



Poweranalyse van de vleespercentages van mosselen aan de veiling

Jeroen Wijsman

Wageningen University &
Research Rapport C114/17

Poweranalyse van de vleespercentages van mosselen aan de veiling

Onderzoek naar de mogelijkheden om eventuele effecten van de Roggenplaatsuppletie op de mosselkweek aan te tonen aan de hand van de veilingdata

Auteur: Jeroen Wijsman

Publicatie datum: 21 december 2017

Wageningen Marine Research
Yerseke, December 2017

Wageningen Marine Research rapport C114/17



Jeroen Wijsman, 2017. Poweranalyse van de vleespercentages van mosselen aan de veiling; Onderzoek naar de mogelijkheden om eventuele effecten van de Roggenplaatsuppletie op de mosselweek aan te tonen aan de hand van de veilingdata. Wageningen, Wageningen Marine Research, Wageningen Marine Research rapport C114/17. 34 blz.

Opdrachtgever: RWS Water, Verkeer en Leefomgeving
T.a.v.: Eric van Zanten
Postbus 2231
3500 GE Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/430128>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2017 Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, onderdeel
van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen Marine Research; opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research 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-V15.1

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	6
1.1 Achtergrond	6
1.2 Doelstelling	7
1.3 Aanpak	7
1.4 Afbakening	8
1.5 Leeswijzer	8
1.6 Dankwoord	8
2 Materiaal en methoden	9
2.1 Ligging van de mosselpercelen	9
2.2 Beschikbare data	10
2.3 Analyses	10
2.3.1 Overzichten	10
2.3.2 Statistisch model	11
2.3.3 Power analyse	11
3 Resultaten	15
3.1 Aanvoer	15
3.2 Stukstal	17
3.3 Aantal leveringen	19
3.4 Vleespercentages	20
3.5 Lineaire modellen	22
3.6 Power analyse	25
4 Conclusies en discussie	29
5 Kwaliteitsborging	31
Literatuur	32
Verantwoording	33

Samenvatting

In de winter 2018/2019 wil Rijkswaterstaat suppleties (1.65 miljoen m³ verdeeld over 6 suppletielichamen) gaan uitvoeren op de Roggenplaat om de effecten van de zandhonger in de Oosterschelde te bestrijden. Rond de Roggenplaat liggen mosselpercelen die behoren tot de beste van de Nederlandse mosselkweek. Mosselkwekers zijn bevreesd dat deze percelen schade ondervinden als gevolg van de werkzaamheden. In een eerdere fase is er een monitoringsplan opgesteld om eventuele negatieve effecten vroegtijdig te kunnen signaleren. Bij het opstellen van dit plan zijn de mosselkwekers geconsulteerd. Als kwekers schade ondervinden kunnen ze aanspraak maken op de regeling nadeelcompensatie. De procedure nadeelcompensatie vraagt dat bij vermeende effecten een causaal verband kan worden aangetoond tussen de ingreep en de schade aan de percelen. Omdat het niet eenvoudig is om dergelijke causale verbanden statistisch aan te tonen op basis van het voorgestelde monitoringsplan, is in deze studie verkend wat de mogelijkheden zijn om structurele schade aan te kunnen tonen aan de hand van veilinggegevens.

De gemiddelde aanvoer van mosselen uit de Oosterschelde vanaf 2000 is 24.5 miljoen kg per jaar en varieert tussen de 14 en 38 miljoen kg per jaar. De laatste 10 jaar komt gemiddeld 73% van de aanvoer van de Hammen percelen (west van de Zeelandbrug). Ongeveer 14% van de aanvoer komt van de percelen rond de Roggenplaat, waarbij het belang van de percelen aan de noordzijde (Hammen 68 b-d, 69, 69a, 70 en 71) de laatste jaren toeneemt. Het gemiddelde vleespercentage van de leveringen uit de Oosterschelde is 24.6%. Goede seizoenen waren 2010_2011 en 2012_2013 en in het seizoen 2006_2007 waren de laagste vleespercentages. De vleespercentages van de percelen aan de noordrand van de Roggenplaat haalden in de periode 2010 tot 2017 na de percelen Hammen 8, 9 en 10 de beste vleespercentages van de hele Oosterschelde.

Er is een lineair model opgesteld voor het vleespercentage als functie van de factoren seizoen (~jaar van levering), perceelblok en maand. Het volledige model (inclusief interacties) kan 78% van de totale variantie in de vleespercentages zoals die tussen de leveringen is gemeten verklaren. Met een gereduceerd model (zonder de interacties tussen perceelblok en seizoen) kon 68% van deze variantie worden verklaard.

Op basis van Monte Carlo simulaties met het gereduceerde model is een power analyse uitgevoerd. De analyse laat zien dat er na de ingreep circa 45 leveringen nodig zijn om een effect van 1 procentpunt reductie in vleespercentage statistisch aan te kunnen tonen. Met een afname van 1 procentpunt wordt bedoeld dat het vleespercentage van de mosselen (als voorbeeld) wordt verlaagd van 24% naar 23%. Om een effect van 1.5 procentpunt reductie te kunnen aantonen (bijvoorbeeld van 24% naar 22.5%) zijn 20 leveringen voldoende en om een effect van 2 procentpunt te kunnen aantonen zijn 10 leveringen voldoende. Het is daarbij wel van belang dat de leveringen onafhankelijk zijn. Dat wil zeggen dat deze niet van dezelfde partij (e.g. zelfde perceel in zelfde seizoen) afkomstig mogen zijn.

De veilinggegevens kunnen tot op zekere hoogte worden gebruikt om eventuele structurele schade van de suppletiewerkzaamheden op de kwaliteit van de mosselen statistisch aan te tonen. Dit hangt vooral af van de keuzes die gemaakt worden (statistisch model, steekproefgrootte en de waarde van α). De keuze van α (doorgaans wordt in de ecologie hiervoor een waarde van 0.05 gebruikt) houdt in dat er een kans van α is op een type I fout (er wordt een effect aangetoond dat er niet is). Deze kans op een type I fout is niet te verkleinen door het vergroten van de steekproefgrootte. De kans op een Type II fout (er is een effect maar dat kan niet worden aangetoond) echter is wel afhankelijk van de steekproefgrootte. Hoe meer metingen, hoe kleiner deze kans.

De veilinggegevens kunnen tot op zekere hoogte worden gebruikt om een eventuele schade van de suppletiewerkzaamheden op de kwaliteit van de mosselen statistisch aan te tonen. Als analysetechniek daarvoor lijkt de mixed-modelling aanpak op basis van de vleespercentages, zoals is uitgewerkt in deze rapportage een bruikbare tool. Voor effecten van minder dan 1 procentpunt afname

in vleespercentage wordt het benodigd aantal onafhankelijke metingen waarschijnlijk zo groot dat het lange tijd zal gaan vergen om het daarvoor benodigde aantal metingen (leveringen) te realiseren, waardoor de toepassing van deze benadering beperkt is. Van belang hierbij ook is dat een deel van de leveringen een zekere mate van afhankelijkheid vertoont omdat een deel van de leveringen afkomstig zijn van dezelfde partij mosselen op een perceel.

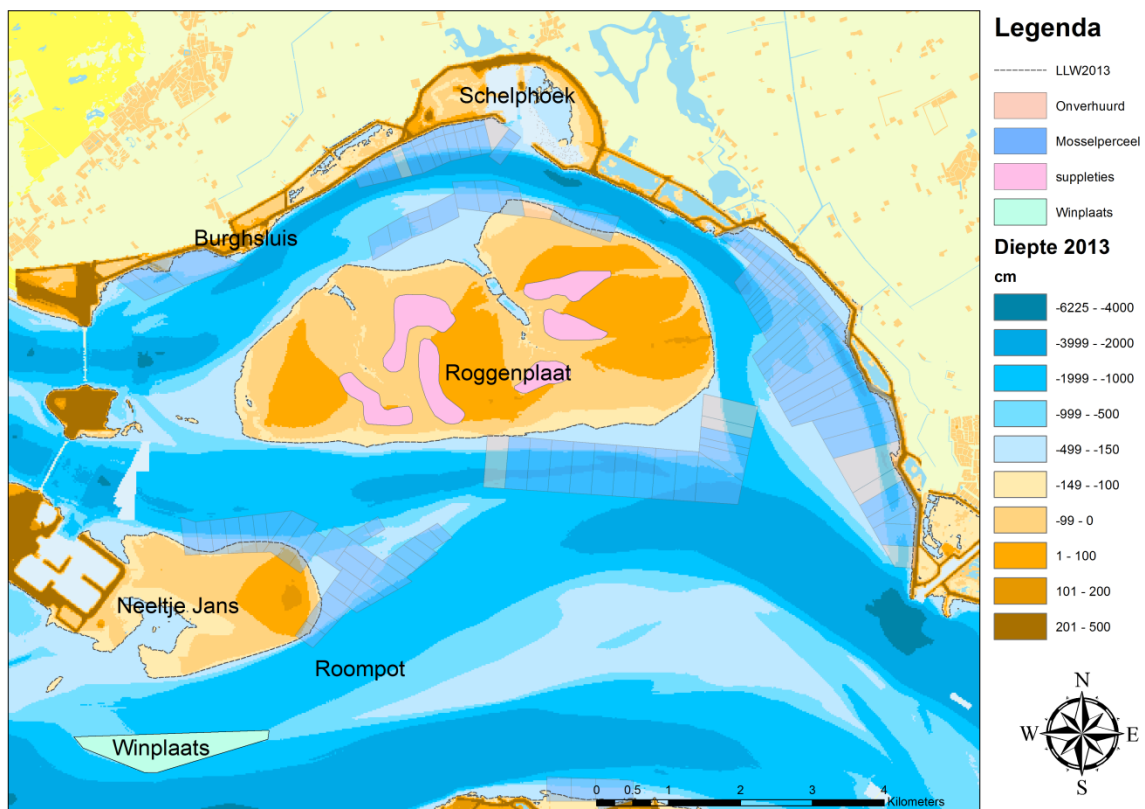
1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Door de aanleg van de stormvloedkering en de compartimenteringswerkzaamheden in de Oosterschelde is het getijvolume afgenomen (Van Zanten en Adriaanse, 2008). Door de zandhonger van de geulen eroderen de slikken en de platen en neemt het areaal intergetijdengebied af. Dit intergetijdengebied vormt een belangrijke basis (rust en foerageergebied voor zeezoogdieren en steltlopers) voor de natuurwaarden van de Oosterschelde.

Suppletie van de slikken en de platen in de Oosterschelde is één van de maatregelen die is bedacht om de negatieve effecten van de Zandhonger op de Natura-2000 natuurdoelen tegen te gaan (W&B, 2013). In verband met de urgentie zal worden gestart met de suppletie van de Roggenplaat.

In de winter 2018/2019 is er een suppletie van de Roggenplaat gepland om de effecten van de zandhonger te bestrijden. In totaal zal er 1,65 miljoen m³ zand (gemeten in het schip) vanuit de Roompotgeul worden aangebracht, verdeeld over 6 suppletielichamen op de Roggenplaat (Figuur 1). Met de suppleties zal een oppervlakte van ca 230 ha zodanig worden opgehoogd dat dit gebied meer dan 50% van de tijd droogvalt (Lieveense et al., 2016). De foerageerfunctie voor de steltlopers van het mondingsgebied moet daarmee voor de komende 25 jaar in stand worden gehouden. Het benodigde zand zal worden gewonnen met behulp van sleehoppers in de uitbouwende onderwateroever aan de zuidkant van Neeltje Jans. Het zand wordt door de sleehopperzuiger naar een van de twee koppelplaatsen getransporteerd vanwaar het met persleidingen naar de suppletielocaties wordt gebracht. Tijdens droogval zal het zand op de plaat door bulldozers in de gewenste vorm worden geschoven.



Figuur 1: Overzicht van de suppletie Roggenplaat

De suppletie bestaat uit 6 afzonderlijke suppleties (Figuur 1). De ligging van deze suppleties is gebaseerd op de volgende criteria (Van der Werf et al., 2016):

- Meer dan 400 meter van de mosselpercelen verwijderd;
- Meer dan 600 meter afstand tot de belangrijkste ligplaatsen van zeehonden;
- Niet op wilde oesterbanken;
- Meer dan 150 meter van de dominante afwateringsgeulen;
- In gebieden met minder dan 1 cm erosie per jaar;
- Binnen 2200 meter van een aanlegpunt;

De drie noordelijke suppleties liggen lager dan de drie zuidelijke suppleties.

Rond de Roggenplaat liggen mosselpercelen behorend tot de beste van de Nederlandse mosselkweek. Mosselkwekers zijn bevreesd dat de aanleg van de suppleties op de Roggenplaat zal leiden tot negatieve effecten (sterfte, verminderde groei leidend tot een lagere opbrengst en/of kwaliteit) voor de mosselen op hun percelen waardoor hun bedrijfsvoering kan worden geschaad.

Als kwekers schade ondervinden als gevolg van de werkzaamheden kunnen ze aanspraak maken op de regeling nadeelcompensatie. De procedure nadeelcompensatie vraagt dat bij vermeende effecten een causaal verband kan worden aangetoond tussen de ingreep (aanleg van de suppleties) en eventuele schade aan de percelen. Omdat er tal van mogelijk oorzaak-gevolg relaties zijn én omdat veel van deze processen onderhevig zijn aan grote ruimtelijke en spatiale variatie zal het niet eenvoudig zijn om causale verbanden aan te tonen zonder een zeer intensief en goed doordacht monitoringsprogramma.

In een eerdere fase is er reeds een plan van aanpak opgesteld voor de monitoring van de effecten van de suppletie op de nabijgelegen mosselkweekpercelen (Wijsman, 2017; Wijsman en Kraan, 2017). Bij het opstellen van dit plan zijn de mosselkwekers geconsulteerd.

Onderdeel van dit plan is een analyse van de bestaande veilinggegevens middels een BACI (Before, After, Control, Impact) aanpak. Hierbij wordt de kweek in gebieden die wél en niet onder invloed staan van de suppleties onderling vergeleken (Impact en Control) zowel vóór als ná de ingreep (Before, After). Met deze statistische techniek kan op basis van waarschijnlijkheid worden beoordeeld of eventuele tegenvallende kweekresultaten wel of niet vallen binnen de natuurlijke variatie en wanneer dat niet het geval is deze moeten worden toegeschreven aan de ingreep, in dit geval de suppleties. Met deze techniek worden effecten aangetoond op statistische gronden, en dus niet op basis van causale verbanden.

De effectgrootte ("detectable effectsize"), het minimale verschil dat statistisch met behulp van de BACI kan worden aangetoond, is van verschillende factoren afhankelijk zoals het aantal metingen waarop de analyse wordt gebaseerd, de variatie (ruis) in de metingen en de kwaliteit van de statistische toets die wordt toegepast. Door vooraf na te denken over het type data en het statistical design en het uitvoeren van een *a priori* power analyse kan meer duidelijkheid worden gegeven in wat men van een dergelijke aanpak kan verwachten.

1.2 Doelstelling

Het hoofddoel van dit rapport is vooraf te onderzoeken welke effecten er statistisch kunnen worden aangetoond met behulp van de gegevens van de mosselveiling en hoeveel data (leveringen) hiervoor minimaal nodig zijn.

1.3 Aanpak

Voor deze studie is er gebruik gemaakt van de vleespercentages van geleverde mosselen zoals die zijn vastgelegd in de veilingdata. Allereerst is er een lineair model opgesteld dat de vleespercentages verklaart als functie van een drietal factoren (perceelblok, maand en seizoen). Vervolgens is er een power analyse uitgevoerd op basis van Monte Carlo simulaties. Hierbij zijn er artificiële data (lees leveringen in de nieuwe situatie) toegevoegd aan de originele veilingdata. De vleespercentages van de

artificiële data zijn daarbij verlaagd om een bepaald effect (lager vleespercentage) als gevolg van de suppletiewerkzaamheden te simuleren. Het aantal artificiële data dat is toegevoegd aan de originele data is gevarieerd. Met behulp van mixed modelling is vervolgens voor iedere Monte Carlo simulatie gekeken of het opgelegde effect statistisch is aan te tonen.

1.4 Afbakening

Deze studie beperkt zich tot de vleespercentages van de geleverde mosselen. Eventuele schade in termen van een vermindering in aangeleverde hoeveelheid mosselen en de grootte daarvan zijn dus geen onderdeel van deze analyse. Dit geldt ook voor de financiële opbrengst (€). In deze studie is dus uitsluitend gekeken naar schade in de zin van een reductie van de kwaliteit. Dit leidt doorgaans tot lagere prijzen op de veiling maar deze vertaling is niet gedaan. De aanvoergegevens en grootte van de geleverde mosselen worden wel in dit rapport gepresenteerd maar zijn verder beperkt geanalyseerd.

1.5 Leeswijzer

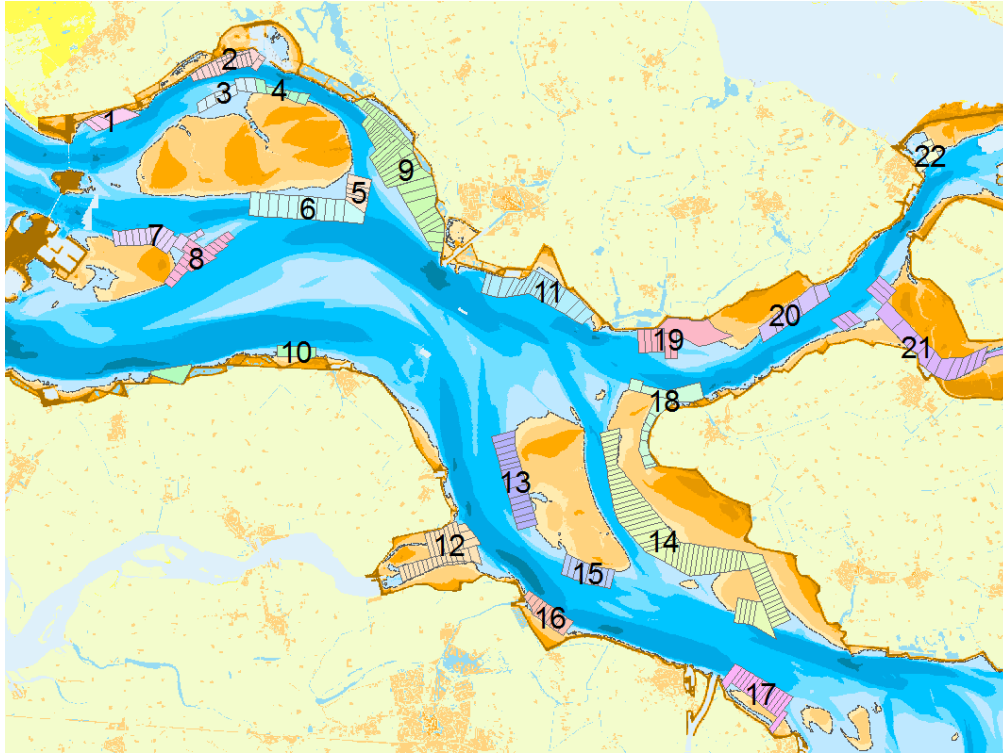
Een overzicht van de beschikbare data en de statistische methoden die zijn gebruikt zijn gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 2. In paragraaf 3.1 tot 3.4 wordt een overzicht gegeven van de veilingdata (netto aanvoer, stukstal en vleespercentage). In paragraaf 3.5 worden de resultaten van de lineaire modellen gepresenteerd die zijn gebruikt voor de power analyse. In paragraaf 3.6 staan de resultaten van de power analyse, zowel van de Monte Carlo simulaties alsmede de resultaten van een vereenvoudigde analytische benadering. De conclusies zijn opgesomd en bediscussieerd in hoofdstuk 4.

1.6 Dankwoord

Ik wil Addy Risseeuw (PO mossel), Marnix van Stralen (Bureau MarinX), Kees van Westenbrugge, Eric van Zanten en Michael de Bruijn (allen Rijkswaterstaat, Zee en Delta) danken voor hun inbreng tijdens de verschillende projectbijeenkomsten. De leden van de PO mossel wil ik danken voor het beschikbaar stellen van de veilinggegevens ten behoeve van deze studie. De Nederlandse Mosselveiling, in het bijzonder Nico van Zantvoort, wil ik danken voor het opwerken van de benodigde veilingdata.

2 Materiaal en methoden

2.1 Ligging van de mosselpercelen

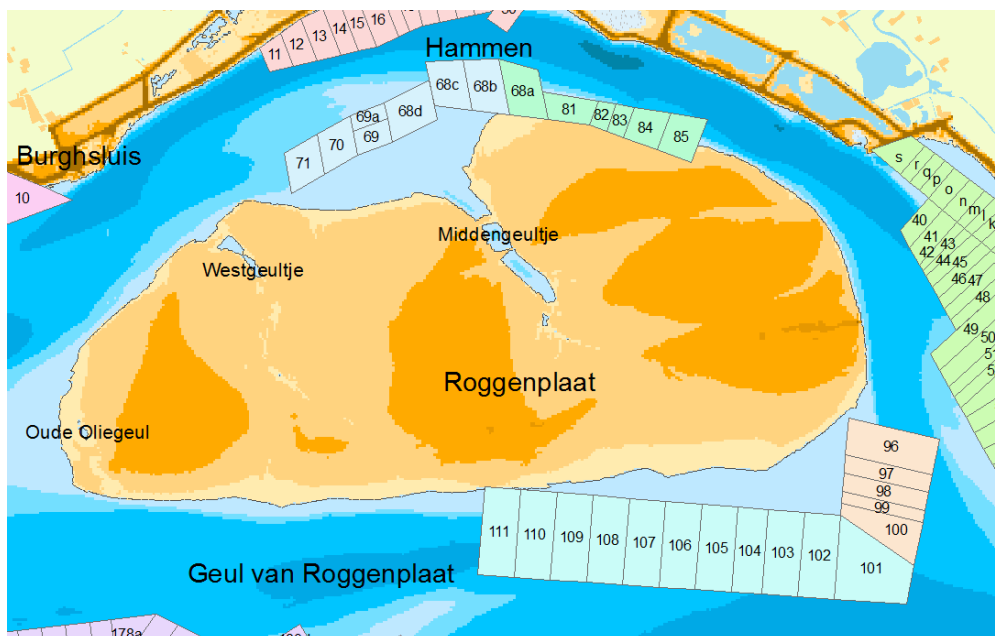


Figuur 2: Ligging van de mosselpercelen in de Oosterschelde. De percelen zijn voor deze studie gegroepeerd in 22 perceelblokken.

In totaal liggen er 336 mosselpercelen (waarvan 27 onverhuurd) in de Oosterschelde met een totaal oppervlak van ca 4000 ha (Figuur 2). In de praktijk wordt slechts een deel van het perceel daadwerkelijk gebruikt voor mosselkweek (Wijsman et al., 2010). De rest is niet geschikt omdat het bijvoorbeeld te ondiep zijn of omdat het er te hard stroomt. De kwaliteit van de mosselpercelen varieert ruimtelijk. Ten behoeve van deze studie zijn de percelen gegroepeerd in 22 perceelblokken (zie Figuur 2). Op hoger niveau worden de mosselpercelen ook wel ingediend in de gebieden Hammen (blokken 1 tot en met 9), OSWD (blokken 11 en 13 tot en met 19), Zandkreek (blok 10 en 12) en Mastgat (blokken 20 tot en met 22).

De percelen rond de Roggenplaat zijn voor deze studie verdeeld in 4 blokken (Figuur 3):

- Blok 3: De percelen Hammen 68b-d, Hammen 69 en 69a, Hammen 70 en Hammen 71 aan de noordwestzijde van de Roggenplaat in de monding van het Middengeultje (de belangrijkste afwateringsgeul van de Roggenplaat);
- Blok 4: De percelen Hammen 68a en Hammen 81 tot 85 aan de noordoostzijde van de Roggenplaat;
- Blok 5: De percelen Hammen 96 tot en met Hammen 100 aan de zuidoostzijde van de Roggenplaat;
- Blok 6: De percelen Hammen 101 tot en met Hammen 111 aan de zuidzijde van de Roggenplaat;



Figuur 3: Detail van de ligging van de mosselpercelen rond de Roggenplaat. De nummers geven de perceelnummers weer.

2.2 Beschikbare data

Door de PO mossel zijn de veilinggegevens voor de leveringen uit de Oosterschelde beschikbaar gesteld voor de jaren 1986 tot en met 2017 (tot en met 15 september 2017). Deze database bevat ook de gegevens van partijen mosselen die rechtstreeks aan handelsbedrijven zijn verkocht, omdat ook deze partijen door de veiling worden bemonsterd en geanalyseerd.

De database die we hebben ontvangen bestaat uit de volgende velden:

- Datum: Datum van de levering
- Gebied: Hammen, OSWD, Zandkreek, Mastgat of DIV.ZEELAND
- Perceelnummer: Nummer van het perceel
- Bruto: Bruto gewicht in mosselton (100 kg)
- Tarra: Tarra percentage (%)
- Netto: Netto gewicht in mosselton (100 kg)
- Stuks: Aantal mosselen in het monster (ca 2.5 kg)
- Vlees: Vleesgewicht (%) na koken als percentage van het versgewicht.

De leveringen zijn gekoppeld aan de percelen (Figuur 2) om te kunnen bepalen uit welk blok de levering komt. Leveringen die niet zijn te koppelen aan een perceel hebben het label DIV.ZEELAND gekregen.

2.3 Analyses

2.3.1 Overzichten

In deze studie is eerst een overzicht gemaakt van de Netto aanvoer, de vleespercentages en het stukstal. De gegevens zijn hierbij gegroepeerd per seizoen, per maand en per deelgebied. Voor de berekeningen van de vleespercentages is gebruik gemaakt van het gewogen (op basis van netto aanvoer) gemiddelde.

In de overzichten is soms gebruikt gemaakt van "box-and-whisker" plots. De horizontale lijn in een box-and-whisker plot geeft de mediane waarde van de observaties. De box geeft de waarnemingen tussen het 1^e en 3^e kwartiel weer. Dit wil dus zeggen dat 50% van de waarnemingen binnen de box

vallen. 25% van de waarnemingen ligt eronder en 25% erboven. De whiskers geven 1.5 keer de interkwantiel range. De individuele punten geven de outliers weer, die buiten de whiskers liggen.

2.3.2 Statistisch model

Er is een statistische analyse uitgevoerd om het vleespercentage te verklaren als functie van de hoofdeffecten Seizoen, Maand en Blok. Met seizoen is aangegeven in welk jaar de levering is uitgevoerd. Voor deze analyse zijn de leveringen uit de perceelblokken 1 tot en met 9 geselecteerd (Hammen percelen, west van de Zeelandbrug), voor de seizoenen 2000_2001 tot en met 2016_2017 en de maanden juli, augustus en september (dit zijn de maanden waarin bijna 80% van de aanvoer plaatsvindt).

Met behulp van de functie `lm()` in R is er eerst een volledig model opgesteld met de hoofdeffecten Seizoen, Maand en Blok en alle interactietermen:

Model `lm_1`: $Vlees \sim \text{Seizoen} + \text{Maand} + \text{Blok} + \text{Seizoen}:\text{Maand} + \text{Seizoen}:\text{Blok} + \text{Maand}:\text{Blok} + \text{Seizoen}:\text{Maand}:\text{Blok}$

De interactietermen zijn belangrijk om mee te nemen in het model omdat er jaren kunnen zijn dat de vleespercentages uit een bepaald gebied relatief goed zijn terwijl de vleespercentages van hetzelfde gebied in andere jaren relatief slecht kunnen zijn. Dit zou kunnen komen door ruimtelijk variërende autonome ontwikkelingen of andere externe invloeden. Door het opnemen van deze interactietermen kunnen deze effecten mee worden genomen in de analyse.

Omdat model `lm_1` de interactietermen bevat tussen Seizoen en Blok is dit model niet in staat een eventueel effect aan te tonen waarbij in een seizoen alle leveringen binnen een Blok worden beïnvloed. Dit effect komt dan namelijk in de interactieterm te zitten. Om dit te omzeilen is er een tweede model (`lm_2`) opgesteld waarbij de interactietermen met Seizoen en Blok niet zijn meegenomen.

Model `lm_2`: $Vlees \sim \text{Seizoen} + \text{Maand} + \text{Blok} + \text{Seizoen} * \text{Maand} + \text{Maand}:\text{Blok}$

In een aantal iteratieve stappen zijn vervolgens (indien aanwezig) de niet-significante termen ($p > 0.05$) uit het model verwijderd (beginnend met de interacties). In de ANOVA tabel wordt voor de verschillende factoren en hun interacties aangegeven of ze significant bijdragen aan het model ($p < 0.05$). Tevens wordt er een schatting gegeven van de variantie die niet met het model kan worden verklaard (Mean Squared Residual *MSE*).

Er zijn plots gemaakt van de residuen (verschil tussen de geobserveerde en de geschatte waarden) als functie van de verklarende factoren. De residuen geven een goed overzicht van de variatie in de data die niet door het model kan worden verklaard.

2.3.3 Power analyse

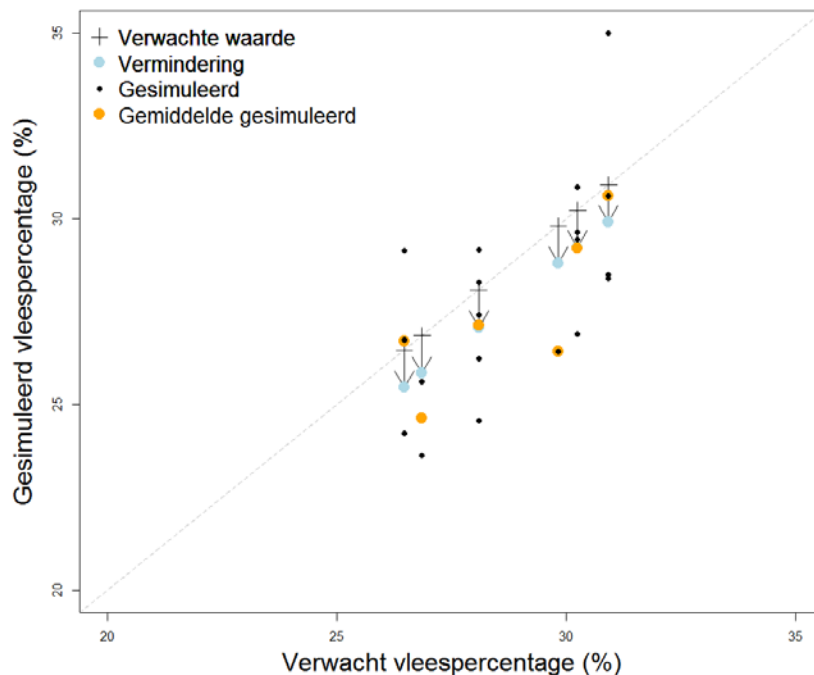
Met dezelfde selectie van de data als voor het statisch model (perceelblokken 1 tot en met 9, seizoenen 2000_2001 tot en met 2016_2017 en de maanden juli, augustus en september) is een power analyse uitgevoerd middels een Monte-Carlo simulatie. Voor iedere simulatie zijn aan de werkelijke dataset een aantal (n) artificiële data toegevoegd. Deze artificiële representeren (imaginaire) leveringen van na de suppletiewerkzaamheden. De werkwijze in deze analyse is dat in de artificiële data een verondersteld effect van de werkzaamheden is verrekend dat zich vertaalt in een wat meer of minder verlaagd vleespercentage. Door de gegevens statistisch te toetsen, wordt gekeken of de artificiële data zijn te onderscheiden van de werkelijke data van voor de ingreep. Aan het model en de dataset is een dummy variabele toegevoegd om de artificiële data en de originele data (lees beïnvloed en niet beïnvloed door de suppletiewerkzaamheden) van elkaar te onderscheiden. De originele data hebben een dummy waarde van 0 en de artificiële data hebben een dummy waarde van 1 gekregen.

De power analyse is uitgevoerd voor een effect in blok 3 (percelen in de monding van het Middengeultje), in de seizoenen (2015_2016 of 2016_2017) en de maanden juli, augustus en september. Ieder artificieel datapunt (levering) heeft daarom voor de factor Blok een waarde van 3 gekregen. Het seizoen is random gekozen uit 2015_2016 of 2016_2017 de factor Maand is random gekozen uit de maanden juli, augustus en september. Voor het vleespercentage van de artificiële datapunten is gebruik gemaakt van het lineaire model lm_2 . Met het model is eerst het verwachte vleespercentage ($Vlees_{i,exp}$) voorspeld voor het specifieke blok (3), seizoen (2015_2016 of 2016_2017) en maand (juli, augustus of september). Vervolgens is deze verlaagd door deze te verminderen met het *Effect* in termen van een verlaagd vleespercentage in procentpunten. Ten slotte is er een random variatie opgezet met behulp van een normale verdeling waarbij de standaarddeviatie is berekend uit de *MSR* (Mean Squared Residual) van het lineair model (lm_2).

$$Vlees_i = N\left((Vlees_{i,exp} - Effect), \sqrt{MSR}\right)$$

Hierbij is $Vlees_i$ het vleespercentage voor het artificieel datapunt i , waarbij i varieert van 1 tot n . $Vlees_{i,exp}$ is het verwachte (op basis van model lm_2) vleespercentage voor het blok, seizoen en maand dat hoort bij het i^e artificiële datapunt. *Effect* is de reductie (in procentpunt) dat is toegepast op de artificiële data (effectgrootte). *MSR* is het gemiddelde van de gekwadrateerde residuen van model lm_2 . $N(\mu, \sigma)$ is een normale verdeling met het gemiddelde μ en een standaarddeviatie $\sigma = \sqrt{MSR}$.

In Figuur 4 is een voorbeeld gegeven van het genereren van 20 artificiële datapunten. Als eerste zijn met het lineair model model (lm_2) de verwachte waarden berekend voor een levering uit Blok 3 in de maanden juli, augustus en september in de seizoenen 2015_2016 en 2016_2017 (zwarte plusjes in Figuur 4). Vervolgens zijn deze waarden gereduceerd met 1 procentpunt (lichtblauwe punten in Figuur 4). Ten slotte zijn de 20 artificiële datapunten (zwarte punten in Figuur 4) bepaald door middel van een random selectie uit een normale verdeling met de blauwe punt als gemiddelde en de standaarddeviatie berekend middels \sqrt{MSR} van het model lm_2 . Het oranje punt is vervolgens het gemiddelde van de zwarte punten.



Figuur 4: Voorbeeld van het genereren van 20 artificiële datapunten (zwarte punten). De zwarte plusjes geven de verwachte waarden gebaseerd op het model. De blauwe punten zijn de verwachte met een reductie van 1 procentpunt. De oranje punten geven de gemiddelde waarden van de artificiële data voor iedere combinatie van maand en seizoen.

De Monte-Carlo simulaties zijn uitgevoerd voor een effectgrootte (*Effect*) van 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 en 2 procentpunt. Het aantal artificiële data (n) is gevarieerd van 2 tot 100 met stapjes van 2. Voor iedere

combinatie van *Effect* en *n* zijn 500 simulaties uitgevoerd. Het totaal aantal simulaties is dus $500 \times 50 \times 5 = 125000$.

Voor iedere simulatie is getoetst of de artificiële data (Dummy = 1) zijn te onderscheiden van de originele data (Dummy = 0). Hiervoor is een zogenaamd random intercept mixed model opgesteld (lme_1) met dummy als "fixed part" en het lineair model lm_2 in zijn geheel in het "random part".

lme_1: $Vlees \sim \underbrace{Dummy}_{\text{Fixed part}} + \underbrace{(1|Seizoen) + (1|Maand) + (1|Blok) + (1|Seizoen:Maand) + (1|Maand:Blok)}_{\text{Random part}}$

Met het model wordt getoetst of er een effect is van de factor Dummy nadat er is gecorrigeerd voor het lineaire deel. Bij een p-waarde < 0.05 is er een significant effect. Dat wil zeggen dat de artificiële data op basis van de vleespercentages kunnen worden onderscheiden van de originele data.

Box 1: Type I en Type II fouten

Bij een statistische toets wordt vooraf een hypothese gesteld. Deze nulhypothese (H_0) kan zijn: $Effect = 0$, er is geen verschil in vleespercentage tussen de artificiële data en de originele data. De alternatieve hypothese (H_1) is dan: $Effect \neq 0$, er is wel verschil in vleespercentage tussen de artificiële data en de originele data. De toets wordt gedaan op basis van een steekproef. Bij het toetsen van hypothesen kunnen we of nulhypothese verwerpen en de alternatieve aannemen, of we vinden onvoldoende bewijs tegen de H_0 en mogen deze niet verwerpen. Stel dat uit resultaten blijkt dat de H_0 verworpen moet worden, dan gaan we er meestal van uit dat het verwerpen van de H_0 ook inderdaad de juiste beslissing is. Echter, het is kansberekening op basis van een steekproef, waarbij het verschil op toeval kan berusten en dus is er een kans dat er een foute beslissing wordt gemaakt. Het kan zijn dat op basis van de steekproef H_0 ten onrechte wordt verworpen. Er wordt een effect aangetoond dat er in werkelijkheid niet is. Deze fout wordt een Type I fout genoemd. De kans op een Type I fout is α .

Anderzijds kan er op basis van de steekproef worden besloten om de H_0 niet te verwerpen, terwijl er wel degelijk een effect is. Deze fout heet de Type II fout: Er is een effect, maar dat wordt niet aangetoond. De kans op een Type II fout is afhankelijk van de grootte van het effect ("effect-size"), de grootte van de steekproef, de spreiding in de data en de grootte van α . Hoe groter de effect-size en de steekproef, hoe kleiner de kans op een Type II fout. Hoe groter de spreiding in de data en hoe groter de α , hoe groter de kans op een Type II fout.

In de onderstaande tabel staan de 4 mogelijke situaties weergegeven die we kunnen hebben bij het toetsen van hypothesen

	H_0 niet verwerpen	H_0 verwerpen
H_0 waar: er is géén effect	Juiste beslissing ($1 - \alpha$)	Type I fout (α)
H_0 niet waar: er is wel een effect	Type II fout (β)	Juiste beslissing (Power, $1 - \beta$)

Binnen de ecologie wordt doorgaans als Type I fout een waarde van $\alpha = 0.05$ gehanteerd (er wordt een effect aangetoond dat er niet is). Het vermogen, of de power, van een toets is $1 - \beta$ is de kans dat een effect dat er werkelijk is ook kan worden aangetoond. Deze kans wil men zo groot mogelijk maken. De power hangt af van:

- De grootte van het effect ($Effect$)
- De variabiliteit van de gegevens (σ)
- Steekproefgrootte (n)

In een power-analyse wordt er onderzocht wat de relatie is tussen de variabelen $Effect$, σ en n . Met een *a-priori* Power analyse kan op voorhand worden ingeschat hoe groot de steekproef moet zijn om een bepaald effect te kunnen aantonen, gegeven de variabiliteit van de gegevens. Voor β wordt in de ecologie doorgaans een waarde van 0.2 gebruikt. Omdat er een inverse relatie bestaat tussen het begaan van een type I en een type II fout, zal een kleinere α (kleinere kans op Type I fout) een grotere β geven (grotere kans op Type II fout) voor een bepaalde steekproefgrootte n .

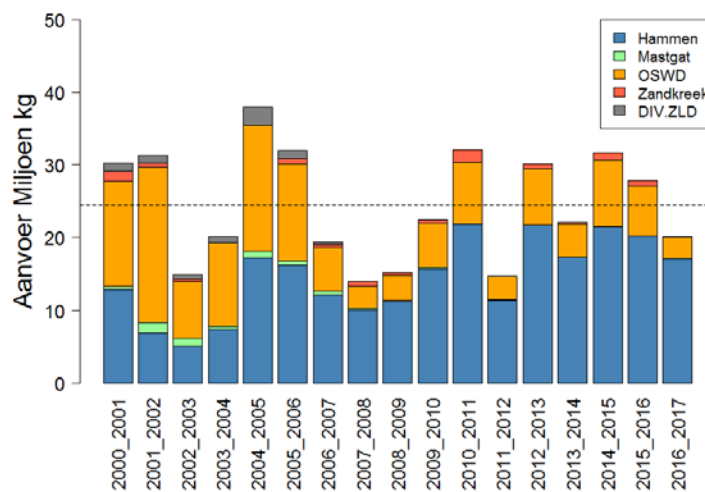
Voor iedere combinatie van effectgrootte ($Effect$) en steekproef grootte (n) zijn zo dus 500 p-waarden berekend. Vervolgens is hieruit de 80-percentielwaarde berekend ($\beta = 0.2$, zie Box 1). Door de 80-percentielwaarden uit te zetten tegen de steekproefgrootte voor de verschillende effectgroottes kan er worden berekend hoeveel data (leveringen) er nodig zijn om een bepaald effect nog te kunnen aantonen.

Naast de Power analyse middels Monte Carlo simulaties is er ook gebruik gemaakt van een analytisch model (functie *power.t.test* in R) om de relatie tussen effectgrootte en steekproefgrootte in beeld te brengen. Dit model berekend de power van een eenvoudige enkelzijdige t-toets. Met deze functie is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij de waarde van MSR is gevarieerd tussen 3 en 7. Verder zijn de parameters α en β gevarieerd tussen 0.05 en 0.2.

3 Resultaten

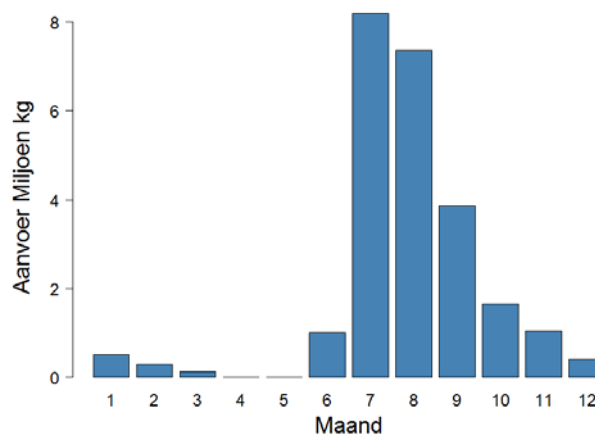
3.1 Aanvoer

De gemiddelde aanvoer van de percelen in de Oosterschelde is 24.5 miljoen kg mosselen per jaar (Figuur 5). De maximale aanvoer was 38.0 miljoen kg in het seizoen 2004_2005 en de minimale aanvoer was 14.0 miljoen kg in het seizoen 2007_2008. De meeste mosselen komen uit de deelgebieden Hammen (59.1%) en OSWD (35.3%). Leveringen uit de andere deelgebieden zijn beperkt (5.6% van de totale aanvoer). Uit de figuur is duidelijk dat het gebied Hammen door de tijd steeds belangrijker is geworden voor de totale aanvoer uit de Oosterschelde. In de seizoenen 2000_2001 tot en met 2007_2008 kwam 43.9% van de totale aanvoer uit de Oosterschelde van de Hammenpercelen. In de seizoenen 2008_2009 tot en met 2016_2017 kwam 73% van de totale aanvoer van de Hammenpercelen.



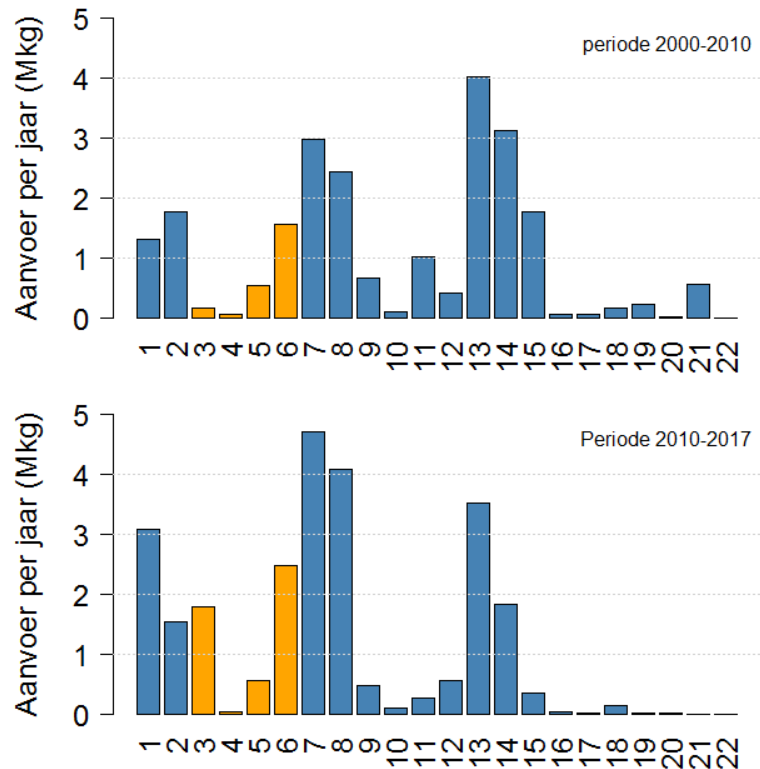
Figuur 5: Netto aanvoer (miljoen kg) per seizoen van de percelen in de Oosterschelde. De kleuren geven aan uit welk deelgebied er is geleverd.

In Figuur 6 is te zien dat de leveringen niet over het hele jaar plaatsvinden. Er is een duidelijke piek na de zomer. In de maanden juli, augustus en september wordt 79.3% van alle mosselen geleverd. Het seizoen begint doorgaans in juli. Soms wordt er in juni al wat geleverd. De meeste mosselen uit de Oosterschelde worden in juli geleverd omdat de vleespercentages in de Oosterschelde dan het hoogst zijn. Na juli neemt de aanvoer geleidelijk af.



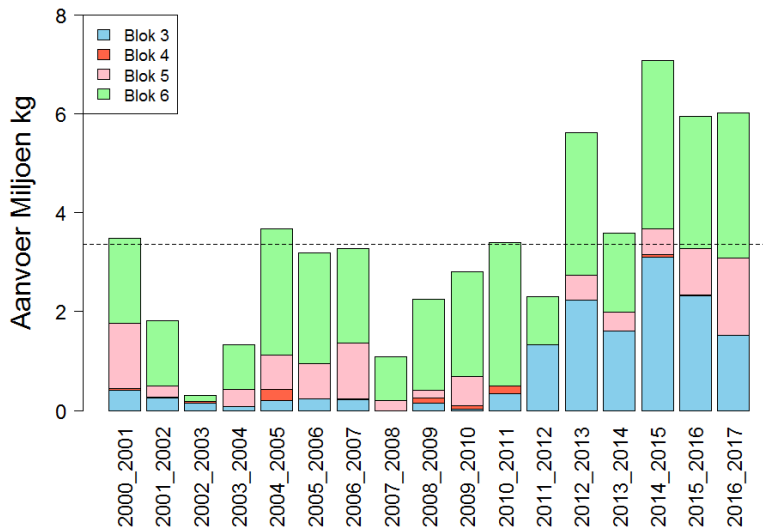
Figuur 6: Netto aanvoer (miljoen kg) per maand uit de Oosterschelde.

De belangrijke perceelblokken waar de mosselen uit worden geleverd zijn de perceelblokken 1 (Burghsluis), 2 (Schelphoek), 3 en 6 (respectievelijk noord- en zuidzijde Roggenplaat), 7 en 8 (respectievelijk noord- en zuidzijde Neeltje Jans), 13 (Vondelingenplaat) en 14 (Dortsman) (Figuur 7). Na 2010 is vooral de aanvoer uit de blokken 1, 3, 7 en 8 toegenomen. Een deel van deze toename is het gevolg van het beschikbaar komen van nieuwe percelen in deze blokken. Deze figuren geven een beeld van het belang van bepaalde perceelblokken voor de totale aanvoer. Voor de interpretatie is het van belang dat de oppervlaktes van de perceelblokken sterk varieert (Figuur 2). Daarnaast is het van belang dat niet het volledige oppervlakte van het perceelblok wordt gebruikt voor de kweek. Binnen de perceelblokken liggen percelen die niet zijn verhuurd en ook de verhuurde percelen worden maar ten dele gebruikt voor de kweek.



Figuur 7: Netto aanvoer (miljoen kg) per perceelblok. In de bovenste figuur voor de seizoenen 2000_2001 tot en met het seizoen 2009_2010. De onderste figuur voor de periode vanaf het seizoen 2010_2011. De perceelblokken rond de Roggenplaat zijn met de oranje balken aangegeven.

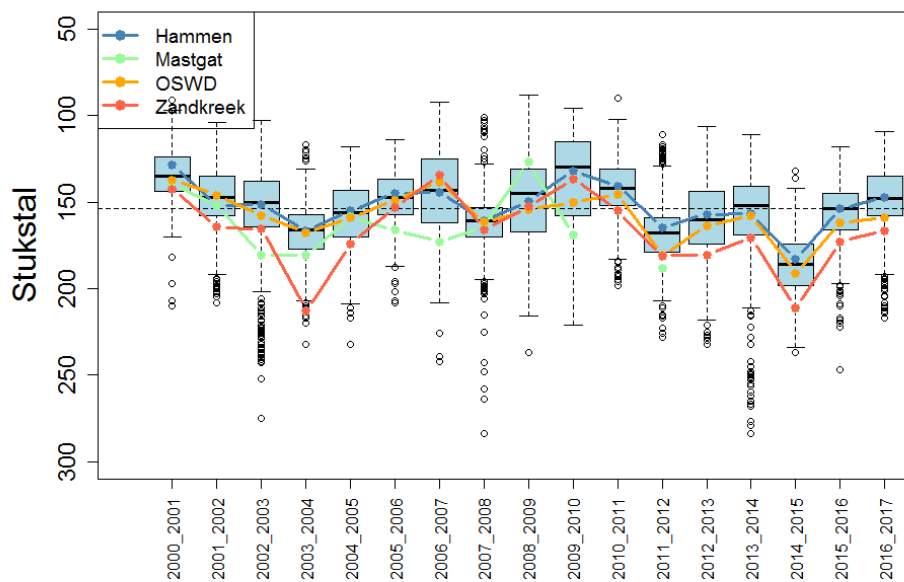
De gemiddelde aanvoer vanaf de percelen rond de Roggenplaat (Blok 3 tot en met Blok 6) is 3.4 miljoen kg per seizoen (Figuur 8). Dit is ongeveer 13.9% van de totale aanvoer van mosselen vanuit de Oosterschelde. De meeste mosselen (57%) zijn in deze periode geleverd van de percelen aan de zuidkant van de Roggenplaat (Blok 6). De laatste jaren echter (vanaf seizoen 2011_2012) is het belang van de Blok 3, aan de noordkant van de Roggenplaat, in de monding van het Middengeultje, toegenomen. Dit is voornamelijk veroorzaakt door een aantal nieuwe percelen die hier zijn aangelegd.



Figuur 8: Netto aanvoer (miljoen kg) per maand uit de Oosterschelde.

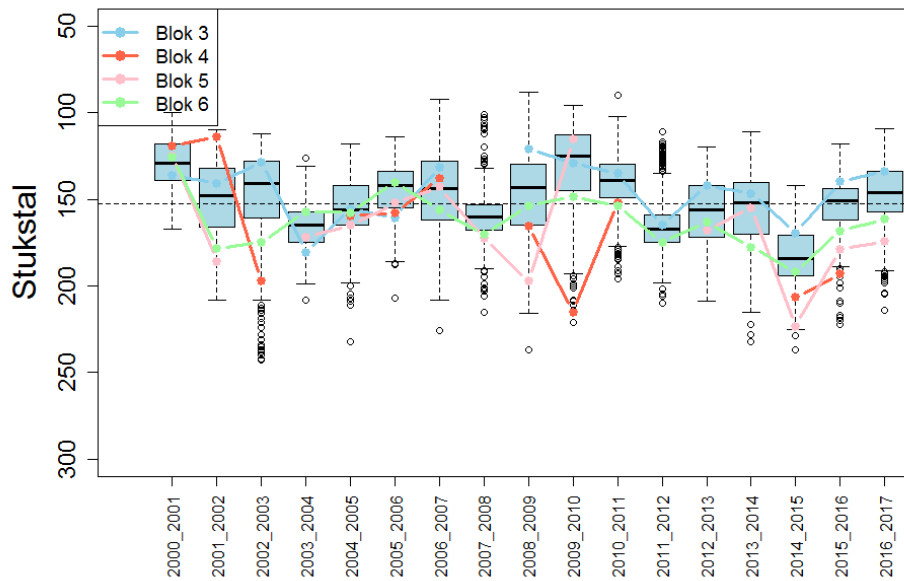
3.2 Stukstal

Stukstal is een maat voor de grootte van de mosselen die zijn geleverd (aantal mosselen, teruggerekend naar 2.5 kg netto versgewicht). Hoe lager het stukstal, hoe groter de mosselen zijn. Het gemiddelde stukstal van de leveringen van de percelen in de Oosterschelde is 154 (standaard deviatie 23). De levering met de grootste mosselen had een stukstal van 88 en de kleinste mosselen hadden een stukstal van 284. Ook het stukstal varieert over de seizoenen (Figuur 9). In het seizoen 2009_2010 waren de mosselen uit de Oosterschelde relatief groot en in het seizoen 2014_2015 waren ze relatief klein. Sinds het seizoen 2009_2010 komen de gemiddeld grootste mosselen uit het Hammen gebied. In het gebied Zandkreek zijn ze relatief klein.



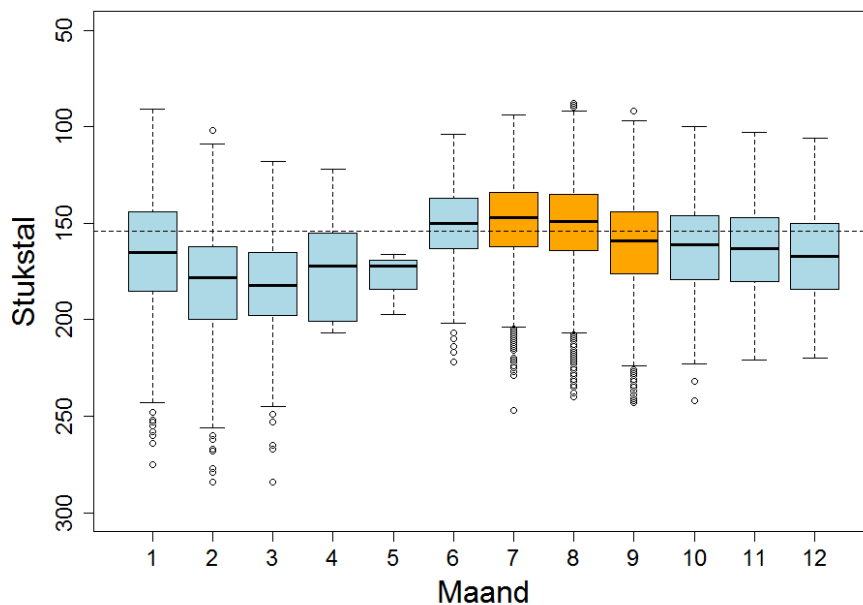
Figuur 9: Variatie van het stukstal (gewogen voor de Netto aanvoer) over de seizoenen in de Oosterschelde. De horizontale stippellijn geeft het overall gemiddelde weer. De gekleurde lijnen geven het gewogen gemiddelde stukstal per deelgebied. De y-as is omgedraaid.

De mosselen vanuit Blok 3, aan de noordzijde van de Roggenplaat zijn de laatste seizoenen relatief groot vergeleken met de rest van de Hammenpercelen (Figuur 10). De mosselen van blok 6 aan de zuidkant van de Roggenplaat zijn gemiddeld wat kleiner dan de rest van de Hammenpercelen.



Figuur 10: Variatie van het stukstal (gewogen voor de Netto aanvoer) over de seizoenen van de percelen ten westen van de Zeelandbrug (Blok 1 tot en met 9). De horizontale stippellijn geeft het overall gemiddelde weer. De gekleurde lijnen geven het gewogen gemiddelde stukstal voor de blokken rond de Roggenplaat (Blok 3, Blok 4, Blok 5 en Blok 6). De y-as is omgedraaid.

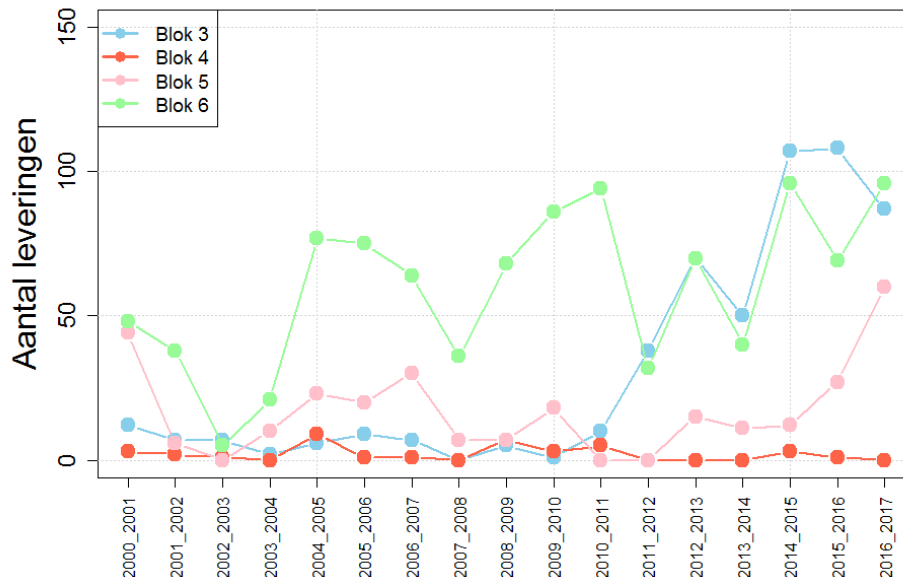
De grootste mosselen worden over het algemeen geleverd in de maand juni (Figuur 11). Daarna neemt de gemiddelde grootte van de mosselen geleidelijk af. Deze seizoensvariatie is mede afhankelijk van de vraag vanuit de markt. Als er vraag is voor grote mosselen en als deze beschikbaar zijn dan zullen de kwekers deze ook proberen te leveren.



Figuur 11: Variatie van de het stukstal (gewogen voor de Netto aanvoer) over de maanden in de Oosterschelde. De horizontale stippellijn geeft het overall gemiddelde weer. De oranje balken geven de maanden juli, augustus en september weer, wanneer de meeste mosselen worden geleverd vanuit de Oosterschelde.

3.3 Aantal leveringen

In Figuur 12 is het aantal leveringen weergegeven uit de perceelblokken rond de Roggenplaat. Van de perceelblokken 4 en 5 wordt slechts weinig geleverd. De laatste twee seizoenen is er wel een toename van het aantal leveringen uit perceelblok 5. Opvallend in deze figuur is ook dat de leveringen van perceelblok 3 na 2010_2011 sterk zijn toegenomen. Dit heeft te maken met het in gebruik nemen van een aantal nieuwe percelen binnen dit perceelblok.

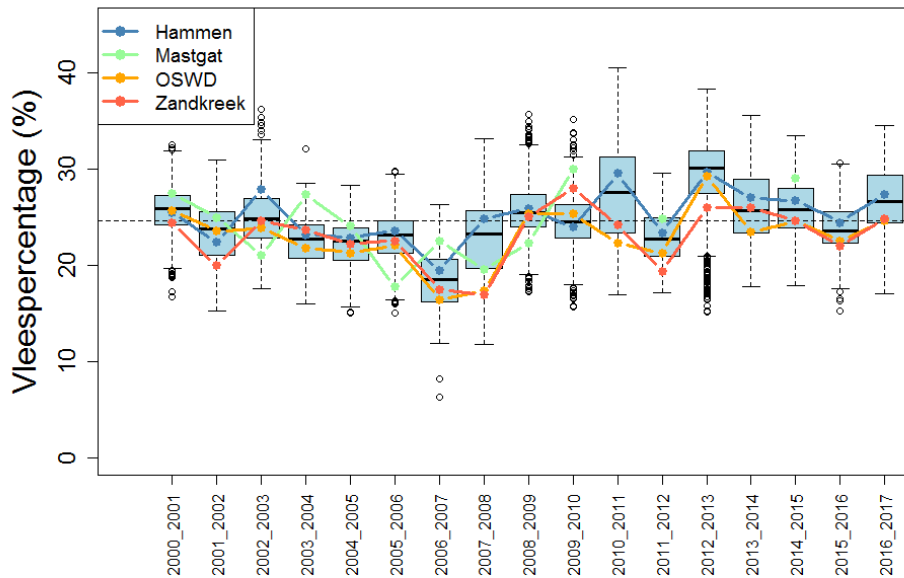


Figuur 12: Variatie van de het aantal leveringen van de perceelblokken rond de Roggenplaat (Blok 3, Blok 4, Blok 5 en Blok 6) over de seizoenen.

Het is van belang dat er vaak meer leveringen zijn van eenzelfde partij mosselen op een perceel. De mosselen worden doorgaans namelijk niet in een keer opgevist, maar dat wordt vaak over meerdere leveringen uitgespreid. Hierdoor zijn de individuele leveringen afhankelijk van elkaar. De 87 leveringen van Blok 3 in het seizoen 2016_2017 zijn bijvoorbeeld afkomstig van 5 percelen, waarbij 37 leveringen van een en hetzelfde perceel afkomstig was. Het is uit de beschikbare gegevens niet te achterhalen of de 37 leveringen daadwerkelijk dezelfde partij mosselen betrof. Om dit te achterhalen zouden de zakboekjes van de kwekers gebruikt kunnen worden.

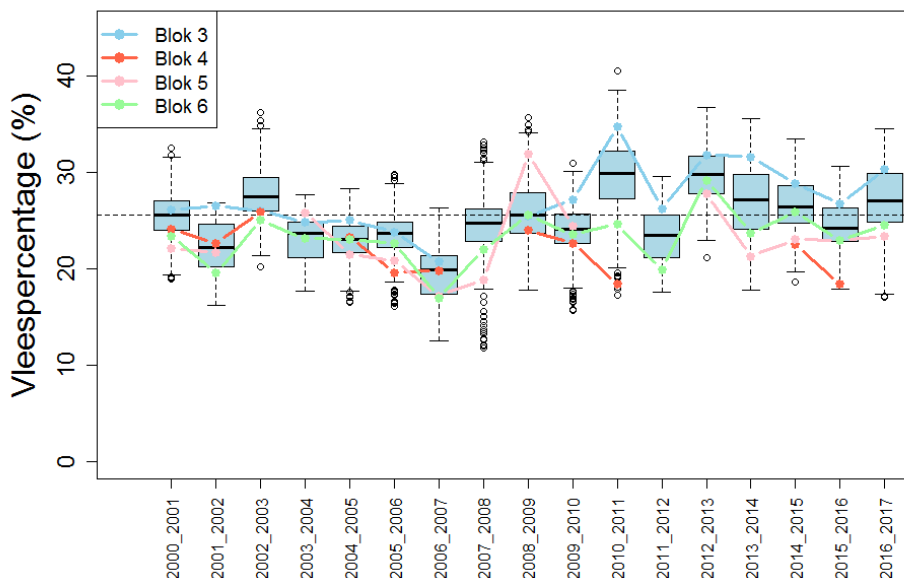
3.4 Vleespercentages

Het gewogen gemiddelde vleesgewicht van alle leveringen uit de Oosterschelde vanaf het seizoen 2000_2001 tot en met 2016_2017 is 24.6% (standaarddeviatie $\sigma=4.0\%$). In Figuur 13 is te zien dat de vleespercentage sterk variëren van jaar tot jaar. De laagste vleespercentages zijn gehaald in het seizoen 2006_2007. Daarna zijn de vleespercentages weer toegenomen, met een zeer goed seizoen in 2012_2013. In de figuur is tevens te zien dat de laatste seizoenen de beste vleespercentages in het Hammengebied zijn behaald. De vleespercentages in het gebied OSWD zijn de laatste 7 seizoenen minder dan in Hammen.



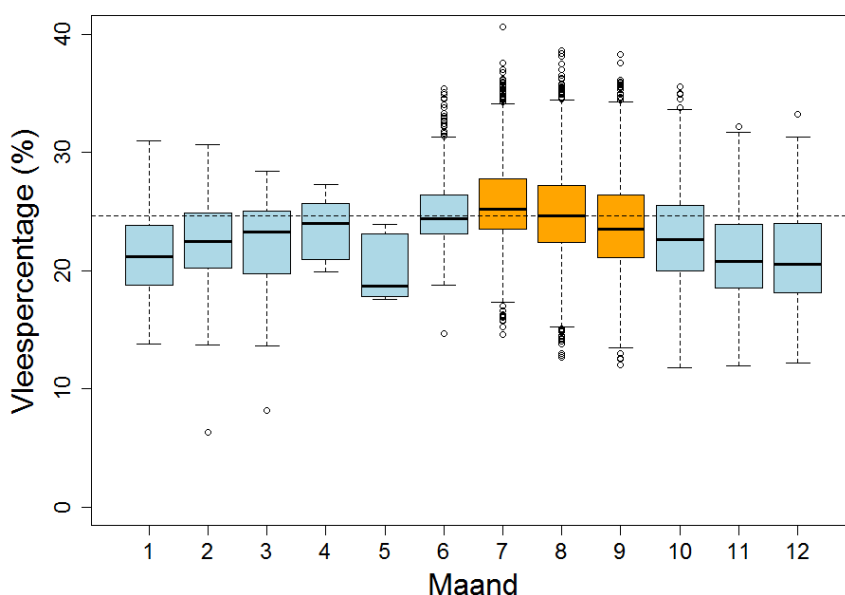
Figuur 13: Variatie van de vleespercentages (gewogen voor de Netto aanvoer) over de seizoenen in de Oosterschelde. De horizontale stippellijn geeft het overall gemiddelde weer. De gekleurde lijnen geven de gewogen gemiddelde vleespercentages per deelgebied.

In Figuur 14 is met de box-and-whisker plots aangegeven hoe de vleesgewichten variëren over de seizoenen voor de percelen ten westen van de Zeelandbrug (perceelblokken 1 tot en met 9). Het gemiddelde vleespercentage over de hele periode is 25.6%. In de figuur is te zien dat de vleespercentages van de leveringen uit perceelblok 3 (percelen aan de noordzijde van de Roggenplaat, voor de monding van het Middengeultje) sinds het seizoen 2010_2011 relatief hoge vleespercentages hebben. De gemiddelde vleespercentages van de blokken 5 en 6 is over het algemeen lager in deze seizoenen. Van Blok 4 is ook maar beperkt geleverd (zie Figuur 12).



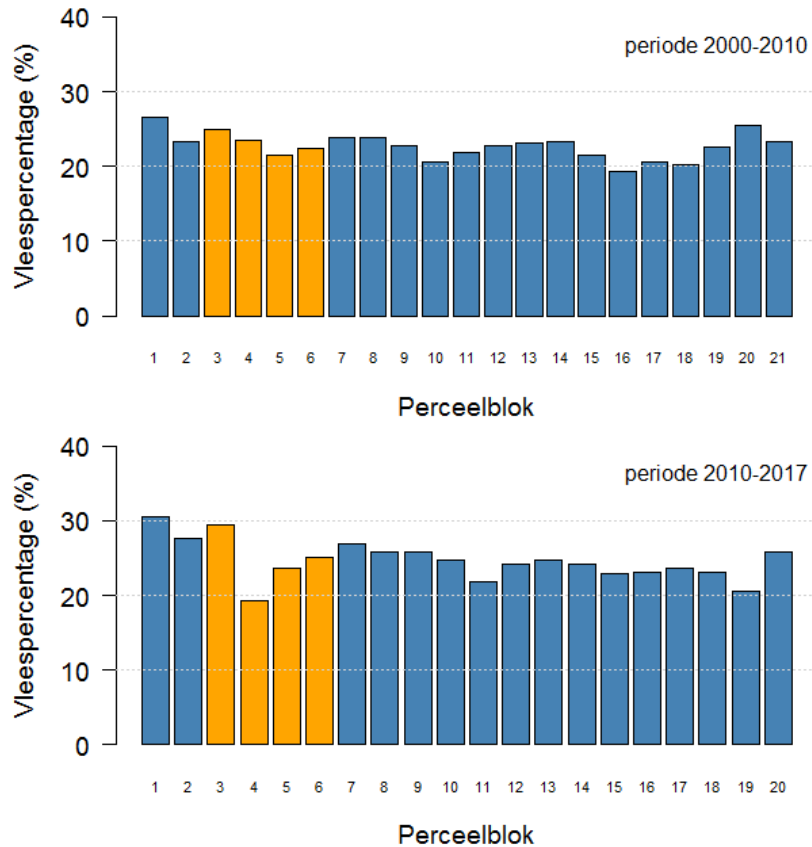
Figuur 14: Variatie van de vleespercentages (gewogen voor de Netto aanvoer) over de seizoenen voor het gebied ten westen van de Zeelandbrug (perceelblokken 1 tot en met 9). De horizontale stippellijn geeft het overall gemiddelde weer (25.6%). De gekleurde lijnen geven de gewogen gemiddelde vleespercentages voor de vier perceelblokken rond de Roggenplaat.

In de maanden dat de meeste leveringen plaatsvinden (juli, augustus en september) neemt het vleespercentage geleidelijk af van gemiddeld 25.8% in juli naar 23.9% in september (Figuur 15). In deze periode neemt gemiddelde vleespercentage van de leveringen uit de Waddenzee over het algemeen toe (Wijsman et al., 2014). De lage vleespercentages in mei zijn mogelijk het gevolg van het voortplanten van de mosselen, maar het betreft hier ook maar een beperkt aantal leveringen die mogelijk het gevolg zijn van het "schoonmaken" van de percelen.



Figuur 15: Variatie van de vleespercentages (gewogen voor de Netto aanvoer) over de maanden in de Oosterschelde. De horizontale stippellijn geeft het overall gemiddelde weer. De oranje balken geven de maanden juli, augustus en september weer, wanneer de meeste mosselen worden geleverd vanuit de Oosterschelde.

Er is ook een sterke variatie in de vleespercentages tussen de perceelblokken (Figuur 16). In de periode 2000-2010 waren goede perceelblokken wat betreft gemiddeld vleespercentage Blok 1, Blok 3 maar ook Blok 20 in de Noordelijke tak langs de Slikken van Viane. In de periode 2010-2017 is er wel wat veranderd. De hoogste vleespercentages komen duidelijk van de Hammenpercelen, echter de perceelblokken 4 en 5, rond de Roggenplaat blijven opvallend achter. De vleespercentages van perceelblok 3 zijn in deze periode bijna net zo hoog als die van het beste perceelblok Blok 1.



Figuur 16: Variatie van de vleespercentages (gewogen voor de Netto aanvoer) over de perceelblokken maanden in de Oosterschelde. De oranje balken zijn de vleespercentages van de perceelblokken rond de Roggenplaat.

3.5 Lineaire modellen

De modellen zijn opgesteld voor een selectie van de data: perceelblokken 1 tot en met 9 (Hammen percelen, west van de Zeelandbrug), de seizoenen 2000_2001 tot en met 2016_2017 en de maanden juli, augustus en september. In de periode juli-september wordt het merendeel (80%) van de aanvoer gerealiseerd en levert dus voldoende gegevens om gebieden onderling te kunnen vergelijken.

Het eerste lineaire model is gefit met de volledige interactietermen.

Model Im_1: $Vlees \sim Seizoen + Maand + Blok + Seizoen * Maand + Seizoen: Blok + Maand: Blok + Seizoen: Maand: Blok$

De resultaten van dit model zijn weergegeven in Tabel 1. In dit model is te zien dat alle drie de hoofdeffecten significant zijn. Ook de drieweginteractie tussen Seizoen:Maand:Blok is significant. De interactieterm tussen Maand:Blok is niet significant. Mogelijk omdat deze interactie al wordt meegenomen door de drieweginteractie. De mean squared residual (MSR) is een schatter voor de residuele variantie (3.42) die niet kan worden verklaard met het model.

Tabel 1: Anova tabel lineair model met alle interactietermen (lm_1).

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
fSeizoen	16	48172	3010.76	881.5169	<2e-16
fMaand	2	770	384.82	112.6698	<2e-16
fBlok	8	13017	1627.06	476.3867	<2e-16
fSeizoen:fMaand	32	3705	115.79	33.9014	<2e-16
fSeizoen:fBlok	114	8573	75.21	22.0193	<2e-16
fMaand:fBlok	16	84	5.26	1.5405	0.0767
fSeizoen:fMaand:fBlok	180	2098	11.66	3.413	<2e-16
Residuals	5996	20479	3.42		

In het tweede model (lm_2) zijn de interactietermen tussen Seizoen en Blok (Seizoen:Maand:Blok en Seizoen:Blok) niet meegenomen:

Model lm_2: $Vlees \sim Seizoen + Maand + Blok + Seizoen:Maand + Maand * Blok$

De resultaten van dit tweede model zijn weergegeven in Tabel 2. Alle hoofdeffecten en ook de interactie-effecten zijn significant ($p < 0.05$). Duidelijk is te zien dat de verklaarde variantie is afgenomen (mean squared residual is toegenomen tot 4.92).

Tabel 2: Anova tabel lineair model met alle interactietermen (lm_2)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
fSeizoen	16	48172	3010.76	611.759	< 2.2e-16
fMaand	2	770	384.82	78.1911	< 2.2e-16
fBlok	8	13017	1627.06	330.605	< 2.2e-16
fSeizoen:fMaand	32	3705	115.79	23.527	< 2.2e-16
fMaand:fBlok	16	279	17.42	3.5387	2.07e-06
Residuals	6290	30956	4.92		

Als referentie is er ook een model gemaakt zonder verklarende factoren. Met dit model wordt het gemiddelde vleesgewicht berekend. De MSR van dit model geeft de totale variantie in de data.

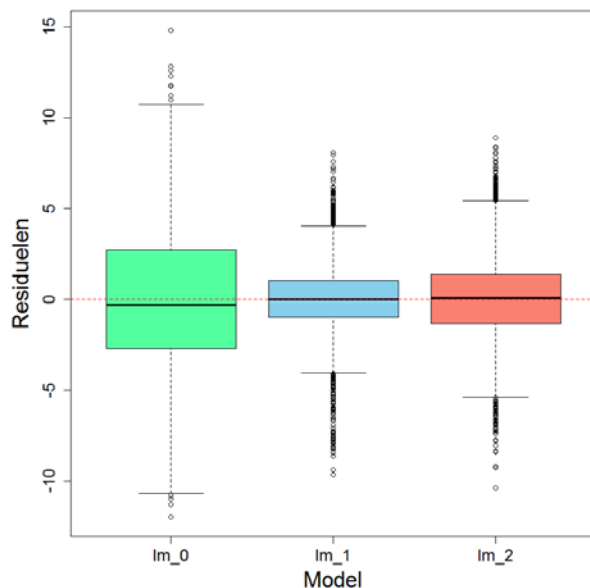
Model lm_0: $Vlees \sim 1$

Wanneer je geen rekening houdt met verklarende factoren als seizoen, maand en blok is de totale variantie in de vleespercentages is 15.22 (mean squared residual model lm_0) ten opzichte van het overall gemiddelde vleespercentage van 25.81%. Met model lm_1 kan 78% van de variantie in de vleespercentages van de leveringen worden verklaard. Met model lm_2 kan 68% van deze variantie worden verklaard. Het model lm_2 heeft het voordeel dat het geen interactietermen tussen Seizoen en Blok bevat. Met dit model is het dus mogelijk om een eventueel effect van de suppletie, wanneer dat optreedt op het niveau van een perceelblok, aan te tonen.

Dezelfde lineaire modellen zijn ter vergelijking ook opgesteld voor de variabele stukstal. Met het volledige model (lm_1, hoofdtermen Seizoen, Blok en Maand en alle interacties kon) 54% van de variantie worden verklaard. Met het model (lm_2) zonder de interactie-termen Seizoen en Maand kon 39% van de totale variantie worden verklaard. Dit is aanzienlijk minder dan de verklaarde variantie van de vleespercentages (respectievelijk 78% en 68%). Blijkbaar zijn de vleespercentages beter te verklaren met de factoren Seizoen, Blok en Maand dan de variabele stukstal.

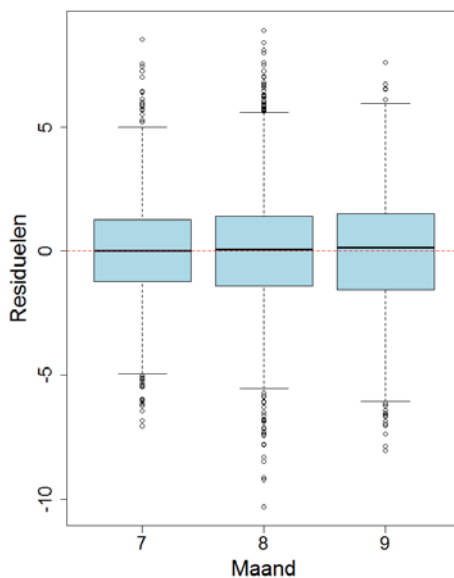
Figuur 17 geeft de spreiding van de residuen weer voor de drie verschillende modellen. De horizontale lijnen in de boxen geven de mediaan van de residuen. Deze kunnen afwijken van de waarde 0. Model lm_0 geeft de spreiding van de vleespercentages rond het overall gemiddelde vleespercentage (25.81%). Voor model lm_1 is te zien dat deze spreiding aanzienlijk is afgenomen ten opzichte van lm_0 doordat een deel van de variantie kan worden verklaard door de factoren in het model. Bij model lm_2 is te zien dat het verwijderen van de interactietermen Seizoen:Blok en

Seizoen:Maand:Blok leidt tot een iets grotere spreiding in de residuen ten opzichte van het volledige model (Im_1).

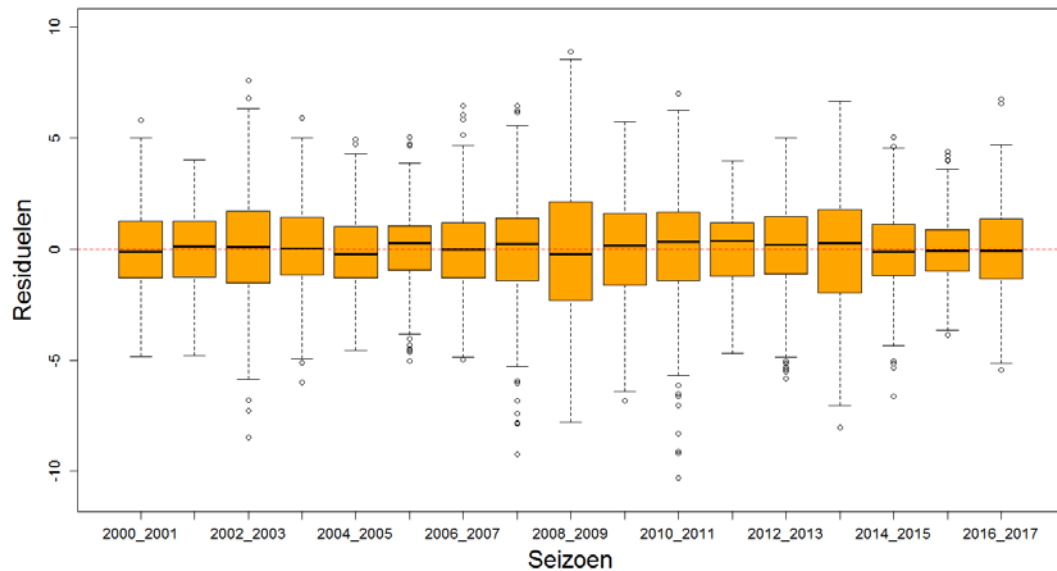


Figuur 17: Box-and-whisker plots van de residuen van de verschillende modellen (Im_0, Im_1 en Im_2). Omdat in model Im_0 alleen het intercept wordt gefit geeft deze totale variatie in de vleespercentages weer.

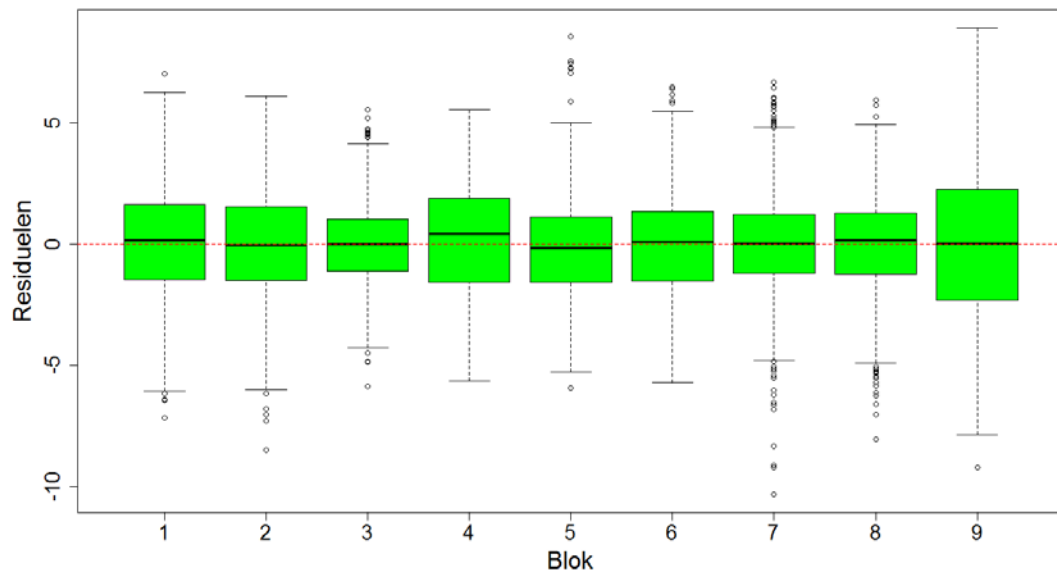
In Figuur 18 tot en met Figuur 20 zijn de spreiding in de residuen als functie van respectievelijk de factor Maand, Seizoen en Blok weergegeven voor model Im_2. Deze figuren laten zien hoe goed het model in staat is het vleespercentage te voorspellen binnen een bepaalde maand, seizoen of blok. Zo is bijvoorbeeld te zien dat het model de vleespercentages in het seizoen 2016_2017 redelijk goed kan voorspellen, terwijl het voor het seizoen 2008_2009 minder goed gaat (Figuur 19, Box met kwartielen is groter). Ook is er een verschil in de blokken. Het model is redelijk goed in staat om de vleespercentages in Blok 3 te voorspellen (Figuur 20) terwijl dat minder goed gaat in blok 9. Dit laatste blok is een relatief groot perceelblok, waardoor de milieuomstandigheden en dus kwaliteitsverschillen van percelen binnen dit blok mogelijk groter zijn. en leidt tot meer variatie in de vleespercentages van de leveringen.



Figuur 18: Box-and-whisker plots van de residuen van het model Im_2 voor de verschillende maanden.



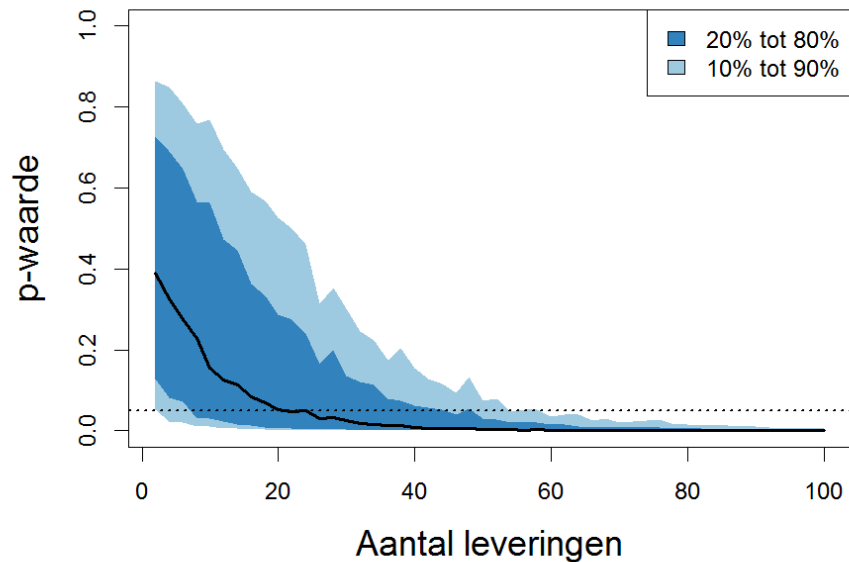
Figuur 19: Box-and-whisker plots van de residuen van het model *lm_2* voor de verschillende seizoenen.



Figuur 20: Box-and-whisker plots van de residuen van het model *lm_2* voor de verschillende Blokken.

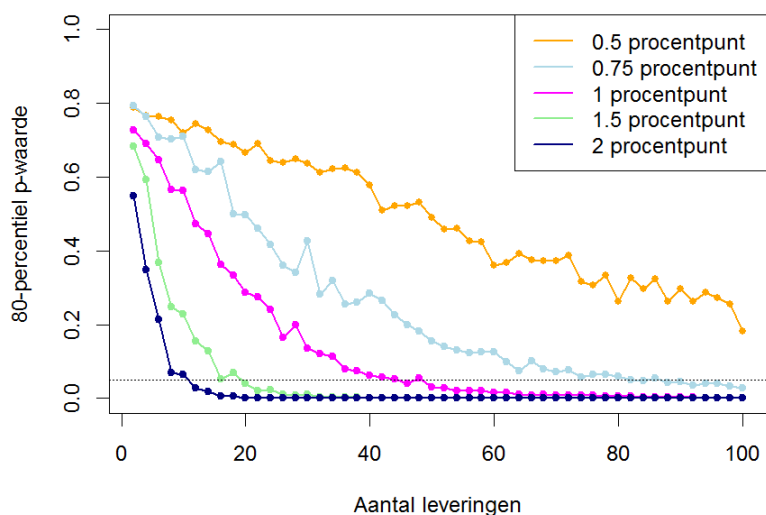
3.6 Power analyse

De verdeling van de p-waarden voor een effectgrootte van 1 procentpunt is uitgezet als functie van het aantal leveringen in Figuur 21. Voor ieder aantal leveringen zijn 500 p-waarden berekend middels Monte Carlo Simulaties. Als de p-waarde onder de stippellijn ($p=0.05$) valt, zal het effect als significant worden aangemerkt. Als de p-waarde boven de stippellijn ligt, kan het effect zoals dat in de berekeningen is gesimuleerd niet worden aangetoond. Er is dan sprake van een Type II fout. Duidelijk in de figuur is te zien dat de kans op een Type II fout afneemt met de steekproefgrootte (aantal leveringen). Om het minimaal aantal leveringen te bepalen waarop een effect kan worden aangetoond middels een power analyse moet vooraf de power worden vastgesteld. Doorgaans wordt er in een poweranalyse gebruikt gemaakt van een power van 0.8. Men moet dus kijken wanneer de lijn met de 80-percentielwaarden (bovenkant blauwe vlak) de lijn $p=0.05$ snijdt. Een hogere power, dus een kleinere kans op een type II fout leidt tot een verhoging van de benodigde steekproefgrootte. De gevoeligheid voor de waarden α en β is geïllustreerd in (Figuur 24).



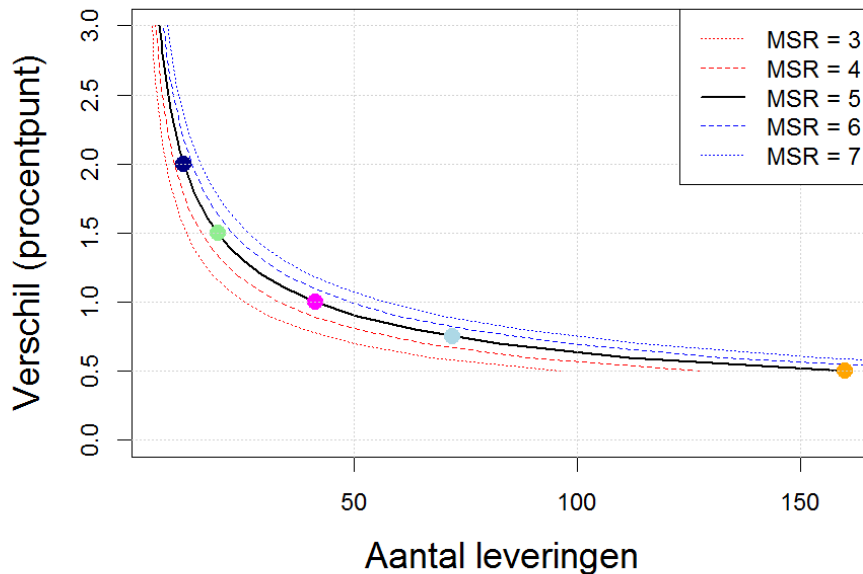
Figuur 21: Verdeling van de p-waarden uit de Monte Carlo simulaties voor een effect grootte van 1 procentpunt mosselvlies als functie van het aantal leveringen. De getrokken lijn geeft de mediaan van de p-waarden. 60 % van de p-waarden vallen in het donkerblauwe gebied (20-percentiel tot 80-percentiel). 20% van de p-waarden vallen in het lichtblauwe gebied.

In Figuur 22 zijn de 80-percentielwaarden voor de verschillende effectgroottes (0.5, 0.75, 1, 1.5 en 2) uitgezet tegen de steekproefgrootte (aantal leveringen). In de figuur is te zien dat een effect van 2 procentpunt met ca 10 leveringen zal kunnen worden aangetoond (de 80-percentielwaarde is dan minder dan 0.05). Voor een effect van 1.5 procentpunt zijn ca 20 leveringen nodig en om een effect van 1 procentpunt aan te kunnen tonen zijn ca 45 leveringen nodig. Om een kleiner effect te kunnen aantonen dan 1 procentpunt neemt het aantal leveringen dat nodig is snel toe.



Figuur 22: Ontwikkeling van het 80-percentiel van de p-waarden als functie van het aantal leveringen (aantal artificiële datapunten) met een effectgrootte van 0.5 procentpunt tot 2 procentpunt. De horizontale zwarte stippellijn geeft $p=0.05$ aan.

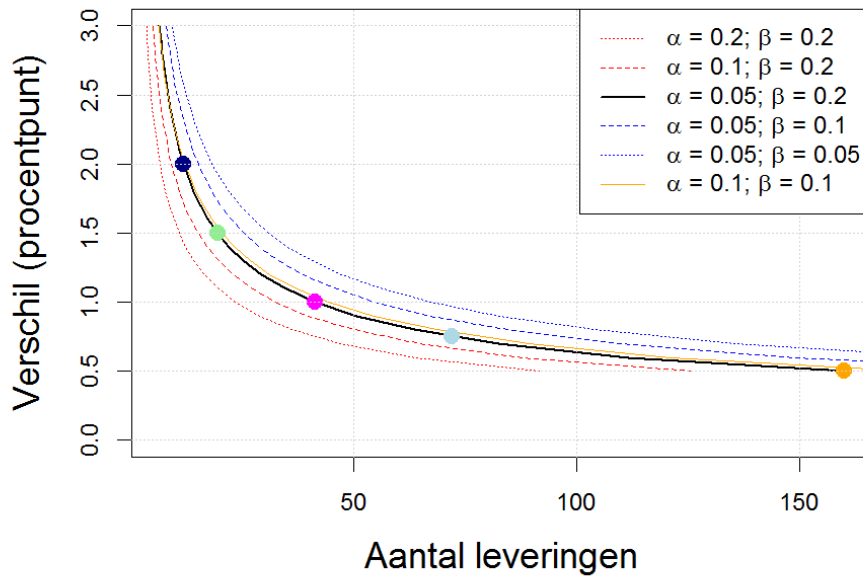
De analytische benadering van de powercurve die is opgesteld voor een one.sample t-toets (Figuur 23) komt overeen met de resultaten uit Figuur 22. Duidelijk is te zien dat er een ontzettend groot aantal leveringen nodig is om een verschil kleiner dan 0.5 procentpunt te kunnen aantonen. De figuur laat ook zien dat het verkleinen van de mean squared residual, dus als het lineair model beter in staat is de vleespercentages te voorspellen, leidt tot een geringer aantal leveringen dat nodig is om een bepaald *Effect* te kunnen aantonen.



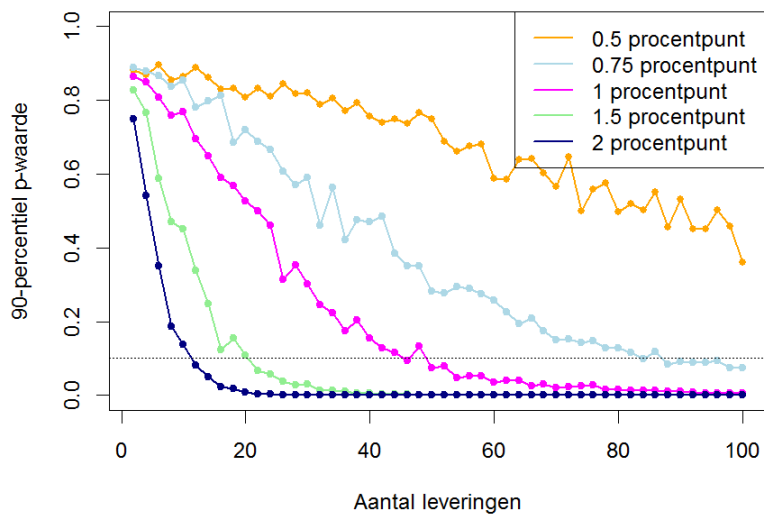
Figuur 23: Relatie tussen het aantal leveringen dat minimaal nodig is om een bepaald verschil in vleespercentage (*Effect*, procentpunt) aan te kunnen tonen. De gekleurde stippen geven de waarde aan bij een *Effect* van respectievelijk 0.5, 0.75, 1, 1.5 en 2 procentpunt (kleuren komen overeen met de kleuren in Figuur 22). De verschillende lijnen geven de power curve voor verschillende waarden van de mean squared residual (*MSR*).

Ten slotte is er een gevoeligheid uitgevoerd waarbij de waarden van α (kans op een Type I fout) en β (kans op een Type II fout) zijn gevarieerd (Figuur 24). Te zien is dat een als α en β worden verkleind, dat dit gaat leiden tot meer leveringen om een bepaald *effect* te kunnen aantonen. Een verhoging van α en β leidt tot minder leveringen die nodig zijn om een bepaald *effect* te kunnen aantonen. De oranje lijn in Figuur 24 is voor het geval dat α en β beide 0.1 zijn. De curve komt overeen met de standaard curve waarbij $\alpha = 0.05$ en $\beta = 0.2$ (zwarte lijn).

Ter illustratie zijn in Figuur 25 de power curves van de Monte Carlo simulaties gepresenteerd voor de 90-percentielwaarden (bovengrens van het lichtblauwe vlak in Figuur 21). Tevens is de horizontale stippellijn verhoogd van $p=0.05$ (Figuur 22) naar $p=0.1$. Deze figuur correspondeert hiermee met de oranje lijn uit Figuur 24 ($\alpha = 0.1$ en $\beta = 0.1$).



Figuur 24: Relatie tussen het aantal leveringen dat minimaal nodig is om een bepaald verschil in vleespercentage (Effect, procentpunt) aan te kunnen tonen (MSR = 5). De verschillende lijnen geven de power curve voor verschillende waarden van α en β .



Figuur 25: Ontwikkeling van het 90-percentiel van de p-waarden als functie van het aantal leveringen (aantal artificiële datapunten) met een effectgrootte van 0.5 procentpunt tot 2 procentpunt. De horizontale zwarte stippellijn geeft $p=0.1$ aan.

4 Conclusies en discussie

De veilinggegevens kunnen tot op zekere hoogte worden gebruikt om een eventuele schade van de suppletiewerkzaamheden op de kwaliteit van de mosselen statistisch aan te tonen. Als analysetechniek daarvoor lijkt de mixed-modelling aanpak, zoals is uitgewerkt in deze rapportage een bruikbare tool. Bij deze aanpak worden de veilinggegevens van de leveringen uit een bepaald gebied (perceelblok, of deel van perceelblok), vergeleken met de overige leveringen uit het onderzoeksgebied, die niet zijn beïnvloed door de werkzaamheden (referentie). Het model corrigeert daarbij voor ruimtelijke (tussen perceelblokken) en temporele (jaar-tot-jaar en binnen het jaar) variatie. Door middel van deze analyse zijn effecten van 1 procentpunt reductie in vleespercentage statistisch nog aantoonbaar. Om kleinere effecten dan 1 procentpunten aan te kunnen tonen, zijn grote aantallen (> 50) onafhankelijke leveringen nodig.

Met een lineair model met de factoren seizoen, maand, blok en de interacties maand:seizoen en maand:blok kon 68% van de variantie in vleespercentages van de leveringen uit de Oosterschelde (west van de Zeelandbrug in de seizoenen 2000_1001 tot en met 2016_2017 in de maanden juli augustus en september) worden verklaard. Meenemen van andere co-variabelen die van invloed kunnen zijn op het vleespercentage (e.g. kweker, afkomst, tarra, bezetting perceel) zouden het model kunnen verbeteren en daarmee de door het model verklaarde variantie verhogen. Een verbetering van het model (verlaging van de mean-squared-residual) zal leiden tot een beter power van de analyse. Dit wil zeggen kleinere effecten kunnen statistisch worden aangetoond of er zijn minder metingen nodig om een bepaald effect te kunnen aantonen.

Voor de analyse van de effecten van de Roggenplaat-suppletie is het van belang dat de variatie binnen de betreffende blokken zo klein mogelijk is. In het model dat is ontwikkeld in deze studie is de variatie binnen blok 3 relatief klein. De variatie binnen de blokken 4, 5 en 6 is groter. Door een betere keuzen van de percelen die binnen een blok vallen is de variatie mogelijk te verkleinen. Dit zal leiden tot een hogere power.

In deze studie zijn alle leveringen als onafhankelijke observaties behandeld. In werkelijkheid zit er wel degelijk een afhankelijkheid tussen bijvoorbeeld de leveringen van een perceel. Als een perceel wordt geoogst, zal dit doorgaans resulteren in meerdere leveringen aan de veiling. In de analyse dient hiermee rekening te worden gehouden, bijvoorbeeld door de leveringen van eenzelfde perceel (of deel van het perceel) binnen één seizoen te middelen (gewogen voor netto aanvoer).

Bij het statistisch toetsen op een eventueel effect van de werkzaamheden dient vooraf een keuze te worden gemaakt bij welke waarde van p er wordt beslist of een gemeten verschil significant is of niet. In de ecologie wordt er doorgaans gebruik gemaakt van een waarde van $\alpha = 0.05$. De keuze van $\alpha = 0.05$ houdt in dat er 5% kans is op een type I fout (er wordt een effect aangetoond dat er niet is). Deze kans op een type I fout is niet te verkleinen door het vergroten van de steekproefgrootte. De kans op een Type II fout echter is wel afhankelijk van de steekproefgrootte. Hoe meer metingen, hoe kleiner deze kans.

In deze power analyse door middel van Monte Carlo simulaties zoals is uitgevoerd in deze studie, zijn er artificiële data met een verlaagd vleespercentage om een effect van de suppletiewerkzaamheden te simuleren, toegevoegd aan de basisdata. De overeenkomstige originele data zijn daarbij niet vervangen. Voordeel is dat er zoveel artificiële data zijn toe te voegen als men wil. Als de originele data de artificiële data zouden vervangen, kunnen er maar zoveel artificiële data binnen een blok, seizoen, maand worden toegevoegd als er originele data zijn en is de analyse dus gelimiteerd. Voor de resultaten van de uitgevoerde power analyse heeft dit echter maar marginaal effect.

Na aanleg van de suppleties op de Roggenplaat, zijn er mogelijk kwekers die aangeven dat hun mosselen een minder vleesgewicht hebben als gevolg van de suppleties. Deze leveringen zouden dan

kunnen worden geanalyseerd door middel van het in dit rapport beschreven model. Er moet dan wel worden gecorrigeerd voor afhankelijkheid (meerdere leveringen van dezelfde partij op één perceel). Dit kan worden gedaan door de leveringen binnen een seizoen van een perceel te middelen. Het nadeel hiervan is dat je de factor maand kwijtraakt in het model (omdat de leveringen gedurende meerdere maanden kunnen plaatsvinden). Een andere mogelijkheid is om uit de verschillende leveringen van dezelfde partij er een te kiezen (random, of wellicht beter de grootste partij). Hiervan is de factor maand wel bekend en kan deze dus mee worden genomen in de analyse. De correctie voor afhankelijkheid in de metingen heeft wel consequenties voor het aantal observaties dat kan worden verkregen in een seizoen. De 87 leveringen bijvoorbeeld van perceelblok 3 in het seizoen 2016_2017 (Figuur 12) zijn afkomstig van 5 percelen. Correctie voor de afhankelijkheid leidt dus tot slechts 5 observaties in plaats van 87 observaties in dat seizoen voor perceelblok 3.

Het model kan in theorie ook worden toegepast voor andere data dan vleespercentages, zoals aangevoerde hoeveelheid, stukstal, etc. In dit rapport is ter illustratie ook een regressieanalyse uitgevoerd op de variabele stukstal. Met het model zonder de interactietermen Seizoen en Maand kon 39% van de totale variantie in stukstal worden verklaard, terwijl hetzelfde model 68% van de totale variantie in vleespercentage kon verklaren. Het zal met het model daarom moeilijker zijn om een eventueel effect van de werkzaamheden op de parameter stukstal aan te tonen.

Van de verschillende veilingparameters lijkt het vleespercentage de meest bruikbare maat omdat deze, in tegenstelling tot de aangevoerde hoeveelheid mosselen en de grootte daarvan, niet of nauwelijks afhankelijk is van de hoeveelheid en de grootte van mosselen die bij aanvang van de kweekcyclus is uitgezaaid. Mocht besloten worden ook deze parameters modelmatig te analyseren, dan dient bij de interpretatie van de uitkomsten hiermee rekening te worden gehouden.

De aanleg van de suppletie op de Roggenplaat kan effect hebben op het gedrag van de mosselkwekers. Kwekers die bang zijn dat er schade zal optreden en die de beschikking hebben tot voldoende alternatieve percelen zullen mogelijk kunnen kiezen hun mosselen niet bij de Roggenplaat uit te zaaien of juist mosselen van een mindere kwaliteit daar neer te leggen. Het is bekend dat de herkomst van de mosselen van belang is voor het rendement op het perceel. Monitoring op de percelen is van belang om ook het gedrag van de kwekers mee te kunnen nemen in de beoordeling.

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Literatuur

- Lievensse, P., M. Schrijver en E. Van Zanten (2016) Risico beoordeling van de Roggenplaat suppletie. Effecten van zandwinning en -suppletie op schelpdierpercelen. RWS Zee en Delta, Rapport, 42 pagina's.
- Van der Werf, J., M. Boersema, T. Bouma, R. Schrijvershof, J. Stronkhorst, L. De Vet en T. Ysebaert (2016) Definitief ontwerp Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise, Rapport, 93 pagina's.
- Van Zanten, E. en L. A. Adriaanse (2008) Verminderd getij. Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken. Rijkswaterstaat, Rapport, 80 pagina's.
- W&B (2013) MIRT-verkenning Zandhonger Oosterschelde. Ontwerp-structuurvisie. Witteveen & Bos / Bureau Waardenburg bv, Rapport, 22 pagina's.
- Wijsman, J. W. M., J. Jol en J. Perdon (2010) Bepaling bestand op de mosselpercelen in de Waddenzee najaar 2009. Wageningen IMARES, Rapport nummer: C050/10, 50 pagina's.
- Wijsman, J. W. M., T. Schellekens, M. Van Stralen, J. J. Capelle en A. C. Smaal (2014) Rendement van mosselkweek in de westelijke Waddenzee. IMARES, Rapport nummer: C047/14, 79 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. (2017) Memo Effect- versus Oorzaak-gevolg monitoring Roggenplaat. Wageningen Marine Research, Rapport, 3 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. en M. Kraan (2017) Plan van aanpak risicomonitoring Roggenplaat-suppletie; Monitoring effecten op de nabijgelegen mosselkweekpercelen. Wageningen Marine Research, Rapport nummer: C037.17, 51 pagina's.

Verantwoording

Rapport C114/17

Projectnummer: 4313100072

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 Marine Research.

Akkoord: Dr. J. Craeymeersch
Senior onderzoeker

Handtekening:

Datum: 21 december 2017



Akkoord: Dr.ir. T.P. Bult
Director

Handtekening:

Datum: 21 december 2017



Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.

