

Wat beweegt de Oesterboorder?

“Effect van oesters, stroming, wind op de mobiliteit”



WAT BEWEEGT DE OESTERBOORDER?

Effect van oesters, stroming, wind op de mobiliteit

Rapport type: Onderzoeksrapport

Datum: 07-01-2020

Auteur: Phiel de Koeijer (68239)

Begeleider: Tony van der Hiele

Stagebeleider: Alco Nijssen

Instituut: HZ University of Applied Sciences, Delta Academy

Versie: 1.0

Samenvatting

De Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*) is een aquatische roofslak die zich voedt met de Japanse oester (*Magallana gigas*) als de Zeeuwse platte oester (*Ostrea edulis*). De oesterboorder boort door middel van zijn tong een gaatje in de schelp van de Japanse- en Zeeuwse platte oester en zuigt vervolgens het vlees uit de schelp. De oesterboorder verlaagt door de predatie op oesters het rendement van de kweekpercelen, oesterkwekers noemen een uitval van oesters van 50% tot 85%. Het verlaagd kweek rendement zorgt voor veel kwekers voor economische schade. Hierdoor is er meer kennis over de oesterboorder nodig. Het ontbreekt aan kennis over wat precies de oesterboorder actief in beweging zet, maar ook het passief transport ervan, zoals rollen over de bodem.

In dit rapport is de mobiliteit van de Japanse oesterboorder onderzocht door middel van veldonderzoek en labonderzoek, deze twee onderzoeken vormen samen een aanbeveling

In het lab is gekeken welk effect de stroomsnelheid had op het actieve en passieve transport van *O. inornatus*. Voor deze laboratorium proeven is gebruikt gemaakt van de Racetrack flume, Door middel van een camera werd het gedrag en de beweging van de oesterboorders op Zand- en schelpsubstraat vastgelegd. Losraken treedt eerder op op zandbodem, er is meer kruip activiteit op schelpbodem

Tijdens het veldwerk zijn in 6 hexagonale kooien geplaatst in de Oosterschelde op een (litoraal) oesterperceel geplaatst, met buitenom de kooien oesters. Het doel van deze proef was om een verband te kunnen leggen tussen de kruiprichting van de oesterboorder ten opzichte van stroming en voedsel, er werd voornamelijk gekeken of de looprichting van de oesterboorder gerelateerd was aan stroomrichting, voedselaanbod en windrichting.

Gemiddelde gezien waren er significant meer oesterboorders aan de kant van de vloedstroom, waardoor ebstroom die een hogere pieksnelheid heeft dan de vloedstroom, meer van invloed lijkt te zijn op de kruiprichting van de oesterboorders.

Daarnaast blijkt dat er een significant verschil bestaat tussen het gemiddelde aantal oesterboorders uit alle grootteklasse aan een lij- en loefzijde.

Gemiddeld gezien waren er significant meer oesterboorders aan de oesterzijdes dan aan de andere zijdes.

Summary

The Japanese oyster drill (*Ocenebrellus inornatus*) is an aquatic predatory snail that feeds on Japanese oysters (*Magallana gigas*) and flat oysters (*Ostrea edulis*). The oyster drill drills a hole in the shell of the Japanese and flat oysters by using his tongue and afterwards sucks the meat from the shell. The oyster drill causes a lower oyster yield on oyster plots by predated on oysters, oyster farmers stated a yieldloss from 50% to 85%. The lowered oysterplot yield brings economic damage for many farmers. This requires more knowledge about the oyster drill. Moreover there is a lack of knowledge about what exactly sets the oyster drill in motion, but also whether or not passive transport, such as rolling along the seabed occurs.

In this report the mobility of the Japanese oyster drill has been investigated through field research and lab research, these two studies together form a recommendation.

The effect of water flow rate on active and passive transport of *O. inornatus* was examined in the lab. The Racetrack FLUME was used for these laboratory tests. The behavior and movement of the oyster drill on sand and shell substrate were recorded by the use of a camera. Results show dislodgment occurs earlier on sandy soil and there is more crawling activity on shell bottom in comparison to sandy soil.

During the fieldwork, 6 cages in a hexagonal shape were placed in the Oosterschelde on a (littoral) oyster plot, with outside the cages oysters. The purpose of this test was to be able to establish a relationship between the crawling direction of the oyster drill, waterflow and food. The main cause was to see if whether there was an relation between crawling direction, food availability or wind direction.

On average, there were significantly more oyster drills located on the flood side of the cage, as a result of which ebb current that has a higher peak velocity than flood current, it appears to be more of input to on crawl direction of the oyster drill.

In addition, it appears that there is a significant difference between the average number of oyster drills on a lee then on windward side.

On average, there were significantly more oyster borers on the oyster sides than on the other sides.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Summary	4
1. Introductie.....	7
1.1 Achtergrond.....	7
1.2 Doel, hoofdvraag en deelvragen	8
Doel	8
Onderzoeksvragen & hypothese	8
2. Theoretisch kader.....	9
2.1 Oesterkweek.....	9
2.2 Japanse Oesterboorder (<i>Ocenebrellus inornatus</i>).....	10
2.2.0 Taxonomie en spreiding	10
2.2.1 Uiterlijke kenmerken	11
2.2.2 Habitat	11
2.2.3 Voedsel	11
2.2.4 Voortplanting.....	11
2.2.5 Foerageer gedrag	12
2.2.6 Mobiliteit	12
2.2.7 Losraken (Dislodgment).....	12
3.0 Methode.....	13
3.1 Laboratoriumonderzoek.....	13
Racetrack Flume NIOZ	13
3.2 Actief transport	14
3.3 Passief transport.....	16
3.4 Data analyse Flume	16
3.4.1 Actief transport	16
3.4.2 Passief transport.....	16
3.5.0 Veldonderzoek.....	17
3.5.1 Hexagoon.....	17
3.5.2 Stroming, watertemperatuur en wind	18
3.5.3 Oesterboorder classificatie en kleuring	19
3.5.4 Mobiliteit proef	20
3.5.5 Data analyse veldonderzoek	20
4.0 Resultaten.....	21
4.1 Veldonderzoek.....	21
4.1.1 Stoming Yerseke bank	21

4.1.2 Invloed van stroming op oesterboorders	22
4.1.3 Invloed van wind op oesterboorders	23
4.1.4 Invloed van oesteraanbod op oesterboorders	24
4.1.5 Invloed van seizoen op oesterboorders	25
4.2.1 Resultaten Losraken	26
5.0 Discussie	30
5.1 Invloed van oesters op de kruiprichting van de oesterboorder	30
5.2 invloed van wind op de kruiprichting van de oesterboorder	30
5.3 Invloed van stroomsnelheid en substraat op kruipgedrag en passieve verplaatsing op de oesterboorder	31
5.3.1 Actief transport	31
5.3.2 losraken en wegspoelen	31
5.3.3 Verschil voorjaar en najaar	32
6.0 Conclusie	33
6.1 Antwoord op de deelvragen	33
Oesteraanbod	33
Wind	33
Stroming	33
6.2 Antwoord op de hoofdvraag	34
6.3 Vertaling naar de beroepspraktijk	34
7.0 Aanbeveling	35
8.0 Appendix	36
8.1 Invloed van stroming op oesterboorders	36
8.2 Invloed van wind op oesterboorders	36
8.3 Invloed van oesters op oesterboorders	37
8.4 Invloed van seizoen op oesterboorders	38
8.5 Aantal oesterboorders losgeraakt op schelpen- en zandbodem	39
8.6 Resultaten kruipen oesterboorder	40
8.7 Resultaten passief transport	41
8.9 Afbeeldingen substraat Yerseke bank	42
9.0 Referenties	45

1. Introductie

1.1 Achtergrond

De Nederlandse oestersector bestaat uit 28 bedrijven die werkzaam zijn in kweek en/of handel van Japanse- (*Magallana gigas*) en/of Platte oesters (*Ostrea edulis*). De jaarlijkse productie ligt tussen de 20 en 30 miljoen Japanse oesters, en rond de 6.4 miljoen Zeeuwse platte oesters (WUR, 2018).

De kweek van oesters vindt voornamelijk plaats in de Oosterschelde en het Grevelingen meer. Als gevolg van de predatie van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*) hebben verschillende oesterkwekers de offbottom kweekmethode in gebruik genomen om de oesterboorder te ontwijken.

De oesterboorder boort door middel van zijn tong een gaatje in de schelp van de Japanse- en Zeeuwse platte oester en zuigt vervolgens het vlees uit de schelp. Naast hogere sterftcijfers door het Oshv-1 virus, verlaagt de oesterboorder door de predatie op oesters het rendement van de kweekpercelen, verschillende oesterkwekers noemen een uitval van oesters rond 50% (Smaal et.al., 2016). Binnen de Nederlandse Oester Vereniging worden zelfs cijfers rond de 85% genoemd. Sinds 2009 blijkt de invasieve Japanse oesterboorder steeds vaker voor te komen in zo wel de Oosterschelde als het Grevelingen meer (Didderen en Gittenberger 2013; NOV 2016). Het verlaagd kweek rendement zorgt voor veel boeren voor economische schade, daarom is het van belang om oplossingen te vinden om deze schade te beperken. Hiervoor is meer kennis over de oesterboorder nodig waaronder mobiliteit een belangrijk onderdeel van is. Het ontbreekt aan kennis over wat precies de oesterboorder actief in beweging zet, maar ook het passief transport ervan, zoals rollen over de bodem.

Dit onderzoek maakt deel uit van het "Leren leven met de Oesterboorder" project dat in 2017 door de HZ University of Applied Sciences in samenwerking met Zeeuwse oesterkwekers is gestart. Het doel van het onderzoek is om een beter beeld te krijgen van zo wel predatie op Japanse- en Platte oester, mobiliteit, bestrijding en biologische kenmerken van de Japanse oesterboorder (*O. inornatus*). Met de kennis die door middel van dit onderzoek verkregen wordt kunnen er maatregelen getroffen worden om de Japanse oesterboorder te vermijden, verdrijven of weg te houden van de kweekpercelen. Met als belang het kweekrendement van de oesterpercelen te verhogen. Het project wordt gefinancierd door SIA RAAK MKB met als uitvoerders HZ University of Applied Sciences, 13 oesterkwekers, en kennisinstellingen als (de)Hogeschool van Hall Larenstein en Wageningen Marine Research.

1.2 Doel, hoofdvraag en deelvragen

Doel

In dit project wordt gezocht naar mogelijkheden om “te leren leven” met de oesterboorder. Hieronder wordt onder andere de mobiliteit van de oesterboorder een karaktereigenschap te zijn waarop ingespeeld kan worden bij de het weren en verdrijven van de oesterboorder van de oesterkweek percelen en hierdoor het rendement van de kweekpercelen te verhogen.

Onderzoeksvragen & hypothese

Het doel van dit onderzoek is meer te weten te kunnen komen over de mobiliteit en kruipsnelheid van de oesterboorder, de onderzoeksvraag luidt als volgt:

Wat is het effect van oesters, stroming, wind en seizoen op de mobiliteit en kruiprichting van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)?

De vraag kan beantwoord worden door de volgende deelvragen:

-Hoe beïnvloedt het oesteraanbod, wind en stroming de kruiprichting van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)?

-Hoe beïnvloed stroomsnelheid en substraat het kruipgedrag en passieve verplaatsing van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)?

De hoofdvraag en deelvragen zullen door middel van data-analyse en veldwerk van voorgaande veldexperimenten (Willemse, 2018) en aanvullende lab- en veldexperimenten in dit onderzoek worden beantwoord.

Er wordt verwacht dat de windsnelheid en windrichting weinig tot geen invloed hebben op de kruiprichting van de oesterboorder, omdat wind voornamelijk een effect zal hebben tijdens het droogvallen, wat maar korte tijd duurt. Naar verwachting zal de oesterboorder in de richting van waterstroming lopen, mits de excretie van chemische stoffen van de oesters te weinig prikkels geven om in de richting van de oesters te lopen, wanneer het effect van de stroming het effect van de excretie van chemische stoffen door de oesters uit dezelfde richting komen zal dit het effect versterken en wordt naar verwachting een duidelijke kruiprichting waar te nemen. Naar mate de temperatuur van het water toe neemt zal de activiteit van *O. inornatus* toenemen (McKay, 1955), en zal ook de kruipsnelheid toenemen wat zich zal uiten in een duidelijkere voorkeur in kruiprichting. Of er passief transport (wegrollen) optreedt bij stroomsnelheden binnen het bereik van de maximale stroomsnelheid in de Oosterschelde is onbekend.

2. Theoretisch kader

2.1 Oesterkweek

Rond de periode 1850 werden wilde oesters geraapt uit de Oosterschelde en verhandeld vanuit Yerseke. Vanaf 1867 is de kweek van oesters in de Oosterschelde opgezet. Bij de kweek van de oesters werd gebruik gemaakt van litorale lappen grond, percelen genaamd, die bedekt werden met dakpannen, de dakpannen ook wel collecteurs genoemd hadden als functie oesterbroed in de aanhechtingsfase in te vangen. Na een jaar werd het jonge oesterbroed van de collecteurs los gestoken en werd het oesterbroed vervolgens uitgezaaid op deze litorale percelen. Wanneer de oesters volgroeid waren, werden ze in buitendijkse oesterputten opgeslagen totdat ze verkocht werden. Toentertijd was het werk heel arbeidsintensief en werd er nog amper gebruik gemaakt van schepen. Pas rond 1900 werd de oesterkweek in de Oosterschelde gemoderniseerd, zo werden er in plaats van collecteurs kokkel- of mosselschelpen gebruikt om het oesterbroed in te vangen en werden er ook oesters gekweekt op sublitorale oesterpercelen door middel van schepen uitgerust met sleepkorren. Deze methode wordt tegenwoordig nog steeds gebruikt. Om het delen van kennis, en vanuit politiek perspectief is de Nederlandse Oester Vereniging (NOV) opgestart bestaande uit alle Nederlandse oesterkwekers. Volgens dit collectief wordt onderling kennis over de oesterkweek gedeeld en vergunningen richting het ministerie van visserij ingediend.

In de huidige situatie vindt de Nederlandse oesterkweek plaats in de oostelijke tak van de Oosterschelde, en op het Grevelingen meer. Door de predatie van de Japanse oesterboorder is de oesterpopulatie in de Oosterschelde de laatste jaren sterk afgenomen. De invloed van de oesterboorder op de oesterpopulatie lijkt in het Grevelingen meer kleiner te zijn al hoewel daar ook in groten getale oesterboorders aangetroffen worden.

Om de predatie van de oesterboorder in de Oosterschelde op de kweek van de oester te beperken is door sommige oesterkwekers de keus gemaakt om de oesters op de Franse "off-bottom" methode te kweken.

Off-Bottom kweek is de kweek van oesters los van de bodem, deze oesters worden in netzakken op tafels gekweekt die op de bodem in de litorale zone staan. Naast het gebruik van de netzakken op tafels worden oesters ook in mandjes gekweekt die aan touwen tussen palen bevestigd worden, deze twee off-bottom kweekmethodes worden in Zeeland naast bodemkweek toegepast. Daarnaast worden mandjes ook aan longlines in de waterkolom gekweekt, deze longlines zijn bevestigd aan drijvers, bij het gebruik van deze methode worden de oesters net onder het wateroppervlakte gekweekt in sublitorale of pelagische wateren. Bij de off Bottom en longline methode wordt vaak gebruik gemaakt van hatchery oesters omdat die makkelijker te verkrijgen zijn in klein formaat.

De off-bottom oesterkweek is in feite een mechanische barrière, (door het gebruik van tafels of het kweken aan longlines in de waterkolom) een effectieve kweek methode om de oesterboorders van de oesters te weren. Echter kent deze kweekmethode enkele nadelen, het werk is arbeidsintensiever dan de reguliere on-bottom kweek, de overstap van on-bottom naar off-bottom is een relatief grote investering gekeken naar het benodigde materiaal en de ruimte voor deze kweekmethode is door de overheid erg gelimiteerd. Vandaar dat er naar oplossingen gezocht worden om de Japanse oesterboorder te kunnen bestrijden om effectief gebruik te kunnen blijven maken van de klassieke kweekmethode op de bodem.

2.2 Japanse Oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)

2.2.0 Taxonomie en spreiding

Familie

Phylum:	Mollusca
Klasse:	Gastropoda
Orde:	Neogastropoda
Familie:	Muricidae
Volksnaam:	Japanse oesterboorder



Figuur 1: *Ocenebrellus inornatus*

Spreiding wereldwijd

De Japanse oesterboorder komt oorspronkelijk voor bij de Sakhalin en Kurile eilanden tot aan Japan en van Noord China tot aan Korea (Garcia-Meunier et al. 2003, Global-Invasive-Species-Database 2007). De oesterboorder is ook waargenomen langs de kust van Australië maar het niet bekend of de oesterboorder hier van origine voorkomt (Global-Invasive-Species-Database 2007). Sinds de 20^{ste} eeuw is de oesterboorder per ongeluk geïntroduceerd langs de pacifische kust van Noord-Amerika (Garcia-Meunier et al. 2003), en in 1995 in de baai van Marennesse-Oléron aan de Frans Atlantische kust, de oesterboorder verspreidde zich later in noordelijke richting (Garcia-Meunier et al. 2003, Martel et al. 2004, Faasse & Ligthart 2009). Uit genetisch onderzoek is gebleken dat de oesterboorder gevonden in Limfjord, Denemarken, een tweede introductie is van de oesterboorder langs de Atlantische kust, deze oesterboorder kan zo wel afkomstig zijn uit Noord-Amerika of de Atlantische Franse kust (Lützen et al. 2011).

De Japanse oesterboorder beschikt niet over de mogelijkheid om grote afstanden af te leggen, de reden van introductie in verschillende gebieden heeft hoogstwaarschijnlijk door middel van uitwisseling van schaal- en schelpdieren afkomstig uit de aquacultuur sector plaats gevonden (Martel et al. 2004, Faasse & Ligthart 2009). Er is tegenwoordig een duidelijke overlap te zien tussen de gebieden waar de oesterboorder voorkomt en waar de Japanse oester gekweekt voor aquacultuur doeleinden plaatsvind (Lützen et al. 2011).

Spreiding Nederland

Eerste waarnemingen van de oesterboorder vonden plaats in de Oosterschelde in 2007 (Faasse & Ligthart 2007). Fey, et al. (2010) beweerd dat de oesterboorder voor 2007 mogelijk werd aangezien als *Ocenebra erinacea* (Atlantische oesterboorder), door deze stelling kan niet met zekerheid gezegd worden of *Ocenebrellus inornatus* niet al langer in de Oosterschelde aanwezig was. Leden van de Nederlandse Oesterverenging hebben in 2009 erkend dat de oesterboorder problemen veroorzaakten op de kweekpercelen (NOV 2016). Sinds de eerste waarnemingen van de oesterboorder is de populatie in de Oosterschelde sterk toegenomen ondanks dat de verspreiding van de oesterboorder gelimiteerd is door het ontbreken van vrij-zwemmende larven, heeft het zich relatief snel verspreid door incidenteel transport van de commerciële schelpdiersector (Martel, et al., 2004, Rademakers 2018).

2.2.1 Uiterlijke kenmerken

De Japanse oesterboorder kent vele verschillende uiterlijke variaties, maar heeft over het algemeen een langwerpig slakkenhuis met stevige knobbelige schelp (Fey et al. 2010) die gemiddeld 50 mm lang kan worden met uitschieters tot 70 mm (NOV. 2016), vrouwtjes zijn over het algemeen groter en hebben een hogere groeisnelheid dan de mannetjes (Martel et al. 2004). Het slakkenhuis bestaat uit 5 tot 6 omwentelingen en het diafragma heeft een ovale vorm met een dikke buitenlip. De kleuren variëren van wit tot geel tot bruin en bevat geen periostracum oftewel opperhuid (Eissinger 2009).

2.2.2 Habitat

De Japanse oesterboorder komt over het algemeen in estuaria in zo wel de litorale als sublitorale zone voor op verschillend substraat waaronder grind, slik, zand en schelpen (Buhle et al. 2004). Er is waargenomen dat tijdens de wintermaanden de oesterboorder zichzelf ingraaft in het sediment totdat het water weer opwarmt, de temperatuur waarbij de oesterboorder in winterslaap gaat kan variëren afhankelijk van leeftijd en leefgebied, er is geen exacte data bekend over welke temperatuur dit fenomeen veroorzaakt (McKay. D 1955).

2.2.3 Voedsel

Het dieet van de Japanse oesterboorder bestaat uit bentische tweekleppige weekdieren, waaronder pokken (*Sesselia* orde), kokkels (*Cerastoderma edule*), Zeeuwse platte oester (*Ostrea edulis*) en Japanse oester (*Magallana gigas*) (Fey et al. 2010). De oesterboorder lijkt een voorkeur te hebben voor jonge Japanse oesters (< 5 cm in lengte) (Babaran 2017). Oesters worden relatief meer geboord op plekken waar de schelp dunner is dan 1 tot 2 mm.

2.2.4 Voortplanting

De soort Japanse oesterboorder bestaat uit mannetjes en vrouwtjes. De eieren worden intern bevrucht door een mannelijk individu en vervolgens afgezet op een hard substraat, waaronder oesterschelpen (Martel et al., 2004). Vanaf april tot juni groeperen de oesterboorders voor het voortplantings seizoen. Een vrouwelijk individu kan gemiddeld 40 eipakketten afzetten (Lützen et al., 2012). Geïntroduceerde populaties (exoten) kunnen ook een tweede voortplantingsperiode vertonen in de herfst, wat kansen op overleving van de populatie aanzienlijk vergroot (Martel et al., 2004). Na de voortplanting zet de oesterboorder geel-oranje eipakketten in de vorm van rijstkorrels, vaak vastgehecht aan stenen of oesterschelpen (Fey et al. 2010) elk eipakket bevat 8 tot 10 larven. Na drie weken kruipen de jonge oesterboorders met een lengte van ongeveer 2 mm uit het eipakket, de overleving van de jonge oesterboorders is ongeveer 10%, vrouwtjes oesterboorders kunnen in een periode van 16 maanden 27.000 eipakketten afzetten (Martel et al 2004, Fey et al. 2010).



Figuur 2: eipakketten *O. inornatus*, (foto: Gittenberger 2010)

2.2.5 Foerageer gedrag

De Japanse oesterboorder detecteert de oester (zijn prooi) door middel van excretie van chemische stoffen van de oester, zodra de oesterboorder op de schelp van de oester zit gaat de oesterboorder met behulp van zijn boororgaan (proboscis) opzoek naar een vlak stuk maar de schelp niet te dik is, bij voorkeur een schelpdikte onder de 1 tot 2 mm (Rademaker, 2018). Het boororgaan wordt haaks op de schelp geplaatst en door middel van de Rasp (radula) boort de oesterboorder een gat in de schelp. Hij verzacht de schelp door in het boorgat zwavelzuur uit te scheiden. Wanneer de schelp doorboord is, met een gat van ongeveer 2 millimeter (Rademakers, 2018), zuigt *O. inornatus* het vlees uit de schelp, de oesterboorder voedt zichzelf 1 tot 14 dagen aan één oester. Uit onderzoek is gebleken dat golfslag effect heeft op het foerageergedrag van *Stramonita Haemastoma*, een soortgelijke roofslak aan *Ocenebrellus inornatus*, uit labonderzoek blijkt dat golfslag leidt tot een vermindering van gegeten en aangeboorde oesters, waarbij geen verandering in voorkeur in de grootte van het voedselaanbod optreedt, echter, de praktijk wijst uit dat er een verband bestaat tussen de toename in golfslag en de grootte van de aangeboorde oesters. Deze roofslak kiest voor kleinere oesters met een dunnere schelp om de tijd die nodig is om de oesters aan te boren te beperken om zo minder risico te hebben los te raken tijdens het boor- en voederproces (Richardson, 1990).

2.2.6 Mobiliteit

Uit literatuur is gebleken dat de kruipsnelheid van de Japanse oesterboorder minder dan een kilometer per jaar is (Didderen et al. 2013). Onderzoek uitgevoerd door de HZ University of Applied Sciences spreekt over een kruipsnelheid tussen de 2,2 m/dag en 1.4 m/dag, er is geen duidelijk verband gevonden tussen de grootte (schelpplengte) van de oesterboorder, en de afstand die ze afleggen (Dubbeldam, 2018). Naast deze actieve verspreiding, bestaat er ook passieve verspreiding: het verplaatsen van oesterboorders door bijvoorbeeld stroming. Uit gesprekken met Zeeuwse oesterkwekers blijkt dat er bijvoorbeeld veel juveniele oesterboorders tussen Japans bessenwier gevonden worden. Losgeslagen bessenwier kan dus een middel zijn van passieve verspreiding. Tijdens de koudere periodes graaft een deel van de oesterboorder zichzelf in als een soort van “winterslaap”, andere individuen gaan inactief door zijn prisma te sluiten en los op de bodem te liggen (McKay, 1955). Wanneer de oesterboorder inactief wordt en los op de bodem ligt heeft stroming vat op het passief transport, er is nog niet onderzocht tot in welke maten dit optreedt (McKay, 1955).

2.2.7 Losraken (Dislodgment)

Het risico van losraken van aquatische slakachtigen, als gevolg van hydrodynamische krachten op rotsachtige oevers is groter bij blootstelling aan golven dan op beschermde oevers, en dit wordt verondersteld een belangrijk aspect in intergetijdenzones te zijn. Voor litorale slakken wordt de kans op losraken door een gegeven stroom, gedeeltelijk bepaald door de grootte en vorm van de schaal, en door de hechtingssterkte van de voet (Geoffrey, 1997). De grootte van de voet, dus tevens de mate van hechting verschilt tussen soorten die in de litorale en sublitorale zones leven. Of hierbij een onderscheidt in voetgrootte gemaakt kan worden bij oesterboorders levend in het Grevelingen meer en Oosterschelde is niet bekend, alhoewel er over het algemeen slakachtige het vermogen hebben grotere voeten te vormen wanneer ze van jongs af aan blootgesteld worden aan hogere stromingen en meer golfslag. Soorten met een grotere voet zijn beter bestand tegen losraken van de ondergrond dan soorten met een kleinere voet (Geoffrey, 1997). De kans op (los raking) van de oesterboorder hangt tevens af de ondergrond waar deze zich op bevindt, de oesterboorder zal sneller loslaten van een zandbodem dan van hard substraat (McKay, 1955). In gecontroleerde proeven in een stroomgoot is aangetoond dat oesterboorders zichzelf bewust in de richting van de stroming bewegen (McKay, 1955).

3.0 Methode

Om de mobiliteit van de oesterboorder in beeld te brengen en antwoord te krijgen op de vraag wat de oesterboorder precies beweegt (zie 1.2), is zowel laboratoriumonderzoek als veldonderzoek uitgevoerd.

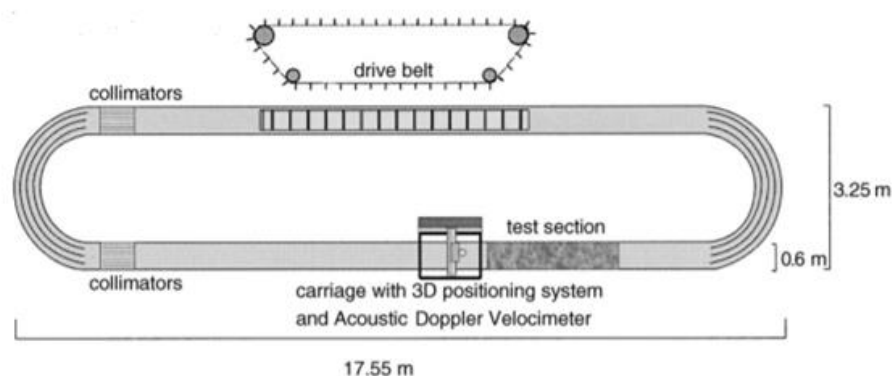
3.1 Laboratoriumonderzoek

Door middel van laboratorium proeven is gekeken welk effect de stroomsnelheid had op het actieve en passieve transport van *O. inornatus*. Voor deze laboratorium proeven is gebruikt gemaakt van de Racetrack flume van het NIOZ te Yerseke.

Racetrack Flume NIOZ

De racetrack flume is een stroomgoot in de vorm van een "lus" met een breedte van 0.60 meter en twee rechte stukken van 17.00 meter, de flume wordt aangedreven door middel van een schoepenband, de schoepenband brengt het zeewater afkomstig uit de Oosterschelde waar de flume mee gevuld is in beweging. Het toerental van de schoepenband kan ingesteld worden van 0 tot 999 rotaties per minuut, wat gelijk staat aan een snelheid van 0.0 m/s tot 0.8 m/s. (zie figuur 3)

De stroomsnelheid van het water werd door de gehele waterkolom gemeten door middel van een stroomsnelheidsmeter. Deze stroomsnelheidsmeter meet op verschillende diepten van de flume de stroomsnelheid. Door middel van deze data kon met behulp van Excel een trendlijn uitgezet worden waarmee op elke gewenste hoogte de stroomsnelheid in de waterkolom berekend kon worden.



Figuur 3: Schematische tekening flume

3.2 Actief transport

De Japanse oesterboorders werden voorafgaande aan de laboratoriumproef bewaard in een aquarium met dezelfde waterkwaliteit en watertemperatuur als in de flume om temperatuurschok te voorkomen.

Uit de drie grootteklassen zijn ongeveer 14 oesterboorders per grootteklasse willekeurig in de flume geplaatst. De boorders eerst 10 minuten met rust gelaten om zeker te kunnen zijn dat ze zichzelf aangehecht hebben aan het substraat waarmee de proef uitgevoerd is, in dit geval zand- of schelpenbodem. Wanneer de boorders aangehecht zijn aan het desbetreffende substraat is er een GoPro camera en een timer gestart volgens Tabel 2 is de snelheid van de schoepenband in de Flume per 5 minuten verhoogd. Deze GoPro camera heeft boven het testveld videobeelden van de oesterboorders gemaakt die later geanalyseerd zijn om het gedrag van de boorders vast te leggen. Tijdens deze proef werd er gekeken of de boorders zich bewegen en of ze loskomen van het substraat (losraken) en bij welke snelheid dit heeft plaatsgevonden. Tijdens dit laboratorium onderzoek wordt er gebruik gemaakt van de grootte indeling volgens tabel 1, voorboorders afkomstig van de Oosterschelde, voor de Grevelingen zijn alleen boorders gebruikt uit de grootste klasse omdat er geen kleine Grevelingen oesterboorders voor handen waren. Het gebruikt van in tegenstelling tot Oosterschelde oesterboorders leven Grevelingen oesterboorders in een gebied waar weinig tot geen stroming is, tijdens deze proef wordt de boorders van beide afkomsten vergeleken. De stroomsnelheden die getest zijn liepen op van 0.00 m/s tot 0.60 m/s (Zie tabel 2).

Deze proef werd uitgevoerd op zand- en schelpsubstraat, zandsubstraat bestaande uit een stalen bak gevuld met substraat uit het zelfde gebied als waar de veldproeven plaatsvonden (figuur 4), deze bak sluit naadloos aan op gelijke hoogte van bodem van de Flume om waterweerstand te beperken. De bodem voor schelpsubstraat bestaande uit een Trespa plaat waar lege oesterschelpen op zijn gekit (figuur 5). Op schelpbodem zijn twee proeven uitgevoerd, op zandbomen maar één door tijdgebrek.



Figuur 4: Testgebied zandsubstraat (LxB 0.60x0.50 m).



Figuur 5: Testgebied schelpsubstraat (LxB 0.60x0.50 m).

De video's zijn geanalyseerd per stroomsnelheid op aantal oesterboorders die kropen en/of losraakten van het substraat. Per substraat en boordertype en grootteklasse zijn de proeven in duplo uitgevoerd.

Tabel 1: Overzicht aantal runs

Substraat:	Aantal runs Oosterschelde (klein middel groot)	Aantal runs Grevelingen (groot)
Zand	2	2
schelp	2	2
passief	3	n.v.t.

Tabel 2: Klasse indeling oesterboorders

Klasse:	Grootte (mm)
Klein	14.0-20.9
Middel	28.0-34.9
groot	42.0-48.9

Tabel 3: Snelheid en tijdsindeling

Tijd (minuten)	Toerental (rpm)	Snelheid (m/s)
0-5	0	0
5-10	55	0.02
10-15	88	0.04
15-20	171	0.10
20-25	307	0.20
25-30	470	0.30
30-35	598	0.40
35-40	729	0.50
40-45	884	0.60

3.3 Passief transport

Om antwoord te geven op de vraag of passief transport optreedt bij een bepaalde stroomsnelheid van het water, werden oesterboorders gestrest door ze in een bekeerglas te doen vervolgens afwisselend koud en warm water aan het bekeerglas toe te voegen. Het doel van het was de oesterboorder zich zo ver mogelijk de schelp in te laten trekken om aanhechting tijdens de passief transport proef te voorkomen. Er zijn oesterboorders uit 3 gelijk opgedeelde grootteklassen van ieder 12 oesterboorders gebruikt (zie tabel 1). Deze gestreste oesterboorders werden willekeurig verdeeld over het testgebied van de Flume. Door middel van GoPro Hero 7 camera's is waargenomen bij welke stroomsnelheid de oesterboorders uit beeld gespoeld zijn.

3.4 Data analyse Flume

3.4.1 Actief transport

Het beeldmateriaal afkomstig van de Flume is geanalyseerd door te kijken of de oesterboorders bewogen, tevens werd er gekeken tijdens dezelfde proeven bij welke snelheid losraken van de oesterboorders optrad. Het aantal is per grootte klasse van de oesterboorders en per snelheid gescoord en omgezet naar percentages, daarnaast werd er genoteerd bij welke stroomsnelheid de oesterboorders met hun voet loskwamen van het substraat, deze data werd vervolgens weer omgezet met een wortelboogsinus formule en geanalyseerd met een ANOVA toets, de resultaten zijn in grafieken weergegeven in hoofdstuk resultaten actief transport. Vervolgens is de kruipactiviteit door middel van het beeldmateriaal geanalyseerd, de kruipactiviteit wordt vastgelegd door de oesterboorders te tellen die tijdens één bepaalde snelheid meer dan een lichaamslengte kruipend aflegt. Het aantal kruipende oesterboorders is vervolgens uitgedrukt in percentages ten opzichte van het totaal aantal oesterboorders in één grote klasse aan het begin van de test.

3.4.2 Passief transport

Het beeldmateriaal afkomstig van de Flume is geanalyseerd door te kijken of de oesterboorders wegrolen en bij welke snelheid het weggrollen van de oesterboorders optrad, dit werd per grootte klasse van de oesterboorders en per snelheid gescoord, deze data werd vervolgens geanalyseerd. De resultaten zijn terug te vinden in hoofdstuk resultaten passief transport.

3.5.0 Veldonderzoek

Tijdens het veldwerk zijn in 6 kooien in de vorm van een hexagoon geplaatst in de Oosterschelde op een (litoraal) oesterperceel (perceel 119), vlak bij Yerseke, oesterboorders geplaatst met buitenom de kooien oesters. Het doel van deze proef was om een verband te kunnen leggen tussen de kruiprichting van de oesterboorder ten opzichte van stroming en voedsel, er werd voornamelijk gekeken of de looprichting van de oesterboorder gerelateerd was aan stroomrichting, voedselaanbod of windrichting.

De bodemstructuur waar de veldproeven hebben plaatsgevonden bestaat voornamelijk uit fijn gruis afkomstig van allerlei soorten schelpdieren die in en rond het testgebied te vinden zijn. De bodem is vrij compact met weinig los materiaal, dit komt voornamelijk door de stroming die het fijne en losse materiaal meevoert, het testgebied is daarom ook slib arm Van der Goes et. al(2009) (Zie appendix 8.9).



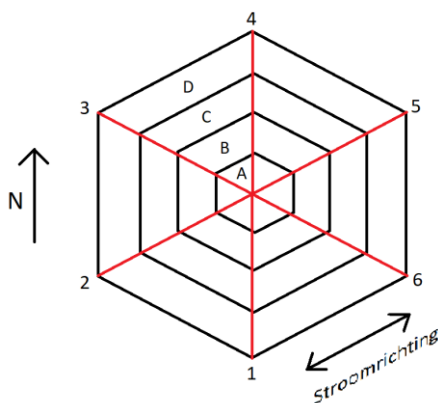
Figuur 6: Locatie veldproeven (in de rode cirkel)



Figuur 7: Locatie veldproeven (met rood aangegeven)

3.5.1 Hexagoon

De hexagoon bestaan uit zeshoekige kooien geplaatst in de litorale zone van de Oosterschelde vlak bij Yerseke. De kooien hebben een diameter van 4 meter en bestaan uit gaas met op de hoeken houten palen om de constructie op zijn plaats te houden. Om data te kunnen verzamelen over de plaats van de oesterboorders in deze kooien worden ze denkbeeldig opgedeeld in 6 punten met ieder 4 vakken (zie afbeelding 6). De 6 punten werden ingemeten door middel van een touw te spannen vanaf het hart van de kooi naar de hoekpunten van de hexagoon, vervolgens zijn elke punt opgedeeld in 4 vakken opvolgend 50 cm evenwijdig aan de overstaande zijde gekeken vanuit het midden van de kooi. Volgens dit raster konden de positie van de oesterboorders gescoord worden en later verwerkt worden in correlatie van oesterpositie, stroom- en windrichting (zie data-analyse).



Figuur 8: indeling hexagoon



Figuur 9: hexagonalen in het veld

3.5.2 Stroming, watertemperatuur en wind

Tijdens de veldproeven was de watertemperatuur, windsnelheid en windrichting bijgehouden om deze factoren mee te kunnen nemen in de data-analyse, daarnaast is op de proeflocatie op verschillende momenten een stromingsmeter geplaatst die de stroomsnelheid en stroomrichting van de eb- en vloedstroom hebben vastgelegd. In de figuur hieronder weergegeven is te zien wanneer de proeven hebben plaatsgevonden, hoelang deze proeven duurden, de windrichting en snelheid, en de watertemperatuur weergegeven.

Tabel 4: Data uitvoering proeven

Datum	Uitzetten stromingsmeter	Water Temperatuur (graden celcius)	Windrichting	Windsnelheid
6/11/2018		9.9	ZZO	6.2
9/11/2018		10.0	Z	6.8
16/11/2018		8.0	O	6.8
23/11/2018		6.1	O	4.5
27/11/2018		6.6	ZZO	7.6
7/12/2018		7.9	W	9.7
11/12/2018		6.2	ZZO	4.6
05/04/2019		10.4	NO	7.0
08/04/2019		10.9	NO	7.8
11/04/2019		10.7	O	6.8
15/04/2019		13.8	NO	7.0
20/04/2019	x	14.5	NW	3.0
24/04/2019	x	14.2	ZZO	7.7
03/05/19	x	12.9	N	8.4
14/05/19	x	13.8	NO	7.0

3.5.3 Oesterboorder classificatie en kleuring

Om de data van dit onderzoek te combineren met data afkomstig van Willemse (2018) was ervoor gekozen om gebruik te maken van dezelfde lengte indeling (de grootste lengte gemeten) van de oesterboorder, de grootte indeling is deels overgenomen van Willemse (2018), voor de grootste klasse is een lengte van en 35.0 tot 41.9 mm aangehouden. Voor de kleinste klasse is afgeweken van het onderzoek van yurre willemse om een nog duidelijker beeld te kunnen scheppen of de lengte van invloed is op het gedrag van de oesterboorder. De klasse indeling overspant een grootte van 6.9 mm van 23.0 tot 34.9 mm, dus deze stap is weer genomen om op een kleine klasse uit te komen van 14.00 tot 20.99 mm.

In totaal werden per proef per kooi 60 oesterboorders uitgezet bestaande uit 30 boorders met een lengte tussen de 35.00 tot 41.99 mm en 30 oesterboorders van 14.00 tot 20.09 mm. Deze oesterboorders werden roze en oranje geverfd om de grootteklasse te kunnen onderscheiden en de boorders makkelijker terug te vinden. Het aanbrengen van de kleur op de oesterboorders werd gedaan op een droog slakkenhuis door ze zonder de diafragma en de buis/geul van de syfon, op een spons doordrenkt met primer te drukken. Nadat de primer gedroogd was werd dezelfde methode herhaald maar met een roze of oranje verf. De geverfde oesterboorders werden uit direct zonlicht op een koele plaats gedroogd totdat er geen verfgeur meer van de oesterboorders af kwam, vervolgens werden ze weer teruggeplaatst in het aquarium totdat ze in het veld uitgezet werden.

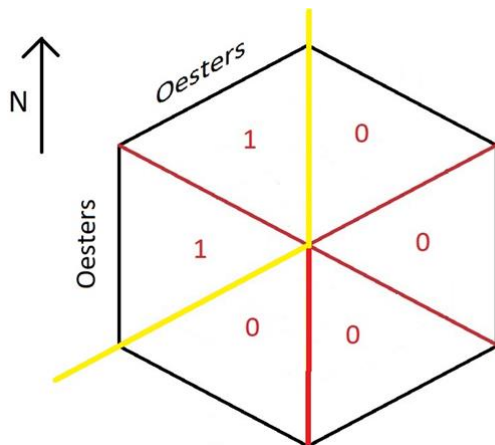
3.5.4 Mobiliteit proef

In het veld bij een watertemperatuur boven de 10 graden Celsius werden de veldproeven gestart, uit voorgaand onderzoek was al data bekend over watertemperaturen beneden de 10 graden Celsius. Er zijn 2 groepen van 30 oesterboorders bestaande uit 2 grootteklasse uitgezet in het midden van de hexagoon, buiten de hexagoon zijn er oesters geplaatst aan twee aangrenzende willekeurige zijdes (bijvoorbeeld zijde 2-1). De proef bleef lopen totdat de windrichting veranderde, met als reden om de invloed van windrichting uit te sluiten van de proef. Wanneer de windrichting veranderde werden de oesterboorders uit de hexagoon gehaald. Doordat de hexagoon was opgedeeld in 6 punten met weer 4 vakken per punt (figuur 8), kon er dus gescoord worden op het aantal oesterboorders per punt per vak en per grootteklasse. Deze data is vervolgens geanalyseerd. In het testgebied werd tevens een stromingsmeter geplaatst om de getijdenstroming (snelheid en richting) over het testgebied te monitoren en mee te nemen in dit onderzoek.

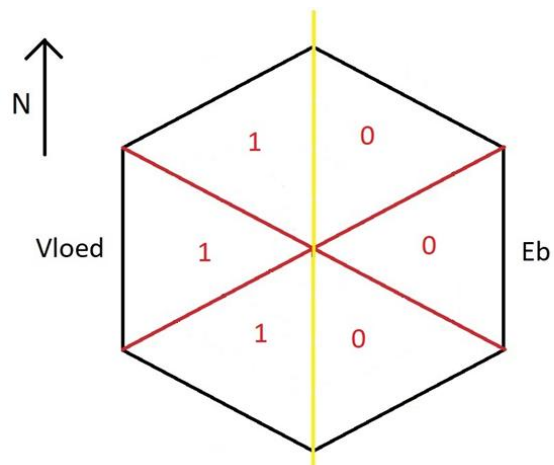
3.5.5 Data-analyse veldonderzoek

De gescoorde data is in Excel ingevoerd, en de data uit dit onderzoek is samen gevoegd worden met de data afkomstig van Willemse (2018). Er is gekeken of er met behulp van binaire scoringsdata (figuur 8 & 9) een verband gelegd kon worden tussen stroomrichting & kruiprichting; voedsel & kruiprichting; en windrichting - kruiprichting. Data kon op grootteklasse, windsnelheid en seizoen gesorteerd worden. Eventuele correlaties zijn getest met een t-test, met een significantie niveau van $\alpha=0.05$.

Om verschillende parameters, zoals wind, stroming, en oesters te vergelijken tussen seizoenen en grootteklasse zijn T-toetsen uitgevoerd om te kijken of er een significant verschil bestaat tussen de twee met elkaar vergeleken parameters. In sommige gevallen voordat de T-toets uitgevoerd kon worden is er een F-toets uitgevoerd omdat de te testen groepen niet even groot zijn, dit komt bijvoorbeeld omdat de oesters zich maar aan 2 van de 6 zijden bevinden, in tegenstelling tot de andere geteste factoren die zich aan 3 van de 6 zijden bevinden.



Figuur 8: Binaire scoring oesters



Figuur 9: Voorbeeld binaire scoring stroming

4.0 Resultaten

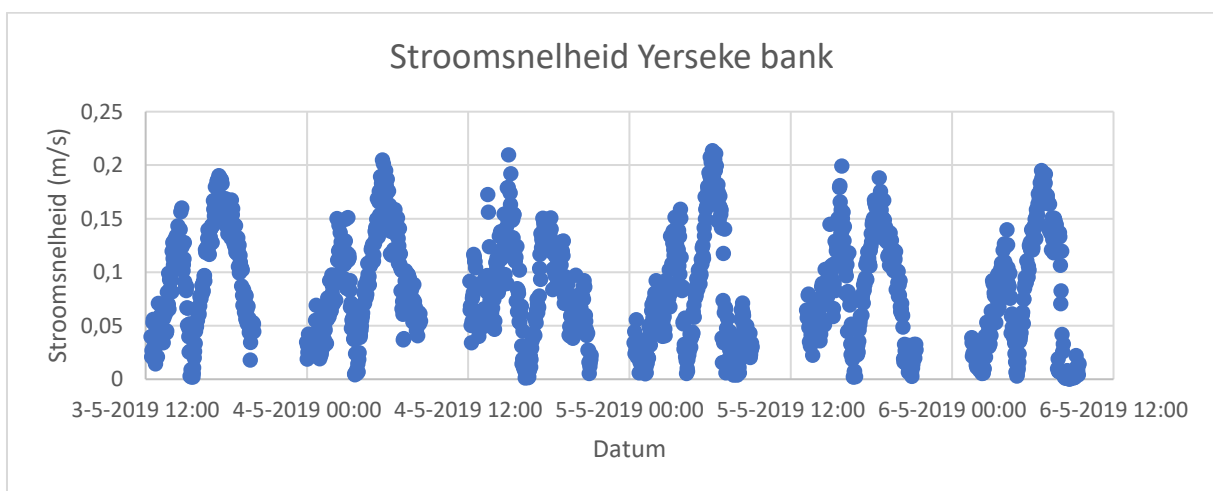
In dit hoofdstuk worden de resultaten van zowel de veldproeven als de labproeven weergegeven. Als eerst zullen de resultaten van het veldonderzoek weergegeven worden met daaronder de labresultaten onderverdeeld in passief en actief transport.

4.1 Veldonderzoek

Hieronder worden de resultaten voor het veldonderzoek weergegeven, in de bijlage staan de tabellen passende bij de statistische toetsen die zijn uitgevoerd.

4.1.1 Stoming Yerseke bank

Tijdens de experimentele periode is een aantal keren een stromingsmeter uitgezet om de snelheid en richting van het getij over het testgebied vast te leggen.

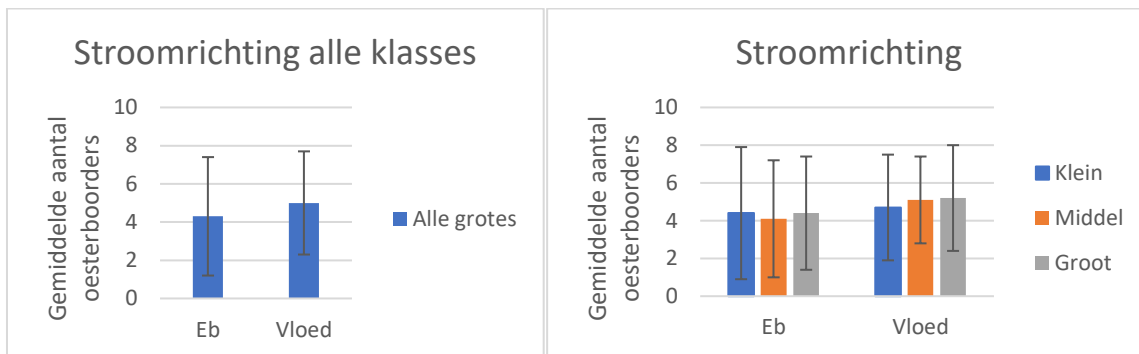


Figuur 10: Figuur geeft de stroomsnelheid weer op de Yerseke bank, de eerste piek is vloedstroom, de tweede piek ebstroom enz. in de periode van 3 tot 6 mei 2019.

In figuur 10 is de stoming over de Yerseke bank te zien. Uit de aantal metingen die zijn uitgevoerd is een gemiddelde stroomsnelheid berekend voor de eb- en vloedstroom. De gemiddelde stroomsnelheid voor vloedstroom is, 0.17 m/s de gemiddelde snelheid voor ebstroom is ongeveer 0.19 m/s.

4.1.2 Invloed van stroming op oesterboorders

Hier worden de resultaten weer gegeven die de invloed van stroming weergeven op de kruiprichting van de Japanse oesterboorder, voor zowel alle groottes gecombineerd, als apart voor klein, middel en grootste klasse.

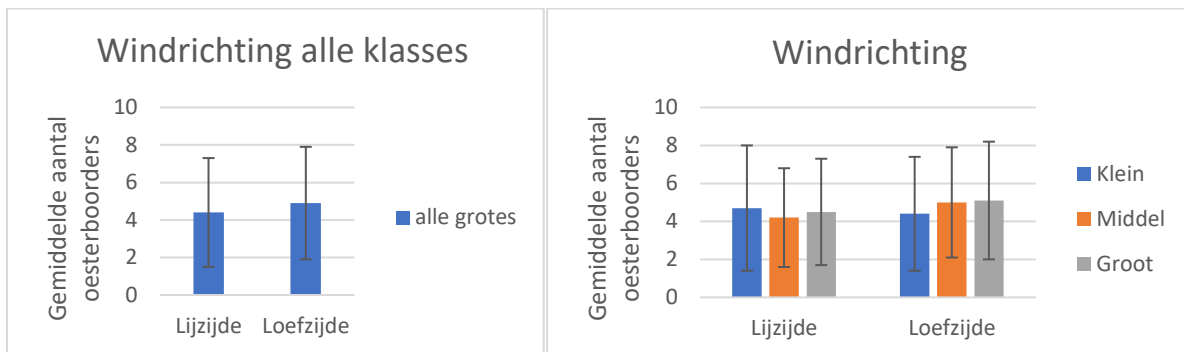


Figuur 11&12: Het gemiddelde aantal oesterboorders aan de eb- en vloedzijde van de kooi. (Sd is aangegeven), alle groottes: eb $n=267$, vloed $n=267$, $p=0.006$; Klein: eb $n=63$, vloed $n=63$, $p=0.64$; Middel: eb $n=72$, vloed $n=72$, $p=0.034$; Groot: eb $n=132$, vloed $n=132$, $p=0.05$.

In figuur 11 is het gemiddelde aantal oesterboorders aan de eb- en de vloedzijde weergegeven en in figuur 12 zijn dezelfde gegevens onderverdeeld in drie grootteklassen. Een T-test wijst uit dat er een significant verschil bestaat tussen het gemiddelde aantal oesterboorders tussen de eb- en vloedzijden ($P<0.05$). Wanneer opgesplitst in de verschillende grootteklassen blijkt er dat er alleen bij de middelste grootteklasse het verschil significant is ($P>0.05$). Voor de kleine ($P=0.64$) en grootste ($P=0.05$) grootteklasse is geen significant verschil gevonden, zie appendix 8.1 tabel 6.

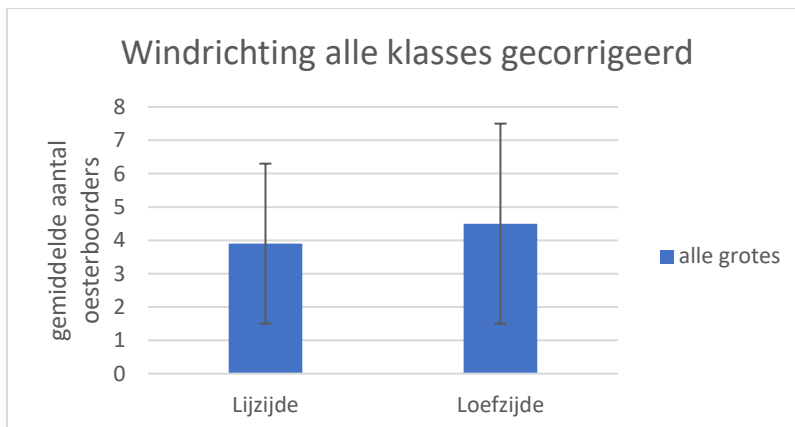
4.1.3 Invloed van wind op oesterboorders

vervolgens worden de resultaten weer gegeven die de invloed van de wind weergeven op de kruiprichting van de Japanse oesterboorder, voor zo wel alle groottes gecombineerd, als de grootteklassen apart (klein, middel en grootste klasse).



Figuur 13&14: Het gemiddelde aantal oesterboorders aan de lij- en loefzijde van de kooi. (Sd is aangegeven), alle grotes: lij $n=267$, loef $n=267$, $p=0.04$; klein: lij $n=63$, loef $n=63$, $p=0.66$; middel: lij $n=72$, loef $n=72$, $p=0.078$; groot: lij $n=132$, loef $n=132$, $p=0.063$.

In figuur 13 is te zien dat er een significant verschil bestaat tussen het gemiddelde aantal oesterboorders uit de gecombineerde grootteklasse aan een lij- en loefzijde ($P<0.05$). Vervolgens zijn de gegevens opgedeeld in de kleine, middel en grootste grootteklasse, in deze resultaten is echter geen significant verschil gevonden, deze resultaten zijn weergegeven in figuur 14, de statistische analyse is in appendix 8.2 tabel 7 weergegeven.

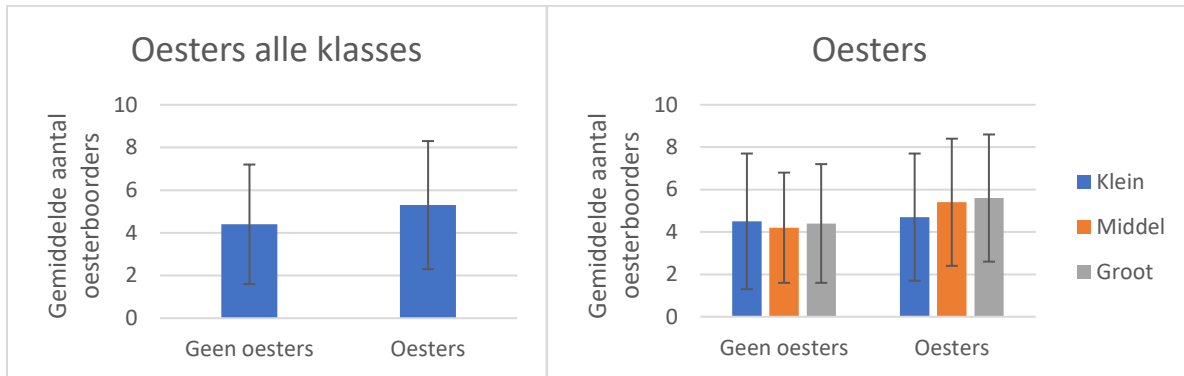


Figuur 15: Het gemiddelde aantal oesterboorders aan de lij- en loefzijde van de kooi, gecorrigeerd voor dubbelingen met stroomrichting. (Sd is aangegeven), lijzijde $n=111$ loefzijde $n=256$ $p=0.08$

Bij sommige gevallen komen de stroming en de wind uit dezelfde richting, wanneer deze data weggelaten wordt uit de resultaten zodat wind los van andere factoren getest wordt, blijkt dat er geen significant verschil bestaat tussen de windrichting en de aanwezigheid van oesterboorders per zijde zie appendix 8.2 tabel 8.

4.1.4 Invloed van oesteraanbod op oesterboorders

De invloed van het oesteraanbod wordt hier weergegeven op de kruiprichting van de Japanse oesterboorder, voor zo wel alle groottes gecombineerd, klein middel en grootste klasse.

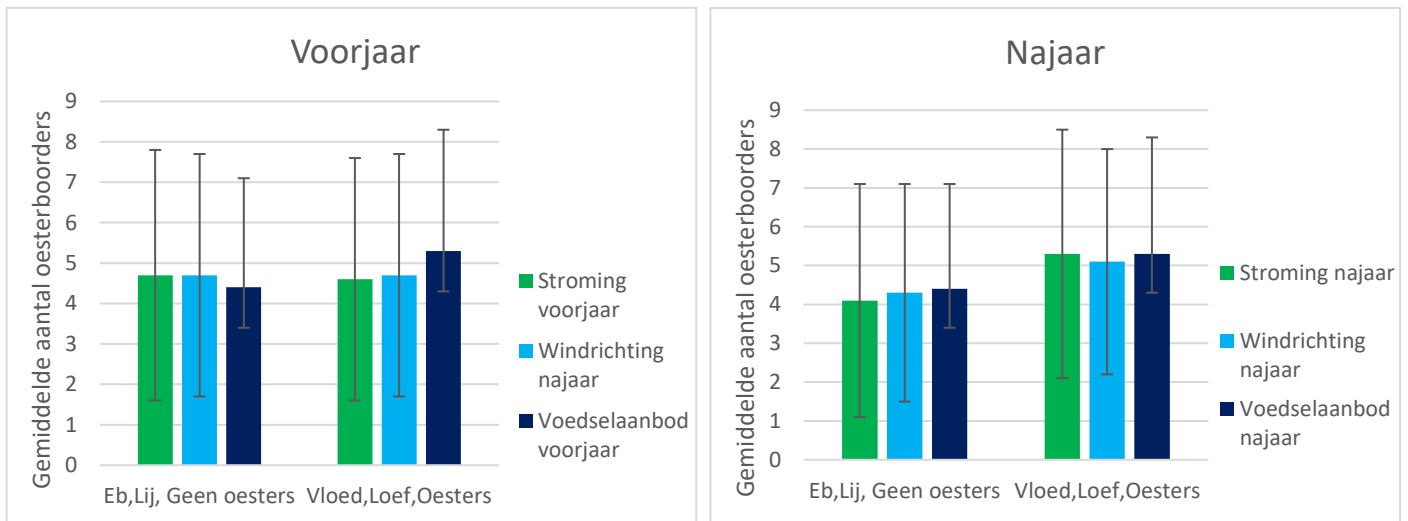


Figuur 16&17: Het gemiddelde aantal oesterboorders aan de oester- en zijde zonder oesters van de kooi. (Sd is aangegeven), alle groottes: geen oester $n=356$, oester $n=178$, $p=0.0004$; klein: geen oester $n=84$, oester $n=42$, $p=0.84$; middel: geen oester $n=96$, oester $n=84$, $p=0.02$; groot: geen oester $n=176$, oester $n=88$, $p=0.001$.

Figuur 16 wijst uit dat er een significant verschil bestaat tussen het gemiddelde aantal oesterboorders uit de gecombineerde grootteklasse. Deze data is opgesplitst in de kleine middelste en grootste klasse in figuur 17 is te zien dat er in de middelste klasse en grootste klasse aan de oester- en geen oester zijde een significant verschil is ($P<0.05$), voor de kleine oesterboorders is geen significant verschil gevonden (zie appendix 8.3).

4.1.5 Invloed van seizoen op oesterboorders

Hier worden de resultaten van de statistische analyses uitgevoerd op alle grootte klassen, de resultaten zijn hieronder weergegeven, er is een onderscheidt gemaakt tussen het voorjaar en najaar om te kijken of er verschillen zitten tussen deze twee situaties.



Figuur 18&19: Figuur 18: effect van seizoen op de variabelen wind, aanwezigheid van oesters en stroming: Eb n=123 Vloed n=123 p=0.76; Lijzijde n=123 Loefzijde n=123 p=0.96; geen oesters n=164 oesters n=82 p=0.43; Figuur 19: effect stroming, windrichting en voedselaanbod in het Najaar: Eb n=144 Vloed n=144 p=0.003; lijzijde n=144 loefzijde n=144 p=0.009; geen oesters n=192 oesters n=96 p=0.006.

De resultaten in figuur 18 wijzen uit dat er alleen in het najaar significante effecten van stroming, windrichting en voedselaanbod gevonden is ($P < 0.05$). In de voorjaars periode (figuur 19) is geen significant effect gevonden op stroming, windrichting en voedselaanbod. Tabel 5 laat het verschil in windsnelheid en watertemperatuur zien tussen het voorjaar en najaar daarnaast worden de toetsen weergegeven in appendix 8.4.

Tabel 5: Temperatuur en windsnelheid voorjaar en najaar tijdens experimenten

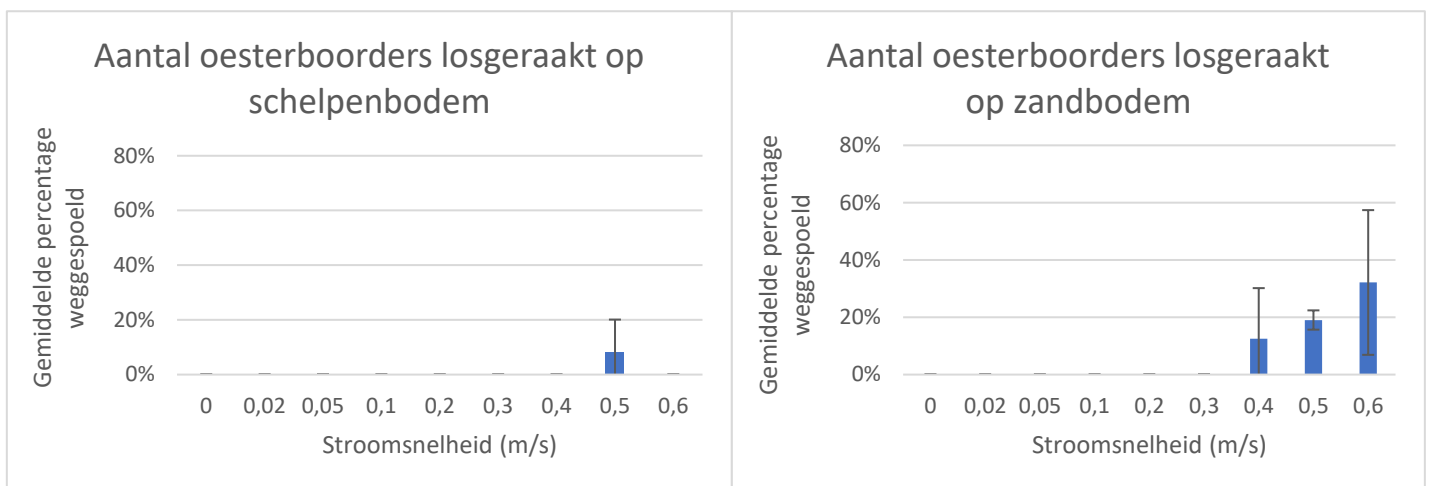
	Voorjaar 5/5/2019- 14/5/2019	Najaar 6/11/2018 - 7/12/2018
Gemiddelde watertemperatuur (graden Celcius)	12.5	7.6
Gemiddelde windsnelheid (meter/seconden)	6.7	6.9

4.2 Resultaten labonderzoek

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het actief- en passief transport onderzoek in de FLUME weergegeven. Met dit onderzoek zijn de effecten van stroomsnelheid op losraken en kruipen (actief transport) en wegspoelen (passief transport). Uit een ANOVA toets uitgevoerd tussen de Grevelingen en Oosterschelde oesterboorders (grootste grootteklasse) is geen significant verschil gevonden voor actief transport. Hoewel in de grafieken wel een trend te zien is

4.2.1 Resultaten Losraken

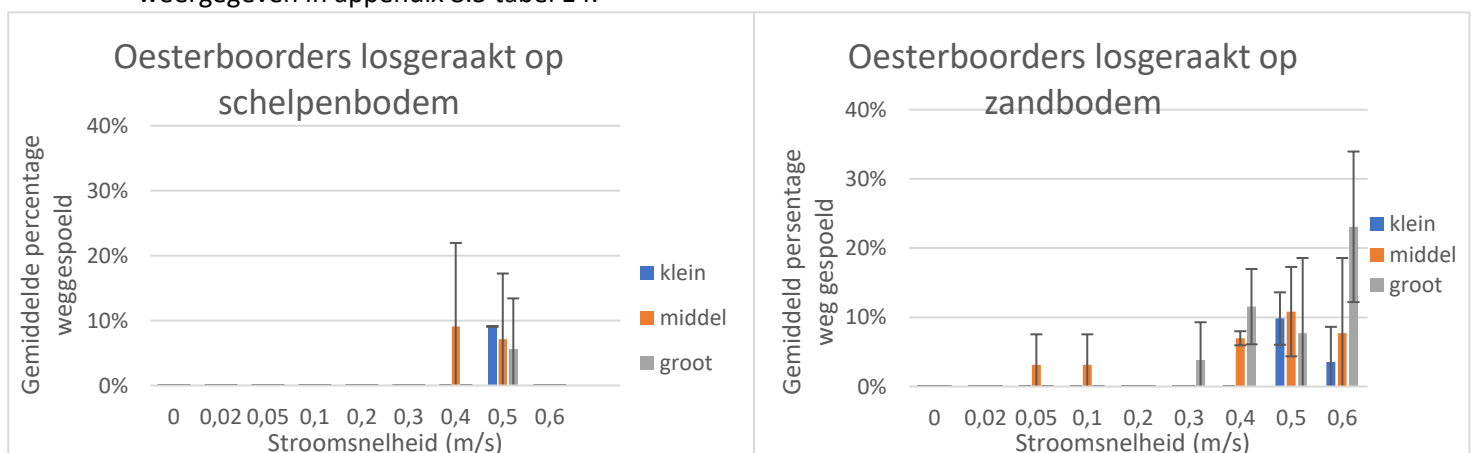
Hieronder zijn de resultaten weergegeven over de maten van losraken van de oesterboorders en procenten weergegeven ten opzichte van de stroomsnelheid van het water in de FLUME.



Figuur 20&21: Het gemiddelde percentage oesterboorders (*O. inornatus*) uit het Grevelingen meer losgeraakt ($n=2$ runs) uitgezet tegen stroomsnelheid op schelpenbodem (figuur 20) en op zandbodem (figuur 21)

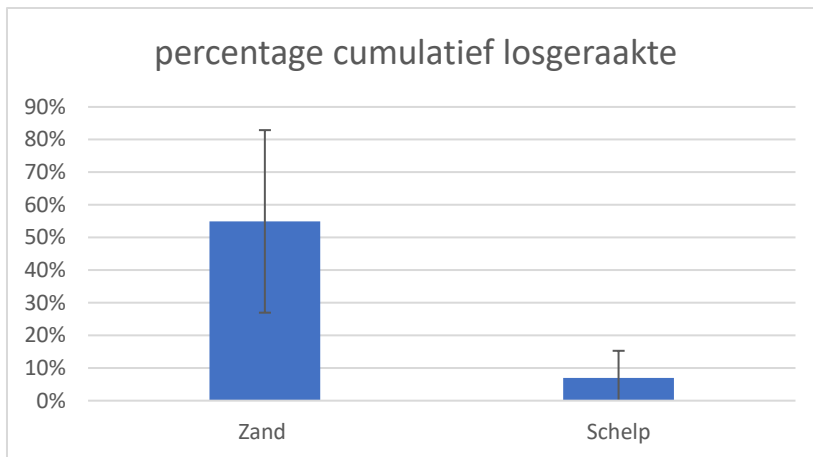
In figuur 20 is te zien dat bij een stroomsnelheid van 0.5 m/s gemiddeld 8% van de Grevelingen oesterboorders op schelpenbodem los zijn geraakt terwijl op zandbodem er vanaf een stroomsnelheid van 0.4 m/s al gemiddeld meer dan 10% losraken (figuur 21), deze data is terug te vinden in appendix 8.5 tabel 12.

Daarnaast is in figuur 21 te zien dat bij een stroomsnelheid van 0.4;0.5 en 0.6 m/s 10% van de Grevelingen oesterboorders op zandbodem zijn losgeraakt, de gegevens analyse hiervan is weergegeven in appendix 8.5 tabel 14.



Figuur 22&23: Het gemiddelde percentage oesterboorders (*O. inornatus*) van verschillende grootteklassen -afkomstig van de Oosterschelde- losgeraakt van schelpenbodem (figuur 22) en op zandbodem (figuur 23) uitgezet tegen de stroomsnelheid.

Figuur 22 geeft het gemiddelde percentage losgeraakte Oosterschelde oesterboorders bestaande uit de klasse klein -middel -groot. Figuur 23 geeft het gemiddelde percentage losgeraakte Oosterschelde oesterboorders bestaande uit de klasse klein- middel- groot, op zandbodem. In figuur 22 is te zien dat op de schelpenbodem de oesterboorders pas beginnen los te raken bij een stroomsnelheid van 0.4 m/s en er geen oesterboorders meer losraken bij 0.6 m/s. in figuur 23 is te zien dat de oesterboorders op zandbodem bij 0.05 m/s beginnen los te raken, de statistische analyse is te zie in appendix 8.3 tabel 15 & 16.

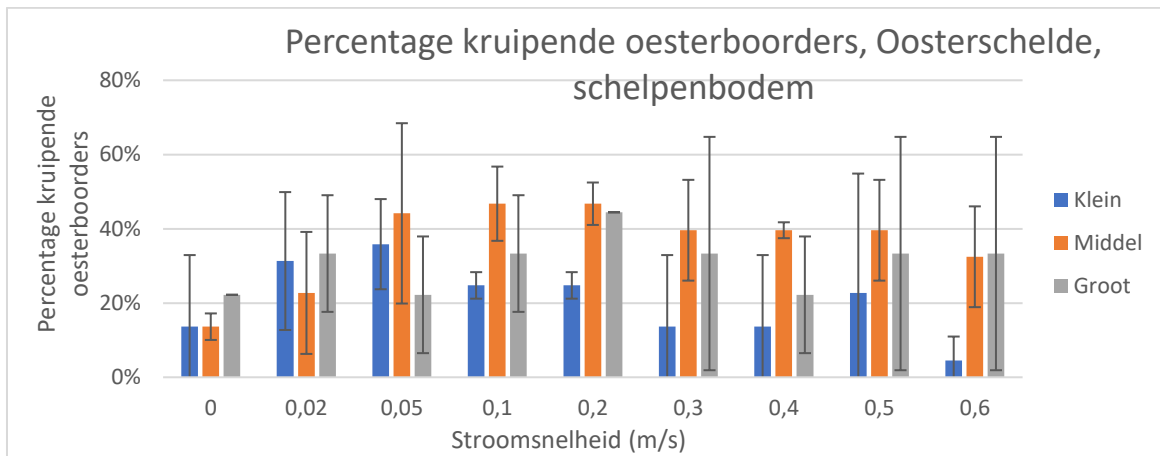


Figuur 23: Het gemiddelde percentage cumulatief losgeraakte oesterboorders (*O. inornatus*) vergelijking zandbodem met schelpbodem. Zandbodem $n=4$ runs, schelpbodem $n=4$ runs, sd is aangegeven, $p=0.014$.

Figuur 28 laat het cumulatieve percentage oesterboorders zien wat losraakt op een zandbodem en op de schelpenbodem. Uit de T-test blijkt dat er een significant verschil bestaat tussen het aantal oesterboorders wat losraakt tussen zandbodem en schelpbodem, de data is weergegeven in appendix 8.5 tabel 17.

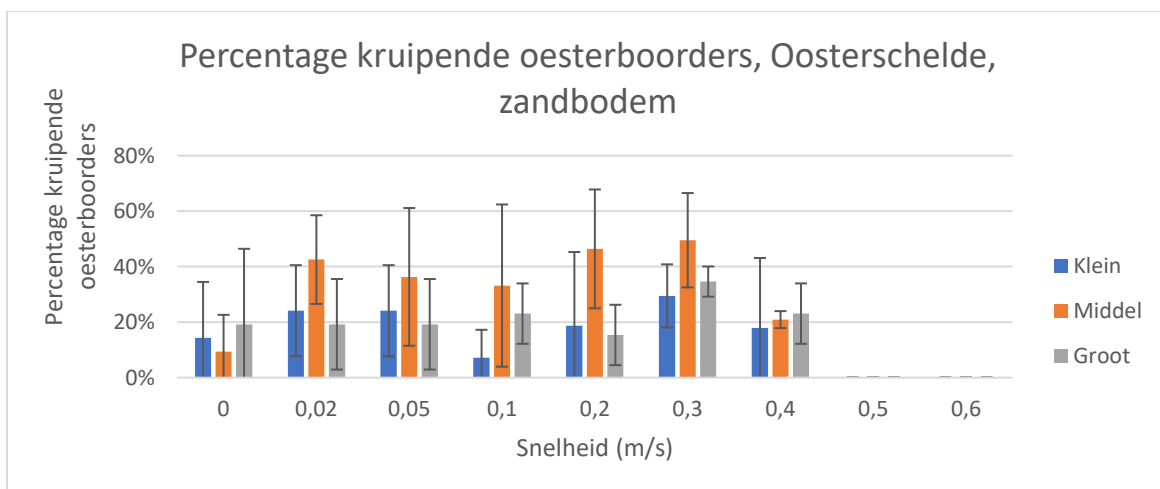
4.2.2 Resultaten kruipen oesterboorder

Vervolgens zijn de resultaten weergegeven bij welke snelheid de oesterboorders nog kruipen uitgedrukt in procenten ten opzichte van de snelheid van het water in de Flume.



Figuur 24: Het gemiddelde percentage oesterboorders (*O. inornatus*) wat kruipt uitgezet tegen stroomsnelheid afkomstig van de Oosterschelde op schelpenbodem.

Figuur 24 laat het kruipgedrag van de oesterboorders uitgedrukt in percentage uitgezet tegen de stroomsnelheid, per grootte klasse. Er is te zien dat bij lage snelheden de oesterboorders minder actief zijn, met de meeste kruipactiviteit rond de 0.1 en 0.2 m/s, daarna neemt de kruipactiviteit langzaam af naarmate de stroomsnelheid toeneemt. Bij de kleinste grootteklasse piekt de kruipactiviteit bij 0.05 m/s en neemt af vanaf 0.1 m/s, zie appendix 8.6 tabel 18.

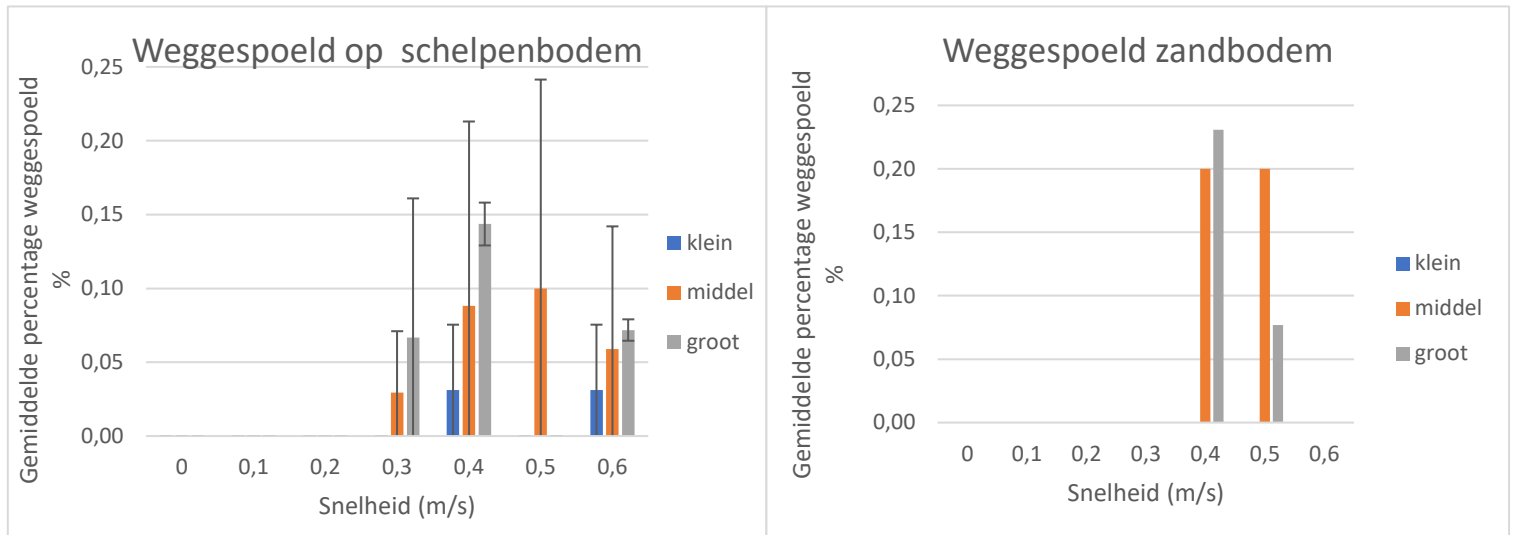


Figuur 25: Het gemiddelde percentage oesterboorders (*O. inornatus*) wat kruipt uitgezet tegen stroomsnelheid afkomstig van de Oosterschelde op zandbodem.

Figuur 25 laat het kruipgedrag van de oesterboorders uitgedrukt in percentage uitgezet tegen de stroomsnelheid, per grootteklasse. Er is te zien dat bij lage snelheden de oesterboorders minder actief zijn, op de 0.02 m/s piekt de kruipactiviteit voor het eerst waarna hij vervolgens afneemt. Vervolgens piekt de kruipactiviteit weer bij een snelheid van 0.3 m/s. vervolgens neemt de kruipactiviteit af tot 0 procent bij een snelheid van 0.5 m/s. Op schelpen substraat kruipen de oesterboorders nog bij een stroomsnelheid van 0.6 m/s terwijl ze op zandsubstraat niet meer kruipen na 0.4 m/s, de gegevens zijn weergegeven in appendix 8.6 tabel 19.

4.3 Resultaten passief transport

Tot slot zijn de resultaten van het passief transport onderzoek uit de FLUME weergegeven, er is geen onderscheidt gemaakt tussen oesterboorders afkomstig van het Grevelingen meer en de Oosterschelde omdat dit onderzoek alleen afhankelijk is van de vorm en het gewicht van de schelp. Figuur 27 heeft geen foutbalken omdat er maar één run heeft plaatsgevonden op de zandbodem.



Figuur 26&27: Het gemiddelde percentage oesterboorders (*O. inornatus*) weggespoeld uitgezet tegen stroomsnelheid op schelpenbodem (figuur 26) $n=2$ standaard deviatie is aangegeven met foutbalken en op zandbodem (figuur 27) $n=1$.

In figuur 26 is het gemiddelde percentage weggespoelde oesterboorders te zien van de verschillende grootteklassen, op zandbodem. In deze grafiek is te zien dat bij een stroomsnelheid van 0,3 m/s de oesterboorders beginnen weg te rollen, weg spoelen, bij een stroomsnelheden van 0,4 en 0,5 m/s stromen de meeste oesterboorders weg (appendix 8.7 tabel 20). Figuur 27 geeft het gemiddelde percentage weggespoelde Oosterschelde oesterboorders bestaande uit de klasse klein- middel -groot, op schelpbodem, de gebruikte data hiervan is weergegeven in appendix 8.7 tabel 21.

5.0 Discussie

5.1 Invloed van oesters op de kruiprichting van de oesterboorder

Het dieet van de Japanse oesterboorder bestaat uit schelpdieren, (Fey et al. 2010). De oesterboorder lijkt een voorkeur te hebben voor jonge Japanse oesters (< 5 cm in lengte) (Babaran 2017). De Japanse oesterboorder detecteert zijn prooi door middel van excretie van chemische stoffen van de oester (Rademakers, 2018).

De voornaamste factor die de kruiprichting van de oesterboorder bepaald is de aanwezigheid van oesters uit de resultaten blijkt dat er een significant verschil bestaat in de gemengde, middel en grootste grootteklasse, echter blijkt er geen significant verschil te bestaan in de kleinste grootteklasse, het vermoeden is dat de kleinste oesterboorders (nog) minder ervaring hebben met het zoeken van voedsel en daarom meer willekeurig kruipen. Daarnaast is het mogelijk dat er te weinig kleine oesterboorders gebruikt zijn om een significant verschil aan te tonen (appendix 8.3 tabel 8). Het is niet mogelijk geweest om een verband te zoeken tussen de aanwezigheid en de invloed van de stroming, hiervoor was te weinig data beschikbaar om valide resultaten aan te kunnen leveren, dit zou in de toekomst echter wel onderzocht moeten worden.

5.2 invloed van wind op de kruiprichting van de oesterboorder

Op basis van literatuur was er verwacht dat de windsnelheid en windrichting weinig tot geen invloed zou hebben op de kruiprichting van de oesterboorder, omdat wind voornamelijk een effect kan hebben tijdens het droogvallen of vlak daarvoor en daarna d.m.v. golfwerking, wat maar korte tijd duurt.

Uit de resultaten blijkt dat bij alle grootte klassen bij elkaar significant meer oesterboorders aan de loefzijde (zijde waar de wind in komt, dus achter de luwte van het hekwerk) van de kooi bevinden. Maar omdat er in de dataset regelmatig dubbelingen zitten waar de wind en stroming uit dezelfde richting komen, zijn deze in een opvolgende analyse verwijderd. Hieruit is gebleken dat er dan geen significant verschil bestaat tussen de invloed van de wind op de oesterboorders. Er kan dus geconcludeerd worden dat wind geen effect heeft op het kruipgedrag van de oesterboorder

Als wind en stroming uit dezelfde richting komen, zou dit versterkend effect kunnen hebben op stroomsnelheid, het is aan te raden om te kijken of er verschil zit tussen het aantal oesterboorders wat effect heeft van alleen stroming tegen het aantal oestersboorders dat effect heeft van zo wel stroming als wind.

5.3 Invloed van stroomsnelheid en substraat op kruipgedrag en passieve verplaatsing op de oesterboorder

Verwacht werd dat de oesterboorders met de richting van de waterstroming mee lopen, mits de excretie van chemische stoffen van de oesters te weinig prikkels geven om in de richting van de oesters te lopen, wanneer het effect van de stroming het effect van de excretie van chemische stoffen door de oesters uit de zelfde richting komen zal dit het effect versterken en wordt naar verwachting een duidelijke kruiprichting waar te nemen. Daarnaast is in gecontroleerde proeven in een stroomgoot aangetoond dat oesterboorders zichzelf bewust in de richting van de stroming bewegen (McKay, 1955), dus dat was ook de verwachting in onderzoek. In de literatuur wordt vermeld dat bijpassief transport de kans op losraking van de oesterboorder afhangt van de ondergrond waar deze zich op bevindt: de oesterboorder zal sneller loslaten van een zandbodem dan van hard substraat (McKay, 1955).

5.3.1 Actief transport

De resultaten laten zien dat bij de gemengde grootteklassen er zich meer oestersboorders aan de vloedzijde bevinden dan aan de eb zijde, dit kan verklaard worden doordat er op de Yerseke bank een gemiddeld sterkere ebstroom (0.19 m/s) bestaat dan de vloedstroom (0.17 m/s). Hoewel het verschil minimaal is, lijkt het toch dat de oesterboorders het pad lijken te volgen van de minste weerstand, dus met de ebstroom mee naar de vloedzijde van de kooi. Wanneer er ook gekeken wordt naar de resultaten van het passief en actief transport onderzoek uitgevoerd in de FLUME dan is de kans op wegspoelen en losraken klein. De oesterboorder heeft een voorkeur voor hard substraat, uit de resultaten is gebleken dat losraken op hard substraat pas optreedt bij een stroomsnelheid van 0.4 m/s. daar in tegen treedt losraking op zacht substraat toe bij 10% van de oesterboorders bij een stroomsnelheid lager dan 0.20 m/s, dus dit vormt maar een kleine kans gezien ten opzichten van de Yerseke bank.

5.3.2 losraken en wegspoelen

Naast deze actieve verspreiding door middel van kruipen, bestaat er ook de mogelijkheid van passieve verspreiding: het verplaatsen van oesterboorders door bijvoorbeeld stroming. Uit gesprekken met Zeeuwse oesterkwekers blijkt dat er bijvoorbeeld veel juveniele oesterboorders tussen Japans bessenwier gevonden worden. Losgeslagen bessenwier kan dus een middel zijn van passieve verspreiding. Tijdens de koudere periodes graaft een deel van de oesterboorder zichzelf in als een soort van "winterslaap", andere individuen gaan inactief door zijn prisma te sluiten en los op de bodem te liggen (McKay, 1955). Wanneer de oesterboorder in actief wordt en los op de bodem ligt heeft stroming vat op het zogenaamd passief transport door middel van weggrollen, er is nog niet onderzocht tot in welke mate dit optreedt (McKay, 1955).

De resultaten laten zien dat op de schelpenbodem de oesterboorders pas beginnen los te raken bij een stroomsnelheid van 0.4 m/s en er geen oesterboorders meer losraken bij 0.6 m/s, het zou kunnen voorkomen dat de sterkere oesterboorders beter bestand zijn tegen hogere stroomsnelheden, maar dat is niet bewezen. op de zandbodem beginnen de oesterboorders bij 0.05 m/s al los te raken.

Losraking van de oesterboorder vindt sneller plaats op zandsubstraat dan op schelpensubstraat, dit kan verklaard worden doordat de voet van de oesterboorder zich op zandsubstraat enkel op losse zandkorrels hecht, deze zandkorrels hebben verder geen hechtend vermogen aan de onderliggende en omringende zandkorrels. Uit literatuur blijkt tevens ook dat de oesterboorder voorkeur heeft voor vast substraat (Buhle et al. 2004), waarschijnlijk om deze reden

Daarnaast is tijdens het uitvoeren van de proeven in de FLUME de oesterboorders geplaatst op een lage bak gevuld met zand afkomstig van de locatie waar de veldproeven plaats hebben gevonden. Zoals te zien op afbeelding 5 is het zand vrij vlak in vergelijking met de schelpen plaat op afbeelding, het reliëf van de schelpenplaat kan er voor zorgen dat er turbulentie van water boven de schelpenplaat optreedt wat er voor kan zorgen dat het effect van de kracht van de stroming boven de schelpen plaat afneemt (Volgens de formule van Mannings)

Uit de resultaten blijkt het gemiddelde percentage oesterboorders bij een stroomsnelheid van 0.3 m/s de oesterboorders beginnen weg te rollen op schelpenbodem, bij een stroomsnelheden van 0.4 en 0.5 m/s stromen de meeste oesterboorders weg. Op zandbodem rollen alleen de middel en grootste oesterboorders weg, met een snelheid van 0.4 en 0.5 m/s.

Uit literatuur blijkt dat door de stroming van het water rond een object een kuil gevormd kan worden rond het object, dit wordt ontgroning kuil genoemd, de diepte van de kuil is ongeveer anderhalf keer de diameter van het object (De Bruyn, 1988). Wanneer er zo een kuil rond een oesterboorder vormt zal deze boorder in de kuil blijven liggen .

Uit de resultaten blijkt dat er meer grote oesterboorders dan kleine weg, dit zou verband kunnen hebben met gewicht/oppervlakte relatie van de oesterboorder, dit is echter niet getest. Dit zou bij vervolgonderzoek mee genomen kunnen worden.

Het is waargenomen dat de kleinste oesterboorders door de spleten tussen de oesterschelpen zitten die op plaat gelijmd zijn komen te liggen en daardoor geen passief transport optreedt, dit kan echter ook in een natuurlijke situatie gebeuren. Oesterboorders zijn geneigd beschutting op te zoeken, mochten de oesterboorders losraken wanneer ze beschut zitten, dan zal in een vergelijkbare situatie in de natuur ook geen passief optreden.

5.3.3 Verschil voorjaar en najaar

Wanneer de dataset gesplitst werd tussen voor- en najaar, bleek dat er in het najaar een significant verschil bestaat tussen de wind, stroming en oesteraanbod, maar dit werd niet gevonden in het voorjaar. Tijdens het voorjaar was de gemiddelde watertemperatuur ook 12.5 graden Celsius, terwijl het in het najaar maar 7.6 graden was. Daarnaast is er in het najaar gebruik gemaakt van volwassen oesters, die een grotere totale biomassa hadden in vergelijking met de totale biomassa aan oesterbroed. Dit kan er voor gezorgd kan hebben dat er tijdens het voorjaar minder excretie van stoffen van de oesters in het water terecht komt wat het oppikken van de chemische signalen die de oesterboorder gebruikt om zijn prooi te vinden lastiger maakt.

Wanneer er gekeken wordt naar verschil in watertemperatuur tussen het voorjaar en najaar wordt er verwacht dat er meer excretie van stoffen van de oester plaatsvindt door hogere metabolisme door hogere watertemperatuur in het voorjaar (McKay, 1955) Hierdoor wordt er verwacht dat de oesterboorder zijn prooi makkelijker in het voorjaar zou vinden, dit blijkt echter niet het geval te zijn, dit kan verklaard worden met het verschil in Biomassa aan oesters wat het oppikken van chemische signalen moeilijker maakt.

Daarnaast is in het voorjaar gebruik gemaakt van volwassen oesters, en in het najaar gebruik gemaakt van oesterbroedjes, literatuur wijst uit dat de voedselvoorkeur van de Japanse oesterboorder uitgaat naar kleinere oesters (<5cm) (Babaran 2017). Daarnaast lag de watertemperatuur hoger in het voorjaar dan in het najaar, wat kan leiden tot een hogere predatie activiteit tijdens het voorjaar.

6.0 Conclusie

In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag door middel van de deelvragen beantwoord, vervolgens worden de antwoorden op deze vragen vertaald naar de beroepspraktijk.

6.1 Antwoord op de deelvragen

De eerste deelvraag die beantwoord gaat worden luidt als volgt:

“Hoe beïnvloed het oesteraanbod, wind en stroming de kruiprichting van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)?”

Oesteraanbod

Oesterboorders kruipen significant meer naar plekken waar oesters zich bevinden, Oesteraanbod heeft dus wel degelijk effect op de kruiprichting van de oesters.

Wind

Er is geen significant verschil gevonden van een wind invloed op de kruiprichting van de oesterboorders.

Stroming

Gemiddeld genomen worden meer oesterboorders gevonden aan de vloedzijde, waardoor ze hoogstwaarschijnlijk door de ebstroom die kant uit geduwd zijn. Op de Yerseke bank is de ebstroom met 0.19 m/s gemiddeld hoger dan de vloedstroom (0.17 m/s) dus de oesters worden met de ebstroom mee geduwd naar de vloedzijde van de kooi.

De tweede deelvraag die beantwoord gaat worden luidt als volgt:

“Hoe beïnvloed stroomsnelheid en substraat het kruipgedrag en passieve verplaatsing van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)?”

Wanneer er puur gekeken wordt naar passief transport (zonder aanhechten van de voet) spoelen de oesterboorders sneller weg op hardere ondergrond dan op zachtere ondergrond, in dit geval een zandbodem. Op een schelpenbodem spoelen ze weg bij 0.3 m/s en op een zandbodem vanaf 0.4 m/s. Ook lijkt het erop dat grote oesterboorders eerder weggrollen dan kleiner formaat oesterboorders, mogelijk zorgt een groter schelp-oppervlak ervoor dat de stroom daar meer vat op heeft.

De maximale gemeten stroomsnelheid op de Yerseke bank was 0.2 m/s, bij deze stroomsnelheid treedt er amper wat wil zeggen dat het aantal oesterboorders wat wegspoelt minimaal is.

Oesterboorders raken sneller los op zandbodem vanaf 0.05 m/s dan op schelpenbodem 0.4 m/s, uit de resultaten blijkt dat bij een stroomsnelheid van 0.2 m/s echter maar 10% van de oesterboorders raakt los op zandbodem bij deze stroomsnelheid.

Over de gehele reeks van geteste stroomsnelheden lijkt meer kruipactiviteit te zijn op schelpenbodem dan op zandbodem.

6.2 Antwoord op de hoofdvraag

Op basis van de antwoorden gegeven op de hoofdvraag beantwoord worden.

de hoofdvraag luidt als volgt:

“Wat is het effect van oesters, stroming, wind en seizoen op de mobiliteit en kruiprichting van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)?”

Deze vraag is als volgt beantwoord:

Samengevat kan gezegd worden dat in de praktijksituatie op de Yerseke bank zo wel aanwezigheid van oesters en stroming, met name ebstroom, een effect heeft op de kruiprichting van de oesterboorder. Wind daar in tegen lijkt weinig van invloed te zijn.

Er kan nog geen conclusie getrokken worden over het effect van watertemperatuur of seizoen op het kruipgedrag van de oesterboorder, vanwege veranderde variabelen in de proefopzet. Aanvullende dataverzameling en analyses zullen hier nodig zijn.

6.3 Vertaling naar de beroepspraktijk

Met deze kennis kunnen er maatregelen getroffen worden om de Japanse oesterboorder te vermijden, verdrijven of weg te houden van de kweekpercelen.

Op de Yerseke bank is de maximale stroomsnelheid niet veel hoger dan 0.2 m/s, dus zal er weinig passief transport plaatsvinden in de vorm van rolverplaatsing. Op percelen waar het overgrote deel uit zandsubstraat bestaat, zullen ook bij stroomsnelheden onder de 0.2 m/s oesterboorders los kunnen raken, echter op basis van de proeven uit dit onderzoek raakt gemiddeld maar 10% los.

Omdat er is gebleken dat kruipactiviteit lager is op zandsubstraat, kan het een mogelijkheid zijn om hardsubstraat te verwijderen of een zandrand aan te leggen als barrière rond het perceel, zodat het moeilijker voor de oesterboorders wordt het perceel op te komen.

Met de wetenschap dat oesterboorders bewust richting de oesters kruipen, kan er gedacht worden om deze zandrand regelmatig schoon te vissen van oesterboorders. En met de kennis dat de oesterboorders zichzelf met de stroom mee bewegen vooral schoon te vissen aan de zijdes waar de stroming het perceel op en af stroomt. Denk hierbij ook aan aanliggende percelen die zich in de zelfde stroomrichting bevinden als uw eigen perceel waar eventueel veel oesterboorders bevinden.

Deze potentiële maatregelen kunnen bijdragen om het kweekrendement van de oesterpercelen te verhogen.

7.0 Aanbeveling

In sommige gevallen was er te weinig data beschikbaar over de aanwezigheid van oesters om deze te kunnen vergelijken met bijvoorbeeld de invloed van stroming. De oorzaak daarvan is dat er per kooi maar gekeken is naar het aantal oesters aan twee zijdes van de kooi, tegenover 3 zijdes van de kooi waar stroming op getest is. Hierdoor is er soms geen significant verschil gevonden in de resultaten die er misschien wel was.

Gedurende dit onderzoek is er gebruik gemaakt van twee data sets, namelijk data set van het voorjaar en data set van het najaar, tussen deze datasets zit een verschil in de grootte van de oesterboorders die gebruikt zijn, dit kan gevolgen hebben gehad voor de resultaten. In de toekomst zal er gekozen kunnen worden voor maar één grootte aan oesterboorders, omdat er in het veldonderzoek weinig verschil is gevonden tussen de verschillende grootteklassen.

Ook zou het van belang kunnen zijn om bij alle proeven evenveel biomassa aan oesters te gebruiken. Hierdoor kan 100% uitgesloten worden dat er een verschil in excretie zit van stoffen afkomstig van de gebruikte oesterboorders gedurende de proeven.

8.0 Appendix

8.1 Invloed van stroming op oesterboorders

Tabel 6: T-toets, Eb vs Vloed, Alle grootteklassen, klein, middel, groot

T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden								
	alle grootteklassen		Klein		Middel		Groot	
	<i>Eb</i>	<i>Vloed</i>	<i>Eb</i>	<i>Vloed</i>	<i>Eb</i>	<i>Vloed</i>	<i>Eb</i>	<i>Vloed</i>
Gemiddelde	4.318352	5.048689	4.666667	4.396825	5.069444	4.111111	5.219697	4.393939
Variantie	7.202782	9.843485	12	7.791603	9.502152	5.4241	9.058235	7.965765
Waarnemingen	267	267	63	63	72	72	132	132
Pearson-correlatie	-0.32866		-0.03948		0.05188		-0.40388	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0		0		0		0	
Vrijheidsgraden	266		62		71		131	
T- statistische gegevens	-2.51134		0.47241		2.159356		1.941212	
P(T<=t) eenzijdig	0.00631		0.319146		0.017101		0.02719	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.650602		1.669804		1.6666		1.656569	
P(T<=t) tweezijdig	0.01262		0.638293		0.034202		0.05438	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1.968922		1.998972		1.993943		1.978239	

8.2 Invloed van wind op oesterboorders

Tabel 7: T-toets, Loefzijde vs Lijzijde, Alle grootteklassen, Klein, Middel, Groot, Gecorrigeerd alle grootteklassen

T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden										
	Alle grootteklassen		Klein		Middel		Groot		Gecorrigeerd alle grootteklassen	
	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>
Gemiddelde per zijde	4.434457	4.932584	4.650794	4.412698	4.180556	5	4.469697	5.143939	3.945946	4.464844
Variantie	8.209034	8.9804	10.84383	8.955965	6.769757	8.28169	7.808235	9.330268	5.706143	9.081112
Waarnemingen	267	267	63	63	72	72	132	132	111	256
Pearson-correlatie	0.033198		0.06396		-0.01129		0.003645			
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0		0		0		0		0	
Vrijheidsgraden	266		62		71		131		261	
T- statistische gegevens	-1.99659		0.43891		-1.78226		-1.87459		-1.76045	
P(T<=t) eenzijdig	0.023444		0.331126		0.039491		0.031538		0.039752	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.650602		1.669804		1.6666		1.656569		1.650713	
P(T<=t) tweezijdig	0.046889		0.662252		0.078982		0.063076		0.079504	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1.968922		1.998972		1.993943		1.978239		1.969095	

8.3 Invloed van oesters op oesterboorders

Tabel 8: F-toets, Geen oesters vs Oesters, Alle grootteklassen, Klein, Middel, Groot

F-toets: twee steekproeven voor varianties								
	Alle grootteklassen		Klein		Middel		Groot	
	<i>geen oesters</i>	<i>oesters</i>	<i>geen oester</i>	<i>Oesters</i>	<i>geen oester</i>	<i>Oesters</i>	<i>geen oester</i>	<i>Oesters</i>
Gemiddelde	4.370787	5.308989	4.511905	4.571429	4.208333	5.354167	4.392045	5.636364
Variantie	8.121285	9.141275	10.30106	9.12892	6.503509	9.212323	8.033994	8.946708
Waarnemingen	356	178	84	42	96	48	176	88
Vrijheidsgraden	355	177	83	41	95	47	175	87
F	0.888419		1.128399		0.705958		0.897983	
P(F<=f) eenzijdig	0.176547		0.340211		0.076619		0.273246	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	0.810542		1.596679		0.669521		0.742758	
F test P> alfa 0.05 dus gelijke variantie								

Tabel 9: T-toets, Geen oesters vs Oesters, Alle grootteklassen, Klein, Middel, Groot

T-toets: twee steekproeven met gelijke varianties								
	Alle grootteklassen		Klein		Middel		Groot	
	<i>Geen oesters</i>	<i>Oesters</i>	<i>geen oester</i>	<i>Oesters</i>	<i>geen oester</i>	<i>Oesters</i>	<i>geen oester</i>	<i>Oesters</i>
Gemiddelde	4.370787	5.308989	4.509259	4.666667	4.208333	5.354167	4.392045	5.636364
Variantie	8.121285	9.141275	9.055988	15.29412	6.503509	9.212323	8.033994	8.946708
Waarnemingen	356	178	108	18	96	48	176	88
Gepaarde variatie	8.460642		9.911216		7.400088		8.337071	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0		0		0		0	
Vrijheidsgraden	532		124		142		262	
T- statistische gegevens	-3.51366		-0.19639		-2.38275		-3.30081	
P(T<=t) eenzijdig	0.00024		0.422312		0.009254		0.000549	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.647723		1.657235		1.655655		1.65069	
P(T<=t) tweezijdig	0.00048		0.844625		0.018508		0.001098	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1.964433		1.97928		1.976811		1.96906	

8.4 Invloed van seizoen op oesterboorders

Tabel 10: T-toets, Eb vs Vloed, Lijzijde vs Loefzijde, Oesters vs Geen oesters, getest op alle grootteklassen in het najaar

T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden						
	Alle grootteklassen					
	<i>Eb</i>	<i>Vloed</i>	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>	<i>Geen oesters</i>	<i>Oesters</i>
Gemiddelde	5.3125	4.055556	4.229167	5.138889	4.359375	5.333333
Variantie	9.894668	5.675214	7.77229	8.176379	7.393734	9.129825
Waarnemingen	144	144	144	144	192	96
Pearson-correlatie	-0.07979		-0.07946		7.970407	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0		0		0	
Vrijheidsgraden	143		143		286	
T- statistische gegevens	3.68372		-2.63105		-2.75988	
P(T<=t) eenzijdig	0.000163		0.004723		0.003078	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.655579		1.655579		1.650199	
P(T<=t) tweezijdig	0.000325		0.009445		0.006156	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1.976692		1.976692		1.968293	

Tabel 11: T-toets, Eb vs Vloed, Lijzijde vs Loefzijde, Oesters vs Geen oesters, getest op alle grootteklassen in het voorjaar

T-toets: twee gepaarde steekproeven voor gemiddelden						
	Alle grootteklassen					
	<i>Eb</i>	<i>Vloed</i>	<i>Lijzijde</i>	<i>Loefzijde</i>	<i>Geen oesters</i>	<i>Oesters</i>
Gemiddelde	4.739837	4.626016	4.674797	4.691057	4.384146	5.280488
Variantie	9.685859	8.875383	8.680261	9.887378	9.023305	9.266034
Waarnemingen	123	123	123	123	164	82
Pearson-correlatie	0.100811		-0.06579		9.103883	
Schatting van verschil tussen gemiddelden	0		0		0	
Vrijheidsgraden	122		122		244	
T- statistische gegevens	0.308975		-0.04054		-2.19645	
P(T<=t) eenzijdig	0.378934		0.483864		0.0145	
Kritiek gebied van T-toets: eenzijdig	1.657439		1.657439		1.651123	
P(T<=t) tweezijdig	0.757868		0.967728		0.029001	
Kritiek gebied van T-toets: tweezijdig	1.9796		1.9796		1.969734	

Tabel 12: F-toets, Oesters vs Geen oesters, najaar en voorjaar

F-toets: twee steekproeven voor varianties				
	Najaar		Voorjaar	
	<i>geen oesters</i>	<i>oesters</i>	<i>geen oesters</i>	<i>Oesters</i>
Gemiddelde	4.359375	5.333333	4.384146	5.280488
Variantie	7.393734	9.129825	9.023305	9.266034
Waarnemingen	192	96	164	82
Vrijheidsgraden	191	95	163	81
F	0.809844		0.973804	
P(F<=f) eenzijdig	0.111471		0.436621	
Kritisch gebied van F-toets: eenzijdig	0.7521		0.734966	
F test P> alfa 0.05 dus gelijke variantie				

8.5 Aantal oesterboorders losgeraakt op schelpen- en zandbodem

Tabel 13: Percentage losgeraakte Grevelingenboorders op schelpsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde losgeraakt %
Grevelingen	schelpen	0	0
Grevelingen	schelpen	0.02	0
Grevelingen	schelpen	0.05	0
Grevelingen	schelpen	0.1	0
Grevelingen	schelpen	0.2	0
Grevelingen	schelpen	0.3	0
Grevelingen	schelpen	0.4	0
Grevelingen	schelpen	0.5	0.083333333
Grevelingen	schelpen	0.6	0

Tabel 14: Percentage losgeraakte Grevelingenboorders op zandsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde losgeraakt %
Grevelingen	zand	0	0
Grevelingen	zand	0.02	0
Grevelingen	zand	0.05	0
Grevelingen	zand	0.1	0
Grevelingen	zand	0.2	0
Grevelingen	zand	0.3	0
Grevelingen	zand	0.4	0.125
Grevelingen	zand	0.5	0.19047619
Grevelingen	zand	0.6	0.321428571

Tabel 15: Percentage losgeraakte Oosterscheldeboorders op zandsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde losgeraakt %		
			Klein	Middel	Groot
Oosterschelde	zand	0	0	0	0
Oosterschelde	zand	0.02	0	0	0
Oosterschelde	zand	0.05	0	0.03125	0
Oosterschelde	zand	0.1	0	0.03125	0
Oosterschelde	zand	0.2	0	0	0
Oosterschelde	zand	0.3	0	0	0.038462
Oosterschelde	zand	0.4	0	0.069712	0.115385
Oosterschelde	zand	0.5	0.098214	0.108173	0.076923
Oosterschelde	zand	0.6	0.035714	0.076923	0.230769

Tabel 16: Percentage losgeraakte Oosterscheldeboorders op schelpsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde losgeraakt %		
			Klein	Middel	Groot
Oosterschelde	schelp	0	0	0	0
Oosterschelde	schelp	0.02	0	0	0
Oosterschelde	schelp	0.05	0	0	0
Oosterschelde	schelp	0.1	0	0	0
Oosterschelde	schelp	0.2	0	0	0
Oosterschelde	schelp	0.3	0	0	0
Oosterschelde	schelp	0.4	0.090909	0.090909	0
Oosterschelde	schelp	0.5	0	0.071429	0.055556
Oosterschelde	schelp	0.6	0	0	0

Tabel 17: percentage cumulatief weggespoelde oesterboorders

	Substraat	
	Zand	Schelp
cumulatief wegspoelen %	0.55	0.07

8.6 Resultaten kruipen oesterboorder

Tabel 18: Percentage kruipende Oosterscheldeboorders op schelpsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde kruipen %		
			Klein	Middel	Groot
Oosterschelde	schelp	0	0.136364	0.136364	0.222222
Oosterschelde	schelp	0.02	0.313131	0.227273	0.333333
Oosterschelde	schelp	0.05	0.358586	0.441558	0.222222
Oosterschelde	schelp	0.1	0.247475	0.467532	0.333333
Oosterschelde	schelp	0.2	0.247475	0.467532	0.444444
Oosterschelde	schelp	0.3	0.136364	0.396104	0.333333
Oosterschelde	schelp	0.4	0.136364	0.396104	0.222222
Oosterschelde	schelp	0.5	0.227273	0.396104	0.333333
Oosterschelde	schelp	0.6	0.045455	0.324675	0.333333

Tabel 19: Percentage kruipende Oosterscheldeboorders op zandsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde kruipen %		
			Klein	Middel	Groot
Oosterschelde	zand	0	0.142857	0.09375	0.192308
Oosterschelde	zand	0.02	0.241071	0.425481	0.192308
Oosterschelde	zand	0.05	0.241071	0.362981	0.192308
Oosterschelde	zand	0.1	0.071429	0.331731	0.230769
Oosterschelde	zand	0.2	0.1875	0.463942	0.153846
Oosterschelde	zand	0.3	0.294643	0.495192	0.346154
Oosterschelde	zand	0.4	0.178571	0.209135	0.230769
Oosterschelde	zand	0.5	0	0	0
Oosterschelde	zand	0.6	0	0	0

8.7 Resultaten passief transport

Tabel 20: Percentage weggespoelde oesterboorders op schelpsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde wegspoelen %		
			Klein	Middel	Groot
Nvt	schelp	0	0.00	0.00	0.00
Nvt	schelp	0.1	0.00	0.00	0.00
Nvt	schelp	0.2	0.00	0.00	0.00
Nvt	schelp	0.3	0.00	0.03	0.07
Nvt	schelp	0.4	0.03	0.09	0.14
Nvt	schelp	0.5	0.00	0.10	0.00
Nvt	schelp	0.6	0.03	0.06	0.07

Tabel 21: Percentage weggespoelde oesterboorders op zandsubstraat

Herkomst	Substraat	Stroomsnelheid (m/s)	Gemiddelde wegspoelen %		
			Klein	Middel	Groot
Nvt	zand	0	0.00	0.00	0.00
Nvt	zand	0.1	0.00	0.00	0.00
Nvt	zand	0.2	0.00	0.00	0.00
Nvt	zand	0.3	0.00	0.00	0.00
Nvt	zand	0.4	0.00	0.20	0.23
Nvt	zand	0.5	0.00	0.20	0.08
Nvt	zand	0.6	0.00	0.00	0.00

8.9 Afbeeldingen substraat Yerseke bank



Figuur 28: Substraat Yerseke bank 1



Figuur 29: Substraat Yerseke bank 2



Figuur 30: Substraat Yerseke bank 3

9.0 Referenties

A. Rademakers, (2018) "Onderzoek naar de voedselvoorkeur van de Japanse oesterboorder (*Ocenebrellus inornatus*)".

Abuzyarov Z.K. (1981). "Sea wave and its forecasting." 165 pp. [Parameters of sea wind waves are examined, and static methods are given to forecast sea perturbation, depending on certain factors]

Babaran, Dara. (2017). "Japanese Oyster Drill Prey Preference".

Buhle ER, Margolis M, Ruesink JL (2004) "Bang for the Buck: Cost-Effective Control of Invasive Species with Different Life Histories", Washington, D.C.

De Bruyn, C.A. (1988) "Erosie rond platformpoten ten gevolge van stroom en brekende golven"

Didderen, K, and A Gittenberger. 2013. "Distribution and Risk Analysis of the American and Japanese Oyster Drill".

Dubbeldam. M. (2018) "Mobiliteit van de Japanse oesterboorder".

Eissinger A (2009) Marine Invasive Species Identification Guide: For the Puget Sound area, Puget Sound Marine Invasive Species Volunteer Monitoring Program (MISM). Publication number: PSP09-02

F. Fey, A.M. van den Brink, J.W.M. Wijsman, O.G. Bos (2010) "Risk assessment on the possible introduction of three predatory snails (*Ocenebrellus inornatus*, *Urosalpinx cinerea* , *Rapana venosa*) in the Dutch Wadden Sea "

Faasse MA, Ligthart M (2009) "American (*Urosalpinx cinerea*) and Japanese oyster drill (*Ocenebrellus inornatus*) (Gastropoda: Muricidae) flourish near shellfish culture plots in The Netherlands". Aquatic Invasions 4:321-326

Garcia-Meunier P, Martel C, Trichet C (2003) "Comparisons of Demographic Features of an Invasive Species, *Ocenebrellus inornatus*, versus an Indigenous Species, *Ocenebra erinacea*", University of La Rochelle. Proceedings of the Third International Conference on Marine Bioinvasions, La Jolla, California, March 16-19, 2003:43

Global-Invasive-Species-Database (2007) *Ceratostoma inornatum* (mollusc). Available at <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1185&fr=1&sts=&lang=EN> 02/09/09

Jørgen Lützen, Marco Faasse,, Adriaan Gittenberger, Henrik Glenner en Erik Hoffmann. (2011). "The Japanese oyster drill *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae), introduced to the Limfjord, Denmark "

Martel C, Guarini JM, Blanchard G, Sauriau PG, Trichet C, Robert S, Garcia-Meunier P (2004) Invasion by the marine gastropod *Ocenebrellus inornatus* in France. III. "Comparison of biological traits with the resident species *Ocenebra erinacea*" . Marine Biology 146:93-102

McCoy. L. (2009) "Ruesink Lab: Oyster Drills." Geraadpleegd op 28/02/2019. <http://dept.washington.edu/jlr/lab/oysterdrills.php>

McKay. D. , Farley. J.L, (1955) "Critical Review of Biology and Control of Oyster Drills *UROSALPINX* and *EUPLEUR*"

NOV. 2016. Plan van Aanpak Oesterproblematiek 2016-2018.

Smaal, A C, P Kamermans, T M Van Der Have, and Bureau Waardenburg. 2015. "*Feasibility of Flat Oyster (Ostrea Edulis L.) Restoration in the Dutch Part of the North Sea*". (February): 1–58.

Terry David Richardson (1990) "*Factors Affecting the Foraging Ecology of the Rock Snail Stramonita Haemastoma*". Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College

Trussell G.C (1997) "*Phenotypic plasticity in the foot size of an intertidal snail*" Department of Zoology, University of New Hampshire, Durham, New Hampshire 03824, and School of Marine Science, Virginia Institute of Marine Science, College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia 23062

Van der Goes en Groot: D.J. van der Goes, J.P.C. van der Goes "*Geomorfologische Kartering Westerschelde 2009*" (2009)

Wageningen University & Research. (2018). Visserij in cijfers: Aanvoer Japanse oesters stabiliseert, aanvoer platte oesters neemt toe. Geraadpleegd op juli 4, 2018. <https://agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2526&themaID=2857&indicatorID=2881§orID=2864>

Yurre Willemse (2018). "De invloed van stroming, wind en oesterplaatsing op oesterboorder verplaatsing"