Passagecheck Zeeland 2023

Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Dekker en De Piet voor glasaal en driedoornige stekelbaars

Maurice Kooiman, Ivanka Spruijt & Sanne Ploegaert





RAVON

Passagecheck Zeeland - 2023

Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Dekker en De Piet voor glasaal en driedoornige stekelbaars

Provincie Zeeland

WaterschapScheldestromen

RAVON

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Colofon

Status uitgave:	Definitief
Datum uitgave:	16-01-2024
Titel:	Passagecheck Zeeland - 2023
Subtitel:	Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Dekker en De Piet voor glasaal en driedoornige stekelbaars
Wijze van citeren:	Kooiman, M., I. Spruijt & S. Ploegaert, 2023. Passagecheck Zeeland – 2023. Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Dekker en De Piet voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2023.042-2023.
Foto's omslag:	Arthur de Bruin
Aantal pagina's incl. bijlagen:	44
Projectnummer:	2023.042-2023
Projectleiding:	Maurice Kooiman
Rapportage:	Maurice Kooiman, Ivanka Spruijt & Sanne Ploegaert
Kwaliteitsborging:	Sanne Ploegaert
Met medewerking van:	Arthur de Bruin, Eva Willebrands, Jeroen Tummers, Jisk van den Ende, Loek Bijl, Martijn Schiphouwer, Mick Vos, Nymfe van Boekel, Rens Cronau
Opdrachtgever:	Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, Rijkswaterstaat Zee & Delta
Akkoord voor uitgave:	Sanne Ploegaert

© 2023 Stichting RAVON, Nijmegen

Inhoud

1 Inleiding 6

2 Methode 7
2.1 Onderzoekslocaties 7
2.1.1 Aalgoot Dekker 9
2.1.2 Vispassage De Piet 11
2.2 Onderzoeksopzet 12
2.2.1 Merkprocedure 13
2.2.2 Aanbod 14
2.2.3 Doortrekefficiëntie 16
2.3 Onderzoeksperiode 17
2.4 Prestatie index 18

3 Resultaten 19
3.1 Aanbod 19
3.1.1 Dekker – glasaal en driedoornige stekelbaars 19
3.1.2 De Piet – driedoornige stekelbaars 19
3.2 Doortrekefficiëntie 21
3.2.1 Dekker - glasaal 21
3.2.1 De Piet – driedoornige stekelbaars 21
3.3 Verblijftijd 22
3.3.1 Dekker - glasaal 22
3.3.2 De Piet – driedoornige stekelbaars 23
3.4 Knel- en verbeterpunten + aanbevelingen 24
3.4.1 Aalgoot Dekker 24
3.4.2 Vispassage De Piet 29
3.4.3 Habitat Dekker 33
3.4.4 Habitat De Piet 34

4 Conclusies 36
4.1 Dekker 36
4.2 De Piet 38

5 Dankwoord 39

6 Literatuur 40

Bijlage 1: Berekening populatieschattingen onderzoeksperiode en seizoen 42

Bijlage 2: Berekening betrouwbaarheid populatieschattingen 43

1 Inleiding

Migratiebarrières op zout-zoetovergangen, zoals sluizen en gemalen, zijn één van de oorzaken voor de sterke achteruitgang van aal (Anguilla anguilla). Jonge aal (glasaal) trekt vanuit zee naar de opgroeigebieden in het zoete water. Mede voor deze soort worden daarom vismigratievoorzieningen aangebracht bij migratiebarrières. Ook voor de migrerende vorm van de driedoornige stekelbaars (Gasterosteus aculeatus) zijn goed werkende vispassages cruciaal om vanaf zee hun paaigebieden in het achterland te bereiken.

Na de aanleg van vismigratievoorzieningen is het essentieel om de efficiëntie ervan te testen. Dit kan via een 'Passagecheck'. Dit concept omvat een merk-terugvangst experiment waarbij glasaal en driedoornige stekelbaars worden gemerkt met een fluorescente VIE-tag (Visible Implant Elastomer). Terugvangsten geven inzicht in het actuele aanbod van deze soorten, welk aandeel de vismigratievoorziening weet te passeren en hoeveel tijd hiervoor nodig is. Op deze wijze worden knel- en verbeterpunten inzichtelijk gemaakt, maar wordt ook duidelijker welke elementen van de voorziening wel effectief werken. Met deze kennis kunnen vismigratievoorzieningen vervolgens worden geoptimaliseerd.

Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen en Rijkswaterstaat Zee & Delta willen zicht in hoe efficiënt vismigratievoorzieningen op zout-zoet overgangen de migratie vanaf de zeezijde naar het achterland faciliteren. In 2023 heeft RAVON daarom de vismigratievoorzieningen bij gemalen Dekker en De Piet aan een Passagecheck onderworpen. Gemaal Dekker is voorzien van een aalgoot, welke is bedoeld om migratie van glasaal vanuit de Oosterschelde naar de polder te faciliteren. Gemaal De Piet is voorzien van een vrijverval passage , welke is bedoeld om migratie van glasaal en driedoornige stekelbaars (en andere trekvissen) vanuit het Veerse Meer naar de polder te faciliteren. Trekvissen kunnen vanuit de Oosterschelde het Veerse Meer bereiken via de Katse Heule, een doorlaatmiddel in de Zandkreekdam gericht op het verversen van het water in het Veerse Meer.

Onderzoeksvragen

- Wat is het seizoens- en momentaanbod van glasaal en driedoornige stekelbaars bij gemalen Dekker en De Piet?
- Welk aandeel van glasaal en driedoornige stekelbaars maakt gebruik van de vismigratievoorziening bij gemalen Dekker en De Piet en hoe lang doen ze daarover?
- Wat is de verblijftijd van glasaal en driedoornige stekelbaars bij gemalen Dekker en De Piet?
- Wat is het migratiegedrag van glasaal en driedoornige stekelbaars in en rondom de migratievoorzieningen bij de gemalen Dekker en De Piet?
- Wat is de stroomsnelheid aan de voorzijde van en in de migratievoorzieningen bij de gemalen De Piet en Dekker?
- Welke concrete voorstellen voor het verbeteren van de vispasseerbaarheid van de gemalen Dekker en De Piet kunnen worden gedaan op basis van de opgedane inzichten tijdens dit onderzoek?

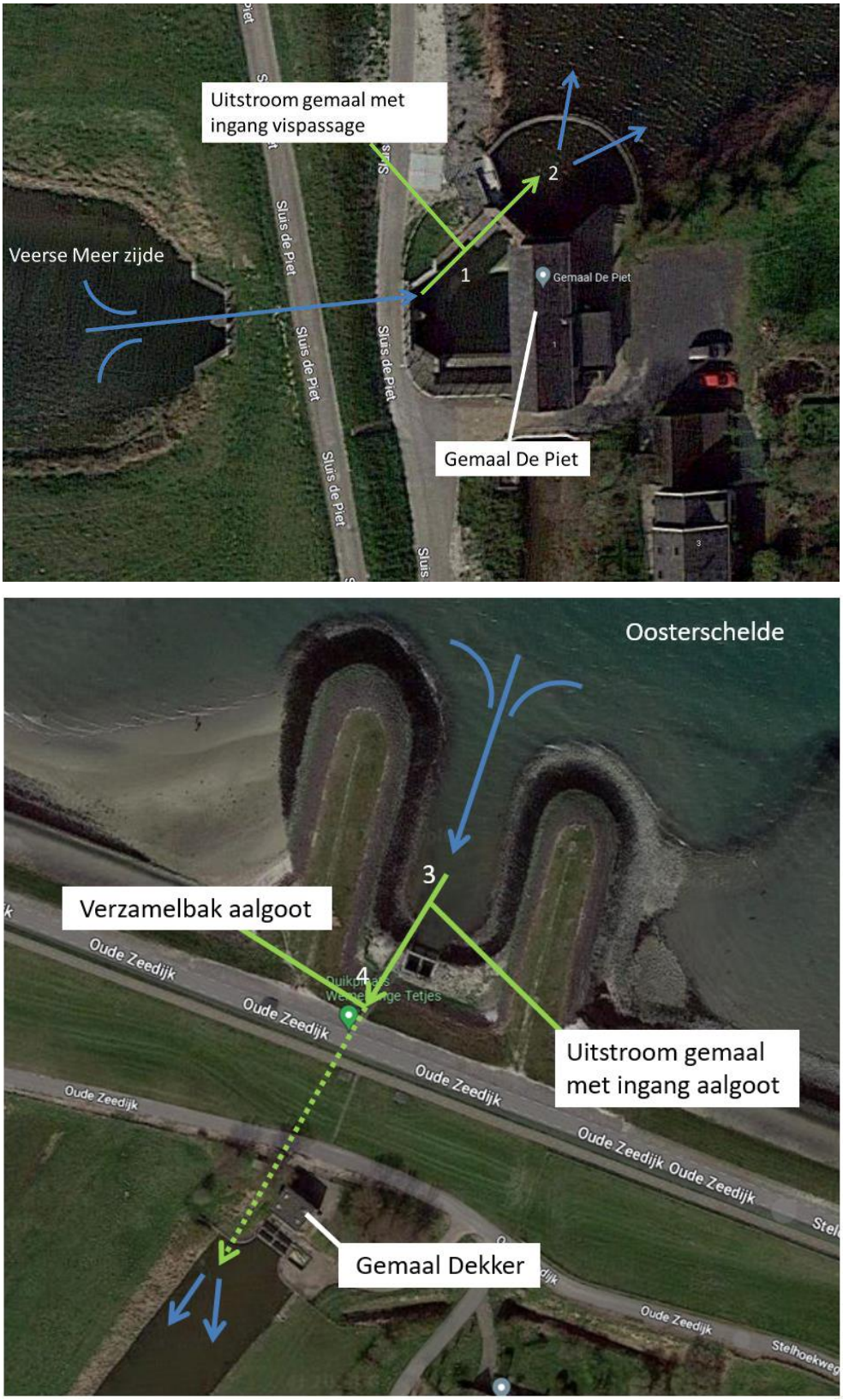
2 Methode

2.1 Onderzoekslocaties

De onderzoekslocaties zijn gelegen aan de Oosterschelde bij Kattendijke (gemaal Dekker) en aan het Veerse Meer bij Wolphaartsdijk (gemaal De Piet) (figuur 2.1). Op deze locaties wordt zoet/brak water uit het lager gelegen achterland naar de Oosterschelde en het Veerse Meer gepompt. Beide gemalen zijn voorzien van vismigratievoorzieningen die onderling sterk verschillen in technische werking en de doelsoorten die ze faciliteren. In paragraaf 2.1.1 en 2.1.2 wordt de werking van de vismigratievoorzieningen uitgelegd. In figuur 2.2 is een bovenaanzicht weergegeven van beide gemalen en hun directe omgeving, waarbij de migratieroute van de zeezijde naar het achterland via de vismigratievoorziening is gevisualiseerd met pijlen.



Figuur 2.1: Ligging van de onderzoekslocaties, gemalen Dekker (Oosterschelde) en De Piet (Veerse Meer).



Figuur 2.2: Bovenaanzicht van de onderzoekslocaties Dekker en De Piet, waarbij de migratiebeweging van de zeezijde naar het achterland via de vismigratievoorziening is gevisualiseerd met pijlen. De stroomrichting van het water is tegenovergesteld; van polder naar Oosterschelde (Dekker) en Veerse Meer (De Piet). Weergegeven zijn: (1) Uitstroom gemaal De Piet met ingang vispassage, (2) uitgang vispassage De Piet aan polderzijde, (3) Uitstroom gemaal De Noord met ingang aalgoot, (4) verzamelbak aalgoot Dekker bovenaan de dijk.

2.1.1 Aalgoot Dekker

De vismigratievoorziening bij Dekker bestaat uit een aalgoot, welke is bedoeld om migratie van glasaal vanuit de Oosterschelde naar de polder te faciliteren (figuur 2.3). De aalgoot is gesitueerd in de primaire waterkering naast de maalkokers van het gemaal. De aalgoot start op de laagwaterlijn van de Oosterschelde en loopt schuin omhoog tot bovenaan de dijk. Ongeveer een halve meter voordat de aalgoot in de verzamelbak uitkomt knikt de aalgoot naar beneden, waardoor deze nagenoeg horizontaal eindigt in de verzamelbak. Op de goot liggen roosters die losgeschroefd kunnen worden zodat er onderhoud aan de goot kan worden uitgevoerd. Hierdoor is het ook mogelijk om substraat aan te brengen in de goot. De afgelopen jaren is er geëxperimenteerd met verschillende soorten substraat, zoals kunstgras, borstels, Enkamat en kokosmat, waarvan kokosmat het beste presteerde. Een dubbele of driedubbele laag zorgt ervoor dat de glasalen tussen het materiaal door naar boven kunnen kruipen.

Lokstroom
Glasalen worden vanuit de Oosterschelde in eerste instantie aangetrokken door de grote hoeveelheid polderwater die het gemaal met enige regelmaat uitslaat. Om glasalen vervolgens de goot in te lokken loopt er een continue lokstroom van polderwater over de aalgoot. De lokstroom wordt met behulp van een dompelpomp in het polderwatersysteem via het gemaal opgepompt naar de bovenzijde van de aalgoot. De lokstroom komt via een sproeier, die zich ter hoogte van de verzamelbak boven de aalgoot bevindt, op de aalgoot terecht en stroomt door het substraat heen naar beneden, waardoor de kokosmat vochtig is en deze geschikt is voor migratie van glasaal naar boven. Het lokstroomdebiet wordt niet geregistreerd, maar is zeer beperkt.

Verzamelbak en kranen
Aan de bovenzijde van de aalgoot is een grote verzamelbak in de dijk aangelegd waar de lokstroom de goot in stroomt. Bovenaan de goot loopt het substraat over in een zeef met een opstaande rand. De zeef staat in een bak met water die continu door een fractie van het lokstroomwater uit de sproeier gevuld blijft. Het water wat door de zeef heen is gespoeld loopt via een bypass weer de aalgoot in. In de verzamelbak zitten drie kranen. Kraan 1 is voor het afstellen van het totale debiet en/of het afsluiten van de waterleiding. De dompelpomp heeft geen frequentieregelaar, waardoor kraan 1 de enige mogelijkheid is om de stroomsnelheid enigszins te kunnen regelen. Kraan 2 is voor het afstellen van de bypass. Kraan 3 is voor het afstellen van de stroom water die bovenin de goot terecht komt en tevens ervoor zorgt dat er een stroom water de zeef in loopt. Dit kan worden bijgestuurd door de PE buis die als sproeier functioneert wat te draaien.

Handmatig overzetten glasaal
Om de aalgoot in werking te houden gedurende het migratieseizoen is wekelijks fysieke arbeid op locatie nodig. De zeef waarin glasalen worden verzameld moet handmatig worden geleegd, waarna de glasalen aan de polderzijde worden uitgezet. Ook moet de zeef worden schoongemaakt. Ten behoeve van de fysieke conditie van opgevangen glasalen wordt de frequentie van legen en schoonmaken vergroot als de omstandigheden in de verzamelbak achteruit gaan. Dit gebeurt naarmate de aantallen glasaal in de zeef, de vervuiling in de zeef en de temperatuur toenemen. Naast glasaal worden ook andere soorten aangetroffen in de zeef, maar dat is vermoedelijk het gevolg van de instroom van polderwater. Zo worden er bijvoorbeeld brakwatergrondels, driedoornige stekelbaarzen en verschillende soorten garnalen aangetroffen in de zeef. Daarnaast weten krabben vanuit de Oosterschelde de weg naar boven te vinden. Een fijnmazig rooster in de goot, waar glasaal wel doorheen kan, voorkomt dat een groot deel hiervan in de zeef terecht komt. Kleine krabben krijgen het echter toch voor elkaar om de zeef te

bereiken. Om predatie van glasaal door krabben te voorkomen is het belangrijk dat de zeef tijdig wordt geleegd.



Figuur 2.3: De aalgoot bij gemaal Dekker is gesitueerd in de primaire kering naast de maalkokers van het gemaal (boven). De aalgoot start op de laagwaterlijn van de Oosterschelde en loopt schuin omhoog tot boven de hoogwaterlijn (boven en links onder). De aalgoot komt bovenaan de dijk uit in een grote verzamelbak met daarin een zeef met een opstaande rand (boven en rechts onder). Foto's: Jisk van den Ende (boven), Peter Kooistra (links onder) en Sander de Maat (rechts onder).

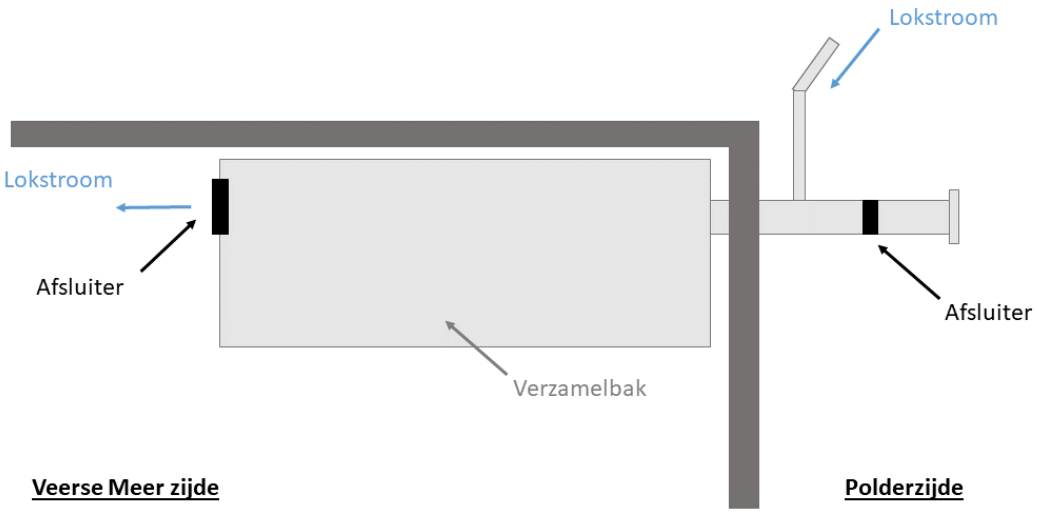
2.1.2 Vispassage De Piet

De vismigratievoorziening bij de Piet bestaat uit een vrij verval passage, welke is bedoeld om migratie van glasaal en driedoornige stekelbaars (en andere trekvissen) vanuit het Veerse Meer naar de polder te faciliteren (figuur 2.4). De vismigratievoorziening bestaat in essentie uit een verzamelbak aan de zeezijde met hierin een zoete lokstroom, waarbij de verzamelbak periodiek onder vrij verval richting de polder wordt geleegd.

Lokstroom
Vissen worden vanuit het Veerse Meer in eerste instantie aangetrokken door de grote hoeveelheid polderwater die het gemaal met enige regelmaat uitslaat. De veel kleinere lokstroom van de vismigratievoorziening moet vervolgens zo veel mogelijk vissen de vismigratievoorziening inlokken en zo naar de polder laten migreren.

Verzamelbak
Naast de uitstroom van het gemaal is een grote metalen bak gemaakt, dit is de verzamelbak. Deze verzamelbak staat via een vierkante opening met afsluiter in verbinding met het water aan de voorzijde van het gemaal. De verzamelbak wordt middels een pomp voorzien van een lokstroom vanuit de polder. De lokstroompomp heeft geen frequentieregelaar, waardoor het niet mogelijk is om de stroomsnelheid aan te passen. De lokstroomsnelheid en het lokstroomdebiet worden niet geregistreerd, maar het lokstroomdebiet ligt op basis van het pomptype naar verwachting in de orde van 7 liter per seconde. De verzamelbak is aan de achterzijde verbonden met een ronde leiding met hierin een afsluiter die schuin naar beneden richting de polder loopt. Via deze leiding wordt de verzamelbak periodiek onder vrij verval richting de polder geleegd. De ingang van deze leiding bevindt zich in de achterwand van de verzamelbak tegen de bodem aan. De lokstroomleiding is haaks op deze leiding aangesloten.

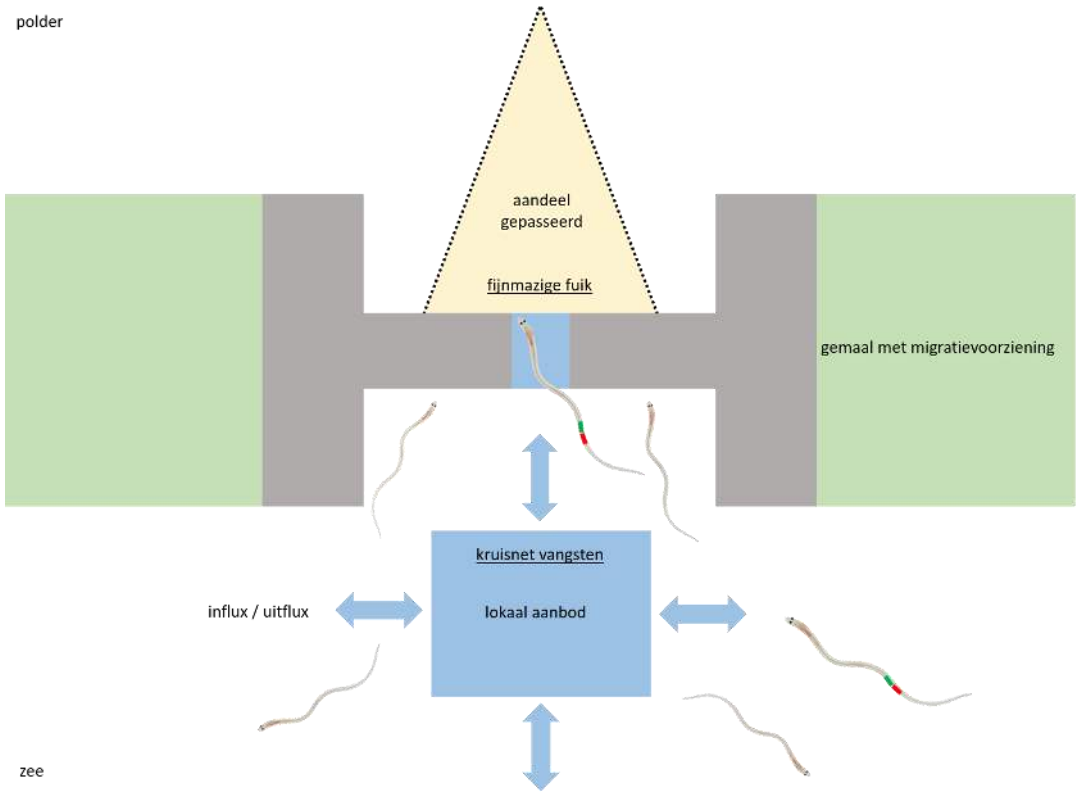
Migratiecyclus
De werking van de migratievoorziening bestaat uit een cyclus die doorlopend wordt herhaald. Iedere cyclus bestaat uit twee onderdelen. Tijdens het eerste deel van een cyclus worden vissen de verzamelbak ingelokt door middel van de lokstroom. De afsluiter tussen de verzamelbak en het Veerse Meer staat dan open, zodat vissen tegen de lokstroom in de bak binnen kunnen zwemmen. De afsluiter in de leiding richting de polder staat op dat moment dicht. Na een bepaalde tijd wordt overgeschakeld naar het tweede deel van de cyclus. De lokstroompomp stopt en de afsluiter tussen de verzamelbak en het Veerse Meer gaat dicht. Zodra de verzamelbak is afgesloten gaat de afsluiter in de leiding richting de polder open. De verzamelbak loopt dan onder vrij verval binnen een minuut leeg in de richting van de polder. Op die manier worden de vissen in de verzamelbak met het water mee richting de polder getransporteerd. Na een bepaalde tijd wordt de afsluiter in de leiding richting de polder weer gesloten. Zodra deze dicht staat wordt de afsluiter tussen de verzamelbak en het Veerse Meer weer geopend, waardoor de verzamelbak volloopt met water. De lokstroompomp gaat dan weer aan en de cyclus start opnieuw. De tijdsduren van de verschillende onderdelen van de cyclus zijn instelbaar. Tijdens de Passagecheck waren de tijdsduren als volgt ingesteld: 125 minuten lokken en 7 minuten inlaten.



Figuur 2.4: Schematische weergave van de vismigratievoorziening bij De Piet (bovenaanzicht).

2.2 Onderzoeksopzet

Om inzicht te verkrijgen in het aanbod van glasaal en driedoornige stekelbaars bij de gemalen Dekker en De Piet en de efficiëntie waarmee deze soorten de aanwezige vismigratievoorziening passeren zijn verschillende vangstmethoden gecombineerd binnen een merk-terugvangst experiment. Een overzicht van de gebruikte vangstmethoden is ruimtelijk weergegeven in figuur 2.5. Om de migratiebeweging van glasaal en driedoornige stekelbaars door de migratievoorziening te kunnen volgen in ruimte en tijd zijn vissen gemerkt met een VIE-tag (Visible Implant Elastomer), een fluorescente markering die onderhuids aangebracht wordt en relatief eenvoudig te herkennen is bij terugvangst. Ten behoeve van het merken zijn met kruisnetten glasalen en driedoornige stekelbaarzen gevangen aan de zeezijde, voor de uitstroomopening van beide gemalen. Gemerkte vissen zijn op de vangstlocatie weer teruggeplaatst. In de onderstaande deelparagrafen wordt het merk-terugvangst experiment per onderdeel van het onderzoek nader toegelicht.



Figuur 2.5: Schematische weergave van het merk-terugvangst experiment, waarbij het lokale aanbod (dynamisch als gevolg van in- en uitflux van glasaal en driedoornige stekelbaars) aan de zeezijde van de vismigratievoorziening wordt bepaald met behulp van de verhouding tussen het totale aantal en het gemerkte aantal vissen in de kruisnetvangsten.

2.2.1 Merkprocedure

Binnen de onderzoeksopzet is gekozen voor het merken met VIE-tags. VIE-taggen is het onderhuids inbrengen van een gekleurd (fluorescent) elastomeer waardoor het herkennen van een groep mogelijk is. Alvorens glasalen werden gemerkt werd anesthesie toegepast. Het geheel van handelingen valt onder de Wet op de dierproeven (Wod) en heeft plaatsgevonden onder projectnummer RAVON-2023-01. Binnen een uur na het vangen werden glasalen per tien exemplaren overgebracht naar een doorluchte bak met 0,2 mg/l acetyleugenol, dit om stress te minimaliseren en de handeling nauwkeuriger uit te kunnen voeren. Het verblijf was maximaal 5 minuten. Driedoornige stekelbaarzen zijn goed te fixeren waardoor geen anesthesie nodig was. Op een schone bevochtigde spons werd met een 0,3 mm naald onder een flauwe hoek 3-5 mm van een vloeibaar elastomeer in het weefsel onder de dermis ingebracht. Bij glasaal gebeurt dit ventraal en in het abdomen (op 5-25 mm achter de anus) en bij driedoornige stekelbaars in het doorzichtige deel van de staartwortel (figuur 2.6). Na het inbrengen hard het elastomeer uit, maar blijft flexibel. Per merkmoment kregen de vissen een unieke kleurcode mee, zodat bij terugvangst duidelijk was waar en wanneer de vissen de eerste keer waren gevangen. Na het merken werden vissen overgebracht naar een doorluchte bak met schoon water. Hierin verbleven ze totdat alle vissen weer gebruikelijke activiteit en normaal zwemgedrag vertoonden, waarna ze werden teruggeplaatst. Voor het geheel aan handelingen rond het merken werden de aanwijzingen van Imbert et al. (2007) opgevolgd. Zij hebben de toepassing van VIE-tags op glasaal uitvoerig geëvalueerd. Tijdens eerder onderzoek naar de efficiëntie van vispassages in Scheveningen (Griffioen et al. 2018; Schiphouwer et al., 2022), Zeeland (Ploegaert et al. 2018; Ploegaert, 2020; Kooiman & Ploegaert 2022; Ploegaert & Kooiman, 2022) en langs de IJsselmeerkust (Schiphouwer & Kooiman, 2021) is deze werkwijze succesvol toegepast.



Figuur 2.6: Gemerkte glasaal en driedoornige stekelbaars (Foto's: Sanne Ploegaert).

Tabel 2.1: Aantallen glasaal en driedoornige stekelbaars voorzien van een VIE-tag bij de gemalen Dekker en De Piet per kleurcode. Daarnaast is per groep aangegeven of deze afkomstig was uit de kruisnetvangsten of aalgoot-/fuikvangsten.

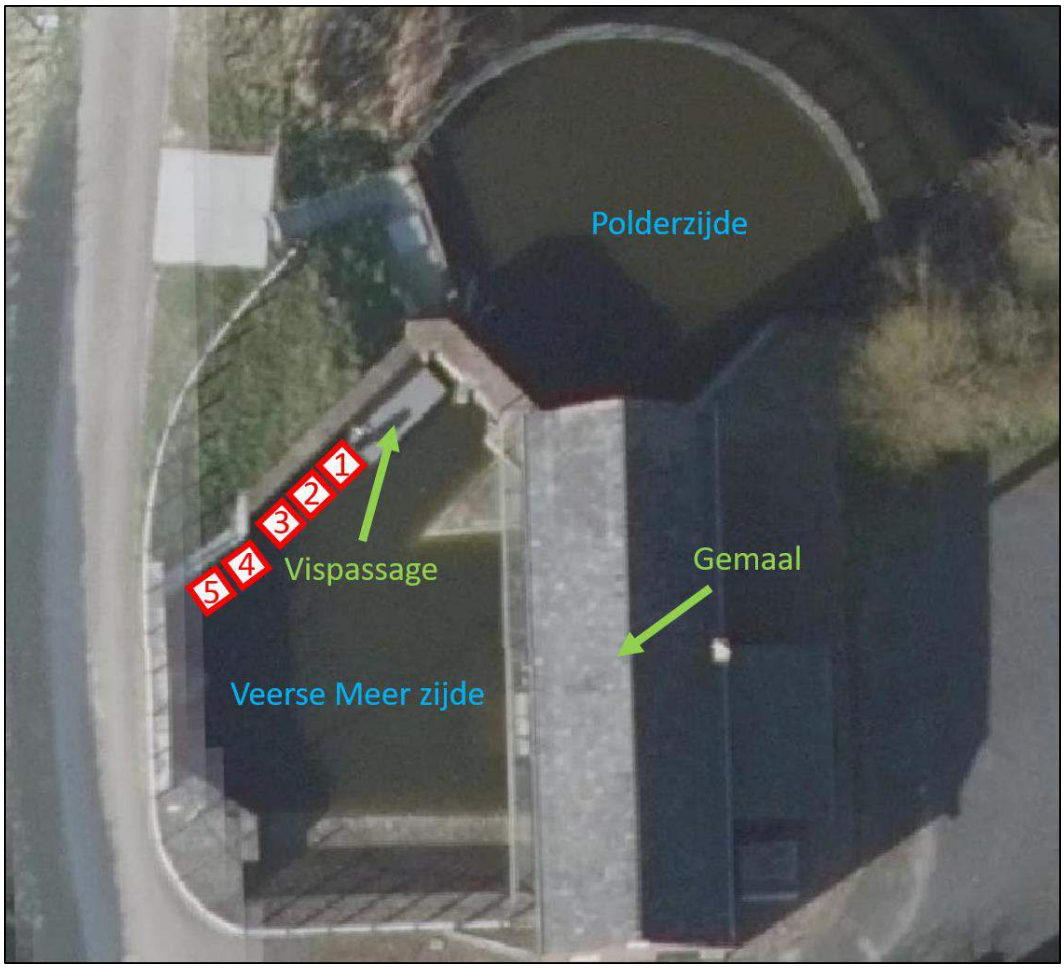
Locatie		Geel	Rood	Oranje	Groen-Roze	Blauw-Oranje	Roze	Groen	Rood-Geel	Roze-Roze	Totaal
Dekker	Glasaal (uit aalgoot)		173		20				10		203
	Glasaal (uit kruisnet)	126				15				36	177
	Driedoornige stekelbaars (uit kruisnet)	45					34				79
	Glasaal (totaal)										**380**
	Driedoornige stekelbaars (totaal)										**79**
De Piet	Driedoornige stekelbaars (uit fuik)		245	39			32				316
	Driedoornige stekelbaars (uit kruisnet)							28			28
	Driedoornige stekelbaars (totaal)										**344**

2.2.2 Aanbod

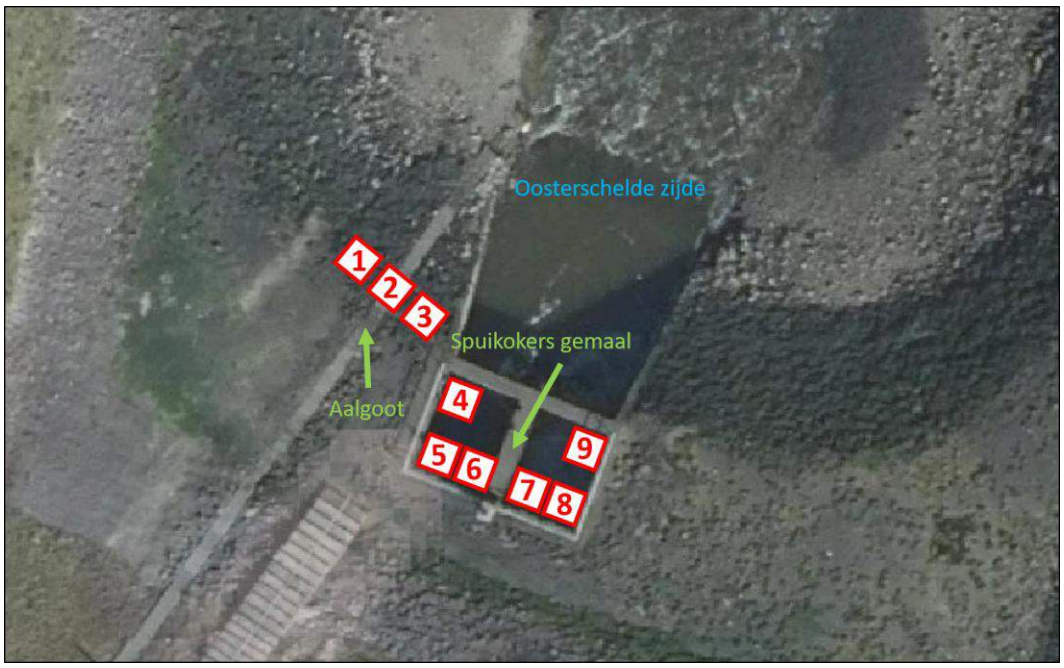
Kruisnetbevissingen

De verhouding tussen met het kruisnet gevangen gemerkte en ongemerkte vissen kan worden gebruikt om een schatting te maken van de lokale populatiegrootte. Deze populatieschattingen zijn een goede indicatie voor het actuele aanbod van glasaal en driedoornige stekelbaars. Tijdens het merk-terugvangst experiment is er gedurende 10 avonden met kruisnetten van 1x1 meter aan de voorzijde van de gemalen gevist. De bevissingen bij De Piet vonden plaats vanaf een half uur na zonsondergang, waarbij gedurende ongeveer 3 uur werd gevist. De bevissingen bij Dekker vonden plaats vanaf ongeveer 3,5 uur voor hoog water en in het donker (minimaal vanaf een half uur na zonsondergang), waarbij gedurende ongeveer 3 uur werd gevist. Dit gebeurde volgens vast protocol, waarbij de kruisnetten 5 minuten rusten op de bodem alvorens te worden opgehaald. Kruisnetten hadden vaste posities voor de gemalen (Figuur 2.8 en 2.9). Hiermee wordt inzicht verkregen in de ruimtelijke spreiding van visdichtheden aan de voorzijde van het gemaal en daarmee de lokkende werking van de vismigratievoorziening op kleine schaal, eventuele ophoping van vissen op een bepaald punt, en de migratieroute die vissen afleggen. De posities 1-3 bij Dekker werden alleen bevist vanaf het moment dat hier ongeveer 0,5 meter water stond. Alle vissoorten aanwezig in de vangst zijn per trek geteld en geregistreerd. De vangst is met een UV-lamp gecontroleerd op gemerkte glasalen en driedoornige stekelbaarzen. Alle vissen zijn rechtstreeks vanuit de kruisnetten in grote beluchte bakken geplaatst met ruim water en zijn na de meetreeks van ongeveer 3 uur vrijgelaten aan de voorzijde van het gemaal. Bij het

kruisnetten waren vele vrijwilligers betrokken waardoor intensief meten over een langere periode mogelijk was. De vrijwilligers waren al actief voor de kruisnetmonitoring van Samen voor de Aal Zeeland (Van Erp et al., 2023).



Figuur 2.8: Ruimtelijke weergave van de verschillende kruisnetposities bij De Piet.



Figuur 2.9: Ruimtelijke weergave van de verschillende kruisnetposities bij Dekker.

Populatieschattingen
In beginsel zijn de populatieschattingen over de periode van 9 dagen met intensieve kruisnetbevissingen berekend ervan uitgaande dat: De verhouding tussen het totaal aantal gemerkte dieren (M) en de populatiegrootte (N) gelijk is aan de verhouding tussen het aantal in de kruisnetten teruggevangen gemerkte dieren (R) en het aantal in de kruisnetten gevangen dieren dat gecontroleerd is op de aanwezigheid van gemerkte dieren (C). De populatiegrootte (N) is berekend aan de hand van onderstaande formule.

$$N = \frac{(M+1)(C+1)}{R+1} - 1$$

Deze formule is een variatie op de eenvoudige Petersen methode, voorgesteld door Seber (1982) om overschatting van de daadwerkelijke populatiegrootte te voorkomen (Krebs, 2014). Deze formule gaat uit van een gesloten populatie waarbij er geen in- en uitflux is. Toepassing in deze situatie is daarom alleen mogelijk voor een beperkte tijdsperiode met zeer intensieve terugvangstinspanning (in dit geval 9 dagen kruisnetvissen), tenzij aan het eind van de langere periode waarin terugvangstinspanning plaatsvindt aan de achterzijde van de vismigratievoorziening nagenoeg geen terugvangst van gemerkte dieren meer wordt gegenereerd. Dit laatste was het geval binnen onderhavig onderzoek, waardoor het mogelijk was om naast het momentaanbod ook het aanbod driedoornige stekelbaars tijdens de gehele onderzoeksperiode te benaderen bij De Piet. Daarnaast is met behulp van het verloop van het glasaalseizoen op basis van de kruisnetmonitoring binnen het project 'Samen voor de Aal Zeeland' (Van Erp et al., 2023) een inschatting gemaakt van het glasaalaanbod gedurende het gehele intrekseizoen bij Dekker. Voor meer informatie over de berekening van het aanbod tijdens de onderzoeksperiode en het seizoensaanbod wordt verwezen naar Bijlage 1.

Betrouwbaarheid
Om de betrouwbaarheid van de populatieschattingen inzichtelijk te maken is het betrouwbaarheidsinterval van 95% berekend. Er zijn verschillende manieren om een betrouwbaarheidsinterval te berekenen rondom Petersen populatieschattingen. Het is afhankelijk van de data welke manier van toepassing is. Seber (1982) heeft hiervoor een algemene richtlijn opgesteld (Krebs, 2014). Voor meer informatie over het berekenen van de betrouwbaarheid rondom de populatieschattingen wordt verwezen naar Bijlage 2.

2.2.3 Doortrekefficiëntie

De uitstroombuis van de vismigratievoorziening bij gemaal De Piet is aan de polderzijde volledig afgesloten met een fijnmazige fuik (figuur 2.10). Op deze wijze konden alle gepasseerde vissen worden geteld en geregistreerd. De doortrekmetingen bij Dekker zijn relatief eenvoudig, vanwege de verzamelbak aan de bovenzijde die met de hand dient te worden geleegd. Hierdoor konden alle gepasseerde alen geteld en geregistreerd worden. Glasalen en driedoornige stekelbaarzen zijn door middel van een UV-lamp gecontroleerd op de aanwezigheid van een VIE-tag. Glasalen zijn geteld en niet als bulk gewogen om aantallen te bepalen. Het wegen van glasaal om het gevangen aantal te bepalen bleek eerder te onnauwkeurig (Ploegaert et al., 2018). Voor het bepalen van de passage efficiëntie, waarbij het gevangen aantal grote invloed heeft op de uiteindelijke uitkomsten, worden glasalen daarom geteld.



Figuur 2.10: De fijnmazige fuik achter de uitstroomopening van de vispassage bij gemaal De Piet (Foto: Bernd van Broekhoven).

2.3 Onderzoeksperiode

In figuur 2.11 is de planning van de onderzoeksperiode weergegeven. De kern van het onderzoek is uitgevoerd in de maanden april en mei tijdens de jaarlijkse piek van de glasaalintrek. De kans op vangst van voldoende glasaal voor de uitvoering is hiermee zo hoog mogelijk. Op beide locaties zijn glasalen en driedoornige stekelbaarzen gedurende de eerste drie dagen voorzien van een VIE-tag, waarbij iedere dag een andere kleur of kleurcombinatie is gebruikt. Aan de zeezijde van de vismigratievoorziening is gedurende 10 dagen gevist met kruisnetten. Ook de doortrekmetingen hebben gedurende deze periode plaatsgevonden, maar zijn langer doorgezet om ook vertraagde intrek van gemerkte vissen te registreren. Doortrekmetingen bij Dekker hebben nagenoeg het gehele seizoen plaatsgevonden.

Dekker

Onderdeel	Eind februari >>	11 april	12 april	13 april	14 april	15 april	16 april	17 april	18 april	19 april	20 april	21 april	22 april	23 april	24 april	>> 23 juni
VIE-taggen glasaal uit kruisnet						Geel	Blauw / Oranje	Roze / Roze								
VIE-taggen glasaal uit aalgoot						Rood	Groen / Roze	Rood / Geel								
VIE-taggen driedoorn uit kruisnet						Geel		Roze								
Kruisnetmonitoring																
Doortrekmeting aalgoot																

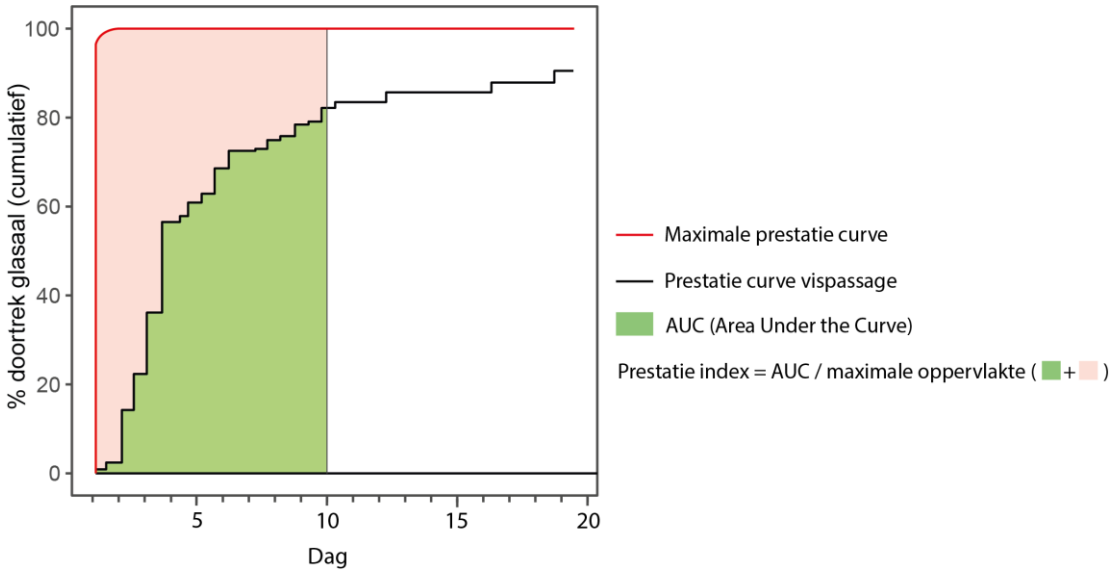
de Piet

Onderdeel	15 april	16 april	17 april	18 april	19 april	20 april	21 april	22 april	23 april	24 april	>> 11 mei
VIE-taggen glasaal uit kruisnet											
VIE-taggen glasaal uit fuik											
VIE-taggen driedoorn uit kruisnet			Groen								
VIE-taggen driedoorn uit fuik	Rood	Oranje	Roze								
Kruisnetmonitoring											
Doortrekmeting fuik											

Figuur 2.11: Onderzoeksperiode per locatie met planning VIE-taggen inclusief gebruikte kleurcombinaties, kruisnetvisserij en doortrekmetingen.

2.4 Prestatie index

De prestatie van een vispassage wordt niet bepaald door de absolute hoeveelheid vis die passeert, maar door het aandeel van het aanbod dat weet te passeren en hoeveel tijd hiervoor nodig is. Deze prestatie werd in Ploegaert (2018) gevisualiseerd door een cumulatieve curve van het intrekpercentage (aandeel gemerkte individuen dat gepasseerd is op een gegeven tijdstip). Het beoordelen en vergelijken van het verloop van deze 'prestatiecurves' is echter deels kwalitatief. Om deze prestatiecurves van verschillende typen vismigratievoorzieningen te kunnen kwantificeren en daarmee goed te kunnen vergelijken is een prestatie index berekend. Hiervoor is de AUC (Area Under the Curve), oftewel oppervlak onder de grafiek van de 'prestatiecurve' bepaald (figuur 2.12). Deze prestatie index is vervolgens weer te geven als percentage van de maximaal haalbare prestatie (Prestatie Index (%) = (AUC/MaxAUC)*100). Het aandeel van het aanbod dat is gepasseerd op een gegeven tijdstip en de tijd die nodig was voor vissen om te passeren zijn in dit getal meegenomen. Dit betekent dat twee verschillende vispassages met beiden een intrekpercentage van 30% op dag 10, toch een andere prestatie index kunnen hebben. Bij vispassage 1 is op dag 4 bijvoorbeeld al 30% gepasseerd en vlakt de intrek af, terwijl vispassage 2 gefragmenteerd vissen laat passeren en over 10 dagen geleidelijk naar de 30% intrek stijgt, waardoor de prestatie index lager uitvalt. In dit onderzoek bepalen we de prestatie index na 5, 10 en 14 dagen voor de intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars. De prestatie index is voor het eerst toegepast bij het testen van de vispassages bij de gemalen Schore en Poppekinderen in 2019 (Ploegaert, 2020).



Figuur 2.12: Prestatiecurve (% intrek (cumulatief)) vismigratievoorziening uitgezet tegen maximale prestatiecurve. Met de oppervlakte onder de curve (AUC) wordt de Prestatie Index bepaald als percentage van het maximaal haalbare resultaat. In deze index wordt het aandeel gemerkte vissen dat weet te passeren en de snelheid waarmee dit gebeurt meegenomen.

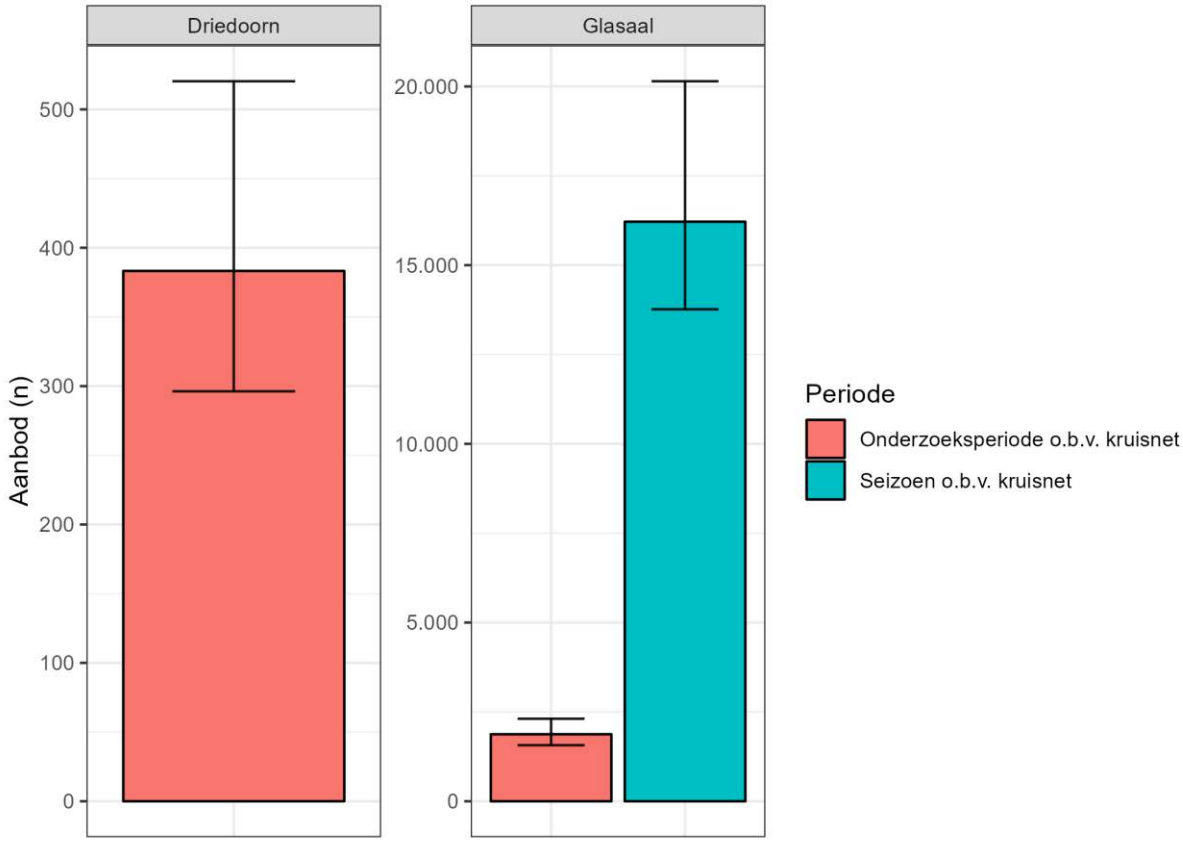
3 Resultaten

3.1 Aanbod

3.1.1 Dekker

Het aanbod van glasaal bij Dekker is op verschillende rekenwijzen en over verschillende periodes bepaald (figuur 3.1). In eerste instantie is het aanbod bepaald voor de periode van 9 dagen met intensieve kruisnetvisserij (16 - 24 april) op basis van (terug)vangsten in het kruisnet. Dit momentaanbod betreft 1.875 glasalen (95% BI: 1.568 – 2.309). Daarnaast is het aanbod bepaald voor het gehele intrekseizoen (half februari t/m half juni) op basis van het aanbod tijdens de periode met intensieve kruisnetvisserij in combinatie met de kruisnetvangsten binnen 'Samen voor de Aal'. Het betreft 16.215 glasalen (95% BI: 13.765 – 20.145).

Het aanbod van driedoornige stekelbaars bij Dekker is alleen bepaald voor de periode van 9 dagen met intensieve kruisnetvisserij (16 - 24 april) op basis van (terug)vangsten in het kruisnet. Het betreft 383 driedoornige stekelbaarzen (95% BI: 296 – 520).



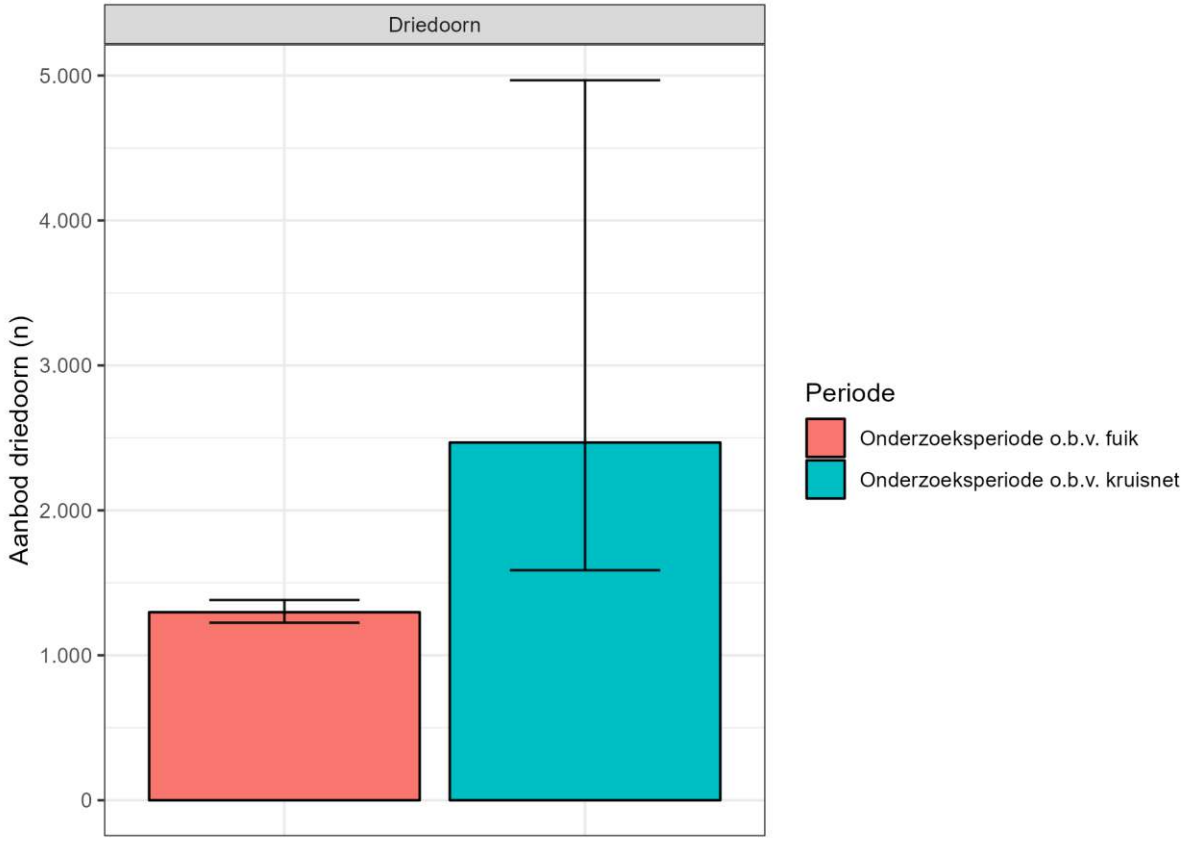
Figuur 3.1: Aanbod van glasaal en driedoornige stekelbaars bij Dekker gebaseerd op terugvangsten van gemerkte vissen. Foutbalken geven de 95% betrouwbaarheidsinterval weer (Binomial bij aanbod onderzoekperiode en Normal Approximation bij seizoensaanbod).

3.1.2 De Piet

Het aanbod van driedoornige stekelbaars bij De Piet is op verschillende rekenwijzen en over verschillende periodes bepaald (figuur 3.2). In eerste instantie is het aanbod bepaald voor de

periode van 9 dagen met intensieve kruisnetvisserij (16 - 24 april) op basis van (terug)vangsten in het kruisnet. Dit momentaanbod betreft 2.468 driedoornige stekelbaarzen (95% BI: 1.587 – 4.967). Vanwege het lage aantal (terug)vangsten met het kruisnet kent deze aanbodsbepaling echter een grote onzekerheid. Daarnaast is het aanbod bepaald voor de periode waarin doortrekmetingen werden gedaan met de fuik (11 april tot 11 mei) op basis van de (terug)vangsten in de fuik. Het betreft 1.297 driedoornige stekelbaarzen (95% BI: 1.225– 1.381). Vanwege het hoge aantal terugvangsten is deze aanbodsbepaling aanzienlijk betrouwbaarder dan die op basis van de kruisnetvangsten. Dat de aanbodsbepaling tijdens de 9 dagen met intensieve kruisnetvisserij hoger uitvalt dan het aanbod tijdens de hele maand waarin met de fuik werd gevist, is waarschijnlijk het gevolg van de grote onbetrouwbaarheid van de aanbodsbepaling tijdens de periode met intensieve kruisnetvisserij.

Bij gemaal de Piet werden slechts 4 glasalen gevangen tijdens het onderzoek. Dit gebeurde met de fuik aan de achterzijde van de vispassage. Deze glasalen zijn niet gemerkt, omdat dit aantal te laag is voor een betrouwbaar merk-terugvangstexperiment. De bepaling van het glasaalaanbod bij De Piet was daarom niet mogelijk. De lage vangstaantallen laten wel zien dat het aanbod laag is. In sommige jaren vindt uitzetting plaats van glasaal in het Veerse Meer. In 2023 is er geen glasaal uitgezet. Mogelijk is dit een verklaring voor het lage aanbod.

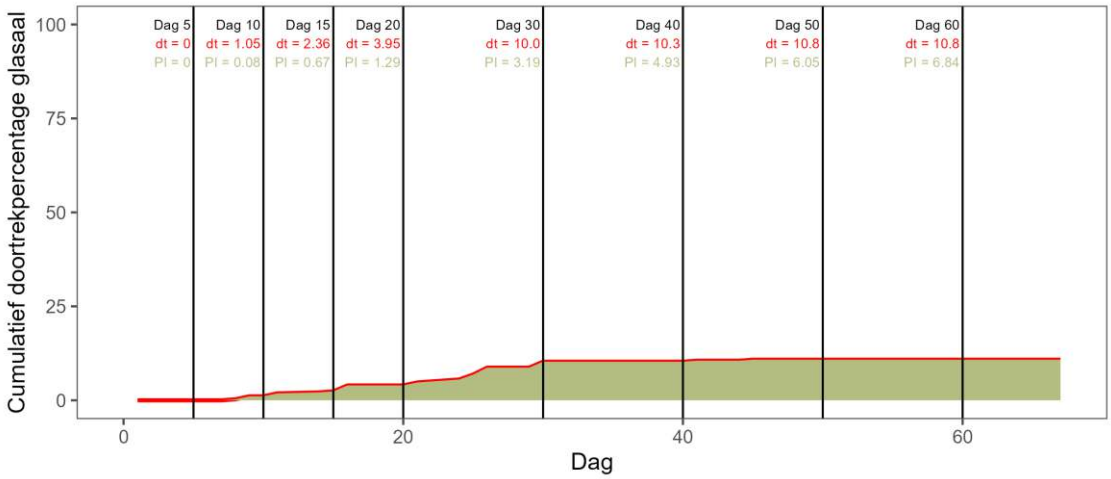


Figuur 3.2: Aanbod van driedoornige stekelbaars bij De Piet gebaseerd op terugvangsten van gemerkte vissen. (Binomial bij onderzoekperiode o.b.v. kruisnet en Normal Approximation bij onderzoeksperiode o.b.v. fuik).

3.2 Doortrekefficiëntie

3.2.1 Dekker - glasaal

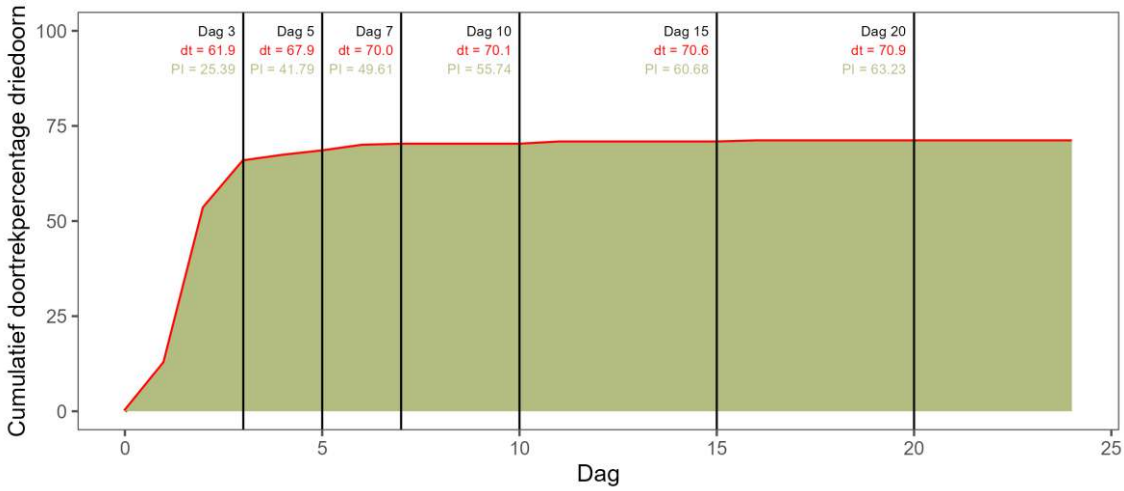
De eerste gemerkte glasalen werden pas na ongeveer een week in de verzamelbak van de aalgoot bij gemaal Dekker aangetroffen. Mogelijk kan glasaal de ingang naar de aalgoot moeilijk vinden of doet glasaal er lang over om de klim naar boven te maken. Tot ongeveer 30 dagen na uitzet blijven gemerkte glasalen mondjesmaat de verzamelbak in druppelen. Daarna stagneert de doortrek. Na 15 dagen is het doortrekpercentage 2,36% (PI: 0,67). Vanaf ongeveer 45 dagen na uitzet is het maximale doortrekpercentage van 10,8% bereikt (PI: 6,84). De doortrekmetingen worden beëindigd op 23 juni, na afloop van het intrekseizoen.



Figuur 3.3: Cumulatief intrekpercentage van succesvol ingetrokken gemerkte glasalen bij Dekker. Op dag 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 en 60 zijn het cumulatieve intrekpercentage (dt) en de Prestatie Index (PI) weergegeven.

3.2.1 De Piet - driedoornige stekelbaars

De intrek van driedoornige stekelbaarzen bij de Piet komt snel op gang. Al na 3 dagen is bijna 2/3 van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen doorgetrokken. Daarna stagneert de doortrek. Na 15 dagen is het doortrekpercentage 70,6% (PI: 60,68). Na 16 dagen is het maximale doortrekpercentage van 70,9% bereikt (PI: 63,23). Vergeleken met andere vispassages die zijn onderzocht middels een Passagecheck presteert de vispassage bij de Piet zeer goed voor driedoornige stekelbaars (Ploegaert et al., 2018; Ploegaert, 2019; Ploegaert & Kooiman, 2022). Van deze vispassages presteerde Schore het beste voor driedoornige stekelbaars met een doortrekpercentage van 33,1% (PI: 24,9) na 15 dagen (Ploegaert, 2019). Mogelijk heeft wel uitspoeling van driedoornige stekelbaarzen plaatsgevonden na intrek als gevolg van bemalingsactiviteit, waardoor het daadwerkelijke doortrekpercentage mogelijk lager ligt dan de gemeten waarde.



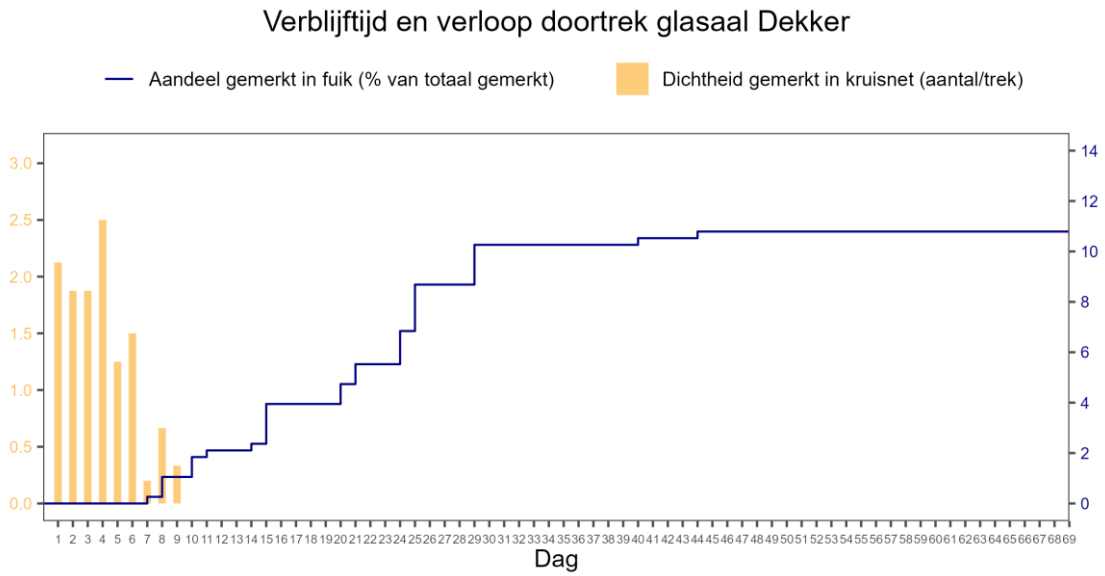
Figuur 3.4: Cumulatief intrekpercentage van succesvol ingetrokken gemerkte driedoornige stekelbaarzen bij De Piet. Op dag 3, 5, 7, 10, 15 en 20 zijn het cumulatieve intrekpercentage (dt) en de Prestatie Index (PI) weergegeven.

Bij gemaal de Piet werden slechts 4 glasalen gevangen tijdens het onderzoek. Dit gebeurde met de fuik aan de achterzijde van de vispassage. Er vindt dus doortrek plaats van glasaal. Deze glasalen zijn alleen niet gemerkt, omdat dit aantal te laag is voor een betrouwbaar merk-terugvangstexperiment. Het bepalen van de doortrekefficiëntie voor glasaal bij De Piet was daardoor niet mogelijk.

3.3 Verblijftijd

3.3.1 Dekker - glasaal

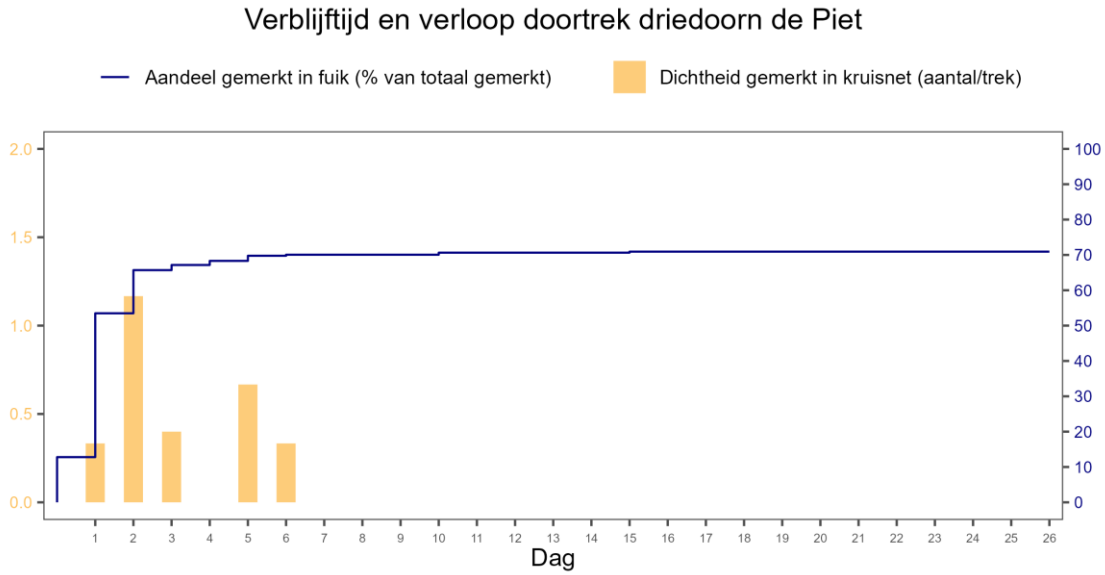
De eerste gemerkte glasalen werden pas na ongeveer een week in de verzamelbak van de aalgoot bij gemaal Dekker aangetroffen. De dichtheid van gemerkte glasalen in de kruisnetvangst liep in deze periode over het algemeen genomen sterk terug (figuur 3.5). Vanaf het moment dat de eerste glasalen werden aangetroffen in de verzamelbak bleef de doortrek gestaag doorgaan gedurende enkele weken. Dit kan erop wijzen dat glasalen er lang over doen om naar boven te klimmen via de aalgoot, ophopen in de aalgoot alvorens door te trekken naar de verzamelbak, moeite hebben met het vinden van de aalgoot, of een combinatie hiervan. Een andere factor die een rol kan spelen bij de afname van de dichtheid gemerkte glasalen in de kruisnetvangsten is de uitflux van glasaal. Het betrekken van de gemaalafvoer gedurende deze periode kan hier mogelijk meer inzicht in geven, maar dit valt buiten de scope van de huidige onderzoeksopzet. De cumulatieve doortrekcurve vlakt na 30 dagen af en het doortrekpercentage van gemerkte glasalen blijft beperkt. Er wordt pas gestopt met de doortrekmetingen na afloop van het intrekseizoen. Een aanzienlijk aandeel van de gemerkte glasalen trekt niet in via de aalgoot en lijkt niet langdurig actief aanwezig te blijven aan de voorzijde van het gemaal. Dit wijst op een relatief korte verblijftijd en hoge uitflux van glasalen bij Dekker.



Figuur 3.5: Cumulatief aandeel gemerkte glasalen (percentage van totaal gemerkt) dat succesvol de vismigratievoorziening bij gemaal Dekker is gepasseerd (blauw) en de dichtheid gemerkte individuen in de kruisnetvangst (aantal/trek) aan de voorzijde van het gemaal (geel). Kruisnetmetingen werden verricht tot en met dag 9.

3.3.2 De Piet - driedoornige stekelbaars

Ondanks dat bijna 2/3 van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen bij De Piet al binnen 3 dagen is ingetrokken, worden er nog tot en met dag 6 gemerkte driedoornige stekelbaarzen gevangen in de kruisnetten. Vanaf dag 3 vlakt de cumulatieve doortrekcurve af, maar blijft gedurende een kleine 2 weken nog wel mondjesmaat oplopen. Het grootste deel van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen trekt in korte tijd in via de vispassage. Dit wijst op een relatief lage verblijftijd en lage uitflux van driedoornige stekelbaarzen bij De Piet.



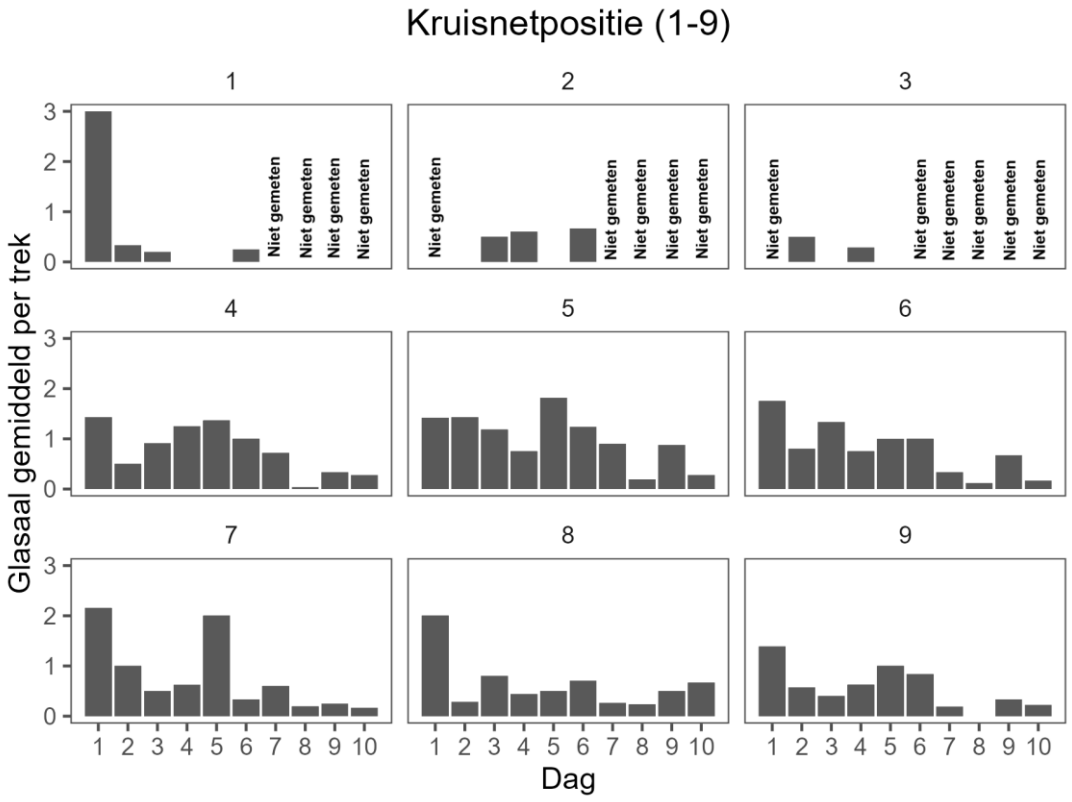
Figuur 3.6: Cumulatief aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen (percentage van totaal gemerkt) dat succesvol de vismigratievoorziening bij gemaal De Piet is gepasseerd (blauw) en de dichtheid gemerkte individuen in de kruisnetvangst (aantal/trek) aan de voorzijde van het gemaal (geel). Kruisnetmetingen werden verricht tot en met dag 9.

3.4 Knel- en verbeterpunten + aanbevelingen

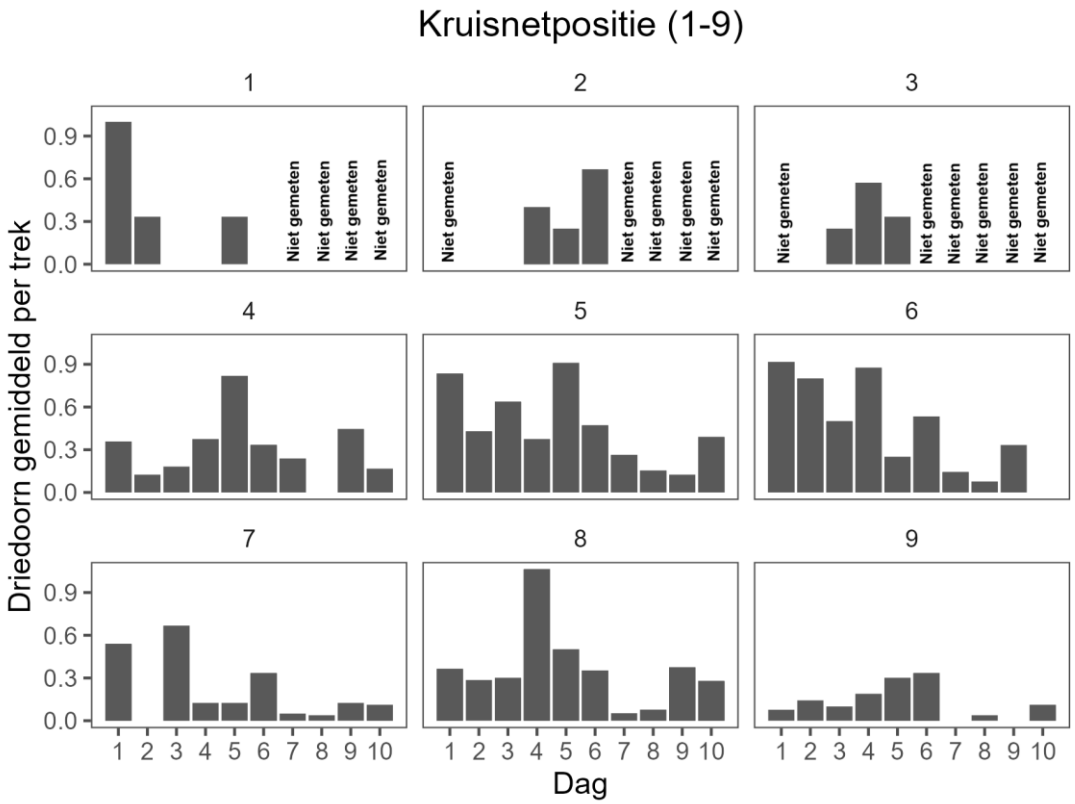
In deze paragraaf worden mogelijke knel- en verbeterpunten geïdentificeerd in het functioneren van de vismigratievoorzieningen op basis van de resultaten van de vangstgegevens, stroomsnelheidsmetingen en observaties van gedrag met een onderwatercamera. Daarnaast wordt de mogelijke invloed van het habitat aan de voorzijde van de vismigratievoorzieningen op de doortrekefficiëntie besproken. Verder worden aanbevelingen gedaan om de knelpunten op te heffen of te mitigeren.

3.4.1 Aalgoot Dekker

- Het debiet van de lokstroom die over de aalgoot loopt is zeer beperkt (het exacte debiet wordt niet gemeten). Mogelijk maakt dit de aalgoot lastig vindbaar voor de aanwezige glasalen. Observaties lieten zien dat de aalgoot wel enige aantrekking had, maar dat deze ook vaak voorbij gezwommen werd, zelfs op slechts een halve meter afstand. Glasaal was vooral veel zichtbaar aan het oppervlakte in de maalkom waar bemaald was was, duidelijk op zoek naar een plek om naar binnen te kunnen. Naarmate de tijd na het bemalen verstreek leken ze de aalgoot beter te kunnen vinden, mogelijk door het toenemende verschil in zoutgehalte tussen de zoete lokstroom en het zoute water in de maalkom. Daarnaast bleef na afloop van het bemalen een beperkte hoeveelheid water ter hoogte van de maalkokers de maalkom in stromen, waar glasaal zichtbaar door aangetrokken werd. Dit is ook terug te zien in de kruisnetvangsten (figuur 3.7 en 3.8), met overwegend hogere dichtheden van met name glasaal op de posities in de maalkokers van het gemaal (posities 4-9) in vergelijking met de posities op de aalgoot (posities 1-3). Mogelijk gaat het hier om grondwater dat uit het dijklichaam stroomt. De aantrekkingskracht van de aalgoot kan mogelijk worden vergroot door het vergroten van het debiet van de lokstroom over de aalgoot.



Figuur 3.7: Het gemiddelde aantal glasalen per trek per kruisnetpositie bij gemaal Dekker.



Figuur 3.8: Het gemiddelde aantal driedoornige stekelbaarzen per trek per kruisnetpositie bij gemaal Dekker.

- De kokosmat in de aalgoot is op veel plaatsen dichtgeslibt (figuur 3.10). Mogelijk hindert dit het klimgedrag van glasaal. Het reinigen van de mat en daarmee het vergroten van de hoeveelheid openingen in de structuur strekt tot de aanbevelingen. Mogelijk kan glasaal dan beter worden gefaciliteerd tijdens de klim naar boven.



Figuur 3.10: De kokosmat in de aalgoot is op veel plaatsen dichtgeslibt (Foto: Jisk van den Ende).

- Mogelijk zorgt de grote lengte van de aalgoot dat glasalen uitgeput raken en afhaken tijdens de klim naar boven (figuur 3.12). Eerder onderzoek bij kortere aalgoten (gemaal Veurne-Ambacht) liet aanzienlijk hogere passage-efficiënties zien van 55-57% (Van Wichelen et al., 2019). Er zijn verschillende mogelijkheden om dit op te lossen, waaronder het dichter bij de waterlijn plaatsen van de verzamelbak, het verkorten van de aalgoot aan de onderzijde, of het realiseren van een constructie waarbij vissen rondom hoogwater tegen een lokstroom in een verzamelbak in kunnen zwemmen die periodiek rond laagwater geleegd wordt.

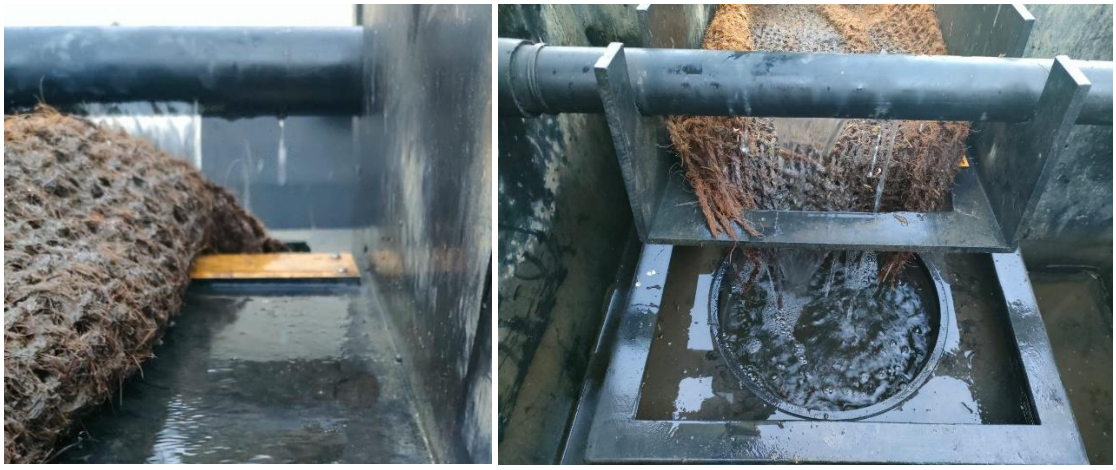


Figuur 3.12: De aalgoot bij gemaal Dekker, waarbij duidelijk te zien is dat glasalen een aanzienlijke afstand moeten klimmen voordat ze bij de verzamelbak aan de bovenzijde van de dijk aankomen (Foto: Arthur de Bruin).

- Voor aanvang van het merk-terugvangstexperiment is de aalgoot op verschillende plaatsen gecontroleerd op de aanwezigheid van glasaal door de mat op te tillen en uit te schudden. Hierbij viel op dat vooral in het bovenste deel van de aalgoot zich veel glasaal ophield. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van verschillende factoren die ervoor zorgen dat de huidige situatie niet goed aansluit op wat bekend is van het gedrag van glasaal:
    - In het bovenste gedeelte bevindt zich een rechte opstaande rand op de bodem van de aalgoot (Figuur 3.13). Glasalen die onder de kokosmat door naar boven klimmen lopen vast op deze rand. Het is niet duidelijk waarom deze rand hier zit. Bij het ontbreken van een functie strekt het tot de aanbeveling om de rand te verwijderen.
    - Ongeveer een halve meter voordat de aalgoot in de verzamelbak uitkomt knikt de aalgoot naar beneden, waardoor deze nagenoeg horizontaal eindigt in de verzamelbak. Een deel van het lokstroomwater wat op de goot terecht komt stroomt daardoor terug de verzamelbak in (Figuur 3.13). Deze plotselinge omkeer in de stroomrichting van het water zorgt er mogelijk voor dat glasaal hier tegenin gaat bewegen. Er wordt aanbevolen om ervoor te zorgen dat er minder lokstroomwater

vanaf de aalgoot terugloopt naar de verzamelbak door het vergroten van de hoek van het bovenste deel van de aalgoot, zodat deze schuiner omhoog loopt.

- Het is ook mogelijk dat de ophoping ontstaat doordat glasaal minder geneigd is om zich uit zichzelf in de verzamelbak te laten vallen. Hier kan meer inzicht in worden verkregen door een infraroodcamera gedurende een hele nacht in de verzamelbak te laten draaien.



Figuur 3.13: De rechte opstaande rand bovenaan de aalgoot (links) en het laatste stuk van de aalgoot gezien vanuit de verzamelbak, waarbij duidelijk te zien is dat een deel van het lokstroomwater terug de verzamelbak in stroomt (rechts) (Foto's: Jisk van den Ende).

- Aan de bovenzijde van de aalgoot, iets voor de verzamelbak, bevindt zich een rooster in de aalgoot (figuur 3.11). Hiermee moet worden voorkomen dat krabben vanuit de Oosterschelde de verzamelbak betreden en hier predatie van glasaal plaatsvindt. Mogelijk vindt in de aalgoot zelf echter ook al predatie plaats. Wanneer dit het geval is zal het verplaatsen van het rooster naar een lager punt in de aalgoot predatie verminderen. Om ophoping van vuil bij het rooster en daardoor een beperktere passeerbaarheid van het rooster door glasaal te voorkomen is het wel belangrijk om het rooster boven de hoogwaterlijn te houden.



Figuur 3.11: Het rooster aan de bovenzijde van de aalgoot, dat moet voorkomen dat krabben vanuit de Oosterschelde de verzamelbak betreden en daar predatie van glasaal plaatsvindt. (Foto: Jisk van den Ende).

- Stroomsnelheidsmetingen in de nabijheid van de aalgoot laten zien dat hier een turbulente situatie ontstaat tijdens het bemalen. Dit effect is het sterkst wanneer wordt bemalen met de westelijke maalkoker, die het dichtst bij de aalgoot ligt (standaarddeviatie stroomsnelheid zonder bemaling: 0.011 m/s, bemaling met oostelijke koker: 0.136 m/s, bemaling met westelijke koker: 0.163 m/s). Een turbulente situatie in de nabijheid van de aalgoot als gevolg van het bemalen kan glasaal mogelijk hinderen bij het betreden van de aalgoot. Er wordt daarom aanbevolen om in de avond bij voorkeur met de oostelijke koker te bemalen om de turbulentie in het wateroppervlak bij de aalgoot nog zoveel mogelijk te beperken.

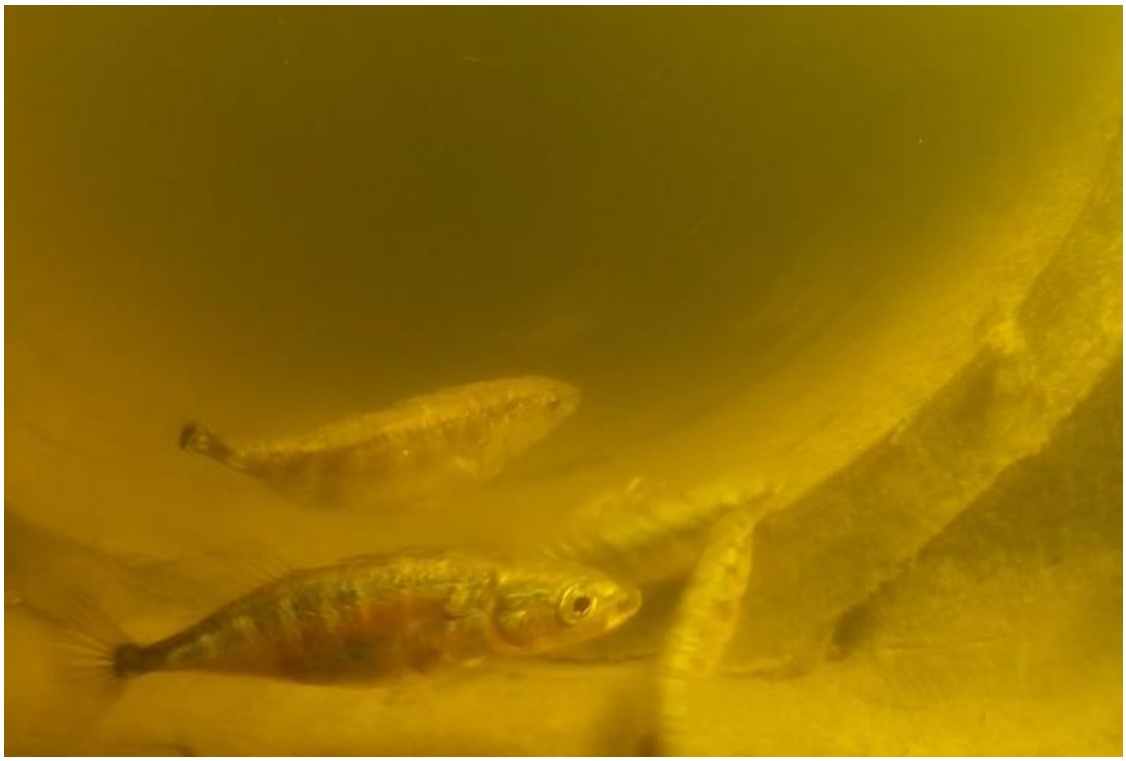
- Tijdens de onderzoeksperiode stond meerdere dagen een aanlandige wind. Dit resulteerde in de ophoping van o.a. rottend blaaswier op het rooster aan het onderste deel van de aalgoot (Figuur 3.9). Mogelijk had dit een afstotende werking op de glasaal. Voor de zekerheid is de ophoping daarom verwijderd. Het wordt aanbevolen om tijdens het regulier legen van de verzamelbak tijdens het intrekseizoen de aalgoot te controleren op dergelijke ophopingen en deze te verwijderen.



Figuur 3.9: De ophoping van o.a. rottend blaaswier op het rooster aan het onderste deel van de aalgoot als gevolg van aanlandige wind. Mogelijk had dit een afstotende werking op de glasaal (Foto: Rens Cronau).

3.4.2 Vispassage De Piet

- Videobeelden gemaakt in de verzamelbak ter hoogte van de opening van de buis richting de polder laten zien dat groepjes driedoornige stekelbaarzen herhaaldelijk tegen de lokstroom in de buis inzwemmen om vervolgens terug te keren omdat ze nog niet verder kunnen (figuur 3.14). Mogelijk stoppen ze daardoor na verloop van tijd met het proberen om op deze locatie in te trekken, bijvoorbeeld door uitputting. De huidige instelling van de migratiecyclus staat op 125 minuten lokken alvorens in te laten. Het verkorten van de duur van het lokken in de migratiecyclus naar 15 minuten kan voorkomen dat vissen na verloop van tijd stoppen met het proberen om in te trekken. Ook bij andere vrij-verval passages in Zeeland, Prommelsluis en Poppekinderen, werd de lengte van de migratiecyclus aangemerkt als mogelijk knelpunt (Ploegaert et al., 2018; Ploegaert, 2019).



Figuur 3.14: Op de videobeelden is te zien dat groepjes driedoornige stekelbaarzen herhaaldelijk vanuit de verzamelbak tegen de lokstroom in de buis richting de polder inzwemmen om vervolgens terug te keren omdat ze nog niet verder kunnen (Beeld: Blikonderwater.nl).

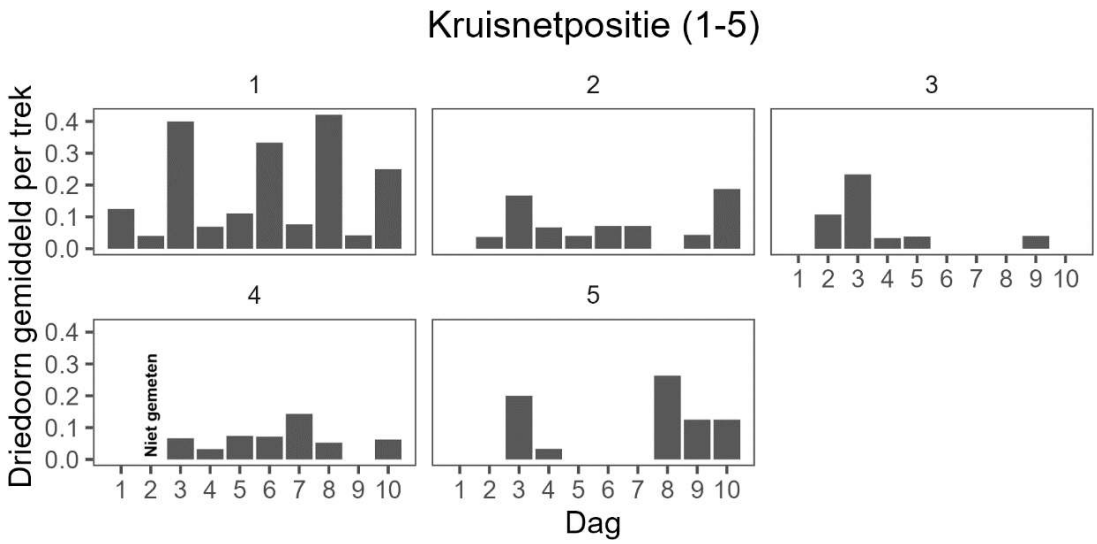
- De bodem van de verzamelbak is oneffen. Bij het inspoelmoment richting de polder blijft er een klein laagje water achter in de diepere delen (Figuur 3.15). Tijdens de stroomsnelheidsmetingen werden enkele driedoornige stekelbaarzen waargenomen die hierin achterbleven. Door de bodem van de verzamelbak te vereffenen en deze enigszins schuin af te laten lopen in de richting van de polder kan worden gezorgd dat de verzamelbak tijdens het inspoelmoment volledig leegloopt en wordt voorkomen dat vissen hierin in achterblijven. Daarnaast zou een verdiept liggende vierkante buis zonder uitstekende rand zorgen voor een betere aansluiting tussen de verzamelbak en de leiding richting de polder.



Figuur 3.15: de binnenzijde van de verzamelbak na het inspoelmoment, waarop te zien is dat er een klein laagje water achterblijft in de diepere delen van de oneffen bodem, waarin vissen kunnen achterblijven (Foto: Jisk van den Ende).

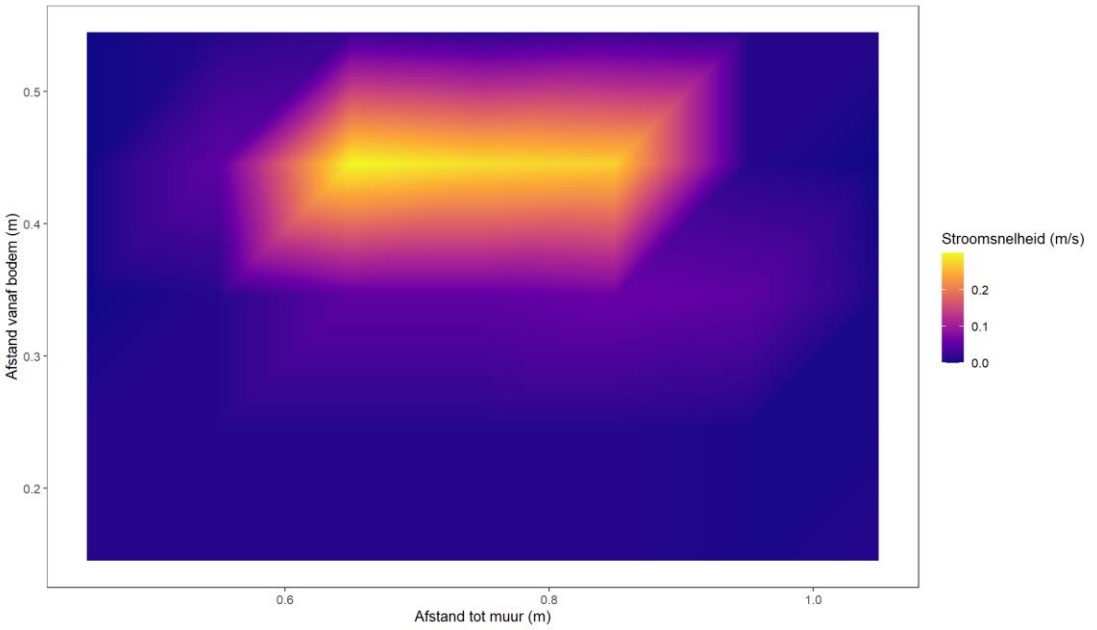
- Observaties in de verzamelbak tijdens het inspoelmoment richting de polder laten zien dat driedoornige stekelbaarzen zich in eerste instantie niet mee wil laten voeren met de stroming en hier tegenin gaan zwemmen. Het leeglopen van de bak gaat echter zodanig snel (80% binnen een halve minuut en 100% binnen ongeveer een minuut) dat de stroomsnelheid in de bak in korte tijd sterk oploopt (max. 1.11 m/s), waardoor uiteindelijk toch de meeste stekelbaarzen mee naar de polder spoelen. In vergelijking met glasaal is de driedoornige stekelbaars een relatief sterke zwemmer. Daarnaast bevindt zich in de verzamelbak geen aangroei of slib waar glasaal in zou kunnen schuilen tijdens het inspoelmoment. Op basis hiervan is het niet waarschijnlijk dat glasaal achterblijft in de verzamelbak tijdens het inspoelmoment, mits de eerder genoemde oneffenheden in bodem van de verzamelbak worden weggewerkt en een betere aansluiting tussen de verzamelbak en de leiding richting de polder wordt gecreëerd.

- Aan de voorzijde van de vispassage was de lokstroom duidelijk waarneembaar. Op basis van de kruisnetvangsten met overwegend de hoogste dichtheden op de positie direct voor de vispassage (positie 1) lijkt driedoornige stekelbaars de opening naar de vispassage redelijk goed te kunnen vinden (figuur 3.17). Dit wordt bevestigd door de hoge doortrekefficiëntie via de vispassage (paragraaf 3.2).



Figuur 3.17: Het gemiddelde aantal driedoornige stekelbaarzen per trek per kruisnetpositie bij gemaal De Piet.

- Stroomsnelheidsmetingen laten zien dat de lokstroom vooral langs de bovenzijde van de inzwemopening van de verzamelbak naar buiten stroomt. Hier werd een gemiddelde stroomsnelheid van 0.28 m/s gemeten (figuur 3.18). Dit is aanzienlijk hoger dan de streefwaarde van 0.1 m/s die vaak wordt gehanteerd voor glasaal. Mogelijk ondervindt glasaal hierdoor hinder bij het betreden van de verzamelbak. Uit een experiment met een mobiele glasaalmonitoringsmodule bij gemaal 't Sas (Schiphouwer et al., 2021) is echter bekend dat het voor glasalen niet onmogelijk is om bij stroomsnelheden van >0,1 m/s te passeren. De afsluiter bij de inzwemopening van de verzamelbak gaat nu niet volledig open. Mogelijk kan de stroomsnelheid worden getemperd door de afsluiter verder open te laten gaan, zonder het debiet en daarmee de lokkende werking te verkleinen.



Figuur 3.18: De stroomsnelheden aan de directe buitenzijde van de vispassage ter hoogte van de vierkante inzwemopening, waarbij aan alle 4 de kanten tot ongeveer 10 à 15cm voorbij de inzwemopening is doorgemeten. Hierbij is te zien dat lokstroom vooral langs de bovenzijde van de inzwemopening naar buiten stroomt.

- Op dit moment is de vispassage ieder intrekseizoen in bedrijf tot in juli. Het intrekseizoen van glasaal is tegen die tijd grotendeels voorbij. Wanneer jonge aal het glasaal stadium ontgroeit, wordt gesproken van ondermaatse 'pootaal'. Ook dit levensstadium kent een sterke migratiedrang in de volgende jaren, mogelijk omdat het in de eerste migratiegolf als glasaal bereikte leefgebied nog niet optimaal is. Pootaal migreert voornamelijk later in het seizoen, vanaf een watertemperatuur van 10-15°C. De migratieperiode van pootaal houdt langer aan dan die van glasaal met hogere aantallen tot en met augustus, en lagere aantallen in september-oktober (Schiphouwer & Kooiman, 2021). Met de huidige periode waarin de vispassage in bedrijf is (tot in juli) wordt een deel van de migratiepiek van pootaal gemist. Het strekt daarom tot de aanbeveling om de vispassage jaarlijks langer in bedrijf te houden. Bij voorkeur tot en met oktober, maar in ieder geval tot en met augustus.

- De verankering van de verzamelbak is op dit moment mogelijk kapot, waardoor de bak enigszins beweegt onder invloed van de waterbewegingen. Tijdens het inspoelmoment richting de polder komt de bak zelfs schuin omhoog in de waterkolom door het toenemende drijfvermogen (figuur 3.16). Hierdoor komen er krachten op de constructie waarop deze niet is berekend. Het verankeren van de verzamelbak kan mogelijk leiden tot een langere levensduur van de constructie en het voorkomen van storingen. In de huidige situatie loopt de verzamelbak mogelijk wel beter leeg tijdens het inspoelmoment richting de polder, maar dit kan als de bak wordt verankerd ook worden bewerkstelligd door de bodem schuin af te laten lopen in de richting van de polder. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn om de bak juist zodanig te verankeren dat deze in zijn geheel schuin afloopt in de richting van de polder.



Figuur 3.16: De verzamelbak na het inspoelmoment richting de polder, waarbij te zien is dat de bak schuin omhoog komt als gevolg van het toegenomen drijfvermogen (Foto: Jisk van den Ende).

3.4.3 Habitat Dekker

De maalkom bij Dekker heeft een zeer beperkte omvang en ligt direct aan de Oosterschelde (figuur 3.20). Korte strekdammen van enkele tientallen meters lang aan weerszijden bieden enigszins luwte. Er is geen traject van bijvoorbeeld een geul aanwezig waar de zoete bel van bemalingsactiviteit een gradiënt creëert en die vissen kunnen gebruiken om relatief beschut tot bij het gemaal te komen, ondanks de getijdenwerking. Ook zorgt de relatief korte afslag ervoor dat trekvissen die met selectief getijdentransport aankomen dit intrekpunt mogelijk moeilijk of met veel energieverlies zullen vinden en hier mogelijk vaak voorbij spoelen. Zodra ze in de zoete pluim van het gemaal komen met opkomend getij zijn ze deze locatie al gepasseerd.



Figuur 3.20: Bovenaanzicht van de situatie bij gemaal Dekker (Foto: Arthur de Bruin).

Alhoewel bemalingsactiviteit van groot belang is voor het creëren van een lokstroom voor glasaal, laten stroomsnelheidsmetingen in de maalkom zien dat de situatie hier zeer turbulent wordt wanneer het gemaal draait. Daarnaast kan de wind, afhankelijk van de windrichting, aanzienlijk vat hebben op de situatie in de maalkom. Een stevige aanlandige wind tijdens de onderzoeksperiode zorgde bijvoorbeeld voor vrij turbulente omstandigheden in de maalkokers en rondom de aalgoot. Turbulente omstandigheden in de maalkom kunnen desoriënterend werken en glasaal hinderen bij het vinden van de relatief kleine lokstroom van de aalgoot. Dit kan uiteindelijk leiden tot het staken van de migratie en is mogelijk een belangrijke oorzaak voor de uitflux van glasaal. Saliniteitsmetingen aan weerszijden van het gemaal lieten een aanzienlijk verschil zien (polderzijde: 8.3 ppt en Oosterschelde zijde: 16.2 ppt). Beide waarden kunnen worden gekenmerkt als brak. Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat de saliniteitsmeting een momentopname was die waarschijnlijk vrij recent na bemaling plaatsvond. Naar verwachting varieert de saliniteit in de maalkom onder invloed van de bemalingsactiviteit sterk, waarbij de saliniteit naar verwachting vaak hoger zal zijn dan de gemeten waarde. De aanzienlijke zoutgradiënt kan glasaal faciliteren om de lokstroom van beperkte omvang die over

de aalgoot stroomt toch kunnen vinden, ondanks de soms turbulente omstandigheden in de maalkom.

Bemalingsactiviteit kan er daarnaast voor zorgen dat glasalen de kleine maalkom uit worden gespoeld. Wanneer dit gebeurt is de kans naar verwachting vrij groot dat ze door wind- en/of getijdenwerking snel nog verder weg geraken en daardoor niet meer terugkomen in de kleine maalkom. Ook dit is mogelijk een belangrijke oorzaak voor de uitflux van glasaal. Het huidige habitat in de maalkom biedt wel enigszins schuilmogelijkheden in de vorm van de korte strekdammen die aan weerszijden zijn gelegen en een mengsel van zand en schelpen op de bodem (figuur 3.21). Glasalen kunnen dit substraat benutten om te schuilen tegen de stroming wanneer er water wordt afgevoerd door het gemaal.



Figuur 3.21: Bovenaanzicht van de situatie rondom de aalgoot en de uitstroom van gemaal Dekker (Foto: Arthur de Bruin).

Het aanbrengen van grotere breukstenen in het verlengde van de korte strekdammen aan weerszijden van de maalkom, zodanig dat een trechtervorm ontstaat, kan zorgen voor een betere begeleidende route voor trekvissen in de richting van het gemaal. Mogelijk vindt er in deze situatie ook nog aanslibbing plaats en slijt de stroomgeul van het gemaal verder uit. Daarnaast kan dit zorgen voor het ontstaan van riffen, meer beschutting en meer schuilmogelijkheden. Verder zorgt dit ervoor dat glasalen die door bemalingsactiviteit toch verder bij het gemaal vandaan spoelen minder snel in open water terecht komen en daarmee een grotere kans hebben om terug te komen bij het gemaal.

3.4.4 Habitat De Piet

De maalkom bij gemaal De Piet heeft een beperkte omvang en is binnendijks gelegen. Via een dubbele duiker staat de maalkom in verbinding met de kreek van ongeveer 1,5 km lengte die

vanaf het Veerse Meer richting het gemaal loopt (Figuur 3.22). Door deze lange aanloop vanuit het Veerse Meer kan de zoete bel van bemalingsactiviteit een mooie gradiënt creëren die vissen kunnen gebruiken om tot bij het gemaal te komen.



Figuur 3.22: Bovenaanzicht van de situatie bij gemaal De Piet. In de maalkom heerst een turbulente situatie doordat het gemaal in bedrijf is (Foto: Arthur de Bruin).

Door de beschutte ligging van de maalkom heeft de wind hier weinig invloed. Daarnaast is de getijdenwerking op het Veerse Meer zeer beperkt, via de verbinding met de Oosterschelde met het doorlaatmiddel de Katse Heule. Dit zorgt ervoor dat er sprake is van een zeer wind- en stromingsluwe situatie in de maalkom. De luwe situatie in de maalkom kan vissen faciliteren om toch de ingang naar de vispassage te vinden. Enerzijds doordat er naast de lokstroom verder nauwelijks stroming staat in de maalkom die desoriënterend zou kunnen werken, en anderzijds doordat vissen waarschijnlijk lang aanwezig kunnen blijven voor de vispassage en daardoor voldoende tijd krijgen om zich te oriënteren.

Wanneer het gemaal in werking treedt wordt de situatie in de maalkom echter zeer turbulent (figuur 3.22). Hierbij worden vissen mogelijk de maalkom uit gespoeld. Ze komen dan in de kreek terecht, die vanaf het Veerse Meer in de richting van het gemaal loopt. Het is niet de verwachting dat vissen tijdens het bemalen helemaal terug naar het Veerse Meer spoelen. Vanwege de aanzienlijke omvang van de kreek zal de stroomsnelheid hier niet hoog zijn tijdens het bemalen. Daarnaast zijn er veel schuilmogelijkheden aanwezig langs de kreek in de vorm van bijvoorbeeld steenstort. Na het bemalen vormt de kreek een mooie aanlooproute om opnieuw bij het gemaal en de vispassage te komen.

4 Conclusies

Dit hoofdstuk beschrijft per locatie de conclusies van het onderzoek en de hieruit voortvloeiende aanbevelingen.

4.1 Dekker

Aanbod

- Momentaanbod glasaal (16 - 24 april): 1.875 (95% BI: 1.568 – 2.309).
- Seizoensaanbod glasaal (half februari - half juni): 16.215 (95% BI: 13.765 – 20.145).
- Momentaanbod driedoornige stekelbaars: 383 (95% BI: 296 – 520).

Doortrekefficiëntie

- Efficiëntie aalgoot zeer beperkt voor glasaal: na 15 dagen is 2,36% van de gemerkte glasalen gepasseerd (PI: 0,67). Na 60 dagen is 10,8% van gemerkte glasalen gepasseerd (PI: 6,84).
- Doortrek glasaal kwam langzaam op gang, waarna glasalen over langere tijd mondjesmaat binnen bleven druppelen, alvorens de doortrek stagneerde.

Verblijftijd

- Verblijftijd van glasalen lijkt beperkt en er is waarschijnlijk sprake van een grote uitflux. Dit kon worden geconcludeerd op basis van snel afnemende terugvangsten van gemerkte vissen aan de voorzijde van het gemaal in combinatie met een zeer beperkte doortrek.

Knel- en verbeterpunten

De volgende mogelijke knel-en verbeterpunten zijn tijdens het onderzoek geïdentificeerd:

- Lokkende werking aalgoot beperkt: glasaal sterker aangetrokken tot de maalkokers (mogelijk door lekkend grondwater uit het dijklichaam) en debiet lokstroom over de aalgoot zeer beperkt. Dit kan leiden tot het staken van de migratie en daarmee bijdragen aan de uitflux glasaal.
- Kokosmat in de aalgoot is op veel plaatsen dichtgeslibt, waardoor open structuur beperkt is en glasaal mogelijk wordt gehinderd bij de klim naar boven.
- Grote afstand die glasalen moeten afleggen voordat ze bij de verzamelbak zijn leidt mogelijk tot uitputting en het staken van de migratie.
- Ophoping van glasaal aan de bovenzijde van de aalgoot. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat zich hier een opstaande rand bevindt, de stroomrichting van het water hier veranderd vanwege het terugstromen van lokstroomwater naar de verzamelbak, of doordat glasaal minder geneigd is om zich uit zichzelf in de verzamelbak te laten vallen.
- Rooster in de aalgoot ter voorkoming van predatie door krabben is mogelijk te dicht bij de verzamelbak geplaatst, waardoor in de goot zelf predatie kan plaatsvinden.
- Zeer turbulente omstandigheden rondom de aalgoot tijdens het bemalen, die het sterkst zijn bij het gebruik westelijke maalkoker. In combinatie met de beperkte omvang van de maalkom kan dit bijdragen aan de uitflux van glasaal.

- Beperkte omvang van de maalkom en het ontbreken van een traject in het habitat aan de voorzijde dat zorgt voor een goede begeleiding van trekvissen in de richting van het gemaal, kan zorgen voor de slechte bereikbaarheid hiervan.
- Aanwezigheid ophoping van o.a. rottend blaaswier op het onderste deel van de goot, die mogelijk afstotende werking had op glasaal.

Vervangen bestaande voorziening door vispassage
Verschillende van de maatregelen om de huidige situatie te verbeteren in de volgende paragraaf zijn arbeids- en/of kostenintensief. Daarnaast is het rendement van verschillende maatregelen lastig in te schatten, omdat niet duidelijk is in hoeverre het achterliggende knelpunt daadwerkelijk voor hinder zorgt bij de migratie van glasaal. Verder is het draaiende houden van deze aalgoot een arbeidsintensief proces, omdat deze steeds met de hand moet worden geleegd en regulier moet worden gereinigd. Ook is de aalgoot een selectieve oplossing die alleen glasaal faciliteert, terwijl er ook aanbod van driedoornige stekelbaars is aangetoond (Paragraaf 3.1) en met het kruisnet ook jonge harders (waarschijnlijk dunlipharders) werden gevangen. Ten slotte bleek uit onderhavig onderzoek dat de aalgoot de aanwezige glasalen slechts zeer beperkt faciliteert om in te trekken. Tot op heden is er nog geen lagere doortrekefficiëntie bij een vismigratievoorziening gemeten voor glasaal tijdens de Passagechecks.

Daarom wordt aanbevolen om te overwegen om de aalgoot te vervangen door een vispassage die een breder soortenspectrum faciliteert, zoals bijvoorbeeld de dubbele hevel passage bij gemaal De Noord. Een Passagecheck op deze locatie in 2021 liet zien dat een aanzienlijk deel van de aanwezige glasaal, maar ook een deel van de driedoornige stekelbaarzen, met behulp van deze vispassage werd gefaciliteerd bij hun migratie richting de polder (Kooiman & Ploegaert, 2022).

Aanbevelingen
De volgende aanbevelingen kunnen mogelijk bijdragen aan het oplossen of mitigeren van eerder genoemde knelpunten in de huidige situatie en daarmee het functioneren van de aalgoot:

- Vergroten lokstroomdebiet.
- Reinigen van de dichtgeslibte kokosmat in de aalgoot.
- Verkorten van de af te leggen afstand in de aalgoot, bijvoorbeeld door de verzamelbak dichter bij het water te plaatsen.
- Verwijderen van de opstaande rand aan de bovenzijde van de aalgoot.
- Vergroten van de hoek van het bovenste deel van de aalgoot, zodat deze schuiner omhoog loopt en daardoor minder lokstroomwater vanaf de aalgoot terugstroomt naar de verzamelbak.
- Om inzichtelijk te maken of glasaal inderdaad minder geneigd is om zich uit zichzelf in de verzamelbak te laten vallen in de huidige situatie, zou gebruik kunnen worden gemaakt van het laten draaien van een infraroodcamera in de verzamelbak gedurende de nacht.
- Verplaatsen van het rooster ter voorkoming van predatie door krabben naar een eerder punt in de aalgoot, dichter bij de ingang, maar wel nog boven de hoogwaterlijn.
- Bemalingsactiviteit tijdens de avonduren bij voorkeur met oostelijke maalkoker.
- Het vergroten van de omvang van de spuikom door het aanbrengen van grotere breukstenen in het verlengde van de korte strekdammen aan weerszijden van de maalkom, zodanig dat een trechtervorm ontstaat.
- Controleren van de aalgoot op ophopingen van o.a. rottend blaaswier en dit verwijderen tijdens de reguliere bezoeken aan de aalgoot om de verzamelbak te legen.

4.2 De Piet

Aanbod

- Aanbod driedoornige stekelbaars gehele onderzoeksperiode (11 april - 11 mei): 1.297 (95% BI: 1.225– 1.381).
- Aanbod glasaal: laag. Er werden tijdens het onderzoek slechts 4 glasalen gevangen, waardoor het niet mogelijk was om voor deze soort het aanbod te berekenen.

Doortrekefficiëntie

- Efficiëntie vispassage aanzienlijk voor driedoornige stekelbaars: na 15 dagen is het doortrekpercentage 70,6% (PI: 60,68).
- Doortrek driedoornige stekelbaars kwam snel op gang en nam vervolgens in korte tijd sterk toe, alvorens te stagneren.

Verblijftijd

- Verblijftijd van driedoornige stekelbaars beperkt en sprake van een lage uitflux. Dit kon worden geconcludeerd op basis van een zeer hoog doortrekpercentage in korte tijd.

Knel- en verbeterpunten

De volgende mogelijke knel-en verbeterpunten zijn tijdens het onderzoek geïdentificeerd:

- Lange duur van het lokmoment in de huidige migratiecylus kan er mogelijk voor zorgen dat vissen na verloop van tijd stoppen met proberen om op deze locatie in te trekken.
- In de oneffen bodem van de verzamelbak blijft op sommige plaatsen water staan na het inspoelmoment richting de polder waarin vissen kunnen achterblijven.
- Stroomsnelheid van de lokstroom langs de bovenzijde van de inzwemopening van de verzamelbak is mogelijk aan de sterke kant voor glasaal.
- De huidige periode waarin de vispassage jaarlijks in bedrijf is (tot in juli) omvat niet het volledige migratieseizoen van pootaal.
- De verankering van de verzamelbak is mogelijk kapot, waardoor deze beweegt onder invloed van de waterbeweging en migratiecylus. Dit kan mogelijk leiden tot een kortere levensduur van de constructie en storing van de vispassage.

Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen kunnen mogelijk bijdragen aan het oplossen of mitigeren van bovenstaande knelpunten:

- Verkorten van de lokduur in de huidige migratiecyclus naar 15 minuten.
- Vereffenen en enigszins schuin af laten lopen van de bodem van de verzamelbak in de richting van de polder.
- Verbeteren aansluiting tussen de verzamelbak en de leiding richting de polder door toepassing van een verdiept liggende vierkante buis zonder uitstekende rand.
- Verder openzetten van de afsluiter in de inzwemopening van de verzamelbak kan mogelijk de stroomsnelheid van de lokstroom op dit punt temperen, zonder het debiet en daarmee de lokkende werking te verkleinen.
- Verlengen periode waarin de vispassage jaarlijks in bedrijf is. Bij voorkeur tot en met oktober, maar in ieder geval tot en met augustus.
- Verankeren van de verzamelbak. Eventueel zodanig dat deze in zijn geheel schuin afloopt in de richting van de polder indien mogelijk.

5 Dankwoord

Het uitvoeren van de 'Passagecheck' voor de gemalen Dekker en De Piet was alleen mogelijk door het verzamelen van een grote hoeveelheid gegevens. Een belangrijk deel van deze gegevens werd verzameld door zeer intensief te vissen met kruisnetten. Vrijwilligers, die al betrokken waren bij de kruisnetmonitoring van 'Samen voor de Aal', hebben een cruciale rol gespeeld door tijdens de donkere uren van het voorjaar vele halen met het kruisnet te doen en de gemerkte oplichtende glasaaltjes en driedoornige stekelbaarzen te scheiden van de ongemerkte. De nachtelijke tijdstippen van de kruisnetbevissingen bij Dekker, die mee schoven met het opkomende getij, vormden hierbij een extra uitdaging.

Arnold Zevenbergen, Bart Boomstra, Ed Holtes, Elroy Vercruysse, Erwin van Dijk, Gertjan van den Berg, Jan de Pundert, Niek Romijn, René Kiel, Rudi Vercruysse, Steven Mortier, Tom Koppenol, Wesley van der Westen en Wilco Poppe, heel veel dank!

Stagiair(e)s hebben op verschillende wijzen een waardevolle bijdrage geleverd aan het onderzoek. In het bijzonder danken wij hier Eva Willebrands (Toegepaste Biologie, HAS Den Bosch) en Loek Bijl (Watermanagement, Hogeschool Zeeland) voor hun enorme inzet! Andere stagiairs die een waardevolle bijdrage hebben geleverd aan het onderzoek zijn Nick Rijken, Mikey Klompalberts, Ryan Neef, en Boaz Burg (Onderzoeker Leefomgeving, Curio Breda) en Thijs Tas en Lenn Verkerk (Atheneum, TBL Oss), waarvoor dank!

Beroepsvisser Peter Kooistra verzorgde de doortrekmetingen met de fuik bij de Piet en de verzamelbak bij Dekker, ook in het weekend, waarvoor dank!

Van Waterschap Scheldestromen bedanken wij;

- Wim Verstelle en Robbie Maenhaut voor de afstemming rondom de afvoer van water via de gemalen tijdens het onderzoek. Dit is cruciaal om het onderzoek goed op te kunnen zetten en uit te kunnen voeren;
- Aart Heijboer voor het verstrekken van de technische informatie met betrekking tot de vismigratievoorzieningen. Zonder deze informatie zou een goede uitvoering van het onderzoek niet mogelijk zijn;
- Jan Breure en Ruben Oosthoek voor het tellen en registreren van (gemerkte) glasalen uit de verzamelbak van de aalgoot nadat de geplande doortrekmetingen door Peter Kooistra waren afgelopen. Dankzij deze inspanning kon de doortrekefficiëntie van de aalgoot toch goed inzichtelijk worden gemaakt, ondanks dat de doortrek pas laat op gang kwam en heel langzaam verliep;
- En in het bijzonder Bernd van Broekhoven die zich al jaren inzet voor het verbeteren van vismigratie.

Het kritisch kijken naar eigen vismigratievoorzieningen in de vorm van deze 'Passagecheck' verdient waardering en draagt bij aan het verbeteren van huidige vismigratievoorzieningen en het optimaliseren van nog te realiseren voorzieningen in de toekomst.

6 Literatuur

Erp, I. van, B., M. Kooiman & S.M.A. Ploegaert, 2023. Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zeeland 2017-2023 & Noord-Brabant 2023. Projectnummers 2023.042 & 2023.050. Stichting RAVON, Nijmegen.

Griffioen, A.B., M.E. Schiphouwer (RAVON), H.V. Winter, & S. Ploegaert (RAVON). Aalonderzoeken Hoogheemraadschap van Delfland: efficiëntie van glasaalintrek bij gemaal Schoute. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C007/18. 39 blz.

Imbert, H., Beaulaton, L., Rigaud, C., & Elie, P. (2007). Evaluation of visible implant elastomer as a method for tagging small European eels. Journal of Fish Biology, 71(5), 1546-1554.

Kooiman, M. & S.M.A. Ploegaert, 2022. Passagecheck Zeeland – 2021. Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Loohoek en De Noord voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2021.044-PC21.

Krebs, C.J., (2014). Ecological Methodology, 3rd ed. Part One – Estimation abundance in animal and plant populations (2021 version, https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html)

Pike, C., V. Crook, V. & Gollock, M. 2020. Anguilla anguilla. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60344A152845178. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T60344A152845178.en. Accessed on 01 March 2022.

Ploegaert, S., M. Groen & M. Schiphouwer, 2018. Samen voor de Aal; Datarapportage Kruisnetmonitoring Zeeland 2018. Projectnummer 2018.051. Stichting RAVON, Nijmegen.

Ploegaert, S.M.A., 2020. Passagecheck Zeeland – 2019. Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Schore en Poppekinderen voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2019.045.

Ploegaert, S.M.A., F. Smith, M. Schiphouwer & J. Kranenbarg, 2018. Passagecheck Zeeland – 2018. Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij Loohoek en Prommelsluis voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2018.039.

Ploegaert, S.M.A. & M. Kooiman, 2022. Passagecheck Bathse Spuisluis. Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorziening bij de Bathse Spuisluis voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON, Nijmegen. Projectnummer 2022.068.

Schiphouwer, M.E. & M. Kooiman, 2021. Landinwaartse migratie van aal via de Noord-Hollandse IJsselmeerkust. Onderzoek naar intrek, aanbod en knelpunten. RAVON, Nijmegen. Rapportnummer 2019.053.

Schiphouwer, M., M. Kooiman, T. Kroon, J. van den Ende, S. Ploegaert & B. Peters, 2022. Landinwaartse migratie van glasaal via Scheveningen. Passagecheck complex Keersluis en Gemaal Schoute. Projectnummer 2020.053. RAVON, Nijmegen.

Schiphouwer, M., S. Ploegaert, A. Regtien, J. van Boxel, 2021. Onderzoek naar vismigratie

geautomatiseerd. Water Matters (13): 40-43.

Seber, G.A.F. 1982. The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters. 2nd edition. Griffin, London.

Van Wichelen J., Vandamme L., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K. & Coeck J. (2019). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer. Onderzoeksprogramma visserij 2018 - eindverslag. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (44). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.17042525

Winter, H. V., Griffioen, A. B., & de Bruijn, P. (2020). Evaluatie trekvisonderzoeken Noordzeekanaal en ommelanden: onderzoek in het kader van samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden Fase 1. (Wageningen Marine Research rapport; No. C015/20). Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/514957

Bijlage 1: Berekening populatieschattingen onderzoeksperiode en seizoen

Onderzoeksperiode

De populatieschatting driedoornige stekelbaars bij De Piet tijdens de onderzoeksperiode is benaderd op basis van de (terug)vangsten met de fuik. Het gaat hierbij om de periode van 11 april t/m 11 mei. Tijdens deze periodes heeft doorlopend vangstinspanning plaatsgevonden met de fuik. Gemerkte dieren maakten daarbij een bepaalde kans om teruggevangen te worden. Het aantal terugvangsten was afhankelijk van het vangstrendement van de fuik op dat moment en de dynamiek van het aanbod, o.a. de verblijftijd. Op basis van het uiteindelijke terugvangstrendement kan een benadering van de totale populatiegrootte plaatsvinden over de gehele onderzoeksperiode. Voorwaarde voor een goede bepaling van het terugvangstrendement is wel dat aan het eind van de periode waarin terugvangstinspanning plaatsvindt nagenoeg geen terugvangst van gemerkte dieren meer wordt gegenereerd. Doordat met de fuik doorlopend vangstinspanning werd geleverd voor een langere periode zijn een groot aantal terugvangsten gegenereerd. Dit maakt het mogelijk om een betrouwbare inschatting te maken van de populatiegrootte gedurende de onderzoeksperiode.

Net als bij de benadering van het momentaanbod is bij de populatieschattingen over de gehele onderzoeksperiode gebruik gemaakt van de variatie op de eenvoudige Petersen methode, voorgesteld door Seber (1982) om overschatting van de daadwerkelijke populatiegrootte te voorkomen (Krebs, 2014):

$$N = \frac{(M+1)(C+1)}{R+1} - 1$$

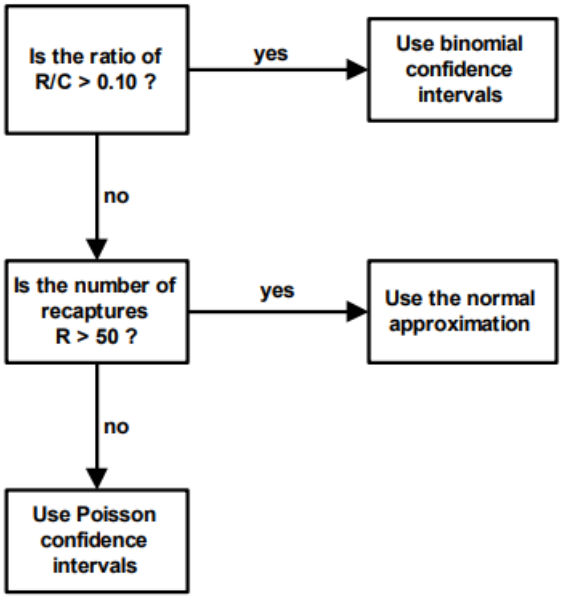
Het uitgangspunt van de toepassing van deze methode in deze situatie is dat: de verhouding tussen het totaal aantal gemerkte dieren (M) en de populatiegrootte (N) tijdens de onderzoeksperiode gelijk is aan de verhouding tussen het aantal in de fuik teruggevangen gemerkte dieren (R) en het aantal in de fuik gevangen dieren dat gecontroleerd is op de aanwezigheid van gemerkte dieren (C) tijdens de gehele onderzoeksperiode. Bij de berekening van de 95% betrouwbaarheidsinterval is dezelfde methode gehanteerd als bij het momentaanbod (zie Bijlage 2).

Seizoen

Door de gemerkte dieren ook als representatief te beschouwen voor de aanwezige populatie buiten de periode met intenstieve terugvangstinspanning om, kan op basis van het seizoensverloop van de kruisnetmonitoring van Samen voor de Aal (Van Erp et al., 2023) ook een benadering van het seizoensaanbod van glasaal plaatsvinden. Dit is gedaan bij gemaal Dekker. Uitgangspunt van deze benadering is dat het momentaanbod (16 t/m 24 april) een bepaald aandeel vormt van het aanbod tijdens het gehele intrekseizoen (half februari t/m half juni). Ervan uitgaande dat het seizoensverloop bij Dekker een vergelijkbaar patroon volgt als het seizoensverloop van heel Zeeland, kan worden berekend om welk aandeel het hier ongeveer gaat. Aan de hand daarvan kan vervolgens een extrapolatie worden gedaan naar het glasaalaanbod over het gehele seizoen.

Bijlage 2: Berekening betrouwbaarheid populatieschattingen

Om de betrouwbaarheid van de populatieschattingen inzichtelijk te maken is het betrouwbaarheidsinterval van 95% berekend. Er zijn verschillende manieren om een betrouwbaarheidsinterval te berekenen rondom Petersen populatieschattingen. Het is afhankelijk van de data welke manier van toepassing is. Seber (1982) heeft hiervoor een algemene richtlijn opgesteld (Krebs, 2014). Deze is weergegeven in Figuur B6.1.



Figuur B6.1: Algemene richtlijn voor de keuze van een bepaalde betrouwbaarheidsinterval rondom Petersen populatieschattingen zoals voorgesteld door Seber (1982). Overgenomen uit Krebs (2014).

Binnen de onderhavige studie was de verhouding tussen het aantal in de kruisnetten teruggevangen gemerkte dieren (R) en het aantal in de kruisnetten gevangen dieren dat gecontroleerd is op de aanwezigheid van gemerkte dieren (C) nooit groter dan 0.10. Om deze reden zijn alleen de Normal Approximation en Poisson betrouwbaarheidsintervallen toegepast.

Normal Approximation betrouwbaarheidsinterval
De Normal Approximation betrouwbaarheidsinterval kan als volgt worden berekend.

$$\frac{R}{C} \pm \left\{ Z_{\propto} \left[\sqrt{\frac{(1-f)({}^{R}/_{C})(1-{}^{R}/_{C})}{(C-1)}} \right] + \frac{1}{2C} \right\}$$

Waar: $f = {}^{R}/_{M}$

En: $Z_{\propto}$ = standaardnormale deviatie voor de (1-α) mate van betrouwbaarheid (=1.96 bij een 95% betrouwbaarheidsinterval)

Op basis van de bovenstaande formule kunnen de onder- en bovengrens van de 95% betrouwbaarheidsinterval voor (R/C) worden berekend. Met deze limieten kan vervolgens de

95% betrouwbaarheidsinterval bij de geschatte populatiegrootte worden berekend door ze te gebruiken voor R/C in de formule:

$$N = \frac{C\ M}{R}$$

Dit gaat als volgt in zijn werk:

$$Ondergrens\ 95\%\ betrouwbaarheidsinterval\ bij\ N = \left(\frac{1}{x_1}\right) * M$$
$$Bovengrens\ 95\%\ betrouwbaarheidsinterval\ bij\ N = \left(\frac{1}{x_2}\right) * M$$

Waar: x_1 = de bovengrens van de 95% betrouwbaarheidsinterval voor (R/C).
En: x_2 = de ondergrens van de 95% betrouwbaarheidsinterval voor (R/C).

Poisson betrouwbaarheidsinterval
De onder- en bovengrens van de 95% betrouwbaarheidsinterval bij de geschatte populatiegrootte kunnen als volgt worden berekend:

$$Ondergrens\ 95\%\ betrouwbaarheidsinterval\ bij\ N = \frac{(M+1)(C+1)}{(x_1+1)} - 1$$
$$Bovengrens\ 95\%\ betrouwbaarheidsinterval\ bij\ N = \frac{(M+1)(C+1)}{(x_2+1)} - 1$$

Waar: x_1 = de bovengrens van de 95% betrouwbaarheidsinterval voor R.
En: x_2 = de ondergrens van de 95% betrouwbaarheidsinterval voor R.

Voor het bepalen van de bovengenoemde onder- en bovengrens zijn standaard afleestabellen beschikbaar.

RAVON
Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland

Natuurplaza
Toernooiveld 1 - 6525 ED Nijmegen
Postbus 1413 - 6501 BK Nijmegen

T: 024 - 7 410 600 (alg.)
www.ravon.nl

