Passagecheck Zeeland - 2018

Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Loohoek en Prommelsluis voor glasaal en driedoornige stekelbaars

Sanne Ploegaert, Fabian Smith, Martijn Schiphouwer en Jan Kranenbarg





RAVON

Passagecheck Zeeland - 2018

Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Loohoek en Prommelsluis voor glasaal en driedoornige stekelbaars

RAVON

NATIONALE POSTCODE LOTERIJ

WaterschapScheldestromen

Colofon

Status uitgave:	Definitief
Datum uitgave:	29-11-2019 (na aanvullende uitwerking)
Titel:	Passagecheck Zeeland - 2018
Subtitel:	Efficiëntie van zout-zoet vismigratievoorzieningen bij gemalen Loohoek en Prommelsluis voor glasaal en driedoornige stekelbaars
Wijze van citeren:	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.
Foto's omslag:	Sanne Ploegaert
Aantal pagina's incl. bijlagen:	62
Projectnummer:	2018.039
Projectleiding:	Sanne Ploegaert (Stichting RAVON)
Rapportage:	Sanne Ploegaert, Martijn Schiphouwer en Jan Kranenbarg
Met medewerking van:	Fabian Smith
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 Loohoek – twee visveilige pompen 9
2.1.2 Vismigratievoorziening Prommelsluis – vrij verval passage 10
2.1.3 Bestaande kennis vismigratievoorzieningen Loohoek en Prommelsluis 10
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 15
2.3 Onderzoeksperiode 16

3 Resultaten Loohoek 17
3.1 Glasaal 17
3.1.1 Vangst kruisnet 17
3.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 18
3.1.3 Aanbodschattingen 19
3.1.4 Doortrekmetingen 20
3.2 Driedoornige Stekelbaars 21
3.2.1 Vangst kruisnet 21
3.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 23
3.2.3 Aanbodschattingen 24
3.2.4 Doortrekmetingen 25

4 Resultaten Prommelsluis 27
4.1 Glasaal 27
4.1.1 Vangsten kruisnet 27
4.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 28
4.1.3 Aanbodschattingen 29
4.1.4 Doortrekmetingen 30
4.2 Driedoornige Stekelbaars 31
4.2.1 Vangst kruisnet 31
4.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet) 33
4.2.3 Aanbodschattingen 34
4.2.4 Doortrekmetingen 34

5 Efficiëntie passages & duiding resultaten 37
5.1 Lokkende werking vispassages 37
5.2 Efficiëntie doortrek vispassage 42
5.2.1 Glasaal 42
5.2.2 Driedoornige stekelbaars 44
5.3 Invloed spuiregime op verblijftijd glasaal en driedoornige stekelbaars 47
5.4 Mogelijke knelpunten vismigratievoorziening 48

5.4.1 Loohoek 48
5.4.2 Prommelsluis 49

6 Conclusies & aanbevelingen 51
6.1 Loohoek 51
6.2 Prommelsluis 52

7 Dankwoord 54

8 Literatuur 55
Bijlage 1 56
Bijlage 2 56
Bijlage 3 58
Bijlage 4 58
Bijlage 5 60
Bijlage 6 61

Samenvatting

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. Uit eerdere metingen is gebleken dat de gemalen Prommelsluis en Loohoek belangrijke intrekpunten zijn voor glasaal langs de Oosterschelde. Mede voor de aal zijn daarom vismigratievoorzieningen aangebracht. Uit onderzoek blijkt dat glasaal en driedoornige stekelbaarzen hier gebruik van maken (Waterschap Scheldestromen, fuikgegevens 2015-2017). Het is echter nog niet bekend hoe efficiënt de aanwezige glasaal en driedoornige stekelbaarzen gebruik maken van deze vismigratievoorzieningen.

Om te onderzoeken hoe efficiënt de vismigratievoorzieningen 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.

Voor beide vismigratievoorzieningen is vastgesteld dat de lokstromen een goede lokkende werking hebben op glasaal. Op beide locaties was sprake van een constant hoog aanbod van glasaal met gemiddeld 21.764 glasalen bij Loohoek en 16.832 bij Prommelsluis. Zowel glasalen als driedoornige stekelbaarzen passeerden op beide locaties gefragmenteerd en over een langere periode. Het grootste aandeel van de gemerkte vissen passeerde binnen een tijdsbestek van dagen en voor een klein aandeel duurde dit weken. Door de vismigratievoorziening bij Loohoek passeerde een substantieel aandeel van de gemerkte glasalen met 45,2% in 18 dagen. Bij Prommelsluis lag dit aandeel aanzienlijk lager met 15,8% in 16 dagen.

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. Uit eerdere metingen is gebleken dat de gemalen Prommelsluis en Loohoek belangrijke intrekpunten zijn voor glasaal langs de Oosterschelde (Klein Breteler, 1993; Winter 2007; Wingerden (niet gepubliceerde aalgootdata) en bevestigd in: Schiphouwer et al., 2017; Ploegaert et al., 2018). Mede voor de aal zijn daarom vismigratievoorzieningen aangebracht. Uit onderzoek blijkt dat de glasaal en driedoornige stekelbaars hier gebruik van maken (Wingerden, 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.

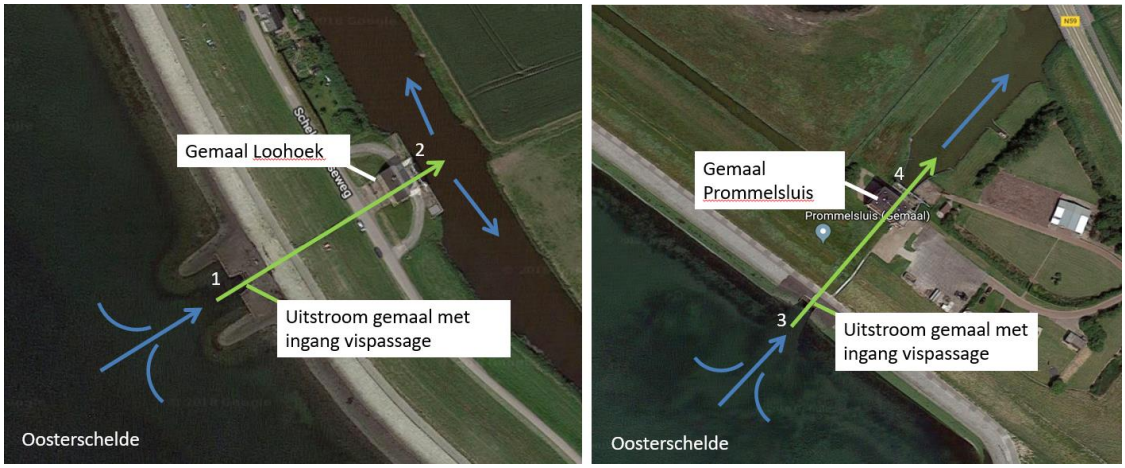
Doelstelling
Waterschap Scheldestromen wil in beeld brengen hoe efficiënt de vismigratievoorzieningen de migratie van de Oosterschelde naar de achterliggende polders faciliteren. Hiervoor is een merk-terugvangst onderzoek opgezet waarmee inzicht verkregen wordt in het gebruik van de vismigratievoorzieningen door glasaal en driedoornige stekelbaars en hoe efficiënt deze soorten kunnen passeren vanuit zee naar het zoete 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

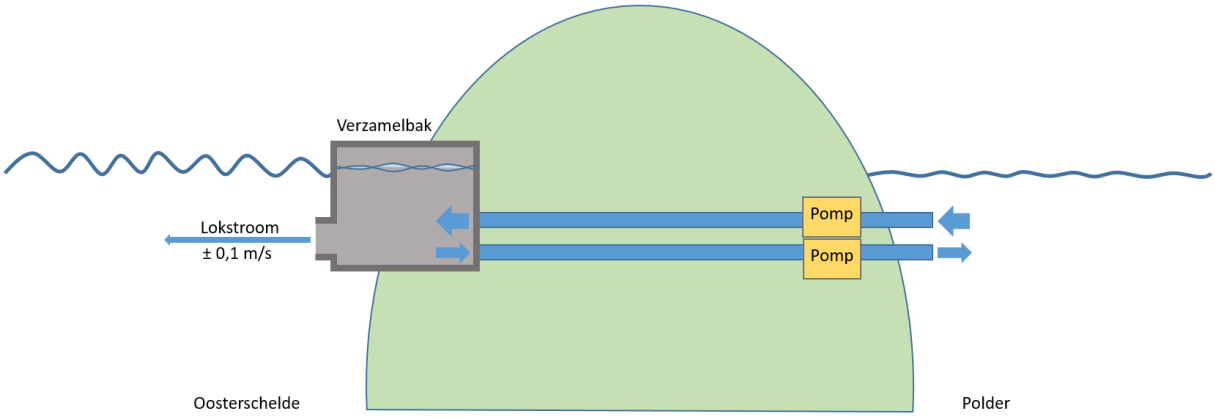
Beide onderzoekslocaties zijn gelegen aan de Oosterschelde. Zowel gemaal Loohoek als gemaal Prommelsluis zijn voorzien van een vismigratievoorziening waarvan de ingang zich voor de uitstroomopening van de spuikoker bevindt. De vismigratievoorzieningen zijn echter verschillend in ontwerp en werkingsmechanisme (zie paragraaf 2.2).



Figuur 2.1: Bovenaanzicht van onderzoekslocaties Prommelsluis en Loohoek waarbij de migratiebeweging van zoutwater naar zoetwater is gevisualiseerd met pijlen. De stroomrichting van het water is tegenovergesteld; van polder naar Oosterschelde.

2.1.1 Vismigratievoorziening Loohoek - twee visveilige pompen

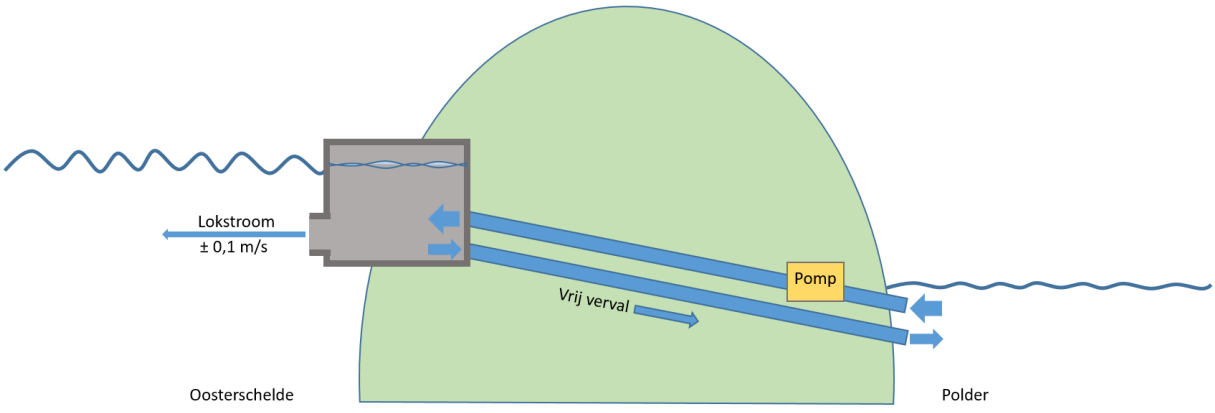
De vismigratievoorziening bij gemaal Loohoek bestaat in essentie uit twee visveilige pompen, waarbij één pomp de zoete lokstroom voorziet en één pomp de vis die op deze lokstroom afkomt naar het zoete water transporteert (Figuur 2.2).
Vissen worden vanuit de Oosterschelde in eerste instantie aangetrokken door de grote hoeveelheid polderwater die het gemaal uitslaat. De veel kleinere maar in tegenstelling tot het gemaal continue draaiende lokstroom van de vismigratievoorziening moet zo veel mogelijk vis de vismigratievoorziening inlokken en zo naar de polder laten migreren. Naast de uitstroom van het gemaal is een grote betonnen bak gemaakt, dit is de verzamelbak. Deze verzamelbak staat via een ronde buis in verbinding met de uitstroom van het gemaal en daarmee de Oosterschelde. De verzamelbak wordt continue voorzien van een lokstroom vanuit de polder. De visveilige pomp die deze lokstroom voorziet wordt aangestuurd op een bepaald debiet. Dit moet er voor zorgen dat er vanuit de verzamelbak altijd een lokstroom heerst van ± 0,1 meter per seconde. Bij deze stroomsnelheden kan vis gemakkelijk tegen de lokstroom in de verzamelbak in zwemmen. Vanuit de verzamelbak wordt door een tweede visveilige pomp continue water vanuit de verzamelbak naar de polder geheveld. Het debiet van deze pomp is kleiner dan het debiet van lokstroompomp, zodat er netto altijd meer water naar de verzamelbak wordt gepompt en er zodoende altijd een lokstroom vanuit de verzamelbak naar buiten heerst. De vis in de verzamelbak komt in theorie na verloop van tijd in de zone waarin het water wordt weggezogen. De uitgang van deze leiding is aan de polderzijde ± 20 meter van het gemaal geplaatst om de kans te verkleinen dat de overgehevelde vis in het gemaal terecht komt.



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

2.1.2 Vismigratievoorziening Prommelsluis - vrij verval passage

De vismigratievoorziening bij gemaal Prommelsluis 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 lokkende werking voor vissen is net zoals bij gemaal Loohoek het resultaat van zowel het uitslaan van het gemaal en de continue draaiende lokstroom van de vismigratievoorziening. De lokstroom komt bij beide passages op identieke wijze tot stand. Bij gemaal Prommelsluis wordt echter na een periode van 'lokken' de verzamelbak afgesloten en wordt een doorvoer naar de polder geopend, waardoor het water in de bak inclusief aanwezige vissen onder vrij verval naar de polder stroomt. Vervolgens wordt het waterpeil in de verzamelbak weer op niveau gebracht en de verbinding met de Oosterschelde herstelt, zodat het proces opnieuw kan beginnen. Tijdens dit onderzoek is de gebruikelijke cyclus van 45 minuten gehanteerd.



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

2.1.3 Bestaande kennis vismigratievoorzieningen Loohoek en Prommelsluis

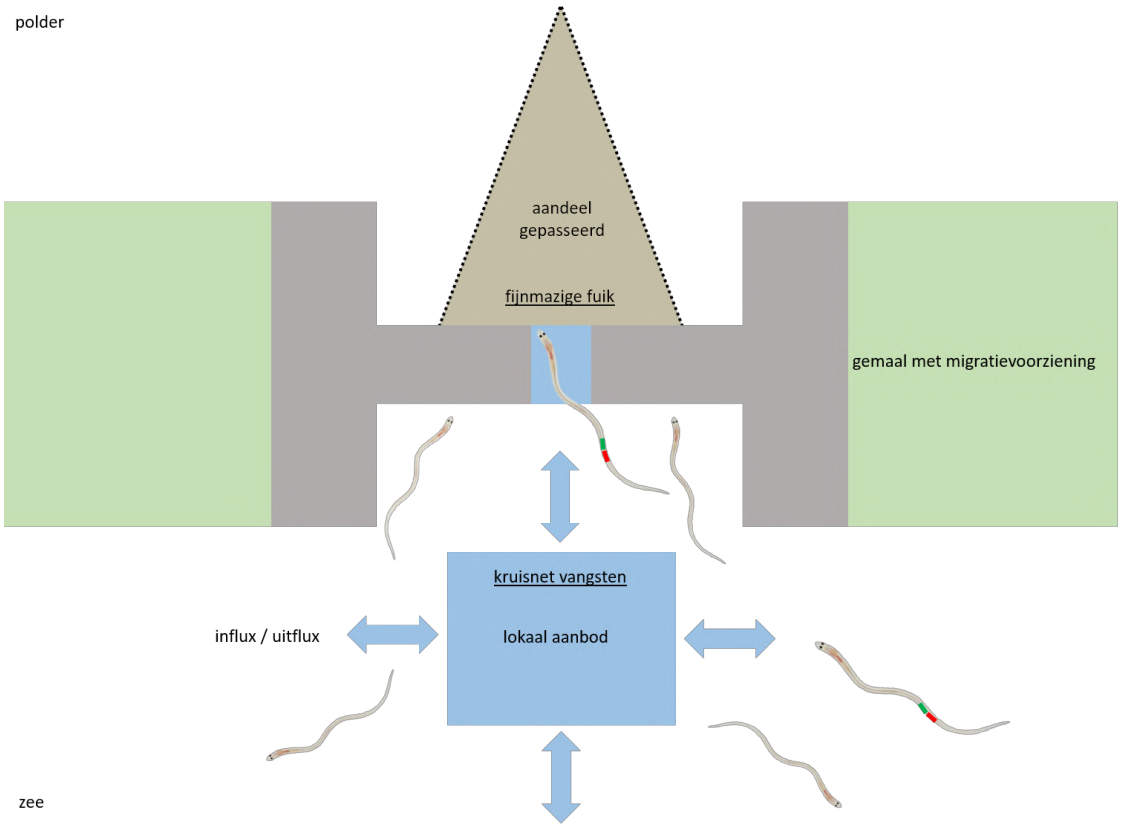
Op basis van de relatief hoge passage aantallen van glasaal door de vismigratievoorziening bij gemaal Loohoek (gemeten met fijnmazige fuik aan polderzijde gemaal in de jaren 2015 (23.480 glasalen in 102 dagen) en 2017 (17.796 in 55 dagen) (Wingerden, 2017) verwacht het waterschap

dat het grootste gedeelte van het aanbod snel passeert. De passage aantallen van glasaal lagen bij Prommelsluis lager dan bij Loohoek (gemeten met fijnmazige fuik aan polderzijde gemaal in de jaren 2016 (3.458 glasalen en 1.340 driedoornige stekelbaarzen in 118 dagen) en 2017 (2.329 glasalen 1.805 driedoornige stekelbaarzen in 100 dagen) (Wingerden, 2017). Voorheen was er een vismigratievoorziening in de vorm van een aalgoot, waarvan de piek passage aantallen hoger lagen dan de piek passage aantallen bij de huidige vismigratievoorziening (gemiddeld 10.811 in 49 dagen). Deze gegevens zijn voor het waterschap reden om te vermoeden dat er meer aanbod is dan er passeert. Tijdens de aanleg van de vismigratievoorziening bij Prommelsluis is er een complicatie ontstaan bij het plaatsen van de vrij verval buis. Deze heeft hierdoor een kurkentrekker vormige wenteling gemaakt waardoor deze dus niet in een rechte lijn door de dijk loopt. Mogelijk heeft dit gevolgen voor de snelheid en efficiëntie waarmee de verzamelbak geleegd wordt en bestaat het risico dat niet al het geloosde water inclusief vissen de polder bereikt. Bij dit systeem (tevens gerealiseerd bij het kanaal door Walcheren) is bekend dat het grootste aandeel van de vis in het laatste volume water mee de buis in gaat. Het is dus van belang dat de verzamelbak geheel leeg stroomt.

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.

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

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

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-18-01. Binnen een uur na het vangen werden glasalen per tien exemplaren overgebracht naar een doorluchte bak met 0,2 mg/l acetyleugenol, dit om stress te minimaliseren en de handeling nauwkeuriger uit te kunnen voeren. Het verblijf was maximaal 5 minuten. Driedoornige stekelbaarzen zijn goed te fixeren waardoor geen anesthesie nodig was. Op een schone, bevochtigde, 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 vispassage in Scheveningen is deze tijd ook voldoende gebleken (Griffioen et al. 2018). Driedoornige stekelbaarzen worden ook minimaal één uur ter observatie gehouden alvorens te worden vrijgelaten.

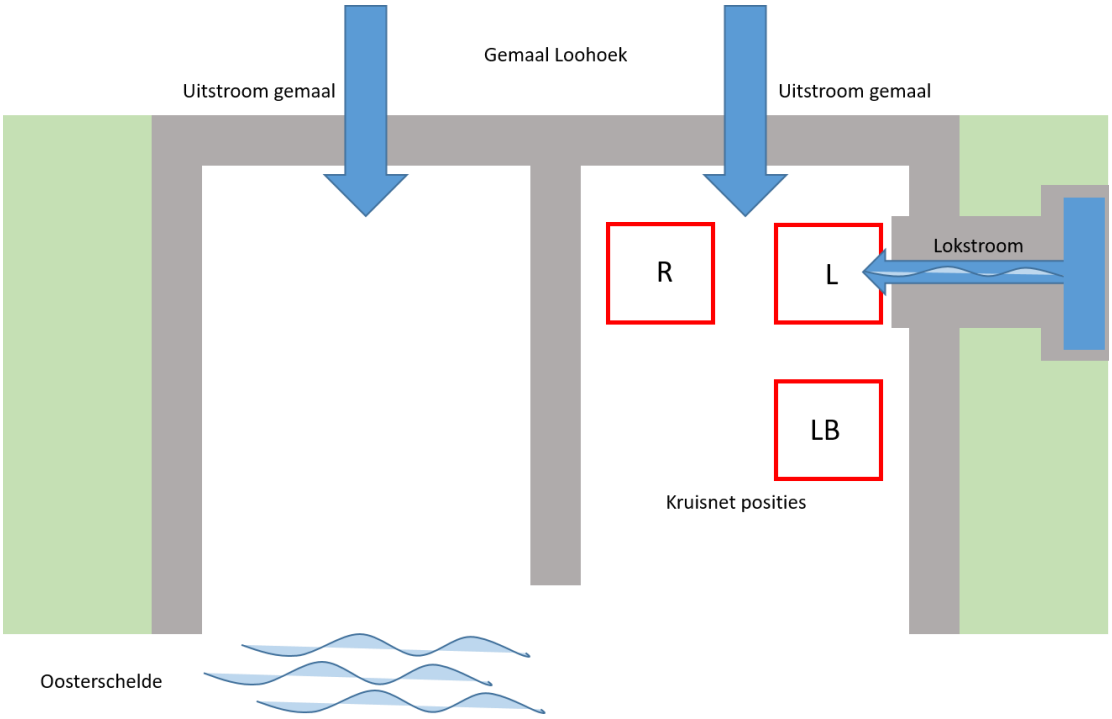
Tabel 2.1: Aantallen glasaal en driedoornige stekelbaars voorzien van een VIE-tag bij Loohoek en Prommelsluis in de kleuren rood, groen en oranje.

Locatie		Rood gemerkt	Groen gemerkt	Oranje gemerkt	Totaal
Loohoek	Glasaal	295	302	316	**913**
	Driedoornige stekelbaars	50	7	125	**182**
Prommelsl	Glasaal	342	279	283	**904**
	Driedoornige stekelbaars	40	40	58	**138**

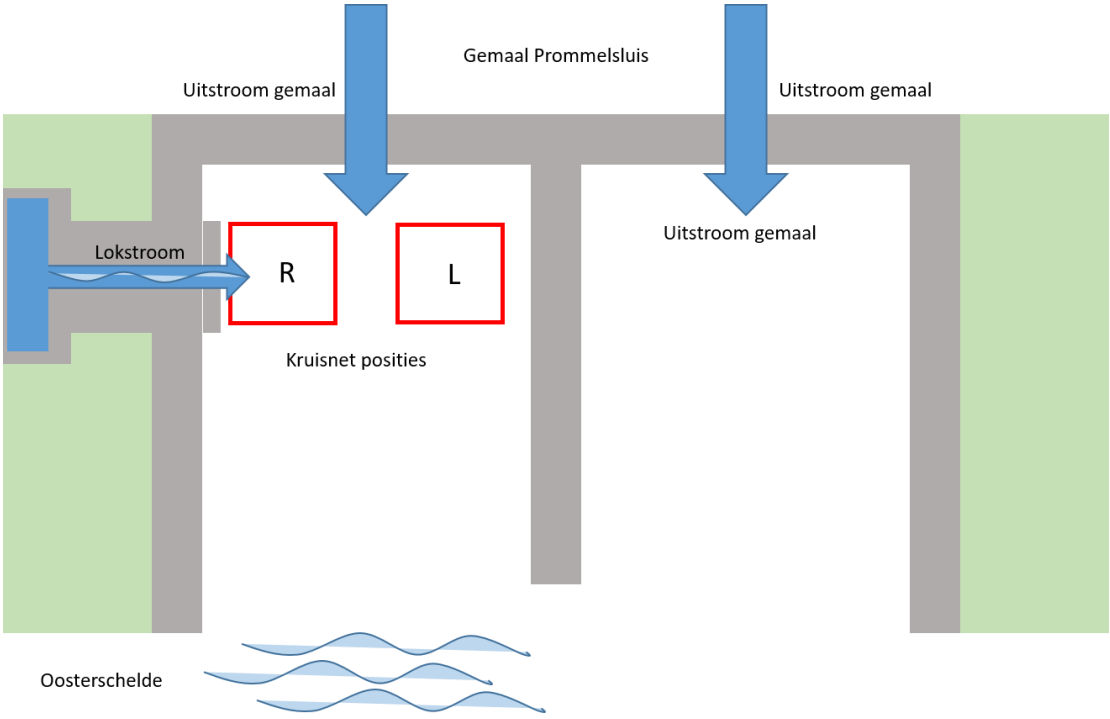
2.2.3 Vangst en terugvangst zeezijde

Gedurende 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). Anders dan bij Loohoek, werd bij Prommelsluis niet gekozen voor een kruisnet-positie verder van het gemaal, omdat deze positie bij Loohoek veel kleinere vangsten opleverde en het verwerken van de grote vangsten van posities links en rechts veel tijd kostte. 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 (Ploegaert et al., 2018).



Figuur 2.5: Schematische weergave van gemaal Loohoek en de uitstroom van de vismigratievoorziening waarbij de kruisnetposities zijn aangegeven (R=rechts, L=links en LB=linksboven), waarbij kruisnetpositie L zich direct voor de lokstroom van de vismigratievoorziening bevindt.



Figuur 2.6: Schematische weergave van gemaal Prommelsluis en de uitstroom van de vismigratievoorziening waarbij de kruisnetposities zijn aangegeven (R=rechts en L=links), waarbij kruisnetpositie R zich direct voor de lokstroom van de vismigratievoorziening bevindt.



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

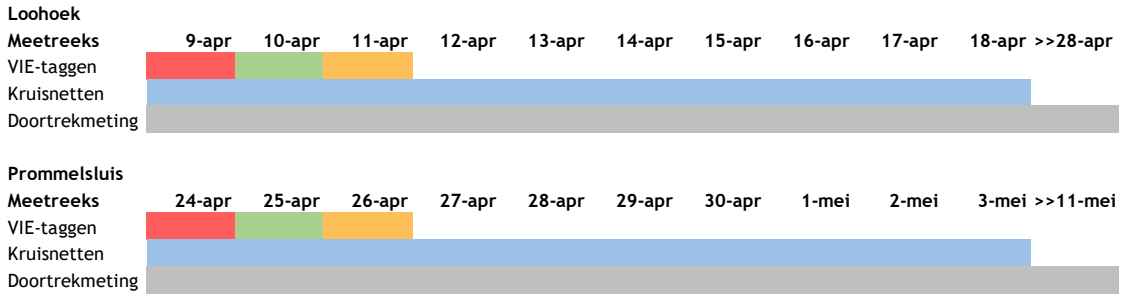
De buis van de vismigratievoorzieningen zijn aan de polderzijde volledig afgesloten met een fijnmazige fuik. Op deze wijze kon alle gepasseerde vis worden geregistreerd. Alle vissoorten in de fuikvangst zijn geteld en geregistreerd. Glasalen en driedoornige stekelbaarzen zijn door middel van een UV-lamp gecontroleerd op de aanwezigheid van een VIE-tag. Glasalen zijn zowel geteld als gewogen. Het wegen van glasaal wordt veel toegepast om het aantal te bepalen bij grote vangsten. Hierbij is de vuistregel 3000 stuks per kg gehanteerd. Het wegen van glasaal om het gevangen aantal te bepalen bleek echter onnauwkeurig (Bijlage 1). 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.



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 is gebruikt (dag 1=rood, dag 2=groen, dag 3=oranje). 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 (Loohoek 10 dagen langer, Prommelsluis 8 dagen langer).



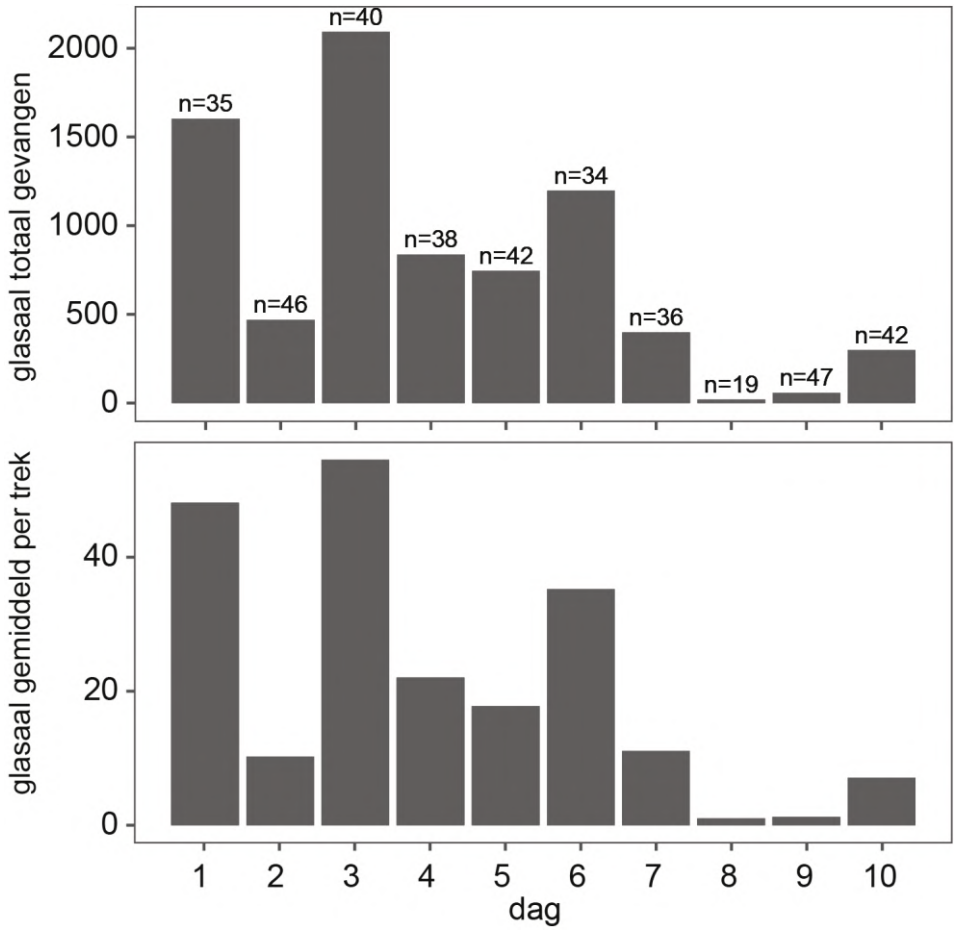
Figuur 2.9: Onderzoeksperiode voor Loohoek en Prommelsluis met planning taggen (dag 1=rood, dag 2=groen, dag 3=oranje), kruisnetvisserij en doortrekmetingen met fijnmazige fuik.

3 Resultaten Loohoek

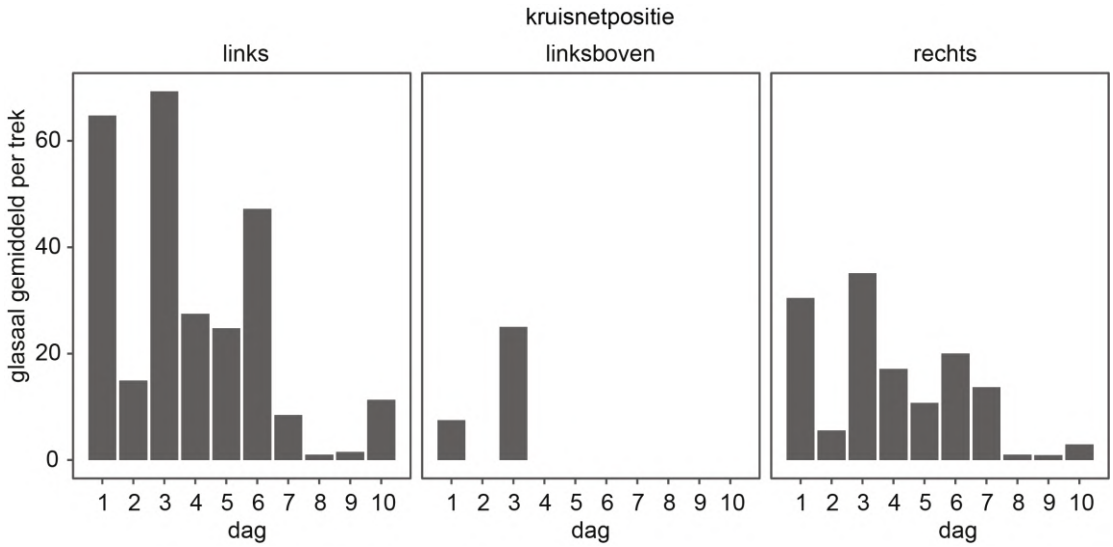
3.1 Glasaal

3.1.1 Vangst kruisnet

In 2018 zijn de hoogste aantallen intrek van glasaal langs de Nederlandse kust sinds 2000 waargenomen (Schiphouwer et al., 2018). Met een gemiddelde van 6.08 glasalen per trek in 2018 ten opzichte van 2,27 in 2017 is deze relatief hogere intrek ook in Zeeland gemeten (Ploegaert et al., 2018). Deze hoge aantallen zien we ook terug in deze studie bij de gemalen Prommelsluis en Loohoek. In Figuur 3.1 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten weergegeven, waarbij op twee avonden meer dan 1500 glasalen per avond werden gevangen met 1 tot 2 kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen goede vangsten zien, waarbij de gemiddelden variëren over de dagen en een afname is waargenomen die wordt ingezet vanaf dag 7 (Figuur 3.1).



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

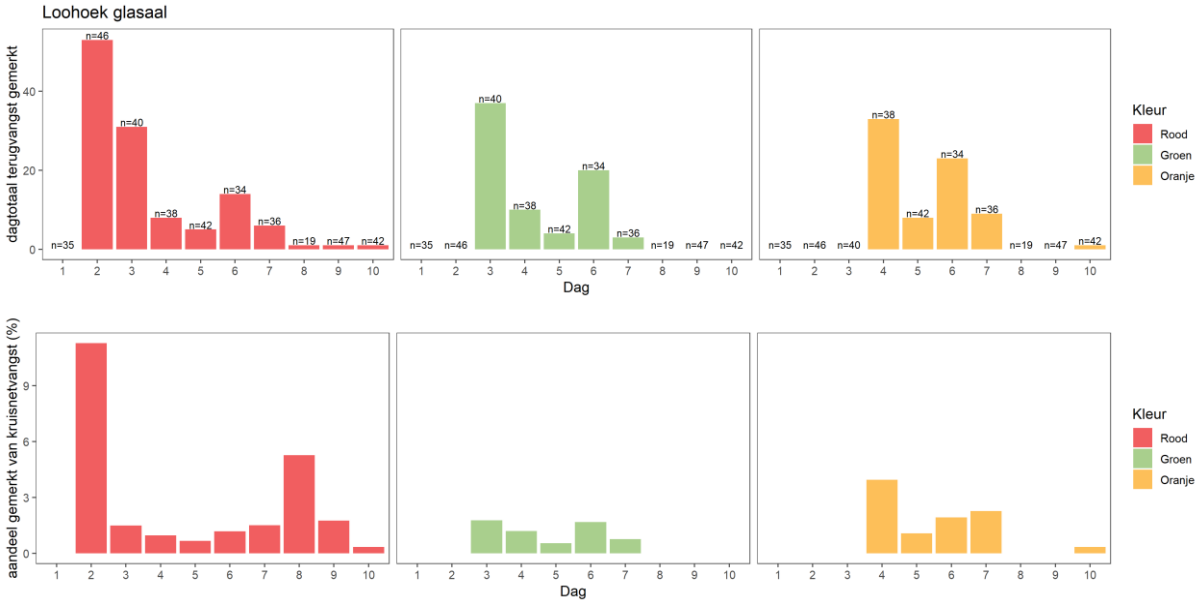


Figuur 3.2: Met kruisnet gevangen glasalen op de verschillende kruisnetposities (links, linksboven en rechts) bij gemaal Loohoek weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetpositie links bevindt zich het dichtst bij de lokstroom van vismigratievoorziening (zie Figuur 2.5).

Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities links en rechts, en zijn de vangsten van het net op de linker positie gemiddeld genomen hoger (Figuur 3.2). De linker positie bevindt zich het dichtst bij de uitstroomopening van de vismigratievoorziening, zoals eerder weergegeven in figuur 2.5. Op de positie linksboven (dichter naar open zee en dus verder van uitstroomopening van de vispassage) is alleen op dag 1 en dag 3 gevist; ook hier lag het gemiddelde per trek lager dan op positie 'links'.

3.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

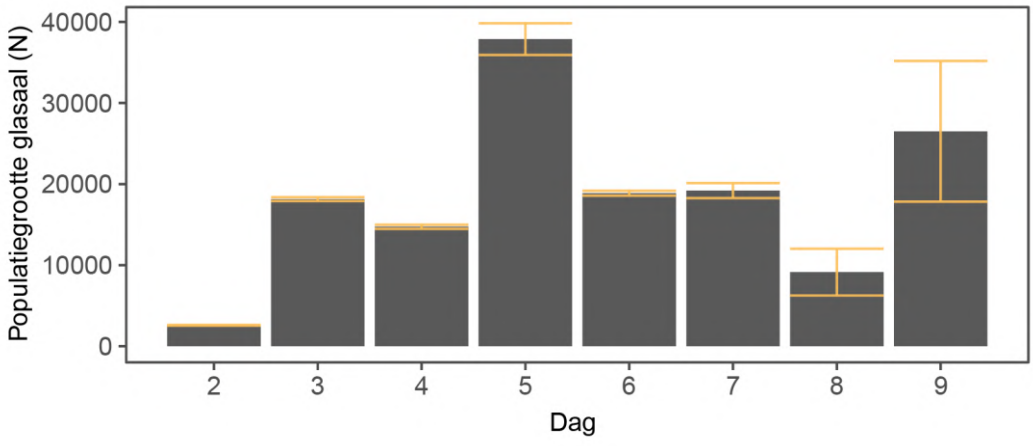
De terugvangsten van aan de zeezijde gemerkte en weer losgelaten glasalen laten redelijke aantallen zien met op vier avonden meer dan 50 exemplaren (Bijlage 2). Deze terugvangsten aan de zeezijde van gemaal Loohoek laten een opvallend patroon zien, waarbij gemerkte glasalen een dag na het merken de hoogste aantallen laten zien en deze aantallen afnemen over de dagen. Na dag 7 werden nog slechts enkele gemerkte exemplaren terug gevangen. Eenzelfde patroon wordt zichtbaar wanneer de batches (dag 1-3) afzonderlijk worden weergegeven als totaalvangst per avond, waarbij de eerste dag na het merken de hoogste terugvangsten worden geregistreerd (Figuur 3.4). Wanneer de gemerkte glasalen worden weergegeven als aandeel van de totale glasaalvangst worden ook de hoogste percentages geregistreerd op de eerste dag na het merken waarna het aandeel afneemt (Figuur 3.4).



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

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 3 zijn de populatieschattingen voor Loohoek weergegeven en Figuur 3.5 laat het verloop van de populatieschattingen over de dagen zien.



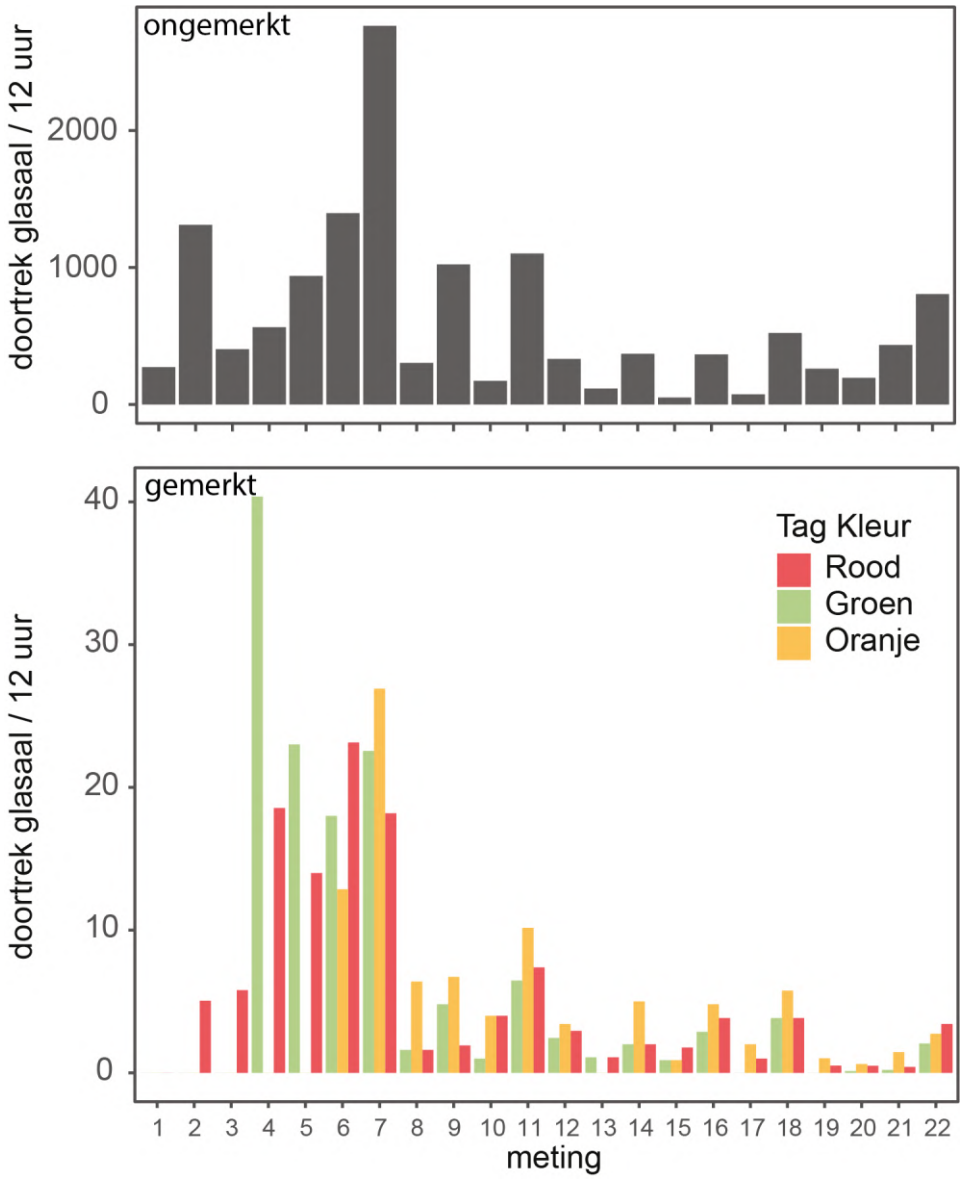
Figuur 3.5: Populatieschattingen per dag voor glasaal bij gemaal Loohoek, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer de hoeveelheid gemerkte individuen in de populatie en de afzonderlijke populatieschattingen per gekleurde batch (Bijlage 4) worden meegewogen, geven de dagen 3 tot en met 7 de meest betrouwbare schattingen van de populatiegrootte met een gemiddelde van

21.764 glasalen. De schattingen (dag 3, 4, 6 en 7) laten een relatief constant beeld zien met tussen de 14.729 (dag 4) en de 19.194 (dag 7) glasalen. Dag 5 valt hoger uit met 37.880 glasalen.

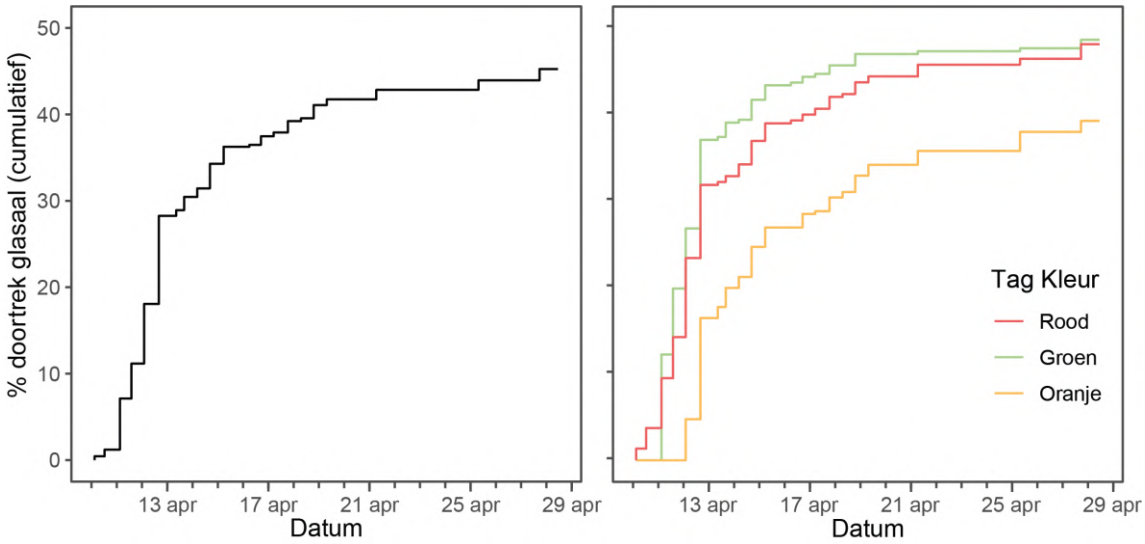
3.1.4 Doortrekmetingen

Van de 913 aan de zeezijde gemerkte glasalen zijn er 413 aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage over een periode van 18 dagen. Dit betekent dat in deze periode 45,2 procent van de gemerkte glasalen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 19.316 ongemerkte glasalen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten over de eerste 7 metingen (de fuik wordt na elk hoog tij geleegd, 2 metingen per 24 uur) een stijgende lijn in aantallen zien waarna de vangsten grilliger worden en vanaf meting 12 afvlakken (zie figuur 3.6). Ook het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een vergelijkbaar verloop zien en neemt tot met meting 7 toe, waarna de aantallen afvlakken (zie figuur 3.6).



Figuur 3.6: Totaal aantal glasalen gevangen bij gemaal Loohoek 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 7 metingen een vrij steil verloop zien om vervolgens wat af te zwakken, maar gestaag door te stijgen. Oftewel, in de eerste 3 tot 4 dagen was de intrek van gemerkte glasalen het grootst en was al ongeveer 28 procent de vismigratievoorziening gepasseerd. Vanaf dat moment duurt het nog 14 dagen (dag 18) om na de laatste metingen op 45,2 procent uit te komen. Het verloop van de intrek was voor de drie verschillende batches (rood (dag 1), groen (dag 2) en oranje (dag 3) vergelijkbaar. De op dag 2 gemerkte glasalen (groen) halen de op dag 1 (rood) gemerkt glasalen echter in door hogere doortrekpercentages gedurende de eerste dagen. De batch van dag 3 (oranje) laat een vergelijkbaar patroon zien, maar blijft wat verder achter in percentage dan door 1 dag verschil in moment van 'release' valt te verwachten. Mogelijk valt dit te wijten aan een minder gunstig getij en spuien van het gemaal.



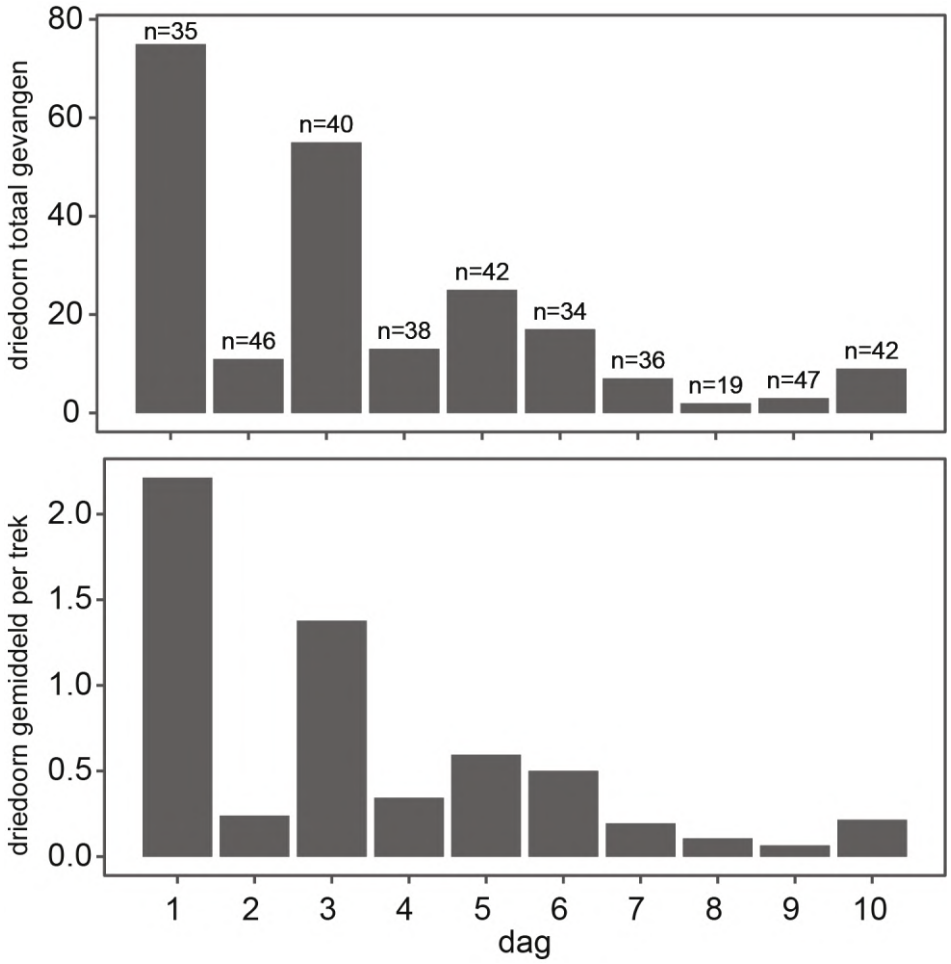
Figuur 3.7: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van glasaal in de fijnmazige fuik bij gemaal Loohoek, ook weergegeven per batch (rood, groen en oranje).

3.2 Driedoornige Stekelbaars

3.2.1 Vangst kruisnet

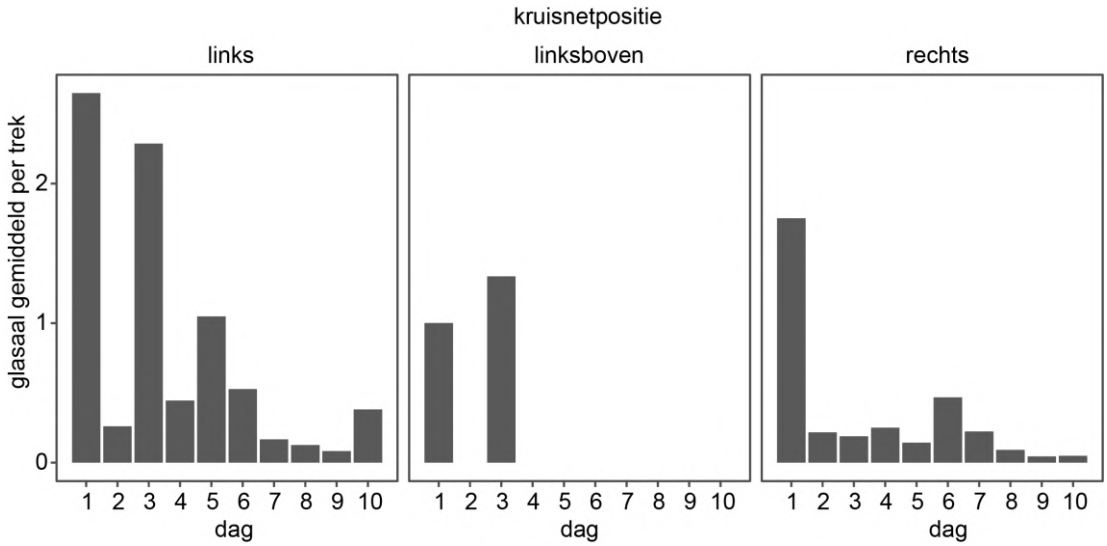
2018 was het jaar met de hoogste intrek aantallen langs de Nederlandse kust van glasaal sinds 2000 (Schiphouwer et al. 2018). Voor driedoornige stekelbaars zagen we geen hogere aantallen in 2018. Zo ook niet in de kruisnetmonitoring van Samen voor de Aal in Zeeland, waar in 2018 juist minder driedoornige stekelbaars werd gevangen ten opzichte van 2017. De vangsten van driedoornige stekelbaars in deze studie bij de gemalen Prommelsluis en Loohoek zijn vergelijkbaar met de dichtheden uit de kruisnetmonitoring. In Figuur 3.8 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten weergegeven, waarbij op twee avonden (dag 1 en 3) meer dan 50 driedoornige stekelbaarzen per avond werden gevangen met 1 tot 3 kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen redelijke vangsten zien , waarbij de gemiddelden sterk variëren over de dagen. De hoogste waarden zijn gemeten op dag 1 en 3. De dagen 7, 8 en 9 laten opeenvolgend lagere waarden zien (Figuur 3.8). Dit patroon is grotendeels

vergelijkbaar met de vangsten van glasaal (Zie Figuur 3.1). Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een grotendeels vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities links en rechts, en zijn de vangsten van het net op de linker positie gemiddeld genomen hoger (Figuur 3.9). De linker



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

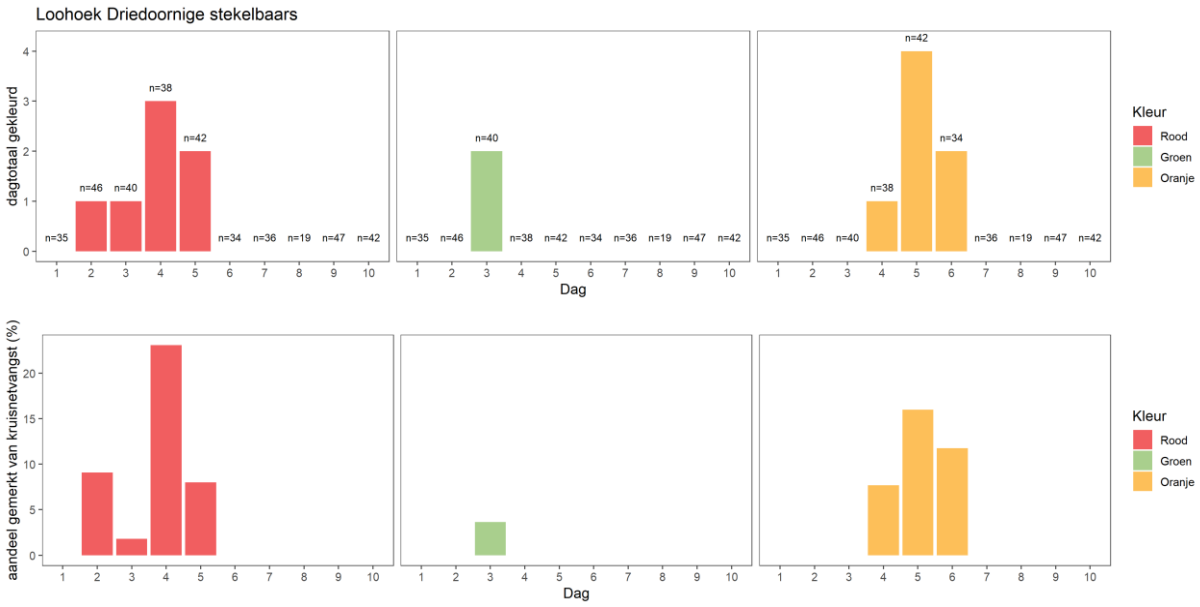
positie bevindt zich het dichtst bij de uitstroomopening van de vismigratievoorziening, zoals eerder weergegeven in Figuur 3.9. Op de positie linksboven (dichter naar open zee en dus verder van uitstroomopening van de vispassage) is slechts op dag 1 en 3 gevist; ook hier lag het gemiddelde per trek lager dan op positie 'links'. Voor de dagen 3 en 5 verschillen de vangsten tussen de positie links en rechts sterk, waarbij op de positie links een duidelijke piek zichtbaar terwijl deze op rechts ontbreekt. De vangsten van driedoornige stekelbaars laten in de gehele studie een veel grilliger beeld zien dan de vangsten van glasaal. Dit kan grotendeels 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.



Figuur 3.9: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Loohoek op de verschillende kruisnetposities (links, linksboven en rechts) weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetpositie links bevindt zich het dichtst bij de lokstroom van vismigratievoorziening.

3.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

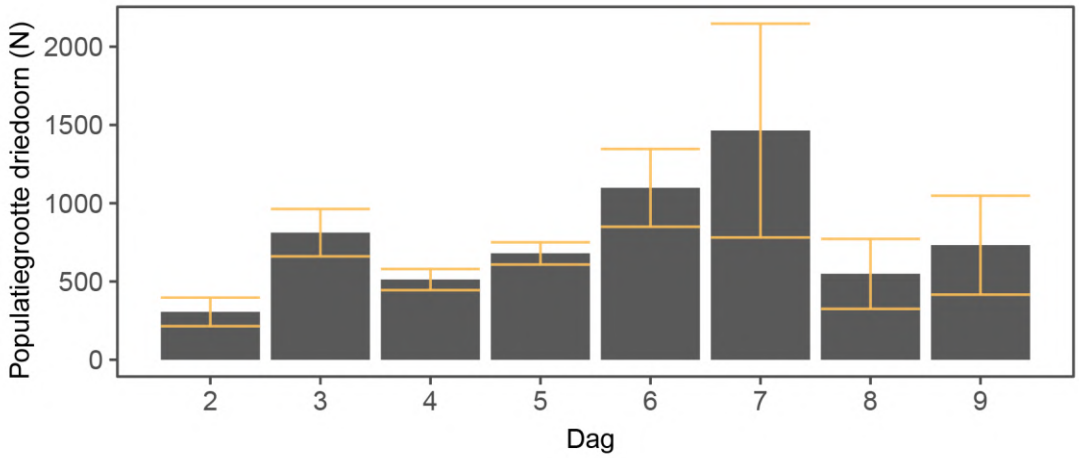
De terugvangsten van aan de zeezijde gemerkte en weer losgelaten driedoornige stekelbaarzen laten relatief lage aantallen zien waarbij er maximaal 6 exemplaren zijn gevangen op een avond (Bijlage 2). Deze terugvangsten aan de zeezijde van gemaal Loohoek laten in tegenstelling tot glasaal een toenemend aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen zien tot en met dag 5. Dit patroon lijkt te wijzen op ophoping van deze soort aan de zeezijde van vispassage. Ondanks de lage aantallen terugvangst van gemerkte driedoornige stekelbaarzen, laat de eerste dag na het merken voor iedere kleur terugvangst zien. Na dag 7 werden nog slechts enkele gemerkte exemplaren teruggevangen. Wanneer de batches afzonderlijk worden weergegeven, als totaalvangst per avond of als aandeel gemerkt van de totaalvangst, is een grillig patroon zichtbaar wat slechts zeer beperkt overeenkomsten laat zien tussen de rode (dag 1) en oranje (dag 3) batch (Figuur 3.11). Het lagere aantal gemerkte driedoornige stekelbaarzen (richtaantal per avond was 50 per locatie in plaats van 300 voor glasaal) heeft gezorgd voor een beperkte terugvangst. Dit heeft samen met het scholingsgedrag van de soort bijgedragen aan een grilliger beeld dan bij glasaal. Het patroon wat op ophoping lijkt te wijzen kan echter ook veroorzaakt worden door andere factoren die van invloed kunnen zijn op het gedrag van de driedoornige stekelbaars, waardoor deze met vertraging weer terug komen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening. Zo kan mogelijk spuien van het gemaal of weersomstandigheden zorgen voor onstuimig water en de gemerkte vissen verder van het gemaal hebben gebracht na terugplaatsing, waardoor het meer tijd kostte voordat ze weer aan de voorzijde van de vismigratievoorziening werden teruggevangen. Mogelijk heeft ook het vangen meer gevolgen voor het trekgedrag van driedoornige stekelbaarzen omdat de school waarin ze zwemmen niet intact blijft.



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

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 3 zijn de populatieschattingen voor Loohoek weergegeven en Figuur 3.12 laat het verloop van de populatieschattingen over de dagen zien.

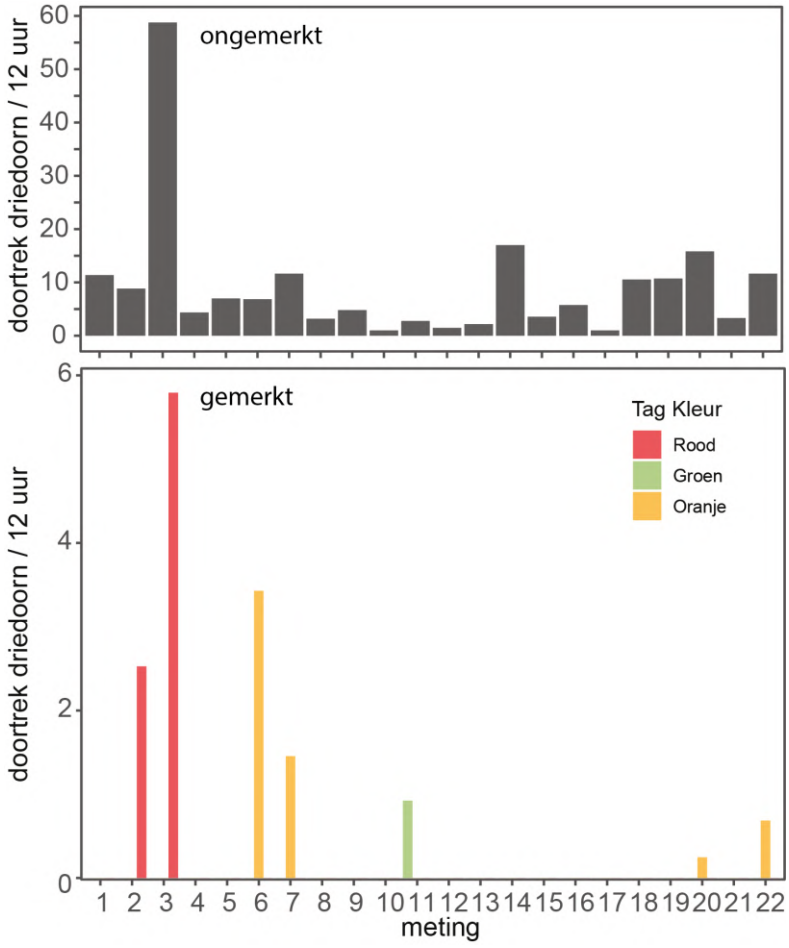


Figuur 3.12: Populatieschattingen per dag voor driedoornige stekelbaars bij Loohoek, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer de afzonderlijke populatieschattingen per gekleurde batch (Bijlage 4) worden meegewogen, men aanneemt dat de eerste schattingen na vrijlating van gemerkte dieren het beste beeld geven, er rekening wordt gehouden met de grootte van de standaarddeviatie, geven de dagen 3 tot en met 6 de meest betrouwbare schattingen van de populatiegrootte met een gemiddelde van 776. De schattingen (dag 3-6) fluctueren tussen de 512 (dag 4) en de 1098 (dag 7).

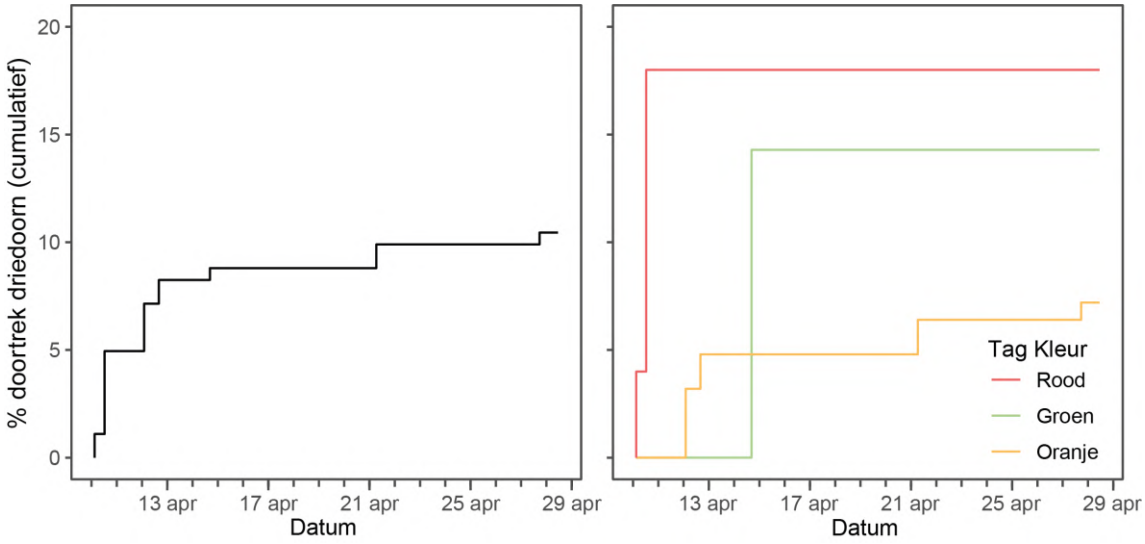
3.2.4 Doortrekmetingen

Op dag 22 waren 19 van de 182 aan de zeezijde gemerkte driedoornige stekelbaarzen aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage. Dit betekent dat in deze periode 10,4 procent van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 380 ongemerkte driedoornige stekelbaarzen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten over de eerste 7 metingen (de fuik wordt na elk hoog tij geleegd, 2 metingen per 24 uur) relatief hogere vangsten zien waarbij er op meting 3 een uitschieter is gemeten van 58 driedoornige stekelbaarzen per 12 uur. Vanaf meting 8 worden de gemiddelden lager om vanaf meting 14 weer wat toen te nemen en grilliger te worden (Figuur 3.13). Het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de fuik laat een zeer grillig verloop zien waarin de grote lijn wel vergelijkbaar is met de vangsten van ongemerkte driedoornige stekelbaarzen (Figuur 3.13).



Figuur 3.6: 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 (rood, groen en oranje). 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 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 7 metingen een redelijk steil verloop zien om vervolgens sterk af te zwakken en nog maar zeer beperkt te stijgen. Oftewel, in de eerste 3 tot 4 dagen was de intrek van gemerkte driedoornige stekelbaarzen het grootst en was al ongeveer 8 procent de vismigratievoorziening gepasseerd. Vanaf dat moment duurt het nog 14 dagen (dag 18) om op de laatste metingen op 10,4 procent uit te komen. Door de lage aantallen gemerkte dieren was het verloop van de intrek voor de drie verschillende batches, rood (dag1), groen (dag 2) en oranje (dag 3) verschillend. Ook de ongelijke verdeling in aantallen gemerkte dieren tussen de kleuren (rood (7), groen (50), oranje (125) draagt bij aan dit grillige patroon.



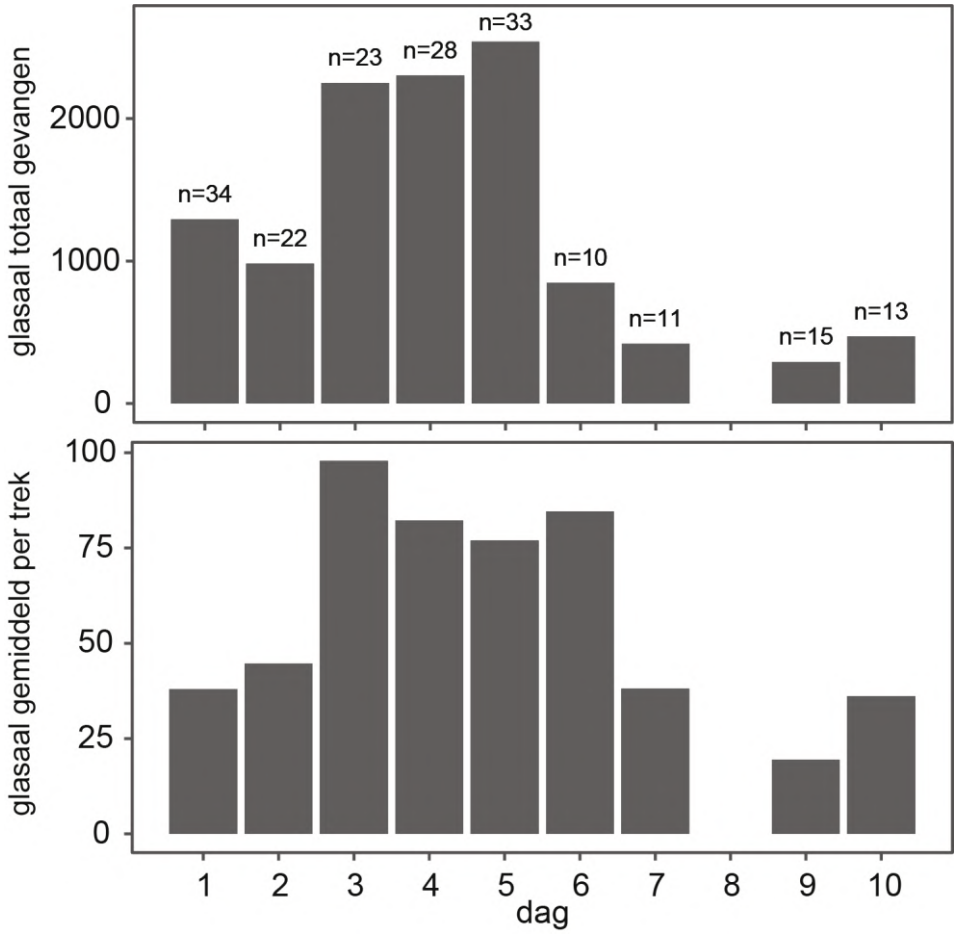
Figuur 3.14: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van driedoornige stekelbaars in de fijnmazige fuik bij gemaal Loohoek, ook weergegeven per batch (rood, groen en oranje).

4 Resultaten Prommelsluis

4.1 Glasaal

4.1.1 Vangsten kruisnet

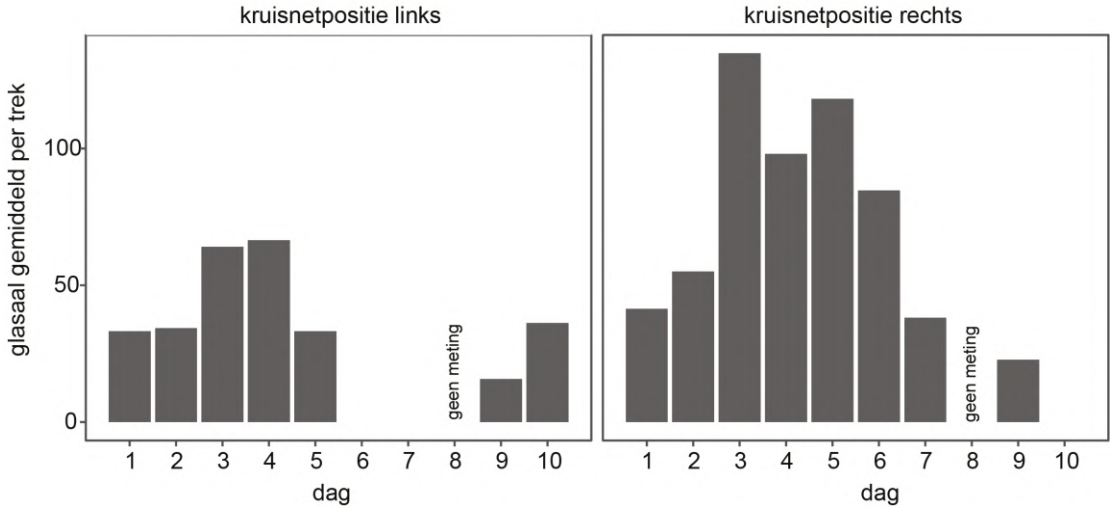
In 2018 zijn de hoogste aantallen intrek van glasaal langs de Nederlandse kust sinds 2000 waargenomen (Schiphouwer et al., 2018). Met een gemiddelde van 6.08 glasalen per trek in 2018 ten opzichte van 2,27 in 2017 is deze stijging in de intrek ook in Zeeland gemeten (Ploegaert et al., 2018). In Figuur 4.1 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten voor gemaal Prommelsluis weergegeven, waarbij op drie avonden ruim meer dan 2000 glasalen per avond werden gevangen met 1 tot 2 kruisnetten. De gemiddelden per trek per avond laten over het algemeen zeer goede vangsten zien met op 4 avonden meer dan 75 glasalen per trek. De gemiddelden variëren over de dagen waarbij een afname is waargenomen die wordt ingezet vanaf dag 7 (Figuur4.1).



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

.

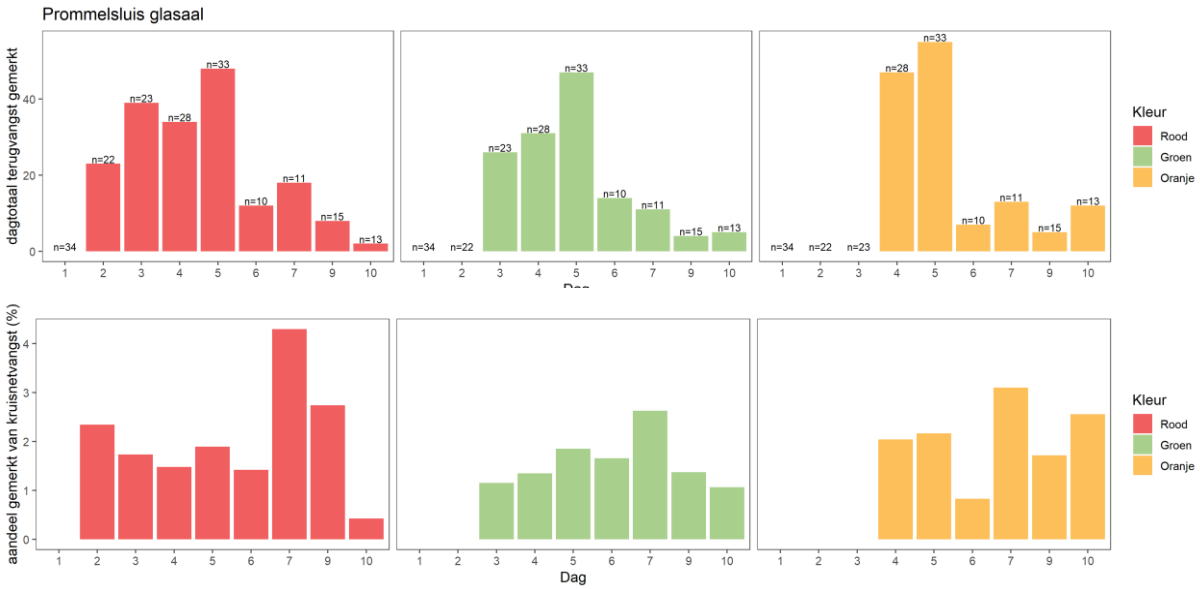
Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities links en rechts en zijn de vangsten van het net op de rechter positie gemiddeld genomen hoger (Figuur 4.2). De rechter positie bevindt zich het dichtst bij de uitstroomopening van de vismigratievoorziening, zoals eerder weergegeven in figuur 2.6.



Figuur 4.2: Met kruisnet gevangen glasalen op de verschillende kruisnetposities (links, linksboven en rechts) weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetpositie rechts bevindt zich het dichtst bij de lokstroom van vismigratievoorziening

4.1.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

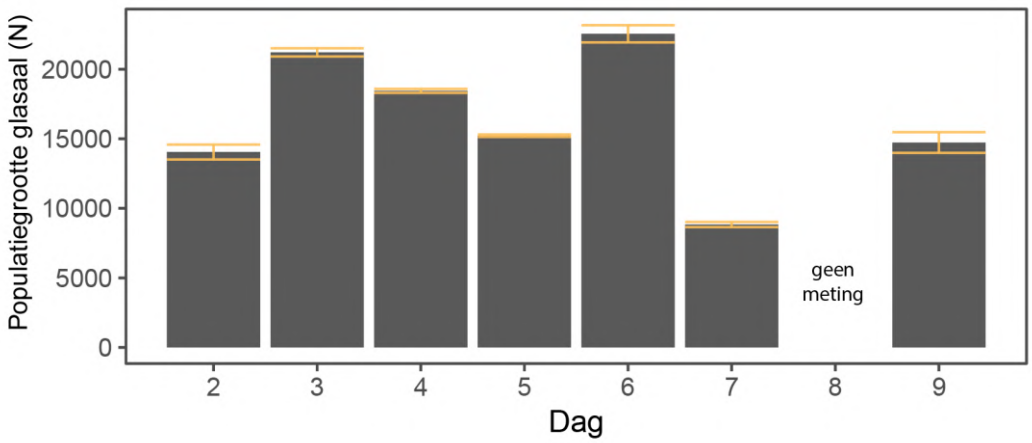
De terugvangsten van aan de zeezijde gemerkte en weer losgelaten glasalen laten hoge aantallen zien met op twee avonden tussen de 100 en de 150 gemerkte glasalen verdeelt over respectievelijk 28 en 33 trekken met het kruisnet (Bijlage 2). Deze terugvangsten aan de zeezijde van gemaal Prommelsluis laten een opvallend patroon zien. Gemerkte glasalen worden de dag na het merken in redelijke aantallen teruggevangen waarna deze aantallen tot en met dag 5 toenemen. Dit patroon is ook zichtbaar wanneer de verschillende batches (dag 1-3) afzonderlijk worden weergegeven (Figuur 4.4). Het aandeel gemerkte glasalen in de kruisnetvangst laat een patroon zien waarbij het aandeel gemerkte glasalen relatief constant is (Figuur 4.4). Vanaf dag 6 gaan de totaalvangsten van gemerkte glasalen omlaag, maar is ook het aantal trekken per avond lager als gevolg van een minder gunstig getij en spuien van het gemaal. Deze afname zien we ook niet direct terug in het aandeel gemerkte glasalen van de totaalvangst. Op dag 8 was vissen niet mogelijk vanwege spuien van het gemaal.



Figuur 4.4: Met kruisnet teruggevangen gemerkte glasalen bij gemaal Prommelsluis weergegeven per batch (rood, groen en oranje) 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 3 zijn de populatieschattingen voor Prommelsluis weergegeven en Figuur 4.5 laat het verloop van de populatieschattingen over de dagen zien.



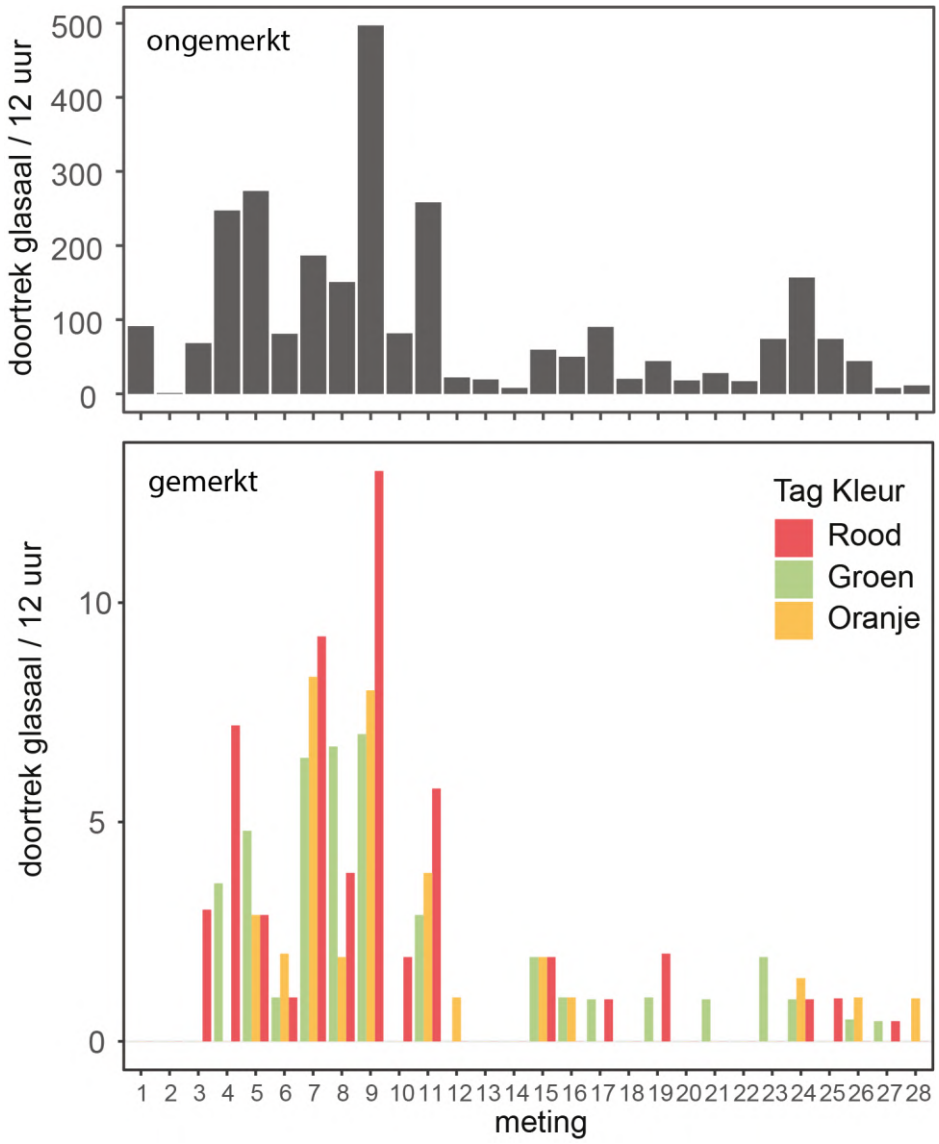
Figuur 4.5: Populatieschattingen per dag voor glasaal bij gemaal Prommelsluis, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

Wanneer de hoeveelheid gemerkte individuen in de populatie en de afzonderlijke populatieschattingen per gekleurde batch (Bijlage 4) worden meegewogen, geven de dagen 3 tot en met 9 (geen metingen op dag 8) de meest betrouwbare schattingen van de populatiegrootte met een gemiddelde van 16.832 glasalen. De schattingen (dag 3-7 en 9) laten een relatief

constant beeld zien met tussen de 15.223 (dag 5) en de 22.545 (dag 6) glasalen, waarbij dag 7 lager uitvalt met 8.839 glasalen.

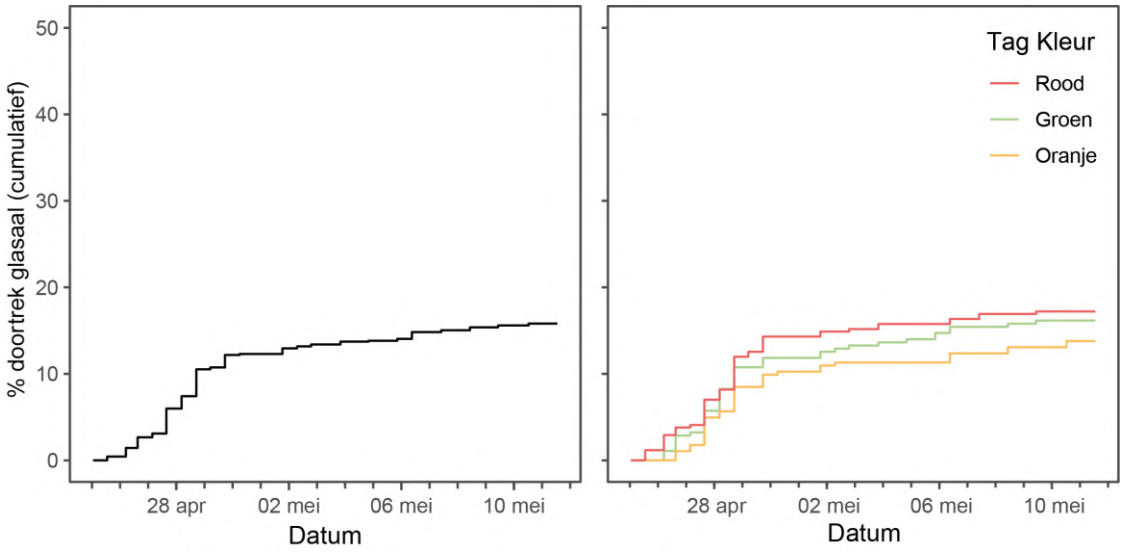
4.1.4 Doortrekmetingen

Van de 904 aan de zeezijde gemerkte glasalen zijn er 143 aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage over een periode van 16 dagen. Dit betekent dat in deze periode 15,8 procent van de gemerkte glasalen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 2.980 ongemerkte glasalen de vispassage gepasseerd zijn. De hoogste aantallen in de fuik worden in de eerste 11 metingen (de fuik wordt na elk hoog tij geleegd, 2 metingen per 24 uur) aangetroffen, waarna de aantallen sterk afnemen en tot de laatste metingen laag blijven (Figuur 4.6). Ook het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een vergelijkbaar verloop zien en laat de hoogste aantallen zien bij metingen 3-11, waarna de aantallen sterk afnemen (Figuur 4.6). Bij meting twee zijn er geen glasalen gepasseerd wegens een storing in de vispassage.



Figuur 4.6: 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 4.7 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 een rustige start van de doortrekpercentages zien, waarbij het cumulatieve doortrekpercentage vanaf meting 7 wat harder stijgt om vanaf meting 10 (ongeveer 12%) af te vlakken en vrijwel niet door te stijgen. Vanaf dat moment duurt het nog 9 dagen (dag 16) om op de laatste metingen op 15,8 procent uit te komen. Het verloop van de intrek was voor de drie verschillende batches (rood (dag1), groen (dag 2) en oranje (dag 3) vergelijkbaar (Figuur 4.7).

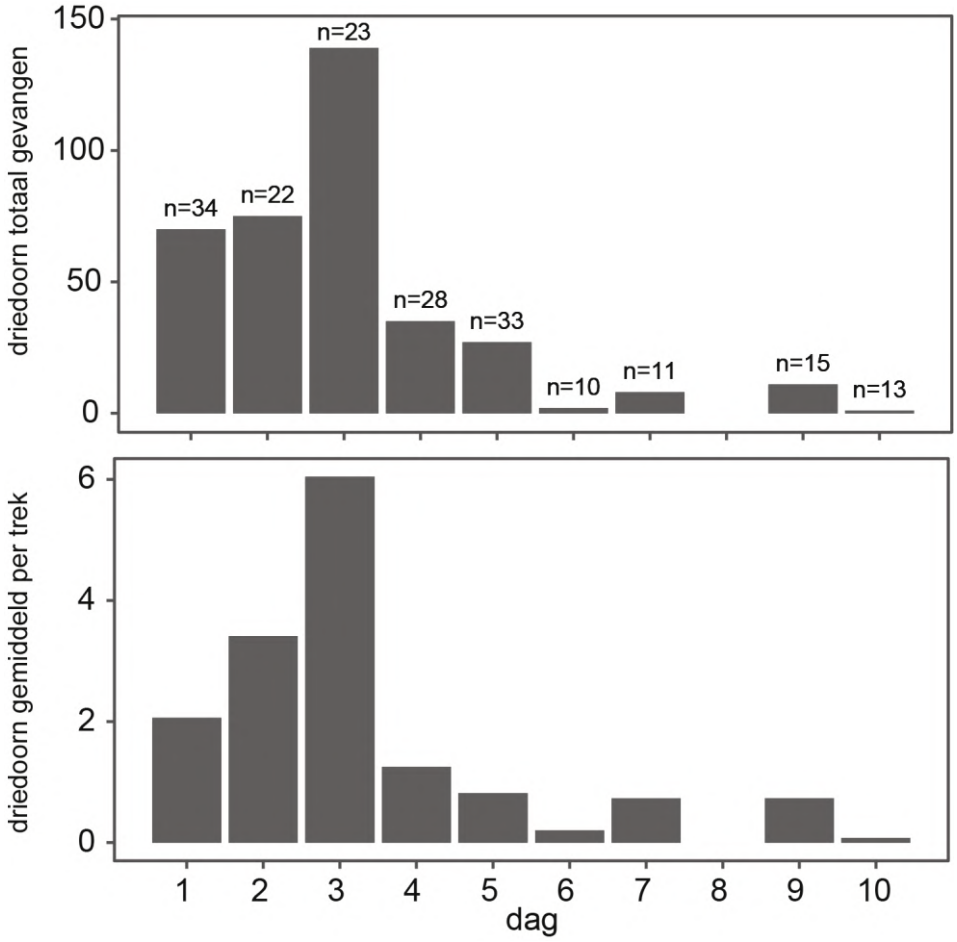


Figuur 4.7: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van glasaal in de fijnmazige fuik, ook weergegeven per batch (rood, groen en oranje).

4.2 Driedoornige Stekelbaars

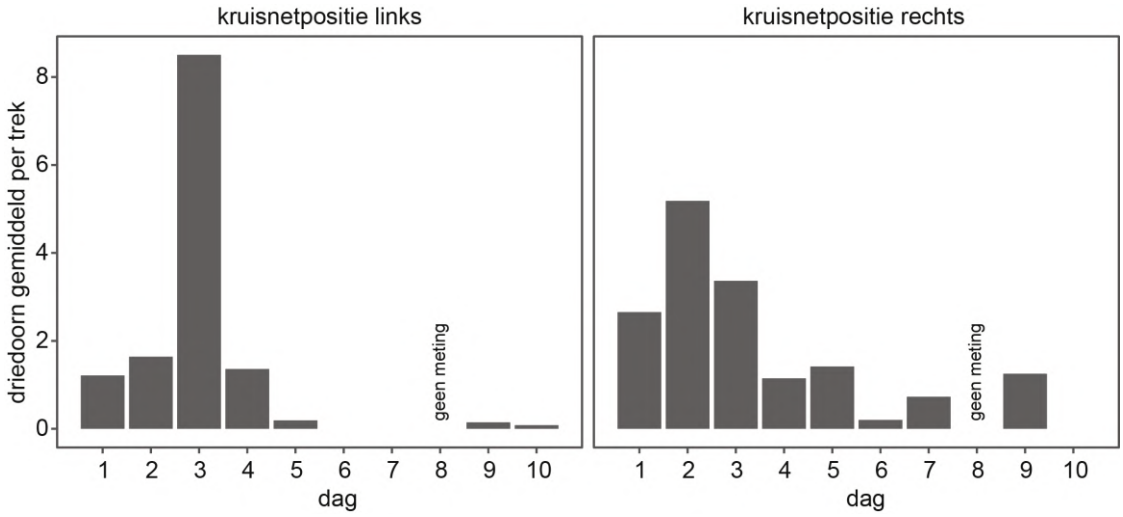
4.2.1 Vangst kruisnet

2018 was het jaar met de hoogste intrek aantallen langs de Nederlandse kust van glasaal sinds 2000 (Schiphouwer et al. 2018). Voor driedoornige stekelbaars zagen we geen hogere aantallen in 2018. Zo ook niet in de kruisnetmonitoring van Samen voor de Aal in Zeeland, waar in 2018 juist minder driedoornige stekelbaars werd gevangen ten opzichte van 2017. De vangsten van driedoornige stekelbaars in deze studie bij de gemalen Prommelsluis en Loohoek zijn vergelijkbaar met de dichtheden uit de kruisnetmonitoring. In Figuur 4.8 zijn de dagtotalen van de kruisnetvangsten weergegeven, waarbij op twee avonden (dag 1 en 2) meer dan 50 driedoornige stekelbaarzen per avond werden gevangen met 1 tot 3 kruisnetten. Op één avond werden meer dan 130 driedoornige stekelbaarzen gevangen. De gemiddelden per trek per avond laten de eerste drie dagen redelijke vangsten zien en waarbij het gemiddelde oploopt. Na dag drie neemt het gemiddelde per trek sterk af en blijft dit laag. Het hoogste gemiddelde per trek werd gemeten op dag 3. De dagen 6-10 laten opeenvolgend lagere waarden zien (Figuur 4.8). Dit patroon komt voor de eerste drie dagen redelijk overeen met de gemiddelden per trek van glasaal. In tegenstelling tot de sterke afname op dag 4 bij driedoornige stekelbaars bleven bij glasaal de vangsten tot en met dag 7 op niveau.



Figuur 4.8: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Prommelsluis weergegeven als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als gemiddelde per trek.

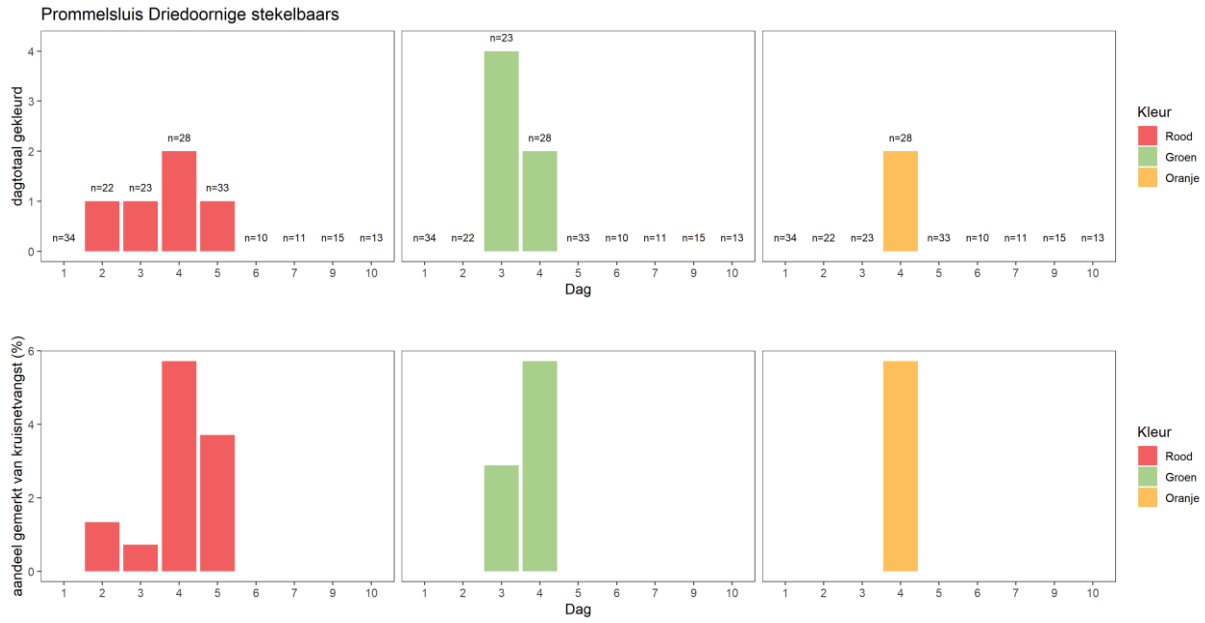
Wanneer de vangsten van de verschillende kruisnet posities separaat worden weergegeven is een grotendeels vergelijkbaar patroon in de tijd zichtbaar voor de posities links en rechts, en zijn de vangsten van het net op de linker positie gemiddeld genomen hoger (Figuur 4.9). De linker positie bevindt zich het dichtst bij de uitstroomopening van de vismigratievoorziening, zoals eerder weergegeven in figuur 2.6. Op de positie linksboven (dichter naar open zee en dus verder van uitstroomopening van de vispassage) is slechts op dag 1 en 3 gevist; ook hier lag het gemiddelde per trek lager dan op positie 'links'. Voor de dagen 3 en 5 verschillen de vangsten tussen de positie links en rechts sterk, waarbij op de positie links een duidelijke piek zichtbaar terwijl deze op rechts ontbreekt. De vangsten van driedoornige stekelbaars laten in de gehele studie een veel grilliger beeld zien dan de vangsten van glasaal. Dit kan grotendeels 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.



Figuur 4.9: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Prommelsluis op de verschillende kruisnetposities (links en rechts) weergegeven als gemiddelde per trek. Kruisnetpositie rechts bevindt zich het dichtst bij de lokstroom van vismigratievoorziening.

4.2.2 Terugvangst gemerkt (kruisnet)

De terugvangsten van aan de zeezijde gemerkte en weer losgelaten driedoornige stekelbaarzen laten relatief lage aantallen zien waarbij er maximaal 6 exemplaren zijn gevangen op een avond (Bijlage 2). Deze terugvangsten aan de zeezijde van gemaal Prommelsluis laten op slechts vier dagen (dag 2-5) vangsten van gemerkte exemplaren zien. Ondanks de lage aantallen terugvangst van gemerkte driedoornige stekelbaarzen, laat de eerste dag na het merken voor iedere kleur terugvangst zien. Na dag 5 werden geen gemerkte exemplaren meer teruggevangen. Wanneer de batches afzonderlijk worden weergegeven, als totaalvangst per avond of als aandeel gemerkt van de totaalvangst, is een grillig patroon zichtbaar wat slechts zeer beperkt overeenkomsten laat zien tussen de verschillende kleuren (Figuur 4.11).

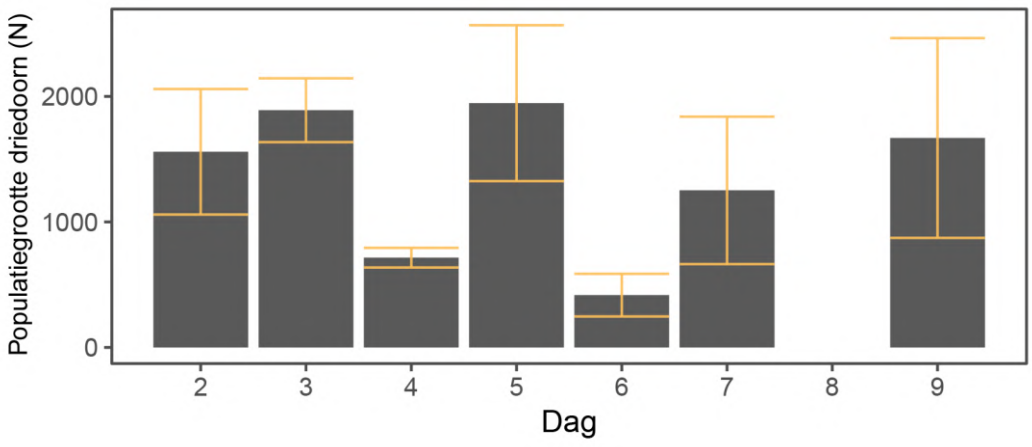


Figuur 4.11: Met kruisnet bij gemaal Prommelsluis teruggevangen gemerkte driedoornige stekelbaarzen weergegeven per batch (rood, groen en oranje) als totaalvangst per dag (n=aantal trekken) en als percentage van de vangst.

Het lagere aantal gemerkte driedoornige stekelbaarzen (rood(40), groen (40), oranje (58) heeft naast het scholingsgedrag van de soort bijgedragen aan de beperkte terugvangst en daarmee grilliger beeld dan bij glasaal.

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 gemaal Prommelsluis 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 stekelbaarzen door de vispassage en kan worden vergeleken met de aantallen daadwerkelijk gepasseerde driedoornige stekelbaarzen. In Bijlage 3 zijn de populatieschattingen voor Prommelsluis weergegeven en figuur 4.12 laat het verloop van de populatieschattingen over de dagen zien. Vanwege de zeer lage aantallen terug gevangen drierdoornige stekelbaarzen zijn er slechts zeer beperkt schattingen per gekleurde batch berekend per dag (Bijlage 4). De schattingen (dag 2-7) fluctueren tussen de 417 (dag 6) en de 1946 (dag 5) en geven een gemiddelde populatiegrootte van 1296.

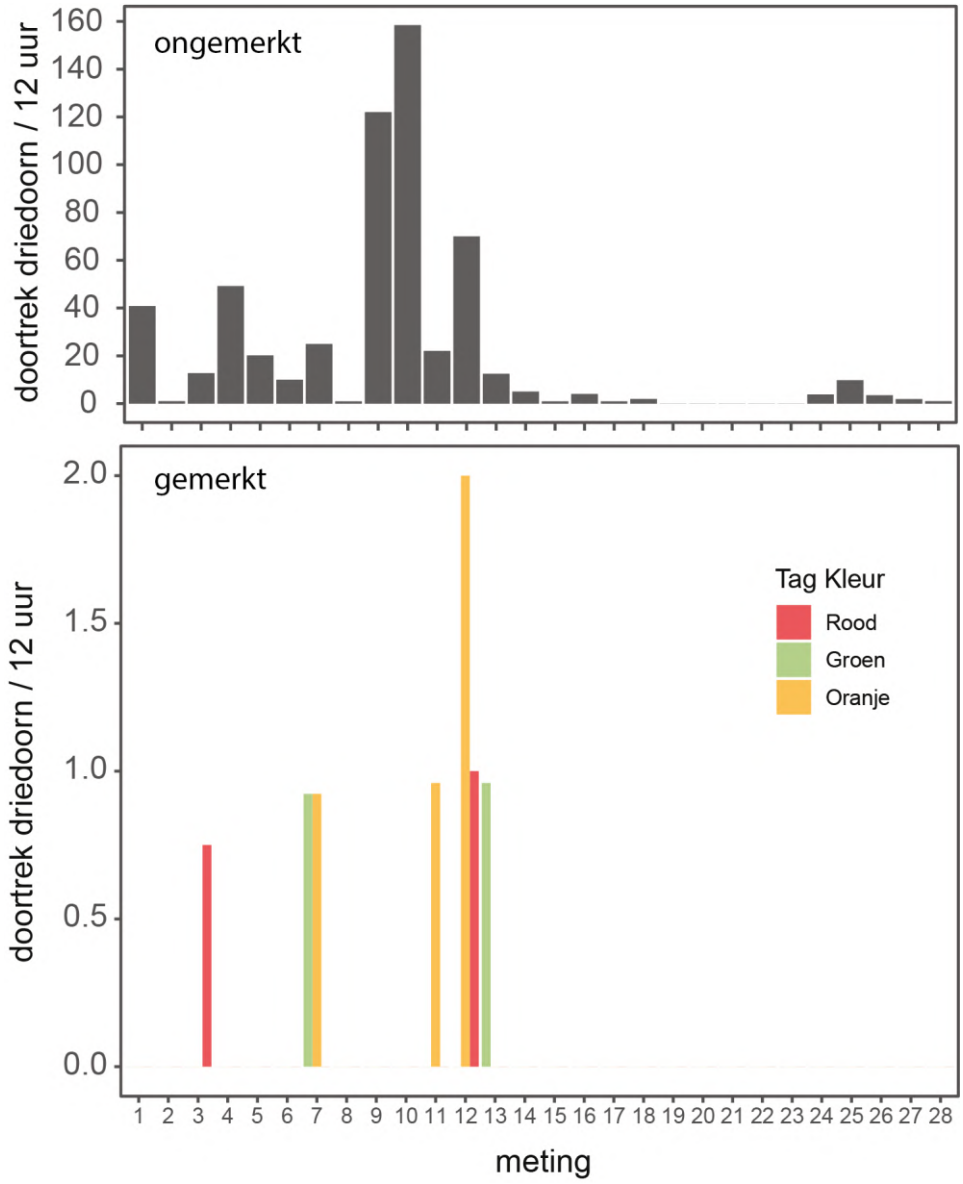


Figuur 4.12: Populatieschattingen per dag voor driedoornige stekelbaars bij gemaal Prommelsluis, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

4.2.4 Doortrekmetingen

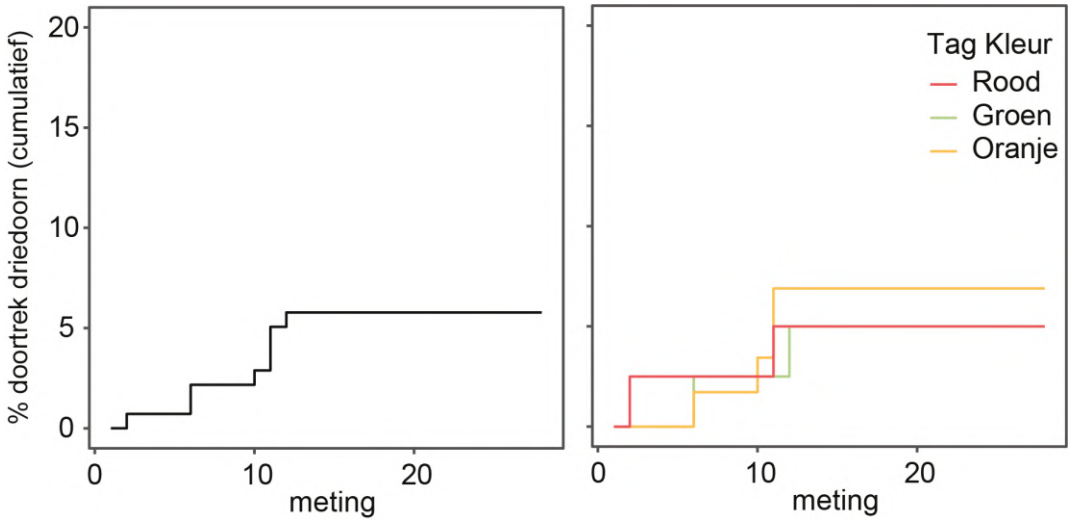
Op dag 22 waren 8 van de 138 aan de zeezijde gemerkte driedoornige stekelbaarzen aangetroffen in de fuik aan de achterzijde van de vispassage. Dit betekent dat in deze periode 5,8 procent van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen succesvol gebruik heeft gemaakt van de vismigratievoorziening. De fuikvangsten aan de achterzijde laten zien dat in deze periode 582 ongemerkte driedoornige stekelbaarzen de vispassage gepasseerd zijn. De fuikvangsten laten over metingen 9, 10 en 12 (de fuik wordt na elk hoog tij geleegd, 2 metingen per 24 uur) relatief hogere vangsten zien waarbij meting 9 en 10 de hoogste vangsten laten zien met respectievelijk meer dan 120 en meer dan 150 stekelbaarzen per 12 uur. Meting 0-9 laten lagere gemiddelden zien met een grillig verloop. Na meting 12 nemen de gemiddelden sterk af en blijven laag tot de laatste metingen (Figuur 4.13). Het aandeel gemerkte glasalen in de fuik laat een zeer grillig

verloop zien waarin de grote lijn wel vergelijkbaar is met de vangsten van ongemerkte glasalen (Figuur 4.13).



Figuur 4.13: 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 (rood, groen en oranje) bij Prommelsluis. Beiden weergegeven per 12 uur.

In Figuur 4.14 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 12 metingen een matig steil verloop zien om vervolgens geen stijging meer te laten zien tot de laatste metingen. Oftewel, in de eerste 6 dagen was er matige intrek van gemerkte driedoornige stekelbaarzen en was totale doortrek van 5,8 procent al bereikt. Doortrekmetingen liepen nog door tot dag 22. Door de lage aantallen gemerkte dieren was het verloop van de intrek voor de drie verschillende batches, rood (dag1), groen (dag 2) en oranje (dag 3)) in detail verschillend, maar kwam in grote lijnen overeen.

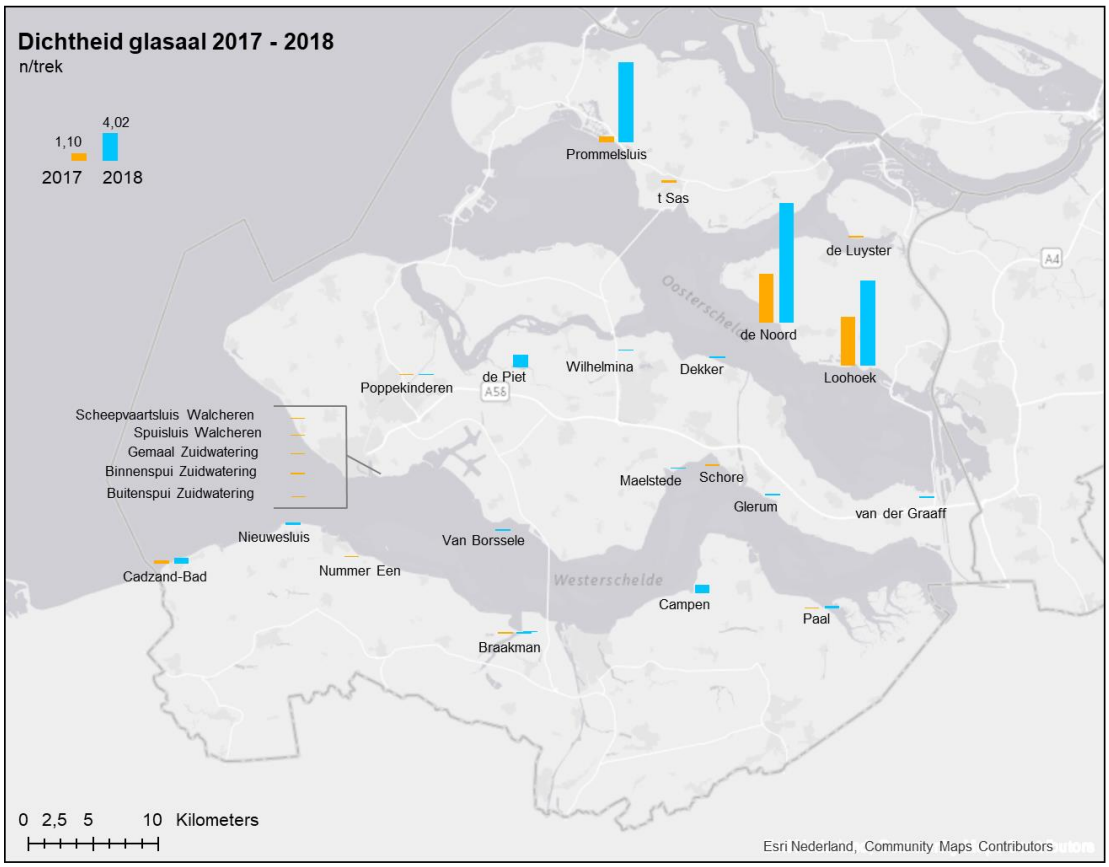


Figuur 4.14: Cumulatief doortrekpercentage (aandeel van totaal aantal gemerkt) van driedoornige stekelbaars in de fijnmazige fuik bij Prommelsluis, ook weergegeven per batch (rood, groen en oranje).

5 Efficiëntie passages & duiding resultaten

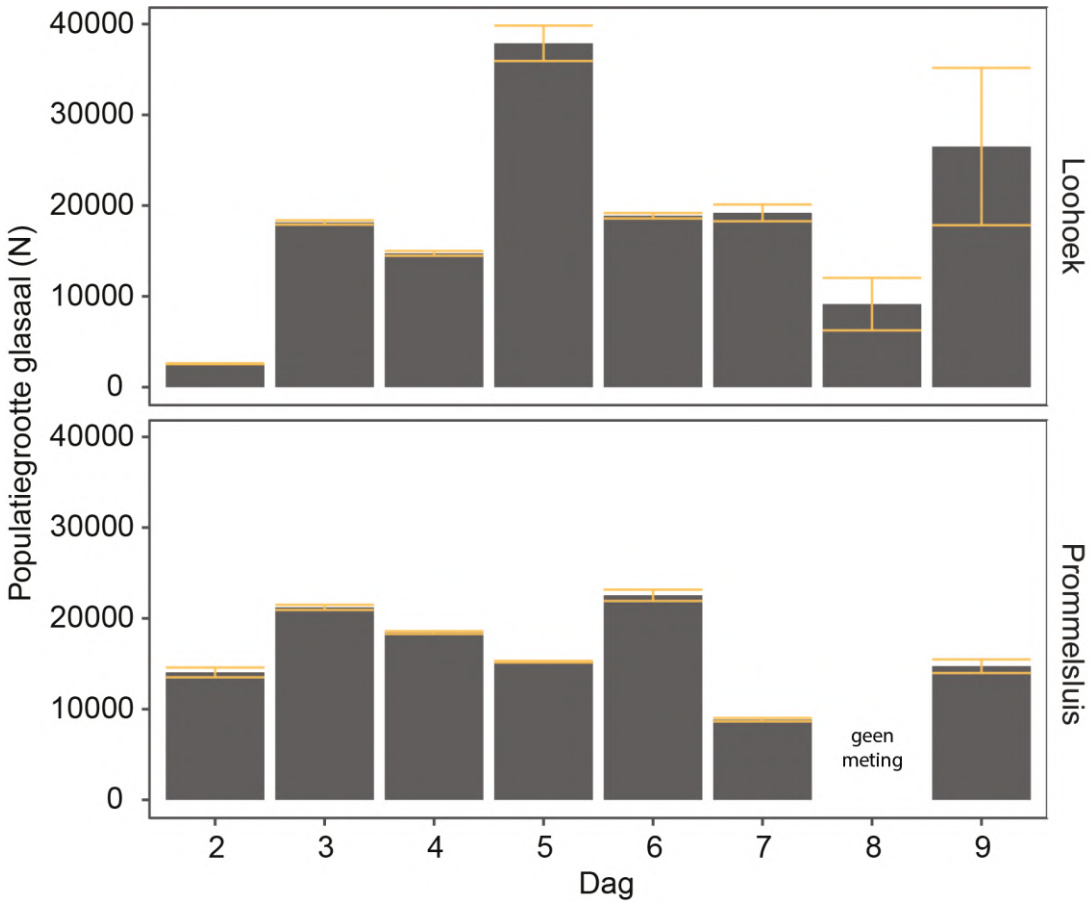
5.1 Lokkende werking vispassages

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 3.1 zijn de dichtheden van glasaal bij intrekpunten en migratieknelpunten in de provincie Zeeland weergegeven voor de jaren 2017 en 2018 (Ploegaert et al., 2018). Hier is te zien dat onder andere bij locaties Loohoek en Prommelsluis een relatief hoog aanbod van glasaal is gemeten. De lokkende werking van deze intrekpunten is op regionale schaal hoog 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 Oosterschelde 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 gemaal Loohoek. De lokkende werking van gemalen geeft nog geen indicatie van de efficiëntie van de vismigratievoorziening zelf.



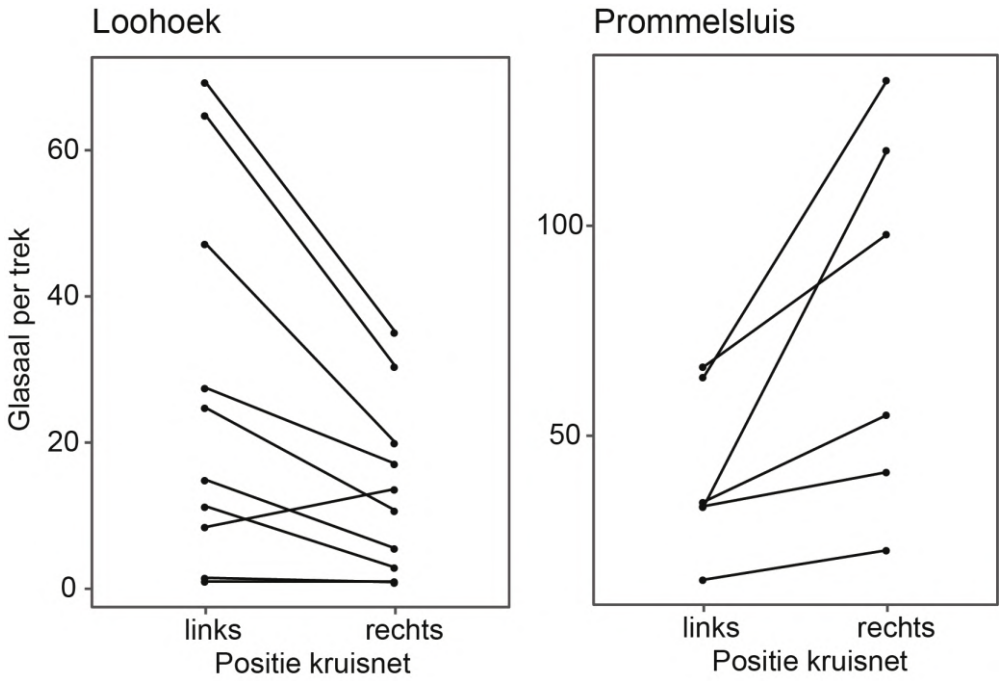
Figuur 5.1: Ruimtelijke weergave gemiddeld aantal glasalen per trek in 2018 en 2017 op de reguliere monitoringslocaties (let op: waardes geven de gemeten lokale dichtheid, deze zijn niet direct te interpreteren als lokaal aanbod). In de legenda is het gemiddelde aantal glasalen per trek per jaar weergegeven over alle locaties van de reguliere monitoring.

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 (Ploegaert et al., 2018). 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 laten zien dat er op beide locaties dichtheden glasaal aanwezig zijn in dezelfde orde grootte, namelijk gemiddeld 16.832 (gebaseerd op dag 3-7 en 9) bij Prommelsluis en gemiddeld 21.764 glasalen bij gemaal Loohoek.



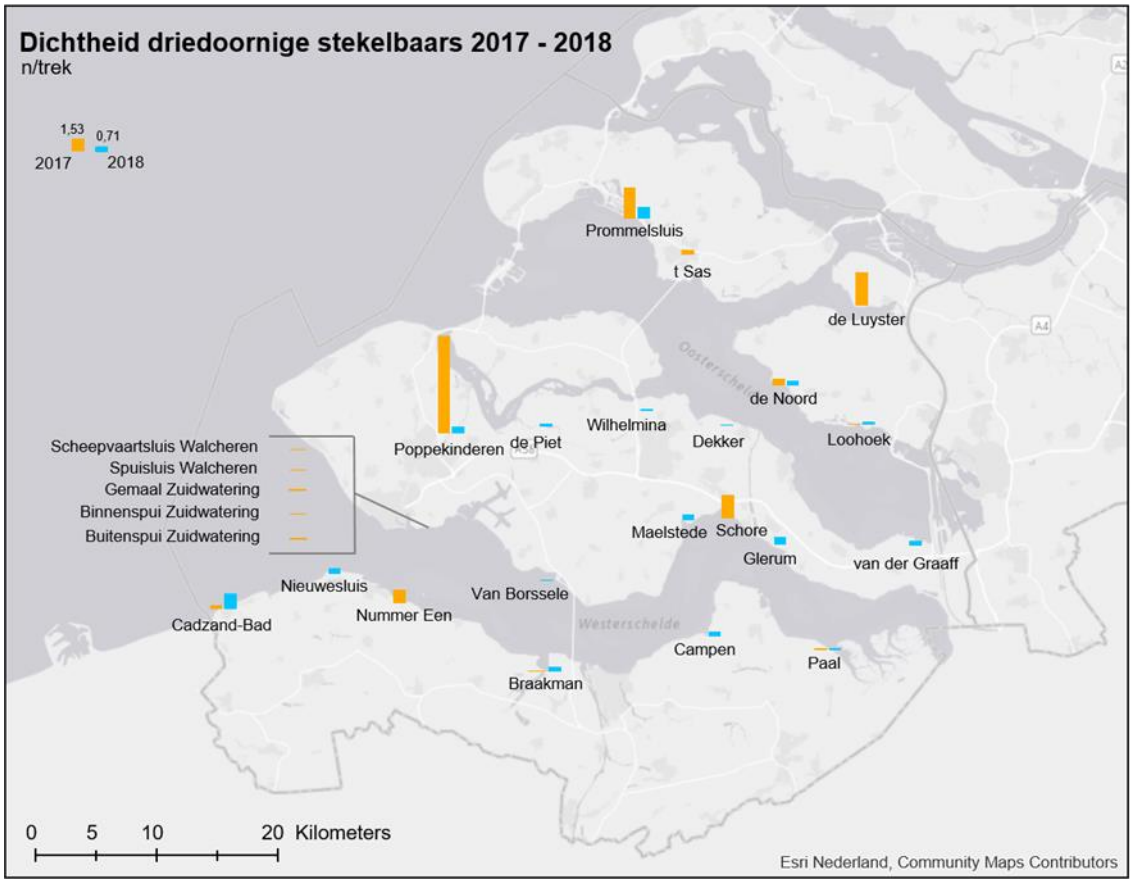
Figuur 5.2: Populatieschattingen per dag voor glasaal, gebaseerd op een merk-terugvangst model. De errorbars geven de standaarddeviatie weer.

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 op beide locaties dat direct bij de uitstroomopening (zoete lokstroom) van de vismigratievoorziening de hoogste dichtheden worden gevangen (Figuur 5.3). Dit wijst op een effectieve lokstroom vanuit de vismigratievoorziening. Dichtheden nabij de lokstroom van de vismigratievoorziening (Loohoek: links, Prommelsluis: rechts) waren significant hoger voor glasaal (Paired t-test, Loohoek: P=0.015 en Prommelsluis: P=0.040, zie Bijlage 5).



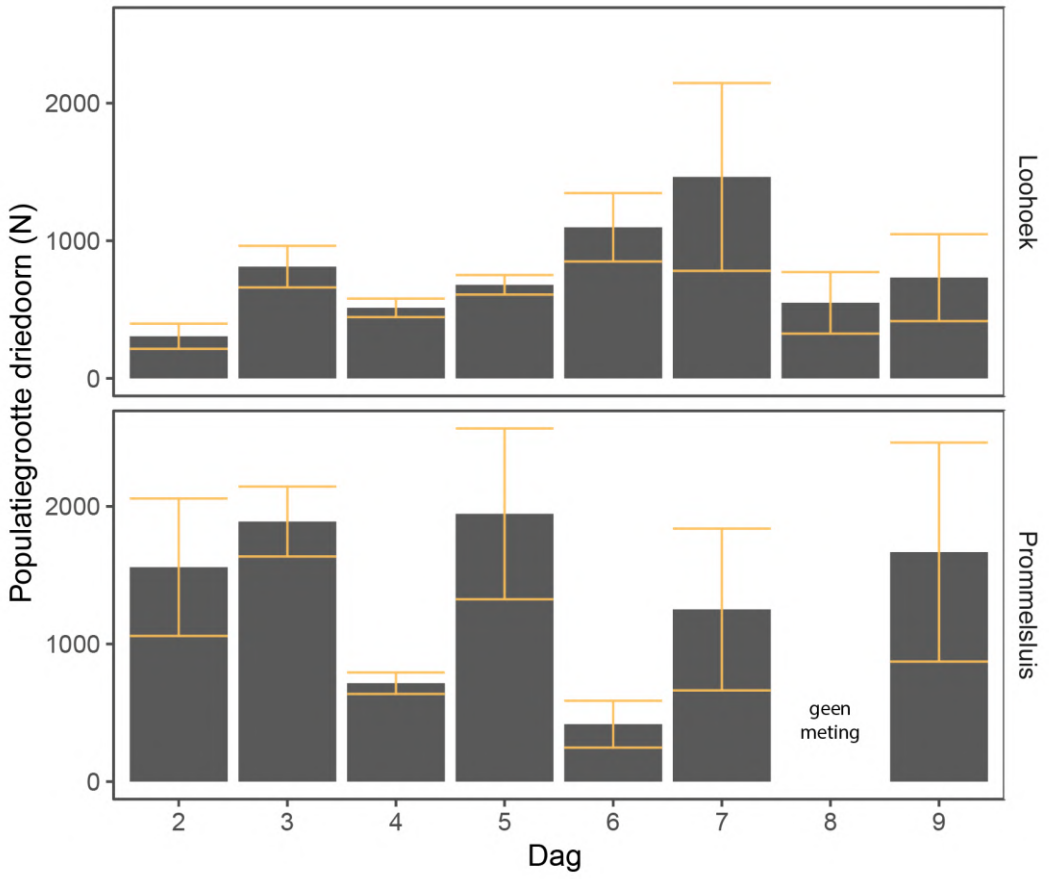
Figuur 5.3: Met kruisnet gevangen glasalen op de verschillende kruisnetposities (links en rechts) weergegeven als gemiddelde per trek. Dichtheden glasaal nabij de lokstroom van de vismigratievoorziening (Loohoek: links, Prommelsluis: rechts) waren significant hoger (Paired t-test, Loohoek: P=0.015 en Prommelsluis: P=0.040).

In Figuur 5.4 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 bij Prommelsluis een redelijk hoog aanbod van driedoornige stekelbaars is gemeten, terwijl de gemeten gemiddelden per trek bij Loohoek relatief laag zijn. Enerzijds kan dit wijzen op een relatief hoge lokkende werking voor driedoornige stekelbaars van Prommelsluis op regionale schaal, tevens kan de reeds aanwezige omvangrijke populatie van driedoornige stekelbaars in de brakke binnenwateren van Schouwen 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 Europes 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.

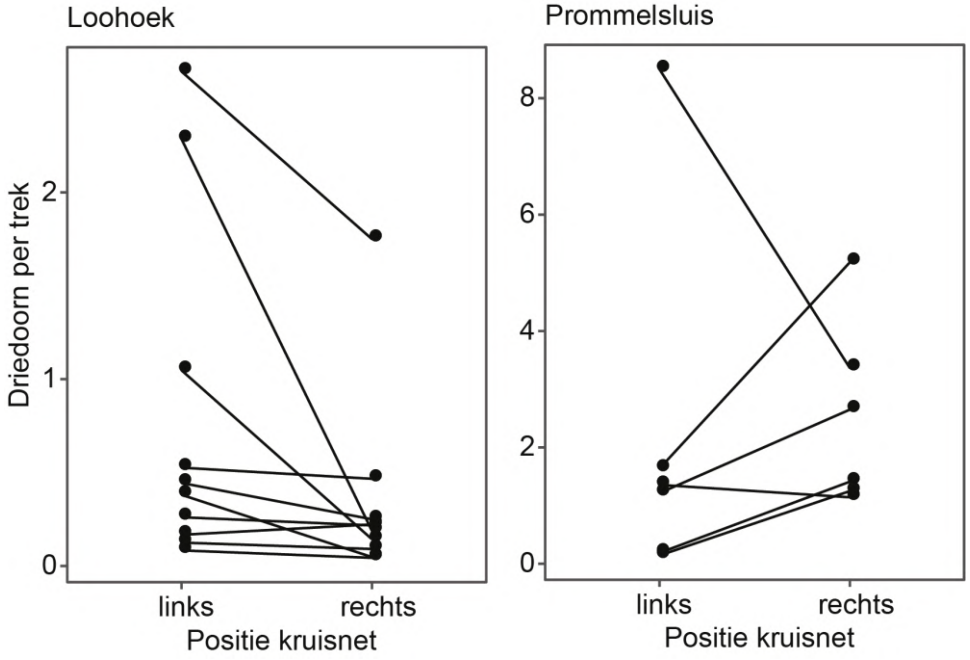


Figuur 5.4: Ruimtelijke weergave gemiddeld aantal driedoornige stekelbaarzen per trek in 2018 en 2017 op de reguliere monitoringslocaties (let op: waardes geven de gemeten lokale dichtheid, deze zijn niet direct te interpreteren als lokaal aanbod). In de legenda is het gemiddelde aantal glasalen per 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 een wat hoger gemiddelde voor Prommelsluis, namelijk gemiddeld 1296 (gebaseerd op dag 2-7) bij Prommelsluis en gemiddeld 776 (gebaseerd op dag 3-6) driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Loohoek. Wanneer we op een kleinere schaal kijken naar de verdeling van driedoornige stekelbaars over de locatie, namelijk de spuikokers van het gemaal en de ingang van de vismigratievoorziening, dan zien we bij Loohoek dat direct bij de uitstroomopening (zoete lokstroom) van de vismigratievoorziening de hoogste dichtheden worden gevangen, wat vergelijkbaar is met de resultaten voor glasaal (zie Figuur 5.5). Dit wijst op een effectieve lokstroom vanuit de vismigratievoorziening. Dichtheden driedoornige stekelbaars bij Loohoek waren nabij de lokstroom van de vismigratievoorziening (Loohoek: links) significant groter *(Wilcoxon signed-rank test, P=0.014)*. Bij Prommelsluis waren de verschillen tussen de linker en rechter positie minder eenduidig en werd geen significant verschil gevonden *(Wilcoxon signed-rank test, P*=0.563*)*. Zie Bijlage 5 voor details.



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



Figuur 5.5: Met kruisnet gevangen driedoornige stekelbaarzen op de verschillende kruisnetposities (links en rechts) weergegeven als gemiddelde per trek. Dichtheden driedoornige stekelbaars nabij de lokstroom van de vismigratievoorziening (Loohoek: links, Prommelsluis: rechts) waren significant hoger voor Loohoek, maar niet voor Prommelsluis (Wilcoxon signed-rank test, Loohoek: P=0.014 en Prommelsluis: P=0.563).

5.2 Efficiëntie doortrek vispassage

Voor het bepalen van de efficiëntie van een vismigratievoorziening is de tijd die vissen nodig hebben om de migratievoorziening te passeren erg belangrijk. Naarmate dit langer duurt is de kans groter dat vissen de motivatie verliezen om in te trekken en is de kans groter dat ze met de getijdebeweging meespoelen naar een volgend intrekpunt. 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.

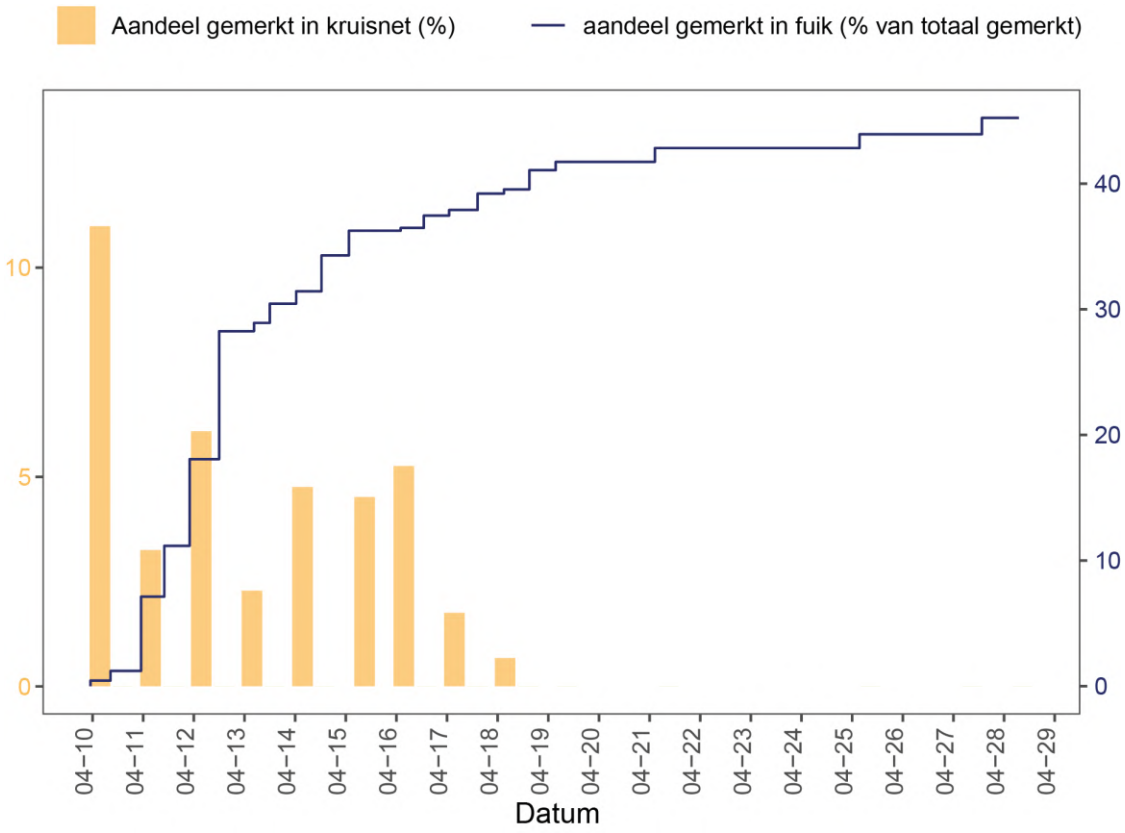
5.2.1 Glasaal

Wanneer we het verloop van het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening bij gemaal Loohoek vergelijken met het cumulatieve percentage gemerkte glasalen dat de migratievoorziening is gepasseerd, dan zien we dat het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde afneemt terwijl het aandeel gemerkte glasalen dat de migratievoorziening is gepasseerd toeneemt. Zoals verwacht is het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde tijdens de eerste metingen het grootst en neemt dit gestaag af. Opvallend is wel dat ondanks het passeren van redelijke aantallen glasalen er tot de laatste meting aan de voorzijde (dag 10) gemerkte glasalen aanwezig zijn.

Locatie	Glasaal	Rood	Groen	Oranje	Totaal
Loohoek	gemerkt	295	302	316	913
	gemerkt gepasseerd	142	147	124	413
	percentage gemerkt gepasseerd	48.1%	48.7%	39.2%	**45.2%**
	totaal gepasseerd (gemerkt + ongemerkt)				**19.316**
Prommelsluis	gemerkt	342	279	283	904
	gemerkt gepasseerd	59	45	39	143
	percentage gemerkt gepasseerd	17.3%	16.1%	13.8%	**15.8%**
	totaal gepasseerd (gemerkt + ongemerkt)				**2980**

Tabel 5.1: Succesvol door vismigratievoorziening gepasseerde glasalen. Gebaseerd op vangst van gemerkte en ongemerkte individuen in fijnmazige fuik polderzijde gemaal over een periode van 18 dagen (Loohoek) en 16 dagen (Prommelsluis).

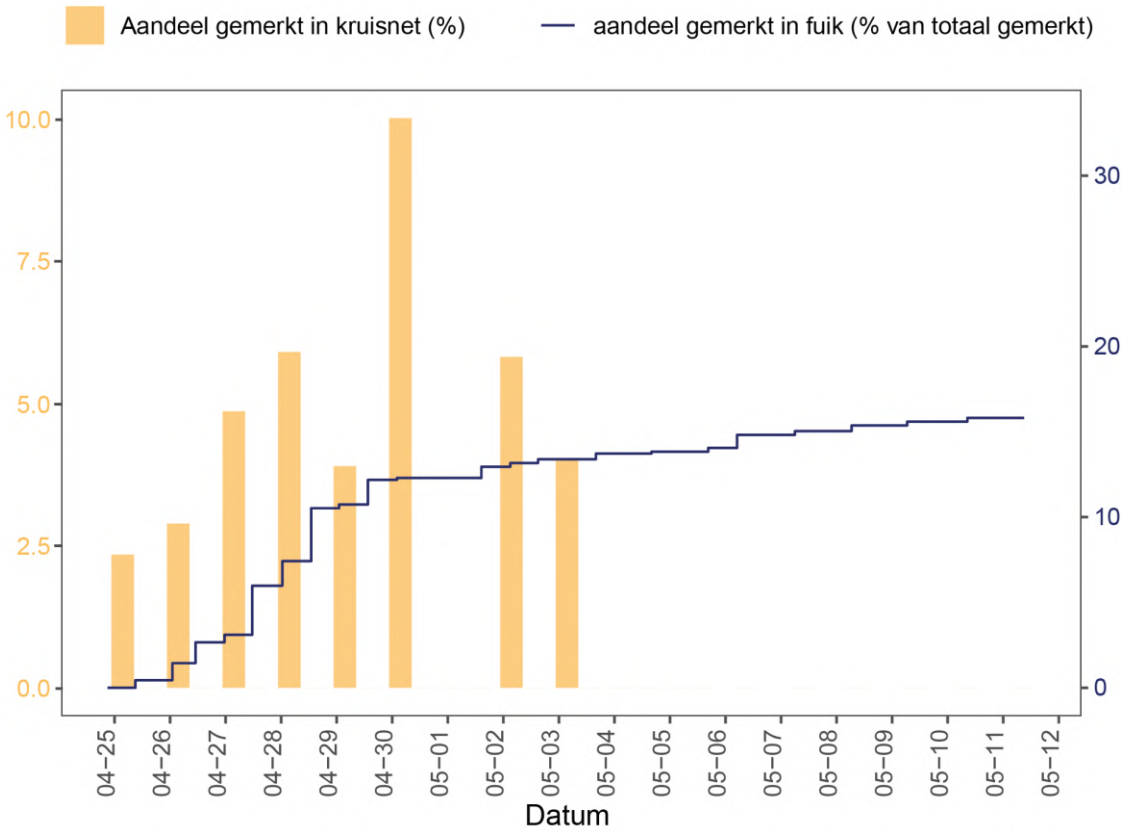
Het verloop van de doortrek en het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde zoals weergegeven in Figuur 5.6 in combinatie met een doortrekpercentage van 45,2% in 18 dagen laat zien dat de lokkende werking van de migratievoorziening gedurende een langere periode intact blijft en glasalen de vismigratievoorziening weten te passeren, maar dat dit gebeurt over een langere periode. Dit geeft aan dat ondanks dat glasaal actief op de lokstroom van de vispassage afkomt en blijft komen, dagelijks slechts een deel hiervan daadwerkelijk passeert naar het achterland.



Figuur 5.6: Cumulatief aandeel (percentage van totaal gemerkt) gemerkte glasalen dat succesvol de vismigratievoorziening is gepasseerd (blauw) en het aandeel (percentage van totaalvangst) gemerkte glasalen in de kruisnetvangst aan de voorzijde van gemaal Loohoek (geel).

In de periode van 18 dagen zijn in totaal 19.316 ongemerkte glasalen en 413 gemerkte glasalen de vismigratievoorziening gepasseerd (Tabel 5.1). Uitgaande van de populatieschattingen waren er 's avonds gemiddeld 21.764 glasalen aanwezig aan de zeezijde van de vismigratievoorziening. Over de periode van 18 dagen zijn is er dus een vergelijkbaar aantal glasalen gepasseerd als er gemiddeld op een avond aanwezig waren.

Wanneer we het verloop van het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening bij gemaal Prommelsluis vergelijken met het cumulatieve percentage gemerkte glasalen dat de migratievoorziening is gepasseerd, dan zien we een ander beeld dan bij gemaal Loohoek (Figuur 5.7). In tegenstelling tot gemaal Loohoek zien we hier juist eerst een toename van het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde van vismigratievoorziening, terwijl het aandeel gemerkte glasalen dat is gepasseerd slechts beperkt toeneemt. Dit beeld geeft een indicatie van ophoping, waarbij het aandeel gemerkte dieren in eerste instantie toeneemt omdat het aantal gemerkte dieren in het water de eerste drie dagen (dagen waarop gemerkt is) toeneemt en vervolgens omdat deze gemerkte glasalen zich voor de uitstroom van de vismigratievoorziening concentreren. De doortrekpercentages zijn echter beperkt en de toename hiervan vlakt al vrij snel af. Gemerkte glasalen worden echter nog geruime tijd aan de voorzijde van de vismigratievoorziening terug gevangen met het kruisnet. Op 7 mei werd er 12 dagen na het merken een groen gemerkte glasaal teruggevangen in een fijnmazige fuik achter de vispassage bij gemaal Ouderkerk. Dit is op 13 km afstand zwemmen van Prommelsluis waar deze glasaal oorspronkelijk werd gemerkt.



Figuur 5.7: Cumulatief aandeel (percentage van totaal gemerkt) gemerkte glasalen dat succesvol de vismigratievoorziening is gepasseerd (blauw) en het aandeel (percentage van totaalvangst) gemerkte glasalen in de kruisnetvangst aan de voorzijde van gemaal Prommelsluis (geel).

Het verloop van de doortrek en het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde zoals weergegeven in Figuur 5.7 in combinatie met een doortrekpercentage van 15,8% in 16 dagen laat zien dat de lokkende werking van de migratievoorziening gedurende een langere periode intact blijft en glasalen de vismigratievoorziening weten te passeren, maar dat dit gebeurt over een langere periode en in beperkte mate. Dit geeft aan dat ondanks dat glasaal actief op de lokstroom van de vispassage afkomt en blijft komen, dagelijks slechts een beperkt deel hiervan daadwerkelijk passeert naar het achterland. Op 7 mei werd door de beroepsvisser een groen gemerkte glasaal gevangen in een fijnmazige fuik achter de vispassage bij gemaal Ouwerkerk. Deze glasaal heeft minstens 13 km afgelegd vanaf gemaal Prommelsluis waar deze oorspronkelijk werd gemerkt. In de periode van 16 dagen zijn in totaal 2.980 ongemerkte glasalen en 143 gemerkte glasalen de vismigratievoorziening gepasseerd (Tabel 5.1). Uitgaande van de populatieschattingen waren er ’s avonds gemiddeld 16.832 glasalen aanwezig aan de zeezijde van de vismigratievoorziening. Over de periode van 16 dagen is er dus minder dan een vijfde van het aantal glasalen gepasseerd dan er gemiddeld op een avond aanwezig waren. Het aandeel gemerkte glasalen in de kruisnetvangsten komt overeen met het aandeel gemerkte glasalen in de doortrekmetingen (fijnmazige fuik) wat aangeeft dat de gepasseerde vissen representatief zijn voor het aanbod aan de voorzijde (Bijlage 6).

5.2.2 Driedoornige stekelbaars

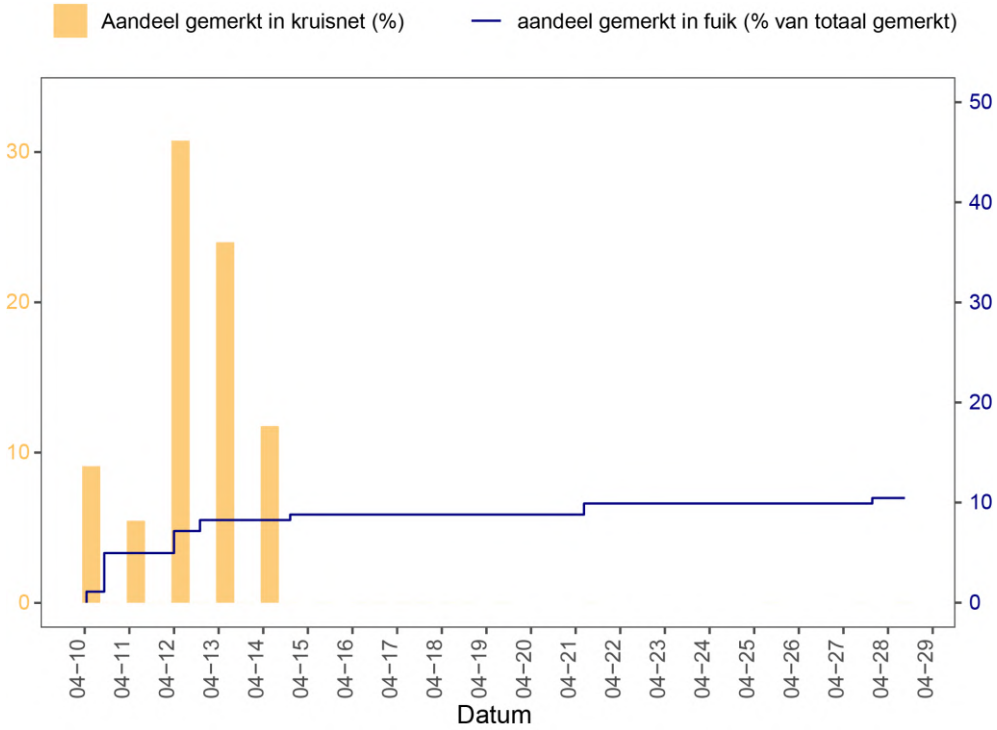
Wanneer we het verloop van het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen aan de voorzijde van de vismigratievoorziening bij gemaal Loohoek en Prommelsluis vergelijken met het cumulatieve percentage gemerkte driedoornige stekelbaarzen dat de migratievoorzieningen is

gepasseerd, dan zien we dat het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen aan de voorzijde in eerste instantie toeneemt gedurende de eerste drie dagen en gedurende dag 4 en dag 5 afneemt tot nul (Figuur 5.8 en 5.9). Het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen dat de migratievoorzieningen passeert is gepasseerd neemt bij Loohoek het sterkst toe in de eerste drie tot vier dagen. Vervolgens neemt dit aandeel nog maar zeer beperkt toe. Bij Prommelsluis is echter nog een stijging te zien van het aandeel dat de vispassage is gepasseerd nadat er geen gemerkte stekelbaarzen meer worden teruggevangen aan de voorzijde. Bij beide vismigratievoorzieningen zijn de doortrekpercentages beperkt. Opvallend is dat de verblijftijd van gemerkte driedoornige stekelbaarzen aan de zeezijde ook beperkt is.

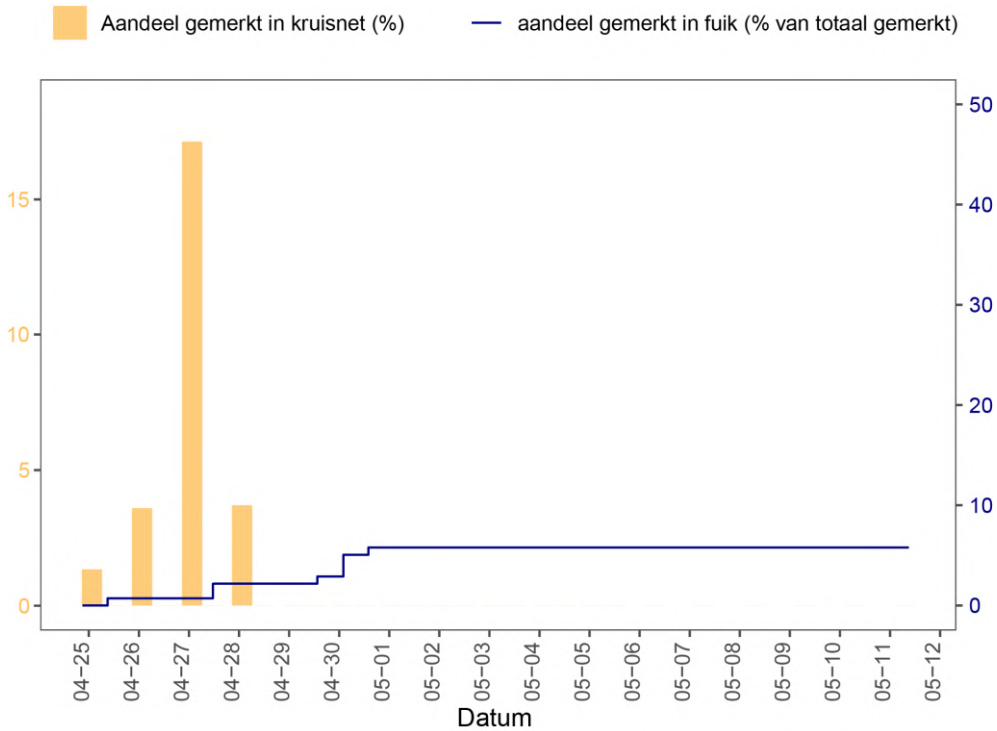
Locatie	Driedoornige Stekelbaars	Rood	Groen	Oranje	Totaal
Loohoek	gemerkt	50	7	125	182
	gepasseerd	9	1	9	19
	percentage gepasseerd	18.0%	14.3%	7.2%	**10.4%**
	totaal gepasseerd (gemerkt + ongemerkt)				**380**
Prommelsluis	gemerkt	40	40	58	138
	gepasseerd	2	2	4	8
	percentage gepasseerd	5.0%	5.0%	6.9%	**5.8%**
	totaal gepasseerd (gemerkt + ongemerkt)				**582**

Tabel 5.2: Succesvol door vismigratievoorziening gepasseerde driedoornige stekelbaarzen. Gebaseerd op vangst van gemerkte en ongemerkte individuen in fijnmazige fuik polderzijde gemaal over een periode van 18 dagen (Loohoek) en 16 dagen (Prommelsluis).

Bij Prommelsluis komt het afnemen van gemerkte driedoornige stekelbaars aan de voorzijde en in de fuikvangsten goed overeen met het gelijktijdig afnemen van ongemerkte individuen. Een aandeel van de driedoornige stekelbaarzen is vermoedelijk naar elders gemigreerd. Bij Loohoek worden er echter na dag 5 nog wel driedoornige stekelbaarzen met redelijke aantallen gevangen aan de voorzijde en in de fuik. Ook hier is vermoedelijk een deel naar elders gemigreerd. De lage aantallen gemerkte driedoornige stekelbaarzen en het scholingsgedrag heeft de kans op terugvangst echter ook beïnvloed. Het verloop van de doortrek en het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen aan de voorzijde bij Loohoek zoals weergegeven in Figuur 5.8 in combinatie met een doortrekpercentage van 10,4% in 18 dagen, waarvan ongeveer 8 procent al in de eerste 4 dagen passeert, laat zien dat driedoornige stekelbaarzen niet langdurig aangetrokken blijven tot de vismigratievoorziening, maar dat driedoornige stekelbaarzen de vismigratievoorziening wel weten te passeren. Dit gebeurt in beperkte mate en over een beperkte periode van een week. Het verloop van de doortrek en het aandeel driedoornige stekelbaarzen aan de voorzijde zoals weergegeven in Figuur 5.9 in combinatie met het bereiken van het totale doortrekpercentage van 5,8% in 6 dagen laten ook voor Prommelsluis zien dat driedoornige stekelbaarzen niet langdurig blijven aangetrokken tot de vismigratievoorziening, maar dat deze de vismigratievoorziening wel beperkt weten te passeren binnen een beperkte periode van een week. Het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de kruisnetvangsten komt voor Prommelsluis overeen met het aandeel gemerkte vissen in de doortrekmetingen (fijnmazige fuik) wat aangeeft dat de gepasseerde vissen representatief zijn voor het aanbod aan de voorzijde (Bijlage 6). Voor driedoornige stekelbaars was bij Loohoek het gemerkte aandeel in de fuik hoger dan in de kruisnetvangsten, mogelijk als gevolg van de lage aantallen gemerkte driedoornige stekelbaarzen en de invloed van het scholingsgedrag op de vangkans (met kruisnet) van deze soort.



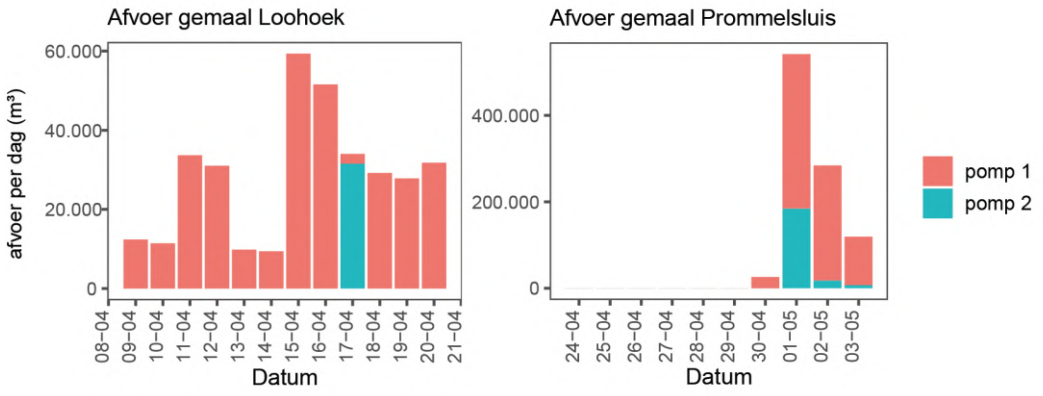
Figuur 5.8: Cumulatief aandeel (percentage van totaal gemerkt) gemerkte driedoornige stekelbaarzen dat succesvol de vismigratievoorziening is gepasseerd (blauw) en het aandeel (percentage van totaalvangst) gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de kruisnetvangst aan de voorzijde van gemaal Loohoek (geel).



Figuur 5.9: Cumulatief aandeel (percentage van totaal gemerkt) gemerkte driedoornige stekelbaarzen dat succesvol de vismigratievoorziening is gepasseerd (blauw) en het aandeel (percentage van totaalvangst) gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de kruisnetvangst aan de voorzijde van gemaal Prommelsluis (geel).

5.3 Invloed spuiregime op verblijftijd glasaal en driedoornige stekelbaars

Afvoer vanuit de gemalen Loohoek en Prommelsluis 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 5.10.



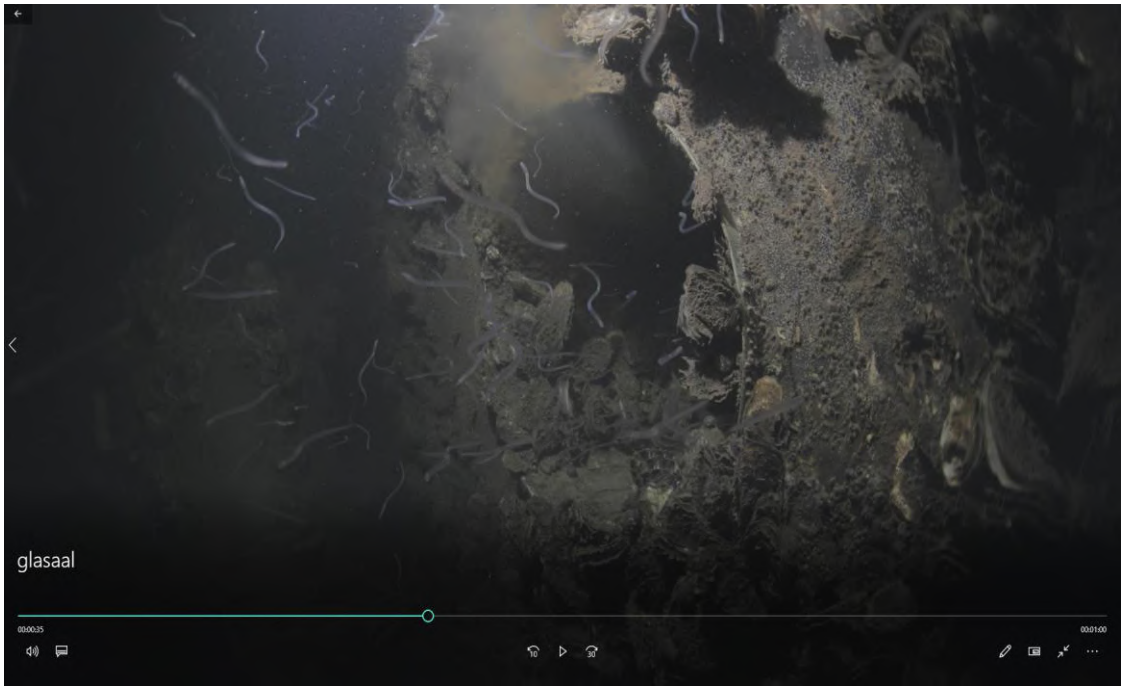
Figuur 5.10: Afvoer van gemalen Loohoek en Prommelsluis, apart weergegeven voor pomp 1 en pomp 2 en bij elkaar opgeteld per dag, in m³ per kwartier.

Bij gemaal Loohoek is er gedurende de gehele meetperiode sprake van afvoer. Er is geen duidelijke relatie zichtbaar tussen het aandeel gemerkte glasalen (Figuur 5.6) en de hoeveelheid afvoer. Mogelijk heeft de hogere afvoer vanaf 15 april wel bijgedragen aan de abrupte afname van het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen op 15 april (Figuur 5.8). Bij gemaal Prommelsluis werd er niet gespuid tot er op 1 mei een grote piek in afvoer zichtbaar is. Er viel zo veel regen dat er veel gespuid moest worden om overtollig water kwijt te raken. Hierdoor konden de metingen met kruisnet geen doorgang vinden op deze dag. Er is geen mogelijke invloed zichtbaar op het aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen bij gemaal Prommelsluis. Dit aandeel was op 29 april al afgenomen tot nul (Figuur 5.9). De curve van het cumulatieve doortrek percentage vlakt wel volledig af na 1 mei voor driedoornige stekelbaars. De curve van het cumulatief doortrek percentage van glasaal zwakt ook voor glasaal af vanaf 1 mei (Figuur 5.7). Het aandeel gemerkte glasalen aan de voorzijde blijft echter wel op niveau op 2 en 3 mei (3 mei laatste meting kruisnet). De aanwezigheid van deze potentiële doortrekkers is maar beperkt terug te zien in daadwerkelijke doortrek, af te leiden uit het beperkte herstel van de stijging van de cumulatieve doortrek percentage (Figuur 5.7). 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 Loohoek

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Loohoek zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij er constant een hoog aanbod is van glasaal aan de zeezijde en vissen effectief naar de uitstroom van de vismigratievoorziening worden aangetrokken. Daarnaast laten doortrekpercentages (45,2% voor glasaal en 10,4% voor driedoornige stekelbaars) en doortrektijden zien dat de vismigratievoorziening een substantieel aandeel van de aanwezige glasaal laat passeren binnen een aanzienlijke tijd (18 dagen). De data laat echter ook zien dat glasaal en driedoornige stekelbaars gefragmenteerd passeert en dagen aanwezig kan zijn alvorens gebruik te maken van de vismigratievoorziening. Motivatie van individuen tot migreren speelt hierbij uiteraard een rol. Het laat echter ook zien dat dit kunstwerk nog steeds een knelpunt vormt. Aanvullend op het merk-terugvangst experiment is ook het gedrag van glasaal en driedoornige stekelbaars bij de uitstroom van het gemaal en de uitstroom van de vismigratievoorziening onderzocht met een onderwatercamera. De sterke aantrekkingskracht van de lokstroom van de vismigratievoorziening zichtbaar in de kruisnetdata, wordt bevestigd door de videobeelden. Hierop is een duidelijke concentratie van glasaal en driedoornige stekelbaars bij de uitstroombuis te zien. De beelden geven ook een goed beeld hoe de lokstroom fysiek de buis uitstroomt (Figuur 5.11). Een naar verhouding dunne laag zoeter polderwater stroomt bovenop het zoute water met relatief hoge snelheid naar buiten. Een dikkere laag zout water stroomt gelijktijdig aan de onderzijde van de buis richting de verzamelbak. Door het niet mengen van zoet en zout water lijkt de beoogde constante netto uitstroom van 0,1 m/s hier niet te heersen. Op de beelden is zichtbaar hoe het merendeel van de glasalen bij de ingang van de buis de zoete lokstroom proberen te volgen, maar deze te sterk blijkt om tegenin te zwemmen. Het gevolg is een concentratie van actief naar beneden zwemmende glasaal vlak boven de buis, waar de zoete lokstroom langs de betonnen wand omhoog stroomt. De glasalen die daadwerkelijk de buis ingaan doen dit via de zoute instromende laag onderin de buis. Door het natuurlijke gedrag om bij een zoete uitstroom tegen de stroomrichting in te zwemmen, werden de glasalen in deze instromende laag achterwaarts richting de verzamelbak getransporteerd. Driedoornige stekelbaars kan echter wel op eigen kracht de buis in-, maar ook weer uitzwemmen. Het slecht mengen van het zoete en zoute water wat aangevoerd wordt door de twee tegengestelde visveilige pompen heeft niet alleen invloed op de lokstroom, maar mogelijk ook op de omstandigheden in de verzamelbak. In de verzamelbak bevindt het zoete water zich ook in de bovenste waterlaag. Hierdoor zal glasaal zich vermoedelijk concentreren in het bovenste deel van de waterkolom. De inlaat van de visvriendelijke pomp richting de polder, welke migratie moet faciliteren, bevindt zich echter onderin de verzamelbak. Hierdoor staat deze altijd voldoende onderwater onafhankelijk van het getij. Het is nu voornamelijk glasaal die naar verloop van tijd in de zoute instroom naar de verzamelbak terecht komt en vervolgens na verloop van tijd bij de zoute instroom onderin de verzamelbak terecht komt die zal migreren. Migratie naar de verzamelbak en naar de hevel zijn nu meer gebaseerd op kans dan op rechtstreekse gerichte migratie.



Figuur 5.11: Still uit de RAVON Youtube video over het evalueren van vispassages middels merk-terugvangst onderzoek waarop de troebele zoete uitstroom uit de vismigratievoorziening bij Loohoek duidelijk zichtbaar is.

5.4.2 Prommelsluis

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Prommelsluis zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij er constant een hoog aanbod is van glasaal aan de zeezijde en vissen effectief naar de uitstroom van de vismigratievoorziening worden aangetrokken. Doortrekpercentages (15,8% voor glasaal en 5,8% voor driedoornige stekelbaars) en doortrektijden laten echter zien dat de vismigratievoorziening maar een beperkt aandeel van de aanwezige glasaal laat passeren binnen een aanzienlijke tijd (16 dagen). Glasaal en driedoornige stekelbaars passeren gefragmenteerd en kunnen nog dagen aanwezig zijn alvorens ze al dan niet gebruik te maken van de vismigratievoorziening. Deze data laat ook zien dat dit kunstwerk nog steeds een knelpunt vormt. Vanwege het troebele water kon bij Prommelsluis geen aanvullend onderzoek worden uitgevoerd met een onderwatercamera. We kunnen wel een aantal factoren aanwijzen die mogelijk invloed hebben op de beperkte passage van glasaal en driedoornige stekelbaars gedurende de meetperiode. De verzamelbak van de passage wordt periodiek afgesloten en vervolgens geleegd onder vrij verval. De vismigratievoorziening was gedurende het onderzoek ingesteld zoals gebruikelijk en kende een cyclus van 45 minuten. Er wordt aangenomen dat er gedurende deze periode ophoping optreedt van glasaal en driedoornige stekelbaars in de verzamelbak en de passage zodoende effectief werkt. Mogelijk treed er echter geen ophoping op in de verzamelbak en blijven driedoornige stekelbaarzen en driedoornige stekelbaarzen gedurende de 45 minuten zoeken naar een doorgang en zwemmen ze de verzamelbak ook weer uit. Ook aannemelijk is dat er ophoping optreedt voor de uitstroombuis welke de verzamelbak en de zeezijde verbind. Of de lokstroom zacht genoeg is voor glasaal om effectief tegenin te zwemmen en de beoogde uitstroom van 0,1 m/s heerst is niet gemeten. Wanneer er geen sterke ophoping optreedt gedurende deze 45 minuten, dan zou een kortere cyclus effectiever zijn. Een andere oorzaak voor het beperkte gebruik van de vismigratievoorziening kan liggen aan de complicaties die zijn ontstaan tijdens de aanleg van de vismigratievoorziening en specifiek bij het plaatsen van de vrij verval buis.

Deze heeft hierdoor een kurkentrekker-vormige wenteling gemaakt waardoor deze niet in een rechte lijn door de dijk loopt. Dit heeft, samen met het feit dat de verzamelbak niet volledig geleegd wordt, tot gevolg dat het geloosde water inclusief vissen niet volledig de polder bereikt. 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.

6 Conclusies & aanbevelingen

6.1 Loohoek

- Goede lokkende werking vismigratievoorziening
- Constant relatief hoog aanbod glasaal (gemiddeld 21.764 glasalen aanwezig)
- Substantieel aandeel glasalen passeert succesvol (45,2% in 18 dagen)
- Glasalen en driedoornige stekelbaarzen passeren gefragmenteerd en over langere periode (grotendeels binnen dagen, klein aandeel binnen weken)
- Uitstroombuis vormt knelpunt voor gerichte migratie
- Verzamelbak onderzoeken als potentieel knelpunt

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Loohoek zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij er constant een hoog aanbod is van glasaal aan de zeezijde en vissen effectief naar de uitstroom van de vismigratievoorziening worden aangetrokken. Daarnaast laten doortrekpercentages en doortrektijden zien dat de vismigratievoorziening een substantieel aandeel van de aanwezige glasaal laat passeren binnen een aanzienlijke tijd (18 dagen). De data laat echter ook zien dat glasalen en driedoornige stekelbaarzen gefragmenteerd passeren en dagen aanwezig kunnen zijn alvorens gebruik te maken van de vismigratievoorziening.
Er zijn ook mogelijke knelpunten van de vismigratievoorziening beschreven. Mogelijk kunnen eenvoudige aanpassingen deze knelpunten opheffen of mitigeren. Migratie door de uitstroombuis naar de verzamelbak kan worden verbeterd door meer rekening te houden met het slecht mengen van water met verschillende zoutgehaltes en met het natuurlijke trekgedrag van glasaal en driedoornige stekelbaars. Er wordt aangeraden om bij de aanleg van toekomstige passages van dit type een ander type uitstroombuis toe te passen waarbij het oppervlak waarover het zoete water uitstroomt wordt vergroot en daarmee de uitstroomsnelheid afneemt. Ook zou door het aanbrengen van structuren zoals borstels of ribbels over de gehele lengte van de uitstroombuis (met name bovenin) het water beter gemengd kunnen worden of minstens de uistroomsnelheid worden getemperd. Structuren zoals borstels zouden ook als ‘stepping stones’ kunnen dienen voor naar binnen migrerende glasaal. In 2019 wordt bij gemaal De Noord een vergelijkbare passage gerealiseerd. Op basis van de resultaten uit deze studie is hier voor een vierkante buis gekozen waardoor de uistroomsnelheid van de zoete laag afneemt en glasaal meer rechtstreeks kan migreren (Figuur 6.1). De plaatsing van de ingang van de hevel naar de polder in de verzamelbak kan mogelijk beter. Deze zit nu in de onderste waterlaag terwijl glasaal zich vermoedelijk in de bovenste zoete waterlaag concentreert. Het onderzoeken van het gedrag van glasaal en driedoornige stekelbaars in de verzamelbak strekt tot aanbeveling.



Figuur 6.1: Vierkante uitstroomkoker voor de in 2019 te realiseren vismigratievoorziening bij gemaal De Noord.

6.2 Prommelsluis

- Goede lokkende werking vismigratievoorziening
- Constant hoog relatief aanbod glasaal (gemiddeld 16.832 glasalen aanwezig)
- Beperkt aandeel glasalen passeert succesvol (15,8% in 16 dagen)
- Glasalen en driedoornige stekelbaarzen passeren gefragmenteerd en over langere periode (grotendeels binnen dagen, klein aandeel binnen weken)
- Onderzoeken mogelijke obstructie vrijverval leiding
- Optimaliseren lozingscyclus
- Onderzoeken verzamelbak als potentieel knelpunt

De resultaten laten een goede lokkende werking van de vismigratievoorziening bij Prommelsluis zien voor zowel glasaal als driedoornige stekelbaars, waarbij er constant een hoog aanbod is van glasaal aan de zeezijde en vissen effectief naar de uitstroom van de vismigratievoorziening worden aangetrokken. Doortrekpercentages en doortrektijden laten echter zien dat de vismigratievoorziening maar een beperkt aandeel van de aanwezige glasaal laat passeren binnen een aanzienlijke tijd. Glasaal en driedoornige stekelbaars passeren gefragmenteerd en kunnen nog dagen aanwezig zijn alvorens ze al dan niet gebruik te maken van de vismigratievoorziening. Ook voor Prommelsluis zijn mogelijke knelpunten van de vismigratievoorziening beschreven. Mogelijk kunnen eenvoudige aanpassingen deze knelpunten opheffen of mitigeren.
Mogelijk kan het aanpassen van de lozingscyclus vismigratie bij Prommelsluis verbeteren. De eerste stap zou het onderzoeken van de aantallen en het gedrag van glasaal en driedoornige stekelbaars in de verzamelbak zijn. Wanneer hier gedurende 45 minuten geen grote ophoping

van driedoornige stekelbaars en glasaal optreedt, de huidige instelling van de lozingscyclus, zou de cyclus kunnen worden aangepast. Het verkorten van de cyclus kan effectiever zijn wanneer ophoping echt niet optreedt, maar een langere cyclus kan mogelijk ook een sterkere ophoping faciliteren. Een experimentele opzet waarbij verschillende tijdsduren van lozingscycli worden getest, helpt om tot een optimale cyclus te komen en strekt tot de aanbevelingen. Naast het onderzoeken van de verzamelbak is het aan te raden om de uitstroomsnelheid te meten om te weten of glasaal de verzamelbak wel effectief kan bereiken. Deze kan zo nodig worden aangepast. Mogelijke obstructie van water in de vrijverval leiding als gevolg van complicaties tijdens de aanleg, kan worden onderzocht. Mogelijke obstructie kan namelijk grote gevolgen hebben voor effectieve migratie richting het achterland.

7 Dankwoord

Het uitvoeren de “Passagecheck” voor de gemalen Loohoek en Prommelsluis 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.

André van de Straat, Aline Mulder, Bart Boomstra, Dirk Fluijt, Harry Coenders, Jisk van den Ende, Mark Ploegaert, Mark Van Schilt, Niek Romijn, Roel Berende, Sander Schoonen, Thomas Baartmans, heel veel dank!

Beroepsvissers Peter Kooistra en Gerrie van den Hoek controleerden ieder hoog tij 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.

Klein-Breteler, J.G.F., 1993. Intrekmogelijkheden voor glasaal in Zeeuwse wateren. Rapport 93-01, OVB, Nieuwegein.

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

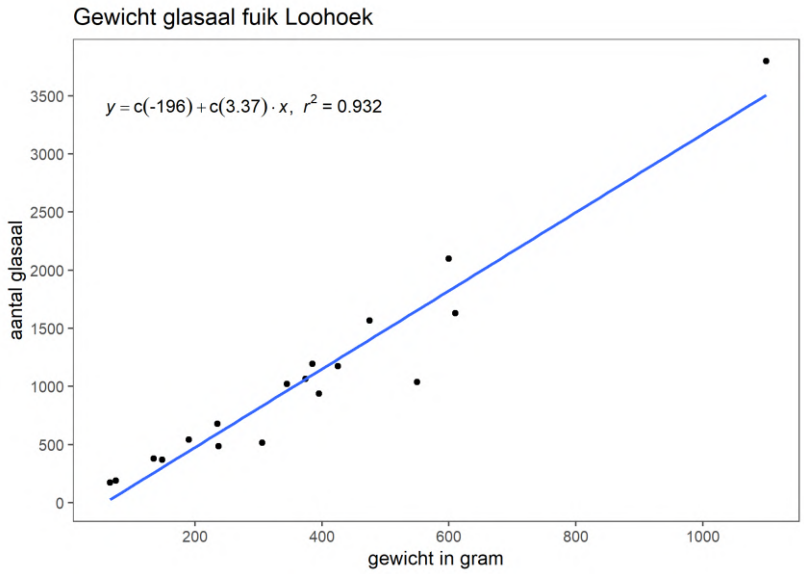
Projectgroep Samen voor de Aal, 2017. Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zeeland datarapportage 2017. Projectnummer 2017.051. Stichting RAVON, Nijmegen.

Wingerden, M. 2017. Vangstregistratie doortrekmetingen vismigratievoorzieningen 2015-2017. Waterschap Scheldestromen.

Wingerden, M. Vangstregistraties aalgoten. Interne documenten. Waterschap Scheldestromen.

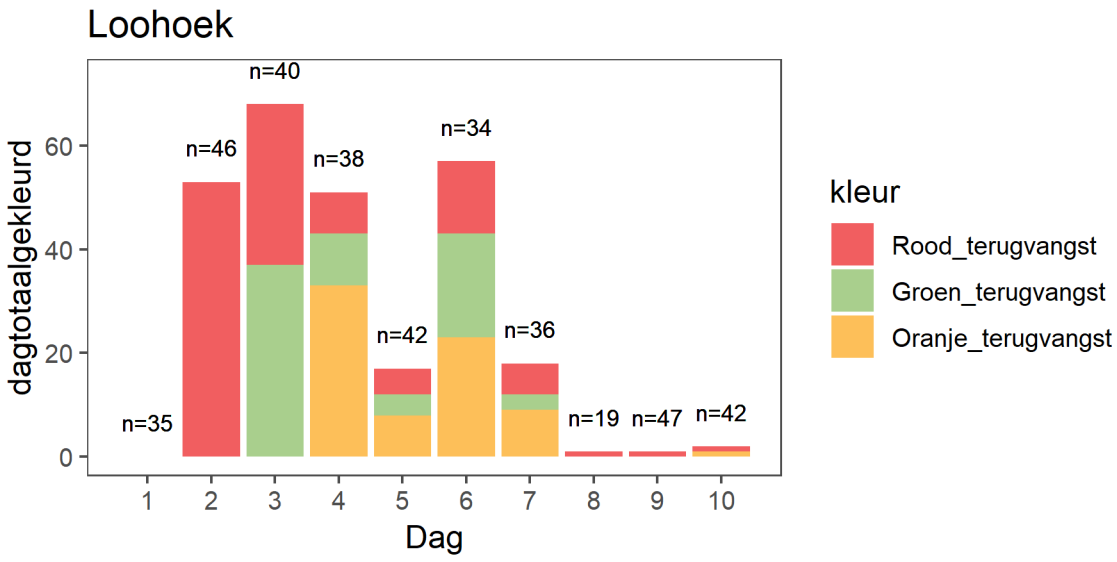
Winter, H.V., T.P. Bult & J.A. van Willigen, 2007. Glasaalintrek in gebied Waterschap Zeeuwse Eilanden. Rapport: C025/07. Wageningen IMARES, IJmuiden.

Bijlage 1

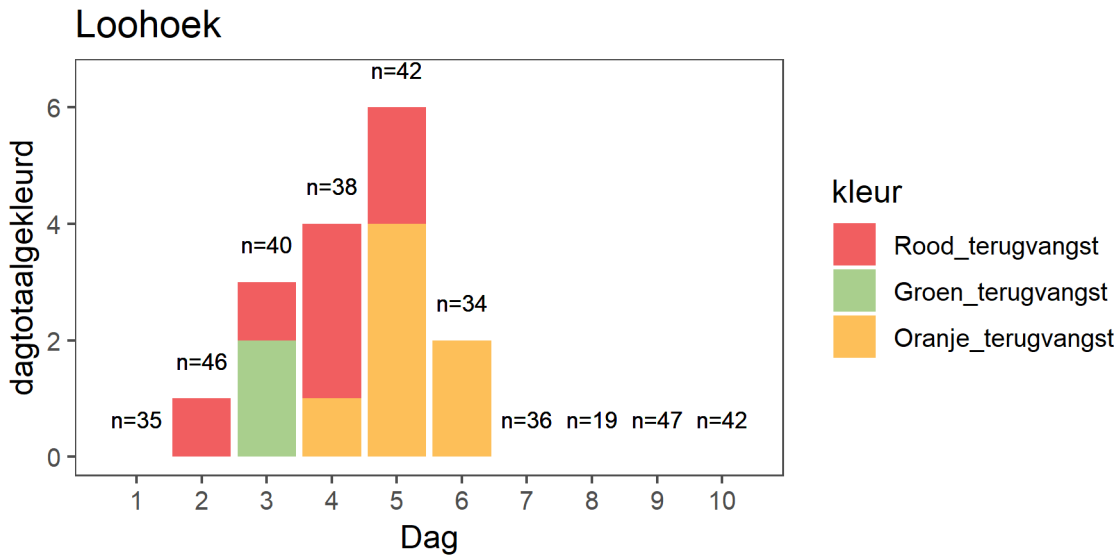


Bijlage 1: gewicht van glasalen gevangen in de fuik uitgezet tegen het aantal gevangen glasalen in de fuik.

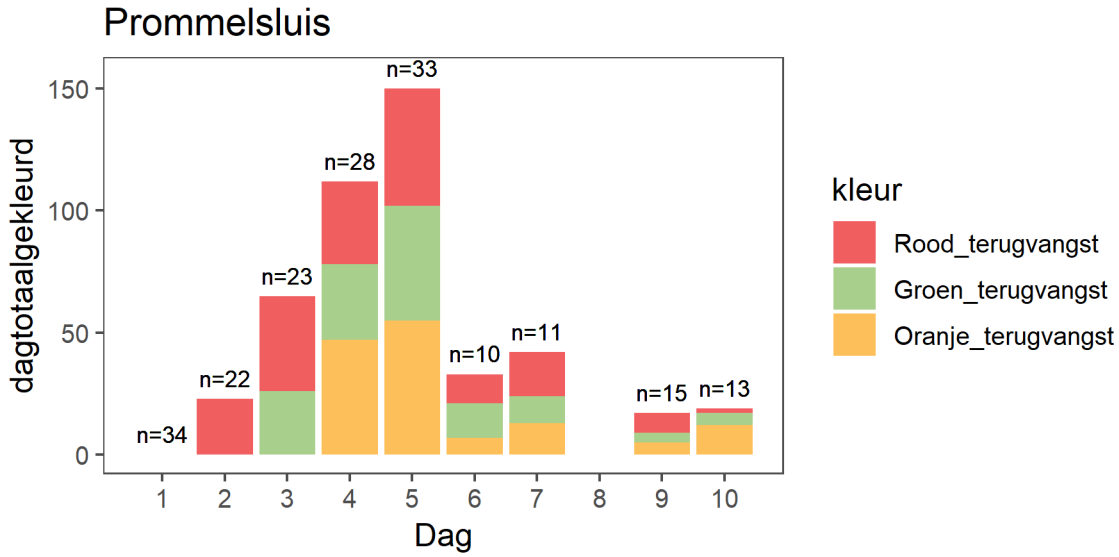
Bijlage 2



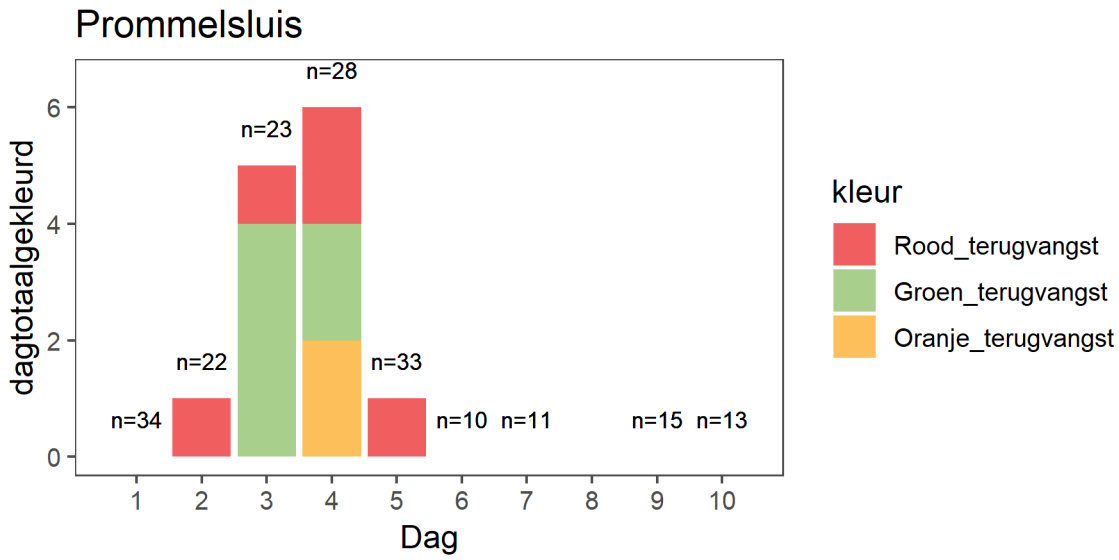
Bijlage 2.1: Totaal per dag met kruisnet teruggevangen gemerkte glasalen (n=aantal trekken) bij gemaal Loohoek, waarbij het aandeel van de verschillende batches (rood, groen en oranje) is weergegeven.



Bijlage 2.2: Totaal per dag met kruisnet teruggevangen gemerkte driedoornige stekelbaarzen (n=aantal trekken) bij gemaal Loohoek, waarbij het aandeel van de verschillende batches (rood, groen en oranje) is weergegeven.



Bijlage 2.3: Totaal per dag met kruisnet teruggevangen gemerkte glasalen (n=aantal trekken) bij gemaal Prommelsluis, waarbij het aandeel van de verschillende batches (rood, groen en oranje) is weergegeven.



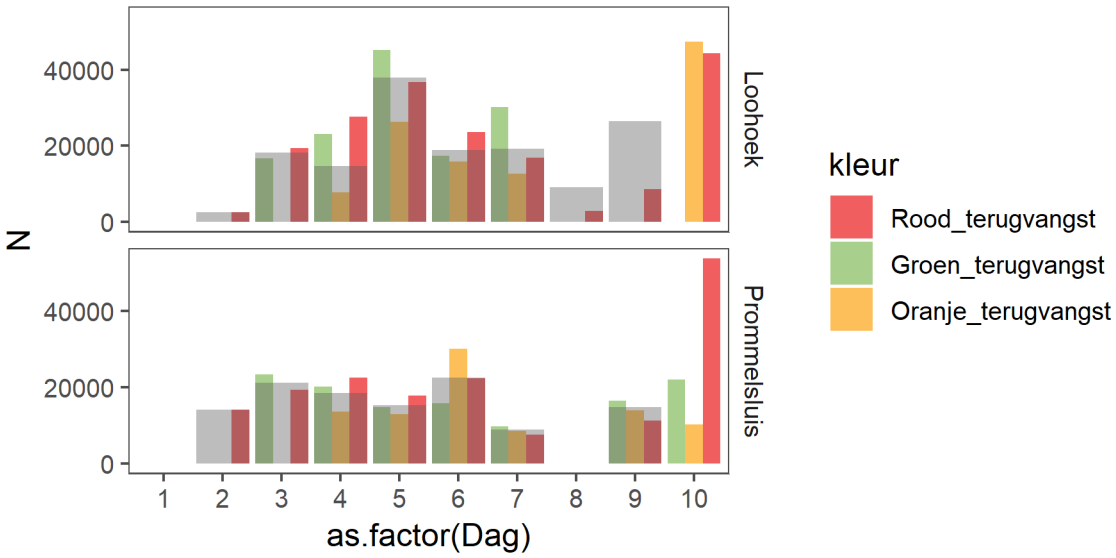
Bijlage 2.4: Totaal per dag met kruisnet teruggevangen gemerkte driedoornige stekelbaarzen (n=aantal trekken) bij gemaal Prommelsluis, waarbij het aandeel van de verschillende batches (rood, groen en oranje) is weergegeven.

Bijlage 3

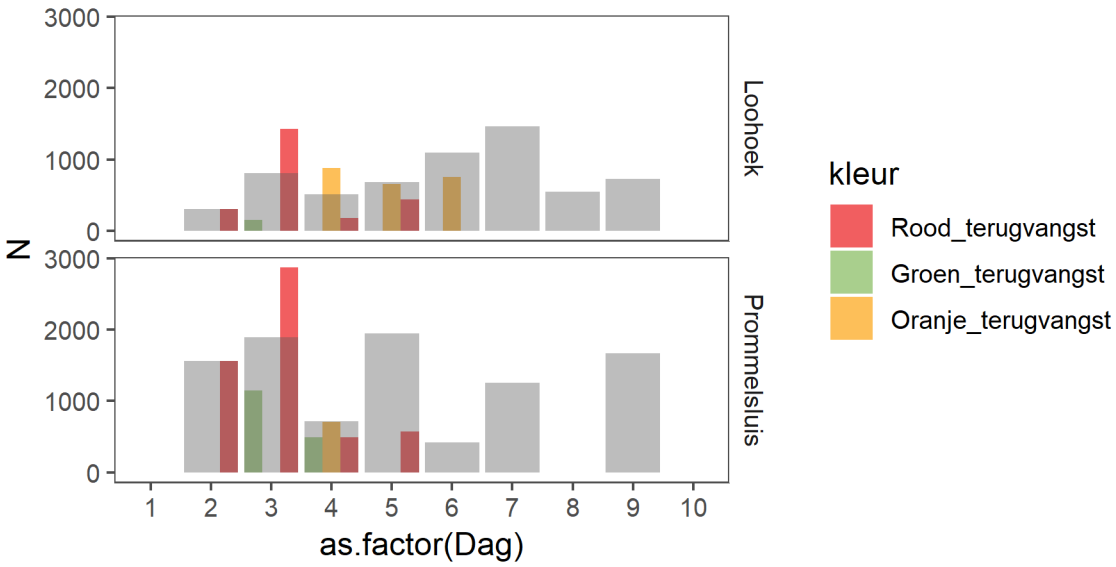
Bijlage 3: populatieschattingen voor glasaal en driedoornige stekelbaars weergegeven per dag voor locaties Loohoek en Prommelsluis. SD: standaarddeviatie.

Locatie	Dag	Glasaal (N)	SD	Driedoorn (N)	SD
Loohoek	2	2582	40	306	91
Loohoek	3	18139	240	812	151
Loohoek	4	14729	261	512	68
Loohoek	5	37880	1950	680	71
Loohoek	6	18879	302	1098	249
Loohoek	7	19194	927	1464	683
Loohoek	8	9140	2887	549	224
Loohoek	9	26506	8672	732	316
Prommelsluis	2	14049	535	1558	500
Prommelsluis	3	21214	295	1890	254
Prommelsluis	4	18444	148	715	78
Prommelsluis	5	15223	89	1946	621
Prommelsluis	6	22545	619	417	170
Prommelsluis	7	8840	186	1251	588
Prommelsluis	9	14731	744	1668	796

Bijlage 4



Bijlage 4.1: Populatieschattingen voor glasaal voor locaties Loohoek en Prommesluis, waarbij de schattingen per kleurbatch zijn berekend en weergegeven. De grijze balken geven de populatieschattingen weer wanneer de drie gekleurde batches samen worden gebruikt om de populatieschatting te berekenen.



Bijlage 4.2: Populatieschattingen voor driedoornige stekelbaars voor locaties Loohoek en Prommesluis, waarbij de schattingen per kleurbatch zijn berekend en weergegeven. De grijze balken geven de populatieschattingen weer wanneer de drie gekleurde batches samen worden gebruikt om de populatieschatting te berekenen.

Bijlage 5

Statistische achtergrond bij lokale aantrekkingskracht lokstroom vismigratievoorzieningen bij gemalen Loohoek en Prommelsluis:

Loohoek glasaal: Shapiro-Wilk normality test data: d. W = 0.90503, p-value = 0.2486

Paired t-test
data: totaal_per_trek by Positie
t = 2.9796, df = 9, p-value = 0.01546
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval: 3.209283, 23.447328
sample estimates: mean of the differences 13.32831

Prommelsluis glasaal: Shapiro-Wilk normality test data: d. W = 0.86219, p-value = 0.1968

Paired t-test
data: totaal_per_trek by Positie
t = -2.7566, df = 5, p-value = 0.04
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval: -71.866628, -2.509221
sample estimates: mean of the differences -37.18792

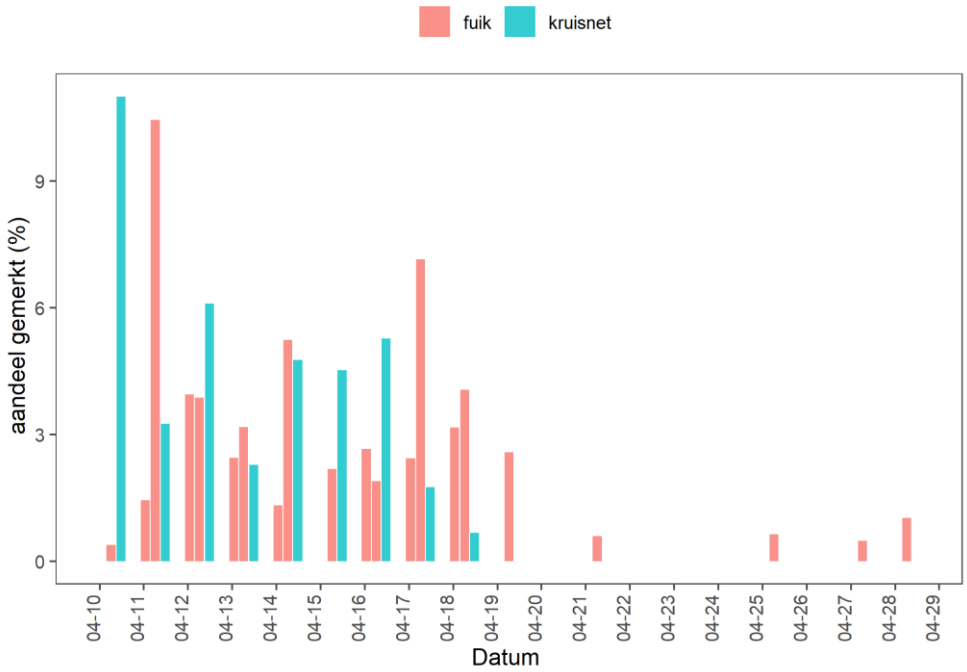
Driedoorn Loohoek: Prommelsluis glasaal: Shapiro-Wilk normality test. data: d. W = 0.74127, p-value = 0.002794

Wilcoxon signed rank test
data: totaal_per_trek by Positie
V = 51, p-value = 0.01367
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

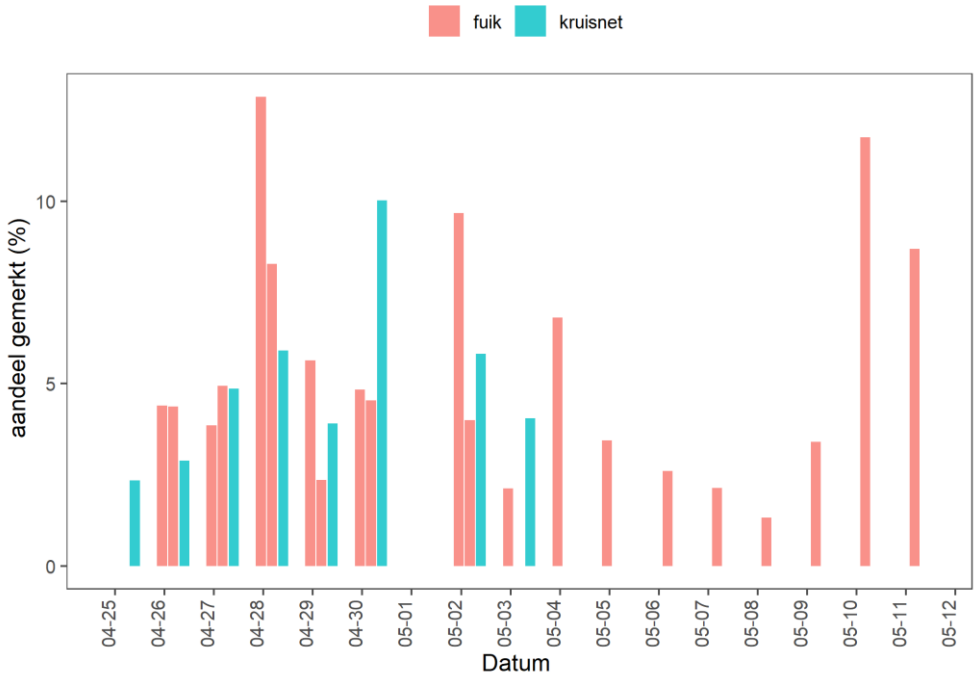
Driedoorn Prommelsluis: Shapiro-Wilk normality test. data: d. W = 0.85, p-value = 0.1574

Wilcoxon signed rank test
data: totaal_per_trek by Positie
V = 7, p-value = 0.5625
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

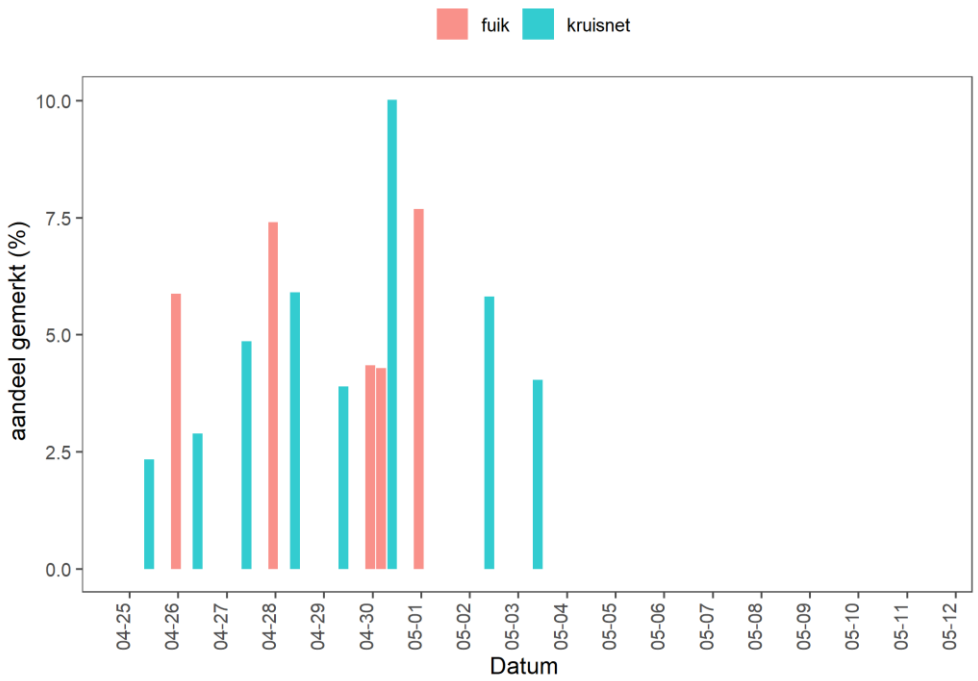
Bijlage 6



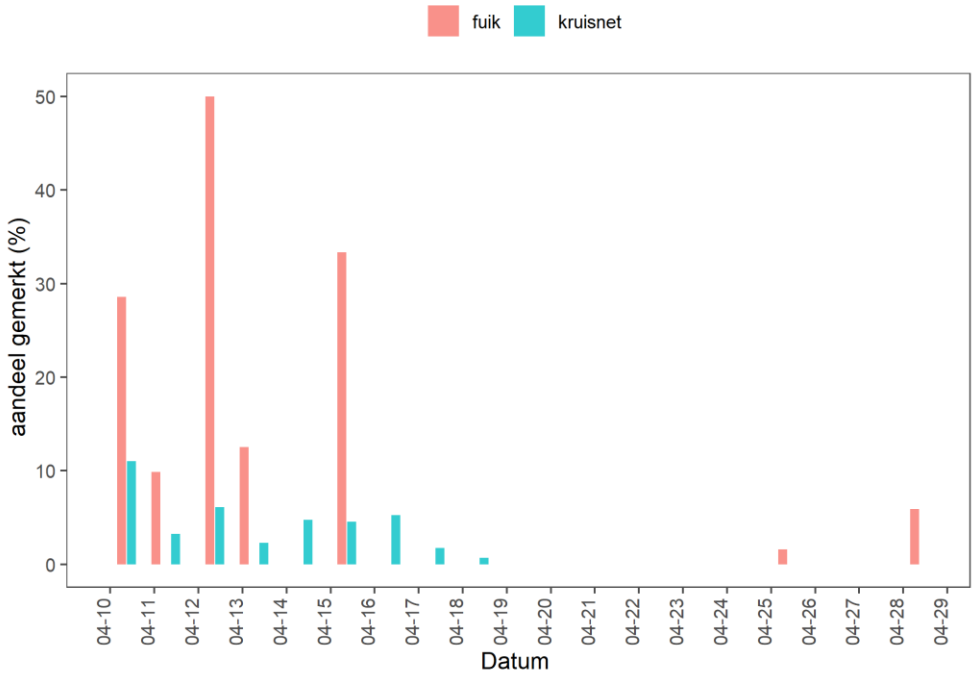
Bijlage 6.1: Verhouding tussen aandeel gemerkte glasalen in de vangst met kruisnetten aan de voorzijde van gemaal Loohoek en het aandeel gemerkte glasalen in de vangst in de fuik (doortrek).



Bijlage 6.2: Verhouding tussen aandeel gemerkte glasalen in de vangst met kruisnetten aan de voorzijde van gemaal Prommelsluis en het aandeel gemerkte glasalen in de vangst in de fuik (doortrek).



Bijlage 6.3: Verhouding tussen aandeel gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de vangst met kruisnetten aan de voorzijde van gemaal Loohoek en het aandeel gemerkte glasalen in de vangst in de fuik (doortrek).



Bijlage 6.4: Verhouding tussen aandeel gemerkte glasalen in de vangst met kruisnetten aan de voorzijde van gemaal Prommelsluis en het aandeel gemerkte glasalen in de vangst in de fuik (doortrek).

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

