

# Proefsuppletie Galgenplaat Oosterschelde

## Monitoring effect op productiviteit van mosselpercelen

Ilse De Mesel, Johan Craeymeersch, Ad van Gool, Jeroen  
Wijsman

Rapport C025/09



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

# Wageningen *IMARES*

Vestiging Yerseke

Opdrachtgever: Dhr E. van Zanten  
RWS Zeeland  
Postbus 5014  
4330 KA Middelburg

Publicatiedatum: Maart 2009

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2009 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.  
Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister Amsterdam nr. 34135929,  
BTW nr. NL 811383696B04.



A\_4\_3\_1-V5

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen 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.

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	3
Samenvatting .....	5
1. Inleiding.....	6
2. Kennisvraag.....	6
3. Methoden .....	6
3.1. Historische gegevens van rendementen op de percelen.....	7
3.2. Groei en ontwikkeling op de percelen .....	8
3.2.1. Bemonstering .....	9
3.2.2. Analyse .....	9
3.2.2.1. Lengte .....	9
3.2.2.2. Gewicht .....	9
3.2.2.3. Kwaliteit .....	9
3.3. Groei en ontwikkeling in de kooien .....	10
3.3.1. Bemonstering .....	11
3.3.2. Analyse .....	11
3.4. Uitvoering van de werkzaamheden .....	11
4. Resultaten .....	12
4.1 Historische gegevens van rendementen op de percelen.....	12
4.2. Groei en ontwikkeling op de percelen .....	13
4.2.1. Lengte .....	13
4.2.2. Gewicht.....	14
4.2.3 Kwaliteit .....	15
4.2.3.1. Vleespercentage .....	15
4.2.3.2. Conditie Index (CI) .....	15
4.3. Groei en ontwikkeling in de kooien .....	16
4.3.1. Lengte .....	16
4.3.2. Gewicht.....	16
4.3.2. Kwaliteit .....	18
4.3.2.1 Vleespercentage .....	18
4.3.2.2. Condition Index (CI).....	18
5. Discussie.....	19
6. Kwaliteitsborging .....	19
Referenties .....	20

Verantwoording .....	21
Bijlage A. Bepaling vleespercentage volgens verschillende methoden .....	22
Bijlage B. Ebstroom rond de Galgenplaat.....	23

# Samenvatting

Sinds de aanleg van de stormvloedkering en de compartimenteringsdammen wordt het ecosysteem van de Oosterschelde aangetast door een fenomeen dat 'zandhonger' wordt genoemd. Doordat er minder water wordt getransporteerd zijn de geulen overgedimensioneerd. Door de verminderde stroomsnelheden in de geulen sedimenteert daar zand. Dit zand is afkomstig van de omliggende slikken en platen, waardoor deze afkalven. De slikken en platen komen hierdoor steeds lager te liggen.

De laatste jaren wordt nagedacht over ingrepen die het proces van de zandhonger kunnen vertragen of tegengaan. In dit kader is Rijkswaterstaat overgegaan tot een zandsuppletieproef op de Galgenplaat waarbij 150 000 m<sup>3</sup> zand is opgespoten over een oppervlakte van 20 ha, zodat het oppervlak met gemiddeld 0.75 m is verhoogd. Het gesuppleerde sediment is afkomstig van onderhoudsbaggerwerkzaamheden in de Witte Tonne Vlije en het Brabantsch Vaarwater. De bagger- en stortwerkzaamheden hebben geleid tot tijdelijke en plaatselijke verhoogde concentratie aan zwevend stof in de waterkolom, hetgeen een effect kan hebben op de voedselbeschikbaarheid, en bijgevolg het rendement van mosselen op omliggende percelen.

In deze studie is onderzocht hoe de werkzaamheden de groei en kwaliteit van mosselen in de omgeving hebben beïnvloed. Het onderzoek is opgebouwd uit drie onderdelen. Eerst is gekeken naar de kwaliteit van de mosselen die zijn aangeleverd aan de mosselveiling over de jaren heen. Hieruit kan worden afgeleid of de kwaliteit ten gevolge van de werkzaamheden afwijkt van wat kan worden verwacht op basis van historische trends. Ten tweede zijn over een periode van 4 maanden (16 juni – 13 oktober) acht perceelbemonsteringen uitgevoerd op percelen die onder invloed kunnen staan van respectievelijk het baggeren en het suppleren, en in een controlegebied. Telkens is gekeken naar de lengte, het gewicht en de kwaliteit van de mosselen. Tot slot zijn er kooien met mosselen uitgezet op een aantal percelen, eveneens verspreid over impact en controle gebied. Deze zijn bemonsterd en geanalyseerd samen met de perceelbemonstering.

De bemonstering van de percelen en kooien zijn uitgevoerd door de visserijkundige ambtenaren van het ministerie van LNV. De analyse van de resultaten is uitgevoerd door Wageningen IMARES.

Uit de resultaten kan geen eenduidige conclusie worden getrokken. De historische gegevens van de rendementen op de percelen suggereren weinig tot geen effect van de zandsuppletie op de kwaliteit van de aangeleverde mosselen. Een dergelijke historische analyse voor de impact van de baggerwerken kon niet worden uitgevoerd, omdat tijdens de uitvoering van de werken geen mosselen uit deze impactgebieden zijn aangeleverd aan de veiling. Metingen op mosselen uit kooien duiden op een potentiële impact van baggeren in de Witte Tonne Vlije op de mosselkwaliteit. Dit wordt echter niet bevestigd door perceelbemonsteringen op dezelfde plaats, noch door kooibemonsteringen in het impactgebied van de baggerwerkzaamheden in het Brabantsch Vaarwater. Verder zou een negatieve impact van het suppleren op de mosselen kunnen worden afgeleid uit de resultaten van de kooien, maar ook hier is voorzichtigheid in de interpretatie noodzakelijk. De mosselen uit deze kooi zijn eind augustus vervangen, nadat de oorspronkelijke kooi is weggespoeld. Mogelijk waren de nieuw geplaatste mosselen van een andere kwaliteit dan de mosselen in de andere kooien. Deze resultaten kunnen niet worden bevestigd door de perceelmetingen of aanlevering aan de mosselveiling, want bij de start van de suppletie is het perceel dat onder invloed staat van de suppletie leeggevestigd.

In 2009 zullen een aantal van de percelen en kooien verder bemonsterd worden om te onderzoeken of de erosie van het gesuppleerde materiaal de kwaliteit van de mosselen beïnvloedt.

# 1. Inleiding

Sinds de aanleg van de stormvloedkering en compartimenteringsdammen stroomt er minder water door de geulen van de Oosterschelde waardoor de stroomsnelheden sterk zijn afgenomen. Dit leidt tot een sterke verstoring van het morfologische evenwicht, waarbij zand sedimenteert in de geulen. Dit proces zal blijven doorgaan tot de grootte van de geulen is aangepast aan het debiet dat erdoor stroomt. Dit fenomeen wordt zandhonger genoemd.

Door de aanwezigheid van de stormvloedkering kan onvoldoende zand uit de Noordzee worden aangevoerd om aan de zandhonger te voldoen. Een gevolg hiervan is dat de slikken en platen uit de Oosterschelde afkalven. Hierdoor neemt het areaal aan intergetijdengebied af ten voordele van sublittoraal gebied. Deze morfologische veranderingen betekenen een afname van de diversiteit aan leefgebieden en bijgevolg aan soorten die er kunnen voorkomen. Zo zijn intergetijdgebieden belangrijke foerageergebieden voor steltlopers en een afname van intergetijdgebieden zou kunnen leiden een afname van voedselbeschikbaarheid voor de steltloper populaties in het Vogelrichtlijn gebied Oosterschelde.

Er wordt nagedacht over mogelijke ingrepen die het effect van de zandhonger kunnen tegengaan. Eén van de opties is het suppleren van zand op de platen. Deze ingreep is in de zomer van 2008 getest door Rijkswaterstaat op de Galgenplaat. Eind augustus-begin september 2008 is een proefsuppletie uitgevoerd op de Galgenplaat waarbij over een oppervlakte van 20 ha het oppervlak met gemiddeld 0.75 m is opgehoogd. Het zand, 150 000 m<sup>3</sup> in totaal, is afkomstig van de onderhoudsbaggerwerkzaamheden in het Brabantsch Vaarwater en de Witte Tonne Vlije.

De bagger- en stortwerkzaamheden zullen leiden tot een verhoogde concentratie zwevend stof, niettegenstaande de genomen maatregelen om de vertroebeling van de waterkolom te minimaliseren. Dit kan een impact hebben op de nabijgelegen mosselpercelen: de kwaliteit van het voedsel kan afnemen en de depositie op de mosselpercelen kan toenemen. Dit kan leiden tot schade voor de mosselkwekers.

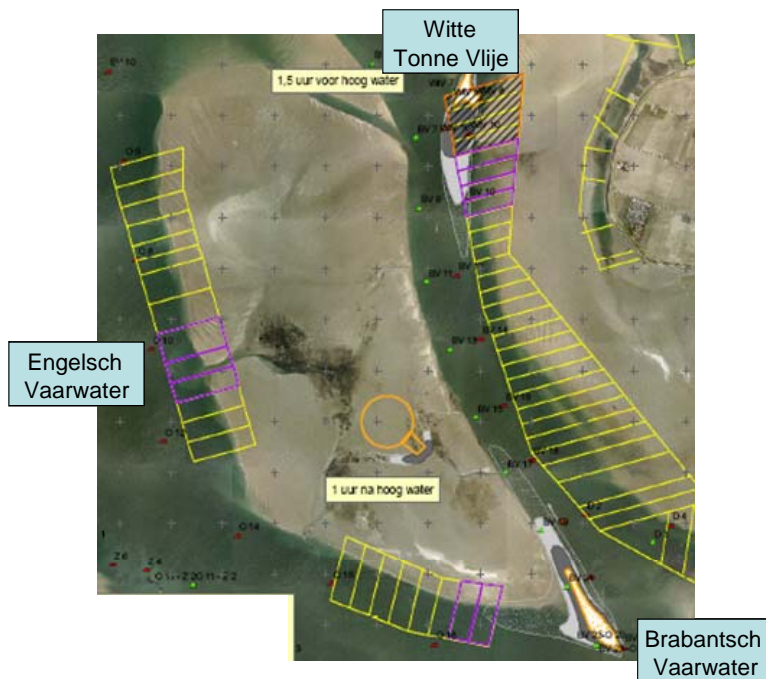
## 2. Kennisvraag

Rijkswaterstaat heeft Wageningen IMARES gevraagd de effecten van de bagger- en suppletiewerkzaamheden op en nabij de Galgeplaat op de groei en kwaliteit van mosselen op de percelen te monitoren. Wageningen IMARES heeft hiervoor de ontwikkelingen van de mosselen op de percelen rond de Galgenplaat gevolgd.

## 3. Methoden

Het onderzoek is opgebouwd uit drie onderdelen. Enerzijds zijn de historische gegevens over de rendementen op de percelen geanalyseerd. Dit geeft een beeld van de algemene ontwikkeling van de mosselkwaliteit op de percelen in de Oosterschelde door de jaren heen. Vervolgens zijn er in de periode juni-oktober 2008 metingen uitgevoerd op een aantal percelen rond de Galgenplaat. Hierbij is lengte, versgewicht, drooggewicht en asvrijdrooggewicht bepaald en het vleespercentage en de Conditie Index van de mosselen berekend. Als onderzoeker heb je echter geen controle over de activiteiten van de kweker. Het is mogelijk dat mosselen van een perceel worden weggehaald en percelen kunnen zijn bezaaid met mosselen van variabele kwaliteit. Daarom zijn onafhankelijke metingen uitgevoerd met een uniforme partij mosselen die in kooien op de bodem van de percelen zijn geplaatst.

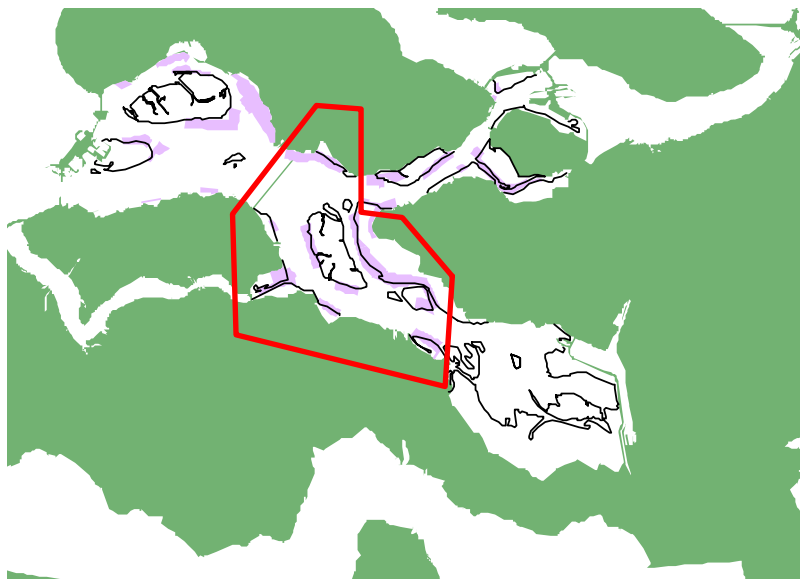
Voor de analyse is het gebied opgesplitst in een impactgebied, dat onder invloed staat van enerzijds het baggeren of anderzijds het suppleren, een controlegebied waar zeker geen impact moet verwacht worden en een overgangsgebied waar geen (grote) impact wordt verwacht maar enige invloed van de activiteiten niet kan worden uitgesloten. Deze gebieden zijn vòòr de uitvoering van de werken vastgelegd. Ze zijn niet gebaseerd op metingen van gesuspendeerd materiaal in de waterkolom tijdens de werken, maar de plaats van de impactgebieden is ingeschat op basis van de gemodelleerde verspreiding van de sedimentpluim door Rijkswaterstaat (figuur1).



Figuur 1: Overzicht van de Galgenplaat met aanduiding van de baggerplaatsen en de verspreiding van slibpluimen van 50%, 90% en 99% van het zwevend stof bij maximale stroomsnelheid. De mosselpercelen aangeduid in het paars zijn ingedeeld als impactgebied, in het geel als controle gebied.

### 3.1. Historische gegevens van rendementen op de percelen

De verkoop van mosselen uit de Oosterschelde vindt plaats via de veiling in Yerseke. Van iedere partij wordt geregistreerd om hoeveel mosselen het gaat, van welk perceel ze afkomstig zijn en wat de kwaliteit van de mosselen is (vlespercentage). Dit is erg waardevolle informatie om de evolutie van de mosselkwaliteit en mosselkwantiteit in de Oosterschelde te volgen door de tijd. De PO mossel heeft toestemming gegeven om deze historische gegevens te gebruiken in het kader van dit onderzoek.

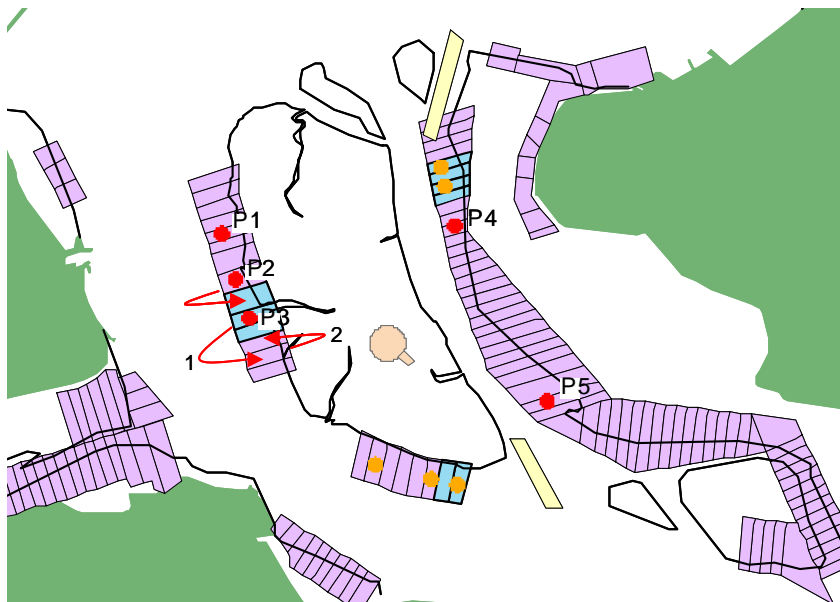


Figuur 2: Overzicht van de Oosterschelde met aanduiding van het centrale deel (rood) dat in de analyse van de historische data is meegenomen. De mosselkweekpercelen zijn in het paars weergegeven.

De leveringen van de percelen in het centrale deel van de Oosterschelde (zie figuur 2) zijn geanalyseerd over de periode januari 1998 tot 1 oktober 2008. De algemene trend in vleespercentages in dit gebied, over de jaren heen wordt weergegeven. Vervolgens is gekeken naar percelen die in het potentiële impactgebied van de bagger- en stortwerkzaamheden liggen en de gebieden die buiten deze invloed staan (controle gebieden). Er is per deelgebied onderzocht of de kwaliteit (vleespercentage) van de aangeleverde mosselen dit jaar in de lijn van de historische trend ligt. De vleespercentages van mosselen uit de verschillende impactzones aangeleverd in de periode voor de werkzaamheden (1998-2007) zijn via een parametrische test (ANOVA) met elkaar vergeleken. Eenzelfde analyse is uitgevoerd op de vleespercentages van de mosselen van 2008.

### 3.2. Groei en ontwikkeling op de percelen

Tussen 16 juni en 13 oktober zijn 5 mosselpercelen rond de Galgenplaat (figuur 3) acht keer bemonsterd. In de oorspronkelijke opzet was voorzien om percelen te bemonsteren waar impact kan worden verwacht ten gevolge van de baggerwerkzaamheden in de Witte Tonne Vlije. Deze bemonstering is niet doorgegaan omdat uiteindelijk bleek dat deze percelen niet waren bezaaid. Hetzelfde gold voor de percelen in het zuiden van de Galgenplaat, die gedeeltelijk beïnvloed kunnen worden door de baggerwerkzaamheden in het Brabantsch Vaarwater.



Figuur 3: Positie van de bemonsterde percelen rond de Galgenplaat (rode stippen), en de percelen die niet konden worden bemonsterd omdat geen mosselen waren ingezaaid (oranje stippen). Parse percelen zijn de controle percelen, in het blauw zijn de percelen aangeduid die onder invloed van het baggeren (geel) of het storten (roze) kunnen staan.

Drie van de vijf bemonsterde gebieden (P1, P2 en P3) bevinden zich ten westen van de Galgenplaat. De exacte locatie van de bemonstering van P3 is een aantal keer veranderd tijdens de meetreeks. Na de bemonstering eind juli is het oorspronkelijke perceel (zoals weergegeven op figuur 3) leeggevist en is vanaf begin augustus een naburig perceel bemonsterd (zie pijl 1 op figuur 3), en vanaf half september is om dezelfde reden opnieuw overgeschakeld naar een ander naburig perceel (zie pijl 2 op figuur 3). Het eerste perceel kan onder invloed staan van de zandsuppletie op de plaat. Het opgespoten zand kan via de geul eroderen en zo over dit perceel, dat ter hoogte van deze geul is gelegen, worden getransporteerd. De twee andere percelen liggen iets verder weg van de geul, waardoor de verwachte impact lager is. P1 ligt in een controlegebied en P2 ligt op de overgang tussen het controle en impactgebied. De laatste bemonstering (12 oktober 2008) van P2 is gebeurd op een naburig perceel omdat het oorspronkelijke perceel was leeggevist (zie pijl figuur 3). Dit nieuwe perceel ligt dichterbij de geul, en bijgevolg in het mogelijke impactgebied van de suppletie. De percelen P4 en P5 liggen aan de oostkant van de Galgenplaat. Beide kunnen onder (geringe) invloed van de baggerwerkzaamheden in respectievelijk de Witte Tonnen Vlije en het Brabantsch Vaarwater liggen. Ze worden gezien als percelen in een overgangsgebied (tussen controle en impact).



### 3.2.1. Bemonstering

De bemonstering van de percelen is uitgevoerd door visserijkundige Ambtenaren van LNV met behulp van een 1-meter boomkor. Willekeurige monsters van ongeveer 1 liter zijn opgestuurd naar het laboratorium van Wageningen IMARES in Yerseke voor verdere verwerking. We willen hierbij de bemanning van MS de Valk danken voor het uitvoeren van de perceelbemonstering.

### 3.2.2. Analyse

#### 3.2.2.1. Lengte

Alle mosselen van elk monster zijn gemeten met een schuifmaat (nauwkeurigheid 0.01 mm). De groei van de mosselen op de percelen is gevolgd door per bemonstering de mediaan en de 5<sup>e</sup>, 25<sup>e</sup>, 75<sup>e</sup> en 95<sup>e</sup> percentiel te berekenen. Op basis van deze gegevens is een ANOVA uitgevoerd om het effect van de tijd (i.e. groei), perceel en het gecombineerde effect van tijd en groei te analyseren. Dit laatste test of de groei van de mosselen verschilt tussen de percelen. De statistische analyse is uitgevoerd in R en SPSS.

#### 3.2.2.2. Gewicht

Het versgewicht (gewicht van de mosselen inclusief schelp), vleesgewicht, drooggewicht (DW) en asvrijdrooggewicht (AFDW) van het vlees zijn bepaald op het volledige monster, de mosselen zijn dus niet individueel gewogen. Na het bepalen van het versgewicht zijn de mosselen gekookt in een email pan. Hiervoor is een kleine hoeveelheid water samen met de mosselen op een hoog vuur aan de kook gebracht. De mosselen zijn opgeschud als het schuim langs het deksel omhoog kwam. In totaal is dit driemaal gedaan, waarna het vocht van de mosselen is afgegoten. Nadat het vlees uit de schelp is gehaald wordt het op een doek gelegd, gedept en vervolgens gewogen. Deze werkwijze wijkt enigszins af van de methode die wordt gebruikt in het mosselkantoor, waarbij eerst een kleine hoeveelheid water aan de kook wordt gebracht in een aluminium pan voordat de mosselen worden toegevoegd. De mosselen worden daarna op een hoog vuur aan de kook gebracht. Wanneer het schuim langs het deksel omhoog komt wordt in de pan geblazen tot het schuim verdwijnt. Dit wordt vervolgens nog twee maal herhaald. De mosselen zijn uit de schelp gehaald, gedurende 10-15 seconden in een zeef gebracht om uit te lekken en daarna gewogen (vleesgewicht). De uitkomst van beide methoden zijn naast elkaar gelegd, om na te gaan of de gebruikte methode een impact heeft op de bepaling van het vleespercentage (zie verder). De resultaten worden gegeven in bijlage A.

Voor de bepaling van het drooggewicht is het vlees gedurende minimaal twee dagen gedroogd bij 70°C en gewogen tot op 0.01 gram nauwkeurig. Na het wegen is het vlees verast in de oven bij 450°C. De as is gewogen (0.01 gram nauwkeurig) en afgetrokken van het drooggewicht om het asvrijdrooggewicht te bepalen. Het gemiddelde individuele vleesgewicht is berekend door respectievelijk het versgewicht, DW en AFDW van het volledige monster te delen door het aantal mosselen in het monster. Bij gebrek aan replicatie zijn de geobserveerde verschillen tussen de percelen bij de respectievelijke bemonsteringen niet statistisch getest.

#### 3.2.2.3. Kwaliteit

De kwaliteit van de mosselen op de percelen kan worden ingeschat door het berekenen van de 'Conditie Index' (CI) (LeBlanc et al., 2007) en het vleespercentage.

De CI wordt berekend door de gemiddelde hoeveelheid vlees te vergelijken met de mediane lengte of volume van het individu:

$$CI = \frac{AFDW}{L^3}$$

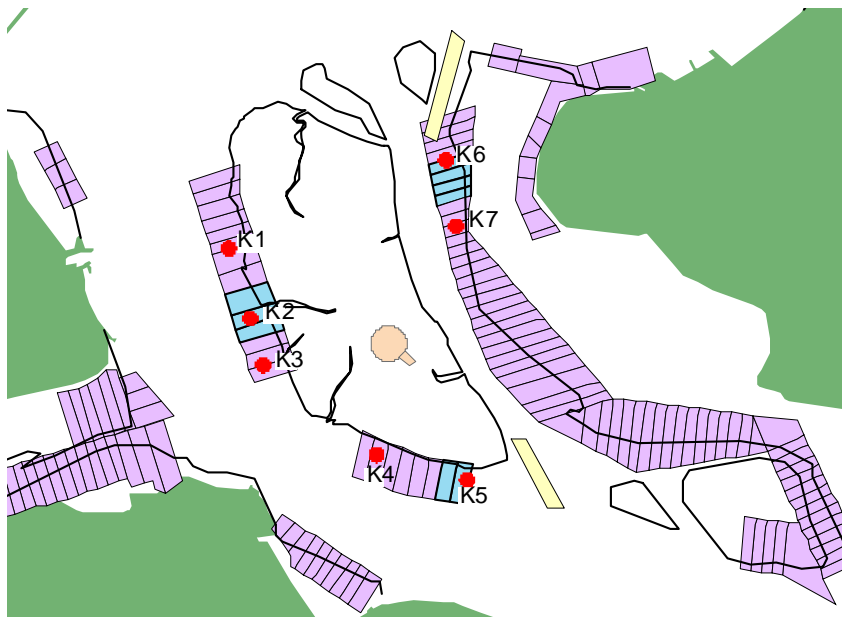
met: AFDW = asvrijdrooggewicht (g)  
L = schelpenlengte (mm)

Het vleespercentage is berekend door het vleesgewicht te delen door het versgewicht van de mosselen (schelp+vlees).

Ook hier is geen statistische analyse uitgevoerd bij gebrek aan replicatie.

### 3.3. Groei en ontwikkeling in de kooien

Om de groei van mosselen te kunnen volgen onafhankelijk van de activiteiten van de kwekers zijn 7 kooien met 10 á 15 kg halfwasmosselen op een aantal percelen rond de Galgenplaat geplaatst (figuur 4). De kooien bestaan uit een frame gemaakt van betonijzer met aan de onderzijde in de hoeken pootjes (figuur 5). Ze zijn 90x90x30 (lxbxh) groot. Voor de afdekking van alle zijden is gebruik gemaakt van fijn geplastificeerd gaas (maaswijdte 1 cm) dat met tie-wraps is vastgemaakt aan het frame. Ter verzwareing is aan de onderzijde van de kooi een loden blok bevestigd zodat de kooi stevig op de bodem ligt. Aan de bovenzijde van de kooi zijn aan de hoekpunten touwen geknoopt. De touwen worden boven de kooi samengebonden. Hieraan wordt circa 10 meter touw gebonden, met lussen om de 2 meter, met aan het eind een kleine jerrycan fungerend als boei.



Figuur 4: Positie van de kooien rond de Galgenplaat (rode stippen). Paarse percelen zijn de controle percelen, in het blauw zijn de percelen aangeduid die onder invloed van het baggeren (geel) of het storten (roze) kunnen staan

In het gebied ten oosten en ten zuiden van de Galgenplaat is telkens één kooi geplaatst in het mogelijke impactgebied van de baggerwerkzaamheden (respectievelijk K6 en K5), in het zuiden staat één kooi in het controlegebied (K4) en in het oosten één kooi in het overgangsgebied (K7), dit is het gebied waar weinig impact wordt verwacht maar niet volledig kan worden uitgesloten. In het gebied ten westen van de Galgenplaat zijn drie kooien geplaatst, waarvan K2 is gelegen in het impactgebied van de suppletie, en K1 en K3 in het controlegebied (figuur 4).



Figuur 5: Bovenaanzicht van een kooi waarin mosselen zijn geplaatst voor het uitvoeren van onafhankelijke metingen

Twee van de kooien (K2 en K6) zijn weggespoeld gedurende het experiment. K2 is op 25/08/08 vervangen door een nieuwe kooi met mosselen die van een perceel zijn gehaald, K6 is niet vervangen. K7 is door logistieke moeilijkheden niet bemonsterd op 25/08/08.

### 3.3.1. Bemonstering

Vanaf het schip zijn de kooien met een lier aan boord gebracht. Aan de bovenzijde van de kooi is het gaas in een hoek losgemaakt en zijn wat mosselen, ongeveer een maatbeker van 1 liter, eruit genomen. We willen hierbij de bemanning van MS de Valk danken voor het plaatsen en bemonsteren van de kooien.

### 3.3.2. Analyse

De analyse van de lengte, het gewicht en de kwaliteit van de mosselen in de kooien is analoog aan de analyse beschreven onder 3.2.2. voor de percelen.

## 3.4 Uitvoering van de werkzaamheden

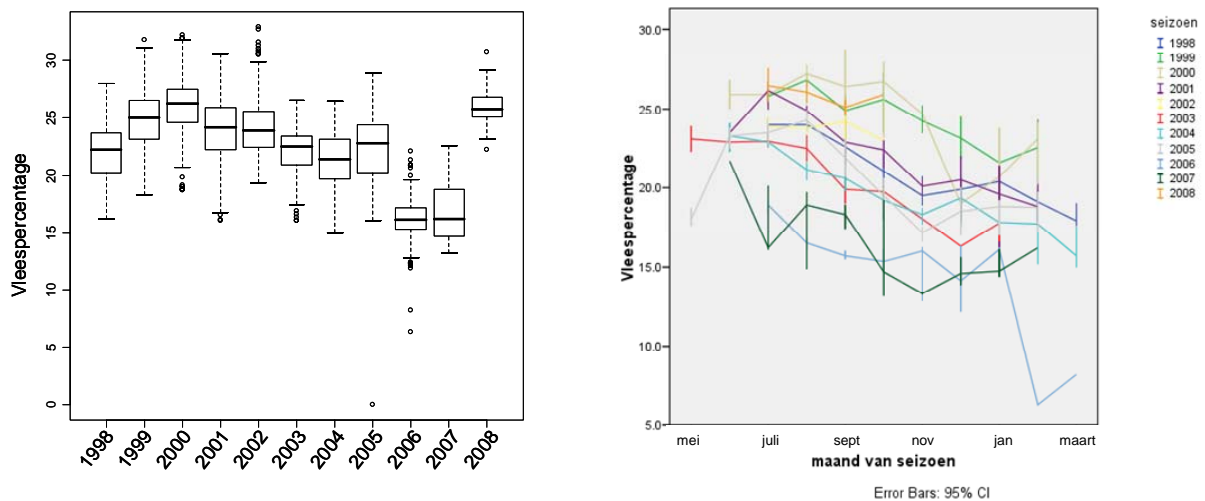
De baggerwerken in de het Brabantsch Vaarwater zijn uitgevoerd tussen 14 augustus en 4 september en in de Witte Tonne Vlije tussen 20 augustus en 8 september 2008. De zandsuppletie is uitgevoerd tussen 14 augustus en 8 september 2008.

## 4. Resultaten

### 4.1 Historische gegevens van rendementen op de percelen

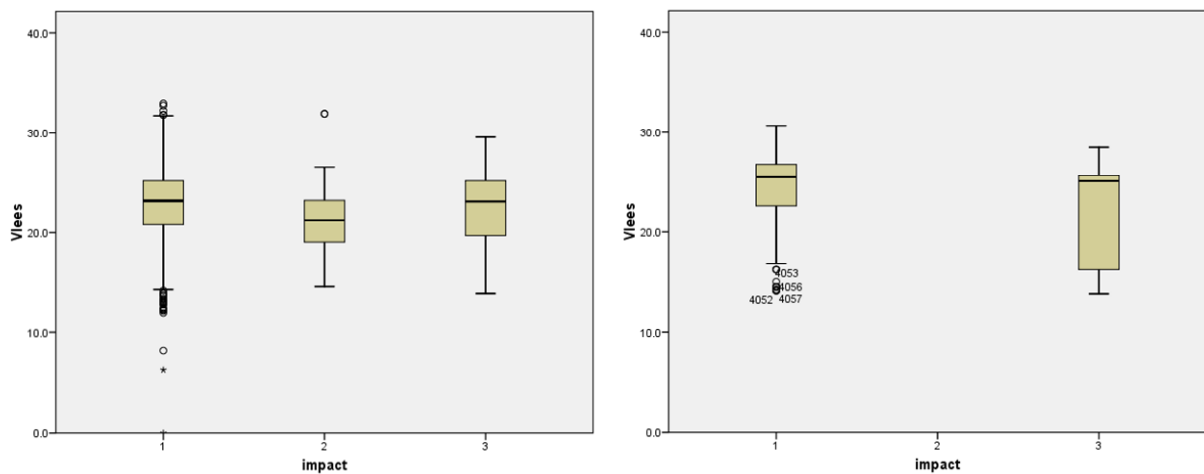
Het vleespercentage van de mosselen uit het middendeel van de Oosterschelde (OSWD) heeft een dalende trend gekend van het seizoen van 2000 tot de seizoenen 2006-2007<sup>1</sup> (figuur 6). Het mediane vleespercentage nam af van 26.2% (in 2000) tot 16.1% (in 2006) en 16.2% (in 2007). In 2008 ligt de kwaliteit opnieuw een stuk hoger. Dan bedraagt het mediaan vleespercentage 25.8%. Deze waarde beslaat echter enkel het eerste deel van het seizoen (april-oktober) en kan nog wat afnemen als het volledige seizoen wordt beschouwd, want zoals blijkt uit figuur 6 neemt de kwaliteit van de mosselen traditioneel iets af later op het seizoen. Tegelijkertijd toont deze figuur dat de kwaliteit van de mosselen in 2008 hoger is dan in de voorgaande jaren gedurende dezelfde periode en dat er dus wel van een kwaliteitstoename kan worden gesproken. Dit heeft mogelijk zijn oorzaak in het feit dat er absoluut gezien in 2008 een beperkter aantal mosselen in de Oosterschelde liggen en met het feit dat er veel wilde oesters zijn opgevisst, waardoor minder competitie voor voedsel is opgetreden.

Het vleespercentage van mosselen van percelen uit enerzijds impact gebieden, met name de percelen die onder invloed kunnen staan van bagger- en stortwerkzaamheden, en anderzijds controle percelen, die niet onder invloed staan van de werkzaamheden, is vergeleken door de tijd (figuur 7). Vóór de werkzaamheden, in de periode 1998-2007, zijn reeds significant lagere vleespercentages genoteerd voor mosselen die zijn geoogst op percelen die nu onder invloed staan van de baggerwerken (ANOVA,  $p < 0.05$ ). In 2008 zijn uit deze gebieden geen mosselen geleverd aan de veiling. Er kan dan ook op basis van deze gegevens geen uitspraak gedaan worden of baggeren een impact heeft of kan hebben op de kwaliteit van de mosselen. Uit het gebied dat beïnvloed kan worden door de zandsuppletie zijn wel mosselen geleverd in de periode juli-september (dus tijdens de werken) die kunnen worden vergeleken met mosselen uit de controlegebieden. Hier blijkt dat, net als in de voorgaande jaren, het mediane vleesgewicht sterk vergelijkbaar is tussen beide gebieden (figuur 7). Ze verschillen niet significant van elkaar (ANOVA,  $p > 0.05$ ). Deze gegevens wijzen erop dat het suppleren van de Galgenplaat geen invloed heeft gehad op de kwaliteit van de aangeleverde mosselen van de nabije percelen.



Figuur 6: Vleespercentage van de mosselen van de percelen in het deelgebied OSWD die zijn aangeleverd aan de veiling in Yerseke met aanduiding van de mediaan, 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel, hoogste en laagste waarde en outliers per jaar (links) en het mediane vleespercentage en 95% betrouwbaarheidsintervallen per seizoen over de maanden heen (rechts).

<sup>1</sup> Een seizoen loopt van april van het ene jaar tot maart van het daaropvolgende jaar (bijvoorbeeld seizoen 2007 loopt van april 2007 tot maart 2008)

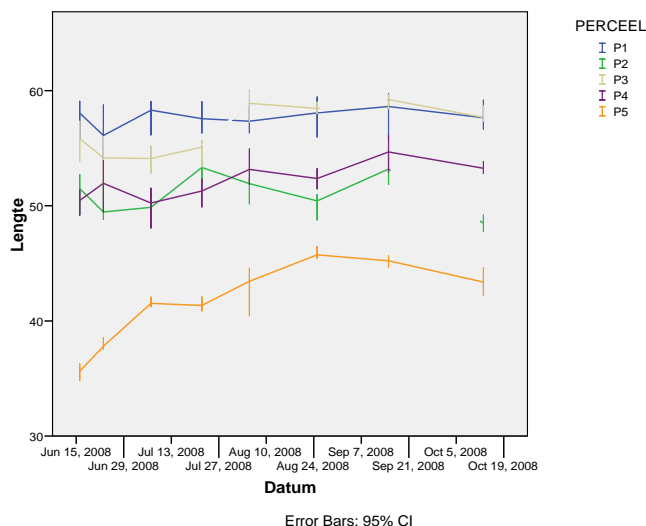


Figuur 7: Vleespercentage in de drie impactgebieden (1=controle, 2=bagger, 3=suppletie) in de periode 1998-2007 (links) en in 2008 (rechts)

## 4.2. Groei en ontwikkeling op de percelen<sup>2</sup>

### 4.2.1. Lengte

Perceel 5, gelegen in het controlegebied ten zuidoosten van de Galgenplaat, lag aan het begin van de bemonstering bezaaid met halfwasmosselen (mediane lengte 36.2 mm). We zien een groei van deze mosselen tot eind augustus, waarna de lengte stabiliseert. Een vergelijking met de andere percelen, waar vanaf het begin mosselen van consumptieformaat liggen (mediane lengte 55.8 mm), heeft weinig zin. P5 is daarom verder niet meegenomen in de analyse.



Figuur 8: Mediane lengte en het 95% confidentie interval op de verschillende percelen doorheen de tijd.

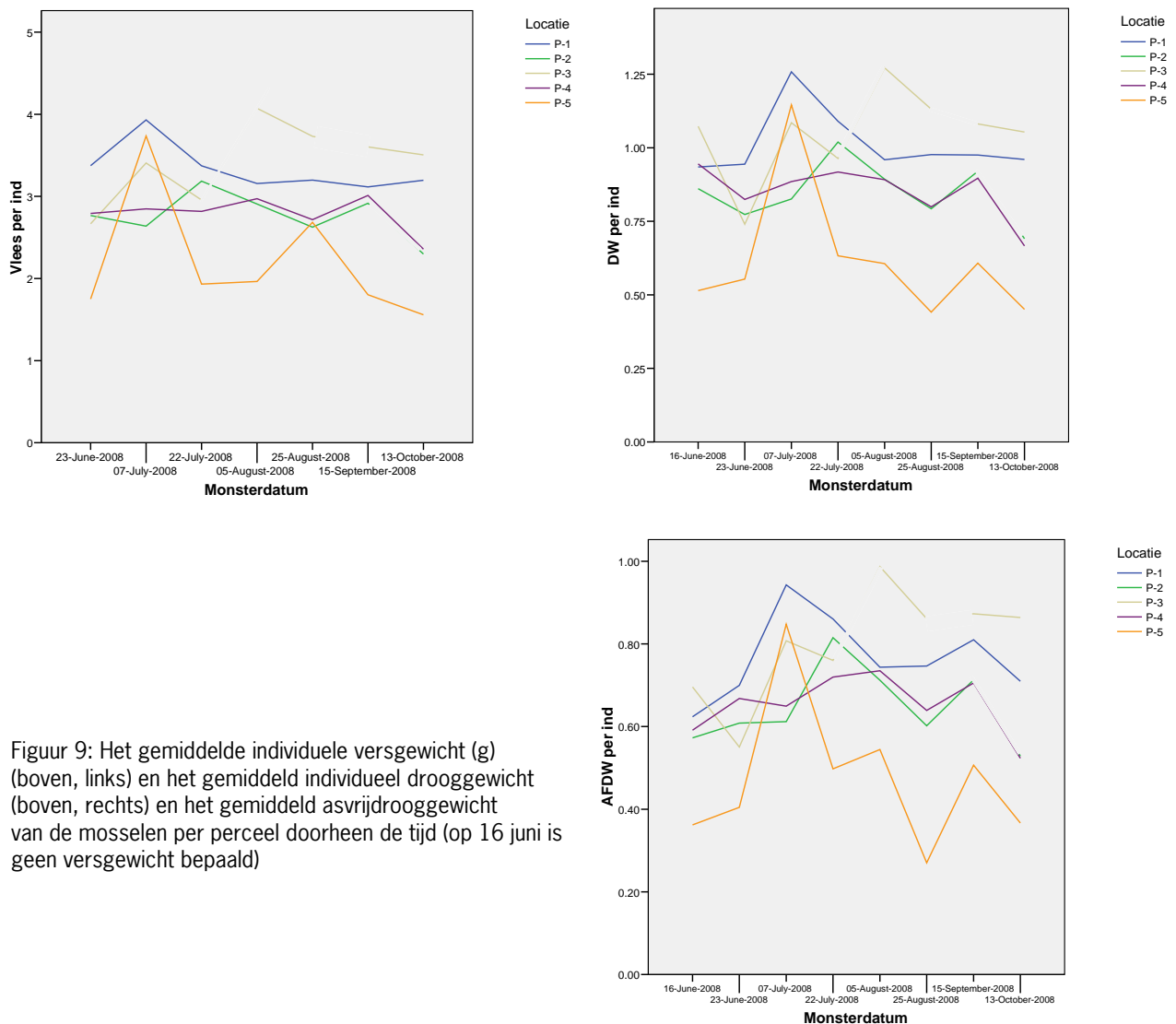
Een ANOVA en een Tukey post-hoc test is toegepast op de lengtemetingen van de eerste bemonstering. Daaruit blijkt dat de lengte van de mosselen op perceel P1 en P3 significant verschillen van de lengte op percelen P2 en P4. De mosselen op perceel 2 en 4 zijn kleiner (mediaan respectievelijk 51.5 mm en 50.7 mm) dan op de eerstgenoemde percelen (mediane lengte op P1 is 58.1 mm en op P3 is 55.8 mm) (figuur 8). Perceel P1 is bijgevolg de beste referentie voor P3. Dit perceel in het gebied P3 is echter leeggevestigd kort voor de

<sup>2</sup> Voor een overzicht van de ligging van de bemonsterde percelen, zie figuur3

suppletiewerken, waardoor de impact van het opspuiten van zand op de Galgenplaat niet kan worden geanalyseerd. Bij de laatste bemonstering van het oorspronkelijk perceel P2 op 15 september, is de lengte van de mosselen op P2 (overgangsgebied tussen impact suppletie en controle) nog steeds vergelijkbaar met P4 (overgangsgebied impact baggeren en controle).

#### 4.2.2. Gewicht

Het individuele vleesgewicht, drooggewicht (DW) en het asvrijdrooggewicht (AFDW) vertonen een grillig verloop doorheen de tijd (figuur 9). Omdat slechts één meetwaarde per perceel per bemonstering beschikbaar is, wordt geen beeld verkregen van de spreiding van het gewicht van de mosselen. De pieken en dalen zijn dan ook vaak moeilijk te verklaren en kunnen een artefact zijn van de methode. Er valt geen impact van de suppletie op perceel 3 (impactgebied) of 2 (overgangsgebied) af te leiden, noch van het baggeren op perceel P4 die in het overgangsgebied ligt. Het enige opvallende is dat het DW en AFDW van de mosselen op perceel 5, dat in tegenstelling tot de andere percelen bezaaid ligt met halfwasmosselen, na een piekwaarde begin juli afneemt. Dit is ongewoon in deze periode van het jaar (De Mesel et al., 2005; Zandee et al., 1980). Het kan niet verklaard worden door een bemonstering van kleinere organismen, want er wordt een lichte groei waargenomen (zie eerder). Dat perceel 5 enige invloed van de baggerwerkzaamheden in het Brabantsch Vaarwater ondervindt, lijkt op basis van de lokale stromingspatronen weinig waarschijnlijk (zie Bijlage B). Gezien het baggeren daar pas op 14 augustus van start ging, kan de initiële afname eind juli hierdoor niet worden verklaard. De tweede periode van de gewichtsafname komt overeen met de meest intensieve baggerwerkzaamheden in het Brabantsch Vaarwater (14 augustus tot 28 augustus). Gezien de eerdere schommelingen in het gewicht van deze mosselen en een



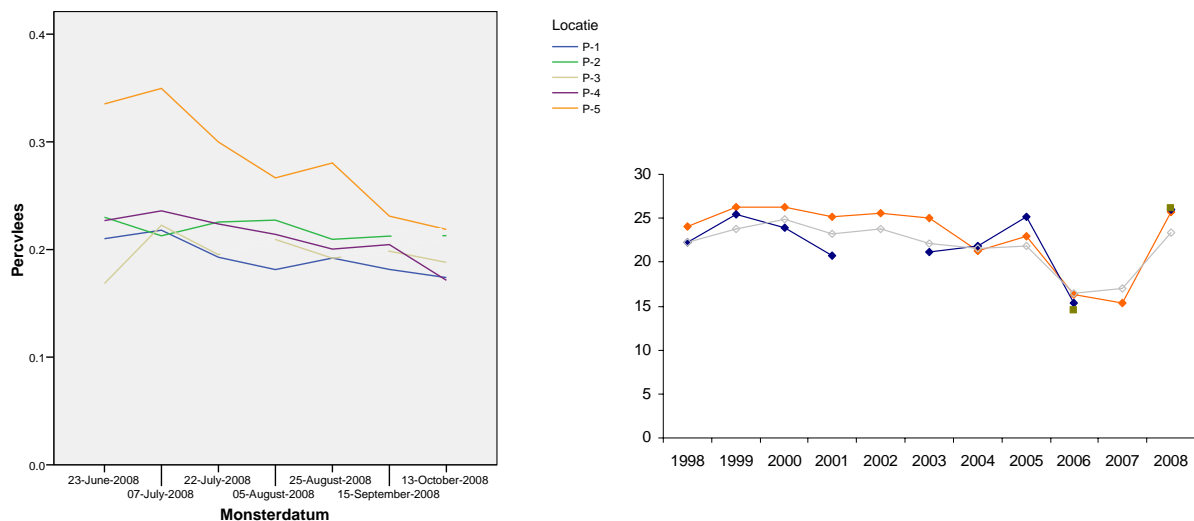
Figuur 9: Het gemiddelde individuele versgewicht (g) (boven, links) en het gemiddeld individueel drooggewicht (boven, rechts) en het gemiddeld asvrijdrooggewicht van de mosselen per perceel doorheen de tijd (op 16 juni is geen versgewicht bepaald)

gewichtsafname tussen half september en half oktober, dus na de werkzaamheden, is het moeilijk in te schatten of de afname in augustus al dan niet te wijten is aan het baggeren. Verder is ook opvallend dat het versgewicht een iets ander patroon volgt. Er moet rekening mee worden gehouden dat de lage waarde in DW en AFDW een gevolg kan zijn van een meetfout.

#### 4.2.3 Kwaliteit

##### 4.2.3.1. Vleespercentage

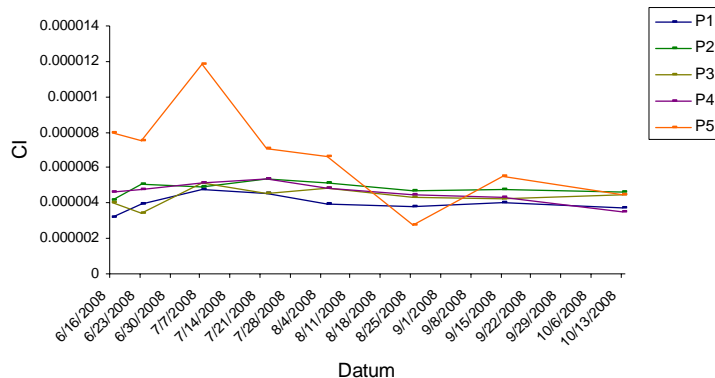
Het vleespercentage van de mosselen blijft eerder constant over de tijd, behalve op perceel P5, dat als enige perceel bezaaid is met halfwasmosselen. Daar neemt het vleespercentage af (figuur 10). Mogelijk is dit het gevolg van de groei van de halfwasmosselen waarbij het gewicht van de schelp sneller toeneemt dan het vleesgewicht. Impact van het baggeren in het Brabantsch Vaarwater lijkt, op basis van de lokale stromingen (zij Bijlage B), onwaarschijnlijk. Daarenboven zou dit de sterke afname eind juli niet kunnen verklaren. Voor de andere percelen is weinig verschil in vleespercentage waargenomen. Van drie van de vijf percelen zijn mosselen aangeleverd aan de mosselveiling in Yerseke. De ontwikkeling van het vleespercentage over de tijd (van 1998 tot 2008) is weergegeven in figuur 10, samen met de algemene trend in het centrale deel (OSWD) van de Oosterschelde. De kwaliteit van de mosselen die mogelijk onder invloed staan van de suppletie volgt de algemene trend, met een stijging van de kwaliteit in 2008. De aanlevering gebeurde tijdens de werken, namelijk in augustus en september.



Figuur 10: Gemiddeld vleespercentage van de mosselen op de verschillende percelen door de tijd (links) en vleespercentage van mosselen aangeleverd aan de veiling uit het impactgebied van de suppletiewerkzaamheden (groen), het overgangsgebied van de suppletiewerkzaamheden (oranje) en controlegebied (blauw). Grijs geeft de algemene trend van de centrale zone (OSWD) weer.

##### 4.2.3.2. Conditie Index (CI)

De CI vertoont een vergelijkbaar verloop op P1, P2, P3 en P4 (figuur 11). Op perceel 5 is de CI initieel hoger dan op de andere percelen. Dit is te verklaren door de aanwezigheid van halfwasmosselen op dit perceel, die over het algemeen een hogere CI hebben dan consumptie mosselen (De Mesel et al., 2008). Opvallend is de sterke afname van de CI in de periode juli-september op perceel 5. Dergelijke afname valt deels te verklaren door de ontwikkeling van de mosselen van halfwas tot adult, maar gezien de CI onder deze van de andere percelen. uitkomt eind augustus, net na de meest intensieve baggerwerken in het Brabantsch Vaarwater, kan dit wijzen op stress die een negatieve invloed heeft op hun ontwikkeling. Mogelijk gaat het hier om een meetfout bij het bepalen van het asvrijdrooggewicht (zie eerder), want een dergelijke lage waarde is in het vleespercentage niet waargenomen

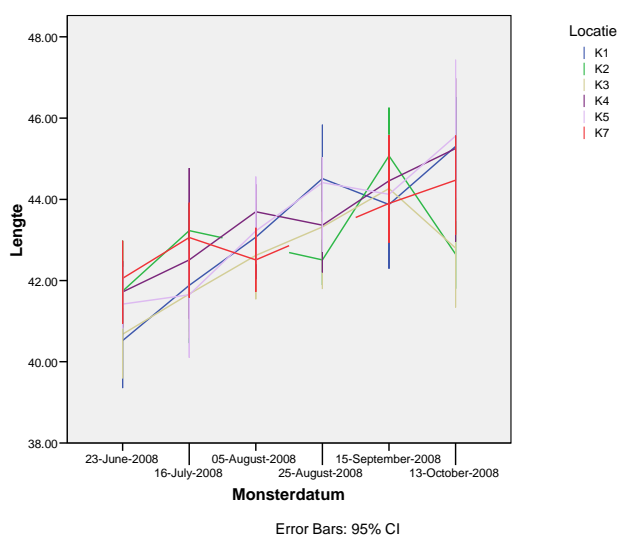


Figuur 11: Conditieindex van de mosselen op de verschillende percelen doorheen de tijd

### 4.3. Groei en ontwikkeling in de kooien<sup>3</sup>

#### 4.3.1. Lengte

De kooien zijn in het begin van de meetreeks gevuld met mosselen van eenzelfde grootteklasse (mediane lengte 41.8 mm). De groei van de mosselen was in alle kooien vergelijkbaar (figuur 12). Er is geen significant verschil terug gevonden voor het effect kooi, tijd of tijd\*kooi. Alhoewel er enige groei is opgetreden, is de verandering in lengte over de tijd niet significant.



Figuur 12: Mediane lengte en het 95% confidentie interval in de verschillende kooien over de tijd.

#### 4.3.2. Gewicht

Individueel versgewicht, individueel drooggewicht (DW) en individueel asvrijdrooggewicht (AFDW) zijn sterk met elkaar gecorreleerd. Zoals eerder vermeld, zijn de schommelingen in de parameters vaak moeilijk te verklaren, bij gebrek aan replicatie. In de verdere bespreking wordt het DW bedoeld, tenzij anders vermeld.

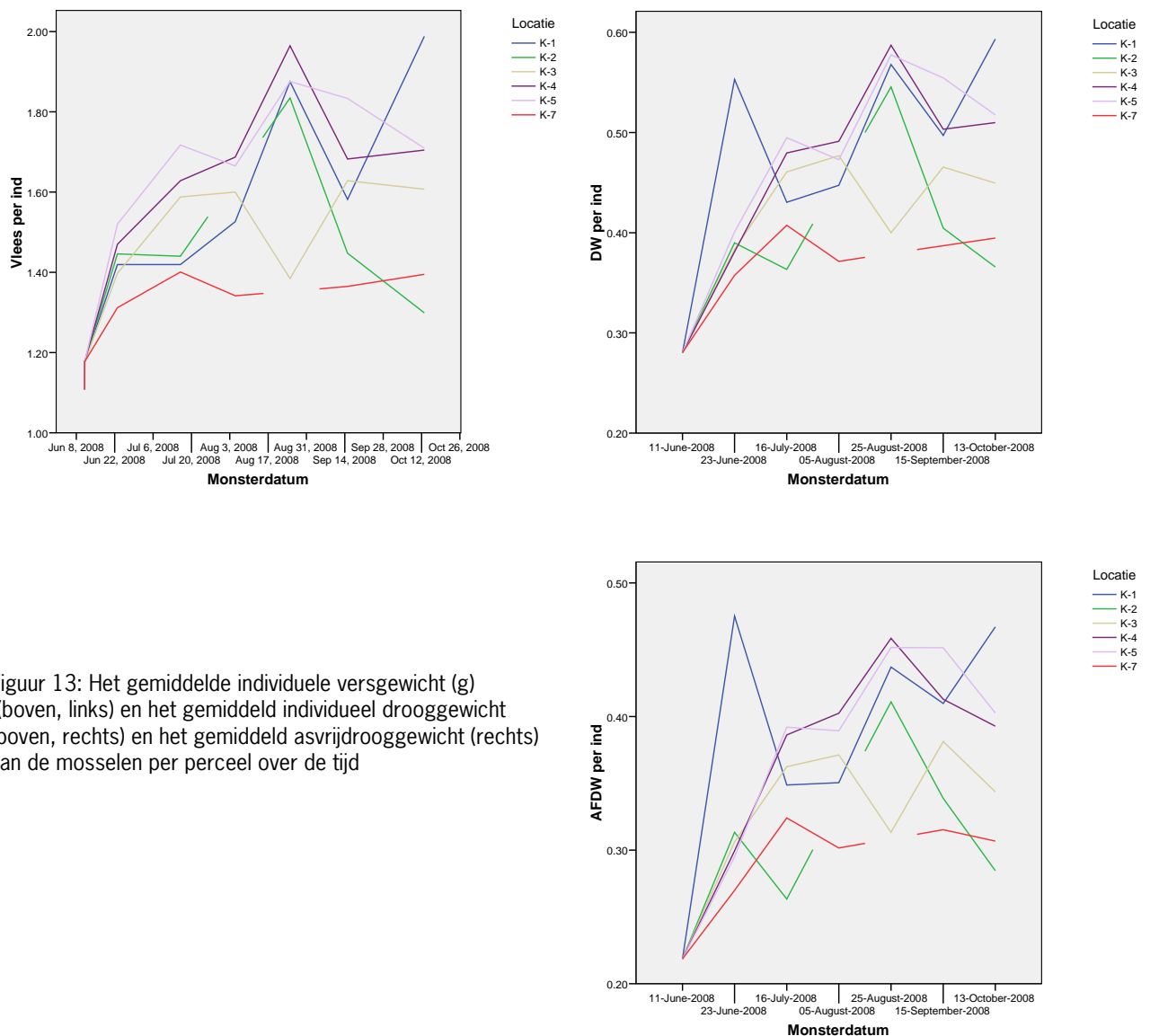
Het individuele gewicht van de mosselen in kooi 7 blijft laag over de volledige meetreeks (figuur 13). K7 ligt in het overgangsgebied ten oosten van de Galgenplaat waar enige invloed van de baggerwerkzaamheden in de Witte Tonnen Vlije mogelijk is. Er zijn geen onregelmatigheden (zoals aangroei op de kooi, bedekking door sediment,

<sup>3</sup> Voor een overzicht van de ligging van de kooien, zie figuur 4



etc.) gemeld voor deze kooi. In kooi 5, die beïnvloed kan worden door het baggeren in het Brabantsch Vaarwater, wijkt het gewicht van de mosselen echter niet af van de andere percelen. Er is bijgevolg geen eenduidige impact van het baggeren op het gewicht van de mosselen waar te nemen.

In kooi 1, 4 en 5 is telkens is een toename van het gewicht te zien tot ongeveer eind augustus, waarna een lichte afname optreedt. Ook in kooi 2, die in het impactgebied van de suppletie ligt, neemt het gewicht toe, maar begin augustus was de kooi weggespoeld, waardoor de meetreeks is onderbroken. Eind augustus is een nieuwe kooi geplaatst, met mosselen met een vergelijkbaar gewicht als de mosselen in de andere kooien. Het gewicht in kooi 2, neemt daarna sneller af dan in de andere drie kooien, waardoor het individuele gewicht hier op het eind van de monitoring heel wat lager ligt. Dit kan wijzen op een negatieve invloed van de zandsuppletie, maar kan ook een gevolg zijn van een andere kwaliteit van mosselen die eind augustus in de kooi zijn gelegd. Het gewicht van de mosselen in kooi 3 (controle) is sterk gelijklopend met kooien 1, 4 en 5, behalve eind augustus. De piekwaarde die wordt waargenomen in de andere kooien, ontbreekt. Dit is vermoedelijk te wijten aan de bedekking van kooi 3 met zeesla, waardoor het water minder efficiënt door de kooien kon stromen en minder voedsel beschikbaar was voor de mosselen. Ook op K1 is zeesla gevonden, maar dit heeft blijkbaar minder effect gehad op de voedselbeschikbaarheid voor de mosselen. Aangezien de trend over het algemeen vergelijkbaar is in de impactgebieden, met uitzondering van K7, en het controlegebied K4, kan hier geen duidelijk effect van de suppletie of het baggeren worden afgeleid.

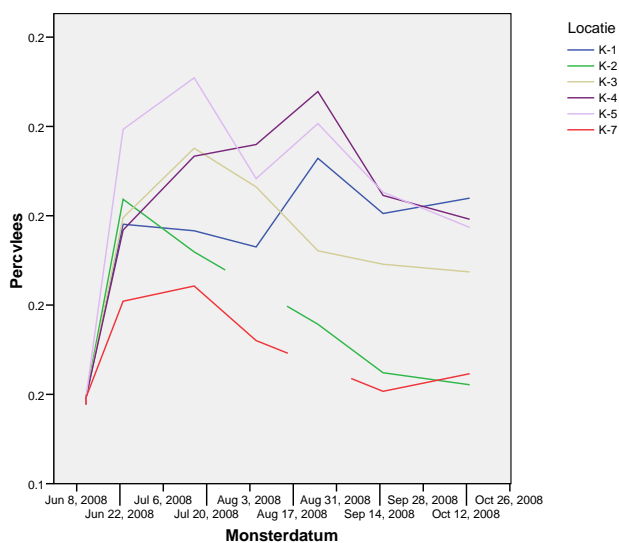


Figuur 13: Het gemiddelde individuele versgewicht (g) (boven, links) en het gemiddeld individueel drooggewicht (boven, rechts) en het gemiddeld asvrijdrooggewicht (rechts) van de mosselen per perceel over de tijd

## 4.3.2. Kwaliteit

### 4.3.2.1 Vleespercentage

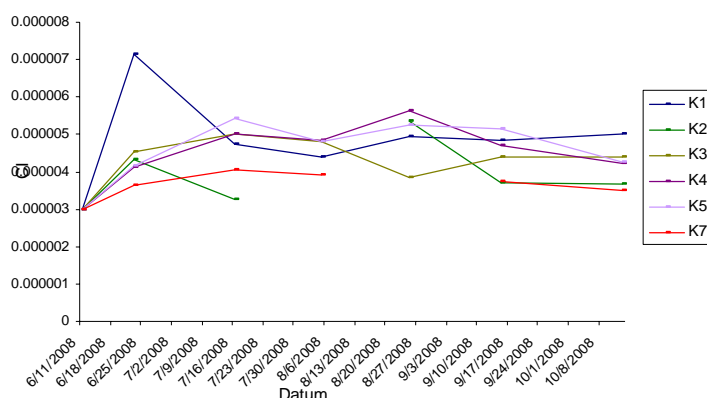
Het vleespercentage van de mosselen is opvallend lager in kooien 2 en 7 dan in de andere kooien (figuur 14). Kooi 2 staat mogelijk onder invloed van de zandsuppletie op de Galgenplaat, maar de interpretatie van deze resultaten wordt bemoeilijkt omdat de kooi eind augustus is vervangen, nadat de oorspronkelijke kooi eerder was weggespoeld. K7 kan enige invloed van het baggeren in de Witte Tonnen Vlije ondervinden. De mosselen in K1, 3, 4 en 5 hebben het hoogste vleespercentage in juli-augustus. Op het eind van meetreeks ligt het vleespercentage voor K3 (controle) iets lager dan voor de drie andere kooien. De patronen die terug te vinden zijn in het vleespercentage van mosselen in deze kooien kunnen niet worden gelinkt met de activiteiten op en rond de Galgenplaat. Na de start van de werkzaamheden zijn van de percelen waarop de kooien zijn geplaatst, geen aanleveringen meer gebeurd aan het mosselkantoor, waardoor niet kan worden nagegaan of ook in het mosselkantoor een lagere kwaliteit is opgemeten.



Figuur 14: Het gemiddeld vleespercentage van de mosselen in de kooien (links)

### 4.3.2.2. Condition Index (CI)

De CI vertoont weinig verschil tussen de kooien (figuur 15). Toch valt ook hier de lagere CI van de mosselen in K2 en K7 op.



Figuur 15: De CI van de mosselen in de kooien over de tijd

## 5. Discussie

Uit de resultaten van de verschillende deelanalyses kan geen eenduidige conclusie worden getrokken over de impact van de bagger- en suppletiewerkzaamheden op de kwaliteit van mosselen. Kooi 7 is neergelegd net naast perceel 4 waardoor de resultaten met elkaar kunnen worden vergeleken. Beide staan mogelijk onder (geringe) impact van de baggeractiviteit van de Witte Tonne Vlije. Hetzelfde geldt voor kooi 2 en perceel 3, beide onder invloed van de suppletie, maar deze vergelijking wordt gehinderd door het leegvissen van het perceel vroeg in de monitoring, nog voor de start van het suppleren en het vervangen van kooi 2 eind augustus met nieuwe mosselen nadat de oorspronkelijke kooi was weggespoeld.

De slechte groei en ontwikkeling van de mosselen in kooi 7, suggereert een mogelijk negatieve invloed van baggeren. Er moet echter worden opgemerkt dat de kwaliteit van de mosselen in deze kooi reeds lager was vóór de start van de baggerwerkzaamheden, maar het verschil met andere kooien neemt wel toe naar het einde van de monitoring. Negatieve impact van het baggeren wordt echter niet bevestigd door metingen op mosselen in andere kooien die ook onder invloed staan van baggeractiviteiten, zoals kooi 5. Ook worden de resultaten niet bevestigd door de perceelmetingen die zijn uitgevoerd op het perceel (P4) waarnaast K7 is neergelegd. De mosselen op perceel 4 zijn wel kleiner en minder zwaar dan op controleperceel P1, maar dit was reeds zo bij de eerste bemonstering, nog voor de start van de werken. Dit kan bijgevolg niet worden toegeschreven aan de baggerwerken. De perceelmetingen tonen geen vertraagde groei of slechte kwaliteit van de mosselen op P4. Ook het vleespercentage van de mosselen op dit perceel wijkt niet af van wat in andere jaren aan de mosselveiling wordt geleverd.

Het gewicht vertoont een ongewoon patroon op het perceel P5. Rekening houdend met de stromingspatronen in het gebied lijkt het onwaarschijnlijk dat dit perceel onder invloed staat van de baggerwerkzaamheden in het Brabantsch Vaarwater. Daarenboven vertoont het mosselgewicht en vleespercentage reeds een sterke afname voordat de werken begonnen (eind juli) en de lage CI (berekend op basis van het AFDW) eind augustus wordt niet bevestigd door het vleespercentage (berekend op basis van het versgewicht). Mogelijk ligt een meetfout aan de basis van deze resultaten.

De groei en kwaliteit van mosselen uit kooi 2 is laag. K2 ligt in het impactgebied van de suppletiewerken. Toch is enige voorzichtigheid noodzakelijk. Mogelijk kunnen de observaties ook een gevolg zijn van een andere kwaliteit van de mosselen die na het wegspoelen in de kooi zijn gelegd. De observaties in kooi 2 kunnen ook niet worden gestaafd aan de metingen op hetzelfde perceel (P3) omdat het perceel is leeggevist vlak voor de start van de werken.

De aanleveringen aan de mosselveiling tonen geen achteruitgang van de mosselkwaliteit in de gebieden die onder invloed kunnen staan van de suppletie. Van de percelen die onder invloed staan van het baggeren zijn geen mosselen naar de veiling gebracht en kan bijgevolg geen uitspraak worden gedaan over de kwaliteit.

De bemonstering van de percelen en de kooien ten westen van de Galgenplaat wordt voortgezet tot november 2009 om zo de impact van de erosie van het suppleerde sediment op de Galgenplaat op de kwaliteit van de mosselen op de langere termijn te onderzoeken.

## 6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2009. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 23-25 april 2008. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2000 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2009 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het laatste controlebezoek heeft plaatsgevonden op 12 juni 2007.

## Referenties

De Mesel I, Wijsman J, van Gool A (2008) Onderzoeksproject Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS). Deelproject 1A: Groeimetingen op percelen in de westelijke Waddenzee. IMARES rapport C023/08

De Mesel I, Wijsman J, van Gool A (2009) Onderzoeksproject Duurzame Schelpdiervisserij (PRODUS). Deelproject 1A: Groeimetingen op percelen in de westelijke Waddenzee. Metingen jaargang 2. IMARES rapport C024/09

LeBlanc N, Davidson J, Tremblay R, McNiven M, Landry T (2007) The effect of anti-fouling treatments for the clubbed tunicate on the blue mussel *Mytilus edulis*. *Aquaculture* 264: 205-213

Zandee DJ, Kluytmans JH, Zurburg W (1980) Seasonal variations in biochemical composition of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis. *Netherlands Journal of Sea Research* 14: 1-29

# Verantwoording

Rapport C025/09  
Projectnummer: 4394201701

## 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 Wageningen IMARES.

Akkoord: Dr. Frouke Fey - Hofstede  
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 9 april 2009

Akkoord: Drs. Jakob Asjes  
Afdelingshoofd Ecologie

Handtekening:



Datum: 7 april 2009

Aantal exemplaren:	10
Aantal pagina's:	23
Aantal tabellen:	0
Aantal figuren:	15
Aantal bijlagen:	2

# Bijlage A. Bepaling vleespercentage volgens verschillende methoden

## Inleiding

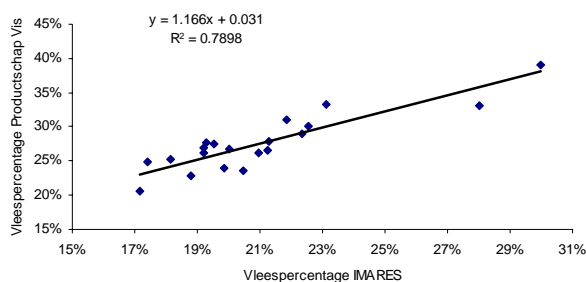
Het versgewicht van het vlees van de mosselen worden door IMARES en het Productschap Vis op verschillende manieren bepaald. Hierdoor kunnen de resultaten van het vleesgewicht, en bijgevolg het vleespercentage, onderling verschillen. In juli, augustus, september en oktober is op een deelmonster het vleespercentage bepaald door zowel IMARES als Productschap Vis, en de resultaten zijn met elkaar vergeleken. IMARES heeft verder ook haar methode enigszins aangepast zodat deze beter vergelijkbaar zou zijn met het Productschap Vis. Ook deze resultaten zijn onderling vergeleken<sup>4</sup>.

## Methode

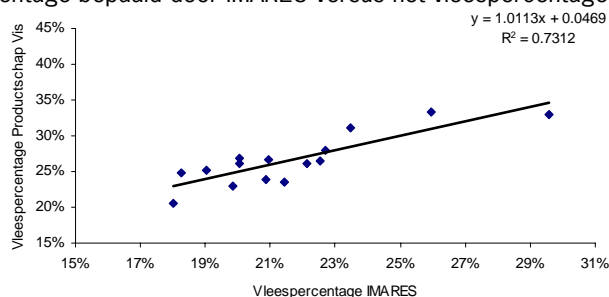
Bij het Productschap Vis, wordt een kleine hoeveelheid water aan de kook gebracht in een aluminium pan vooraleer de mosselen toe te voegen. De mosselen worden op een hoog vuur aan de kook gebracht. Wanneer het schuim langs het deksel omhoog komt wordt in de pan geblazen tot het schuim verdwijnt. Dit wordt vervolgens nog twee maal herhaald. De mosselen zijn uit de schelp gehaald, gedurende 10-15 seconden in een zeef gebracht om uit te lekken en daarna gewogen. Volgens de oorspronkelijke methode van IMARES worden de mosselen gekookt in een email pan waarin een kleine hoeveelheid water en de mosselen op een hoog vuur aan de kook worden gebracht. Wanneer het schuim langs het deksel omhoog komt, worden de mosselen opgeschud. In totaal gebeurt dit driemaal, waarna het vocht van de mosselen wordt afgegoten. Nadat het vlees uit de schelp is gehaald wordt het op een doek gelegd, wat gedept en vervolgens gewogen. De methode is vervolgens enigszins aangepast om beter vergelijkbaar te zijn met de methode van het Productschap vis. De kookmethode bleef behouden, maar de mosselen worden uitgelekt alvorens te wegen.

## Resultaat

De vleespercentages bepaald door IMARES op de oorspronkelijke methode liggen systematisch lager dan deze bepaald door het Productschap Vis, maar beide zijn lineair met elkaar gecorreleerd (figuur 1). Het zelfde geldt voor de metingen op de aangepaste manier van IMARES, maar het verschil met het Productschap Vis is minder groot (figuur 2).



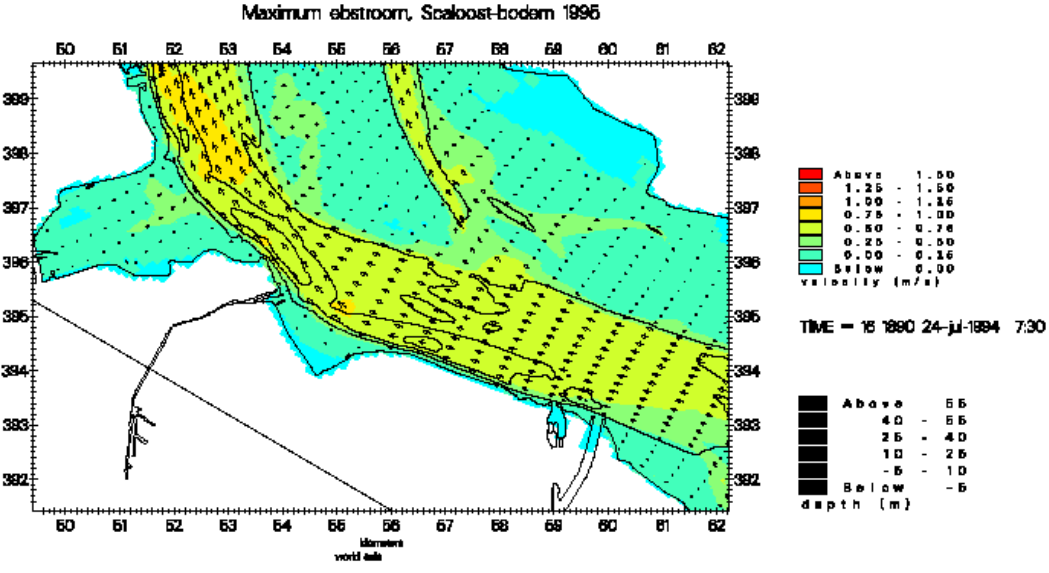
Figuur 1: Vleespercentage bepaald door IMARES versus het vleespercentage bepaald door Productschap Vis.



Figuur 2: Vleespercentage bepaald door IMARES op de aangepaste manier versus het vleespercentage bepaald door Product Vis

<sup>4</sup> De resultaten van de aangepaste methode zijn verder niet gebruikt in dit rapport.

# Bijlage B. Ebstroom rond de Galgenplaat



Figuur aangeleverd door RWS (Dhr. E van Zanten)