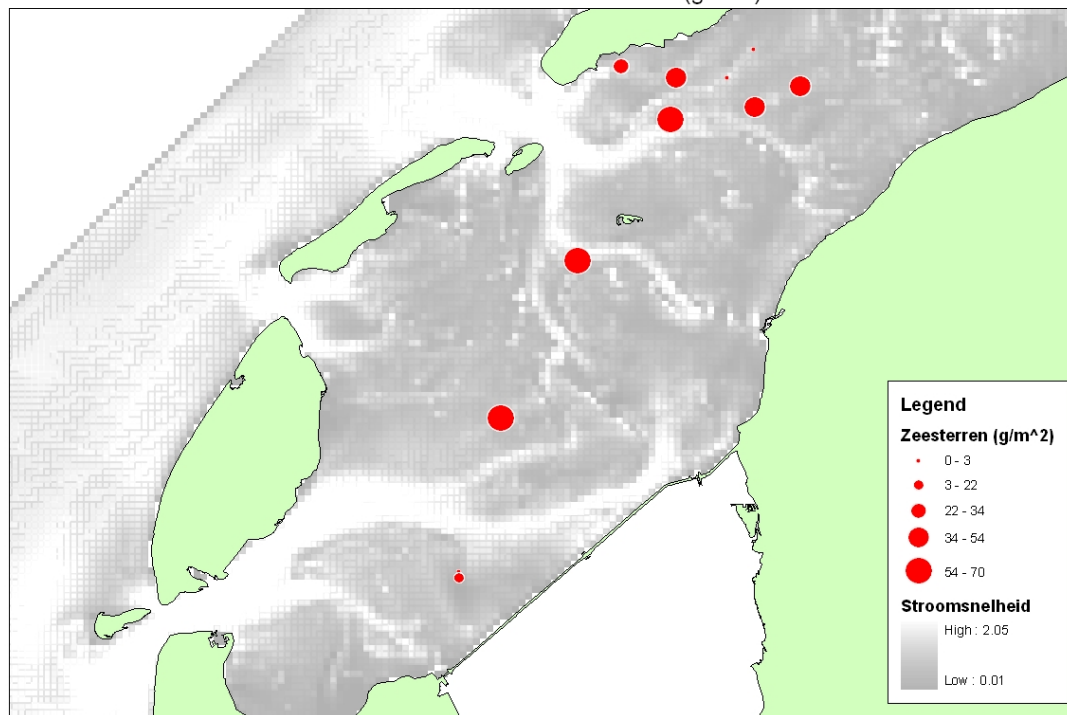
November 2009

Predatoren

Strandkrab November/December 2009 (g/m²)

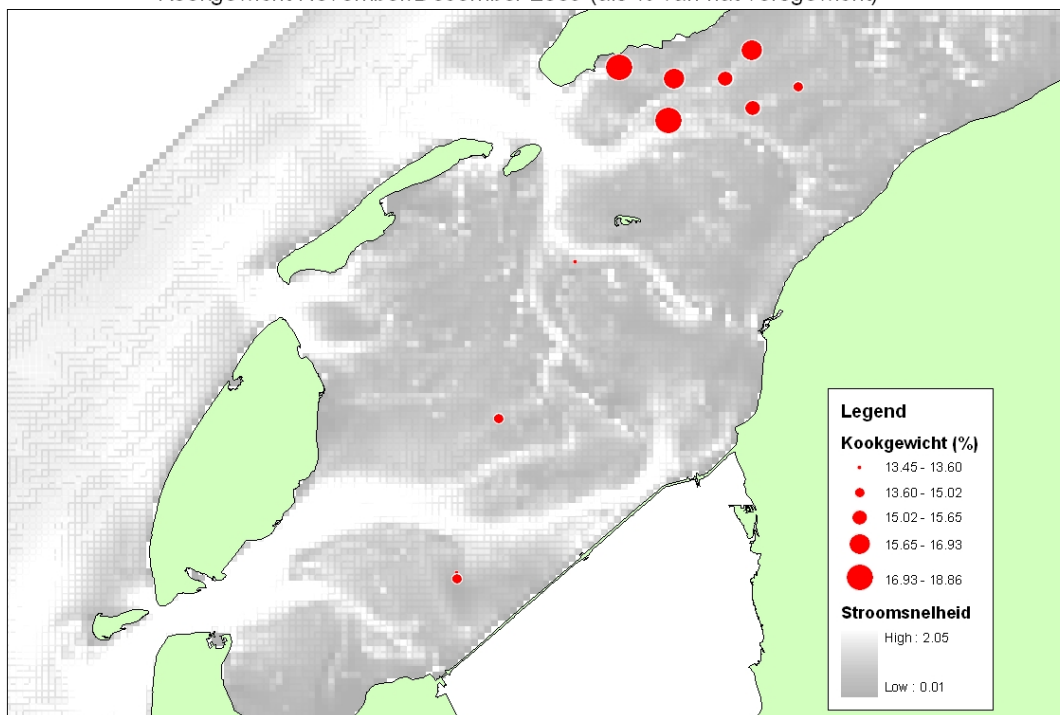


Zeesterren November/December 2009 (g/m²)



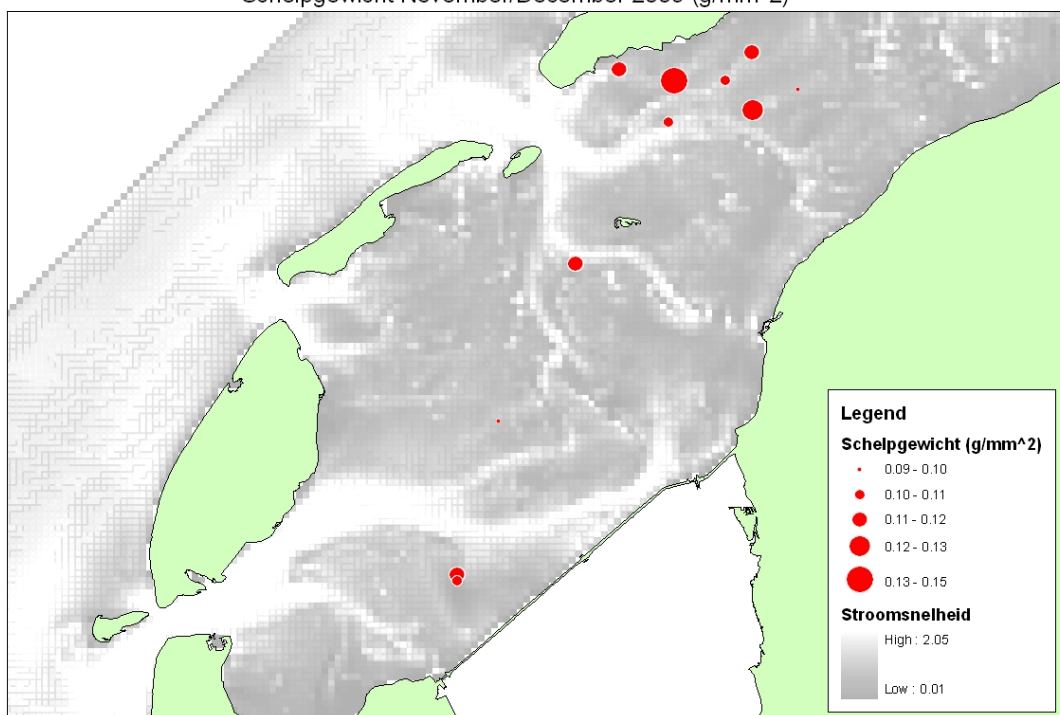
Kwaliteit

Kookgewicht November/December 2009 (als % van nat versgewicht)

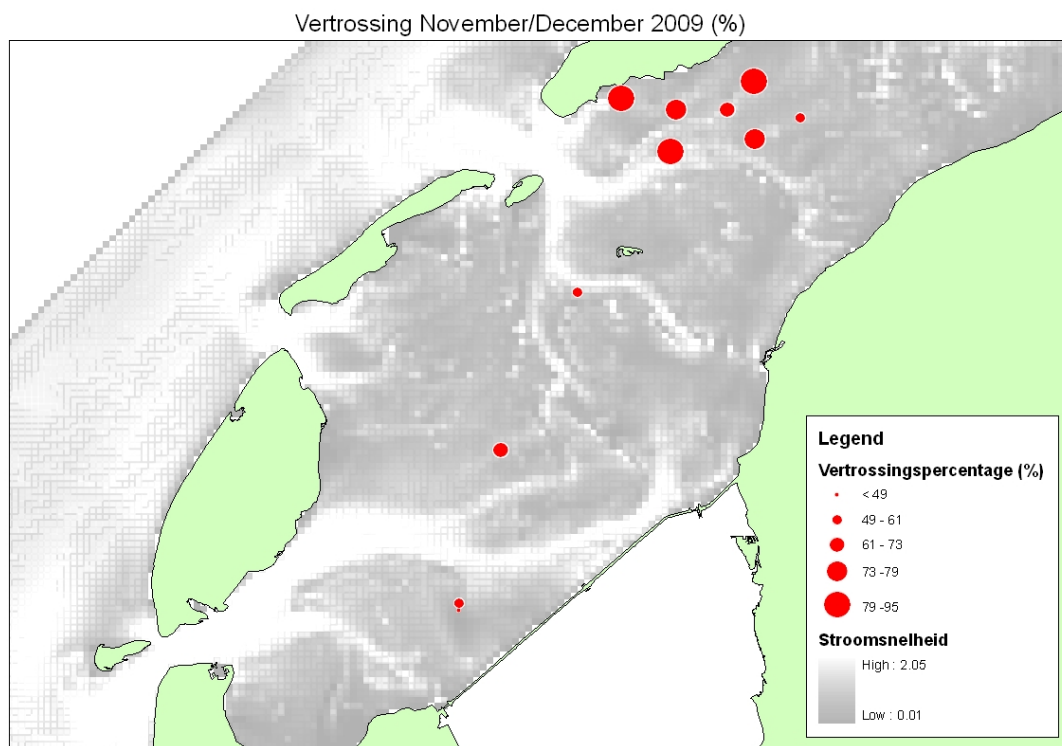


Relatief schelpgewicht

Schelpgewicht November/December 2009 (g/mm²)



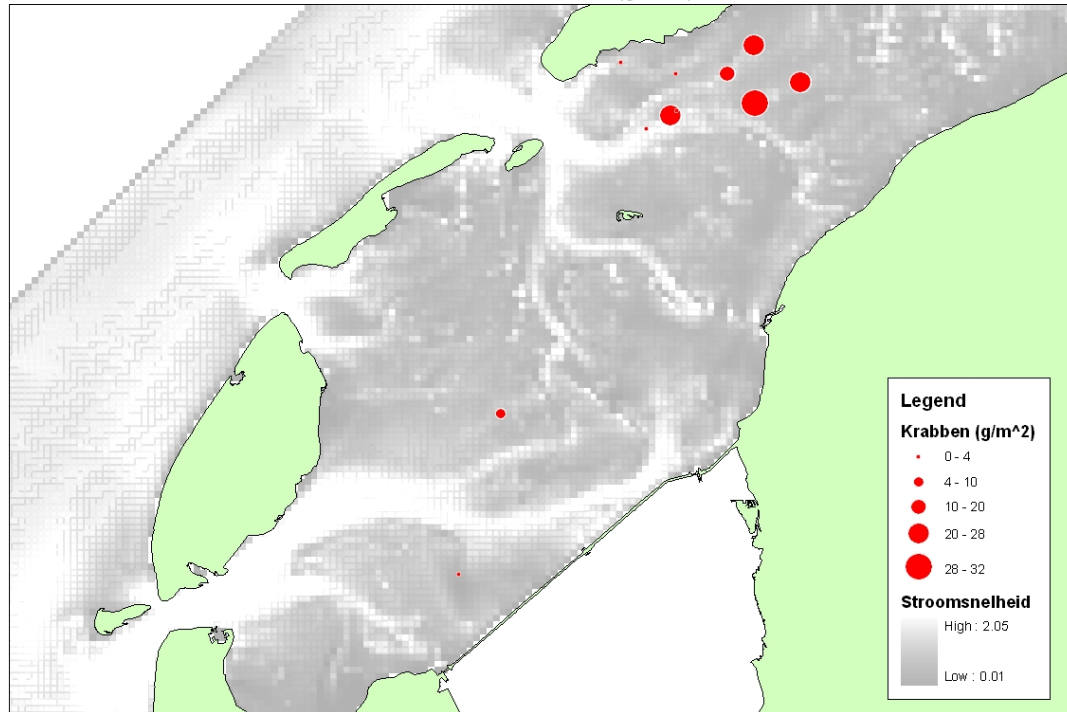
Vertrossing



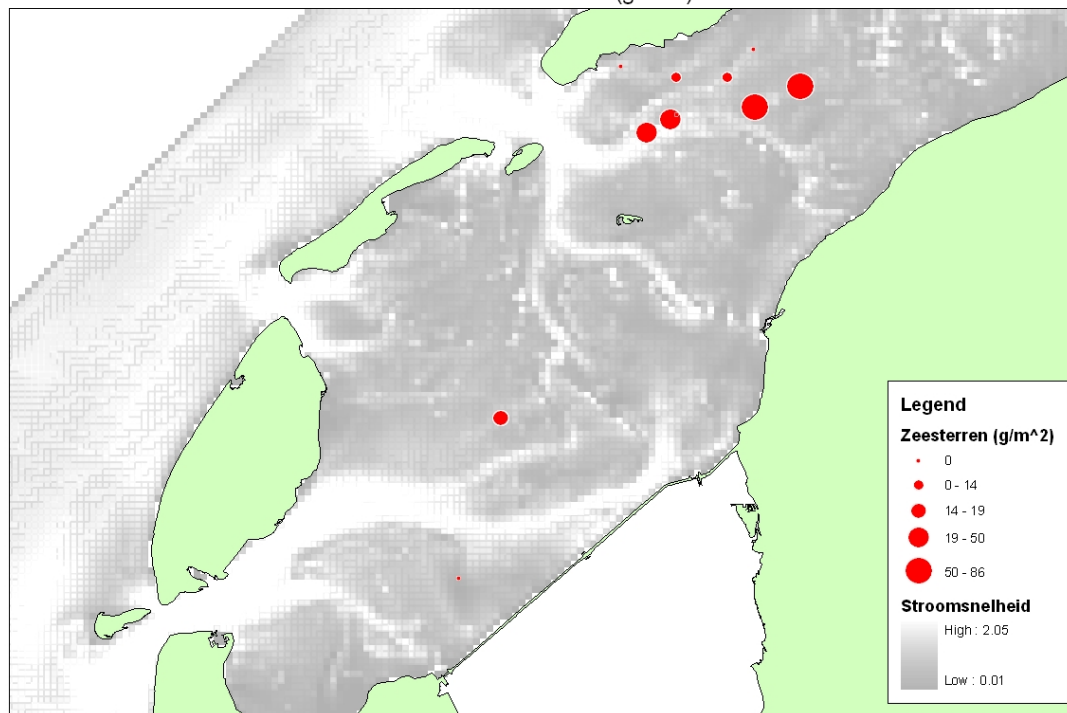
Februari 2010

Predatoren

Strandkrab Februari 2010 (g/m²)

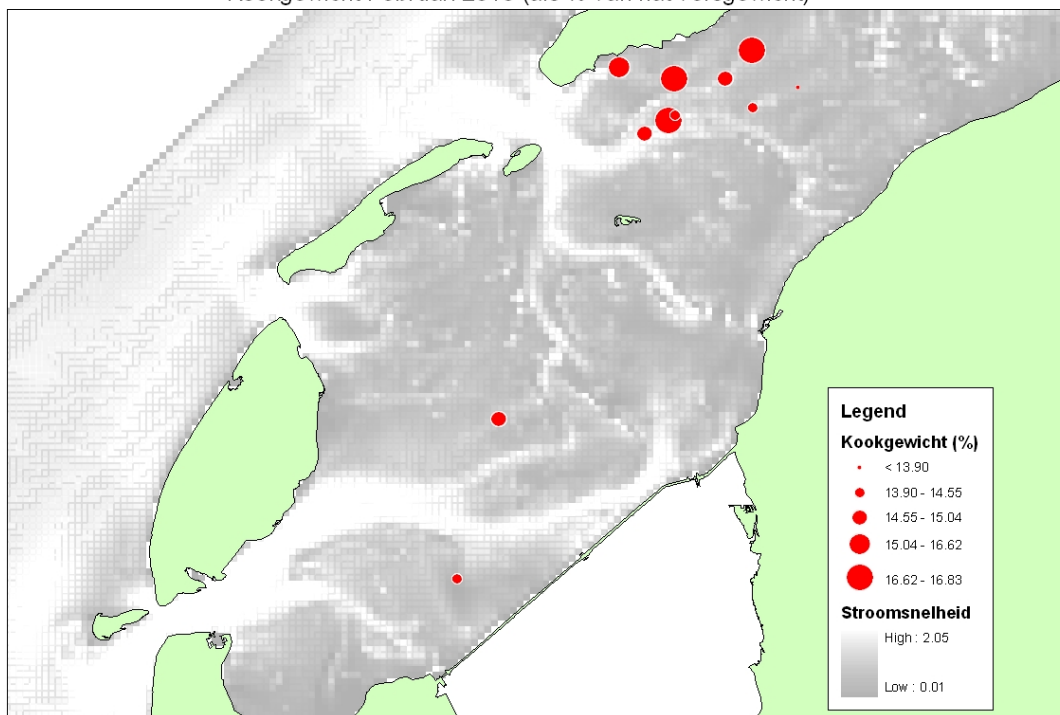


Zeesterren Februari 2010 (g/m²)



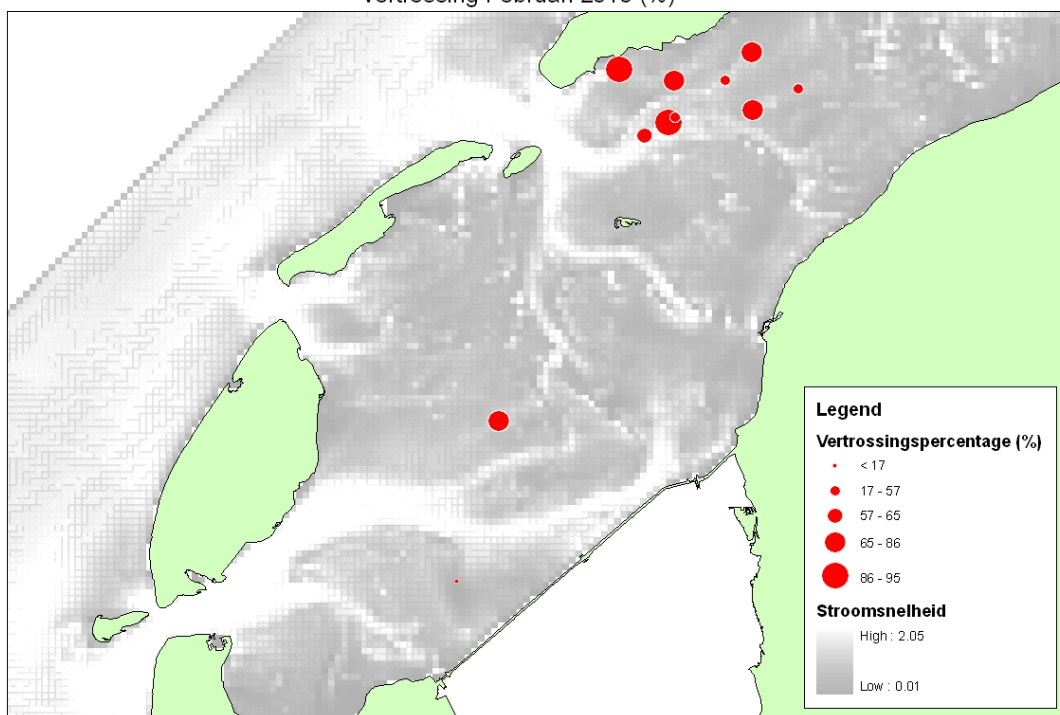
Kwaliteit

Kookgewicht Februari 2010 (als % van nat versgewicht)



Vertrassing

Vertrassing Februari 2010 (%)



Verantwoording

Rapport C084/10
Projectnummer: 4304105008

Verantwoording

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. A.C. Smaal
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 15 juli 2010

Akkoord: Dr. B.D. Dauwe
Afdelingshoofd Delta

Handtekening:



Datum: 15 juli 2010

Aantal exemplaren:	10
Aantal pagina's:	47
Aantal tabellen:	2
Aantal figuren:	25
Aantal bijlagen:	4