

Ruim Baan voor Vissen 1 – Resultaten kruisnetmonitoring Waddenkust

Resultaten kruisnetmonitoring meerdere locaties langs de Waddenkust (2016 – 2020)





Colofon

Project Ruim Baan voor Vissen 1
Auteur(s) Ir. J.B.J. Huisman, ing. P. Schollema & Dr L.A.J. Nagelkerke
Datum December 2020
Pagina's 33

Ir. J.B.J. Huisman
Fish Migration Research Group
Applied Research Centre - Van Hall Larenstein
Agora 1
8934 CJ Leeuwarden
fishmigration@hvhl.nl

Ing. P.P. Schollema
Waterschap Hunze en Aa's
Aquapark 5 Veendam
Postbus 195
9640 AD Veendam
p.schollema@hunzeenaas.nl

Dr. LA.J. Nagelkerke
Wageningen University, Aquaculture & Fisheries Group
De Elst 1
P.O. Box 338,
6700 AH Wageningen
The Netherlands
l.nagelkerke@wur.nl

Foto omslag: Kruisnetmonitoring Spijksterpompen

Deze publicatie moet geciteerd worden als:

Huisman J., Schollema P. & Nagelkerke L.A.J. (2020). Ruim Baan voor Vissen 1 – Resultaten kruisnetmonitoring Waddenkust. Applied Research Centre – Van Hall Larenstein in opdracht van projectgroep Ruim Baan voor Vissen 1. Leeuwarden.

Project	Projectleider	Status
<i>Ruim Baan voor Vissen 1 WF 7902080072</i>	<i>Jeroen Huisman</i>	<i>Definitief</i>

© Van Hall Larenstein

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyrighthouder. Van Hall Larenstein is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Van Hall Larenstein.



Inhoud

Voorwoord	6
1 Inleiding	7
1.1 Inleiding	7
1.2 Ruim Baan voor Vissen 1 (RBVV 1)	7
2 Doel en onderzochte locaties	8
2.1 Doel van het onderzoek	8
2.2 Onderzoekslocaties	9
2.3 Locatie Nieuw Statenzijl	10
3 Methode en data verwerking	11
3.1 Kruisnet monitoring	11
3.2 Datavalidatie en databeschrijving	12
4 Overzicht resultaten	14
4.1 Soorten per locatie	14
4.2 Totale aantallen stekelbaars en glasaal per locatie	15
4.3 Aantallen per samples	16
5 Seizoen en temperatuur	17
5.1 Aantal stekelbaars en glasaal per seizoen	17
5.2 Temperatuur en vangkans driedoornige stekelbaars en glasaal	18
5.3 Trend glasaal te Nieuw Statenzijl	19
5.4 Vergelijking met data uit de vrijwilligersmonitoring	20
6 Effect getijde en daglichtfase	22
6.1 Stekelbaars en glasaal in het getijde	22
6.2 Stekelbaars en glasaal in relatie tot dagfase	24
7 Generieke patronen	26
7.1 Temperatuur	26
7.2 Getijde	26
7.3 Daglichtfase	27

8	Conclusie en aanbevelingen	28
8.1	Getijde en de vangsten van glasaal en stekelbaars	28
8.2	Dagfase en de vangsten aan stekelbaars en glasaal	28
8.3	Temperatuur	28
8.4	Glasaal trends en monitoringsmethoden	29
8.5	Aanbevelingen	29
I.	Bijlage 1 Overzicht vangstsamenstelling per locatie (relatieve aandeel) voor stekelbaars (rood), glasaal (blauw) en spiering (groen) in verhouding tot andere gevangen soorten (wit)	31
II.	Bijlage 2 Glasaal en stekelbaars in relatie tot temperatuur per locatie jaar combinatie	32
III.	Bijlage 3 Literatuurlijst	33

Voorwoord

Er is relatief weinig bekend over de onderliggende mechanismen die het aanbod van de verschillende vissoorten bij de vele kleinere zoet-zout overgangen aan de Waddenzeekust beïnvloeden. De beperkte kennis die er bestaat is mede gegenereerd als onderdeel van het vismigratie onderzoek binnen waddenfondsproject Ruim Baan voor Vissen 1 (Huisman, 2017). Middels dit onderzoek is meer kennis inzake visgedrag en vispassages gegenereerd. Het voorliggende rapport is voor een groot deel gebaseerd op de onderzoeken die in het kader van RBVV1 zijn uitgevoerd. Daarnaast is aanvullend gebruik gemaakt van de monitoringsdata te Nieuwe Statenzijl die verzameld is door Van Hall Larenstein en het Waterschap Hunze en Aa's. Deze onderzoeken zijn uitgevoerd om meer kennis te verzamelen over de migratie van stekelbaars, glasaal en bot. Naast de medewerkers van waterschappen en het Van Hall Larenstein zijn er ook een groot aantal studenten betrokken geweest bij de uitvoering van de monitoring. In weer en wind hebben zij intensieve inventarisaties uitgevoerd bij de kleinere zoet-zout overgangen en daarbij een grote hoeveelheid data verzameld en uitgewerkt in studentenrapporten. Onze speciale dank gaat uit naar deze grote groep studenten! Gezien de grote hoeveelheid verzamelde gegevens langs de waddenkust en met name Nieuw Statenzijl gedurende de periode 2016 - 2020 is een analyse en synthese van deze data op zijn plaats. Hierbij wordt specifiek aandacht besteed aan mechanismen als timing in het getij, dag/nacht ritmes en natuurlijke variaties in visaanbod door de jaren heen. Mocht u nadere informatie willen hebben omtrent het project dan kunt u contact opnemen met de deelnemende waterschappen en/of het Van Hall Larenstein.

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door:



1 Inleiding

1.1 Inleiding

De Waddenkust is van oorsprong een divers gebied met getijde, zandbanken, diepe geulen, kreken, kwelders en estuaria (Lotze & Reise, 2005). Dit landschap is in de afgelopen duizend tot tweeduizend jaar ingrijpend veranderd. Sinds de middeleeuwen zijn steeds grotere delen van dit kwelder- en krekenslandschap ingepolderd ten behoeve van de landbouw en om veilig te kunnen wonen. De waterschappen hebben vele sluizen, stuwen en gemalen gebouwd die de afwatering van de verschillende gebieden en polders verzorgen. Deze stuwen, gemalen en sluizen vormen een hindernis voor vissen en met name estuariene en/of diadrome vissen (Kemp & O'hanley, 2010). Diadrome vissen zoals driedoornige stekelbaars, spiering en paling zijn een belangrijk onderdeel van het voedselweb in estuariene gebieden. Deze soorten zijn voor hun voortbestaan afhankelijk van een goede verbinding tussen zee en binnenwateren en daarom zijn migratievoorzieningen van groot belang. Mede daarom hebben de waterschappen het project Ruim Baan voor Vissen 1 opgezet.

1.2 Ruim Baan voor Vissen 1 (RBVV 1)

Het project 'Ruim Baan voor Vissen' beoogt vismigratie tussen zoet en zout te herstellen en is opgezet door vier initiatiefnemers: het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Wetterskip Fryslân, Waterschap Noorderzijlvest en Waterschap Hunze & Aa's. In het project zijn op 11 locaties vismigratievoorzieningen aangelegd. Daarnaast bevatte het project een monitoringsprogramma. Nadien is op een aantal locaties de monitoring voortgezet. Te Nieuw Statenzijl is op initiatief van het VHL en het Hunze en Aa's tot en met 2020 gemonitord. Na 2016 is door het Van Hall Larenstein de monitoring van Roptazijl en Zwarte Haan ook nog in 2017 voortgezet. De monitoring van Nieuw Statenzijl wordt ook de komende jaren nog binnen het project Ruim Baan voor Vissen 2 voortgezet. Dit rapport is onderdeel van het onderzoek "Werking vispassages (Oz25) binnen het project Ruim Baan voor Vissen 1 (hierna RBVV).

2 Doel en onderzochte locaties

2.1 Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek was betref het achterhalen van patronen in het aanbod van vis op de verschillende locaties en of deze worden beïnvloed door bijvoorbeeld dagfase of getijde. Uit eerdere onderzoeken (2014 – 2016) in RBVV1 is gebleken dat met name getijde is een belangrijke stuurvariabele kan zijn voor getijdevispassages. Indien vissen voornamelijk vlak voor hoog water aankomen is het bijvoorbeeld van belang dat de vispassage (figuur 2-1) in dit tijdvak functioneert. De onderzoeken van de monitoringsjaren 2017 – 2020 te Roptazijl, Zwarte Haan en Nieuwe Statenzijl zijn per locatie en per jaar gerapporteerd maar nog niet in een overkoepelende rapportage.



Figuur 2-1 Vispassage Spijksterpompen bij laag water in geopende toestand.

Daarnaast kunnen er nog andere belangrijke stuurvariabelen of factoren zijn. Seizoen, dag-nacht en temperatuur van invloed kunnen zijn op het aanbod van vis per locatie en het tijdstip c.q. periode in het jaar. Indien mogelijk wordt ook bekeken of aard en ligging van de onderzochte locaties van invloed is op de vangsten. In dit rapport wordt het volgende beschreven:

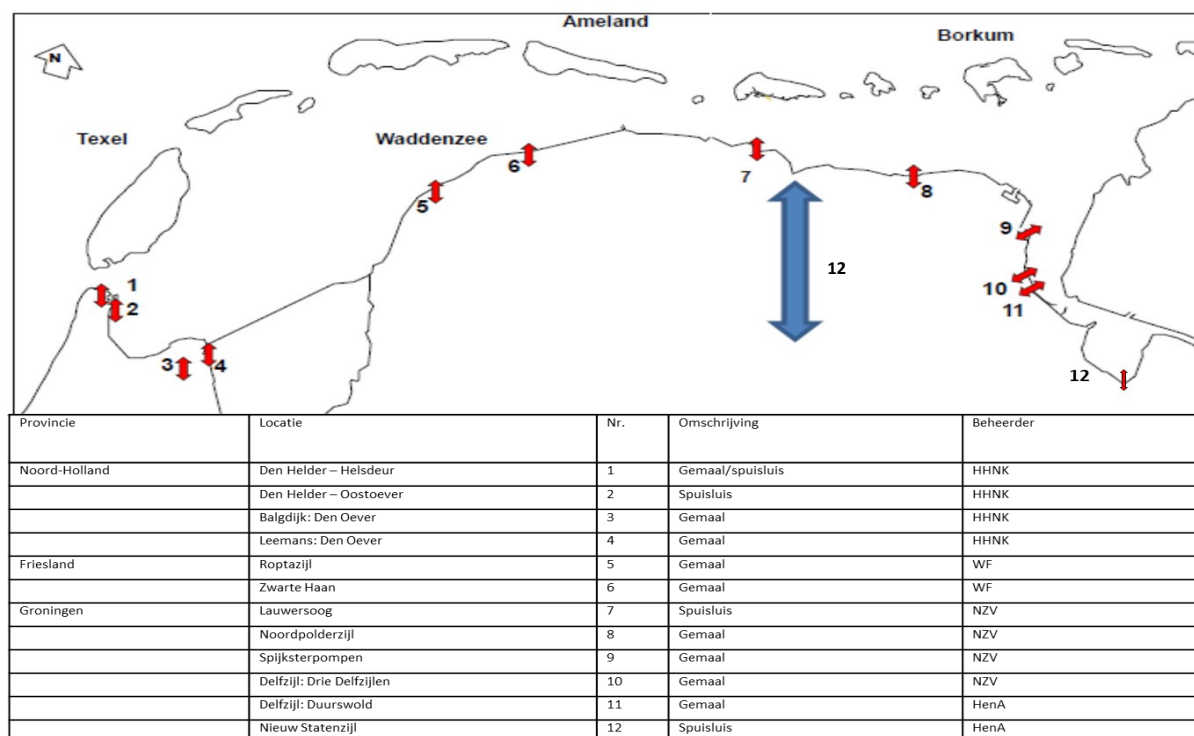
1. De soorten en aantallen diadrome vissen die per locatie in de kruisnetmonitoring zijn aangetroffen
2. Relatie tussen getijde timing van aankomst van glasaal en stekelbaars op basis kruisnetdata
3. Beschrijving dag-nacht ritmiek van stekelbaars en glasaal
4. Voor de locatie Nieuw Statenzijl:
 - Relatie tussen het aantal stekelbaars en glasaal in de kruisnetdata en locaties en/of jaren
 - Beschrijving relatie tussen de metingen van laag water naar hoog water en de trendmeting van WMR (grafieken van kruisnetmetingen en metingen WMR locaties)

2.2 Onderzoeklocaties

Op negen verschillende locaties (tabel 2-1) is in 2016 middels kruisnetten de aanwezigheid van vis voor de vispassages onderzocht. De verschillende locaties kunnen op vele wijzen gekarakteriseerd (ligging, diepte, stroming, etc) worden. De locatie specifieke ligging (oostelijke/westelijke Waddenzee of Eems-Dollard) en aard van de locatie (bijvoorbeeld sluis of gemaal) kunnen de aanwezigheid van vis beïnvloeden. Voor een nadere omschrijving van de onderzoekslocaties verwijzen we u naar een eerdere rapportage in het kader van RBVV1 (Huisman, 2017). De Cleveringhsluizen te Lauwersoog zijn met een afwijkende meetmethode gemonitord. De resultaten van dit onderzoek zullen kort worden besproken maar niet verder in de analyse meegenomen.

Tabel 2-1 Locaties en jaren kruisnetmonitoring Ruim Baan voor Vissen

Locatie	Waterschap	Monitoringsjaren	Aard en ligging
Roptazijl	Wetterskip Fryslân	2016, 2017	Klein gemaal aan het Wad
Zwarte Haan	Wetterskip Fryslân	2016,2017	Klein gemaal aan het Wad
Lauwersoog	Noorderzijvest	2016	Zeer grote afwaterende zeesluis
Noordpolderzijl	Noorderzijvest	2016	Klein gemaal aan het Wad
Spijksterpompen	Noorderzijvest	2016	Klein gemaal aan het Wad
Drie Delfzijlen	Noorderzijvest	2016	Haven Delfzijl
Duurswold	Hunze en Aa's	2016	Haven Delfzijl
Termunterzijl	Hunze en Aa's	2018	Haven Termunterzijl / Eems-Dollardestuarium
Nieuwe Statenzijl	Hunze en Aa's	2017,2018,2019,2020	Eems-Dollard estuarium



Figuur 2 Overzichtskartaal monitoringslocaties

2.3 Locatie Nieuw Statenzijl

De locatie Nieuw Statenzijl is meerdere jaren uitgebreid gemonitord. Deze locatie wordt derhalve uitvoeriger beschreven om de data en resultaten beter te kunnen duiden. Nieuw Statenzijl is een sluizencomplex welke zorgdraagt voor de afwatering van de Westerwoldse Aa en de achterliggende beek de Ruiten Aa. Het sluizencomplex bestaat uit 4 afwateringskokers en een scheepvaartsluis (zie figuur 2-2). Het complex kent twee vispassages, een aalgoot welke is uitgerust met sproeiers om glasaal aan te lokken, alsmede kattenluiken in de meest oostelijke sluisdeur. De kattenluiken gaan rondom gelijk water automatisch open en dicht. De standaard monitoringslocatie met het kruisnet ligt naast de meest westelijke sluisdeur. In de mude (mude = afwaterende wadgeul voor een gemaal of sluis) voor de sluis van Nieuw Statenzijl is bij laag water nauwelijks water aanwezig en deze wordt met opkomend tij weer gevuld. Afhankelijk van het getijde staat er bij eb vlak voor de sluizen ca. 1 a 1,5 m water.



Figuur 2-3 Sluiscomplex Nieuw Statenzijl met op de voorgrond de aalgoot

3 Methode en data verwerking

3.1 Kruisnet monitoring

Er is evenals in voorgaande jaren in 2017 - 2020 met opkomend getijde (van laag tot hoog water) met kruisnetten (1 x 1 meter, maaswijdte 1mm) gemonitord aan de zeezijde (zie figuur 3-1) . Het kruisnet is iedere 5 tot 10 minuten opgehaald, waarna de vangsten worden geteld en op soort gedetermineerd. Er is per locatie circa 6-8 uur per dag gemonitord (van LW naar HW). Het kruisnet bemonstert selectief de dichtheid van vis in het getijde en geeft daarmee een indruk van het visaanbod door het getij heen. Door meerdere dagen per week met een kruisnet te monitoren van laag naar hoog water kan een goed inzicht kan worden verkregen in de variatie in het aanbod in het getijde in de trekperiode (Wintermans G.J.M & Jager, 2001).

Per locatie is circa 8 - 16 dagen met behulp van kruisnetten gemonitord. Om de relatie tussen het getijde en het aanbod nader te bestuderen zijn de kruisnetvangsten omgezet in uurblokken voor hoog water. Bij een theoretisch getijde zijn er dus ca. 7 - 6 uurblokken voor hoog water. Dit is echter sterk afhankelijk van de locatie en de overheersende windrichtingen. Voor iedere locatie is per jaar een Excel-file beschikbaar met daarin alle visdata. Deze ongevalideerde files zijn voorafgaand aan de analyse nader onderzocht en gevalideerd



Figuur 3-1 Monitoring met kruisnet te Spijksterpompen

3.2 Datavalidatie en databeschrijving

In 2016 zijn 6 locaties onderzocht. De locaties zijn Roptazijl en Zwarte Haan zijn in 2017 opnieuw bemonsterd. De locatie Nieuw Statenzijl is in 2016 niet onderzocht maar is in 2017 tot en met 2020 elk voorjaar onderzocht. De locatie Termunterzijl is in 2018 onderzocht. Het aantal samples per jaar loopt sterk uiteen van 299 in 2016 in Noordpolderzijl tot 1076 samples te Nieuw Statenzijl in 2019 (zie figuur 3-3). In 2019 is te Nieuw Statenzijl langer door gemonitord om aanbod van platvis (met name bot) nader te bepalen. Er is daarom grofweg twee maal zo lang gemonitord dan bij de andere locaties. Te Noordpolderzijl is in 2016 gebaggerd. Uit twee monitoringrondes is gebleken dat er geen vis werd gevangen tijdens de baggerwerkzaamheden. Daarom is gedurende de baggerwerkzaamheden de monitoring gestaakt. Bij de Cleveringhsluizen te Lauwersoog is in 2016 ook gemonitord, deze monitoring was afgestemd op het vismigratievriendelijk sluisbeheer van de sluisdeuren. Na het sluiten van de deuren is ca. 5 x gesampled met een kruisnet om de aanwezigheid van larvale vis in de waterkolom te bemonsteren. Deze data is niet bruikbaar voor de analyse per locatie inclusief andere variabelen als temperatuur, dag-nacht fase of getijde en daarom niet verder meegenomen in de analyse en weergave in dit rapport.

Alle data files per locatie zijn nader geanalyseerd. Elke datafile bevatte veelal aantallen (n) per vissoort, waterstandsdata (m NAP) (Bron: Wetterskip Fryslân), de turbiditeit in Formazin Nephelometric Unit (FNU), watertemperatuur (C) en saliniteit in micro Siemens per centimeter (mS/cm). Op een aantal locaties is op meerdere sample locaties gesampled. Deze “extra” sampling voorzag in andere kennisbehoeften. Zo is bijvoorbeeld indicatief gekeken naar de aanwezigheid van glasaal en stekelbaars voor de scheepvaartsluis te Nieuw Statenzijl. In dit rapport wordt alleen de standaardmonitoringslocatie per locatie in de analyse meegenomen.

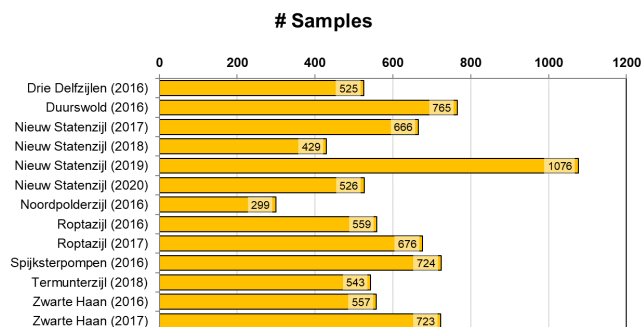
Het aantal individuen per soort (totale vangst) per kruisnetsample is de gebruikte variabele voor de uitvoering van de data-analyse. Niet alle bemonsteringsdata beschikt over de vangst variabele uitgedrukt in aantal individuen. Voor de driedoornige stekelbaars en glasaal waren hoge vangsten uitgedrukt per litermaat, aangezien het bij hoge aantallen niet mogelijk was om alle individuen te tellen. Om deze data (uitgedrukt in n aantallen) te kunnen analyseren, is de litermaat vangstdata omgezet naar het aantal individuen (stekelbaars en glasaal) door het aantal ml om te rekenen naar n individuen. Voor stekelbaars is de volgende formule aangehouden ($x \text{ ml} * 350 \text{ 3D per L}$) en voor glasaal is de volgende formule ($x * \text{ml} * 3000 \text{ glasaal per L}$).

Kleinere en juveniele vis is moeilijk te determineren in het veld. Soms zijn deze wel op familienaam te brengen, zo is bijvoorbeeld veel jonge sprout of haring genoteerd als Clupidae. De determinering tot op soort van sprout en haring is bij zeer kleine vis (<5cm) lastig voor ongetrainde monitorders. De notering als sprout en haring moet dus met enige voorzichtigheid betracht worden. Soms is ook bot (of andere platvis) genoteerd als Pleuronectiformes spp. (platvis) (figuur 3-2).



Figuur 3-2 Juveniele platvis

Sommige vissen bleken zo klein dat ze niet of soort te brengen waren, deze zijn genoteerd als “overig” in de databases. Regelmatig zijn er ook kleine harders aangetroffen (veelal <5cm). Deze zijn niet op soort gebracht maar genoteerd als Mugilidae spp. Ook zeenaalden zijn niet op soort gebracht maar als Syngnathidae spp. genoteerd.



Figuur 3-3 Aantal samples per locatie en jaar

Tevens zijn aan de individuele samples “day”, “night”, “dusk” and “dawn” toegevoegd om de relatie tussen dag fase en het aanbod te bepalen. Veruit de meeste samples zijn genomen bij daglicht, maar er zijn genoeg samples genomen in de nacht, dan wel schemering om hierop een nadere analyse uit te voeren. Op een aantal locaties is geen watertemperatuur gemeten, deze data is niet meegenomen in de analyse van de temperatuur versus kruisnetmonitoring. In meerdere databases ontbrak de uurbloknotering, deze is op basis van geregistreerde waterstanden handmatig toegevoegd. Bij twee databases bleken datum en tijd te ontbreken. Deze zijn na enig zoekwerk terug gevonden in de originele databases.

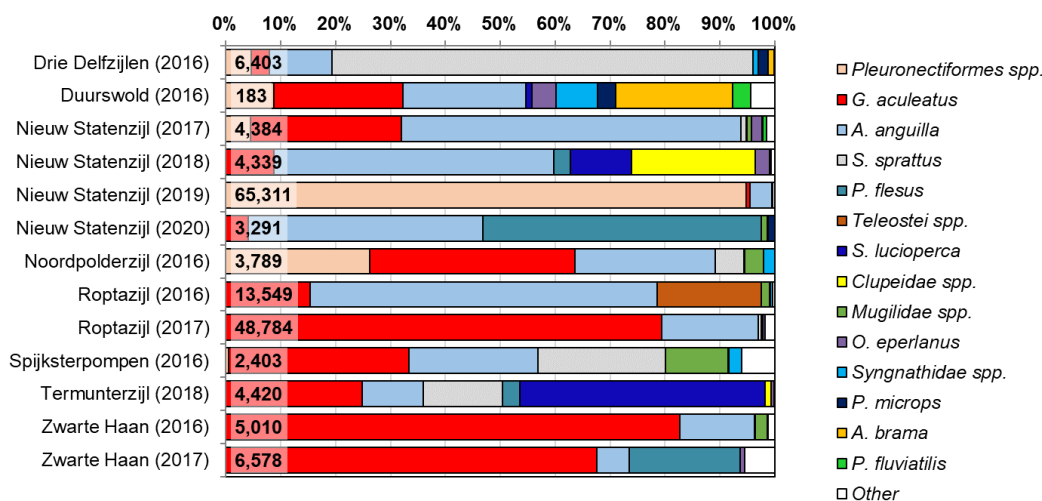
Uit nadere beschouwing van de data is gebleken dat sommige monitoringsdagen incompleet waren, deze data is verwijderd uit de database. Tevens is gebleken dat er ook monitoringsdagen zijn geweest waarbij het gemaal aan het malen ging of de sluis open ging, ook deze monitoringsdagen zijn uit de data verwijderd. Uit de dataverkenning is gebleken dat op bijna alle locaties de meeste data tussen dag 80 (medio maart) en dag 120 (begin mei) zijn verzameld. Om de vergelijkbaarheid te waarborgen is de uiteindelijke analyses en de vergelijkbaarheid van de data daarvan de data afgeknot op deze datum-tijd reeks en is in de meeste analyses gebruik gemaakt van de data welke tussen dag 80 en 120 is verzameld.

Om meer generieke patronen te ontdekken is de aanwezige data gepooled (tezamen genomen). Hiervoor zijn de dagen 80-120, de uurblokken 1-6 en de temperaturen van 8-12 °C genomen van Roptazijl (2016 en 2017), Zwarte Haan (2016 en 2017), Spijksterpompen (2016), Drie Delfzijen (2016), Duurswold (2016) en Nieuw Statenzijl (2017 en 2019). Ter standaardisatie tussen locaties en jaren zijn de aantallen per trek gedeeld door de geometrische gemiddelden per soort van de niet-0 vangsten per locatie en jaar. Na afloop is er een Kruskal-Wallis test uitgevoerd met *post hoc* paarsgewijze toetsen.

4 Overzicht resultaten

4.1 Soorten per locatie

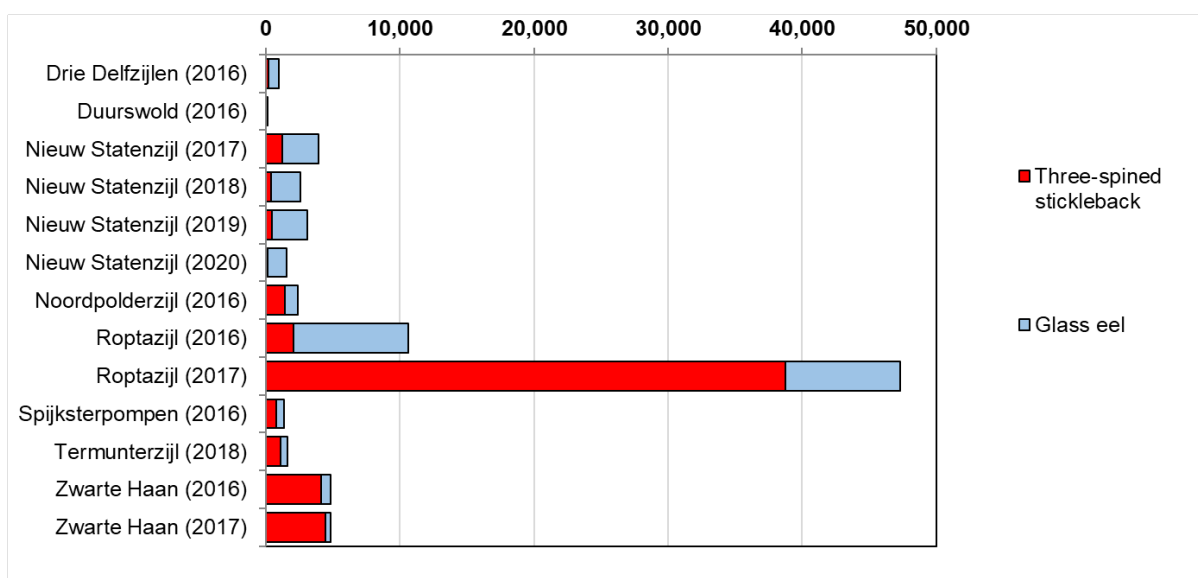
De soortensamenstelling en het aantal vis per soort per locatie is zeer verschillend. De hoeveelheid vissen die gevangen is varieert van 183 ter plaatse van Duurswold tot 48.784 vissen te Roptazijl. Te Nieuw Statenzijl zijn in 2019 de meeste vissen gevangen, in totaal 65.311. Te Roptazijl is in 2017 zeer veel stekelbaars gevangen. Te Nieuw Statenzijl is in 2019 iets langer door gesampled dan op de andere locaties om het aanbod van juveniele bot nader te onderzoeken. Vanaf medio mei zijn er grote hoeveelheden bot aangetroffen en dit geeft in onderstaande figuur een iets vertekend beeld (figuur 4-1). Tevens blijkt dat er op verschillende locaties en tussen verschillende jaren van dezelfde locatie andere vissoorten worden aangetroffen. Zo wordt ter plaatse van de Drie Delfzijen (2016) zeer veel sprout gevangen terwijl in datzelfde jaar ter plaatse van Duurswold, welke ook in de haven van Delfzijl ligt (afstand ca. 500m), niet alleen veel minder vis gevangen is, maar ook nauwelijks sprout gevangen is. Welk oorzaak hieraan ten grondslag is in het kader van dit onderzoek niet specifiek onderzocht maar mogelijk speelt de aanwezigheid van een continue lokstroom vanuit de vispassage bij de Drie Delfzijen hierbij een rol. De soortenrijkdom en aantallen per soort lijkt te Roptazijl en Zwarte Haan lager te zijn dan bij bijvoorbeeld Nieuw Statenzijl. Uitzonderlijk is ook het aantal (kleine) snoekbaars dat is gevangen bij Termunterzijl en Nieuw Statenzijl in 2018. Aangezien harders een deel van hun levenscyclus doorbrengen in estuaria, betreft dit een zeer interessante familie cq soorten. Harder met name aangetroffen bij de locaties Termunterzijl en Nieuw Statenzijl en lijkt nagenoeg afwezig op de bemonsterde locaties in de Westelijke Waddenzee.



Figuur 4-1 Gevangen vissoorten uitgedrukt in percentage ten opzichte van het totale aantal gevangen exemplaren per vanglocatie/per jaar. Het gearceerde getal per regel geeft het totale aantal gevangen vissen van het betreffende jaar aan (rood = stekelbaars, lichtblauw = glasaal, roze = bot)

4.2 Totale aantallen stekelbaars en glasaal per locatie

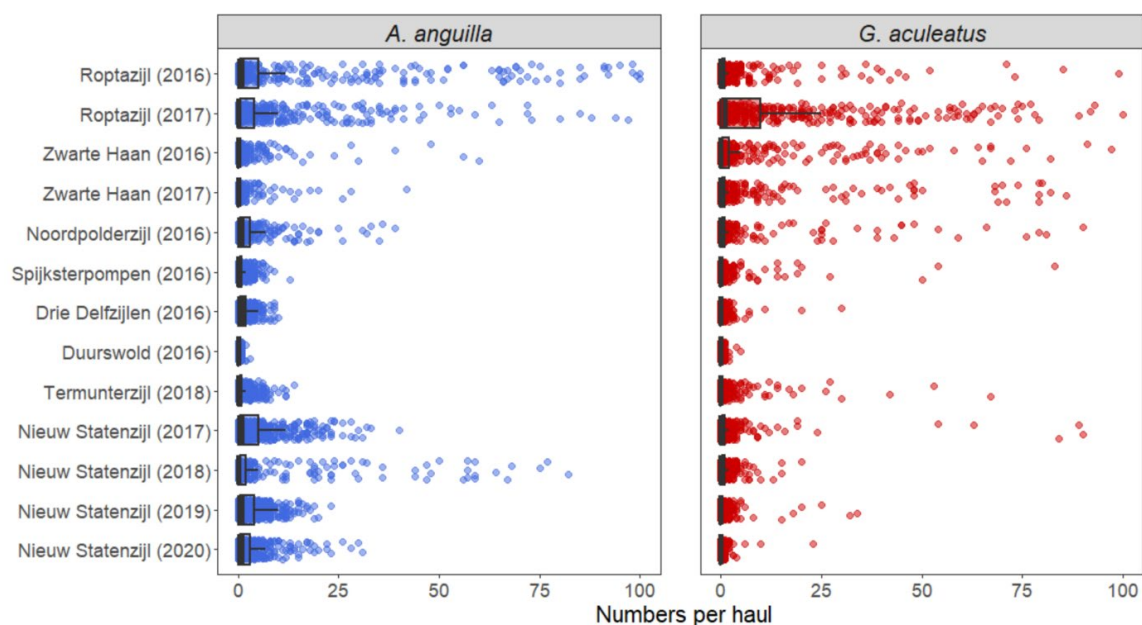
De gevangen hoeveelheid stekelbaars en glasaal varieert sterk tussen de verschillende bemonsterde locaties (zie figuur 4-2). De aantallen stekelbaars en glasaal zijn in vergelijking met voorgaande jaren (2014/2015) lager (Huisman, 2017). Het eerste dat opvalt in figuur 4-2 is de grote hoeveelheid stekelbaars die te Roptazijl is gevangen. Zeker indien dit afgezet wordt tegen de hoeveelheid stekelbaars die is gevangen bij Duurswold. De locatie Zwarte Haan bestaat uit twee meetjaren en het valt op dat beide jaren zeer vergelijkbaar zijn voor zowel stekelbaars als glasaal. In tegenstelling tot de hoeveelheid stekelbaars te Roptazijl. Te Nieuw Statenzijl is 4 jaar achtereen gemeten, wat opvalt is dat de hoeveelheid stekelbaars welke hier wordt gevangen veel kleiner is dan bij Zwarte Haan en Roptazijl maar ook dat de absolute hoeveelheid stekelbaars afneemt tussen 2017 en 2020. De gevangen aantallen stekelbaars en glasaal in de haven van Delfzijl is zeer beperkt. Te Noordpolderzijl is door baggerwerken meerdere weken niet gesampled. Met name in de maand maart is er te Noordpolderzijl niet of nauwelijks gesampled en de reële kans bestaat dat het aantal gevangen stekelbaarzen daardoor laag uitvalt.



Figuur 4-2 Totaal aantal gevangen I glasaal en stekelbaars (n) per locatie en jaar (let op: verschillend aantal samples)

4.3 Aantallen per samples

Het aantal vissen dat per locatie per jaar en per sample gevangen wordt loopt sterk uiteen (figuur 4-3). Zowel in 2016 als in 2017 wordt te Roptazijl, per sample, de hoogste aantallen glasaal gevangen. Ook bij Nieuw Statenzijl zijn in 2018 hoge aantallen glasaal per sample gevangen. Tevens valt op dat de aantal glasaal per sample ter plaatse van Nieuw Statenzijl sterk varieert. Zoals eerder genoemd wordt op de locatie Duurswold zeer weinig glasaal gevangen. Op alle locaties zijn grote aantallen nulvangsten in de waarnemingen te zien. Dit geldt voor zowel glasaal als stekelbaars. Bij de locatie Roptazijl worden ook de grootste aantallen stekelbaars gevangen per sample. Met name in 2017 wordt te Roptazijl per sample veel stekelbaars gevangen. De aantallen stekelbaars per sample varieert sterker dan bij glasaal. Het aantal stekelbaars dat wordt gevangen is in de tijd (winter/voorjaar) wellicht meer gespreid doordat stekelbaars in de Wadden- en of Noordzee verblijven en zo directer kunnen reageren op veranderingen hun omgeving. De glasaal daarentegen arriveert vanuit de Sargassozee aan onze kust met een redelijk voorspelbare piek, doordat glasaal gebruik maakt van de stromingen in de oceaan en kustregio's.

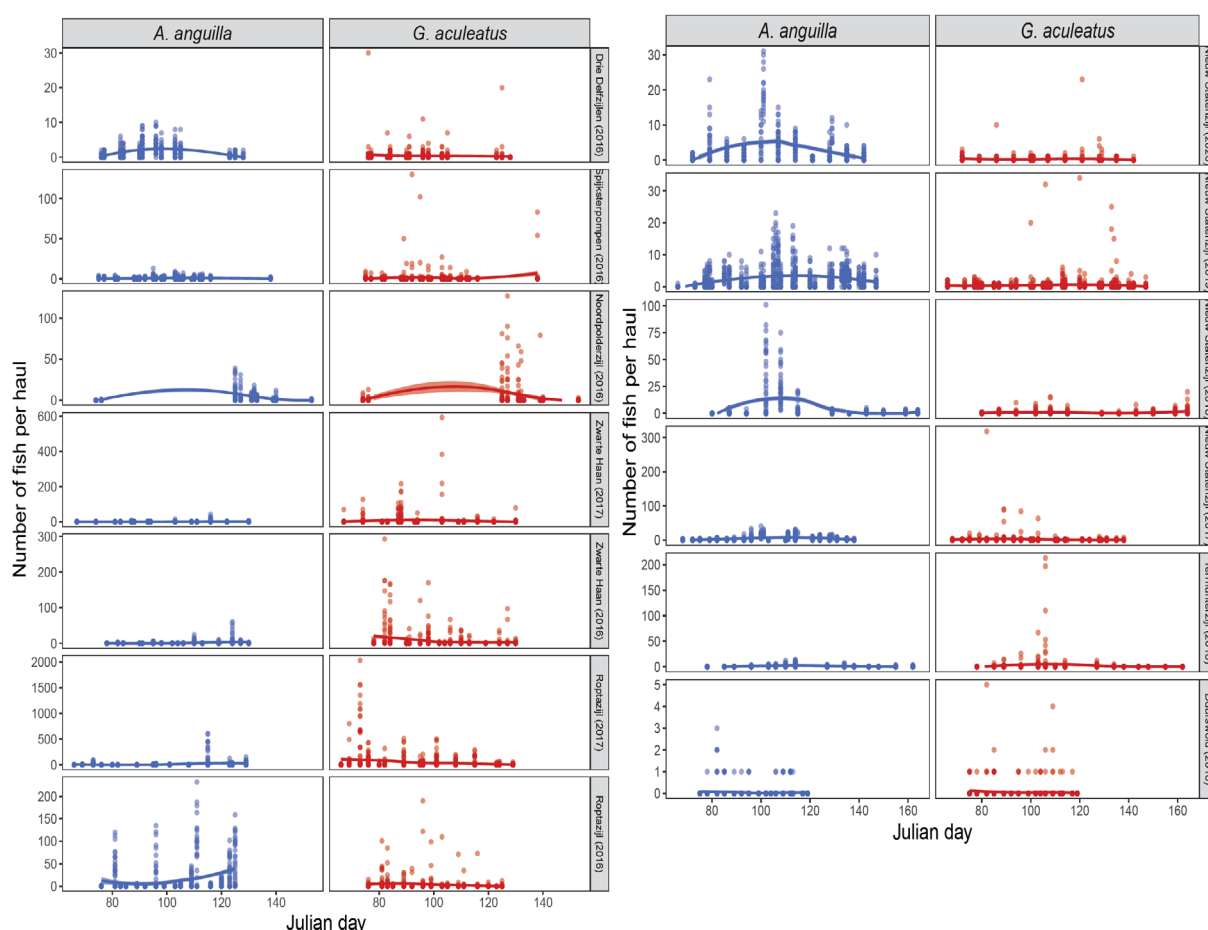


Figuur 4-3 Aantal glasaal (links) en stekelbaars (rechts) per kruisnet sample. Assen zijn afgeknot bij 100 individuen!

5 Seizoen en temperatuur

5.1 Aantal stekelbaars en glasaal per seizoen

De sampling is van origine bedoeld om op locatie het gedrag van vissen in het getijde te bepalen. Daarom is gemeten van laag naar hoog water. De meeste samples zijn genomen tussen begin maart en eind april. Het is derhalve mogelijk om te kijken of er seizoenaliteit (julian day = dagnummer) in de data aanwezig is, met andere woorden of er een optimum en minima te vinden zijn in de data. De aankomst van glasaal zou theoretisch meer een piek moeten vertonen dan stekelbaars. Op de meeste locaties is het aantal glasaal te laag om pieken in het seizoen te zien (figuur 5-1). Het gat in de sampling te Noordpolderzijl maakt de interpretatie van de gegevens zeer lastig. Glasaal lijkt ter plaatse van Nieuw Statenzijl met name tussen dag 100 en 120 te pieken en dit beeld lijkt redelijk consistent per kalenderjaar. Het aantal driedoornige stekelbaars lijkt op geen enkele locatie een relatie te vertonen met het seizoen uitgedrukt in dagnummer. Het lijkt er sterk op dat zodra er stekelbaarzen worden gevangen er meerdere samples zijn met hogere aantallen stekelbaars.

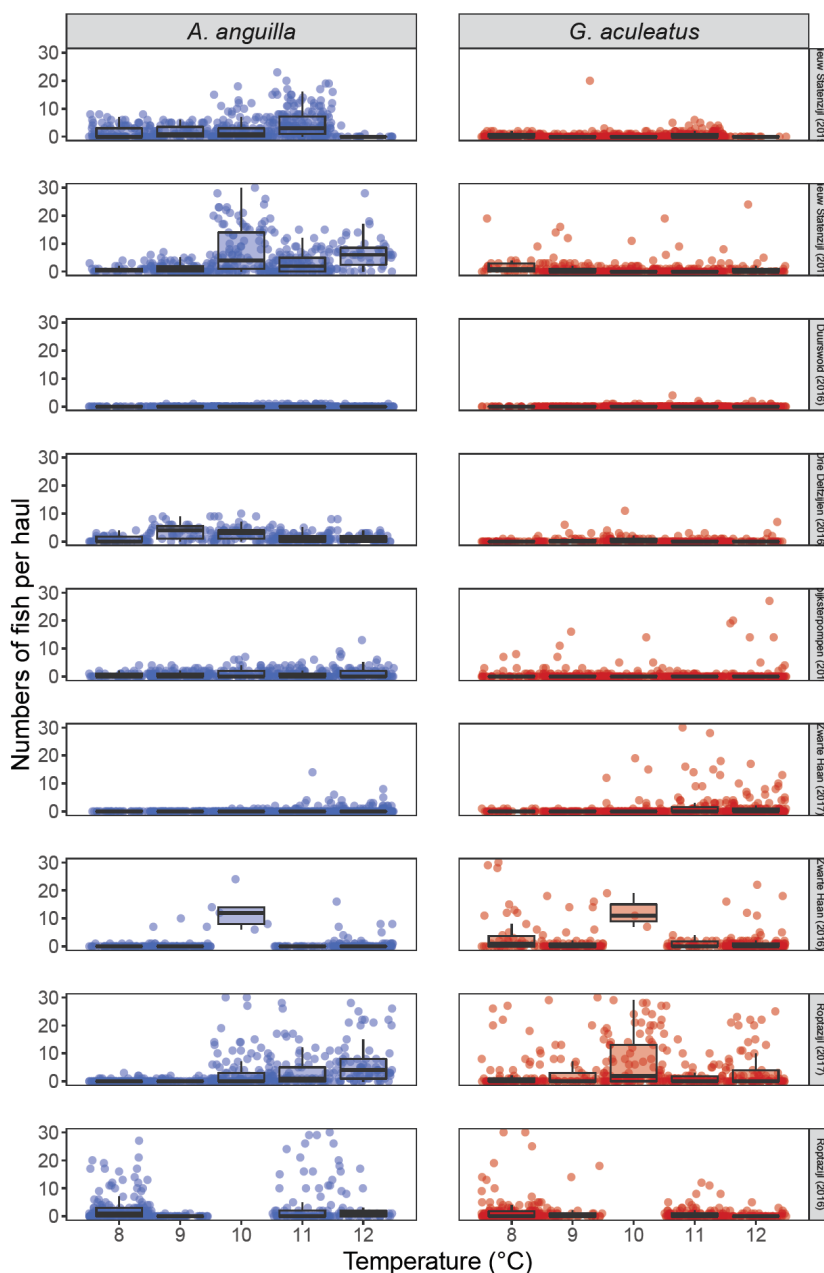


Figuur 5-1 Aantal glasaal (blauw) en stekelbaars (rood) per locatie en jaar ten opzichte van dagnummer (Julian day)

5.2 Temperatuur en vangkans driedoornige stekelbaars en glasaal

De databases van een aantal locaties –monitoringsjaar combinaties bleek geen temperatuurdata te bevatten. Voor een paar databases is de watertemperatuur alsnog gevonden of afgeleid van een locatie nabij. Uit de figuur 5-2 blijkt dat stekelbaars nauwelijks een relatie lijkt te hebben met temperatuur. Aangezien stekelbaars een lokaal tot regionaal migrerende soort wordt geacht te zijn zou men verwachten dat stekelbaars snel kan reageren op temperatuur, dit is echter niet terug te zien in de grafieken.

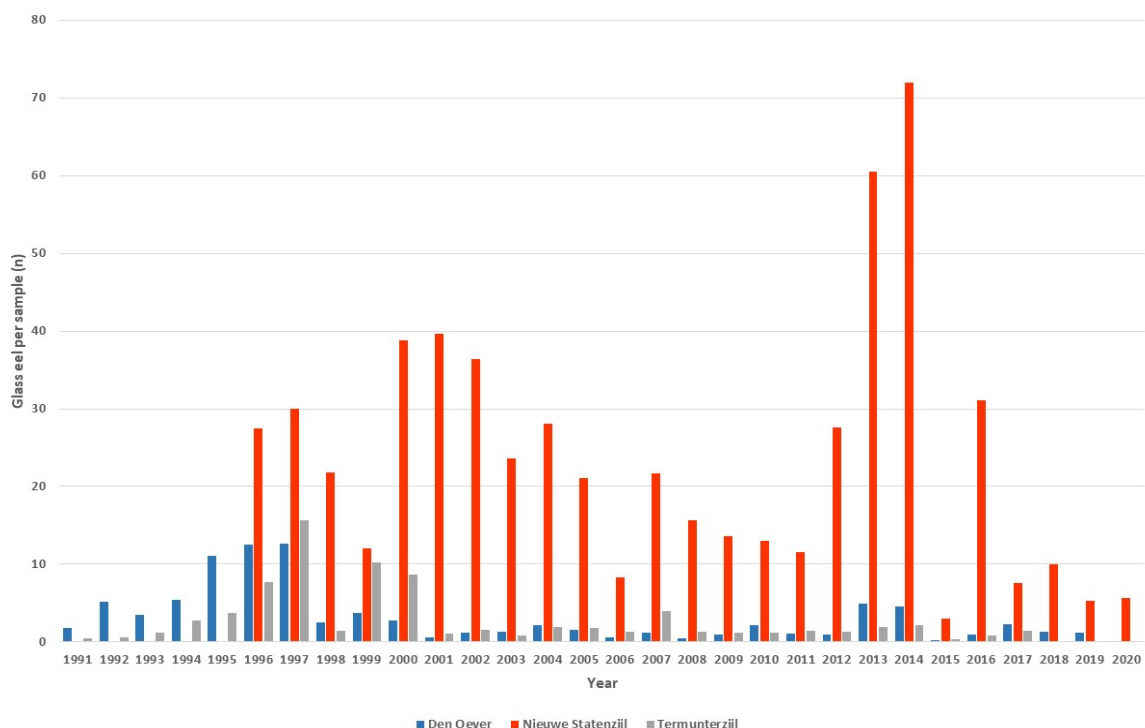
Glasaal lijkt een optimum te hebben voor 10-12 °C. Echter, dit optimum kan ook een weergave zijn van de seizoenaliteit (dagnummer). Gezien het feit dat de migratie van glasaal sterk wordt gestuurd door de overheersende oceaanstromingen lijkt dit voor de hand te liggen. Vanwege de ongelijke verdeling van temperatuurmetingen en bemonsteringen is een uitsnede uit de gegevens gebruikt (dagen 80-120: zie hieronder, zowel op continue schaal als per temperatuurcategorie van 8-12 °C). Ook hierin is geen duidelijk verband te ontdekken. Het aantal gevangen stekelbaars en glasaal uitgezet tegen de temperatuur op een continuuschaal is te vinden in bijlage 2.



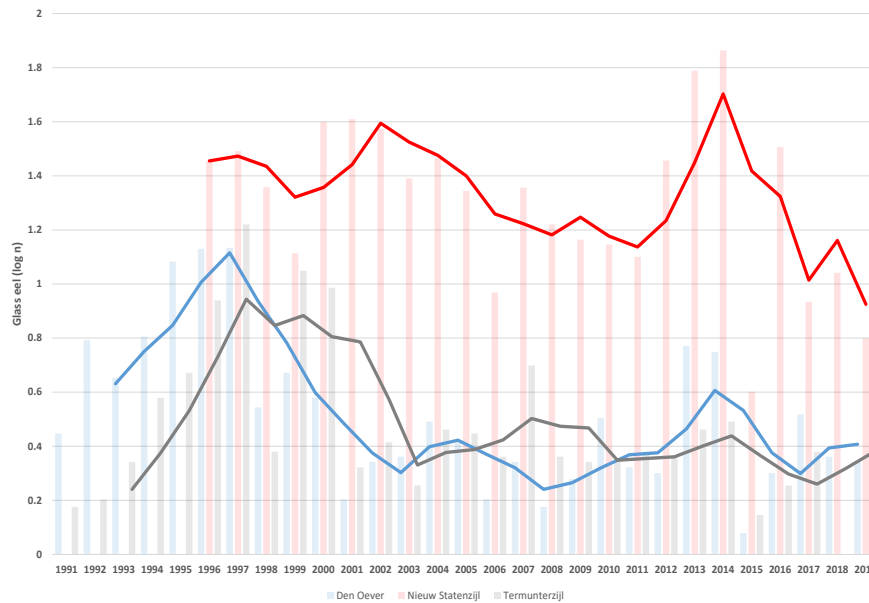
Figuur 5-2 Aantallen glasaal (blauw) en stekelbaars (rood) uitgezet tegen de temperatuur per locatie en jaar.

5.3 Trend glasaal te Nieuw Statenzijl

De toe- of afname van paling in Nederland wordt afgemeten met behulp van o.a. de kruisnetbemonstering, bijvoorbeeld te Den Oever en Lauwersoog (Griffioen & Kuijs, 2013). Deze monitoring wordt al sinds 1938 uitgevoerd. De locaties Termunterzijl (1991) en Nieuw Statenzijl (1996) worden ook middels dezelfde methodiek gemonitord. Helaas, is de monitoring te Nieuw Statenzijl en Termunterzijl enige jaren geleden, door verschillende oorzaken gestopt. Het Van Hall Larenstein en het waterschap Hunze en Aa's hebben deze monitoring op eigen initiatief voortgezet. In figuur 5-3 is duidelijk te zien dat de aantallen van Termunterzijl en Den Oever redelijk overeenkomen. Echter, ter plaatse van de locatie Nieuw Statenzijl wordt veel meer glasaal gevangen dan te Termunterzijl en Den Oever. De hoogte van het verschil tussen deze drie locaties is opmerkelijk te noemen in de jaren 2013 en 2014. Omdat door het grote verschil niet goed inzichtelijk is te maken in hoeverre de waarnemingen door de jaren heen vergelijkbaar zijn is de data log-getransformeerd (figuur 5-4) en een trendline gegenereerd. Uit deze figuur blijkt dat het verloop van het aantal glasaal dat op de locaties wordt gevangen redelijk vergelijkbaar is. De piek in het aantal glasalen in de jaren 2012 tot en met 2016 (m.u.v. 2015) te Nieuw Statenzijl is wel opvallend en is beduidend hoger als de “mogelijke” pieken te Den Oever en Termunterzijl, het is onduidelijk wat hieraan ten grondslag ligt. Nieuw Statenzijl ligt aan het einde van de Eems-Dollardkom en glasaal die in dit gebied aankomt is wellicht beter in staat gebruik te maken van de sterke getijdestromingen en zo de aanwezige spuisluis te bereiken.



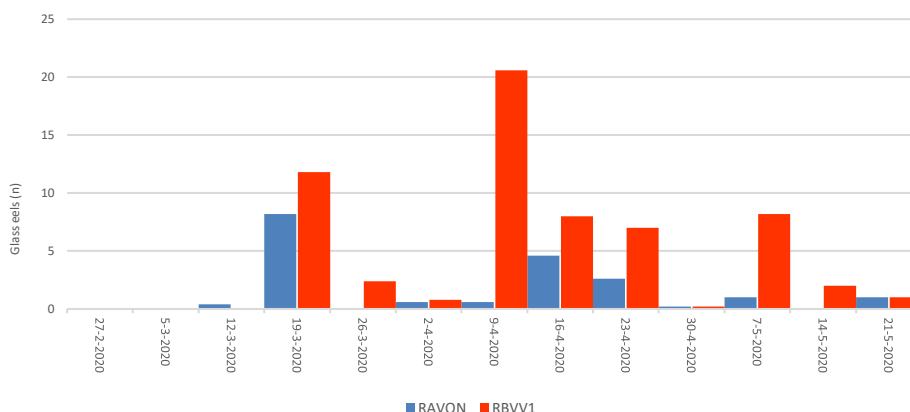
Figuur 5-3 Aantal glasaal per jaar (gemiddelde over monitoringsperiode) Nieuw Statenzijl, Termunterzijl en Den Oever.



Figuur 5-4 Log-getransformeerde gemiddeld aantal glasaal Nieuw Statenzijl inclusief trendline (moving average over 3 achtereenvolgende jaren)

5.4 Vergelijking met data uit de vrijwilligersmonitoring

Vrijwilligers monitoren al jarenlang de aankomst van glasaal en stekelbaars langs de Waddenkust (Wintermans, 2013). Binnen RBVV1 is deze inspanning en methode verder ter hand genomen. RAVON monitoort met behulp van vrijwilligers inmiddels al enige jaren in het zuiden en het westen van het land de aankomst van glasaal aan de kust (Goverse, 2017). Beide methoden zijn qua sampling hetzelfde. Echter, het tijdstip waarop gemeten wordt verschilt bij beide methoden. De RAVON-methode schrijft voor dat in avonduren wordt gemeten (5 kruisnet samples) onafhankelijk van het getijde. De RBVV1-methode houdt in dat 1 uur voor hoog water gemeten (vijf samples) moet worden, bij voorkeur in de avonduren, maar niet noodzakelijkerwijs. Om de verschillen en overeenkomsten van beide methoden te bepalen is in 2020 is door waterschap Hunze en Aa's en het Van Hall Larenstein volgens de methoden van RAVON alsmede RBVV1 gemeten.



Figuur 5-5 Gemiddeld aantal glasaal (n) per sample dag middels RAVON-methode (blauw) en de RBVV1-methode (rood).

De RBVV1- en RAVON-monitoring is bedoeld om de timing van aankomst van glasaal in het seizoen te bepalen maar ook om trends te achterhalen in het aantal glasaal dat aankomt aan de kust. Uit de grafiek (figuur 5-5) blijkt dat in 2020 de aantallen gevangen glasaal te Nieuw Statenzijl middels de RBVV1-methode op vrijwel alle monitoringsdagen hoger is dan het aantal gevangen glasaal middels de RAVON-methode (Wilcoxon, $p < 0.05$, samples $n=13$, gemiddelde vangst per sample RBVV1/RAVON = 4.8/1.5).

Een nadere analyse van meerdere jaren per locatie kan meer indicaties geven in hoeverre de data eenzelfde trend laten zien. In hoeverre beide methoden laten zien wanneer de eerste glasaal aankomt, dan wel de piek aan glasaal, is uit deze kleine dataset niet te herleiden. Wel is duidelijk dat de RBVV1 significant hoger scoort, in hoeverre dit relevant is voor de trendanalyse en de voortzetting daarvan op basis van of de RAVON-methode of de RBVV1-methode vraagt nader onderzoek.

De monitoring kan ook gebruikt worden om het verloop van het aanbod in glasaal in het seizoen van een jaar te monitoren. Uit de data van Nieuw Statenzijl valt op dat de piek en het verloop van vangsten in het seizoen tussen beide methoden verschillen. In de RAVON-methode wordt de piek in glasaal medio maart aangetroffen, terwijl in de RBVV1-methode de piek in de tweede week van april ligt. Uit de (student)monitoring welke een aanzienlijk hogere bemonsteringsintensiteit kent, blijkt dat de pieken in vangsten aan glasaal in april worden aangetroffen.

Dit lijkt er op te wijzen dat ter plaatse van Nieuw Statenzijl de RBVV1-methode geschikter is dan de RAVON-methode. Uit de studentmonitoring ter plaatse blijkt dat de vangsten van glasaal ter plaatse een duidelijkere relatie hebben met het getijde. Derhalve bestaat het vermoeden bestaat dat de RBVV1-methode geschikter kan zijn doordat Nieuw Statenzijl een sterke getijdeslag/stroming kent, welke resulteert in grootschalige droogval ter plaatse. Dit typische Waddenzee-fenomeen zal in diepere zeehavens veelal ontbreken.

Naast timing en de ontwikkeling van de aantallen vis per jaar kan monitoring ook gebruikt worden om een kwantitatieve inschatting te maken van de totale hoeveelheid vis welke zich aandient. Een kwantitatieve inschatting van de hoeveelheid glasaal per locatie en per seizoen is lastig. Merk-terug vangsten kunnen meer inzicht geven in de relatie tussen de kruisnetvangsten en de hoeveelheid glasaal die ter plekke in het seizoen aanwezig is. In 2014 en 2015 is op basis van ijkgetallen een inschatting gemaakt van de hoeveelheid glasaal welke door de kattenluiken gegaan (Bangma, 2015). Uit deze berekening blijkt dat er 2014 ca. 1.900.000 glasalen en 130.000 stekelbaarzen naar binnen zijn gemigreerd. In 2015 zijn er beduidend minder glasalen (110.000) en stekelbaarzen (10.000) naar binnen gemigreerd. Uit deze getallen blijkt tevens dat zowel het aantal glasaal en stekelbaars per jaar sterk kan fluctueren.

6 Effect getijde en daglichtfase

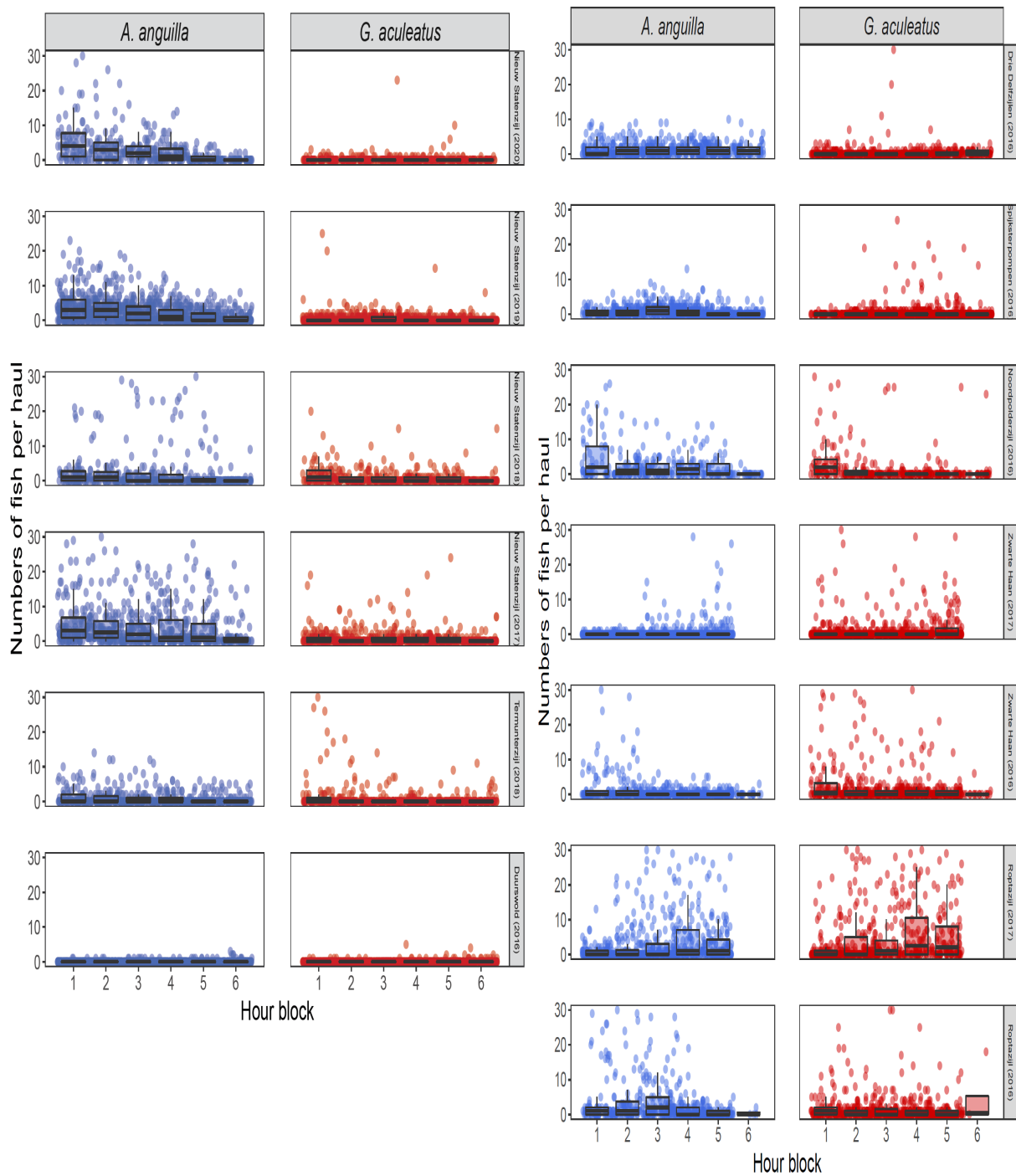
6.1 Stekelbaars en glasaal in het getijde

Een van de belangrijke stuurvariabelen die waterbeheerders hebben om het dagelijks beheer van zoet-zout vispassages te optimaliseren betreffen de werking van de vispassage in het getijde (waterstanden voor en achter de passage) alsmede dag- en nacht. Zo kunnen vispassages zodanig ontworpen zijn dat die de gehele getijdencyclus functioneren, of men kan bijvoorbeeld een vispassage alleen 's-nachts aanzetten.

In onderstaande figuur 6-1 zijn de individuele samples ten opzichte van het uurblok voor hoog water weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat te Nieuw Statenzijl de aankomst van glasaal samenhangt met het getijde. Met name bij laag water wordt weinig glasaal gevangen. Tevens is opvallend dat dit patroon alle vier gemonitorde jaren te zien is. Ook bij Noordpolderzijl wordt meer glasaal aangetroffen in een aantal uurblokken voor hoog water. Ter plaatse van Roptazijl lijkt de glasaal met name te worden gevangen in de uren halverwege het getijde, tussen laag water en hoog water. Dit kan samenhangen met het feit dat de passage twee uur na laag water aan gaat en de vis zich ophoopt totdat de vispassage aan gaat.

Stekelbaars lijkt voornamelijk onafhankelijk van het getijde te worden gevangen. Aangezien stekelbaarzen volwassen goed zwemmende vissen zijn, kunnen zij wellicht onafhankelijker van het getijde gebruik maken van een vispassage. Echter, bij de locatie Roptazijl wordt met name stekelbaars gevangen rondom laag water. Dit kan opnieuw samenhangen met het feit dat de passage twee uur na laag water aan gaat.

De aantallen gevangen stekelbaars en glasaal is ten opzichte van het jaar 2014 beduidend lager en dit kan de resultaten beïnvloeden cq de zichtbaarheid van onderliggende patronen. Het aantal glasaal en stekelbaars dat te Duurswold, Spijksterpompen en De Drie Delfzijlen is gevangen is dermate laag, dat het onwaarschijnlijk is dat daaruit een patroon is te herkennen, voor de volledigheid zijn deze locaties hieronder wel weergegeven (figuur 6-1).



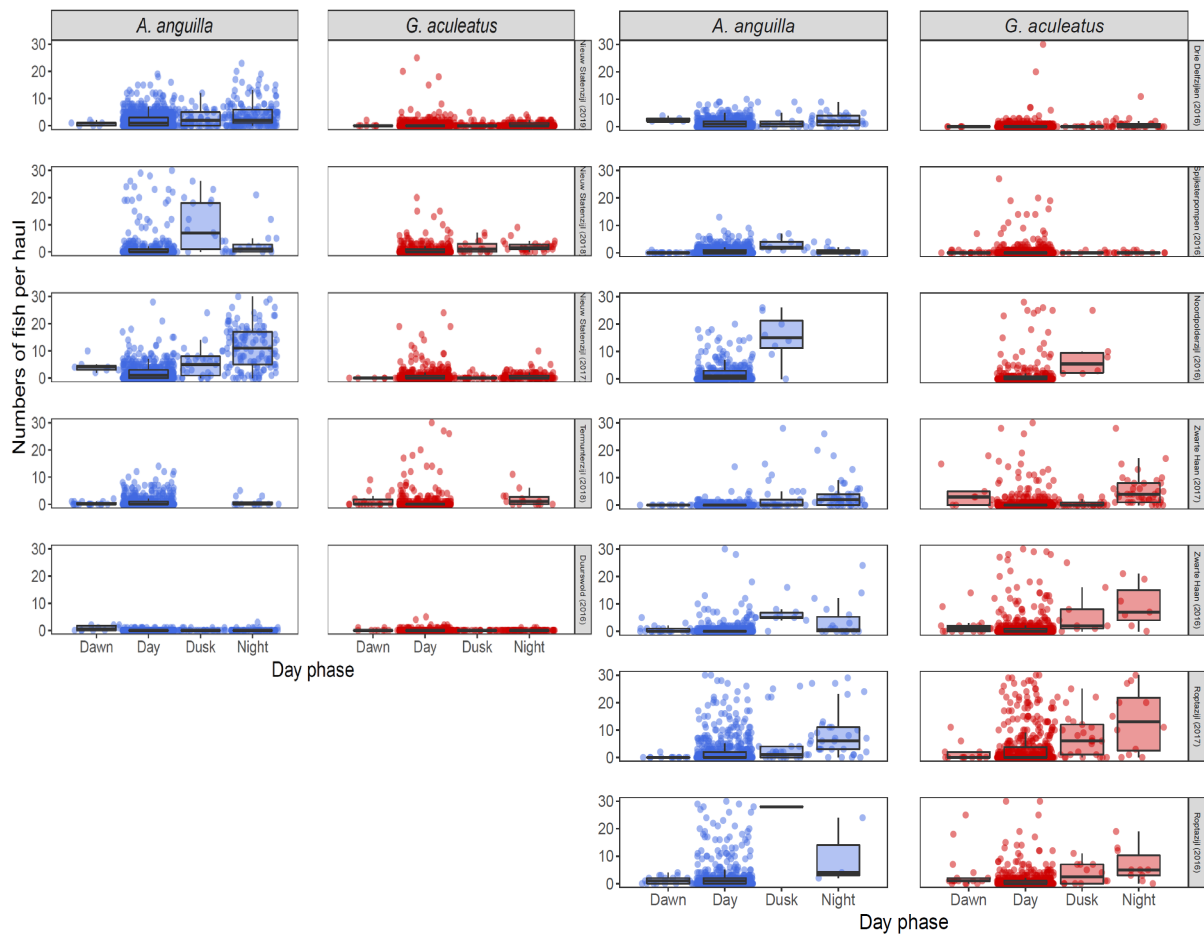
Figuur 6-1 Aantal glasaal (blauw) en stekelbaars (rood) per sample per locatie en jaar ten opzichte van het uur voor hoog water (uurblok 1 = hoog water / uurblok 6 = laag water)

In 2014 is de vispassage van het gemaal De Helsdeur in Den Helder onderzocht (van Gemert, 2015) op stekelbaarsmigratie middels pit-tags en pit-antennes. De vispassage van De Helsdeur bestaat uit 4 gaten in een gemaal deur waardoor het water vrij naar binnen en naar buiten mag stromen gedurende het gehele getijde, een unieke vispassage. Op deze 4 gaten zijn pit-antennes gemonteerd. Om passage van stekelbaars te onderzoeken zijn stekelbaarzen gepittagged. Uit het pittag-onderzoek bij het gemaal De Helsdeur blijkt dat de meeste stekelbaarzen de vispassage passeren rondom gelijk water dan wel met de stroming mee van zee naar het binnenwater. Aangezien de vispassage van de Helsdeur uniek is, is het lastig tot onmogelijk deze resultaten te spiegelen aan de kruisnetdata.

De Cleveringhsluizen worden vismigratievriendelijk beheerd. In 2016 is gekeken naar de hoeveelheden juveniele en larvale vis die in de waterkolom achterblijft nadat de sluisdeuren gesloten zijn na het visvriendelijk schutten. Daarom is voorafgaand en na opening van de sluis aan boezemzijde met een behulp van een kruisnet de aanwezigheid van larvale en juveniele vis gesampled. Indien er na sluiting van de sluisdeuren nog larvale vis in de waterkolom aanwezig is, kan dit een aanwijzing zijn dat de passage niet lang genoeg openstaat. Voorafgaand en na elke vismigratie-opening was er niet of nauwelijks vis aanwezig in de spuikokers. Verder onderzoek middels merk-terug-vangst zou hierin meer inzicht kunnen geven.

6.2 Stekelbaars en glasaal in relatie tot dagfase

Avond- en ochtendschemering zijn gedefinieerd als een uur voor en na zonsopgang en –ondergang. Uit figuur 6-2 blijkt dat veruit de meeste samples bij dag zijn genomen. Vanwege veiligheidsaspecten is het monitoren in de nacht beperkt gebleven. De locaties waar zeer weinig vis gevangen is (Spijksterpompen, Duurswold en De Drie Delfzijen) geven een onduidelijk beeld. Te Termunterzijl is niet in de avondschemering gesampled, te Noordpolderzijl is niet in de nacht gemonitord en te Nieuw Statenzijl is in 2018 niet in de ochtendschemering gesampled. Ondanks de incomplete data geven alle locaties een vrij eenduidig beeld, de meeste stekelbaars en glasaal kunnen worden gevangen bij schemering dan wel bij nacht. Het beeld is bij glasaal iets eenduidiger dan bij stekelbaars.

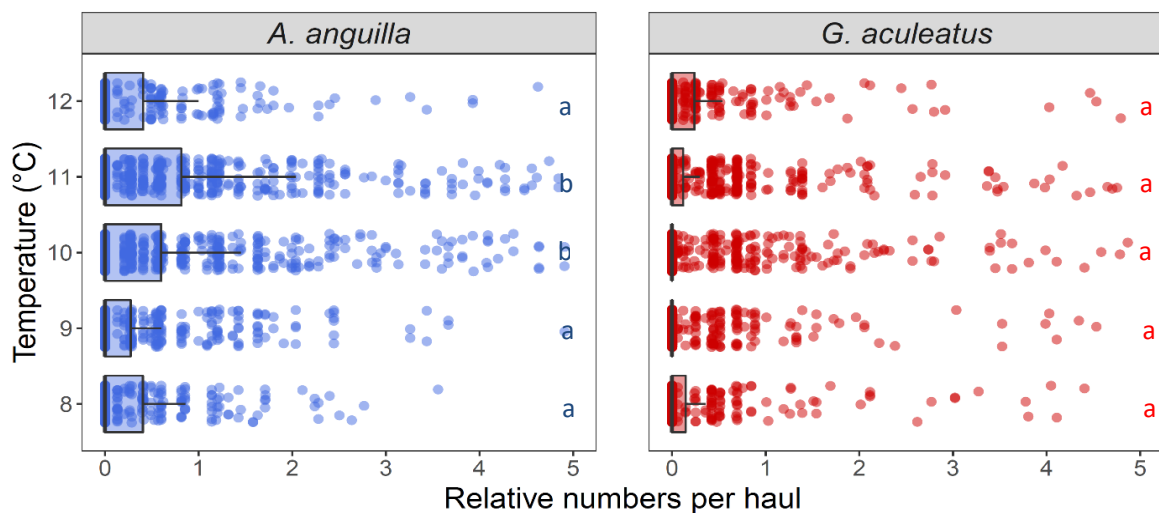


Figuur 6-2 Aantal gevangen glasaal (blauw) en stekelbaars (rood) per kruisnet sample per locatie en jaar uitgezet tegen 4 fasen van de dag.

7 Generieke patronen

7.1 Temperatuur

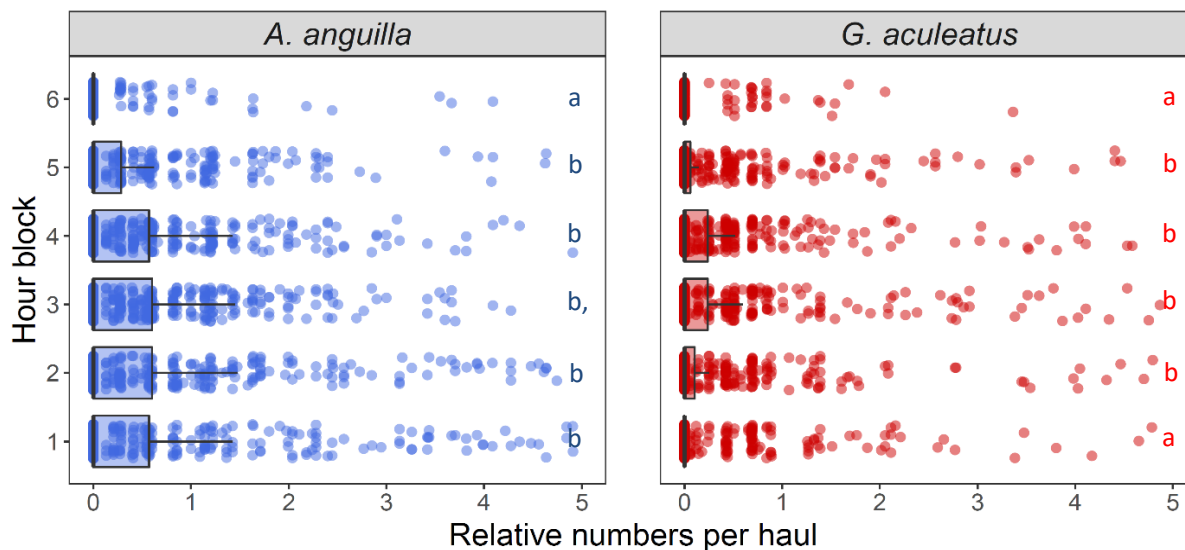
De gepoolde data (zie paragraaf methode) is ook geanalyseerd op generieke patronen ten aanzien van temperatuur. Voor glasaal zijn de aantallen significant (Kruskal-Wallis test met *post hoc* paarsgewijze toets, letters geven significante groepen aan) groter bij 10 en 11 °C (zie figuur 7-1). Uit de figuur blijkt dat er is geen patroon te ontdekken voor stekelbaars. Met name rondom 11 graden is beduidend meer glasaal gevangen. Echter, dit kan ook een artefact zijn van het feit dat glasaal seizoenaal aankomt. Met name in de maand April, de maand waarin de meeste glasaal gevangen wordt, is het relatief het vaakst rondom 11 graden. Er lijkt geen verband te zijn tussen het vangen stekelbaars en de temperatuur, wellicht maakt de stekelbaars onafhankelijk van temperatuur gebruik van de vispassages. Maar kan er ook op duiden dat stekelbaars eerder migreert dan gedacht. De data van Nieuw Statenzijl lijkt hierop te wijzen, maar daarvoor is meer onderzoek nodig.



Figuur 7-1 Relatief aantal glasaal (links) en stekelbaars (rechts) (afgezet tegen gemiddelde) afgezet tegen de temperatuur (a verschilt significant van b)

7.2 Getijde

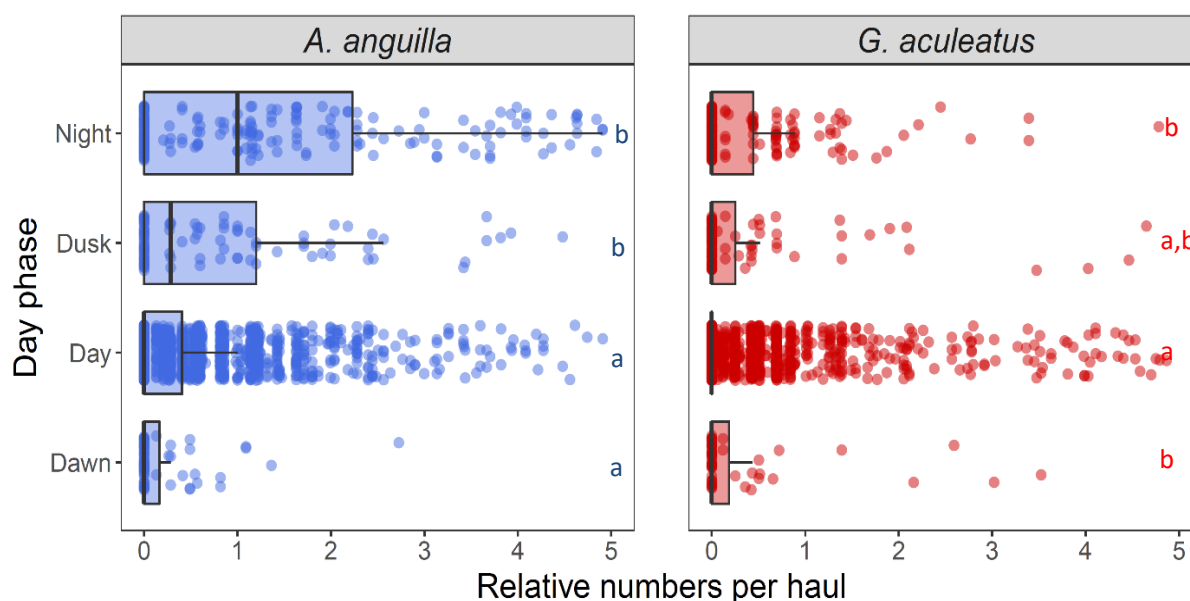
Uit de gepoolde data blijkt dat glasalen significant minder gevangen worden in uurblok 6 (LW) ten opzichte van de andere uurblokken (Kruskal-Wallis test met *post hoc* paarsgewijze toets, letters geven significante groepen). Er is geen verschil te zien tussen de andere uurblokken (zie figuur 7-2). Het signaal is daarmee anders uit de eerdere studie uit 2016 maar geeft wel aan dat er rondom laag water de kans het laagst is om glasaal te vangen. De kans om stekelbaars te vangen blijkt significant hoger te zijn in uurblokken 2,3,4 en 5. Dit houdt in dat er rondom hoog water en rondom laag water de kans om stekelbaars te vangen het laagst is. In figuur 7-2 is tevens te zien dat er met name stekelbaars wordt gevangen in uurblokken 3 en 4, echter dit verschil is niet significant.



Figuur 7-2 Aantal glasaal (blauw) en stekelbaars (rood) uitgezet tegen uurblokken voor hoog water (uurblok 1 = hoog water, uurblok 6 is laag water)

7.3 Daglichtfase

Uit de gepoolde data blijkt dat met name in de avondschemering en 's-Nachts glasaal gevangen is (figuur 7-3). Tevens is ook hier goed te zien dat er beduidend minder is gemonitord in de ochtendschemering en in de nacht. In de -monitoring overdag is een groot aantal nullen cq lage aantallen in de vangsten aanwezig en dit is er de oorzaak van dat dag en ochtendschemering significant lager scoren (Kruskal-Wallis test met *post hoc* paarsgewijze toets, letters geven significante groepen). Uit de gepoolde data blijkt ook dat stekelbaars minder gevangen wordt overdag en dat er meer stekelbaars wordt gevangen in de ochtend- en avondschemering en 's-Nachts. In grote lijnen wordt er dus meer stekelbaars en glasaal gevangen als het donker(der) is en dat daglicht de vangsten negatief beïnvloedt.



Figuur 7-3 Aantal glasaal (links) en stekelbaars (rechts) (ten opzichte van het gemiddelde aantal per sample) per dagfase

8 Conclusie en aanbevelingen

8.1 Getijde en de vangsten van glasaal en stekelbaars

Op een aantal locaties is nauwelijks invloed te zien van het getijde op de vangsten van glasaal en stekelbaars. Met name te Nieuw Statenzijl is er wel een relatie te zien tussen opkomend tij en de vangsten van glasaal. De relatie tussen glasaal en uurblok is minder duidelijk dan uit eerdere metingen is gebleken (Burtonshaw, 2015; Huisman, 2017; Lang, 2016). Zo is te Spijksterpompen en met name Noordpolderzijl eerder wel een relatie gevonden tussen het uurblok voor opkomend water en de vangsten van glasaal. Echter, op sommige locaties kan vanwege de lage aantallen in de vangsten niet uitgesloten worden dat deze lage aantallen eventuele patronen versluiert. De relatie tussen opkomend water en getijde is eerder aangetoond (D. Gascuel, 1986), maar toonde ook aan dat glasaal kan overschakelen van passief getijdetransport naar actief zwemmen. Het onderzoek van Gascuel wijst ook uit dat de grootte van de getijdeslag ook van invloed kan zijn op de plaats waar de meeste glasaal gevangen kunnen worden. Te Nieuw Statenzijl wordt veel glasaal gevangen in vergelijking met de andere locaties. Nieuw Statenzijl ligt aan het einde van de Eems-Dollardkom en glasaal die in dit gebied aankomt is wellicht beter in staat gebruik te maken van de sterke getijdestromingen en zo de aanwezige spuisluis te bereiken.

Ook de vangsten van stekelbaars nemen niet noemenswaardig toe of af met opkomend water. Dit is overeenkomstig eerdere onderzoeken (Huisman, 2017). Stekelbaars is een adulte en sterke vis is, met een goede zwemcapaciteit (Tudorache, Blust, & De Boeck, 2007). Daarom is een afwezige of eventueel minder zichtbare relatie met opkomend water niet onlogisch. Echter, met name rond stilstaand water, bij en bij vloed, worden beduidend minder stekelbaarzen gevangen. De afwezigheid van stroming kan dit wellicht verklaren. Ook te Nieuw Statenzijl kan er geen waarneembare samenhang gevonden worden tussen de vangsten van stekelbaars en het getijde. In eerdere onderzoeken te Nieuw Statenzijl is wel een relatie gevonden tussen de vangsten van stekelbaars en het getijde (Oldenbroek, 2017). Uit dit onderzoek bleek ook dat stekelbaars met name halverwege het getijde gevangen werden.

8.2 Dagfase en de vangsten aan stekelbaars en glasaal

Zowel glasaal als stekelbaars blijken een voorkeur te hebben om in donkere omstandigheden te migreren. Glasaal lijkt daarbij een sterkere voorkeur te hebben voor donkere omstandigheden (Bardonnnet, Bolliet, & Belon, 2005) dan stekelbaars (Baggerman, 1958), echter voor stekelbaars is relatief weinig empirisch onderzoek beschikbaar. Het kan dus zijn dat deze vissoorten op deze locaties met name gebruik maken van de passages zodra het donker is. Onderzocht kan worden of het handig is op dergelijke locaties juist in de avonduren te meten in plaats van een uur voor hoog water. Echter, aangezien eerdere jaren een ander signaal gaven moet met grote voorzichtigheid een andere methode gekozen worden. Daarnaast is het mogelijk dat het poolen van data de generieke reacties van vissen op getijde en temperatuur beïnvloeden. De reactie van glasaal op het getijde te Nieuw Statenzijl zou de generieke effecten van getijde kunnen beïnvloeden. Er zijn echter maar twee meetjaren van de data van Nieuw Statenzijl meegenomen, derhalve zou deze vertekening niet groot hoeven zijn.

8.3 Temperatuur

In dit onderzoek is niet gekeken naar locatie specifieke omstandigheden die mogelijk lokale verschillen in temperatuur per locatie kunnen opleveren en zo de migratie van vis lokaal kunnen beïnvloeden. Er lijkt geen duidelijke relatie te zijn tussen de vangsten van stekelbaars en de temperatuur gedurende de monitoringsperiode. Er is echter wel een significante relatie tussen de vangsten van glasaal en de temperatuur. De vangsten van glasaal zijn significant hoger bij de 10C en 11C. Echter, dit kan een artefact zijn van het seizoen, naarmate het voorjaar vordert wordt ook de temperatuur veelal hoger. Er zijn echter ook aanwijzingen dat de aankomst van glasaal temperatuur gestuurd kan zijn (Edeline, Lambert, Rigaud, & Elie, 2006) maar in hoeverre dit een rol speelt in de functionaliteit van vispassages of de

aantallen glasaal in een seizoen is onduidelijk. Daarnaast wordt gerapporteerd dat glasaal actiever wordt in de migratie bij 10C – 12C (Didier Gascuel, 1986) . Ook de metingen van de glasaalgoot te Nieuw Statenzijl lijken uit te wijzen dat met name later in het voorjaar de glasaal gebruik maakt van de glasaalgoot (Bangma, 2015). Nadere analyse zal dit echter moeten uitwijzen.

8.4 Glasaal trends en monitoringsmethoden

Te Nieuw Statenzijl is qua monitoring een unieke locatie. Ter plaatsen wordt al vele jaren gemonitord conform de RBVV1-methode, de student-monitoring en de Wageningen Marine Research Glass eel trend monitoring (voortgezet door Van Hall Larenstein en waterschap Hunze en Aa's). De trendmonitoring conform de glasaalindex van Wageningen Marine Research laat zien dat het aantal glasaal dat gevangen wordt te Nieuw Statenzijl sinds de start van de metingen is afgenomen. Het aantal gevangen glasaal fluctueert echter sterk per jaar/jaren in de meetperiode. Te Nieuw Statenzijl wordt bijna zonder uitzondering binnen alle jaren meer glasaal in de kruisnetmetingen gevangen dan te Den Oever en Termunterzijl. Zoals eerder vermeld, bestaat het vermoeden dat de ligging van Nieuw Statenzijl, aan het einde van het estuarium, een van de mogelijke oorzaken is van deze hoge aantallen glasaal. Een negatieve uitzondering, qua aantallen glasaal, is het jaar 2015, waarin zeer weinig glasaal is gevangen op de alle drie genoemde locaties. Deze lage aantallen zijn in 2015 ook gevangen op andere locaties langs de Waddenkust. Waarom dit jaar specifiek zulke lagen aantallen glasalen kent is onbekend. Interessant is het feit dat het aantal glasaal langs de Noordzeekust scherper gedaald is dan elders in Europa (Bornarel et al., 2018). Dit is wellicht het gevolg van grotere klimatologische veranderingen en veranderingen in oceaanstromingen.

Sinds vele jaren monitoren vele vrijwilligers de aankomst van glasaal en stekelbaars langs de Waddenkust. De RAVON en RBVV1-vrijwilligersmethode (<https://www.ruimbaanvoorvissen.nl/>) zijn in 2020 te Nieuw Statenzijl tegelijkertijd uitgevoerd. Op basis van dit meetjaar blijkt dat er in de RBVV1-methode meer glasaal gevangen wordt maar tevens dat de pieken in het aantal glasaal per vangst op een ander moment in het seizoen lijkt te liggen. Uit de analyse van de relatie tussen getijde en de vangsten van glasaal te Nieuw Statenzijl lijkt er een duidelijke relatie te zijn tussen het getijde en het vangen van glasaal met behulp van kruisnetten. Dit is ook in eerdere onderzoeken aangetoond, waaronder het onderzoek van Bangma (2015). Dit is er waarschijnlijk de oorzaak van dat met behulp van de RBVV1-methode (1 uur voor hoog water) te Nieuw Statenzijl meer glasaal wordt gevangen dan met de RAVON-methode (sampling onafhankelijk van het getijde, maar in de avonduren). De RAVON-methode kan namelijk inhouden dat er bij laag water gesampled wordt op het moment dat de vangkans het laagst is. Dit zou kunnen inhouden dat beide methoden een andere weergave opleveren van de piek in aantal glasaal per seizoen. Een meerjarige vergelijking te Nieuw Statenzijl en ook op andere locaties kan meer inzicht geven of de vrijwilligersmonitoring locatie specifiek van elkaar verschillen en eventueel of de methoden uitwisselbaar zijn. Uiteraard blijft gelden dat men zeer voorzichtig moet zijn met het wisselen van monitoringsmethoden, zeker langjarige- cq trendmonitoring.

8.5 Aanbevelingen

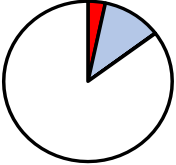
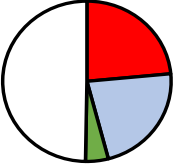
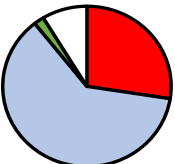
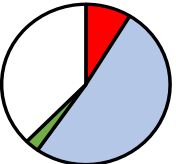
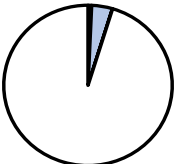
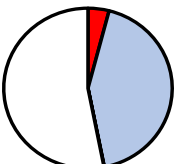
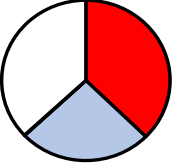
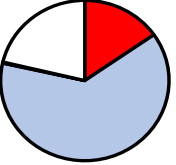
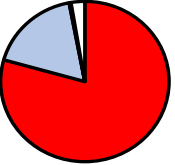
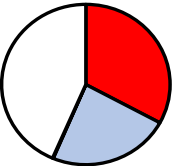
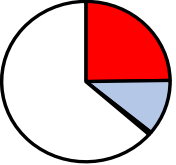
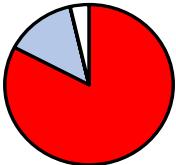
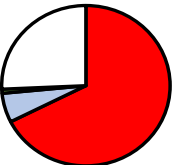
- Aanbevolen wordt de effecten van dagfase en uurblok per locatie verder te onderzoeken met merk-terugvang methoden. Op basis van deze data kan het totaal aanbod bepaald worden en kunnen waar nodig vispassages in hun functioneren worden aangepast;
- Stekelbaarzen en glasalen worden meer in de nacht gevangen, maar zeker niet uitsluitend. Het is daarom aan te bevelen dat vispassages zowel dag en nacht functioneren;
- Het verdient de aanbeveling per locatie een merk-terugvangst uit te voeren waarmee niet alleen verblijftijd en passage rondom de locatie gemeten kan worden, maar waardoor een



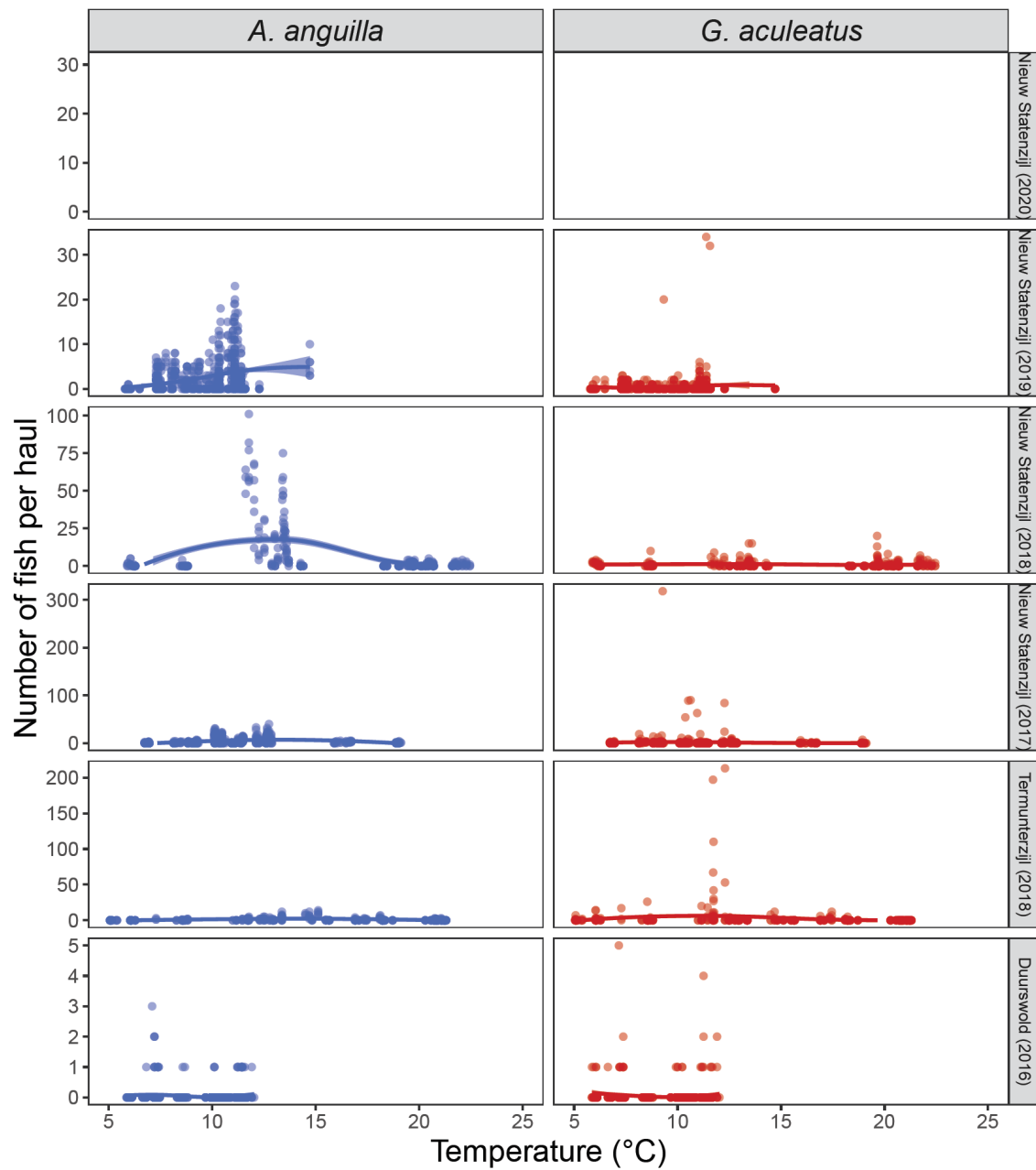
kwantitatieve analyse van het totaal aanbod aan glasaal mogelijk gemaakt kan worden. Daarmee kan Waddenbreed geanalyseerd worden of het aanbod aan glasaal per locatie verschilt;

- Continuering, en waar mogelijk uitbreiding in duur en periode, van de zogeheten studentmonitoring te Nieuw Statenzijl is gewenst t.b.v. opbouw van lange termijn informatie. Dit kan meer inzicht geven in de timing van aankomst van stekelbaars maar ook meer inzicht geven in de migratie van bot;
- Onderzoek per locatie of het gebruik van de monitoringsmethoden van RAVON en/of RBVV1 de voorkeur geniet. Hiervoor moet bij voorkeur gebruik gemaakt worden van verschillende jaren aan data en informatie. Het veranderen van monitoringsmethode moet met grote voorzicht betracht worden aangezien men dan trendbreuken kan introduceren;
- Nieuw Statenzijl is een unieke locatie qua monitoring. De drie vigerende monitoringmethodieken worden ter plaatse al vele jaren uitgevoerd en daarmee is deze locatie zeer waardevol. Het is van belang deze monitoring ter plaatse voort te zetten;
- Ook voor stekelbaars een trendmonitoring vergelijkbaar met de glasaalindex van WMR uit te voeren. De student-monitoring te Nieuw Statenzijl of de monitoring van de vispassage Roptazijl zouden daarvoor geschikt kunnen zijn.

I. Bijlage 1 Overzicht vangstsamenstelling per locatie (relatieve aandeel) voor stekelbaars (rood), glasaal (blauw) en spiering (groen) in verhouding tot andere gevangen soorten (wit)

	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Drie Delfzijlen</i>					
<i>Duurswold</i>					
<i>Nieuw Statenzijl</i>					
<i>Noordpolderzijl</i>					
<i>Roptazijl</i>					
<i>Spijksterpompen</i>					
<i>Termunterzijl</i>					
<i>Zwarte Haan</i>					

II. Bijlage 2 Glasaal en stekelbaars in relatie tot temperatuur per locatie jaar combinatie



III. Bijlage 3 Literatuurlijst

- Baggerman, B. (1958). An experimental study on the timing of breeding and migration in the three-spined stickleback. *Archives néerlandaises de Zoologie*, 12(2), 105-317.
- Bangma, F. B. T. (2015). Effectiviteit vispassage Nieuwe Statenzijl.
- Bardonnnet, A., Bolliet, V., & Belon, V. (2005). Recruitment abundance estimation: role of glass eel (*Anguilla anguilla* L.) response to light. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 321(2), 181-190.
- Bornarel, V., Lambert, P., Briand, C., Antunes, C., Belpaire, C., Ciccotti, E., . . . Domingos, I. (2018). Modelling the recruitment of European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its European range. *Ices Journal of Marine Science*, 75(2), 541-552.
- Burtonshaw, B., IJlstra, Ronald. (2015). Vispassages bij de gemalen Spijksterpompen en Noordpolderzijl, een veld- en beleidsmatig onderzoek naar de effectiviteit van deze vispassages. *Van Hall Larenstein Applied Sciences University*.
- Edeline, E., Lambert, P., Rigaud, C., & Elie, P. (2006). Effects of body condition and water temperature on *Anguilla anguilla* glass eel migratory behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 331(2), 217-225.
- Gascuel, D. (1986). Flow-carried and active swimming migration of the glass eel (*Anguilla anguilla*) in the tidal area of a small estuary on the French Atlantic coast. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 40(3), 321-326.
- Gascuel, D. (1986). Flow-Carried and Active Swimming Migration of the Glass Eel *Anguilla-Anguilla* in the Tidal Area of a Small Estuary on the French Atlantic Coast. *Helgolaender Meeresuntersuchungen*(321-326), 40(43).
- Goverse, E. (2017). *Monitoring trekvisser in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017: monitoring van diadrome vissen met focus op intrekende glasaal en driedoornige stekelbaars*: Stichting RAVON.
- Griffioen, A., & Kuijs, E. (2013). *Een eerste monitoring voor een index voor schieraal in Nederland 2012*. Retrieved from <https://www.ruimbaanvoorvissen.nl/>. <https://www.ruimbaanvoorvissen.nl/>.
- Huisman, J. B. J. (2017). *Vissen zwemmen heen en weer, Werking vispassages en bepalen vismigratieroutes Ruim Baan voor Vissen 2014 -2016*. Retrieved from
- Kemp, P., & O'hanley, J. (2010). Procedures for evaluating and prioritising the removal of fish passage barriers: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology*, 17(4), 297-322.
- Lang, F., Mulder, Tom. (2016). Van Diadroom tot werkelijkheid, onderzoek naar de effectiviteit van de vispassages bij Roptazijl en Zwarte Haan. *Van Hall Larenstein Applied Sciences University*.
- Lotze, H. K., & Reise, K. (2005). Ecological history of the Wadden Sea. *Helgoland Marine Research*, 59(1), 1-1. doi:10.1007/s10152-004-0200-8
- Oldenbroek, K. H. S. j. J. (2017). *De invloed van het getij en het weer op het aanbod van diadrome vissoorten bij zoet-zout overgangen in de eems-dollard*. Retrieved from
- Tudorache, C., Blust, R., & De Boeck, G. (2007). Swimming capacity and energetics of migrating and non-migrating morphs of three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* L. and their ecological implications. *Journal of Fish Biology*, 71(5), 1448-1456.
- van Gemert, R. (2015). Three-spined stickleback migration through a Dutch coastal fish fishway. *Van Hall Larenstein Applied Sciences University, Wageningen University and research Centre/Aquaculture and Fisheries*.
- Wintermans G.J.M, & Jager, Z. (2001). *Verslag visintrek Waddenzeekust voorjaar 2001*. Retrieved from Texel:
- Wintermans, G. J. M. (2013). *Trekvisaanbod langs de Waddenzeekust - gegevensverslag monitoring voorjaar 2013*, Finsterwolde. <https://www.ruimbaanvoorvissen.nl/>.