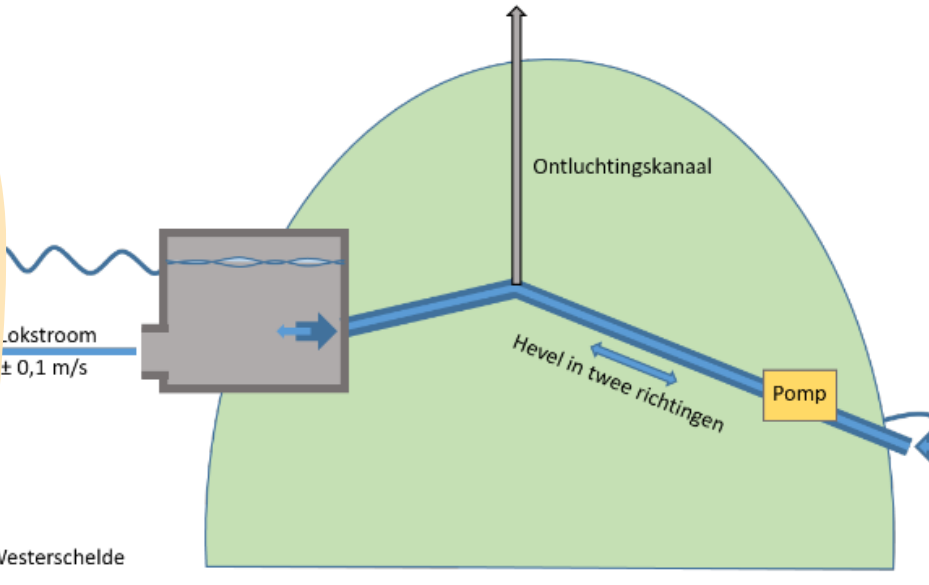
Passagecheck Zeeland - 2019

Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Schore en Poppekinderen voor glasaal en driedoornige stekelbaars

Sanne Ploegaert





RAVON

Passagecheck Zeeland - 2019

Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Schore en Poppekinderen voor glasaal en driedoornige stekelbaars

RAVON

NATIONALE POSTCODE LOTERIJ

WaterschapScheldestromen

Colofon

Status uitgave:	Definitief
Datum uitgave:	31-7-2020
Titel:	Passagecheck Zeeland - 2019
Subtitel:	Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Schore en Poppekinderen voor glasaal en driedoornige stekelbaars
Wijze van citeren:	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.
Foto's omslag:	Sanne Ploegaert
Aantal pagina's incl. bijlagen:	56
Projectnummer:	2019.045
Projectleiding:	Sanne Ploegaert (Stichting RAVON)
Rapportage:	Sanne Ploegaert
Met medewerking van:	Fabian Smith, Mark Groen, Mick Vos, Martijn Schiphouwer, Thomas Kroon
Opdrachtgever:	Waterschap Scheldestromen
Akkoord voor uitgave:	Martijn Schiphouwer (Stichting RAVON)

© 2018 Stichting RAVON, Nijmegen

Inhoud

Samenvatting 7

1 Inleiding 8

2 Methode 9
2.1 Onderzoekslocaties 9
2.1.1 Vismigratievoorziening Schore – hevelpassage 10
2.1.2 Vismigratievoorziening Poppekinderen – vrij verval passage 11
2.2 Onderzoeksopzet 11
2.2.1 Merk-terugvangst experiment 11
2.2.2 Merkprocedure 13
2.2.3 Vangst en terugvangst zeezijde 13
2.2.4 Vangst doortrek vismigratievoorziening 16
2.3 Onderzoeksperiode 17
2.4 Prestatie index 18

3 Resultaten Schore 19
3.1 Glasaal 19
3.1.1 Vangst kruisnet 19
3.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 20
3.1.3 Aanbodschattingen 21
3.1.4 Doortrekmetingen 22
3.2 Driedoornige Stekelbaars 23
3.2.1 Vangst kruisnet 23
3.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 25
3.2.3 Aanbodschattingen 25
3.2.4 Doortrekmetingen 26

4 Resultaten Poppekinderen 29
4.1 Glasaal 29
4.1.1 Vangsten kruisnet 29
4.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 30
4.1.3 Aanbodschattingen 31
4.1.4 Doortrekmetingen 32
4.2 Driedoornige Stekelbaars 33
4.2.1 Vangst kruisnet 33
4.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 35
4.2.3 Aanbodschattingen 35
4.2.4 Doortrekmetingen 36

5 Efficiëntie passages & duiding resultaten 39
5.1 Lokkende werking vispassages 39
5.2 Efficiëntie doortrek vispassage 42
5.2.1 Prestatie index 43
5.2.2 Verblijftijd voorzijde 45
5.3 Invloed spuiregime op verblijftijd glasaal en driedoornige stekelbaars 48
5.4 Mogelijke knelpunten vismigratievoorziening 49

5.4.1 Schore 49
5.4.2 Poppekinderen 50

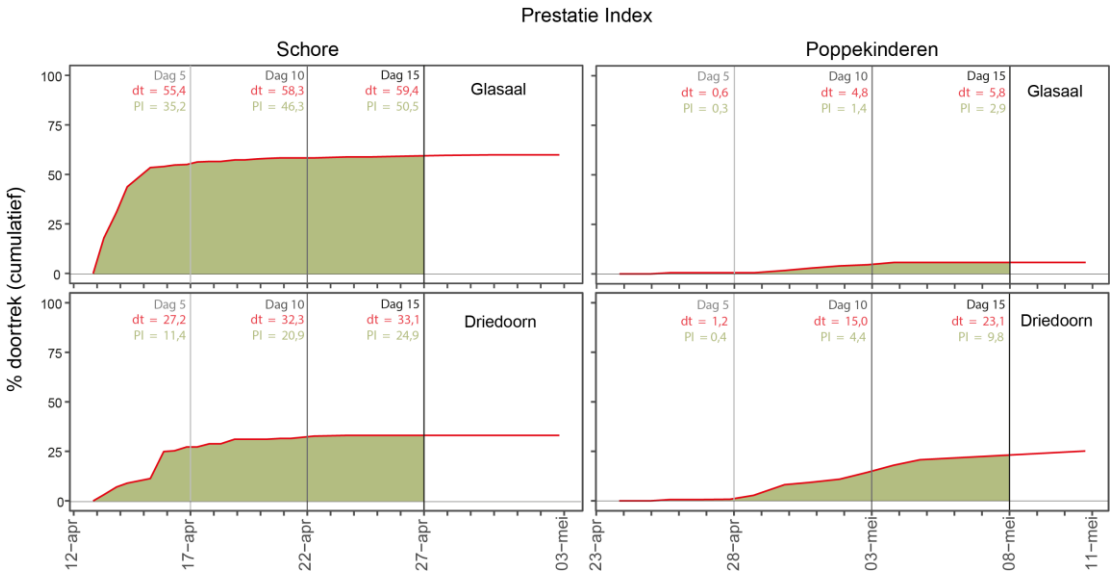
6 Conclusies & aanbevelingen 52
6.1 Schore 52
6.2 Poppekinderen 52

7 Dankwoord 54

8 Literatuur 55
Bijlage 1 56

Samenvatting

Om te onderzoeken hoe efficiënt de vismigratievoorzieningen bij gemaal Schore (Westerschelde) en bij gemaal Poppekinderen (kanaal door Walcheren) zijn in het faciliteren van glasaal en driedoornige stekelbaars in hun migratie van zout naar zoet water is een "Passagecheck" uitgevoerd. Deze "passagecheck" is uitgevoerd in de vorm van een merk-terugvangst onderzoek waarbij glasaal en driedoornige stekelbaars is gemerkt met een fluorescente VIE-tag (Visible Implant Elastomer). Terugvangst van gemerkte vissen geeft inzicht in het actuele aanbod van deze soorten, welk aandeel de vismigratievoorziening weet te passeren en hoeveel tijd hiervoor nodig is. Het aandeel dat weet te passeren en de snelheid waarmee dit gebeurt bepalen voor een groot deel de efficiëntie (prestatie) van een vismigratievoorziening. Het verloop van de intrek van gemerkte individuen door de tijd is hieronder gevisualiseerd door een cumulatieve doortrekcurve, waarbij de "Prestatie Index" een kwalitatieve maat geeft voor de efficiëntie waarmee passage door de vismigratievoorziening plaatsvindt.



De Prestatie Index voor Schore (PI dag 15: 50,5% voor glasaal en 24,9% voor driedoornige stekelbaars) en het relatief steile verloop van de cumulatie doortrek curves zien dat de vismigratievoorziening een substantieel aandeel van de aanwezige glasaal en driedoornige stekelbaars laat passeren binnen een aanzienlijke tijd, waarvan het grootste aandeel in de eerste 5 dagen. De Prestatie Index voor Poppekinderen (PI dag 15: 2,9% voor glasaal en 9,8% voor driedoornige stekelbaars) en het vlakke verloop van de cumulatie doortrek curves laten echter zien dat de vismigratievoorziening een beperkt aandeel van de aanwezige glasaal en driedoornige stekelbaars laat passeren over een periode van weken. Bij gemaal Schore passeert in een periode van 15 dagen 59,4% van de gemerkte glasalen en 33,1% van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen de vismigratievoorziening. Bij Poppekinderen zijn dat in een periode van 15 dagen 5,8% van de gemerkte glasalen en 23,1% van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen. Voor beide vismigratievoorzieningen zijn knelpunten vastgesteld en worden aanbevelingen gedaan om migratie van glasaal en driedoornige stekelbaars op deze locaties te verbeteren. De kennis uit deze studie kan worden gebruikt voor verdere optimalisatie van vismigratievoorzieningen voor deze soorten op de overgang van zout naar zoet.

1 Inleiding

Aal (*Anguilla anguilla*) is een bedreigde vissoort waarvoor in Europees verband maatregelen worden genomen (IUCN: Critically Endangered, Jacoby & Gollock, 2014). Migratiebarrières zijn één van de oorzaken voor de sterke achteruitgang, aangezien jonge aal (glasaal) vanuit zee naar de opgroeigebieden in het zoete water trekt. Bij gemalen Schore en Poppekinderen zijn mede voor de aal daarom vismigratievoorzieningen aangebracht. Uit onderzoek blijkt dat glasalen hier gebruik van maken (Wingerden, 2014 en 2017 (fuikgegevens)). Het is echter nog niet bekend hoe efficiënt de aanwezige glasaal gebruik maakt van deze vismigratievoorzieningen en of er daarbij nog verbeterpunten zijn. Ook voor de migrerende vorm van de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*) zijn goed werkende vispassages cruciaal om hun paaigebieden in het achterland te bereiken. Hoewel de focus van het meeste onderzoek op de aal ligt vanwege de bedreigde status, zijn deze vispassages net zo belangrijk voor de driedoornige stekelbaars. Ook voor deze soort wordt daarom het functioneren van de vispassage onderzocht.

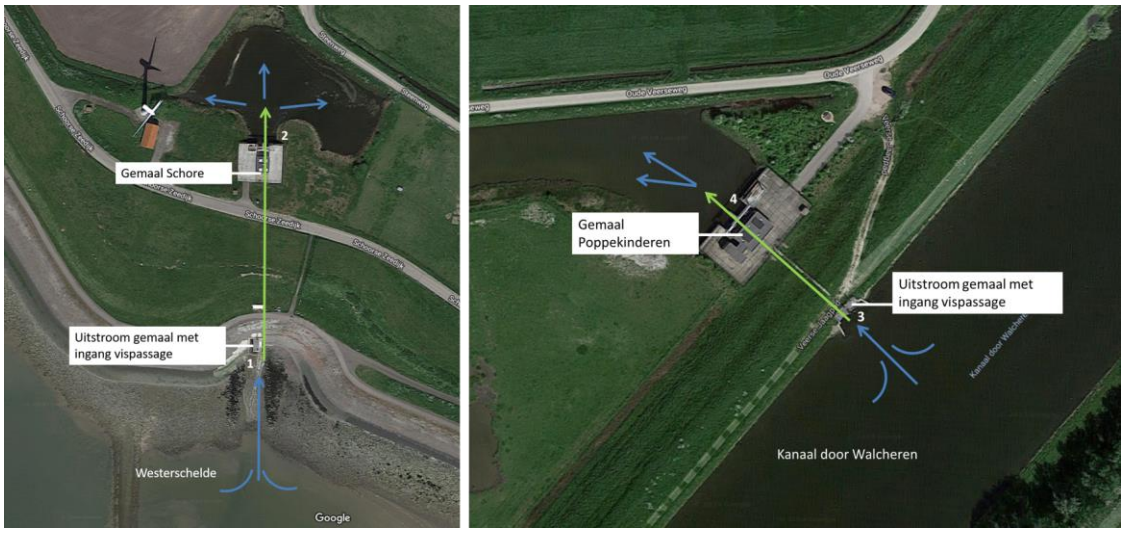
Doelstelling
Waterschap Scheldestromen wil in beeld brengen hoe efficiënt de vismigratievoorzieningen de migratie vanuit de Westerschelde (Schore) en vanuit het kanaal door Walcheren (Poppekinderen) naar de achterliggende polders faciliteren. Hiervoor is een merk-terugvangst onderzoek opgezet waarmee inzicht verkregen wordt in het gebruik van de vismigratievoorzieningen door glasaal en driedoornige stekelbaars en hoe efficiënt deze soorten kunnen passeren van de voorzijde van het gemaal, door de vismigratievoorziening, naar het achterland. Hierbij zijn glasaal en driedoornige stekelbaars gemerkt met een fluorescente VIE-tag (Visible Implant Elastomer). Terugvangst geeft 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 effectief werken. Met deze kennis kunnen vismigratievoorzieningen worden geoptimaliseerd.

Onderzoeksvragen
- Wat is het actuele aanbod van glasaal en driedoornige stekelbaars aan de zeezijde van de vismigratievoorziening?
- Welk aandeel van glasaal en driedoornige stekelbaars maakt gebruik van de vismigratievoorziening?
- Hoeveel tijd hebben glasaal en driedoornige stekelbaars nodig om de vismigratievoorziening te passeren?
- Wat is de verblijftijd van glasaal en driedoornige stekelbaars aan de voorzijde van de vismigratievoorziening?

2 Methode

2.1 Onderzoekslocaties

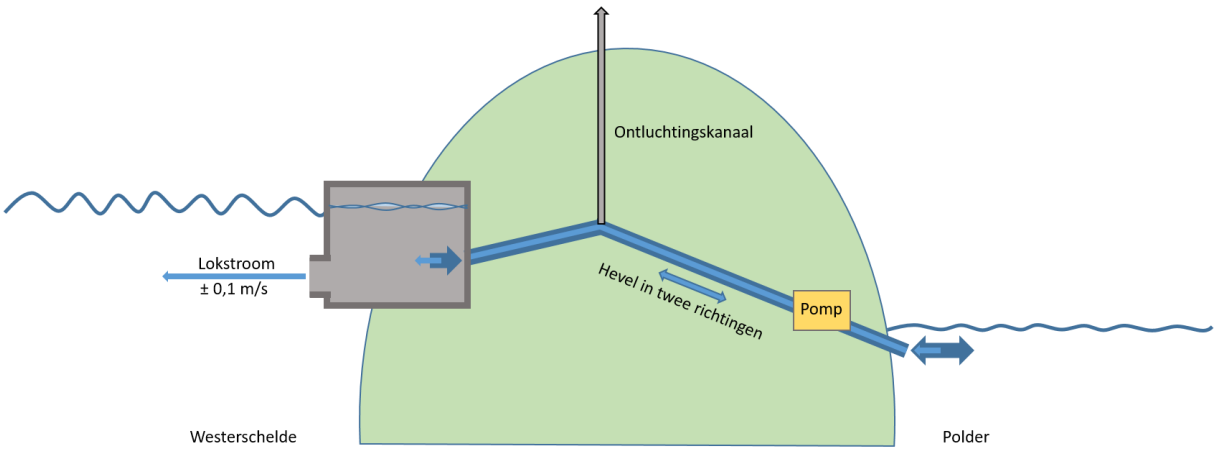
Het onderzoek vindt plaats bij de gemalen Schore en Poppekinderen. De vismigratievoorzieningen bij Schore en Poppekinderen zijn direct gerealiseerd bij de aanleg van deze gemalen. Beide passages zijn gesitueerd in een primaire kering en verbinden het brakke polderwater met het zoute buitenwater. Op deze locaties wordt brak water uit het achterland afgevoerd naar de Westerschelde en het kanaal door Walcheren. Glasaal en driedoornige stekelbaars trekken juist het zoete water binnen vanuit de Oosterschelde. Gemaal Schore ligt direct aan de noordelijke oever van de Westerschelde en gemaal Poppekinderen ligt langs het kanaal door Walcheren en is via het kanaal verbonden met de Westerschelde en het Veerse Meer. Zowel gemaal Schore als gemaal Poppekinderen zijn voorzien van een vismigratievoorziening waarvan de ingang zich voor de uitstroomopening van de spuikoker bevindt. Beide vismigratievoorzieningen werken met een lokstroom vanuit het polderwater welke in een bak uitstroomt aan de zoute kant. De vismigratievoorzieningen zijn echter verschillend in ontwerp en werkingsmechanisme (zie paragraaf 2.2). Op onderstaande kaart staan beide gemalen, de uitstroom in de Westerschelde en het kanaal door Walcheren en de route van de glasaal is met pijlen weergegeven.
Doelsoorten voor beide passages zijn naast (glas)aal en driedoornige stekelbaars ook brakwatergrondel en bot. Monitoring met fuiken door Waterschap Scheldestromen heeft uitgewezen dat er soms ook andere soorten intrekken, zoals spiering, koornaarvis en tiendoornige stekelbaars. Bij Poppekinderen is waargenomen dat zoetwatersoorten zoals baars, blankvoorn en karper via het gemaal naar buiten worden gepompt en via de vispassage weer terug naar het polderwater migreren.



Figuur 2.1: Bovenaanzicht van onderzoekslocaties Schore en Poppekinderen waarbij de migratiebeweging van zoutwater naar zoetwater is gevisualiseerd met pijlen. De stroomrichting van het water is tegenovergesteld; van polder naar Westerschelde. Weergegeven zijn: (1) Uitstroom gemaal Schore met ingang vispassage, (2) uitgang vispassage Schore aan polderzijde, (3) Uitstroom gemaal Poppekinderen met ingang vispassage, (4) uitgang vispassage Poppekinderen aan polderzijde.

2.1.1 Vismigratievoorziening Schore - hevelpassage

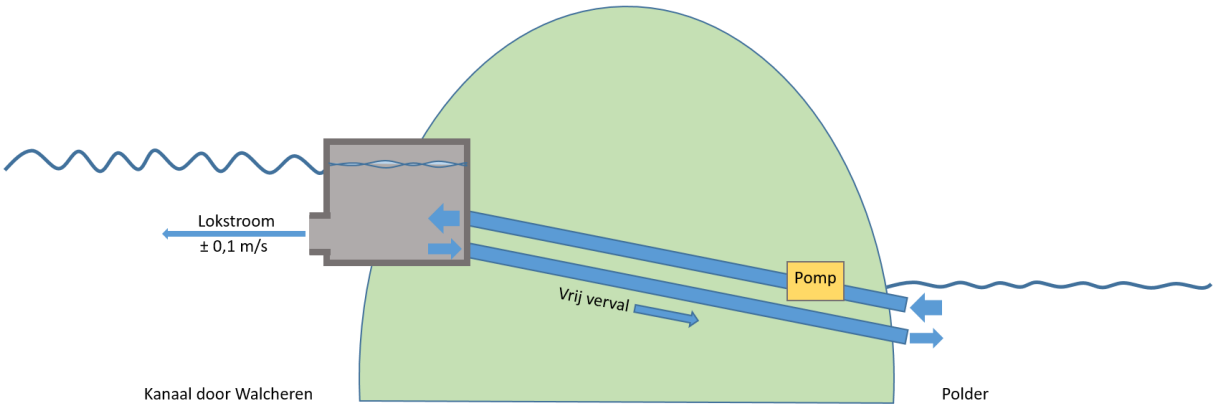
De vismigratievoorziening bij gemaal Schore bestaat in essentie uit een hevelpassage, waarbij een visvriendelijke pomp brak polderwater hevelt naar een verzamelbak aan de zeezijde. Van daaruit gaat periodiek (zonder de verzamelbak af te sluiten), door het hogere peil in de Westerschelde en het stopzetten van de pomp, een sterke stroom van zout water naar de polder lopen waarmee vissen naar de polder worden getransporteerd (Figuur 2.2).
Vissen worden vanuit de Westerschelde in eerste instantie aangetrokken door de grote hoeveelheid polderwater die het gemaal uitslaat. De veel kleinere maar in tegenstelling tot het gemaal vrijwel continue draaiende lokstroom van de vismigratievoorziening moet zo veel mogelijk vis de verzamelbak inlokken en zo naar de polder laten migreren. De verzamelbak van de vispassage ligt tussen de twee uitstroomkokers van het gemaal aan de Westerschelde. De lokstroombak heeft twee openingen naar de uitstroomkokers van het gemaal, aan iedere zijde één. Deze lokstroombak is verbonden met het polderwater via één buis, welke periodiek water vanuit de polder aanvoert en vervolgens water en vis terugvoert. Aan de polderzijde ligt een visvriendelijke pomp welke de lokstroom in de buis pompt. Deze openingen zijn niet voorzien van een afsluiter en dus altijd open.
De vispassage werkt met een migratiecyclus. De cyclus start met het vullen van de buis door de lokstroompomp aan de polderzijde. Op het hoogste punt van de buis in het dijklichaam, zit een ontluchter, zodat de buis zich volledig kan vullen met water. Het is belangrijk dat de buis altijd volledig gevuld is met water, zodat de buis kan hevelen. Wanneer de buis gevuld is met water, gaat de lokstroompomp op een laag debiet draaien. Hierdoor stroomt er een langzame lokstroom vanuit de verzamelbak naar buiten in beide uitstroomkokers van het gemaal. Migrerende vis wordt zo de bak in gelokt. Na 45 minuten (regelbaar) stopt de pomp met pompen. Vanwege het altijd hogere peil aan de zeezijde (tevens het peil in de verzamelbak) gaat de leiding water hevelen naar de polder. Dit gebeurt met een hoge stroomsnelheid. De in de verzamelbak aanwezige vis wordt nu de leiding ingezogen en komt via een uitstroom in de polder terecht. Deze uitstroom ligt ongeveer 20 meter buiten de zuigstroom van het gemaal, zodat de vis niet gemakkelijk in het gemaal terecht komt. Vanaf hier begint de cyclus weer opnieuw.



Figuur 2.2: Schematische weergave van de vismigratievoorziening bij Schore (dwarsdoorsnede dijk).

2.1.2 Vismigratievoorziening Poppekinderen - vrij verval passage

De vismigratievoorziening bij gemaal Poppekinderen bestaat in hoofdlijnen uit een verzamelbak waar vis naartoe wordt gelokt door middel van een lokstroom, waarbij de verzamelbak periodiek wordt afgesloten en het aanwezige water inclusief vissen onder vrij verval wordt geloosd naar het polderwater (Figuur 2.3).
De lokstroombak van de vispassage ligt tussen de twee uitstroomkokers van het gemaal aan de kanaalzijde. Deze lokstroombak is verbonden met het polderwater via twee buizen. Eén buis wordt gebruikt om polderwater naar de bak te pompen om een lokstroom te creëren. De andere buis wordt gebruikt om het water onder vrij verval inclusief migrerende vissen naar de polder te transporteren. De lokstroombak is voorzien van een automatische afsluiter welke de bak met het kanaal verbindt. Dit is de uitstroom van de lokstroom en de ingang van de vismigratievoorziening.
De vispassage werkt met een migratiecyclus. De cyclus start met het vullen van de lokstroombak aan de kanaalzijde met polderwater, totdat het peil van het kanaal bereikt is. Daarna opent de afsluiter en gaat de lokstroompomp op een langzaam (regelbaar) debiet draaien, waardoor er een langzame stroom van ongeveer 0,1 m/s door de opening naar buiten stroomt. Deze zoete tot licht brakke lokstroom, lokt de migrerende vis in de bak. Na 45 minuten (regelbaar), sluit de afsluiter en stopt de pomp met pompen. Wanneer de afsluiter dicht is, wordt de tweede buis richting de polder geopend. De verzamelbak stroomt nu onder vrij verval geheel leeg naar de polder. Vanaf hier begint de cyclus opnieuw.



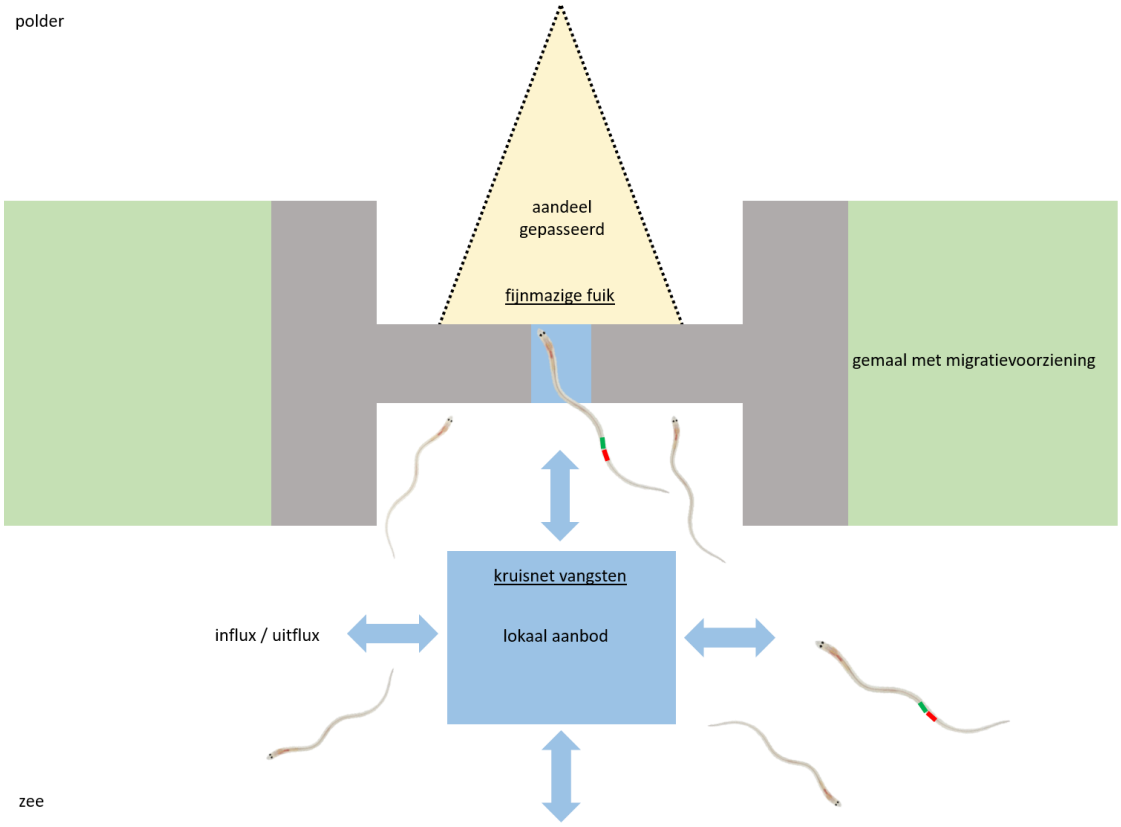
Figuur 2.3: Schematische weergave van de vismigratievoorziening bij Poppekinderen (dwarsdoorsnede dijk).

2.2 Onderzoeksopzet

2.2.1 Merk-terugvangst experiment

Om inzicht te verkrijgen in de efficiëntie waarmee glasaal en driedoornige stekelbaars de vismigratievoorziening passeren vanuit zee naar het zoete(re)/ brakke achterland wordt een merk-terugvangst experiment uitgevoerd. Dit experiment geeft inzicht in het actuele aanbod van deze soorten, welk aandeel van dit aanbod de vismigratievoorziening weet te passeren en hoeveel tijd hiervoor nodig is. 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. Alle vissen die gebruik hebben gemaakt van de vismigratievoorziening tijdens dit experiment zijn aan de achterzijde (polder) opgevangen in een fijnmazige fuik welke de uitgang van de vismigratievoorziening volledig afsloot. Aan de voorzijde is gedurende het experiment iedere dag gevist met kruisnetten, waarbij alle gemerkte en ongemerkte vissen zijn geregistreerd. De verhouding tussen gemerkte en ongemerkte vissen is gebruikt om een schatting te maken van de lokale populatiegrootte. Deze populatieschattingen zijn een goede maatstaf voor het actuele aanbod van glasaal. Het experiment is schematisch weergegeven in Figuur 2.4.



Figuur 2.4: 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 gemerkte en ongemerkte dieren in de kruisnetvangsten.

De populatieschattingen zijn per dag 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 (1). De standaarddeviatie is berekend conform formule (2), waarbij (R) is behandeld als binomiale variabele en berekend conform Seber (1970). Deze formule gaat uit van een statische situatie waarbij er geen in- en uitflux is, waardoor toepassing in deze situatie alleen mogelijk is voor een beperkte tijdsperiode.

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

$$SD = \sqrt{\frac{(M + 1)(C + 1)(M - R)(C - R)}{(R + 2)(R + 1)^2}} \qquad (2)$$

2.2.2 Merkprocedure

Binnen de onderzoeksopzet is gekozen voor het merken met VIE-tags. VIE-taggen is het onderhuids inbrengen van een gekleurd 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 plaatgevonden onder projectnummer RAVON-19-03. 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, werktafel 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, ventraal en in het abdomen (op 5-25 mm achter de anus). Na het inbrengen hard het elastomeer uit, maar blijft flexibel. Per merkmoment kregen de dieren een unieke kleurcode mee, zodat bij terugvangst duidelijk was wanneer de dieren de eerste keer waren gevangen. Bij driedoornige stekelbaars is de procedure hetzelfde op de locatie van de tag na. De tag wordt onder de dermis ingebracht in het doorzichtige deel van de staartwortel. Voor het geheel aan handelingen rond het merken worden de aanwijzingen van Imbert et al. 2007 opgevolgd. Zij hebben de toepassing van VIE-tags op glasaal uitvoerig geëvalueerd. Na het merken wordt een individu overgebracht naar een doorluchte bak met schoon water om hier minimaal één uur bij te komen. Deze periode is door Imbert et al. 2007 voldoende bevonden om volledige vitaliteit te hervatten. Tijdens het onderzoek naar de efficiëntie van de vispassages in Scheveningen is deze tijd ook voldoende gebleken (Griffioen et al. 2018; Ploegaert et al. 2018). Driedoornige stekelbaarzen worden ook minimaal één uur ter observatie gehouden alvorens te worden vrijgelaten.

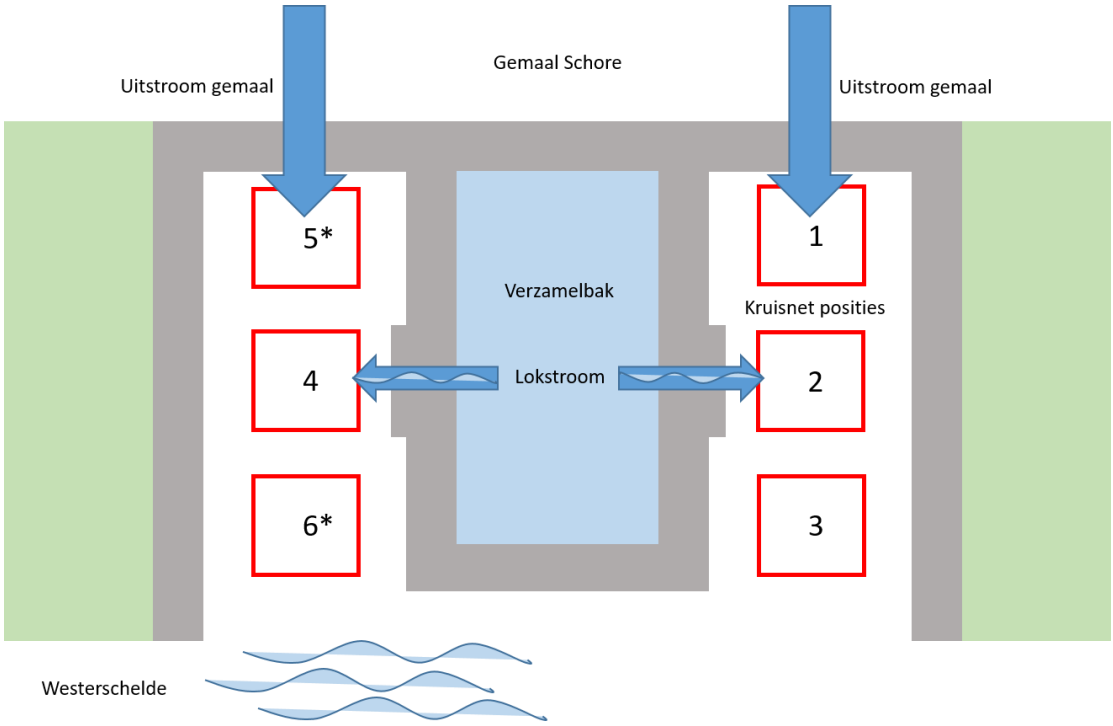
Tabel 2.1: Aantallen glasaal en driedoornige stekelbaars voorzien van een VIE-tag bij Schore en Poppekinderen in de kleuren roze, oranje, groen, rood, rood-rood, groen-roze en groen-rood. Glasalen en driedoornige stekelbaarzen voorzien van een roze VIE-tag zijn afkomstig uit de fuik. Individuen met de overige kleuren zijn afkomstig uit kruisnetvangsten.

Locatie		Roze (fuikvangst)	Oranje	Groen	Rood	Rood-Rood	Groen-Roze	Groen-Rood	Totaal
Schore	Glasaal	240	60	60	31	-	-	-	**391**
	Driedoornige stekelbaars	145	43	48	21	-	-	-	**257**
Poppekinderen	Glasaal	5	33	-	-	45	90	-	**173**
	Driedoornige stekelbaars	126	108	174	203	-	-	1	**612**

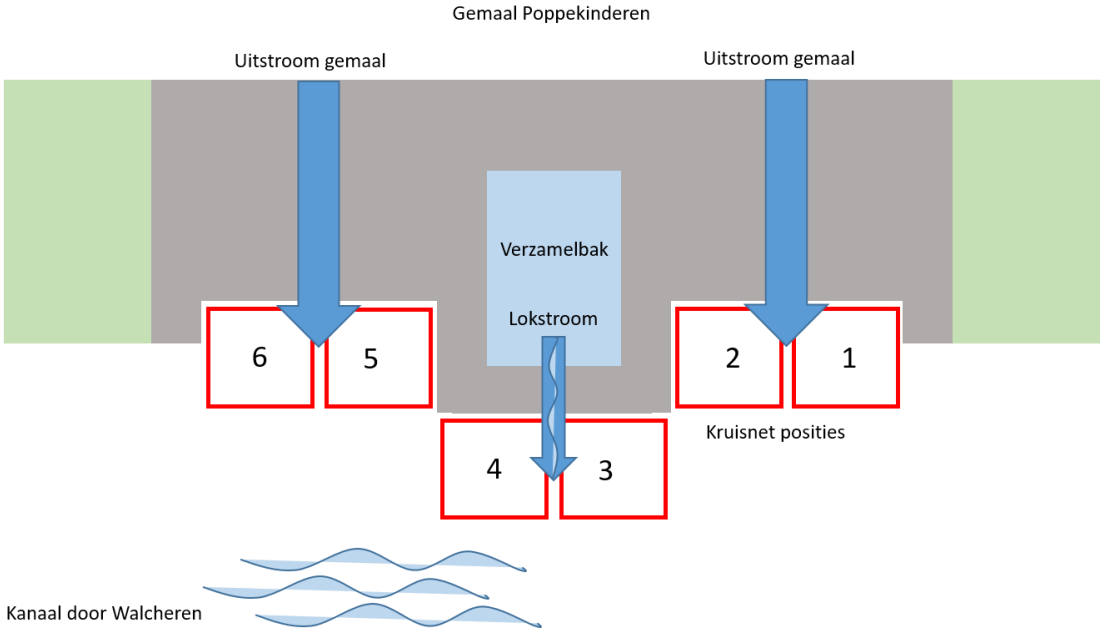
2.2.3 Vangst en terugvangst zeezijde

Tijdens het experiment is er gedurende tien dagen met kruisnetten van 1x1 meter gevist aan de voorzijde van de gemalen. Vanaf een half uur na zonsondergang is er minstens 2 uur tot

maximaal drie 3,5 uur gevist met minstens 2 kruisnetten. Het streven was om iedere avond 3 uur te vissen volgens vast protocol, waarbij de kruisnetten 5 minuten rusten op de bodem alvorens te worden opgehaald. Kruisnetten hadden vaste posities in de spuikokers om lokale verschillen in dichtheden te kunnen meten (Figuur 2.5 en 2.6). Gebaseerd op goede resultaten met het meten van lokale dichtheden bij Loohoek en Prommelsluis in 2018 (Ploegaert et al., 2018) en verwachtte lage dichtheden glasaal bij Schore en Poppekinderen, is er gekozen om meer kruisnetten in te zetten. Afhankelijk van de capaciteit en de grootte van de vangst is er met minimaal 4 tot maximaal 6 kruisnetten gevist. 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 maximaal 3,5 uur vrijgelaten aan de voorzijde van het gemaal. Bij het kruisnetten waren vele vrijwilligers betrokken waardoor intensief meten over een langere periode mogelijk was. Een groot deel van de vrijwilligers was al actief voor de kruisnetmonitoring van Samen voor de Aal Zeeland (Kooiman & Ploegaert, 2019).



Figuur 2.5: Schematische weergave van gemaal Schore en de lokstroom van de vismigratievoorziening waarbij de kruisnetposities zijn aangegeven met nummers 1-6. Er is met minimaal 4 kruisnetten gevist op posities 1-4. Kruisnet 5 en 6* zijn ingezet als extra posities wanneer de capaciteit dit toeliet. Kruisnetposities 2 en 4 bevinden zich direct voor de lokstroom van de vismigratievoorziening.*



Figuur 2.6: Schematische weergave van gemaal Popppekinderen en de lokstroom van de vismigratievoorziening waarbij de kruisnetposities zijn aangegeven met nummers 1-6. Kruisnetposities 3 en 4 bevinden zich direct voor de lokstroom van de vismigratievoorziening.



Figuur 2.7: De vangst wordt gecontroleerd door een vrijwilliger waarbij gemerkte en ongemerkte vissen in aparte beluchte bakken worden geplaatst (foto: Sanne Ploegaert).

2.2.4 Vangst doortrek vismigratievoorziening

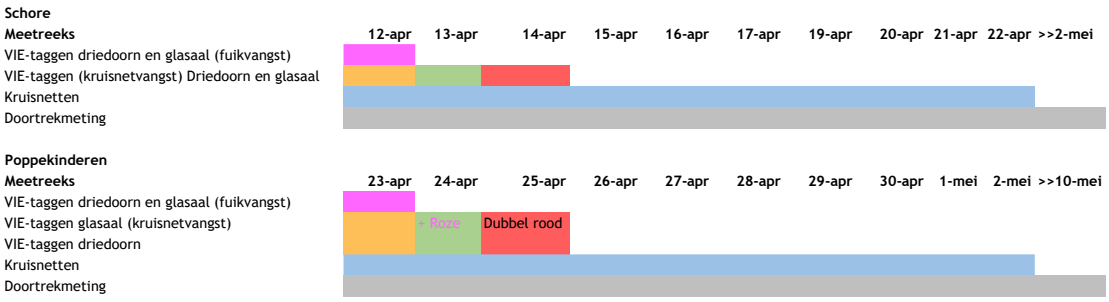
De uitstroombuizen van de vismigratievoorzieningen zijn aan de polderzijde volledig afgesloten met een fijnmazige fuik. Op deze wijze kon alle gepasseerde vis worden geregistreerd. Alle vissoorten in de fuikvangst zijn geteld en geregistreerd. Glasalen en driedoornige stekelbaarzen zijn door middel van een UV-lamp gecontroleerd op de aanwezigheid van een VIE-tag. Glasalen zijn geteld, maar niet gewogen. 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, wordt daarom sterk aangeraden glasaal te tellen. Op dag 1 zijn ook glasalen en driedoornige stekelbaarzen uit de fuikvangst voorzien van een VIE-tag en teruggeplaatst aan de voorzijde van het gemaal. Vanwege het verwachtte lage aanbod is deze extra groep toegevoegd om met meer zekerheid voldoende glasalen en driedoornige stekelbaarzen te kunnen merken. Deze groep is voorzien van een eigen kleur (roze), zodat eventueel afwijkend migratiegedrag kan worden gesignaleerd.



Figuur 2.8: Het controleren van de fuikvangst op gemerkte vissen met een UV-lamp (foto: Sanne Ploegaert).

2.3 Onderzoeksperiode

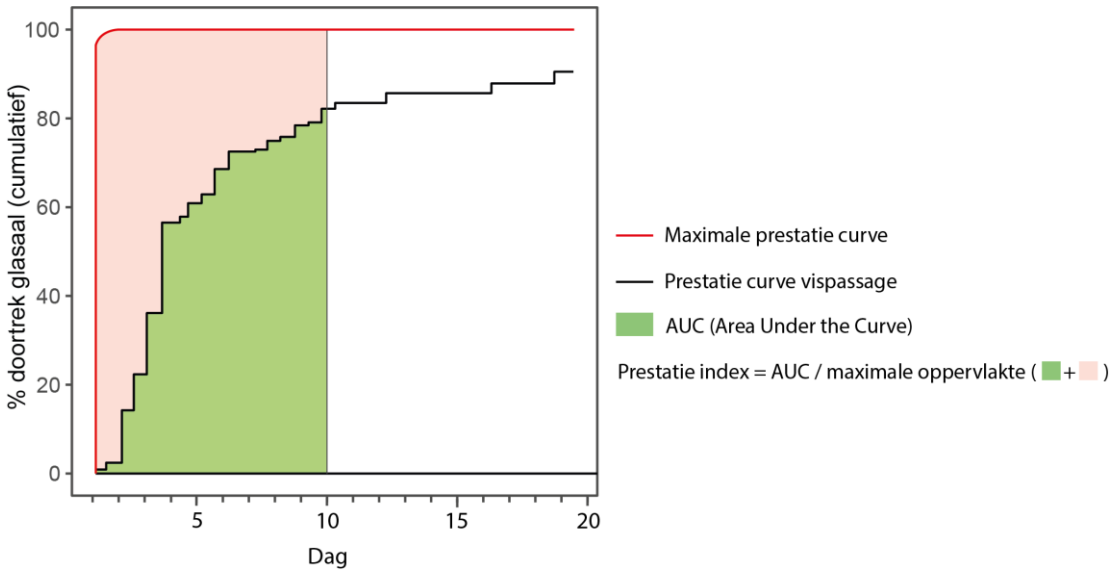
Het onderzoek is uitgevoerd in de maanden april en mei tijdens de piek van de glasaal intrek. De kans op vangst van voldoende glasaal voor de uitvoering is hiermee zo hoog mogelijk. Het onderzoek is op beide locaties uitgevoerd volgens dezelfde opzet (Figuur 2.9). Op beide locaties zijn glasalen en driedoornige 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 met fijnmazig fuik hebben gedurende deze periode plaatsgevonden, maar zijn langer doorgezet om ook vertraagde doortrek van gemerkte vissen te registreren (Schore 10 dagen langer, Poppekinderen 8 dagen langer).



Figuur 2.9: Onderzoeksperiode voor Schore en Popppekinderen met planning VIE-taggen inclusief gebruikte kleurcombinaties, kruisnetvisserij en doortrekmetingen met fijnmazige fuik.

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 doortrekpercentage (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 2.10). 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 doortrekpercentage 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 doortrek af, terwijl vispassage 2 gefragmenteerd vissen laat passeren en over 10 dagen geleidelijk naar de 30% doortrek 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.



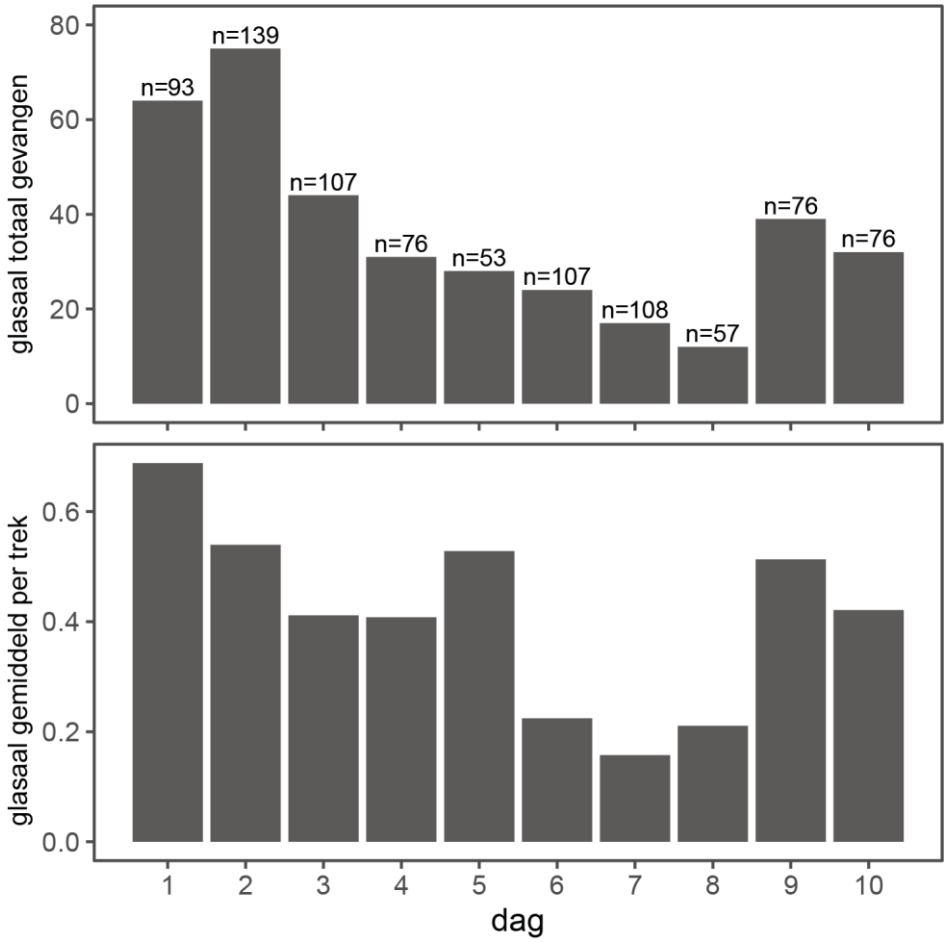
Figuur 2.10: Prestatiecurve (% doortrek (cumulatief)) vismigratievoorziening uitgezet tegen maximale prestatiecurve. Met de oppervlakte onder de curve (AUC) wordt de Prestatie Index bepaald als percentage van het maximaal haalbare resultaat. n deze index wordt het aandeel gemerkte vissen dat weet te passeren en de snelheid waarmee dit gebeurt meegenomen.

3 Resultaten Schore

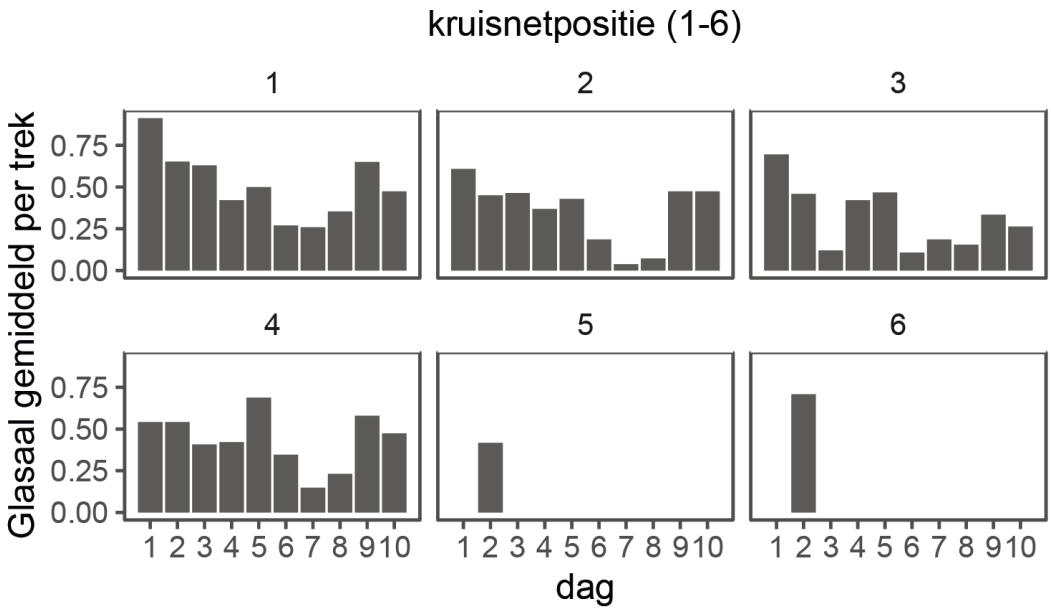
3.1 Glasaal

3.1.1 Vangst kruisnet

In Figuur 3.1 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten weergegeven, waarbij op twee avonden meer dan 60 glasalen per avond werden gevangen met 1 tot 6 (meestal 4) kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen beperkte vangsten zien, waarbij de gemiddelden variëren over de dagen (Figuur 3.1). Zowel in de totale aantallen, als in de gemiddelden per trek is een daling zichtbaar vanaf de eerste dagen tot en met dag 8, waarna de totalen en gemiddelden weer hoger zijn op dag 9 en 10.



Figuur 3.1: Met kruisnet gevangen glasalen bij Schore weergegeven als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als gemiddelde per trek.

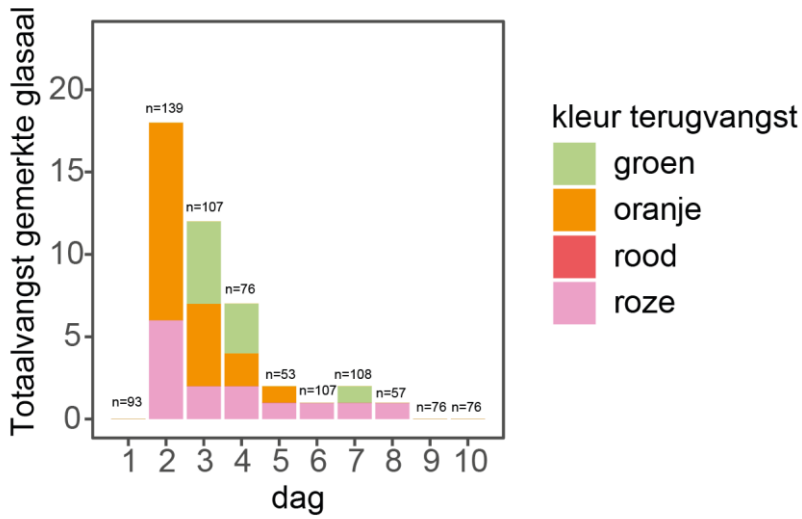


Figuur 3.2: Met kruisnet gevangen glasalen op de verschillende kruisnetposities (nummers 1-6) bij gemaal Schore weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetposities 2 en 4 bevinden zich direct voor de lokstromen van de vismigratievoorziening (zie Figuur 2.5). Posities 5 en 6 zijn alleen op dag 2 bevist.

Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een redelijk vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities 1 t/m 4 (Figuur 3.2). Vangsten op positie 1 zijn gemiddeld genomen hoger, terwijl positie 2 gemiddeld genomen hogere vangsten laat zien dan positie 3 (welke het dichtst bij open zee ligt). Posities 2 en 4 bevinden zich het dichtst bij de uitstroomopeningen van de vismigratievoorziening, zoals eerder weergegeven in Figuur 2.5. Positie 1 bevindt zich het dichtst bij de uitstroom van het gemaal zelf, in het doodlopende deel van de spuikoker. Posities 5 en 6 zijn alleen op dag 2 bevist, waardoor het beeld voor deze posities onvolledig is.

3.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

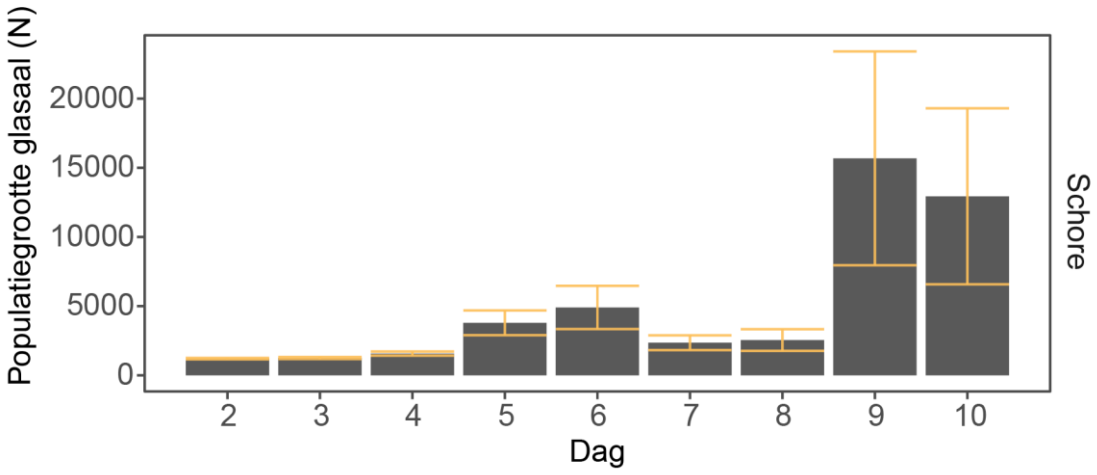
De terugvangsten van aan de zeezijde gemerkte en weer losgelaten glasalen laten beperkte aantallen zien met op twee avonden meer dan 10 exemplaren (Figuur 3.4). Deze terugvangsten aan de zeezijde van gemaal Schore laten een duidelijk patroon zien, waarbij gemerkte glasalen een dag na het merken de hoogste aantallen laten zien en deze aantallen afnemen over de dagen (volgorde van merken: dag 1 roze en oranje, dag 2 groen, dag 3 rood).



Figuur 3.4: Met kruisnet teruggevangen gemerkte glasalen bij gemaal Schore, weergegeven per batch (roze, oranje, groen en rood) als totaalvangst per dag (n=aantal trekken).

3.1.3 Aanbodschattingen

Aan de hand van de verhouding tussen gemerkte en ongemerkte individuen in de kruisnetvangsten aan de voorzijde van het gemaal is een populatieschatting gemaakt. Deze schatting geeft inzicht in de hoeveelheid glasaal aanwezig aan de voorzijde van de vispassage en is een indicatie voor het daadwerkelijke aanbod van glasaal op het gemeten moment. Deze populatieschatting geeft een beter beeld van de potentiële doortrek van glasaal door de vispassage en kan worden vergeleken met de aantallen daadwerkelijk gepasseerde glasalen. In Bijlage 1 zijn de populatieschattingen voor Schore weergegeven en Figuur 3.5 laat het verloop van de populatieschattingen over de dagen zien.



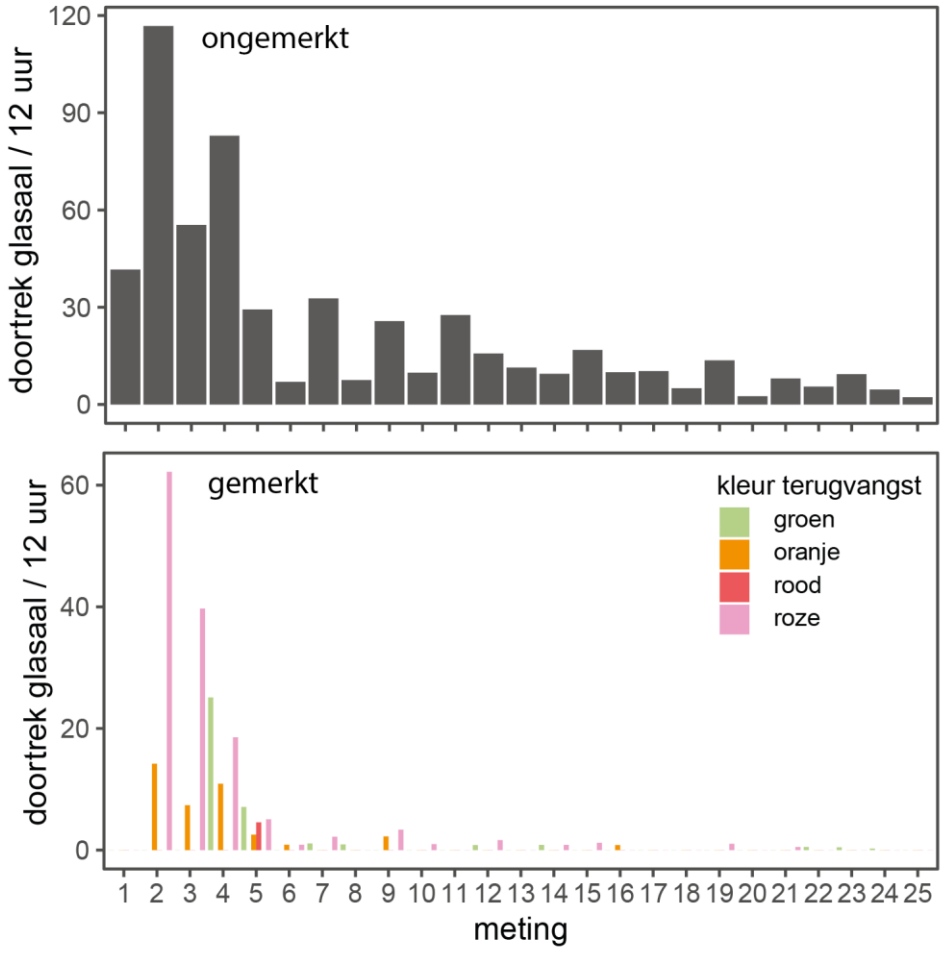
Figuur 3.5: Populatieschattingen per dag voor glasaal bij gemaal Schore, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer alle populatieschattingen over de dagen 2-10 worden meegenomen komt het gemiddelde op 5.136 glasalen. Gezien de snel afnemende vangsten van gemerkte glasalen over de dagen (Figuur 3.4), het beperkte aantal gemerkte individuen in het systeem en de berekende standaarddeviatie geven dagen 2-4 naar verwachting de meest betrouwbare schattingen van de

populatiegrootte. Deze schattingen laten een relatief constant beeld zien met schattingen tussen de 1.204 (dag 2) en de 1.568 (dag 4) glasalen, met een gemiddelde van 1341 glasalen.

3.1.4 Doortrekmetingen

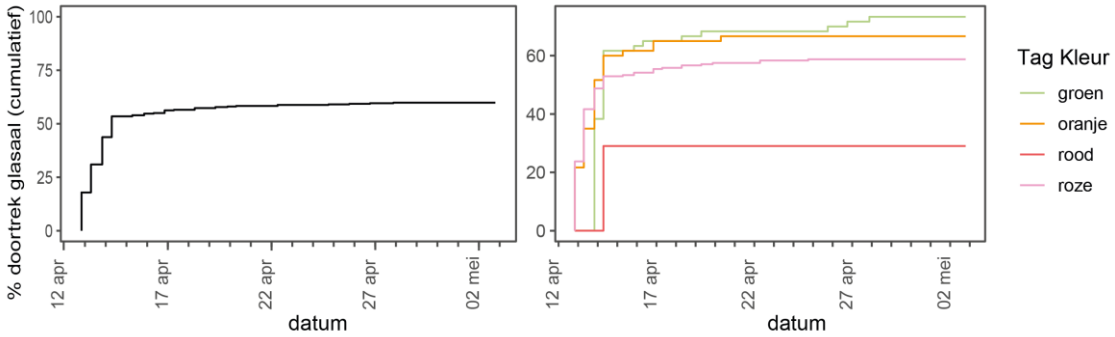
Van de 391 aan de zeezijde gemerkte glasalen zijn er 234 aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage over een periode van 18 dagen. Dit betekent dat in deze periode 59,8 procent van de gemerkte glasalen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 601 ongemerkte glasalen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten over de eerste 4 metingen (de fuik werd na elk hoog tij geleegd, 2 metingen per 24 uur) de hoogste aantallen zien waarna de vangsten lager worden en dat ook blijven (zie Figuur 3.6). Ook het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een vergelijkbaar verloop zien waarbij het grootste aandeel wordt teruggevangen in de eerste 5 metingen, waarna de aantallen afvlakken (Figuur 3.6). Het schommelende patroon voor de metingen 5-11 is het gevolg van verschillend tussen een ochtend lichting en een avond lichting, waarbij de vangsten van de ochtend lichtingen (vangst van de afgelopen nacht) hoger lagen dan de avond lichtingen (vangst van de afgelopen dag).



Figuur 3.6: Totaal aantal glasalen gevangen bij gemaal Schore in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik en de aantallen gemerkte glasalen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik per batch (rood, groen en oranje). Beiden weergegeven per 12 uur.

In Figuur 3.7 is het verloop van de doortrek aantallen van gemerkte glasalen cumulatief weergegeven. Hiermee wordt inzichtelijk welk aandeel van het gemerkte glasalen is

doorgetrokken op een bepaald moment gedurende het onderzoek en wanneer de hoogste aantallen zijn doorgetrokken. De grafiek laat de eerste 4 metingen een vrij steil verloop zien om vervolgens abrupt af te vlakken en maar beperkt door te stijgen. Oftewel, in de eerste 2 tot 3 dagen was de intrek van gemerkte glasalen het grootst en was al ongeveer 53 procent de vismigratievoorziening gepasseerd. Vanaf dat moment duurt het nog 17 dagen om na de laatste metingen op 59,8 procent uit te komen. Het verloop van de intrek was voor drie van de vier verschillende batches (roze (vangst uit fuik, dag 1), oranje (dag 1), groen (dag 2)) vergelijkbaar. De rode batch laat echter een ander verloop zien, waarbij alleen bij meting 4 gepasseerde glasalen zijn geregistreerd. Deze rode batch was echter ook de kleinste batch (31), wat mogelijk een minder robuust resultaat heeft opgeleverd dan voor de andere batches. De dag waarop de rode batch is gemerkt (dag 3) is de enige dag dat er niet gespuid werd door het gemaal, mogelijk heeft dit invloed gehad op de motivatie van deze batch om bij het gemaal te blijven. De roze batch (gevangen met de fuik) vlakt eerder af dan de groene en oranje batch en laat hierdoor een iets lager percentage doorgetrokken glasalen zien.

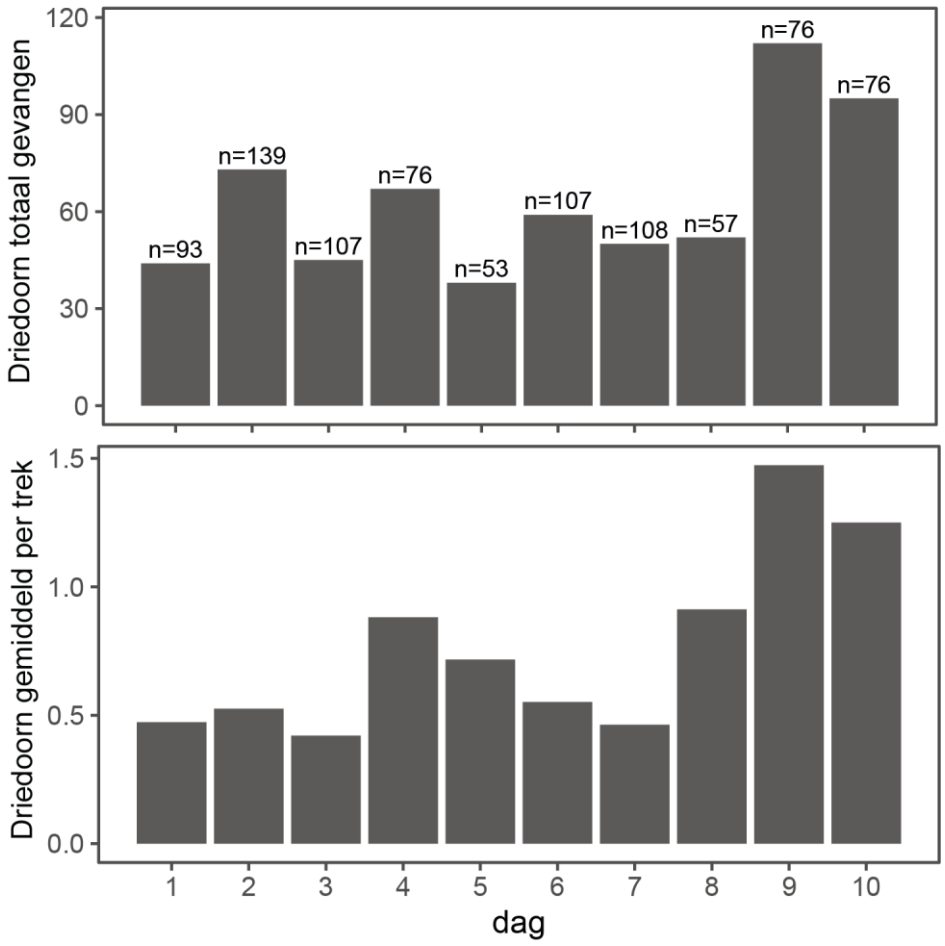


Figuur 3.7: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van glasaal in de fijnmazige fuik bij gemaal Schore, ook weergegeven per batch (groen, oranje, rood en roze).

3.2 Driedoornige Stekelbaars

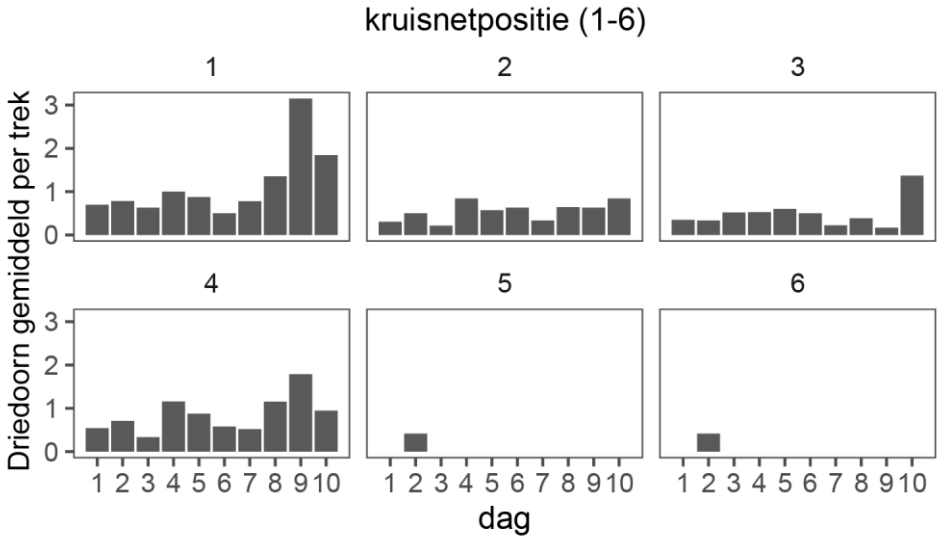
3.2.1 Vangst kruisnet

In Figuur 3.8 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten weergegeven, waarbij op vijf avonden meer dan 60 driedoornige stekelbaarzen per avond werden gevangen en op twee avonden meer dan 90 stuks werden gevangen, met 1 tot 6 (meestal 4) kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen redelijke vangsten zien, waarbij de gemiddelden sterk variëren de dagen. De hoogste waarden zijn gemeten op dag 9 en 10. De dagen 1-8 laten gemiddeld lagere waarden zien (Figuur 3.8). Dit patroon komt deels overeen met de vangsten van glasaal waar dagen 9 en 10 ook hogere waarden lieten zien ten opzichte van de dagen ervoor (Zie Figuur 3.1). Een groot verschil is dat de hoogste waarden per trek voor glasaal werden gemeten in de eerste dagen, terwijl voor driedoorn de waarden in de eerste dagen het laagst zijn. Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een grotendeels vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities 1-4, en zijn de vangsten van de kruisnetten op positie 1 en 4 gemiddeld genomen hoger (Figuur 3.9).



Figuur 3.8: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen bij Schore weergegeven als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als gemiddelde per trek.

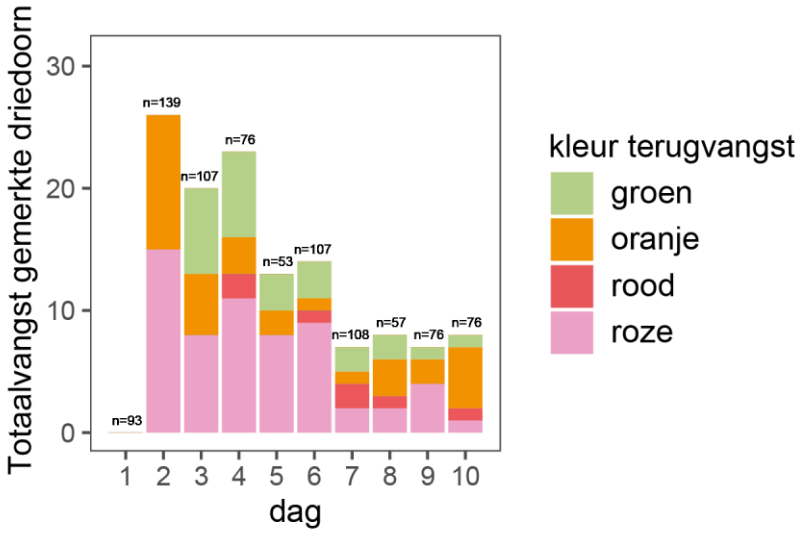
Posities 2 en 4 bevinden zich direct voor de uitstroomopening van de vismigratievoorziening, zoals eerder weergegeven in Figuur 2.5. Positie 1 bevindt zich echter het dichtst bij de uitstroom van het gemaal zelf, in het doodlopende deel van de spuikoker. Posities 5 en 6 zijn alleen op dag 2 bevist waardoor het beeld voor deze posities onvolledig is.



Figuur 3.9: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen op de verschillende kruisnetposities (nummers 1-6) bij gemaal Schore weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetposities 2 en 4 bevinden zich direct voor de lokstromen van de vismigratievoorziening (zie Figuur 2.5). Posities 5 en 6 zijn alleen op dag 2 bevist.

3.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

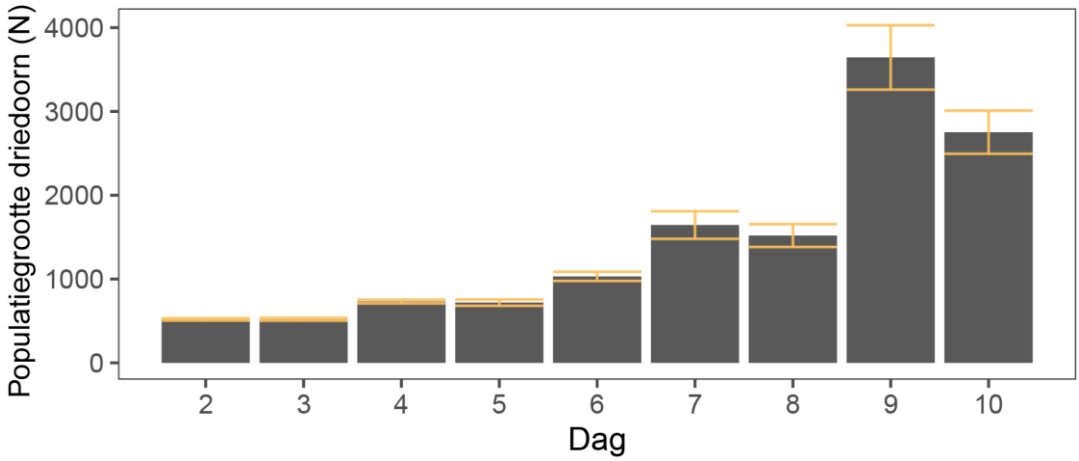
De terugvangsten van aan de zeezijde gemerkte en weer losgelaten driedoornige stekelbaarzen laten redelijke aantallen zien waarbij er op 3 avonden 20 of meer gemerkte driedoornige stekelbaarzen werden gevangen (Figuur 3.11). Deze terugvangsten aan de zeezijde van gemaal Schore laten in grote lijnen een duidelijk patroon zien, waarbij gemerkte driedoornige stekelbaarzen een dag na het merken de hoogste aantallen laten zien en deze aantallen afnemen over de dagen (volgorde van merken: dag 1 roze en oranje, dag 2 groen, dag 3 rood). De laatste 4 dagen is dit patroon grilliger en nemen de totaalvansten van sommige batches weer wat toe. De laatste twee dagen waren de totaalvangsten van ongemerkte driedoornige stekelbaarzen ook hoger (Figuur 3.8)



Figuur 3.11: Met kruisnet teruggevangen gemerkte driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Loohoek weergegeven per batch(groen, oranje, rood en roze) als totaalvangst per dag (n=aantal trekken).

3.2.3 Aanbodschattingen

Ook voor driedoornige stekelbaars is aan de hand van de verhouding tussen gemerkte en ongemerkte individuen in de kruisnetvangsten aan de voorzijde van het gemaal een populatieschatting gemaakt. Deze schatting geeft een beeld van de hoeveelheid driedoornige stekelbaars aanwezig aan de voorzijde van de vispassage en is een indicatie voor het daadwerkelijke aanbod van deze soort op het gemeten moment. Deze populatieschatting geeft een beter beeld van de potentiële doortrek van driedoornige stekelbaars door de vispassage en kan worden vergeleken met de aantallen daadwerkelijk gepasseerde driedoornige stekelbaarzen. In Bijlage 1 zijn de populatieschattingen voor Schore weergegeven en Figuur 3.12 laat het verloop van de populatieschattingen voor driedoornige stekelbaars over de dagen zien.

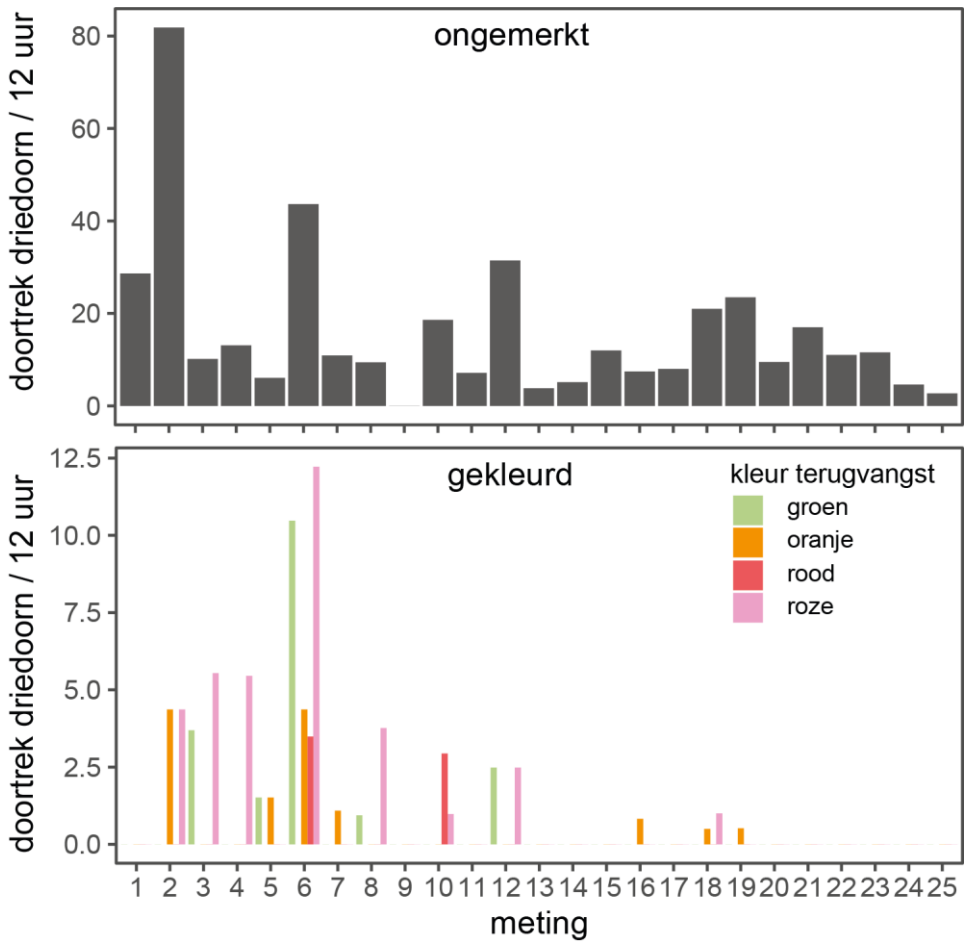


Figuur 3.12: Populatieschattingen per dag voor driedoornige stekelbaars bij Schore, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer alle populatieschattingen over de dagen 2-10 worden meegenomen komt het gemiddelde op 1.453 driedoornige stekelbaarzen, met een minimum van 518 (dag 2) en een maximum van 3.644 (dag 9). De populatieschattingen laten over de eerste 6 dagen een relatief constant beeld zien, waarna deze beginnen op te lopen en ook de standaarddeviatie groter wordt. De stijging voor de dagen 9 en 10 komt overeen met de ordegrootte van de stijging in het aantal ongemerkte glasalen per trek op deze dagen (Figuur 3.8). Het meest complete beeld van de populatiegrootte wordt daarom verkregen door de schattingen van alle dagen mee te wegen.

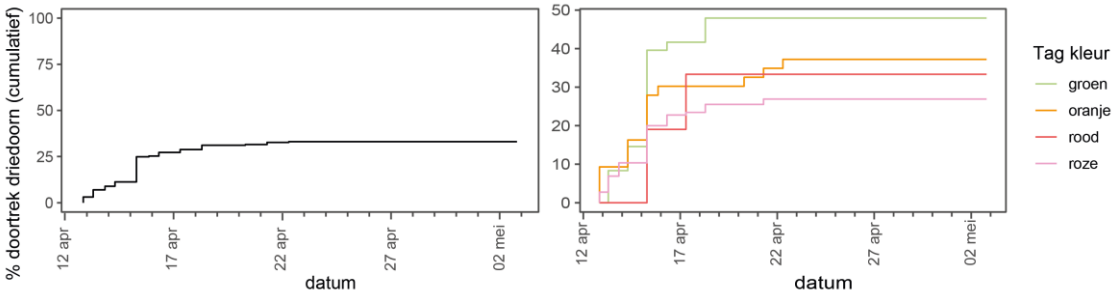
3.2.4 Doortrekmetingen

Op dag 19 waren 85 van de 257 aan de zeezijde gemerkte driedoornige stekelbaarzen aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage. Dit betekent dat in deze periode 33,1 procent van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 501 ongemerkte driedoornige stekelbaarzen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten een zeer grillig beeld zien waarbij de eerste dagen een paar uitschieters zichtbaar zijn (metingen 2 en 6 meer dan 40 driedoornige stekelbaarzen per trek; de fuik werd na elk hoog tij geleegd, 2 metingen per 24 uur). Ook het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een vergelijkbaar grillig verloop zien, waarbij wel zicht baar is dat het grootste aandeel werd teruggevangen in de eerste 6 metingen, waarna de aantallen afvlakken (zie Figuur 3.13).



Figuur 3.13: Totaal aantal driedoornige stekelbaarzen gevangen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik en de aantallen gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik per batch (groen, oranje, rood en roze). Beiden weergegeven per 12 uur.

In Figuur 3.14 is het verloop van de doortrek aantallen van gemerkte driedoornige stekelbaarzen cumulatief weergegeven. Hiermee wordt inzichtelijk welk aandeel van het gemerkte driedoornige stekelbaarzen is doorgetrokken op een bepaald moment gedurende het onderzoek en wanneer de hoogste aantallen zijn doorgetrokken. De grafiek laat de eerste 5 dagen een relatief steil verloop zien, met een sterke stijging bij meting 6, om vervolgens geleidelijk af te vlakken en maar beperkt door te stijgen. Na 5 dagen (17 april) is 28,8 procent van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen de vismigratievoorziening gepasseerd om op 23 april op het maximum van33,1 procent uit te komen. Het patroon van het verloop van de intrek was voor drie van de vier verschillende batches (roze (vangst uit fuik, dag 1), oranje (dag 1), groen (dag 2)) vergelijkbaar, terwijl het maximum van de curves sterker verschilde dan bij glasaal. Mogelijk kan dit deels worden verklaard door het scholingsgedrag van driedoornige stekelbaars, waarbij de soort migreert in dichte scholen van tientallen tot honderden exemplaren. Hierdoor is de vangstkans van zo'n school kleiner, maar zijn de aantallen vaak groter in een trek met vangst van driedoornige stekelbaars dan bij de solitair zwemmende en hierdoor meer homogeen verdeelde glasaal. De rode batch laat een grilliger verloop zien dan de andere batches, mogelijk als gevolg van het lagere aantal gemerkte dieren in deze batch. Daarnaast speelt een minder gunstig getij en spuien van het gemaal hierbij mogelijk een rol. De roze batch (gevangen met de fuik) vlakt, net zoals bij glasaal, eerder af dan de groene en oranje batch en laat hierdoor een iets lager percentage doorgetrokken driedoornige stekelbaarzen zien.



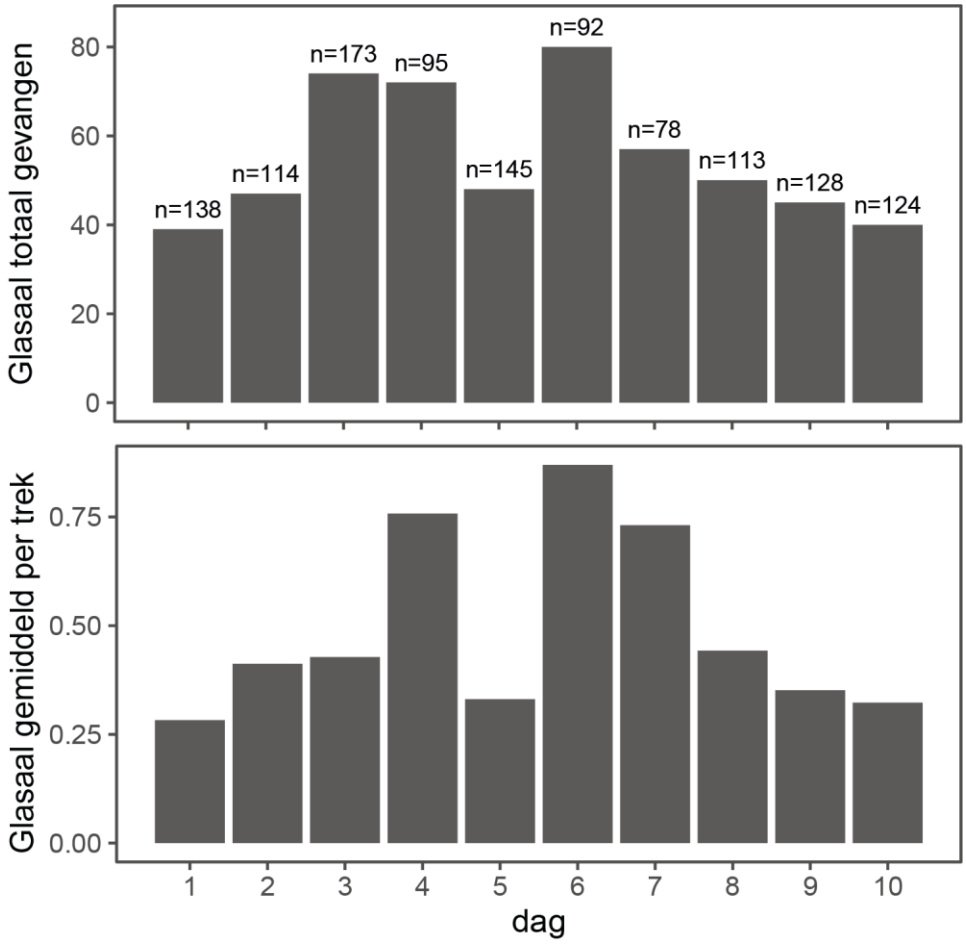
Figuur 3.14: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van driedoornige stekelbaars in de fijnmazige fuik bij gemaal Schore, ook weergegeven per batch (groen, oranje, rood en roze).

4 Resultaten Poppekinderen

4.1 Glasaal

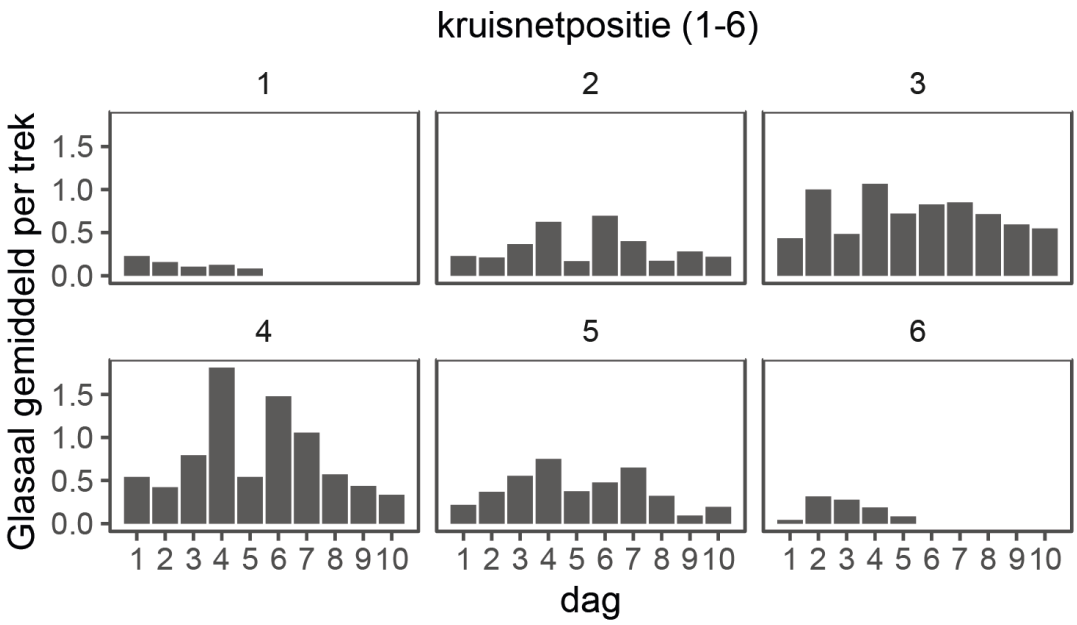
4.1.1 Vangsten kruisnet

In Figuur 4.1 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten voor gemaal Poppekinderen weergegeven, waarbij op drie avonden meer dan 70 glasalen per avond werden gevangen met 6 kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen relatief lage vangsten zien met op 3 avonden meer dan 0.65 glasalen per trek. De gemiddelden variëren over de dagen waarbij zowel de hoogste als de laagste waarden worden gemeten halverwege de meetperiode (dag 4-6).



Figuur 4.1: Met kruisnet gevangen glasalen bij gemaal Poppekinderen weergegeven als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als gemiddelde per trek.

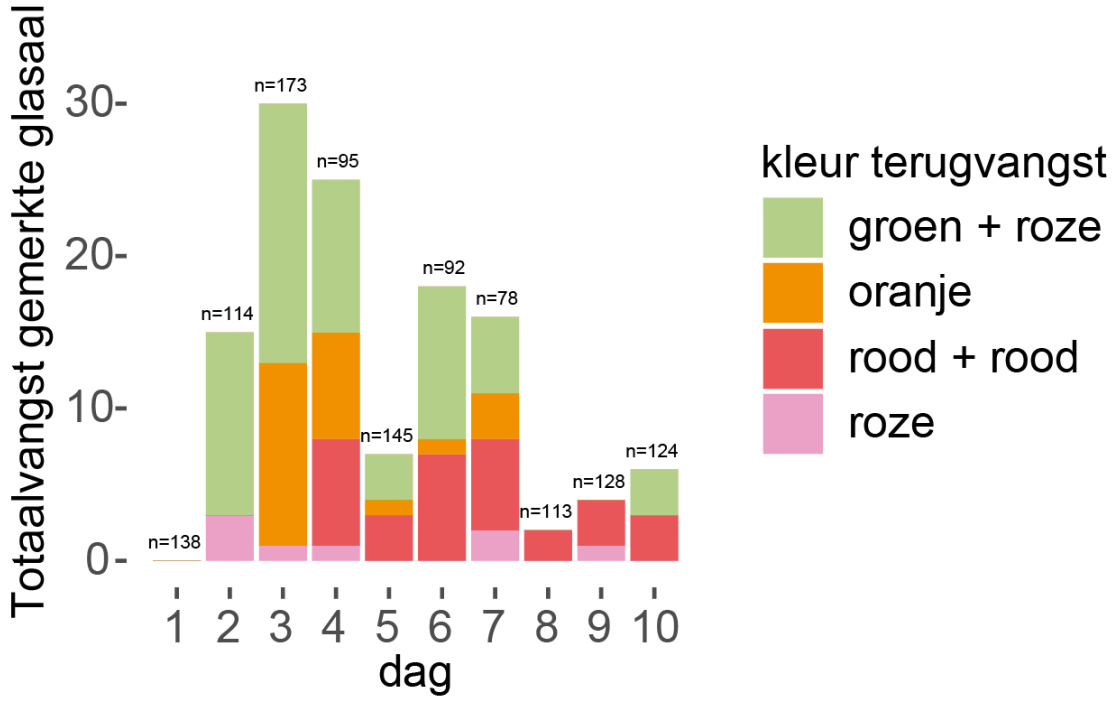
Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een grotendeels vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities 2 t/m 5 (Figuur 4.2). Vangsten op de posities (3 en 4) direct voor de uitstroomopening van de vismigratievoorziening zijn het hoogst en nemen af naarmate de afstand tot de uitstroomopening groter wordt en zijn het laagst voor de buitenste posities (1 en 6).



Figuur 4.2: Met kruisnet gevangen glasalen op de verschillende kruisnetposities (nummers 1-6) bij gemaal Poppekinderen weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetposities 3 en 4 bevinden zich direct voor de lokstroom van de vismigratievoorziening. Posities 1 en 6 liggen het verst van de lokstroom af (zie Figuur 2.5).Vanaf dag 6 zijn posities 1 en 6 niet meer bevist.

4.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

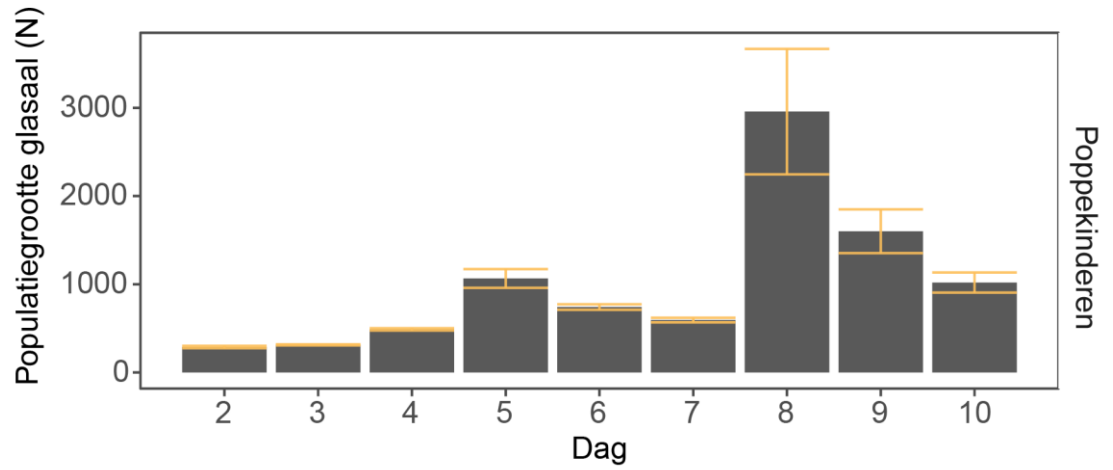
De terugvangsten van aan de buitenzijde gemerkte en weer losgelaten glasalen laten relatief hoge aantallen zien in verhouding tot het aantal gemerkte glasalen met op twee avonden meer dan 25 exemplaren (Figuur 4.3). Deze terugvangsten aan de buitenzijde van gemaal Poppekinderen laten een patroon zien, waarbij gemerkte glasalen in grote lijnen een dag na het merken de hoogste aantallen laten zien en deze aantallen langzaam afnemen over de dagen (volgorde van merken: dag 1 roze en roze+groen, dag 2 groen, dag 3 rood+rood). Aantallen gemerkte glasalen aan de buitenzijde blijven tot en met dag 7 relatief hoog.



Figuur 4.3: Met kruisnet teruggevangen gemerkte glasalen bij gemaal Poppekinderen weergegeven per batch (groen, oranje, rood en roze) als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als percentage van de vangst

4.1.3 Aanbodschattingen

Aan de hand van de verhouding tussen gemerkte en ongemerkte individuen in de kruisnetvangsten aan de voorzijde van het gemaal is een populatieschatting gemaakt. Deze schatting geeft inzicht in de hoeveelheid glasaal aanwezig aan de voorzijde van de vispassage en is een indicatie voor het daadwerkelijke aanbod van glasaal op het gemeten moment. Deze populatieschatting geeft een beter beeld van de potentiële doortrek van glasaal door de vispassage en kan worden vergeleken met de aantallen daadwerkelijk gepasseerde glasalen. In Bijlage 1 zijn de populatieschattingen voor Poppekinderen weergegeven en Figuur 4.4 laat het verloop van de populatieschattingen over de dagen zien.

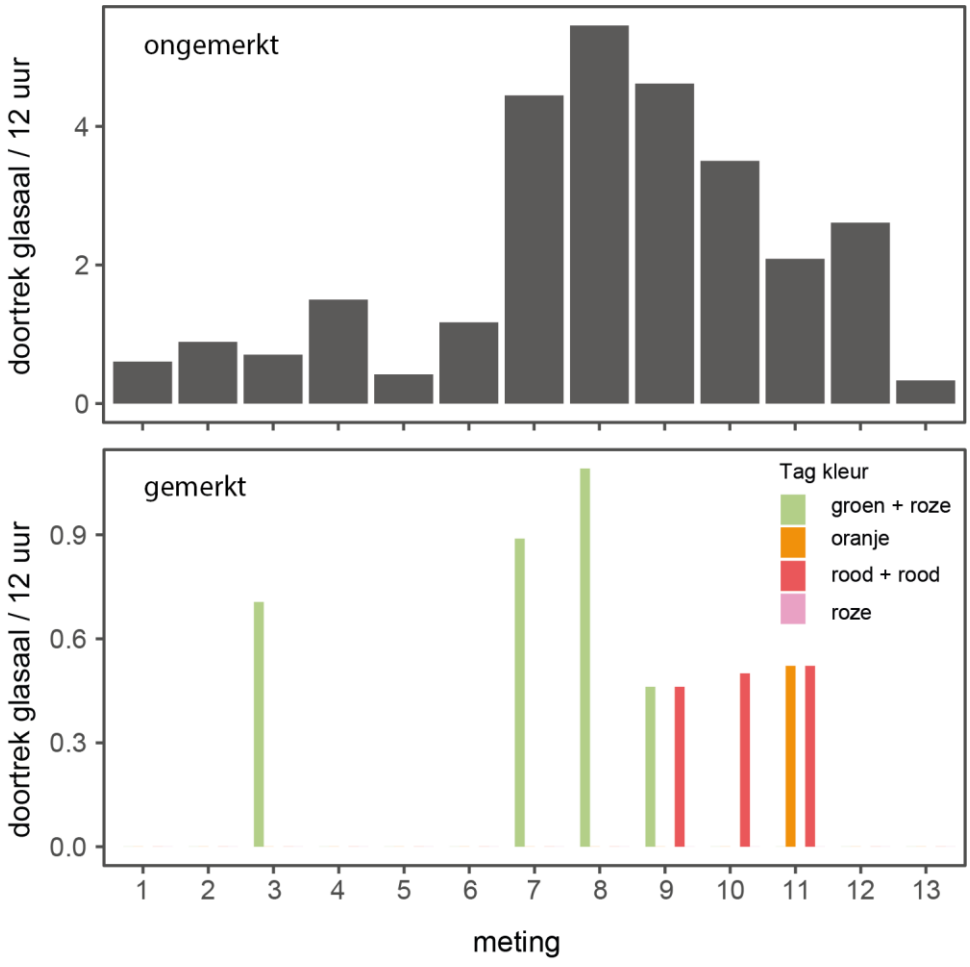


Figuur 4.4: Populatieschattingen per dag voor glasaal bij gemaal Poppekinderen, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer alle populatieschattingen over de dagen 2-10 worden meegenomen komt het gemiddelde op 1.008 glasalen, met een minimum van 288 (dag 2) en een maximum van 2958 (dag 8). De populatieschattingen laten over de eerste 7 dagen een relatief constant beeld zien, waarna deze sterk oplopen en ook de standaarddeviatie groter wordt. Gezien de lage vangsten van gemerkte glasalen na dag 7 (Figuur 3.4), het niet overeenkomen van de stijging in populatiegrootte vanaf dag 8 met het verloop van het gemiddelde aantal glasalen per trek (Figuur 4.1) en de berekende standaarddeviatie geven dagen 2-7 naar verwachting de meest betrouwbare schattingen van de populatiegrootte. Deze schattingen laten een relatief constant beeld zien met schattingen tussen de 288 (dag 2) en de 1.066 (dag 5) glasalen, met een gemiddelde van 582 glasalen.

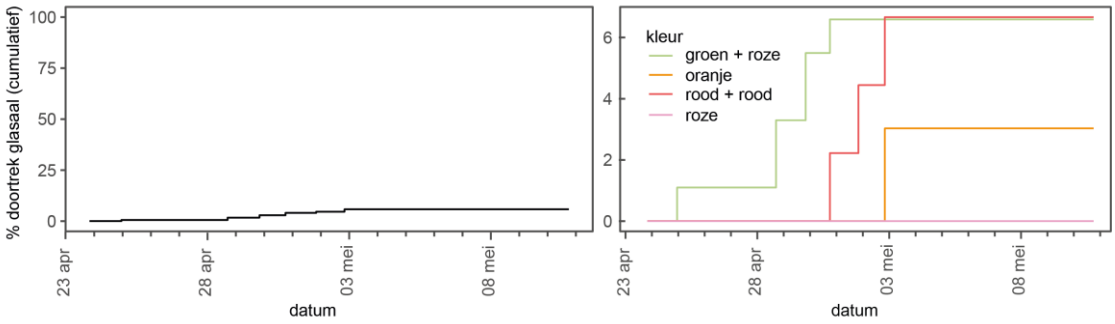
4.1.4 Doortrekmetingen

Van de 173 aan de buitenzijde gemerkte glasalen zijn er 10 aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage over een periode van 17 dagen. Dit betekent dat in deze periode 5,8 procent van de gemerkte glasalen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 59 ongemerkte glasalen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten lage aantallen doortrekkende glasalen zien met de hoogste aantallen voor de metingen 7-12 (één meting per 24 uur) (zie Figuur 4.5). Ook het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een vergelijkbaar verloop zien waarbij het grootste aandeel wordt teruggevangen in metingen 7-11 (zie Figuur 4.5).



Figuur 4.5: Totaal aantal glasalen gevangen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik en de aantallen gemerkte glasalen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik per batch (rood, groen en oranje). Beiden weergegeven per 12 uur.

In Figuur 4.6 is het verloop van de doortrek aantallen van gemerkte glasalen cumulatief weergegeven. Hiermee wordt inzichtelijk welk aandeel van het gemerkte glasalen is doorgetrokken op een bepaald moment gedurende het onderzoek en wanneer de hoogste aantallen zijn doorgetrokken. De grafiek laat een trage start van de doortrekpercentages zien, waarbij het cumulatieve doortrekpercentage pas vanaf 29 april boven de 1 procent stijgt om op 3 mei op 5,8 procent uit te komen. Het verloop van de intrek was voor de drie verschillende batches (roze (vangst uit fuik, dag 1), roze+groen (dag 1), oranje (dag 2), rood+rood (dag 3) met name verschillend in de hoogte van de uiteindelijke doortrek die werd bereikt (Figuur 4.6). Het verloop en maximum van de curve per batch lijkt overeen te komen met het aantal totaal gemerkte glasalen per kleur (van hoog naar laag: groen+roze > rood+rood > oranje > roze).

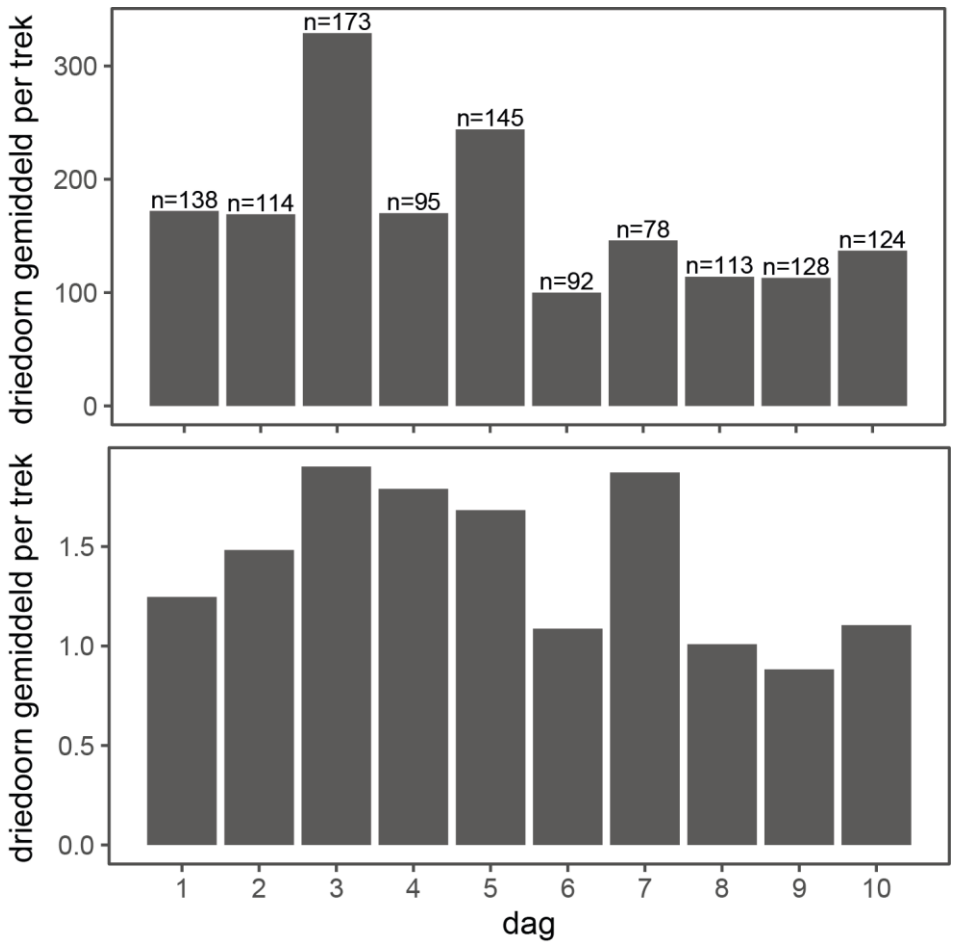


Figuur 4.6: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van glasaal in de fijnmazige fuik, ook weergegeven per batch (groen + roze, oranje, rood + rood en roze).

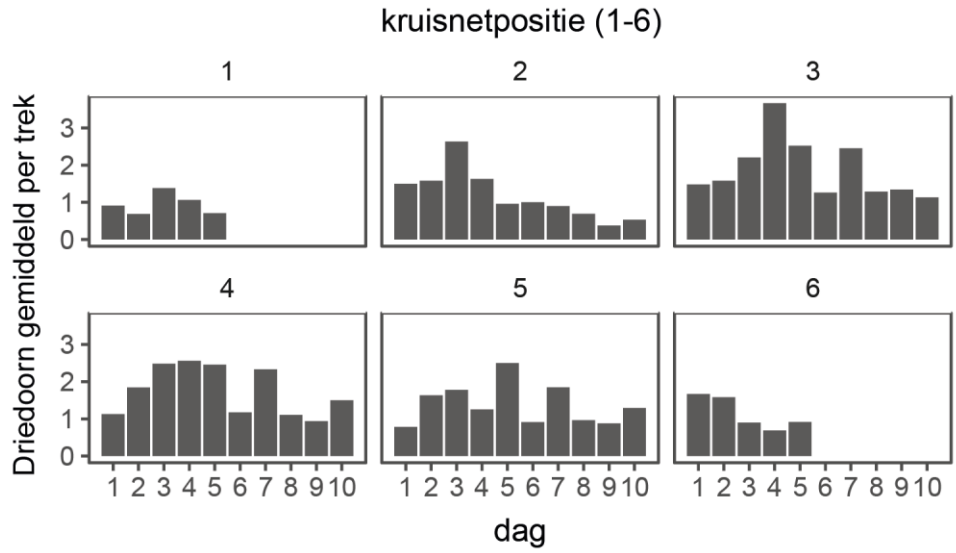
4.2 Driedoornige Stekelbaars

4.2.1 Vangst kruisnet

In Figuur 4.7 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten van driedoornige stekelbaars voor gemaal Poppekinderen weergegeven, waarbij op vijf avonden meer dan 150 driedoornige stekelbaarzen per avond werden gevangen en op één avond meer dan 300 stuks werden gevangen, met 6 kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen redelijke vangsten zien, waarbij de gemiddelden relatief weinig variëren over de dagen. De hoogste waarden zijn gemeten op dag 3, 4, 5 en 7. Met uitzondering van dag 7 laat de tweede helft van de meetperiode gemiddeld lagere waarden zien (Figuur 4.7). Dit patroon komt deels overeen met de vangsten van glasaal waar de laagste gemiddelden ook aan het begin en het eind van de reeks werden gemeten. Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een grotendeels vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities 2-5 (Figuur 4.8). Vangsten op de posities (3 en 4) direct voor de uitstroomopening van de vismigratievoorziening zijn het hoogst en nemen af naarmate de afstand tot de uitstroomopening groter wordt en zijn het laagst voor de buitenste posities (1 en 6), zoals ook voor glasaal werd gevonden.



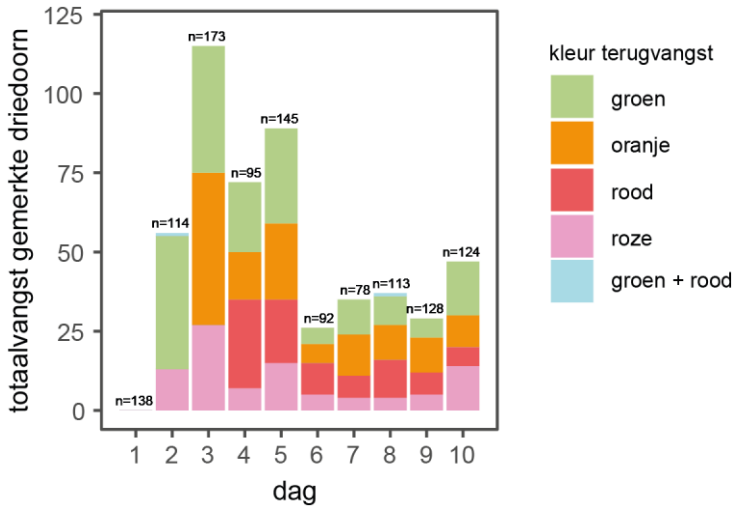
Figuur 4.7: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Poppekinderen weergegeven als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als gemiddelde per trek.



Figuur 4.8: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen op de verschillende kruisnetposities (nummers 1-6) bij gemaal Poppekinderen weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetposities 3 en 4 bevinden zich direct voor de lokstroom van de vismigratievoorziening. Posities 1 en 6 liggen het verst van de lokstroom af (zie Figuur 2.5). Vanaf dag 6 zijn posities 1 en 6 niet meer bevist.

4.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

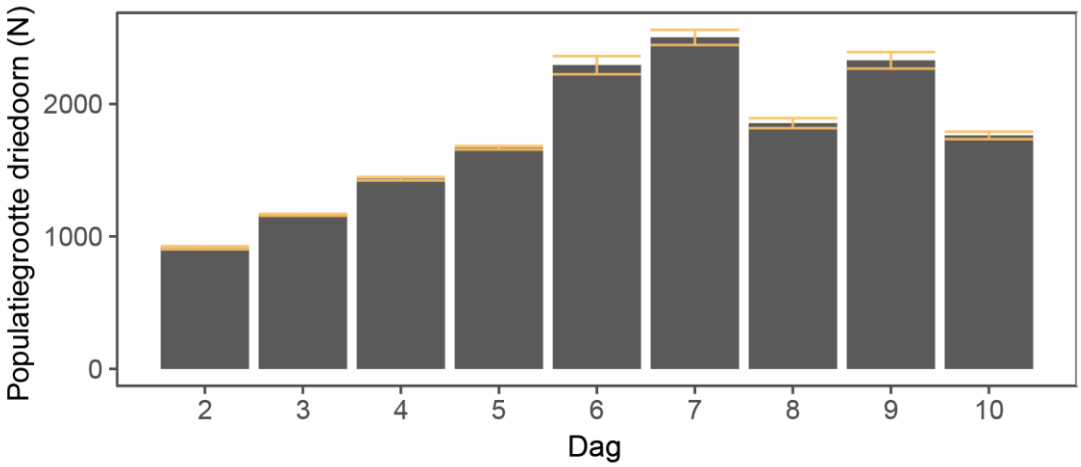
De terugvangsten van aan de buitenzijde gemerkte en weer losgelaten driedoornige stekelbaarzen laten relatief hoge aantallen zien in verhouding tot het aantal gemerkte glasalen met op vier avonden meer dan 50 exemplaren en op dag 3 meer dan 100 exemplaren (Figuur 4.9). Deze terugvangsten aan de buitenzijde van gemaal Poppekinderen laten een patroon zien, waarbij gemerkte glasalen in grote lijnen de eerste dagen na het merken de hoogste aantallen laten zien en deze aantallen langzaam afnemen over de dagen (volgorde van merken: dag 1 roze en roze+groen, dag 2 groen, dag 3 rood+rood) (Figuur 4.9). De aantallen teruggevangen gemerkte driedoornige stekelbaarzen blijven tot op de laatste dag van de metingen relatief hoog met bijna 50 teruggevangen exemplaren op dag 10.



Figuur 4.9: Met kruisnet bij gemaal Poppekinderen teruggevangen gemerkte driedoornige stekelbaarzen weergegeven per batch (groen, oranje, rood, roze en groen + rood) als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als percentage van de vangst.

4.2.3 Aanbodschattingen

Ook voor driedoornige stekelbaars is aan de hand van de verhouding tussen gemerkte en ongemerkte individuen in de kruisnetvangsten aan de voorzijde van het gemaal een populatieschatting gemaakt. Deze schatting geeft een beeld van de hoeveelheid driedoornige stekelbaars aanwezig aan de voorzijde van de vispassage en is een indicatie voor het daadwerkelijke aanbod van deze soort op het gemeten moment. Deze populatieschatting geeft een beter beeld van de potentiële doortrek van driedoornige stekelbaars door de vispassage en kan worden vergeleken met de aantallen daadwerkelijk gepasseerde driedoornige stekelbaarzen. In Bijlage 1 zijn de populatieschattingen voor Poppekinderen weergegeven en Figuur 4.10 laat het verloop van de populatieschattingen voor driedoornige stekelbaars over de dagen zien.

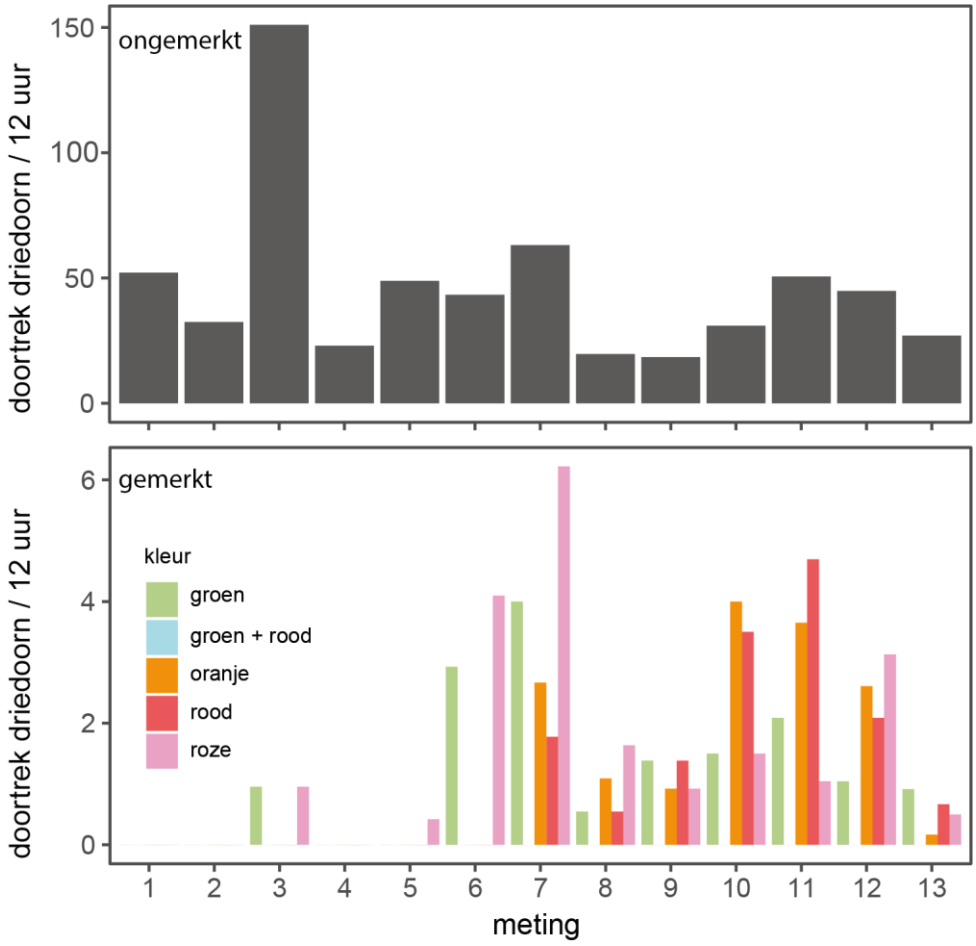


Figuur 4.10: Populatieschattingen per dag voor driedoornige stekelbaars bij gemaal Poppekinderen, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer alle populatieschattingen over de dagen 2-10 worden meegenomen komt het gemiddelde op 1.769 driedoornige stekelbaarzen, met een minimum van 914 (dag 2) en een maximum van 2503 (dag 7). De populatieschattingen nemen over de eerste 7 dagen geleidelijk toe, waarna deze gemiddeld genomen weer wat afnemen. Gezien de relatief hoge vangsten van gemerkte driedoornige stekelbaarzen gedurende de meetperiode (Figuur 4.9), het in grote lijnen overeenkomen van het verloop in populatiegrootte met het verloop van het gemiddelde aantal glasalen per trek (4.7) en de relatief lage standaarddeviaties worden alle dagen meegewogen voor de gemiddelde populatiegrootte.

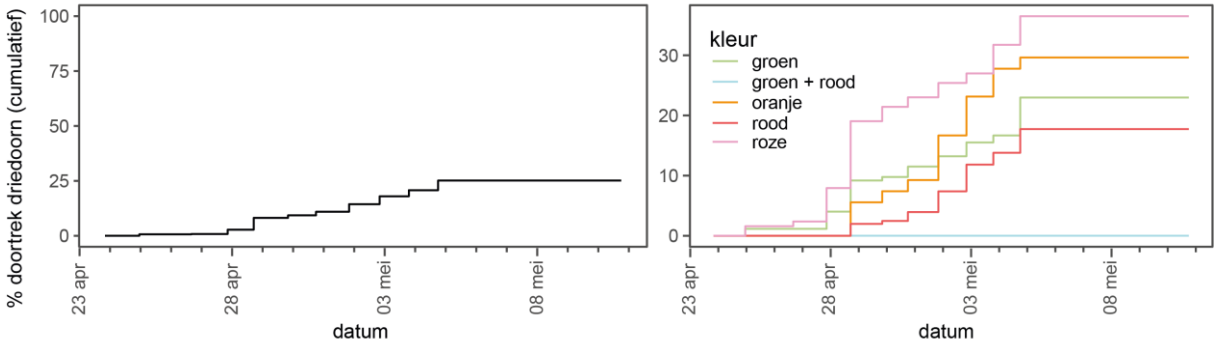
4.2.4 Doortrekmetingen

Van de 612 aan de buitenzijde gemerkte driedoornige stekelbaarzen zijn er 154 aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage over een periode van 17 dagen. Dit betekent dat in deze periode 25,2 procent van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 1310 ongemerkte driedoornige stekelbaarzen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten redelijke aantallen doortrekkende ongemerkte driedoornige stekelbaarzen zien met gemiddeld de hoogste aantallen in de eerste helft van de meetperiode (één meting per 24 uur) (zie Figuur 4.11). Het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een ander verloop zien waarbij het grootste aandeel wordt teruggevangen in de tweede helft van de meetperiode (zie Figuur 4.11).



Figuur 4.11: Totaal aantal driedoornige stekelbaarzen gevangen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik en de aantallen gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de doortrekmetingen met fijnmazige fuik per batch (groen, groen + rood, oranje, rood en roze) bij Poppekinderen. Beiden weergegeven per 12 uur.

In Figuur 4.12 is het verloop van de doortrek aantallen van gemerkte driedoornige stekelbaarzen cumulatief weergegeven. Hiermee wordt inzichtelijk welk aandeel van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen is doorgetrokken op een bepaald moment gedurende het onderzoek en wanneer de hoogste aantallen zijn doorgetrokken. De grafiek laat de eerste 5 metingen een weinig doortrek zien, waarna er tot en met meting 12 (dag 6) een matig steil verloop was te zien. Daarna was er weinig stijging meer te zien tot de laatste metingen. Oftewel, in de eerste 6 dagen was er matige intrek van gemerkte driedoornige stekelbaarzen en werd bijna de volledige maximale intrek van 25,2 procent al bereikt. Doortrekmetingen liepen na dag 12 met een groter interval door tot dag 22. De verschillende batches laten grotendeels hetzelfde verloop van de cumulatieve doortrek curve zien (Figuur 4.12). Opvallend is het lagere maximum wat de cumulatieve curves voor de batches rood en groen laten zien terwijl deze het grootste aantal gemerkte driedoornige stekelbaarzen bevatten. De uit de fuikvangst afkomstige roze batch bereikt het hoogste totale doortrekpercentage.

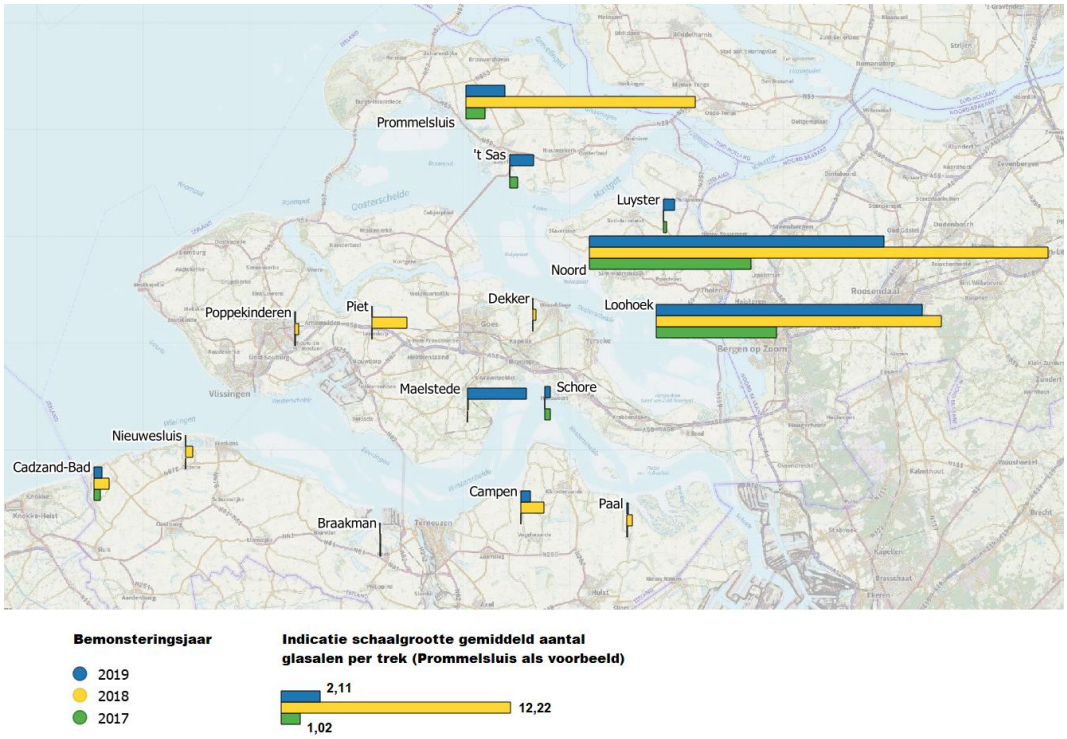


Figuur 4.12: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van driedoornige stekelbaars in de fijnmazige fuik bij Poppekinderen, ook weergegeven per batch (groen, groen + rood, oranje, rood en roze).

5 Efficiëntie passages & duiding resultaten

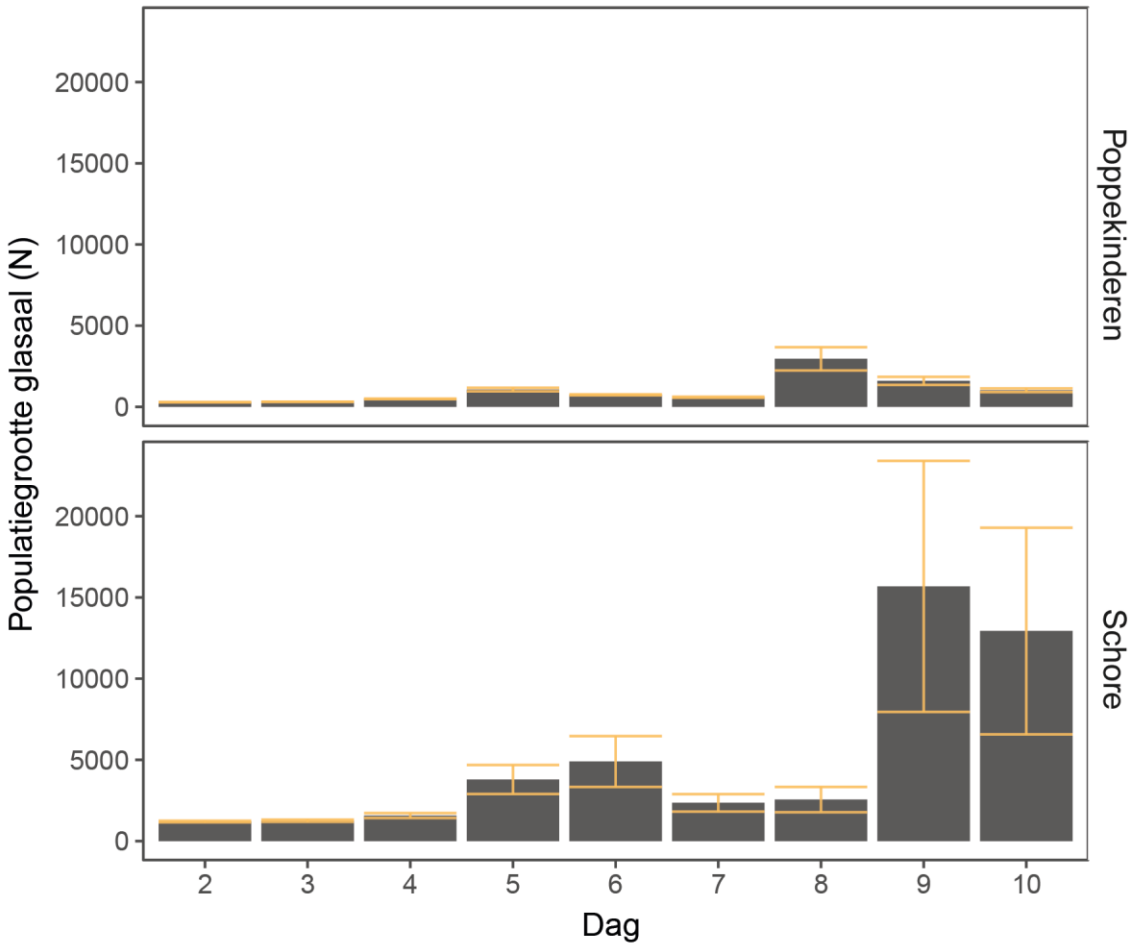
5.1 Lokkende werking vispassages

Het evalueren van de efficiëntie van een vismigratievoorziening begint bij de lokkende werking van het intrekpunt en de vismigratievoorziening. Het gemaal heeft met het grote debiet een lokkende werking op grotere afstand. Dit noemen we de hoofd lokstroom. Ter plaatse van het gemaal en de vispassage heeft de lokstroom van de vispassage een zeer lokale werking. Dit noemen we de lokale lokstroom. In eerste instantie geeft het relatieve aanbod bij een intrekpunt een indicatie van de lokkende werking van de hoofdlokstroom van het gemaal. In Figuur 5.1 zijn de dichtheden van glasaal bij intrekpunten en migratieknelpunten in de provincie Zeeland weergegeven voor de jaren 2017-2019 (Kooiman & Ploegaert, 2019). Hier is te zien dat bij de locaties Poppekinderen en Schore een relatief laag aanbod van glasaal werd gemeten. De lokkende werking van deze intrekpunten is op regionale schaal gemiddeld tot laag te noemen. Deze lokkende werking wordt grotendeels bepaald door de afvoer van de gemalen en de 'geur' van het afvoerwater op deze locaties. Ook lokale omstandigheden in de Westerschelde kunnen een rol spelen. Zo hebben de aanwezige natuurlijk ondiepten en slikken, minder sterke getijdewerking en het relatief zoete water van Tholen mogelijke een positief effect op het aanbod van glasaal bij gemalen De Noord en Loohoek op Tholen. Schore kent echter een sterke getijdenwerking en ondiep beschut habitat bij laag water nabij het intrekpunt is beperkt. Door de ligging van gemaal Poppekinderen aan het kanaal door Walcheren is de connectiviteit met de Oosterschelde en Westerschelde beperkt door tussenliggende sluizen. Een lager relatief aanbod op regionale schaal is hierdoor te verwachten. De lokkende werking van gemalen geeft nog geen indicatie van de efficiëntie van de vismigratievoorziening zelf.



Figuur 5.1: Ruimtelijke weergave van het gemiddeld aantal glasalen per trek in 2019, 2018 en 2017 op de 15 locaties met meerdere glasalen (>5). (Let op: waardes geven de gemeten lokale dichtheid, deze zijn niet direct te interpreteren als lokaal aanbod).

De monitoringsgegevens van 'Samen voor de Aal Zeeland' geven een goede indicatie van het lokale aanbod, maar de metingen zijn sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden en geven daarmee geen nauwkeurige meting van het daadwerkelijke aanbod (Kooiman & Ploegaert, 2019). De populatieschattingen die zijn berekend aan de hand van de verhouding tussen met het kruisnet terug gevangen gemerkte en ongemerkte glasalen geven een beter beeld van het actuele lokale aanbod (Figuur 5.2). De populatieschattingen (gebaseerd op de meest betrouwbare schattingen) laten zien dat er op beide locaties dichtheden glasaal aanwezig zijn in dezelfde orde grootte, namelijk gemiddeld 1.341 (gebaseerd op dag 2-4) bij Schore en gemiddeld 582 (gebaseerd op dag 2-7) glasalen bij gemaal Poppekinderen.

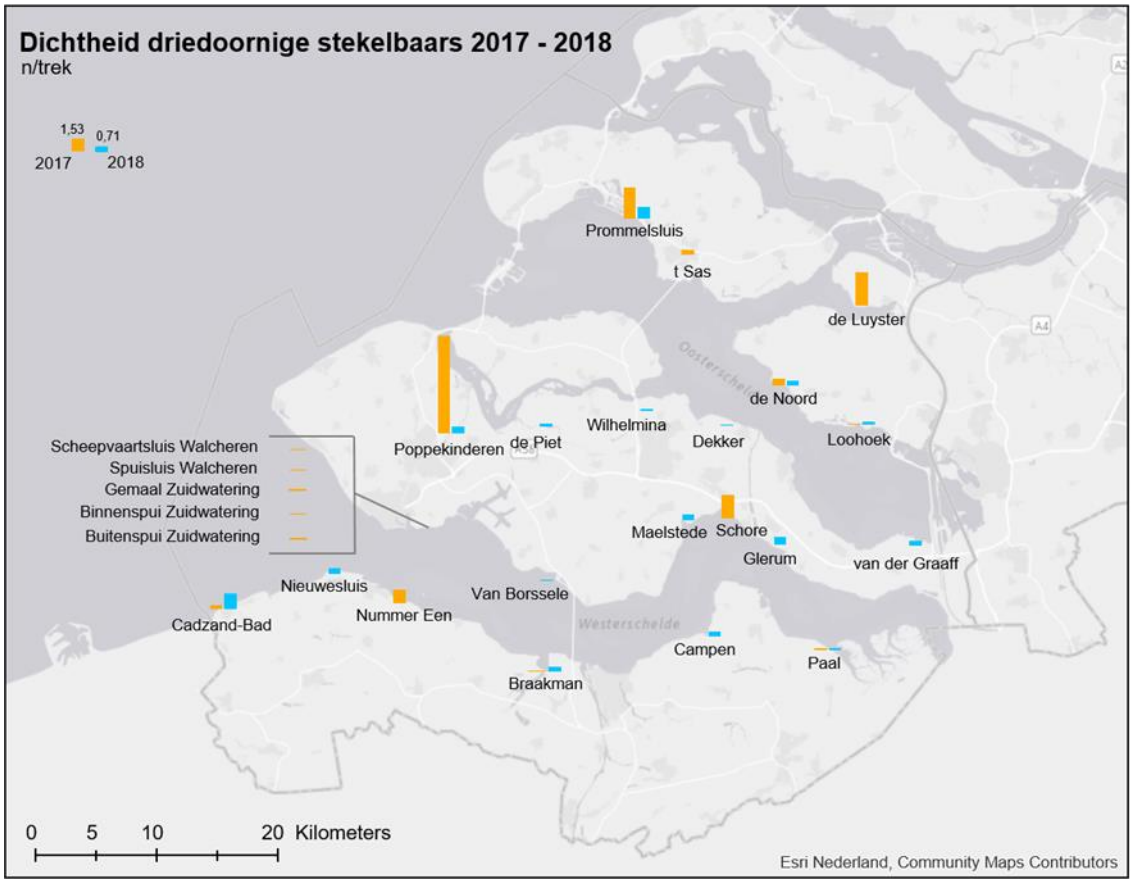


Figuur 5.2: Populatieschattingen per dag voor glasaal, gebaseerd op een merk-terugvangst model bij gemaal Schore en gemaal Poppekinderen. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer we op een kleinere schaal kijken naar de verdeling van glasaal over de locatie, namelijk de spuikokers van het gemaal en de ingang van de vismigratievoorziening, dan zien we voor Poppekinderen dat direct bij de uitstroomopening (zoete lokstroom) van de vismigratievoorziening (posities 3 en 4) de hoogste dichtheden worden gevangen (Figuur 3.2). Dit wijst op een effectieve lokstroom vanuit de vismigratievoorziening. Bij Schore is dit beeld voor glasaal echter minder duidelijk. Hier worden de hoogste dichtheden gemeten in het doodlopende deel van de spuikoker direct voor de uitstroom van het gemaal zelf in plaats van direct voor de uitstroom van de vismigratievoorziening, welke wel hoger zijn dan de dichtheden op de positie het dichtst bij de zeezijde (Figuur 4.2). Mogelijk blijft er een zoetwaterbel hangen in het doodlopende deel van de spuikoker, waardoor glasaal naar deze positie wordt

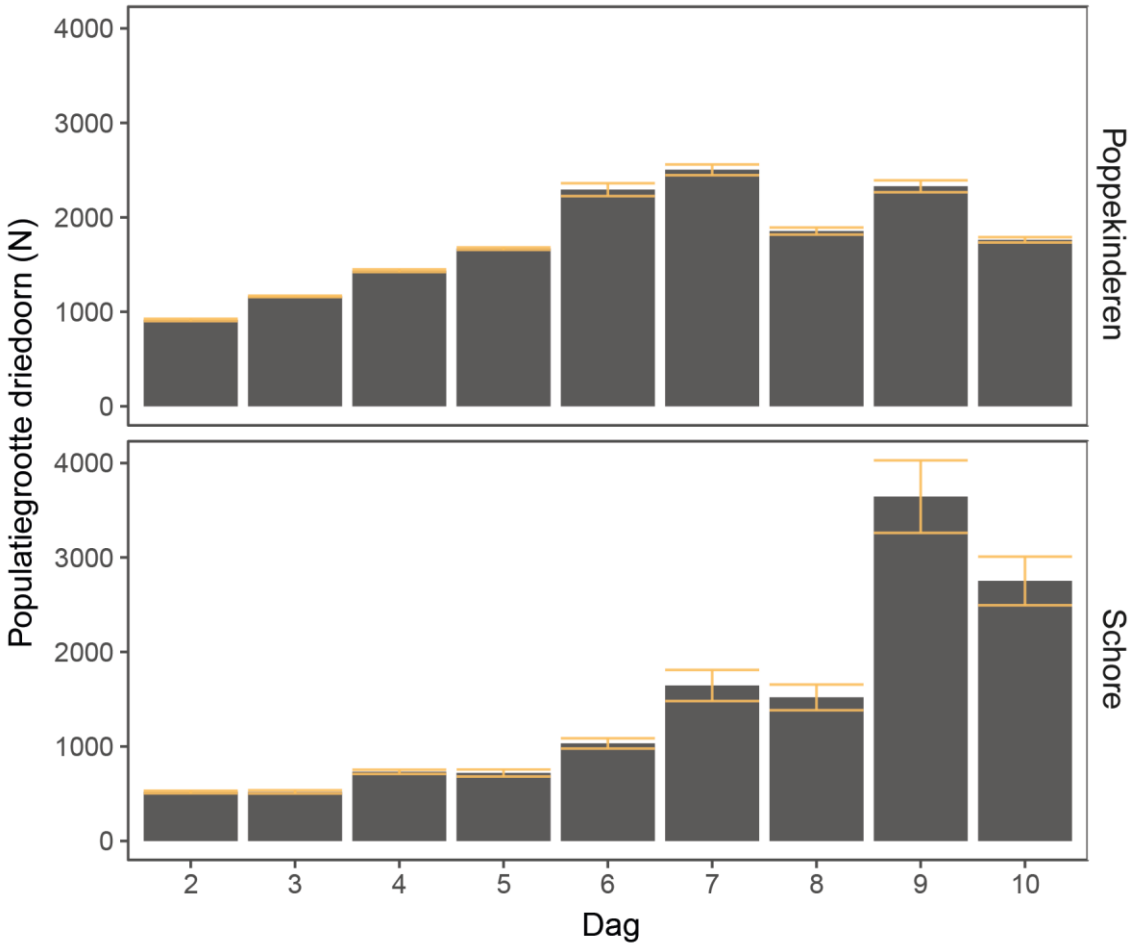
aangetrokken. Tevens vormt deze plek een luwte net buiten de lokstroom van de vismigratievoorziening waar glasaal gebruik van kan maken alvorens tegen de stroming de verzamelbak in te zwemmen.

In Figuur 5.3 zijn de dichtheden van driedoornige stekelbaars bij intrekpunten en migratieknelpunten in de provincie Zeeland weergegeven voor de jaren 2017 en 2018 (Ploegaert et al., 2018). Hier is te zien dat beide locaties op regionale schaal een relatief hoog aanbod van driedoornige stekelbaars kennen. Enerzijds kan dit wijzen op een relatief hoge lokkende werking voor driedoornige stekelbaars van deze locaties op regionale schaal, tevens kunnen relatief omvangrijke lokale populaties hier een rol spelen (lokale in- en uittrek). Deze lokkende werking wordt grotendeels bepaald door de grootte van de afvoer van de gemalen en samenstelling ('geur' voor Europese Aal en zoutgehalte driedoornige stekelbaars) van het afvoerwater op deze locaties. Deze lokkende werking geeft nog geen indicatie van de efficiëntie van het vismigratiemiddel zelf.



Figuur 5.3: Ruimtelijke weergave gemiddeld aantal driedoornige stekelbaarzen per trek in 2018 en 2017 op de reguliere monitoringslocaties (let op: waardes geven de gemeten lokale dichtheid, deze zijn niet direct te interpreteren als lokaal aanbod). In de legenda is het gemiddelde aantal glasalen per trek per jaar weergegeven over alle locaties van de reguliere monitoring.

Ook voor driedoornige stekelbaars zijn populatieschattingen berekend aan de hand van de verhouding tussen met het kruisnet terug gevangen gemerkte en ongemerkte glasalen (Figuur 5.4). Deze geven een beter beeld van het actuele lokale aanbod. De populatieschattingen laten zien dat er op beide locaties dichtheden driedoornige stekelbaars aanwezig zijn in dezelfde orde grootte met gemiddeld 1.453 (gebaseerd op dag 2-10) bij Schore en 1.769 (gebaseerd op dag 2-10) driedoornige stekelbaarzen bij Poppekinderen.



Figuur 5.4: Populatieschattingen per dag voor driedoornige stekelbaars, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer op een kleinere schaal wordt gekeken naar de verdeling van driedoornige stekelbaars over de locatie, namelijk de spuikokers van het gemaal en de ingang van de vismigratievoorziening dan komt dit grotendeels overeen met het beeld voor glasaal. Voor Poppekinderen werden direct bij de uitstroomopening (zoete lokstroom) van de vismigratievoorziening (posities 3 en 4) de hoogste dichtheden driedoornige stekelbaarzen gemeten (Figuur 4.9). Dit wijst op een effectieve lokstroom vanuit de vismigratievoorziening. Bij Schore is dit beeld voor driedoornige stekelbaars echter minder duidelijk. Hier werden de hoogste dichtheden gemeten in het doodlopende deel van de eerste spuikoker direct voor de uitstroom van het gemaal zelf in plaats van direct voor de uitstroom van de vismigratievoorziening, welke wel hoger waren dan de dichtheden op de positie het dichtst bij de zeezijde (Figuur 3.9). Vergelijkbare dichtheden werden gemeten voor de uitstroom van de vismigratievoorziening in de tweede spuikoker. In deze koker zijn de andere posities niet vaak genoeg bevist om iets over de verdeling van dichtheden in deze koker te zeggen.

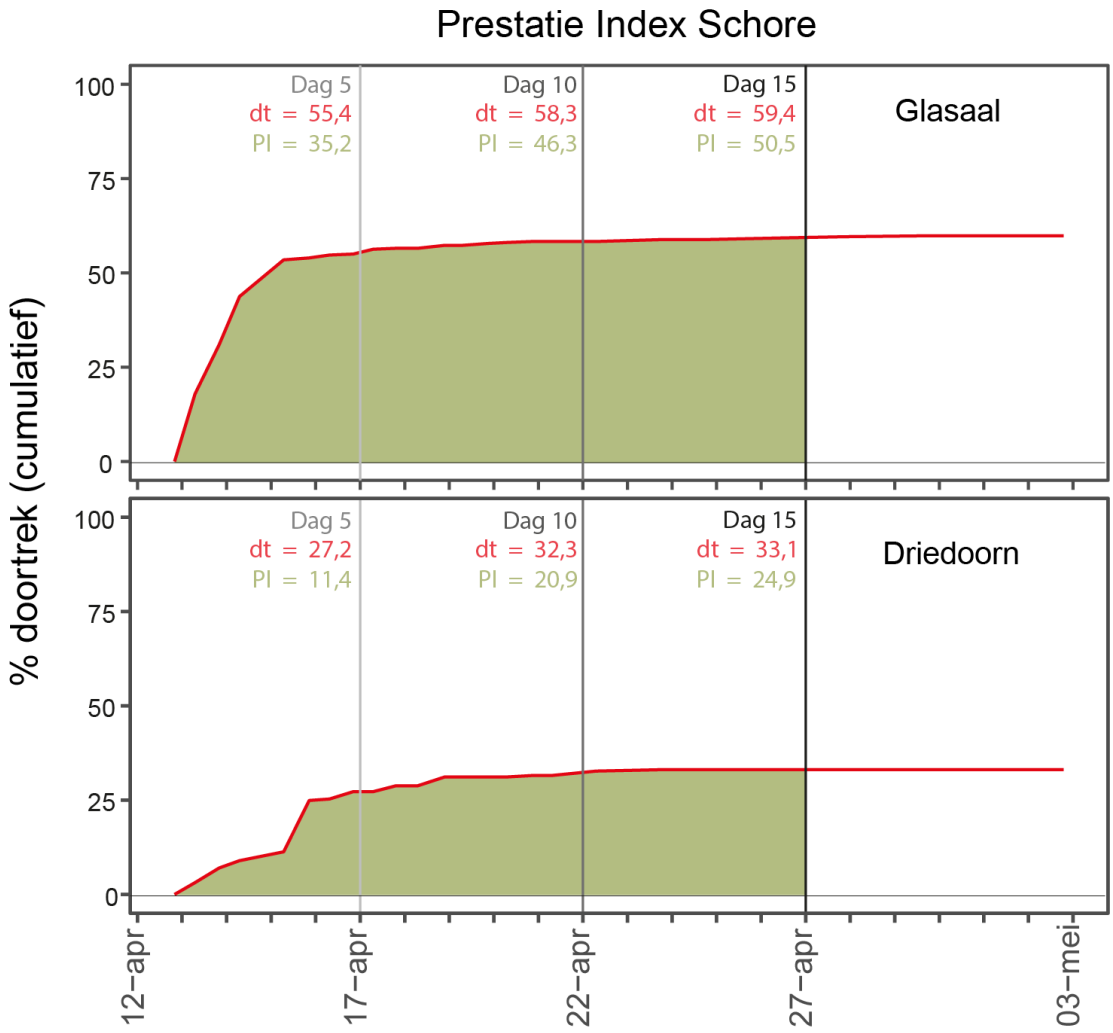
5.2 Efficiëntie doortrek vispassage

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 is gevisualiseerd door een cumulatieve curve van het doortrekpercentage (aandeel gemerkte individuen dat gepasseerd is op een gegeven tijdstip). Om deze prestatiecurves te kwantificeren en daarmee goed te kunnen vergelijken is een prestatie index berekend. Daarnaast geeft de verblijftijd aan de voorzijde van de vismigratievoorziening inzicht in hoe lang vissen bij de lokstroom van vismigratievoorziening aanwezig blijven en het blijven 'proberen'. Bij een 100% efficiënte vispassage zou de snelheid waarmee het aandeel gemerkte vissen aan de voorzijde van een vismigratievoorziening afneemt, gelijk zijn aan de snelheid waarmee het aandeel gemerkte vissen wat gepasseerd is toeneemt.

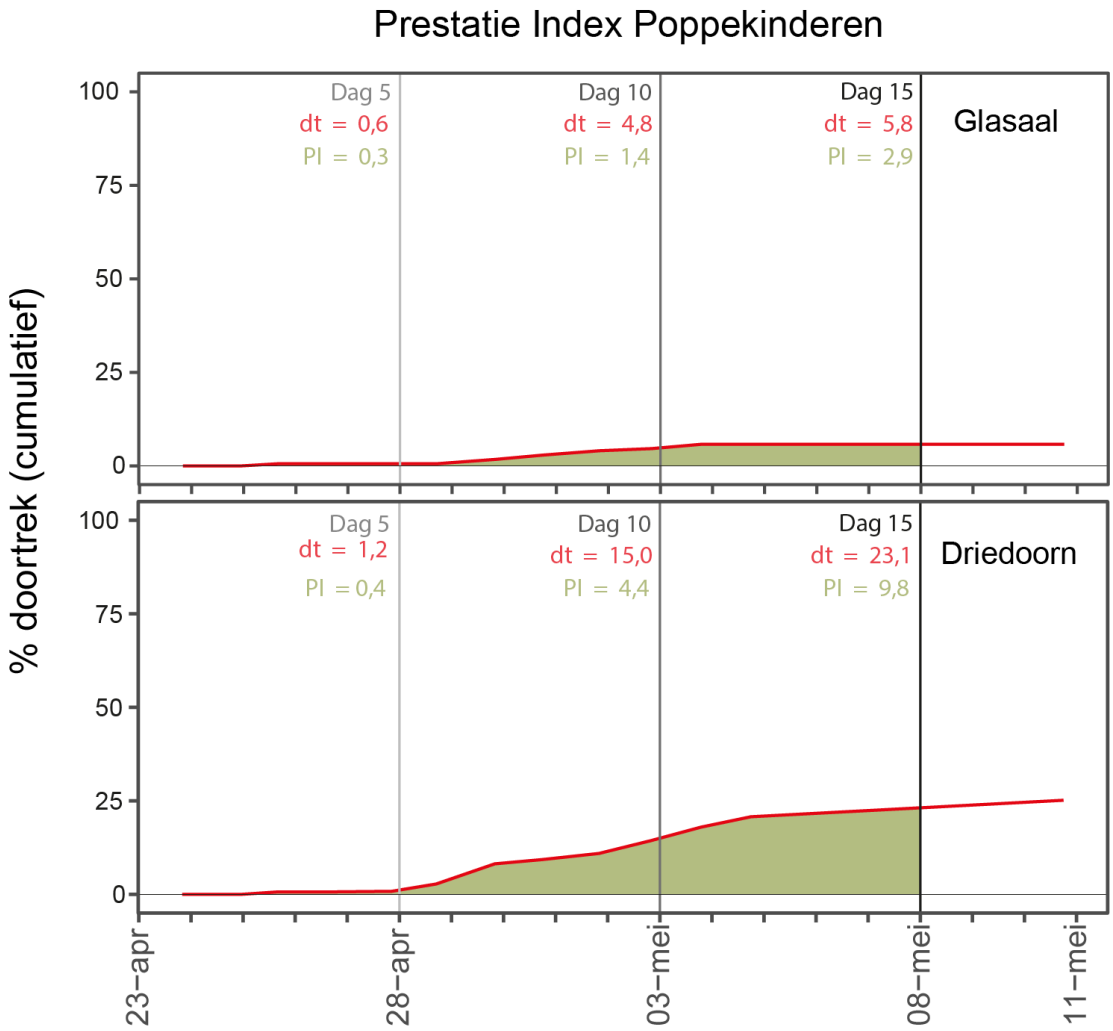
5.2.1 Prestatie index

Figuur 5.5 geeft het verloop van de doortrek door de vismigratievoorziening bij gemaal Schore weer, waarbij de Prestatie Index (PI) is weergegeven voor dag 5, 10 en 15. De cumulatieve intrekcurve laat voor glasaal een steil verloop zien in de eerste dagen, waardoor de "PI" op dag 5 op 35,2 procent uitkomt. Vanaf dag 4 vlakt de curve af om een effectiviteitsscore (PI) van 50,5 procent op dag 15. Dit betekent dat het merendeel van de gemerkte glasaal in de eerste 5 dagen de vismigratievoorziening is gepasseerd en dat over de periode van 15 dagen 50,5 % (PI) van de maximaal haalbare prestatie is bereikt. Op dag 15 is uiteindelijk 59,4 procent van de gemerkte glasalen de vismigratievoorziening gepasseerd. Voor driedoornige stekelbaars laat de cumulatieve doortrekcurve een matige stijging zien gedurende de eerste dagen, waarna deze stijging vanaf dag 3 versnelt, om vervolgens veel trager door te stijgen en op dag 7 verder af te vlakken. Op dag 15 is 33,1 procent van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen de vismigratievoorziening gepasseerd. Door de, in vergelijking met glasaal, lagere percentages driedoornige stekelbaars die doortrokken en de geringe snelheid waarmee de doortrek op gang kwam, vallen de waarden van de "PI" lager uit voor driedoornige stekelbaars. Met name de eerste dagen is het verschil met glasaal groot. Op dag 15 wordt een "PI" van 24,9 procent bereikt.

Figuur 5.6 geeft het verloop van de doortrek door de vismigratievoorziening bij gemaal Poppekinderen weer, waarbij de Prestatie Index is weergegeven voor dag 5, 10 en 15. De cumulatie intrekcurves laten voor zowel glasaal als voor driedoornige stekelbaars een veel minder steil verloop zien dan bij Schore. De intrek komt voor beide soorten maar zeer langzaam op gang waarbij de doortrek voor driedoornige stekelbaars uiteindelijk redelijk op gang komt om door te stijgen naar een intrekpercentage van 23,1 procent op dag 15. Door de trage start en vervolgens zeer geleidelijke verloop van de intrek komt de "PI" uit op 9,8 procent op dag 15. Waar de intrek van driedoornige stekelbaars na dag 5 op gang komt, neemt de intrek van glasaal vanaf dat moment maar zeer beperkt toe. Op dag 15 is 5,8 procent van de gemerkte glasalen de vismigratievoorziening gepasseerd en de geringe snelheid waarmee dit percentage werd bereikt brengt de "PI" op dag 15 op 2,9 procent van de maximaal haalbare prestatie.



Figuur 5.5: Cumulatief doortrekpercentage (percentage van totaal aantal gemerkte glasalen en driedoornige stekelbaarzen dat succesvol de vismigratievoorziening bij Schore is gepasseerd), waarbij voor dag 5, 10 en 15, het cumulatie doortrekpercentage (dt) en de Prestatie Index (PI) zijn weergegeven.

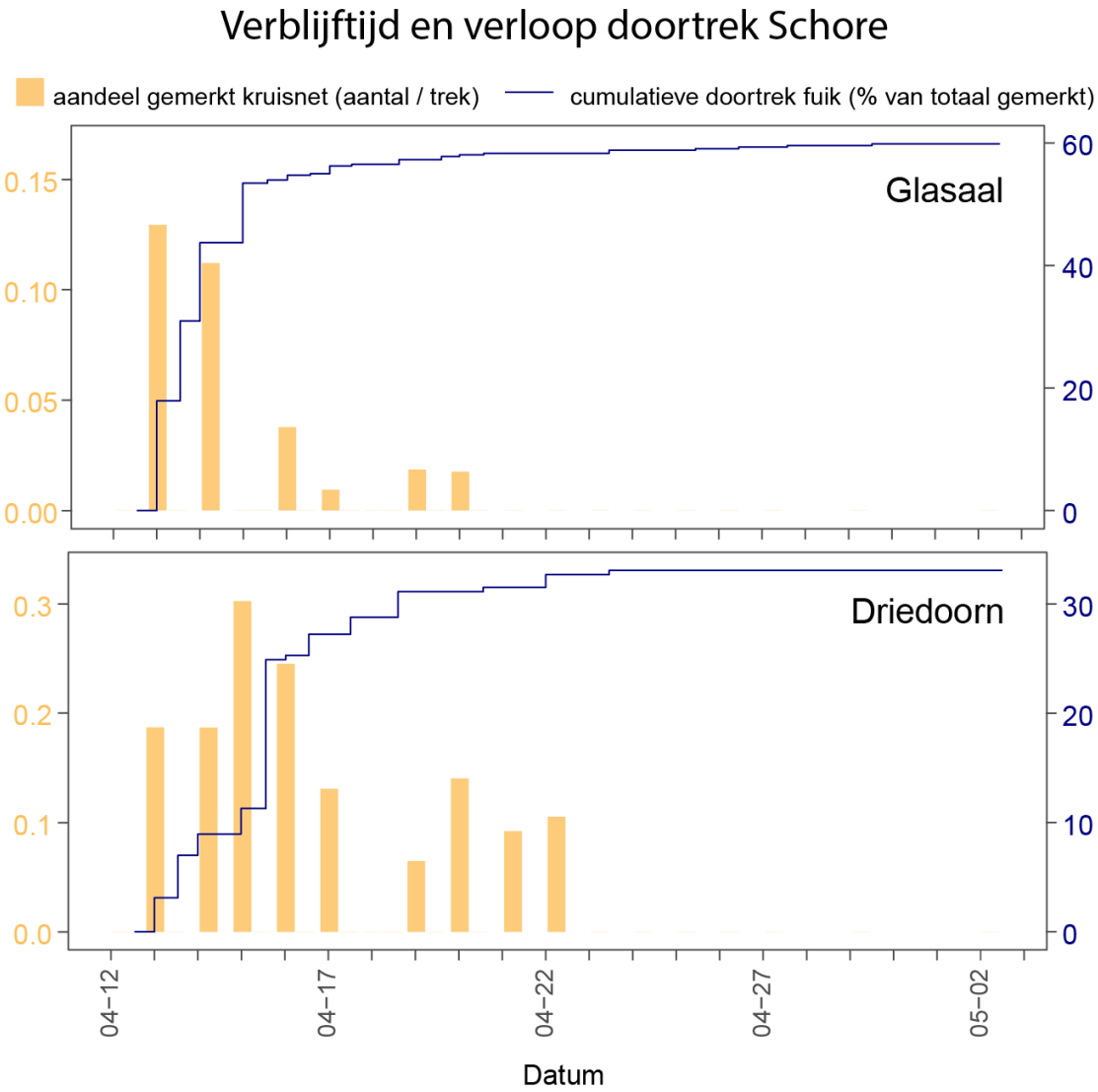


Figuur 5.6: Cumulatief doortrekpercentage (percentage van totaal aantal gemerkte glasalen en driedoornige stekelbaarzen dat succesvol de vismigratievoorziening bij Poppekinderen is gepasseerd), waarbij voor dag 5, 10 en 15, het cumulatie doortrekpercentage (dt) en de Prestatie Index (PI) zijn weergegeven.

5.2.2 Verblijftijd voorzijde

Wanneer we het verloop van de dichtheid gemerkte glasalen en driedoornige stekelbaarzen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening bij gemaal Schore vergelijken met het cumulatieve percentage gemerkte individuen dat de migratievoorziening is gepasseerd, dan zien we dat de dichtheid gemerkte individuen aan de voorzijde afneemt door de tijd terwijl het aandeel gemerkte individuen dat de migratievoorziening is gepasseerd toeneemt. De snelheid waarmee de dichtheid van gemerkte individuen aan de zeezijde afneemt is groter voor glasaal wat overeenkomst met de snellere intrek van glasaal gedurende de eerste dagen. Voor driedoornige stekelbaars verloopt zowel de intrek als de afname van het aandeel gemerkte individuen aan de zeezijde trager dan voor glasaal. Bij de laatste metingen op 21 en 22 april worden nog gemerkte driedoornige stekelbaarzen aangetroffen aan de zeezijde terwijl er geen gemerkte glasalen meer worden gevangen. Dit betekent dat zowel glasalen als driedoornige stekelbaarzen de vismigratievoorziening weten te passeren en voor een langere periode aangetrokken blijven tot de lokstroom van het gemaal en de lokstroom van de vismigratievoorziening. Driedoornige stekelbaarzen passeren de vismigratievoorziening gefragmenteerd over een periode van 11

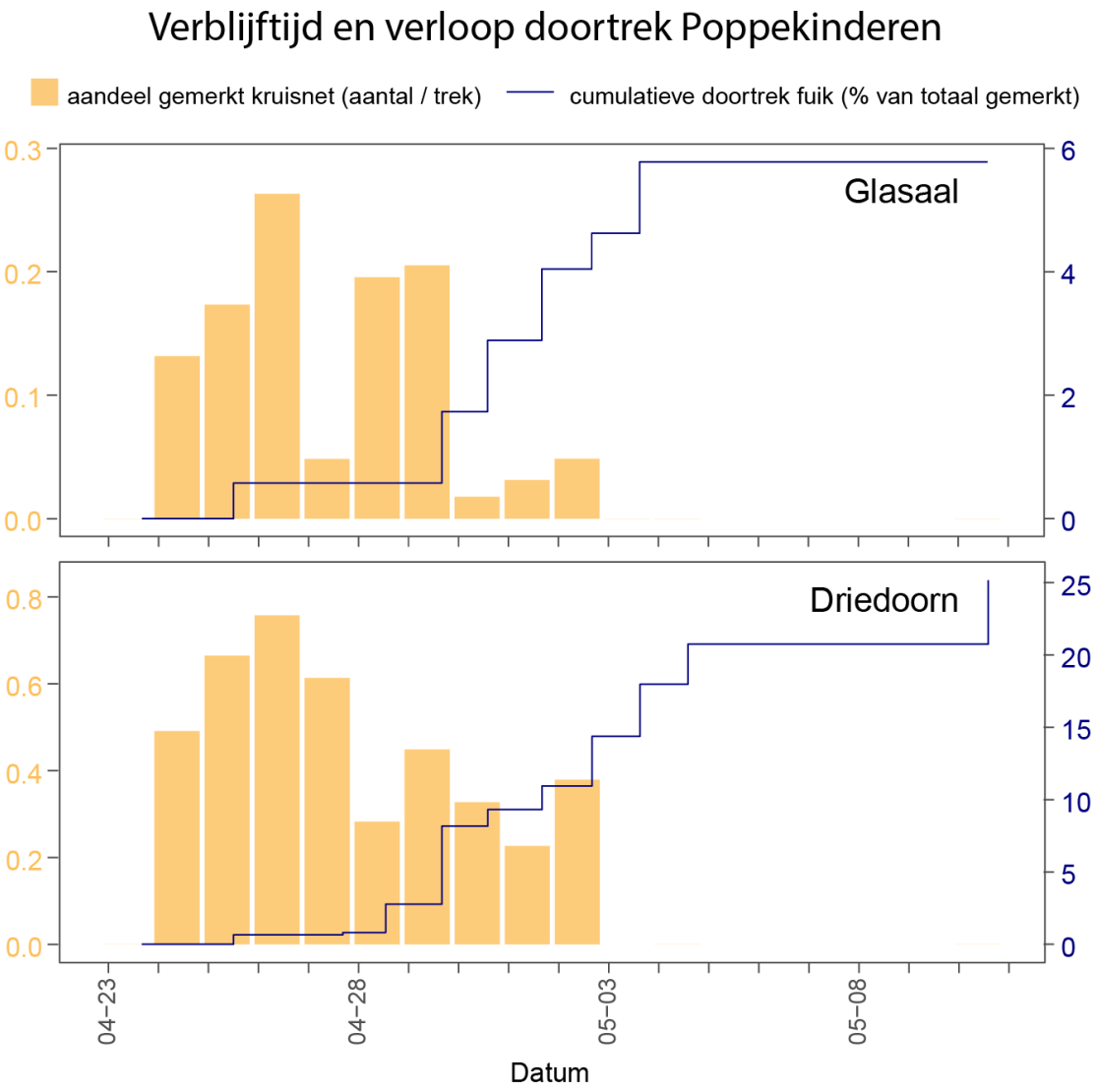
dagen terwijl van glasaal het merendeel in de eerste dagen passeert om vervolgens een meer gefragmenteerde en lang doorlopende intrek te laten zien.



Figuur 5.7: Cumulatief aandeel (percentage van totaal gemerkt) gemerkte individuen (glasaal en driedoornige stekelbaars) dat succesvol de vismigratievoorziening bij gemaal Schore is gepasseerd (blauw) en het aandeel gemerkte individuen in de kruisnetvangst (aantal / trek) aan de zeezijde (geel). Kruisnetmetingen werden verricht tot en met 22 april 2019.

Wanneer we het verloop van de dichtheid gemerkte glasalen en driedoornige stekelbaarzen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening bij gemaal Poppekinderen vergelijken met het cumulatieve percentage gemerkte individuen dat de migratievoorziening is gepasseerd, dan wordt zichtbaar dat de dichtheid gemerkte individuen aan de voorzijde de eerste 5 dagen toenam door de tijd en het aandeel gemerkte individuen dat de migratievoorziening is gepasseerd pas vanaf dag 5 (driedoornige stekelbaars) en dag 6 (glasaal) substantieel begint toe te nemen. Vanaf dat moment namen ook de dichtheden van gemerkte driedoornige stekelbaarzen en glasalen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening af. Glasaal passeerde vervolgens gefragmenteerd over een periode van 5 dagen tot een totale intrek van slechts 5,8%. Driedoornige stekelbaars passeert vervolgens ook gefragmenteerd, maar met grotere sprongen over een periode van 7

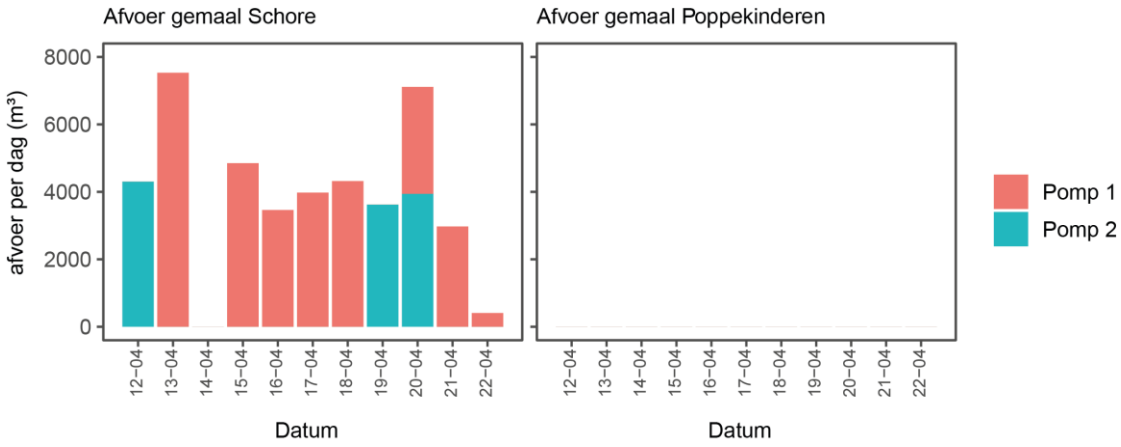
dagen tot boven de 20 procent. Bij de laatste meting op 10 mei stijgt dit nog door tot de totale doortrek van 25,2 procent. Dit betekent dat zowel glasalen als driedoornige stekelbaarzen de vismigratievoorziening weten te passeren en voor een langere periode aangetrokken blijven tot de lokstroom van het gemaal en de lokstroom van de vismigratievoorziening. Voor beide soorten kwam de doortrek pas laat op gang. Driedoornige stekelbaarzen passeren de vismigratievoorziening gefragmenteerd over een langere periode. Glasalen passeerden de vismigratievoorziening voornamelijk in een periode van 4 dagen en voor een zeer beperkt aandeel.



Figuur 5.8: Cumulatief aandeel (percentage van totaal gemerkt) gemerkte individuen (glasaal en driedoornige stekelbaars) dat succesvol de vismigratievoorziening bij gemaal Poppekinderen is gepasseerd (blauw) en het aandeel (percentage van totaalvangst) gemerkte individuen in de kruisnetvangst aan de voorzijde(geel). Kruisnetmetingen werden verricht tot en met 2 mei 2019.

5.3 Invloed spuiregime op verblijftijd glasaal en driedoornige stekelbaars

Afvoer vanuit de gemalen Schore en Poppekinderen is gedurende het terugvangen met kruisnetten in de avonduren stopgezet. Tussen metingen door is er wel gespuid om overtollig water vanuit de achterliggende polders kwijt te raken. De hoeveelheid afvoer gedurende de dagen dat er werd gemeten met kruisnetten aan de voorzijde van gemalen is weergegeven in Figuur 5.9.



Figuur 5.9: Afvoer van gemalen Schore en Poppekinderen, apart weergegeven voor pomp 1 en pomp 2 en bij elkaar opgeteld per dag, in m³ per dag.

Bij gemaal Schore is er gedurende de gehele meetperiode sprake van afvoer, terwijl er bij gemaal Poppekinderen gedurende de meetperiode helemaal niet gespuid werd. Voor gemaal Schore is er geen duidelijk relatie zichtbaar tussen het geregistreerde spuiregime en het gemiddelde aantal glasalen en driedoornige stekelbaarzen per trek dat gemeten is gedurende de eerste 7 dagen van de meetperiode (Figuur 3.1 en Figuur 3.8). Mogelijk heeft de hogere afvoer op 20 april (dag 8) wel bijgedragen aan de hogere gemiddelden per trek die voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars op dag 8 en 9 werden gemeten. Er is geen duidelijke relatie zichtbaar tussen het spuiregime bij gemaal Schore en het verloop van de doortrek van beide soorten. Mogelijk heeft de hogere afvoer op 20 april er wel voor gezorgd dat er op 21 en 22 geen gemerkte glasalen meer werden teruggevangen aan de zeezijde, terwijl er geen versnelling in doortrek werd gemeten (Figuur 5.7). Het ontbreken van spuien gedurende de meetperiode bij gemaal Poppekinderen heeft naar verwachting geen invloed gehad op het doortrek succes van glasaal of driedoornige stekelbaars. Voor het merken werden actieve vissen lokaal gevangen in de lokstroom van de vismigratievoorziening, waardoor aangenomen kan worden dat er sprake was van enige aantrekking tot de locatie en van enige motivatie tot migratie. Gedurende de gehele meetperiode bij gemaal Poppekinderen was de lokstroom van de vismigratievoorziening actief. Het ontbreken van spui activiteit in die periode heeft door het ontbreken van een extra lokkende werking door een grotere lokstroom mogelijk wel geleidt tot lagere vangsten van glasaal en driedoornige stekelbaars dan wanneer er wel spui activiteit was geweest. De invloed van het spuiregime op het algehele onderzoek is beperkt, waardoor de effectiviteit van de vismigratievoorzieningen goed in beeld gebracht kon worden. Invloed van het spuiregime dient wel te worden meegewogen bij onderzoek naar de effectiviteit van vispassages.

5.4 Mogelijke knelpunten vismigratievoorziening

5.4.1 Schore

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Schore zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij het aanbod gedurende de meetperiode relatief constant blijft. Daarnaast laat de Prestatie index (PI dag 15: 50,5% voor glasaal en 24,9% voor driedoornige stekelbaars) en het relatief steile verloop van de cumulatie doortrek curves zien dat de vismigratievoorziening een substantieel aandeel van de aanwezige glasaal en driedoornige stekelbaars laat passeren binnen een aanzienlijke tijd, waarvan het grootste aandeel in de eerste 5 dagen. De gegevens laten echter ook zien dat vissen weliswaar worden aangetrokken door de lokstroom van de vismigratievoorziening, maar dat het doodlopende deel van de spuikoker hogere dichtheden laat zien voor beide soorten. Dit is naar verwachting het gevolg van de stroming en het gradiënt van zoet naar zoutwater dat ontstaat door de positie van de lokstroom van de vismigratievoorziening halverwege de spuikoker. De zoetwaterbel en keerstroom die hierdoor achterin de spuikoker ontstaan heeft mogelijk een aantrekkende werking op beide soorten. Vissen gebruiken het doodlopende deel mogelijk ook als luwte net buiten de lokstroom alvorens door te trekken, waardoor dichtheden mogelijk hoger zijn. De individuen die zich op deze locatie ophouden worden niet meegetrokken tijdens het hevelproces in tegenstelling tot individuen die zich ophouden in de luwten van de lokstroombak. Gemaal Schore ligt direct aan de Westerschelde en daarmee relatief onbeschut. Toch laten de resultaten zien dat gemerkte vissen over een langere periode weten door te trekken en over een periode van dagen tot weken aan de zeezijde van de voorziening aanwezig blijven. Na een moment van hogere spui activiteit vanuit beide spuikokers worden er echter geen gemerkte glasalen meer aangetroffen terwijl driedoornige stekelbaars nog wel aanwezig is. Mogelijk heeft deze spui activiteit in combinatie met de ligging van het gemaal direct aan de turbulente Westerschelde er voor gezorgd dat glasalen zijn weggespoeld of weggetrokken en niet meer nabij de vismigratievoorziening aanwezig waren. De reden dat gemerkte glasalen, ondanks bijna dagelijkse spui activiteit, toch voor een langere periode op deze locatie aanwezig waren is vermoedelijk vanwege de aanwezige mogelijkheden om beschutting te zoeken. Er werd namelijk tot 20 april slechts met één van de twee kokers gespuid, er blijft water staan bij laag water in de uitstroom geul voor het gemaal en hier is structuur aanwezig waar glasaal zich in kan verschuilen. Het deel waar water blijft staan nabij het gemaal bij laag water, het beschikbare substraat bij laag water en de afstand tot snelstromend water bij laag water zijn relatief beperkt. Ondanks dat geschikt habitat om te schuilen beperkt is, zou bij afwezigheid van de mogelijkheden die er nu zijn vermoedelijk een veel kortere verblijftijd van glasalen en driedoornige stekelbaarzen op deze locatie zijn, wat zou kunnen leiden tot een lager migratiesucces. Bij deze locatie is daarom het zo snel mogelijk laten passeren van “gemotiveerde” vissen erg belangrijk, alvorens ze niet meer aanwezig zijn.



Figuur 5.10: Structuurrijk habitat aan de zeezijde van gemaal Schore.

5.4.2 Poppekinderen

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Schore zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij het aanbod gedurende de meetperiode relatief constant blijft. De gegevens laten ook zien dat op een klein schaalniveau vissen goed worden aangetrokken tot de lokstroom vismigratievoorziening, met hogere dichtheden direct voor de uitstroomopening. De Prestatie index (PI dag 15: 2,9% voor glasaal en 9,8% voor driedoornige stekelbaars) en het vlakke verloop van de cumulatie doortrek curves laten echter zien dat de vismigratievoorziening een beperkt aandeel van de aanwezige glasaal en driedoornige stekelbaars laat passeren over een periode van weken. Mogelijk hebben instellingen van de vispassage en heersende omstandigheden in en nabij het kunstwerk invloed gehad op de zeer beperkte passage van glasaal en de geringe passage van driedoornige stekelbaars gedurende de meetperiode. Gedurende de meetperiode werd vastgesteld dat de stroomsnelheid van de lokstroom van de vismigratievoorziening te hoog was voor glasalen om gemakkelijk stroomopwaarts te migreren. Meerdere malen werden glasalen in de lokstroom waargenomen die met uiterste inspanning niet tegen de lokstroom in konden zwemmen om deze inspanning uiteindelijk te staken en met de stroming mee te drijven. Deze harde stroming verklaard naar verwachting het verschil tussen de “Prestatie index” voor glasaal en driedoornige stekelbaars, waarbij driedoornige stekelbaarzen als sterkere zwemmers de lokstroom gemakkelijker konden passeren naar de verzamelbak. Naast de harde lokstroom werd een migratiecyclus gebruikt van 300 minuten. Dat is maximaal twee doortrekmomenten gedurende een nacht halverwege april. Mogelijk hebben vissen de verzamelbak al verlaten voordat ze onder vrij verval naar de polder kunnen passeren. Met een langere migratiecyclus zijn er voor vissen ook simpelweg minder kansen per etmaal om naar het achterland te migreren. Bij het gebruik van een vrij verval passage bestaat ook het risico dat niet al het water uit de verzamelbak en

daarmee niet alle vissen het achterland bereiken. Dit kan doordat water in delen van de constructie achterblijft. Daarnaast zijn een voldoende groot lozingsvolume en stroomsnelheid nodig voor effectief transport van de meegevoerde vissen. Of dit volume bij Prommelsluis voldoende is, valt op basis van deze gegevens niet te bepalen. Van de vismigratievoorziening bij gemaal Poppekinderen is het bekend dat er sterke aangroei plaatsvindt van trompetkalkkokerwormen (*Ficopomatus enigmaticus*) wat mogelijk invloed heeft gehad op zowel de hardere lokstroom van de vismigratievoorziening als op de effectiviteit van het vrij verval mechanisme. Aangroei in de uistroombuis van de lokstroom kan er voor zorgen dat de uitstroomopening kleiner wordt en hiermee de stroomsnelheid groter wordt. Wanneer er sterke aangroei aanwezig is in de verzamelbak dan kan de 'rif' structuur die deze kokerworm vormt gebruikt worden als structuurrijk substraat voor glasaal om in te schuilen. De stroming die ontstaat bij het onder vrij verval laten wegstromen van het water uit de verzamelbak zou in deze situatie weinig "vat" hebben op de in het substraat aanwezig glasaal. Ook dit effect zou een deel van het verschil tussen de PI voor glasaal en driedoornige stekelbaars verklaren, waarbij driedoornige stekelbaars zich niet kan verschuilen in de kokerwormen en ook scholingsgedrag vertoont, waardoor de kans groter is dat deze soort onder vrij verval naar de polder wordt getransporteerd.

6 Conclusies & aanbevelingen

6.1 Schore

- Goede lokkende werking vismigratievoorziening
- Constant aanbod glasaal (gemiddeld 1.341 glasalen aanwezig) en driedoornige stekelbaars (gemiddeld 1.453 driedoornige stekelbaarzen aanwezig)
- Effectiviteit aanzienlijk voor glasaal (PI op dag 5, 10, 14: 35,2 >46,3 > 50,5) en driedoornige stekelbaars (PI op dag 5, 10, 14: 11,4>20,9>24,9)
- Intrek verloopt het snelst in eerste 5 dagen om daarna af te vlakken
- Substantieel deel van gemerkte glasalen (59,4% in 15 dagen) en driedoornige stekelbaarzen (33,1% in 15 dagen) passeert succesvol
- Kansen liggen in het langer vasthouden van vissen door het optimaliseren van habitat
- Optimalisatie lokstroom mogelijk

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij gemaal Schore zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij er een constant aanbod is van glasaal en driedoornige stekelbaars aan de zeezijde en vissen naar de uitstroom van de vismigratievoorziening worden aangetrokken. Het verloop van de Prestatie Index laat zien dat er een substantieel deel van de glasaal en de driedoornige stekelbaars de vismigratievoorziening is gepasseerd en dat dit voornamelijk binnen de eerste 5 dagen gebeurde. Deze snelle passage is extra belangrijk op deze locatie met ligging aan hoog dynamisch getijdenwater.
Er zijn ook mogelijke knelpunten van de vismigratievoorziening beschreven. De relatief hoge gemeten dichtheden van glasaal en driedoornige stekelbaars achterin de spuikoker, voorbij de uitstroomopening van de vismigratievoorziening, lieten zien dat optimalisatie van de lokstroom route mogelijk is. Het verplaatsen van de uitstroomopening van de lokstroom naar het achterste deel van de spuikoker kan een mogelijk oplossing zijn. Dit zou naar verwachting geen ophoping van vissen buiten de lokstroom en buiten het bereik van de zuigende werking (wanneer de hevel naar de polder in werking treedt) tot gevolg hebben. Bij toekomstige ontwerpen van vismigratievoorzieningen kan hier rekening mee worden gehouden om de effectiviteit te verhogen. Naast het kunstwerk van de vismigratievoorziening zelf liggen er kansen in het verbeteren van het voorliggend habitat voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Door het vergroten van het areaal aan structuurrijk en bij laag water nat blijvend habitat kunnen door het gemaal aangetrokken vissen langer worden vastgehouden, waarbij zij ook bij een spuimoment waarbij beide pompen worden ingezet, beschutting kunnen vinden om vervolgens de migratie naar het achterland te kunnen vervolgen.

6.2 Poppekinderen

- Goede lokkende werking vismigratievoorziening
- Constant aanbod glasaal (gemiddeld 582 glasalen aanwezig) en driedoornige stekelbaars (gemiddeld 1.769 driedoornige stekelbaarzen aanwezig)
- Effectiviteit beperkt voor glasaal (PI op dag 5, 10, 14: 0,3 > 1,4 > 2,9) en driedoornige stekelbaars (PI op dag 5, 10, 14: 0,4 > 4,4 > 9,8)
- Intrek komt traag op gang en verloopt traag, waarbij glasalen en driedoornige stekelbaarzen gefragmenteerd passeren over een langere periode van weken

- Zeer beperkt aandeel glasalen (5,8% in 15 dagen) en redelijk aandeel driedoornige stekelbaarzen passeert succesvol (23,1% in 15 dagen)
- Onderzoeken verzamelbak en vrijvervalleiding als mogelijke knelpunten (onderzoeken obstructie door aangroei, migratiegedrag in kunstwerk, stroomsnelheden)
- Optimaliseren lozingscyclus (verkorten)
- Verlagen stroomsnelheid lokstroom
- Monitoring basale werking

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Poppekinderen zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij er een constant aanbod is van beide soorten aan de zeezijde. Vissen werden effectief naar de uitstroom van de vismigratievoorziening aangetrokken. Het verloop van de Prestatie Index laat echter zien dat er een slechts een beperkt deel van de glasaal en een redelijk deel de driedoornige stekelbaars de vismigratievoorziening is gepasseerd, de intrek zeer langzaam op gang kwam voor beide soorten en dat deze intrek traag en gefragmenteerd verliep over een lange periode van weken. Hiermee is de effectiviteit van de vismigratievoorziening voor beide soorten, maar met name voor glasaal beperkt.
Er zijn een aantal mogelijke knelpunten van de vismigratievoorziening gedefinieerd die mogelijk invloed hebben op de effectiviteit van de vismigratievoorziening. Naar verwachting kunnen eenvoudige aanpassingen deze knelpunten opheffen of mitigeren. Ten eerste werd een voor glasaal te sterke lokstroom waargenomen. Het afstellen van deze lokstroom op een voor glasaal goed te passeren stroomsnelheid zou de migratie naar de lokstroombak kunnen bevorderen. Mogelijk werd de hoge stroomsnelheid veroorzaakt door aangroei van trompetkalkkokerworm in de uitstroomopening en de rest van de vismigratievoorziening. Deze aangroei leidt in de verzamelbak en de vrijvervalleiding mogelijk ook tot een beperkte doorvoer van met name glasalen, welke in het substraat kruipen, naar het achterland. Een visuele inspectie van de omstandigheden in het kunstwerk, het in beeld brengen van het gedrag van driedoornige stekelbaars en glasaal in het kunstwerk met een onderwatercamera en het meten van de heersende stroomsnelheden in de verschillende delen van het kunstwerk zouden logische vervolgstappen zijn om inzichtelijk te krijgen welke aanpassingen aan de fysieke omstandigheden in het kunstwerk nodig zijn om migratie te bevorderen. Ook de vismigratiecyclus zoals deze tijdens de meetperiode was ingesteld op 300 minuten zorgt mogelijk voor een lage effectiviteit van de vismigratievoorziening. Een kortere cyclus verhoogt het aantal momenten waarop vissen kunnen doortrekken en daarmee ook de kans dat vissen die op de lokstroom afkomen ook binnen aanzienlijke tijd kunnen passeren. Structurele monitoring van de basale werking van de vismigratievoorziening kan afwijkingen in het functioneren van de voorziening, zoals een afwijkende stroomsnelheid, een afwijkende migratiecyclus of de aangroei van rifvormende organismen eerder signaleren. Het inrichten van periodiek onderhoud op lokale omstandigheden, zoals de bekende sterke aangroei, kan afwijkend functioneren en schade aan de vismigratievoorziening voorkomen.

7 Dankwoord

Het uitvoeren de “Passagecheck” voor de gemalen Schore en Poppekinderen 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.

Ruben Verwoerdt, Erik Berrevoets, Aline Mulder, Bartboomstra, Niek Romijn, Thomas Baartmans, Harry Coenders, Mark Van Schilt, Sander Schoonen, Sebastian Stoop, Sieb Claessen, Youri Janssen, heel veel dank!

Beroepsvisser Peter Kooistra controleerde de vangst in de fuiken, ook midden in de nacht, waarvoor dank!

De analyse van de gegevens is mede mogelijke gemaakt door steun van de Nationale Postcode Loterij vanuit het project “Red Onze Paling”.

Waterschap Scheldestromen en in het bijzonder Marius van Wingerden zet zich al jaren in 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.

8 Literatuur

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.

Jacoby, D. & Gollock, M. 2014. Anguilla anguilla. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T60344A45833138. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T60344A45833138.en. Downloaded on 08 August 2019.

Kooiman, M. & S.M.A., Ploegaert, 2019. Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zeeland 2017-2019. Projectnummer 2017.051. Stichting RAVON, Nijmegen.

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

Projectgroep Samen voor de Aal, 2017. Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zeeland datarapportage 2017. Projectnummer 2017.051. Stichting RAVON, Nijmegen.

Wingerden, M. 2017. Vangstregistratie doortrekmetingen vismigratievoorzieningen 2014-2017. Waterschap Scheldestromen.

Bijlage 1

Bijlage 3: populatieschattingen voor glasaal en driedoornige stekelbaars weergegeven per dag voor locaties Poppekinderen en Schore. SD: standaarddeviatie.

Locatie	Dag	Glasaal (N)	SD	Driedoorn (N)	SD
Poppekinderen	2	288	13	914	12
Poppekinderen	3	312	7	1164	7
Poppekinderen	4	489	13	1436	14
Poppekinderen	5	1066	106	1669	13
Poppekinderen	6	742	31	2293	69
Poppekinderen	7	594	26	2503	57
Poppekinderen	8	2958	711	1855	38
Poppekinderen	9	1601	248	2329	63
Poppekinderen	10	1019	114	1762	28
Schore	2	1204	50	518	14
Schore	3	1250	74	519	17
Schore	4	1568	149	731	22
Schore	5	3789	894	719	37
Schore	6	4900	1563	1032	54
Schore	7	2352	535	1645	165
Schore	8	2548	779	1519	136
Schore	9	15680	7731	3644	384
Schore	10	12936	6361	2752	257

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

