



Migratie van zoetwaterstandvis tussen Noordzeekanaal en omliggende boezems en polders

Resultaat van drie jaar telemetrieonderzoek op vijf locaties langs het Noordzeekanaal

Auteur(s): A.B. Griffioen¹, R. Kroes² en H.V. Winter¹

Wageningen University &
Research rapport C034/22

1 Wageningen Marine Research

2 Universiteit van Amsterdam

Migratie van zoetwaterstandvis tussen Noordzeekanaal en omliggende boezems en polders

Resultaat van drie jaar telemetrieonderzoek op vijf locaties langs het Noordzeekanaal

Auteur(s): A.B. Griffioen¹, R. Kroes² en H.V. Winter¹

1 Wageningen Marine Research

2 Universiteit van Amsterdam

Wageningen Marine Research
IJmuiden, juli 2022

Wageningen Marine Research rapport C034/22

Keywords: schubvis, Noordzeekanaal, telemetrie, PIT-tag, migratie

Opdrachtgever: Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden:
RWS West-Nederland Noord
Provincie Noord-Holland
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Hoogheemraadschap van Rijnland
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht
Sportvisserij MidWest Nederland
Gemeente Amsterdam
Port of Amsterdam

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/572635>

Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs. ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V31 (2021)

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 5 |
| 1 Inleiding | 8 |
| 1.1 Leeswijzer | 9 |
| 2 Methoden | 10 |
| 2.1 Studiegebied en -periode | 10 |
| 2.2 Verzamelen testvissen | 10 |
| 2.3 Verplaatsen testvissen (een experiment) | 11 |
| 2.4 Functioneren van readers en antennes | 11 |
| 2.5 Keuzes voor analyses van detecties | 12 |
| 2.6 Nauerna | 13 |
| 2.6.2 PIT-opstelling | 13 |
| 2.6.3 Testvissen | 14 |
| 2.7 Halfweg | 15 |
| 2.7.1 Beschrijving | 15 |
| 2.7.2 PIT-opstelling | 15 |
| 2.7.3 Testvissen | 16 |
| 2.8 Kadoelen | 18 |
| 2.8.1 Beschrijving | 18 |
| 2.8.2 PIT-opstelling | 18 |
| 2.8.3 Testvissen | 19 |
| 2.9 Willem I-sluis | 20 |
| 2.9.1 Beschrijving | 20 |
| 2.9.2 PIT-opstelling | 20 |
| 2.9.3 Testvissen | 21 |
| 2.10 Oranjesluizen | 22 |
| 2.10.1 Beschrijving | 22 |
| 2.10.2 PIT opstelling | 22 |
| 2.10.3 Testvissen | 23 |
| 2.11 Schematisch overzicht antennes en locaties | 24 |
| 3 Algemene resultaten | 25 |
| 3.1 Algemene detectieresultaten en terugvangsten | 25 |
| 3.2 Langste detectietijd | 25 |
| 3.3 Verspreiding vissen over het studiegebied | 27 |
| 3.4 Gedrag brasem gedurende drie jaar onderzoek | 31 |
| 3.5 Activiteit van de vis gedurende het jaar | 32 |
| 3.6 Activiteit van vissen nabij vispassage en gemalen | 33 |
| 4 Resultaten Halfweg | 35 |
| 4.1 Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten | 35 |
| 4.2 Waargenomen vissen en watertemperatuur | 36 |
| 4.3 Timing van detecties en migratiepatronen | 37 |
| 4.4 De benutting van de vismigratievoorziening | 40 |
| 5 Resultaten Nauerna | 46 |
| 5.1 Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten | 46 |
| 5.2 Waargenomen vissen en watertemperatuur | 47 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.3 | Timing van detecties en migratiepatronen | 48 |
| 5.4 | De benutting van de vismigratievoorziening | 51 |
| 6 | Resultaten Kadoelen | 54 |
| 6.1 | Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten | 54 |
| 6.2 | Waargenomen vissen en watertemperatuur | 55 |
| 6.3 | Timing van detecties en migratiepatronen | 56 |
| 6.4 | De benutting van de vismigratievoorziening | 61 |
| 7 | Resultaten Willem I-sluis | 66 |
| 7.1 | Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten | 66 |
| 7.2 | Waargenomen vissen en watertemperatuur | 66 |
| 7.3 | Timing van detecties en migratiepatronen | 67 |
| 7.4 | De benutting van de vismigratievoorziening | 68 |
| 8 | Discussie en Conclusies | 72 |
| 8.1 | Ruimtelijke gebruik van het Noordzeekanaal en omliggende gebieden | 72 |
| 8.2 | Timing van visdetecties en migratiepatronen | 72 |
| 8.2.1 | Op welk tijdstip van de dag worden vissen bij de vismigratievoorziening gedetecteerd? | 72 |
| 8.2.2 | Geven detecties aanwijzingen voor seizoensgebonden migratie? | 73 |
| 8.3 | De benutting van de vismigratievoorziening | 74 |
| 8.3.1 | Welk aandeel van de gemerkte vissen passeert de vispassages, en hoe verhoudt dit aandeel zich tot de migratiekansen? | 74 |
| 8.3.2 | Hoe lang duurt de passage door de vismigratievoorziening? | 78 |
| 8.3.3 | Keren deze vissen ook weer terug via vismigratievoorziening of gemaal naar rijkswater? | 78 |
| 9 | Aanbevelingen | 80 |
| 10 | Dankwoord | 82 |
| 11 | Kwaliteitsborging | 83 |
| | Literatuur | 84 |
| | Verantwoording | 86 |
| | Bijlage A Gemarkte vissen | 87 |
| | Bijlage B Tijd tussen eerste detectie op dag 1 (na merken/uitzetten op dag 0) en laatste detectie per locatie | 92 |
| | Bijlage C Verspreiding vissen | 95 |
| | Bijlage D Analyse detecties incl. baars Halfweg | 96 |
| | Bijlage E Detecties vispassage Kadoelen per uur | 98 |
| | Bijlage F Willem I-sluis detecties per uur | 99 |
| | Bijlage G Unieke vissen per gebied | 100 |
| | Bijlage H Afvoer gemalen | 104 |
| | Bijlage I Werking vispassages | 105 |

Samenvatting

Door menselijke ingrepen zijn veel watersystemen in Nederland gecompartmenteerd. Migratie van vissen wordt hierdoor belemmerd. Veel vissoorten lukt het daardoor niet of minder goed om zich voort te planten, voedsel te zoeken en/of in de winter hun rustplaatsen te bereiken. Inmiddels zijn er steeds meer initiatieven die vismigratie tussen wateren mogelijk moeten maken, bijvoorbeeld door het aanleggen van vispassages. Onderzoek naar dit soort migratievoorzieningen richt zich veelal op algemeen bekende trekvissoorten zoals paling, zalm of zeeforel, maar ook 'gewone' zoetwatervissen zoals baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars trekken van het ene water naar het andere. Over het gebruik van migratievoorzieningen door deze vissen is echter nog weinig bekend.

Ook in het Noordzeekanaal (NZK) bevinden zich diverse migratievoorzieningen. In deze studie wordt het gebruik van vispassages in het NZK door aanwezige zoetwatersoorten zoals baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars onderzocht. Het doel was om inzicht te krijgen in de effectiviteit van de vispassages, de timing van het gebruik (gedurende zowel het jaar als de dag) en de migratie van vissen tussen het NZK en de achterliggende polders en boezems. Deze kennis kan gebruikt worden voor het beheer van de vispassages in het gebied.

In het voorjaar van 2019, 2020 en 2021 zijn 3053 vissen – merendeels brasems en blankvoorns - van een Passive Integrated Transponder (PIT)-tag voorzien en met Radio Frequency Identification-techniek (RFID) bij vijf locaties gevolgd in de periode van maart 2019 tot en met juni 2021: de gemalen bij Halfweg, Nauerna en Kadoelen, en de Willem I-sluis en de Oranjesluizen. Het betrof merendeels volwassen baars (6%), blankvoorn (23%, vooral bij de Oranjesluizen), brasem (56%) en snoekbaars (10%).

Deze rapportage beschrijft de resultaten verzameld bij de eerste vier locaties. Het onderzoek bij de Oranjesluizen is onderdeel van een promotieonderzoek en zal in een aparte publicatie worden gepresenteerd.

Ruimtelijk gebruik van het Noordzeekanaal en omliggende gebieden door vissen

In totaal zijn via de antennes 1533 gemerkte vissen gedetecteerd, wat in totaal 1.350.927 detectieseries heeft opgeleverd. De resultaten laten zien dat de gemerkte brasems op grote schaal (tientallen km) hebben rondgezwommen en in het voorjaar zeer actief zijn geweest rondom de kunstwerken. Individuele brasems zijn op meerdere locaties waargenomen, voornamelijk in het voorjaar. Ze trekken dan richting de rietkragen zoals die ook nabij de onderzochte gemalen voorkomen om daar te paaïen. Dit is vooral aan de zijde van het NZK waargenomen, op basis van detectiegegevens en enkele visuele waarnemingen. Maar er zijn ook waarnemingen aan de boezem- of polderzijde van de gemalen. Migratie richting achterliggende boezems is, naar verhouding, slechts in geringe mate waargenomen. Uitwisseling tussen het boezemgebied achter gemaal Kadoelen en Willem I-sluis is wel meermaals en herhaaldelijk gezien, maar het aandeel vissen dat dit doet is in deze studie beperkt gebleven. Er zijn geen indicaties voor massale migraties tussen NZK en polder/boezem-achterland in deze studie naar voren gekomen, maar uitwisseling en gerichte migraties van een (klein) deel van de vispopulaties tussen NZK en polder/boezem achterland treden wel degelijk op.

Timing visdetecties en migratiepatronen

Afgezien van soort-afhankelijke voorkeuren zijn de waargenomen vissen 24 uur per dag actief rondom de onderzoekslocaties. Deze vissen zijn echter, wellicht zelfs in meerderheid, niet daadwerkelijk gemotiveerd om te passeren/migreren richting het boezem- of polderwater. Er is duidelijk een seizoensgebonden patroon in activiteit van vissen nabij de gemalen te zien, waarbij sommige vissen jaarlijks terugkeren op dezelfde locaties, zoals bij gemaal Kadoelen. Waarschijnlijk migreren vissen in het voorjaar naar de rietkragen nabij de gemalen. De maalstroom, de rietkragen en de ondiepten zorgen voor potentieel gunstige paaïomstandigheden. Jaarlijks wordt op al deze locaties (Nauerna, Kadoelen en Halfweg) paaïgedrag waargenomen van met name brasem. Ook aan de andere zijde van de gemalen

(Nauerna), aan de polderzijde is dit waargenomen. Het is zeer aannemelijk dat dit paaigedrag ook op andere locaties langs het NZK met een aanvoer van zoetwater, aanwezig was, zoals bij Overtoom, in de Voorzaan en bij gemaal De Waker.

De benutting van de vismigratievoorziening

Daadwerkelijke passages

De resultaten suggereren dat de vispassages voor volwassen schubvis minder belangrijk zijn. In veel gevallen is het aandeel vis dat zich rondom de kunstwerken ophoudt (de 'aanbodzijde') groot, maar worden de vispassages niet gevonden of gebruikt. Voor brasem is dit bij Nauerna 3%, voor Kadoelen 5%, voor Halfweg 10% en voor de Willem I-sluis 3%. Een verplaatsingsexperiment met brasem bij Halfweg toont aan dat de vissen die vanuit de boezem naar het NZK zijn overgeplaatst, eerder geneigd waren gebruik te maken van de vispassage. Ook bij blankvoorn en baars was de passage-effectiviteit hoog bij overplaatsing. Op basis van de resultaten wordt geconcludeerd dat de gemerkte vissen de passages over het algemeen wel konden passeren, zeker bij Kadoelen en Halfweg, maar dat slechts een klein deel gemotiveerd was om richting het achterland, naar de polders of boezems te migreren. Opvallend was dat bij de vispassage Kadoelen de helft van de vissen die de passage zijn gepasseerd, dit meerdere malen heeft gedaan. Deze zwommen via het boezemsysteem achter het gemaal en de Willem I-sluis weer terug naar het uitstroomgebied van het gemaal, om vervolgens de vispassage opnieuw te passeren. In de vispassages bij Kadoelen en Willem-I is veel heen-en-weer-zwemgedrag waargenomen. Bij de vispassage bij gemaal Nauerna, die net voor de start van de studie is opgeleverd, was de passage-effectiviteit zeer laag, slechts drie individuen (2%) hebben de vispassage gepasseerd. Bij deze vissen is geen heen-en-weer-zwemgedrag waargenomen.

Passageduur

De passages van de diverse typen vispassages duurden tussen enkele minuten (bv. Halfweg) tot wel meer dan 24 uur (Willem I-sluis). De constructie van de vispassage, de plaatsing van de detectielussen én motivatie van de vis zullen allemaal invloed hebben op de passagetijd van de vismigratievoorziening. Zo kunnen de vissen bij Kadoelen de buis in 4 minuten passeren; dit laten alle gepasseerde vissen consequent zien. Echter, de totale verblijftijd in de vispassage is langer, tot wel meer dan een uur. Gemaal Halfweg heeft een geheel andere constructie, waarbij de vissen vrijelijk tegen de stroom in de vispassage kunnen passeren. De passagetijd is voor sommige individuen daarom laag tot wel 5 minuten, maar ook hier kan de passagetijd flink oplopen tot wel ruim 18 uur. De Willem I-sluis laat weinig passages zien, en de vissen die erdoorheen zijn gegaan laten een ruime range aan passagetijden zien (ruim een uur tot meer dan 24 uur). Door de omvang van de sluis hebben de vissen hier, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij Kadoelen, veel meer bewegingsvrijheid. Dit kan vertraging opleveren bij het daadwerkelijk passeren van de vispassage bij de Willem I-sluis.

Migratie terug vanuit boezem/polder naar het NZK

De route vanuit het achterland naar het NZK is in deze studie onderbelicht gebleven. Door het geringe aantal passages en daardoor beperkte aantal vissen dat vanuit het achterland weer terug had kunnen zwemmen. Toch zijn er, met name bij Kadoelen met 54% retourwaarnemingen, aanwijzingen dat vissen gemotiveerd kunnen zijn om na een passage ook weer terug te keren. Er is heen-en-weer-zwemgedrag tussen gemaal Kadoelen, het Noordhollandsch Kanaal en de Willem I-sluis. Bij de locaties Nauerna en Halfweg is geen (grootschalige) migratie waargenomen vanuit de boezem richting het NZK. De vissen die die route wel hebben afgelegd, zijn waarschijnlijk uitgemalen. Het is wel goed om te beseffen dat vissen die onbedoeld richting het NZK worden uitgemalen, via de vispassage kunnen terugkeren, zoals bij Halfweg is gebleken, óf via een boezemsysteem (Kadoelen en Willem I-sluis).

Aanbevelingen

1) Vaststellen aanbod jonge vis en visbroed gedurende het jaar bij vispassages

Aanbevolen wordt om bij vispassages ook het aanbod aan visbroed en jonge vis, incl. jonge aal, gedurende het jaar vast te stellen, om hier het functioneren van de vispassage op af te stemmen. Omdat dit onderzoek niet op alle locaties snel zal kunnen plaatsvinden, lijkt het op voorhand aan te bevelen om hiermee bij de inzet van de vispassages nu al rekening te houden. Zie ook aanbeveling 6.

Vanwege de beperkte benutting van de onderzochte vispassages door schubvissen, wordt aanbevolen om de vispassage-instellingen te prioriteren op diadrome vis, visbroed en jonge vis als hier aanbod van

is. Tot en met de maand juni zou een groot deel van de volwassen schubvis kunnen 'meeliften' op de vispassage-regimes.

2) Vaststellen van migratie op andere locaties langs het NZK

Verzamelde gegevens uit de cameramonitoring bij Spaarndam (en de pilot bij Kadoelen) en wellicht toekomstige andere locaties kunnen worden benut om vast te stellen in hoeverre daar migratie plaatsvindt. Dit ook in interactie met de werking van het gemaal en vispassage. Toekomstige onderzoeken zouden dan wel gecombineerd moeten worden met bijvoorbeeld PIT-telemetry om individuen die veelvuldig heen en weer zwemmen (Kroes 2021), te kunnen onderscheiden.

3) Vaststellen van paai en paaigebieden nabij gemalen en zijkanalen

Zijkanalen en gemaaluitstromen langs het NZK met rietkragen vormen mogelijk paaihabitat. Voor een goed beheer van dit soort locaties wordt aanbevolen om paai-activiteit en -habitat er te inventariseren.

4) Aanpassing instelling vispassage Nauerna

Bij Nauerna valt te overwegen om de vispassage-schuif aan de NZK-zijde in ruststand van de vispassage open te stellen en die slechts te sluiten als de schuif aan de boezem/polder-zijde wordt geopend. Voor de schuif aan de NZK-zijde geldt dan 'open tenzij'. Bij Kadoelen is dit geen optie, omdat de lokstroom dan wegvalt, waardoor de vispassage mogelijk minder goed wordt benut. Bij Nauerna is de lokstroom continu, waardoor zo'n aangepaste instelling mogelijk wel effect heeft. Een verruiming van het aantal schuttingen via de vispassages in combinatie met een continue(re) lokstroom kan de effectiviteit van de vispassages vergroten voor het aandeel vissen wat er gebruik van wil maken.

5) Beoordeling frequentere inzet rinketten Willem I-sluys

In de studie is gebleken dat vissen de kleine kolk via de rinketten wel weten te vinden, maar veelvuldig in de kolk heen en weer zwemmen of aan de NZK-zijde blijven. Aanbevolen wordt de schutcyclus van de kleine kolk met de rinketten te bekorten, om vissen vaker gelegenheid te geven richting de boezem te zwemmen.

6) Timing van vismigratievoorzieningen

Schubvissen zijn zowel overdag als in de nacht bij de vispassages waargenomen. Daarom wordt aanbevolen om voor deze groep (incl. eventuele onbedoelde uitgemalen vissen) een 24-uursinstelling te realiseren. Vanwege de hoge paaiactiviteit van standvis die is waargenomen bij enkele koppen van de zijkanalen mag op voorhand worden verwacht dat ook op andere locaties, vergelijkbaar als bij Halfweg, zich broed en jonge schubvis aandient aan het einde van het voorjaar. Dit zal ook gelden voor de doortrek van jonge aal tijdens de zomermaanden. Naast een 24-uurs functioneren, wordt dan ook een jaarrond functioneren van de vispassages aanbevolen. Bij prioritering zou dit kunnen worden beperkt tot een jaarrondopenstelling tijdens de donker- en schemerperiode

1 Inleiding

Door menselijke ingrepen zijn veel watersystemen in Nederland in kleinere eenheden opgedeeld (gecompartimenteerd). Migratie van vissen wordt hierdoor belemmerd. Veel vissoorten lukt het daardoor niet of minder goed om zich voort te planten, voedsel te zoeken en/of in de winter hun rustplaatsen te bereiken. Inmiddels zijn er steeds meer initiatieven die vismigratie tussen wateren mogelijk moeten maken, bijvoorbeeld door het aanleggen van vispassages. Belangrijke projecten zijn bijvoorbeeld: 'de Kier' bij het Haringvliet¹, de Vismigratierivier bij Kornwerderzand², de Swimway Vecht³ en vele andere (lokale) initiatieven. Veel onderzoek naar dit soort migratievoorzieningen richt zich op algemeen bekende trekvissoorten zoals paling, zalm of zeeforel, maar ook 'gewone' zoetwatervissen zoals baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars trekken van het ene water naar het andere. Over het gebruik van migratievoorzieningen door deze vissen is echter nog weinig bekend.

In het Noordzeekanaal (NZK) bevinden zich diverse waterkeringen om het land te beschermen tegen overstroming door de zee, om het gebied leefbaar te maken en de landbouw te optimaliseren. Door de gemalen, dijken, dammen, stuwen en andere kunstwerken zijn de watersystemen in kleine beheersbare eenheden verdeeld maar daarmee ook afgesloten geraakt voor migrerende vissen (e.g. (Rahel and McLaughlin 2018, van Puijenbroek et al. 2019)). Om de verbinding te herstellen zijn in het NZK diverse migratievoorzieningen zoals vispassages aangebracht om verbindingen tussen watergangen te herstellen. Om de effectiviteit van deze verbindingen te evalueren zijn er in het NZK diverse onderzoeken uitgevoerd voor typische trekvissoorten als aal en driedoornige stekelbaars (Winter et al. 2020, Griffioen and Berg 2022). Een eventuele functie van deze voorzieningen voor zoetwatervissen zoals de baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars is echter nog onbekend. Verbindingen tussen het Noordzeekanaal en de achterliggende polders en boezem in het kader van paai kunnen van belang zijn om de populaties in stand te houden. Het is onbekend in hoeverre volwassen schubvissen het NZK en omliggende gebieden benutten voor foerageren en of paai. Om de functies van de vismigratievoorzieningen voor deze zoetwatervissen te toetsen is onderzoek nodig. In natuurlijke systemen kunnen vissen vrijelijk heen en weer zwemmen en is bekend dat zij voor paai bijvoorbeeld zijtakken van rivieren of doodlopende ondiepe delen opzoeken voor de paai (Molls 1999, Borchering et al. 2002, Gardner et al. 2013). Jonge vis keert, evenals de volwassen vis, na enige tijd weer (terug) naar diepere delen. In tegenstelling tot de rivieren uit de onderzoeken van bijvoorbeeld Molls et al. (1999) en Gardner et al (2013) heeft het NZK door waterbeheer een sterk gecontroleerd karakter en zullen vissen zich mogelijk anders gedragen. Het gebruik van vispassages kan daarbij een onderdeel zijn om ondiepere delen (polders en boezems) te verbinden met het NZK (rijkswater). Ook een eventuele route terug richting het NZK via gemalen of vispassages kan onderdeel zijn van de migratieroutes van zoetwatervissen.

In de voorliggende studie wordt het ruimtelijk gebruik van het NZK door zoetwatervissen en het mogelijke gebruik van vispassages onderzocht. Het gaat dan met name om gedrag, verspreiding en de uitwisseling van zoetwaterstandvis tussen het NZK en de aangrenzende boezem en polderwateren. Het doel was om inzicht te krijgen in de benutting van de vispassages (effectiviteit: hoeveel % van de gedetecteerde vissen maakt gebruik van de passage), de timing van het gebruik (zowel gedurende het jaar als de dag) en de migratie van individuele vissen van en naar het NZK inclusief het ruimtelijk gebruik van het NZK. Deze kennis kan gebruikt worden voor het eventueel aanpassen van instellingen en of beheer van de vispassages in het gebied.

Om meer inzicht te krijgen in het gebruik van de vismigratievoorzieningen in het NZK is van maart 2019 tot en met juni 2021 een uitgebreid telemetrieonderzoek met Passive Integrated Transponders (PIT) uitgevoerd bij de gemalen Nauerna, Halfweg en Kadoelen, en de Willem I-sluis en de Oranjesluizen. Om de vissen in de buurt van deze onderzoeklocaties te detecteren en te volgen, zijn bij de vispassages (Halfweg, Nauerna, Kadoelen en Oranjesluizen) en de vismigratievoorziening via rinketten (Willem I-

¹ <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/haringvliet-haringvlietsluizen-op-een-kier/index.aspx>

² <https://deafsluitdijk.nl/projecten/vismigratierivier/>

³ <https://www.sportvisserijnederland.nl/actueel/nieuws/20679/swimway-vecht-vismigratie-onderzocht.html>

sluis) PIT-tag-antennes geïnstalleerd. Daarbij zijn ook de uitstroomzijdes van de gemalen (Halfweg, Nauerna en Kadoelen) van antennes voorzien. Het onderzoek focust op het gebruik van de vismigratievoorzieningen door zoetwaterstandvis en daarnaast op hun zwemroutes tussen het NZK en de boezem/polder. Hierbij speelt ook de vraag wat de rol is van omliggende boezemsystemen en polders voor het bestand aan vis op het NZK (en vice versa).

In deze rapportage worden de gegevens van de locaties Nauerna, Halfweg, Kadoelen en de Willem I-sluis gepresenteerd. De locatie Oranjesluizen is wel in de algemene analyses (zoals verspreiding en aantal dagen dat de vissen gedetecteerd zijn) meegenomen, maar een diepte-analyse voor deze vispassage zal pas later, als onderdeel van een promotieonderzoek van R. Kroes (Universiteit van Amsterdam), in een aparte publicatie worden gepresenteerd.

De volgende onderzoeksonderwerpen en bijbehorende kennisvragen zijn geformuleerd onderverdeeld in drie categorieën:

1. Ruimtelijk gebruik van het Noordzeekanaal en omliggende gebieden

1. Wat is de verspreiding van vissen en het ruimtelijke gebruik van het Noordzeekanaal?

2. Timing visdetecties en migratiepatronen

1. Op welk tijdstip van de dag worden vissen gedetecteerd bij de vismigratievoorziening?
2. Geven detecties aanwijzingen voor seizoensgebonden migratie?

3. Benutting van de vismigratievoorziening

1. Welk aandeel⁴ van de gemerkte vissen passeert de vispassage?
2. Hoe lang duurt de passage door de vismigratievoorziening?
3. Keren deze vissen ook weer terug via de vismigratievoorziening of het gemaal naar rijkswater?

Het onderzoek is gefinancierd door het samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden en kent de volgende partijen: RWS West-Nederland Noord Provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Sportvisserij MidWest Nederland, Gemeente Amsterdam en Port of Amsterdam.

1.1 Leeswijzer

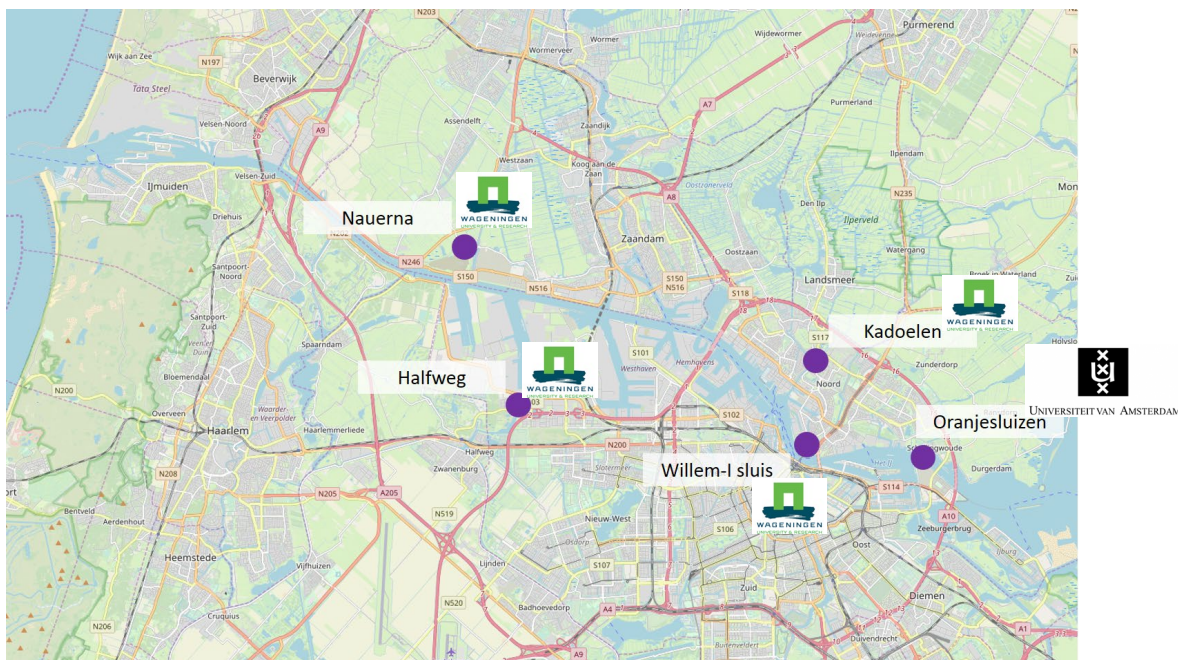
Na dit inleidende hoofdstuk (**Hoofdstuk 1**) inclusief de kennisvragen wordt er een gestart met een algemene methodebeschrijving (**Hoofdstuk 2**): studiegebied beschrijving, aantal testvissen en functioneren van de dataregistratiesystemen. Vervolgens wordt er vanaf **Hoofdstuk 2.6** per deellocatie in detail uitgelegd waar er detectie antennes zijn geplaatst en nogmaals, maar mee in detail gepresenteerd welke vissen er op die locatie zijn gemerkt. Na de methodebeschrijving volgt er in **Hoofdstuk 3** eerst een hoofdstuk met algemene resultaten zoals aantal detecties, terugvangsten, verspreiding van de vissen over het gebied en activiteit van vissen nabij passages en gemalen. In **Hoofdstuk 4-7** wordt er per locatie (Halfweg, Nauerna, Kadoelen en de Willem I-sluis) in detail besproken welke resultaten zijn behaald. Het rapport eindigt met discussie en conclusies (**Hoofdstuk 9**) en aanbevelingen (**Hoofdstuk 10**). In de **Bijlage** staan aanvullende figuren en vispassageprotocollen.

⁴ Dit type onderzoek richt zich op standvissen die, anders dan diadrome vissen, een minder duidelijke motivatie hebben om te migreren. Passage-effectiviteit is voor het doel van deze studie gedefinieerd als: percentage van gedetecteerde vissen dat gebruik maakt van de passage, ook benutting genoemd

2 Methoden

2.1 Studiegebied en -periode

In dit onderzoek is op vijf locaties PIT-telemetrieonderzoek uitgevoerd (Figuur 2-1). Bij deze locaties zijn in het voorjaar van 2019 bij de vispassage, uitstroomzijde van het gemaal of rondom rinketten van de sluizen antennes geplaatst. Er is data verzameld tot en met 30 juni 2021 vanwege het beëindigen van het project⁵. Om veiligheidsoverwegingen was het niet mogelijk om ook aan de instroomzijde van de gemalen een antenne te plaatsen.



Figuur 2-1 Onderzoek met PIT-telemetrieapparatuur op vijf locaties die de boezem/polder (of Markermeer) met het Noordzeekanaal (NZK) verbinden. De activiteiten bij de Oranjesluizen vonden in samenwerking tussen WMR en de Universiteit van Amsterdam plaats.

2.2 Verzamelen testvissen

De voor het onderzoek benodigde vissen zijn in het voorjaar van 2019 en 2020⁶ met een zegen gevangen, van een 23- of 32 mm-merkje (in het Engels: tag) voorzien en vervolgens weer vrijgelaten (Tabel 1). Alle vissen zijn voorafgaand aan het merken met 0,4ml/l 2-phenoxyethanol verdoofd en na het bijkomen van de behandeling direct weer in hetzelfde water waar ze gevangen zijn, teruggezet. In totaal zijn 3053 vissen gemerkt. Dit betrof hoofdzakelijk volwassen brasem, baars, blankvoorn en snoekbaars. Grote snoekbaars en baars hebben naast een PIT-tag ook een van buitenaf zichtbare Floytag gekregen voor terugmelding door sport- of beroepsvissers. De vissen zijn voornamelijk aan de NZK-zijde gevangen. Op locaties waar weinig vis is gevangen, is ook op andere plekken gevist (bv. aan de boezemzijde of in nabijgelegen gebieden) om alsnog voldoende vis voor de betreffende locatie te kunnen merken. In Bijlage A staan alle details van de gemerkte vissen.

⁵Een aantal antennes is blijven staan om de vissen ook na afloop van de deze studie te kunnen blijven volgen. Dat geldt voor de vispassage bij Halfweg-, het gemaal en de -vispassage bij Nauerna, en het gemaal en de vispassage bij Kadoelen. Deze worden naar verwachting in de zomer van 2022 verwijderd.

⁶ In het voorjaar van 2021 zijn met een kruisnet roofvissen gevangen bij gemaal de Waker t.b.v. een ander onderzoek. Deze vissen zijn ook gemerkt met een PIT tag en de data is meegenomen in deze studie. Ook bij gemaal Halfweg is dit gebeurd voor roofvissen die achter de vispassage zijn gevangen in een fuik. Deze zijn na het merken aan de NZK-zijde van het zijkanaal uitgezet.

Tabel 1 Totaal aantal gemerkte vissen per soort, locatie en jaar van vangst/merken. N.B. In 2020 is in verband met de kans op aantreffen van vis ervoor gekozen om in Zijkanaal-I te vissen in plaats van de Willem I-sluis. In 2021 zijn ten tijde van een ander onderzoek op het NZK een extra 66-tal vissen gemerkt.

| Vissoort | 2019 | | | | | 2020 | | | | | 2021 | | Totaal |
|--------------|---------|----------|---------|---------------|----------------|---------|----------|---------|---------------|-------------|----------|---------|--------|
| | Halfweg | Kadoelen | Nauerna | Oranjesluizen | Willem I-sluis | Halfweg | Kadoelen | Nauerna | Oranjesluizen | Zijkanaal-I | De Waker | Halfweg | |
| Aal | | | 4 | | | | | 2 | | | | | 6 |
| Baars | 22 | 19 | 4 | 23 | | 7 | 72 | 6 | 4 | | 8 | 25 | 190 |
| Blankvoorn | 104 | 5 | 1 | 458 | 5 | | 5 | 1 | 121 | 8 | | | 708 |
| Bot | | | 9 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 12 |
| Brasem | 177 | 454 | 83 | 277 | 38 | 141 | 147 | 27 | 125 | 241 | | | 1710 |
| Dunlipharder | | | | 5 | | | | | | 6 | | | 11 |
| Harder | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| Houting | 2 | | | 4 | | | | | | | | | 6 |
| Hybride* | 1 | | | 2 | | | | | | | | | 3 |
| Karper | | 2 | 1 | | | 16 | | 1 | 3 | | | | 23 |
| Kolblei | 3 | 3 | 15 | 1 | | | | 3 | | | | | 25 |
| Roofblei | | | | 5 | | | | | 3 | | | | 8 |
| Ruisvoorn | 1 | | | | 1 | 1 | | | | | | | 3 |
| Snoek | 2 | 4 | | 4 | | 1 | 3 | 4 | | | | | 18 |
| Snoekbaars | 14 | 24 | 49 | 8 | | 40 | 38 | 85 | 26 | 3 | 32 | 1 | 320 |
| Winde | | | | 8 | 1 | | | | | | | | 9 |
| Totaal | 326 | 511 | 166 | 796 | 45 | 208 | 265 | 130 | 282 | 258 | 40 | 26 | 3053 |

*Soort moeilijk op zicht vast te stellen; betreft: kolblei/brasem en/of blankvoorn/brasem

2.3 Verplaatsen testvissen (een experiment)

Voor het onderzoek zijn de gemerkte vissen zoveel mogelijk uitgezet bij de locatie waar zij ook zijn gevangen. Vissen die bijvoorbeeld aan de NZK-zijde zijn gevangen, zijn ook aan de NZK-zijde teruggezet. De uitzondering betreft gemaal Halfweg. Omdat daar direct aan de NZK-zijde nauwelijks vissen met een zegen gevangen zijn, kon de passage-effectiviteit voor deze locatie niet goed worden vastgesteld. Besloten is om een deel van de vissen uit de boezem naar het NZK, dus 'achter het gemaal', te verplaatsen. Hierdoor ontstond de mogelijkheid om te beoordelen of het gedrag van verplaatste vissen anders is dan dat van niet-verplaatste, en of er verschillen zijn tussen de diverse groepen in het gebied. Zo zijn er bij gemaal Halfweg ook vissen verderop uit een 'zijsloot' gevangen en nabij het gemaal Halfweg teruggezet. Op dat moment was het onbekend of deze vissen migratiedrang richting de boezem zouden gaan vertonen. De verwachting was eerder dat ze ongezien weer terug zouden keren in de richting van de zijsloot.

2.4 Functioneren van readers en antennes

Zodra een gemerkte vis binnen het bereik van een van de geplaatste antennes kwam (hier: binnen een straal van ~0,5m rond de antenne), stuurde de antenne het tijdstip en de identificatiecode van het merkje van de vis door naar een aangesloten 'reader'. Alle readers zijn gedurende het project doorlopend gecontroleerd op 'detectierange' en functioneren. Hierbij waren de readers zo ingesteld dat zij de sterkte van de elektrische stroom die door de lussen loopt, elk uur registreerden⁷. Indien de stroomsterkte in de lussen substantieel was gedaald of een afwijkend patroon liet zien, zijn de antennes aangepast of zijn andere maatregelen genomen. Gedurende het project is in een logboek bijgehouden welke controles en aanpassingen aan de systemen zijn gedaan.

Storingen

Op basis van het logsysteem in de readers zelf is vastgesteld dat de meeste antennes afgezien van enkele kortere perioden (beschreven in de volgende paragrafen) een stabiele werking hebben gehad en dat er gedurende de gehele studieperiode een vrijwel continue kans op detectie is geweest. Echter, bij de Willem I-sluis waren de readers in een elektriciteitskast van de sluis geplaatst. De apparatuur in deze

⁷ Code: RP=60. De reader registreert elke 60 minuten de stroom door de lussen en eventuele storing/ruis op de antenne.

kast gaf op bepaalde tijden interferentie en storing in de readers waardoor er een verminderde detectiekans zou kunnen zijn opgetreden gedurende de studie. Ook bij gemaal Halfweg heeft één station (gemaal Halfweg-west), ondanks bekabelde synchronisatie tussen de readers, last gehad van storing. Deze werd mogelijk veroorzaakt door een onbekende stoorzender in de omgeving. De storing is niet continu aanwezig geweest gedurende de studie, maar gaf op bepaalde tijden mogelijk wel een verminderde kans op detectie.

Tijdsynchronisatie

Elke reader heeft een eigen interne klok die registreert op welk tijdstip er een detectie is geweest. Omdat deze detectietijd afwijkt van de werkelijke tijd zijn alle readers gesynchroniseerd met de werkelijke tijd (UTC+1). Daarnaast heeft elke interne klok van een reader een dagelijks verloop van de tijd (gemiddeld zeven tot acht seconden per dag). Ten behoeve van deze synchronisatie is gedurende het project vastgesteld wat de afwijking van de interne klok is ten opzichte van de werkelijke tijd (UTC+1). Dit is voor alle individuele readers berekend middels diverse ijkmetingen. Gemiddeld is er negen keer per reader, uiteenlopend van één tot 22 metingen, een ijking geweest. De metingen waren afhankelijk van de duur van de inzet van de betreffende reader omdat sommige gedurende het project zijn vervangen. Uiteindelijk is de gehele dataset gesynchroniseerd per reader, samengevoegd en omgezet naar wintertijd (UTC+1). De data van de afvoeren van de diverse gemalen zijn allemaal omgezet naar wintertijd en gekoppeld aan de detecties van de vissen.

2.5 Keuzes voor analyses van detecties

Definitie van 'eerste detectie'

In de analyse van de detectiegegevens is rekening gehouden met het feit dat gemerkte vissen in sommige gevallen vrijwel direct op of nabij een antenne zijn vrijgelaten. Ook is de ervaring dat vissen na een behandeling soms geen natuurlijk gedrag vertonen, wat een vertekend beeld kan geven in de analyses. Om deze reden zijn per individu de detecties vanaf het moment van merken tot aan 23:59 uur van diezelfde dag (dag 0) uit de dataset verwijderd. In de data die is verwijderd zijn geen detecties geweest van vissen die een passage hebben benut.

Definitie van een 'event': gemaal-detecties

In de analyse van de data die bij de gemalen zijn verzameld, is ervoor gekozen dat elke onderbreking van de registraties die langer duurt dan 15 minuten een nieuwe datareeks doet starten. Andersom: als een vis wel binnen 15 minuten een of meerdere malen terugkeert, dan worden alle detecties in die 15 minuten beschouwd als een en dezelfde reeks. Een nieuw 'event' is steeds de eerste detectie van een nieuwe datareeks, onafhankelijk van hoe lang die reeks duurt. Alle overige gegevens, zoals 'waar' een vis zich bevindt, de watertemperatuur of de stand van de lokpomp, worden gekoppeld aan het tijdstip van het event.

Definitie van een 'event': vispassage-detecties

Bij de gemalen Halfweg en Nauerna en de vispassage van de Willem I-sluis is bij de ingang van de vispassage (NZK-zijde) één detectielus (bij Willem I zijn dit er in feite twee; voor elke rinket één) waar de vissen voorbij kunnen zwemmen. Bij deze passages is de lus direct vóór (Nauerna en Willem I) of circa 1 m voorbij (Halfweg) de werkelijke ingang van de vispassage geplaatst. Bij gemaal Nauerna (schuif) en de Willem I-sluis (rinketten) kan de ingang van de vispassage open of dicht zijn. Bij gemaal Halfweg is de vispassage vrijwel altijd open. Bij de vispassage is een analyse uitgevoerd, waarbij een nieuwe datareeks (nieuw event) wordt gestart als er een onderbreking is van meer dan vijf minuten in een detectiereeks.

Bij de vispassage Kadoelen is de lus *in* de vispassage geplaatst, waarbij vissen alleen kunnen worden gedetecteerd als deze open is geweest en de vissen naar binnen hebben kunnen zwemmen. Het is hier niet altijd duidelijk of een binnengezwommen vis de vispassage ook weer is uitgezwommen of nog in de vispassage is, maar buiten de detectierange van de antenne.

Koppeling van visdetecties aan afvoergegevens gemalen en vispassage-stand

De data van de detecties worden gekoppeld aan de gegevens van de vispassages, gemalen en schuttingen. De resolutie van deze gegevens verschilt per gemaal; Nauerna: per minuut, Kadoelen: per 15 minuten en gemaal Halfweg: per 10 minuten. Van de Willem I-sluis zijn alleen gegevens van de dagelijkse schuttingen beschikbaar, en een algemeen protocol van de werking van de vispassage.

Watertemperatuur

De watertemperatuur kan van invloed zijn op het gedrag van vissen en daarmee op eventuele detecties. Er zijn twee temperatuurreeksen beschikbaar, gemeten op 1m diepte en op 6m diepte van het meetpunt "Spaarndammerpolder". Dit is een meetpunt op het Noordzeekanaal zelf (52°26'29.39"N, 4°41'49.86"E, NZK kp 8, ter hoogte van recreatiegebied Spaarwoude). Omdat de onderzoeksgebieden vaak ondiep(er) zijn, is gekozen voor de temperatuurreeks gemeten op 1m diepte.

2.6 Nauerna

2.6.1 Beschrijving

Gemaal Nauerna heeft naast het gemaal een sluis-vispassage met lokstroompomp die op 17 april 2019 in bedrijf is genomen en vanaf 24 april 2019 stabiel functioneerde (pers. meded. S. Westerman, HHNK). De lokstroom is continu en wordt via de vispassage aangeboden of, als de vispassage aan de NZK-zijde dichtstaat, aangeboden voor de buitenschuif van de vispassage waar deze uitkomt in de noordwestelijke maalgang. Voor de instellingen van de sluiswerking van de vispassage, zie Bijlage I.

2.6.2 PIT-opstelling

Bij Nauerna zijn in totaal vier antennes geplaatst: twee in de uitstroom van de beide maalkokers van het gemaal en elk één bij de in- en uitgang van de vispassage. De antennes bij het gemaal bestaan uit twee frames van elk ca. 1,8 x 0,8m (2-loop 4mm²-draad). Bij de vispassage is zowel aan de NZK-zijde als aan de polderzijde een antenne geplaatst (beide ca. 0,6x0,6m, 3-loop 2,5mm²-draad). Deze zijn in de sponning van de voorziening gehangen. De readers zijn draadloos gesynchroniseerd. Indien een vis richting de ingang van de vispassage zwemt, wordt deze eerst door de antenne bij de uitstroom van het gemaal gedetecteerd. De maalgang waar de vispassage als bypass op is aangesloten noemen we in dit rapport de vispassage-koker (Figuur 2-8).

Vispassage NZK-zijde:

12 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart

5 augustus 2020 antenne ingang passage geoptimaliseerd.

17 december 2020 i.v.m. mogelijke storing is een extra reader geplaatst waardoor de ingang en uitgang van de vispassage nu een aparte reader hebben.

Vispassage polderzijde:

12 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart

Gemaal frames oost:

12 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart

9-25 juli 2019 geen data door wegvallen stroom

31 jan – 11 maart 2020 systeem gaf een error bij uploaden data op 11 maart 2020. SD-kaart is opgestuurd naar Oregon, maar bedrijf gaf aan dat het probleem niet opgelost kon worden.

Geen data: 31 jan – 11 maart 2020 (en reader vervangen).



Figuur 2-2 Plaatsing van de antennes voor PIT-telemetrie bij gemaal Nauerna. In totaal twee antennes achter het gemaal, één antenne bij de passage NZK-zijde en één antenne bij de vispassage aan de polderzijde. Linksboven is de ingang van de vispassage (op foto nog zonder antenne). Rechts de terugslagklep van het gemaal.

2.6.3 Testvissen

Bij gemaal Nauerna zijn in totaal 296 vissen gemerkt en allemaal aan de NZK-zijde uitgezet (Bijlage A). In totaal zijn 110 brasems en 134 snoekbaarzen gemerkt en in lager aantal ook kolblei (18 stuks), bot (10 stuks), baars (10 stuks), paling (6 stuks), snoek (4 stuks), karper (2 stuks) en blankvoorn (2 stuks). Afgezien van één bot met een 12mm-tag en één bot met 23mm-tag, zijn alle vissen met een 32mm-tag uitgerust en op normaal zwemgedrag⁸ gecontroleerd voordat ze zijn vrijgelaten. De vissen zijn bij de uitstroomzijde van het gemaal teruggezet.



Foto 2. Opstelling voor het merken van de vis bij de uitstroomzijde van gemaal Nauerna (foto: Rens Hensgens).

⁸ Normaal zwemgedrag wordt gedefinieerd als een vis die actief rondzwemt of rechtop in een te verwachten houding in de bak stil 'hangt' én bij een kleine prikkel (zoals een tikje op de bak) reageert of actief gaat rondzwemmen.

2.7 Halfweg

2.7.1 Beschrijving

Gemaal Halfweg heeft naast het gemaal (drie vijzels) een Archimedes-type vispassage. Deze bestaat uit een opvoerbak, die vanuit de boezem wordt gevuld met een 'Manshanden'-vijzel. Een deel van het water uit de boezem stroomt via de opvoerbak ook weer terug naar de boezem (via de uitgang van de vispassage). Een ander deel gaat richting het NZK voor het creëren van een lokstroom. Vis die vanuit het NZK terechtkomt in de opvoerbak kan dus direct richting de boezem passeren. Vis kan in principe ook met de vijzel vanuit de boezem in de opvangbak terechtkomen en vandaaruit naar het NZK zwemmen of weer terug de boezem in. Het keurnet dat voor de vijzel is opgesteld, is gedurende het onderzoek opgeheven geweest om vis de gelegenheid te geven via de vispassage weer terug te keren naar het NZK. De vispassage is continu in bedrijf.

2.7.2 PIT-opstelling

Op deze locatie zijn in totaal 15 antennes geplaatst: elf bij het gemaal en vier bij de vispassage. De antennes bij het gemaal bestaan uit drie frames van elk ca. 5x5,5m. Deze zijn met een kraan in de sponning van elke koker gehangen. Per frame zijn vier antennes gespannen van 0,6x3m met elk circa 0,4m tussenruimte. De draden zijn dubbel gelust met 4mm²-draad. De ruimte tussen de antennes wordt afgedekt door het bereik van de antenne zelf, zodat er nauwelijks 'blinde vlekken' ontstaan. Het frame aan de oostzijde (in Figuur 3-3 het frame links) heeft drie in plaats van vier antennes ingeschakeld (en heeft daarmee dus een 'blinde vlek' van ¼ oppervlakte) omdat aan dezelfde reader ook de antenne van de vispassage is gekoppeld. In totaal kunnen vier antennes aan één readers worden gekoppeld. De readers zijn gesynchroniseerd middels een bekabelde master/slave-connectie.

Bij de vispassage is aan de NZK-zijde één antenne geplaatst (ca. 0,9x0,9m, 3-loop 2,5mm²-draad); aan de boezemzijde zijn dat er in totaal drie: één kleine antenne (ca. 0,3x0,6m, 3-loop 2,5mm²-draad) waar de vis de vispassage verlaat, en twee 'gestapelde' antennes (ca. 2,4x0,6m 2-loop 4mm²-draad) vóór de instroom van de vijzel.

Vispassage NZK-zijde:

30 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart

Vispassage boezemzijde:

30 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart

Vispassage vijzel:

30 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart
14 april 2021 tuners vervangen i.v.m. mogelijke verminderde detectierange in periode 1 maart – 14 april 2021

Gemaal frame oost:

24 april 2019 geïnstalleerd; detectie gestart
19-29 augustus 2019 defect door blikseminslag)

Gemaal frame midden:

29 mei 2019⁹ geïnstalleerd; detectie gestart

⁹ Vanwege de detectierange en storing van de synchronisatie zijn deze frames pas vanaf 29 mei 2019 ingeschakeld, nadat de storing was verholpen en de detectierange geoptimaliseerd.

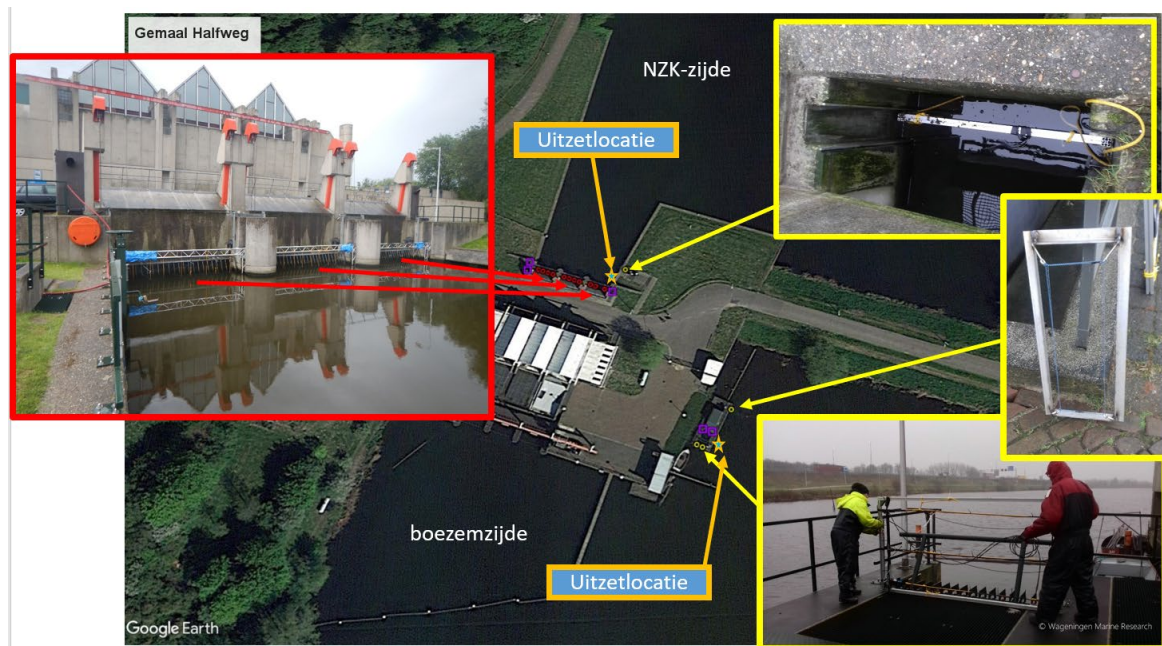
Gemaal frame west:

29 mei 2019¹⁰ geïnstalleerd; detectie gestart

5 september 2019 reader uit voorzorg vervangen vanwege mogelijk falen reader (geen dataverlies).

5 september 2020 reader in storting van 4-7 september 2020. Geen stroom.

15 september 2020 wederom getest, geen storting.



Figuur 2-3 Plaatsing van de antennes voor PIT-telemetrie bij gemaal Halfweg. In totaal elf antennes achter het gemaal, één antenne bij de passage NZK-zijde en drie antennes bij de vispassage aan de boezemzijde (twee voor de vijzel en één bij de uitstroom van de vispassage).

2.7.3 Testvissen

Bij gemaal Halfweg zijn in totaal 560 vissen gemerkt. 289 daarvan zijn gevangen aan de boezemzijde, 37 aan de NZK-zijde, 177 in de 'zijsloot' en 57 vissen zijn afkomstig van de monitoring¹¹ van de vispassage (boezemzijde). Van de in 2019 aan de boezemzijde gevangen vissen zijn 61 na het merken ook weer aan de boezemzijde teruggezet en 251 aan de NZK-zijde in het kader van het 'verplaatsingsexperiment' (zie paragraaf 2.3 en Bijlage A). De reden dat bij Halfweg ook vissen aan de boezemzijde zijn gevangen, was dat er nauwelijks vissen aan de NZK-zijde werden gevangen. Door deze extra vanglocatie bood zich de mogelijkheid om te beoordelen of de vissen van de boezemlocatie ander gedrag vertonen dan de vissen uit het NZK-gebied. In totaal zijn 318 brasems en 104 blankvoorns gemerkt en in kleinere aantallen baars (54 stuks), snoekbaars (55 stuks), karpers (16 stuks), kolblei (3 stuks), houting (2 stuks), snoek (3 stuks), ruisvoorn (2 stuks), bot (1 vis), harder (1 vis) en een cyprinide hybride (1 vis) gemerkt. Alle vissen zijn met een 32mm-tag uitgerust en op normaal zwemgedrag gecontroleerd voordat ze zijn vrijgelaten. De vissen zijn nabij de ingang van de vispassage losgelaten (ca. 10m daarvandaan). Aan de boezemzijde zijn de vissen nabij de vispassage teruggezet. In 2020 is in de 'zijsloot' aan de noordoostzijde van het gemaal gevist. Deze is via een duiker direct met het zijkanaal aan de NZK-zijde verbonden. In totaal zijn hier in 2020 177 vissen gevangen: 132 brasems, 26 snoekbaarzen, 16 karpers, 1 baars, 1 bot en 1 snoek. In 2021 zijn er aanvullend 25 baarzen en 1 snoekbaars gemerkt.

¹⁰ Vanwege de detectierange en storting van de synchronisatie zijn deze frames pas vanaf 29 mei 2019 ingeschakeld, nadat de storting was verholpen en de detectierange geoptimaliseerd.

¹¹ Het Hoogheemraadschap van Rijnland en Rijkswaterstaat voeren sinds 2014 bij de vispassage te Halfweg in het voorjaar een monitoring uit met behulp van een fuik.



Foto 1. Het vissen met een zegen voor het gemaal te Halfweg.

2.8 Kadoelen

2.8.1 Beschrijving

Gemaal Kadoelen heeft aan de noordwestzijde naast het gemaal een sluis-vispassage. De putten (2x2m) aan weerszijden van het gemaal maken daar onderdeel van uit. De ingang van de vispassage ligt ongeveer 15m van de westelijke maalkoker. De schuif van de vispassage aan de NZK-zijde is van zonsondergang tot zonsopkomst open. De schuif aan de boezemzijde is dan daaraan tegengesteld dicht of open. De vispassage heeft een lokstroom die aan de boezemzijde van de schuif bij de ingang wordt opgewekt. Als de vispassage aan de NZK-zijde gesloten wordt, valt ook de lokstroom weg. Voor de instellingen van de sluiswerking van de vispassage zie Bijlage I.

2.8.2 PIT-opstelling

Bij Kadoelen zijn in totaal zes antennes geplaatst: vier in de uitstroom van het gemaal (twee antennes per gemaal) en twee in de putten van de vispassage. De antennes bij het gemaal bestaan uit twee frames van elk ca. 4,2x0,8m (2-loop 4mm²-draad). Bij de vispassage is zowel aan de NZK-zijde als aan de boezemzijde een antenne geplaatst (beide ca. 0,6x0,8m, 3-loop 2,5mm²-draad). Deze zijn in de sponning van de voorziening gehangen. De readers zijn draadloos gesynchroniseerd.

De vispassage NZK-zijde

September 2017 geïnstalleerd; detectie gestart (schieraal uittrek studie)

De vispassage polderzijde

september 2017 geïnstalleerd; detectie gestart (schieraal uittrek studie)

Gemaalframes

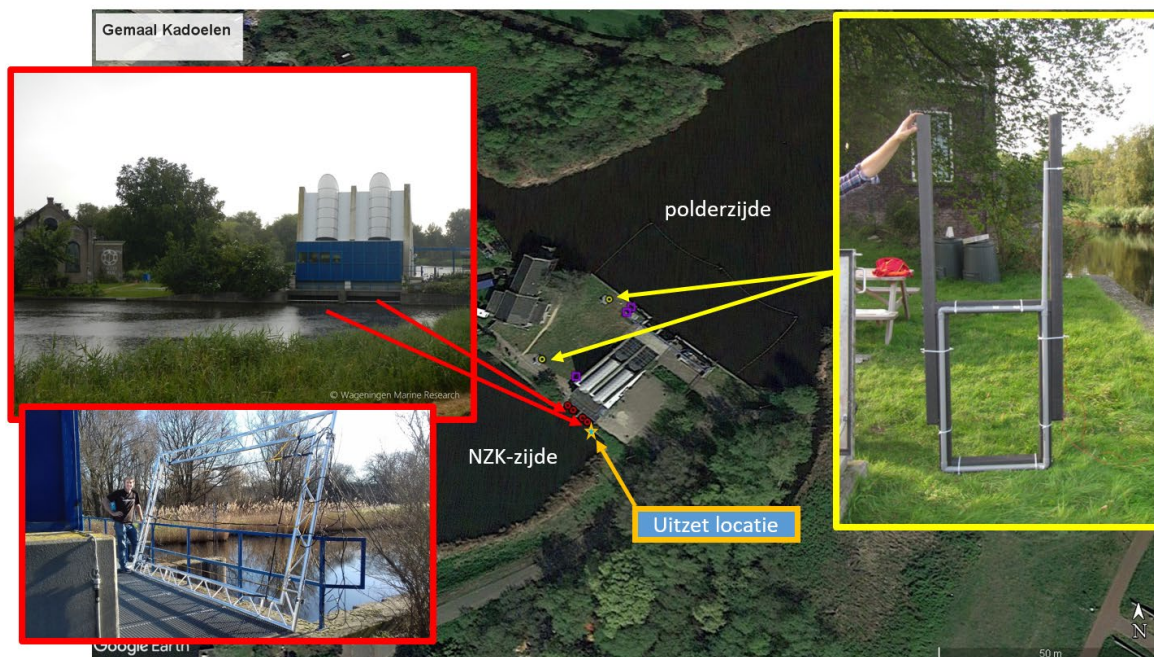
26 februari 2019 geïnstalleerd; detectie gestart

23-30 april 2019 door storing bij het gemaal geen detectie.

3-5 mei 2019 door storing bij het gemaal geen detectie.

31 januari – 11 maart 2020 geen stroom en geen data.

28 april – 6 mei 2021: onderhoud gemaal en daardoor geen stroom en geen data.



Figuur 2-4 Plaatsing van de antennes voor PIT-telemetrie bij gemaal Kadoelen. In totaal zijn er vier antennes achter het gemaal, én antenne bij de passage aan de NZK-zijde en één antenne bij de vispassage aan de polderzijde.

2.8.3 Testvissen

Bij gemaal Kadoelen zijn in totaal 776 vissen gevangen in de uitmaalkom van het gemaal (Bijlage A). De vissen zijn gemerkt en allemaal aan de NZK-zijde uitgezet (Tabel 4). In totaal zijn 601 brasems en 91 baarzen gemerkt en daarnaast ook snoekbaars (62 stuks), blankvoorn (10 stuks), snoek (7 stuks), kolblei (3 stuks) en karper (2 stuks). Alle vissen zijn met een 32mm-tag uitgerust en op normaal zwemgedrag gecontroleerd voordat ze zijn vrijgelaten. De vissen zijn bij de gemaaluitstroomzijde losgelaten. In 2020 is aanvullend bij Zijkanaal-I gevist. Hier zijn in totaal 258 vissen gemerkt: 241 brasems, 8 blankvoorns, 6 dunlipharders en 2 snoekbaarzen.



Foto 3. Snoek van 114cm gevangen in de uitmaalkom van gemaal Kadoelen.

2.9 Willem I-sluis

2.9.1 Beschrijving

Het complex Willem I-sluis bestaat uit een grote sluis voor de scheepvaart en een kleinere sluis (kleine kolk) aan de oostzijde, die is voorzien van een vismigratievoorziening via rinkettenbeheer (Winter et al. 2019). Daarbij wordt gebruik gemaakt van de stroming die ontstaat door het peilverschil tussen het NZK en het Noordhollandsch-Kanaal (ca. 1,15m). Deze kleine kolk is voor het detectieonderzoek voorzien van een aantal antennes.

2.9.2 PIT-opstelling

In de kleine kolk zijn in totaal zes antennes geplaatst: twee rondom de rinketten van de sluisdeuren aan de NZK-zijde, twee in de kolk en twee rondom de rinketten van de sluisdeuren aan de boezemzijde. De antennes bij de deuren zijn middels RVS-buizen, Dyneema-draad en spanbanden rondom de rinketten geplaatst. De antennes zijn ca. 1,5x1,0m (3-loop 2,5mm²-draad). Het frame in het midden van de kolk heeft twee antennes van ca. 5,0x0,6m (2-loop 4mm²-draad). De readers zijn draadloos gesynchroniseerd en worden gestoord wanneer de deuren van de grote kolk worden bediend. Deze storing veroorzaakt mogelijke misdetecties maar is onvermijdelijk. N.B. De grote kolk die door de scheepvaart wordt gebruikt, is niet afgedekt met antennes, wat betekent dat vissen via het schutten ongezien het complex kunnen passeren.

Antennes rinketten

September 2017 geïnstalleerd; detectie gestart (schieraal uittrek studie)

5 maart 2019 antennes aan de boezemzijde zijn opnieuw aangebracht door duikers vanwege schade aan de detectielussen

24 februari 2021 NKZ-zijde (bovenhoofd) nieuwe reader geïnstalleerd i.v.m. reparatie rinketten en daaropvolgende storing van de antennes.

28 mei – 30 juni 2021 storing in reader bovenhoofd (geen data).

3 februari 2020 de sluismeester meldt dat de vispassage niet goed functioneert (alleen zuidrinket functioneert), gemeld in de stuurgroep van de opdrachtgevers.

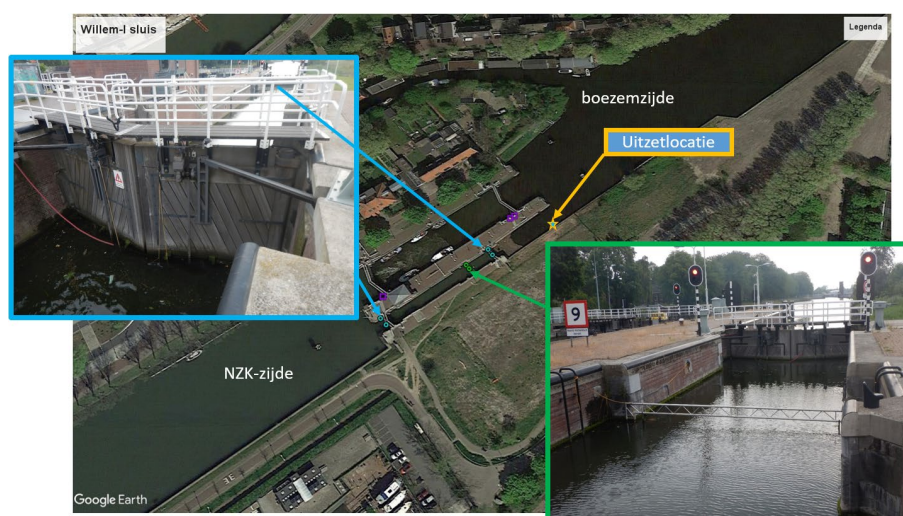
Frames in de kolk detecteren vanaf:

14 maart 2019 geïnstalleerd; detectie gestart maar nog geen volledig bereik

25 maart 2019 goed bereik.

27 mei - 11 juni 2019 antennes uitgeschakeld door het wegvallen van stroom.

16 maart 2020 antennes frame en rinketten (boezem) op één reader gezet i.v.m. storing, mogelijk door de bediening van de deuren van de grote kolk.



Figuur 2-5 Plaatsing van de antennes voor PIT-telemetrie bij de Willem I-sluis. In totaal zijn er vier antennes op de sluisdeuren en twee antennes in de kolk.

2.9.3 Testvissen

Bij de Willem I-sluis zijn in totaal 45 vissen gevangen aan de boezemzijde van de sluis (Tabel 5). In totaal zijn 38 brasems, 5 blankvoorns, 1 ruisvoorn en 1 winde gemerkt en aan de boezemzijde losgelaten. Alle vissen zijn met een 32mm-tag uitgerust en op normaal zwemgedrag gecontroleerd voordat ze zijn vrijgelaten. Deze vissen zijn ook weer aan de boezemzijde uitgezet (Figuur 2-5). Alle waren vrij klein (Bijlage A). De NZK-zijde is door de diepte van de vaargeul moeilijk te bevissen met een zegen. Daarom is een extra keer gevist bij gemaal Kadoelen¹², dat op dezelfde boezem is aangesloten. Reeds bij het schieraalonderzoek 2017-2018 is veel uitwisseling waargenomen tussen Kadoelen en Willem I-sluis. In 2020 is ervoor gekozen om in Zijkanaal-I te vissen. Hier zijn in totaal 258 vissen gemerkt: 241 brasems, 8 blankvoorns, 6 dunlipharders en 2 snoekbaarzen. N.B. Deze aantallen zijn ook vermeld bij de beschrijving van de testlocatie Kadoelen.



Foto 4. Het aanpassen van de detectielussen op het frame na meerdere testen met verschillende opstellingen. Het frame bestaat hier uit twee antennes van ca. 5x0,6 m. De ruimte tussen de antennes is zodanig dat er een vrijwel volledig bereik is.

¹² De bij Kadoelen gevangen vissen zijn gemerkt en allemaal bij Kadoelen aan de NZK-zijde uitgezet. Er is dus een extra 'Kadoelen-groep' gemerkt en uitgezet.

2.10 Oranjesluizen

2.10.1 Beschrijving

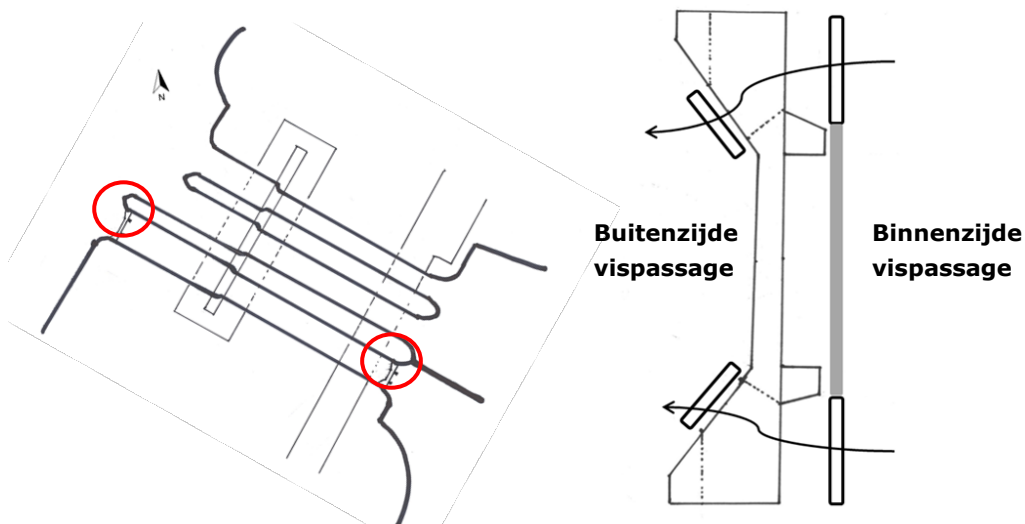
De Oranjesluizen zijn gelegen tussen het NZK en het IJmeer. Het sluiscomplex bevat vier schutsluizen en drie vispassages. Eén zogenaamde vertical slot-vispassage (vispassage-noord) bevindt zich in een voormalige maalgang ten noorden van de drie oude sluizen en twee vispassages - een sluis-vispassage (vispassage-midden) en nóg een vertical slot-vispassage (vispassage-zuid) - zijn gebouwd in de voormalige maalgangen ten noorden van de Prins Willem Alexandersluis (PWA-sluis; Figuur 2-6). Gedurende het zomerhalfjaar, wanneer het peil op het Markermeer gemiddeld 20cm hoger staat dan op het NZK, staan de vispassages veelal open. Gedurende het winterhalfjaar is het streefpeil op het Markermeer gelijk aan dat van het NZK (NAP -0,4m). Omdat er geen brakwater richting het IJmeer mag stromen, staan de vispassages dan veelal dicht.

2.10.2 PIT opstelling

Vispassage-zuid is in maart 2019 voorzien van PIT-antennes. De vispassage heeft aan de noordwestzijde en de zuidoostzijde zogenaamde 'vertical slots': twee verticale openingen in een betonconstructie, die het debiet door de vispassage remmen en zo de stroming door de vispassage verminderen (Figuur 2-7). De verticale openingen zijn 50cm breed en 200cm hoog en permanent geopend. In het midden van de vispassage staat een regelbare schuif die de vispassage afsluit als het waterpeil in het NZK hoger is dan het IJmeer-peil. Bij het monteren van de antennes is aan de binnen- en buitenzijde van iedere opening van de vertical slots een hardhouten frame geplaatst en gezekerd met spanbanden (afmetingen per frame ~80x230cm, 3-loops 4mm²-draad). In totaal zijn daarmee acht antennes geplaatst waarmee naast het moment van passeren ook de zwemrichting door de opening in de vertical slots en door de hele vispassage waargenomen kan worden (Figuur 2-7). De antennes worden aangestuurd met twee readers, die in weerbestendige houten boxen zijn opgesteld op de vertical slots. De readers zijn draadloos gesynchroniseerd. Per februari 2020 zijn de vier antennes, die oorspronkelijk aan de binnenzijde van de vispassage waren geplaatst, verplaatst naar de ernaast gelegen sluis-vispassage, die eind 2019 is opgeleverd. Vanaf dat moment zijn de vissluis en vispassage-zuid gemonitord.



Figuur 2-6 De locatie van de twee zuidelijk gelegen vispassages bij de Oranjesluizen (gele cirkel). De afbeelding laat drie maalgangen zien van een voormalig gemaal. De noordelijke gang is een waterinlaat, de middelste is medio 2019 omgebouwd tot sluis-vispassage en de zuidelijke maalgang is sinds 1995 een vertical slot-vispassage. (Satellietfoto afkomstig van Google Maps)



Figuur 2-7 Links: Bovenaanzicht van de vispassage-zuid met twee vertical slots (rode cirkels). In het midden van de maalgang is een schuif aanwezig. De schuif van de vispassage staat open als het peil in het IJmeer hoger is dan het peil in het NZK. Rechts: Schematisch bovenaanzicht van de openingen en antennes van een van de twee vertical slots. De peilen geven de stroomrichting door de openingen in de vertical slots weer. De weerbestendige box (niet zichtbaar) is bovenop de vertical slot geplaatst.

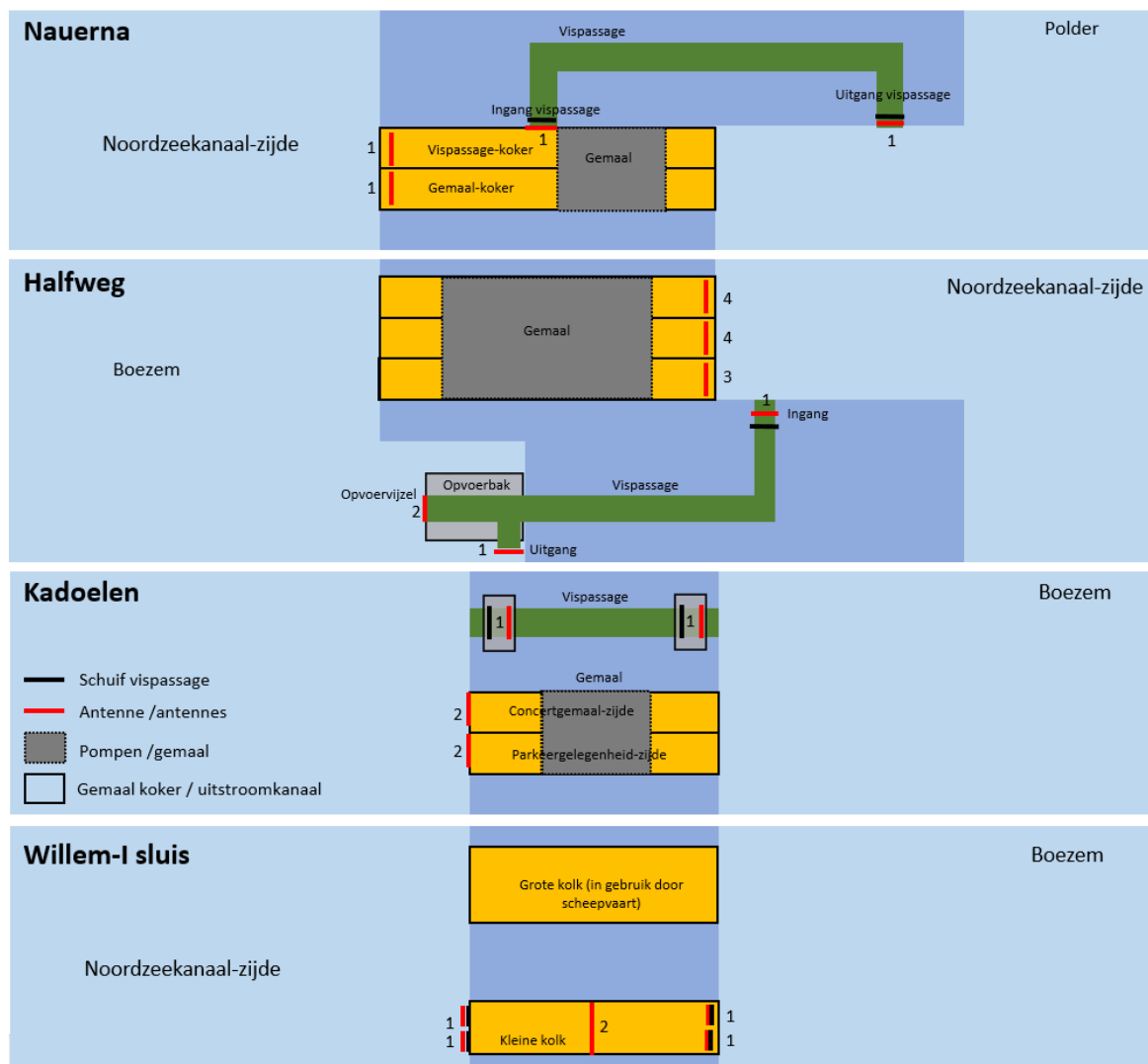
2.10.3 Testvissen

In 2019 is op vier dagen met een zegen gevist; tweemaal aan de noordwestkant en tweemaal aan de zuidoostkant van het sluiscomplex (Bijlage A). In 2020 is aanvullend gevist op twee dagen. De gevangen vissen zijn voorzien van een 32 mm-PIT-tag en aan de vangzijde op ongeveer tien meter van de vispassage weer vrijgelaten. In totaal zijn 1078 vissen voorzien van een tag: 579 blankvoorns, 402 brasems, 34 snoekbaarzen, 27 baarzen en verder roofblei (8 stuks), winde (8 stuks), dunlipharder (5 stuks), houting (4 stuks), snoek (4 stuks), karper (3 stuks), een hybride¹³ (2 stuks), bot (1 vis) en kolblei (1 vis).

¹³ Soort moeilijk te onderscheiden; mogelijk kolblei/brasem

2.11 Schematisch overzicht antennes en locaties

In Figuur 2-8 is een schematisch overzicht gegeven van de plaatsing van de antennes per locatie. In werkelijkheid zijn sommige antennes vaak dubbel (gemaal Kadoelen: twee keer twee antennes) of zelfs viervoudig (gemaal Halfweg) uitgevoerd. Dit heeft met de omvang van de locaties te maken en is eerder in detail besproken in paragrafen 2.6-2.10.

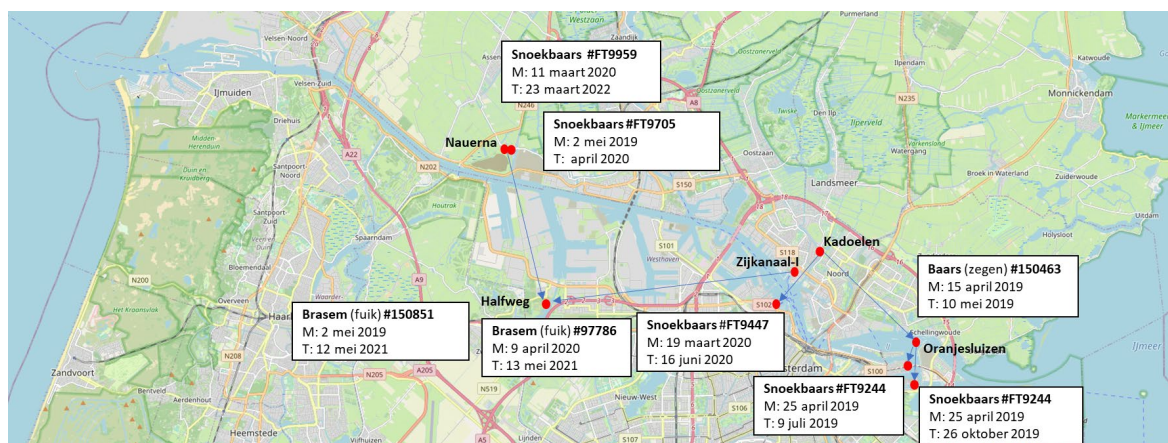


Figuur 2-8 Schematisch overzicht van vier van de vijf locaties (Oranjesluizen niet getoond) en de plaat van de antennes per locatie. Het aantal lussen/antennes is elke keer aangegeven bij elk rood streepje dat indicatief is voor een detectiestation.

3 Algemene resultaten

3.1 Algemene detectieresultaten en terugvangsten

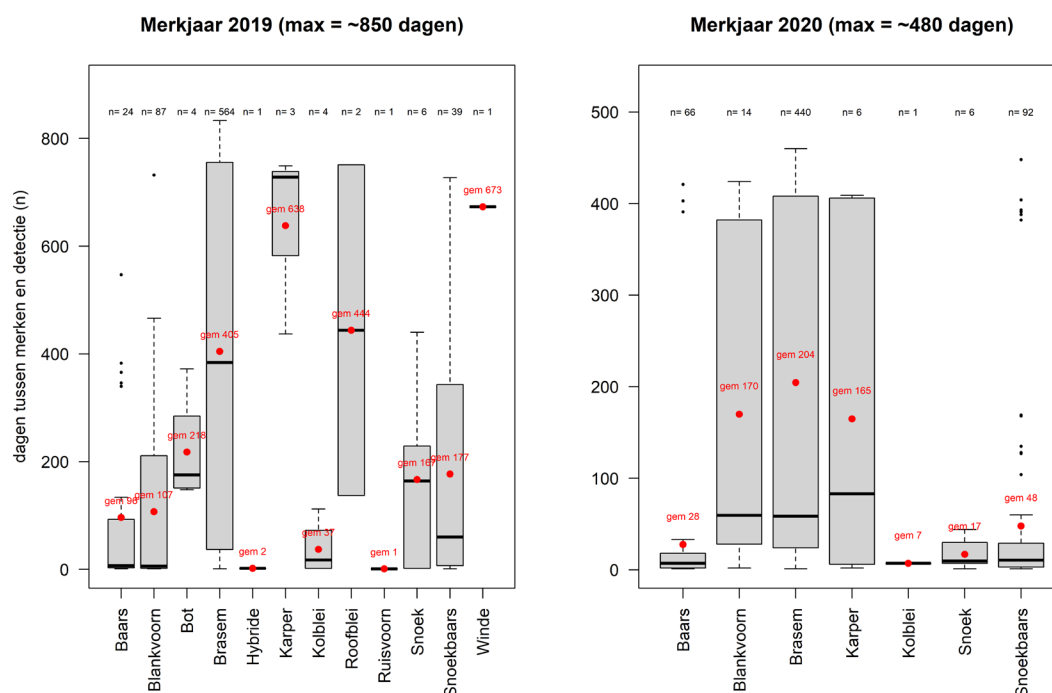
In de periode van 19 maart 2019 tot en met 30 juni 2021 zijn in totaal 1533 van de 3053 gemerkte vissen met de antennes gedetecteerd (de eerste bij Kadoelen). Dat leverde in totaal 1.350.927 detectieseries op. De resultaten laten zien dat de gemerkte brasems op grote schaal (tientallen km) rondzwemmen en gedurende het voorjaar zeer actief zijn rondom de kunstwerken. Individuele brasems werden op meerdere locaties via de telemetrie waargenomen. Er zijn zes terugmeldingen gedaan van sportvissers die snoekbaars hadden gevangen (van vijf zijn de gegevens geverifieerd en gepresenteerd in Figuur 3-1). Eén snoekbaars is tweemaal teruggevangen door hengelsporters (#9244 in Figuur 3-1). Daarnaast zijn er 65 andere terugvangsten gedaan vanuit de zegenvisserij uit dit onderzoek (waaronder vier vissen tweemaal teruggevangen). Deze vissen zijn vaak op of nabij de locatie gevangen waar de vissen eerder gemerkt zijn. Daarnaast is er ook een gemerkte baars bij Oranjesluizen gevangen die eerder bij Kadoelen was gevangen en gemerkt. Twee brasems zijn teruggevangen in de fuik bij Halfweg die eerder bij Zijkanaal-I en Nauerna waren gemerkt.



Figuur 3-1 Gegevens van vijf terugvangsten door hengelsporters en drie tijdens monitoringsactiviteiten (fuik of zegenvisserij). M=merkdatum, T=terugvangstdatum.

3.2 Langste detectietijd

Voor iedere vis is de 'langste detectietijd' bepaald binnen de studieperiode, dat wil zeggen de tijd tussen de eerste detectie van dag 1 (na het merken op dag 0; zie paragraaf 2.5) en de laatste detectie van het betreffende individu. Op basis daarvan zijn de gemiddelden gescheiden voor de soorten en merkjaren 2019 en 2020 berekend (Figuur 3-2; de berekeningen voor de afzonderlijke merklocaties staan in Bijlage B). De gemiddelde langste detectietijd voor baars is relatief kort: 96 dagen voor merkjaar 2019 en 28 dagen voor merkjaar 2020. Slechts bij negen baarzen was deze langer: 134 en 547 dagen voor resp. 2019 en 2020. Blankvoorn is vooral bij de Oranjesluizen waargenomen en wordt tot 107 dagen (2019) en 170 dagen (2020) gedetecteerd, met een uitschieter van 732 dagen (individu in 2019 gemerkt bij de Oranjesluizen). Snoekbaars wordt gemiddeld 48 dagen (2019) en 177 dagen (2020) gezien en kent uitschieters van 690 en 727 dagen (individuen in 2019 gemerkt bij resp. Nauerna en Kadoelen).



Figuur 3-2 Langste detectietijd (in dagen) van de individuele vissen, per soort en gescheiden voor de merkjaren 2019 en 2020. In rood: de gemiddelde langste detectietijd. NB. De schalen van de y-assen zijn niet gelijk.

Van de 3053 gemerkte vissen zijn 1372 vissen (44,9%) vanaf dag 1 één of meerdere malen gedetecteerd op een station (Tabel 2). De locaties Kadoelen (79,5%) en Zijkanaal-I (81,0%) kennen het hoogste percentage individuen die zijn teruggezien op één van de detectiestations in het studiegebied. De Willem I-sluis (2,2%) en gemaal De Waker (5,0%) hebben het laagste aantal gedetecteerde individuen. Mogelijk heeft de omgeving van de locaties een grote invloed op het terugmeldingspercentage. De Oranjesluizen en de Willem I-sluis grenzen beide vrijwel direct aan een groot open water. De overige locaties liggen op afstand en in zijkanalen van het NZK. Bij de Willem I-sluis is bovendien voornamelijk kleine vis gevangen en gemerkt, afkomstig van de boezemzijde van het kunstwerk. Bij gemaal De Waker zijn in het kader van een andere studie in het voorjaar van 2021 alleen roofvissen gemerkt (Griffioen and Berg 2022).

Tabel 2 Aantal gemerkte en vanaf dag 1 gedetecteerde vissen per merklocatie. Dag van merken is dag 0.

| Merklocatie | Aantal vissen gemerkt | Aantal vissen gedetecteerd | Aandeel gedetecteerde vissen van aantal gemerkt (%) |
|----------------|-----------------------|----------------------------|---|
| Nauerna | 296 | 122 | 41,2% |
| Halfweg | 560 | 288 | 51,4% |
| Kadoelen | 776 | 617 | 79,5% |
| Oranjesluizen | 1078 | 133 | 12,3% |
| Willem I-sluis | 45 | 1 | 2,2% |
| Zijkanaal-I | 258 | 209 | 81,0% |
| De Waker* | 40 | 2 | 5,0% |
| Totaal | 3053 | 1372 | 44,9% |

*Vissen vanuit De Waker zijn alleen in 2021 gemerkt t.b.v. een ander onderzoek en het betreft hier alleen de roofvissen baars en snoekbaars.

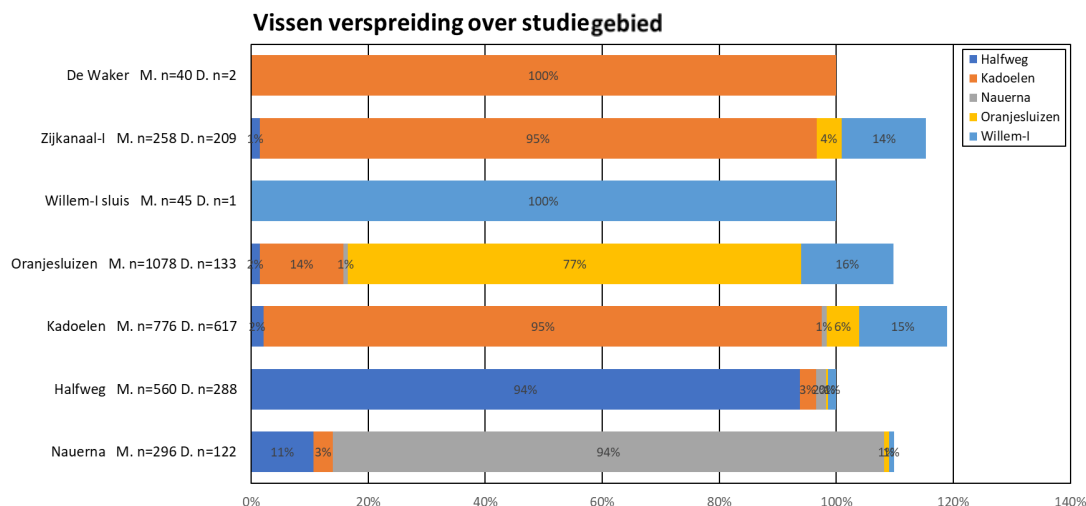
De langste detectietijd binnen de studieperiode varieert sterk per soort van slechts één dag tot 673 dagen (winde, één individu) (Figuur 3-2). Van de soorten die het talrijkst vertegenwoordigd zijn in deze studie (baars, blankvoorn, brasem en snoekbaars) is de gemiddelde langste detectietijd het langst bij brasem: gem. 405 (2019) en 204 dagen (2020).

3.3 Verspreiding vissen over het studiegebied

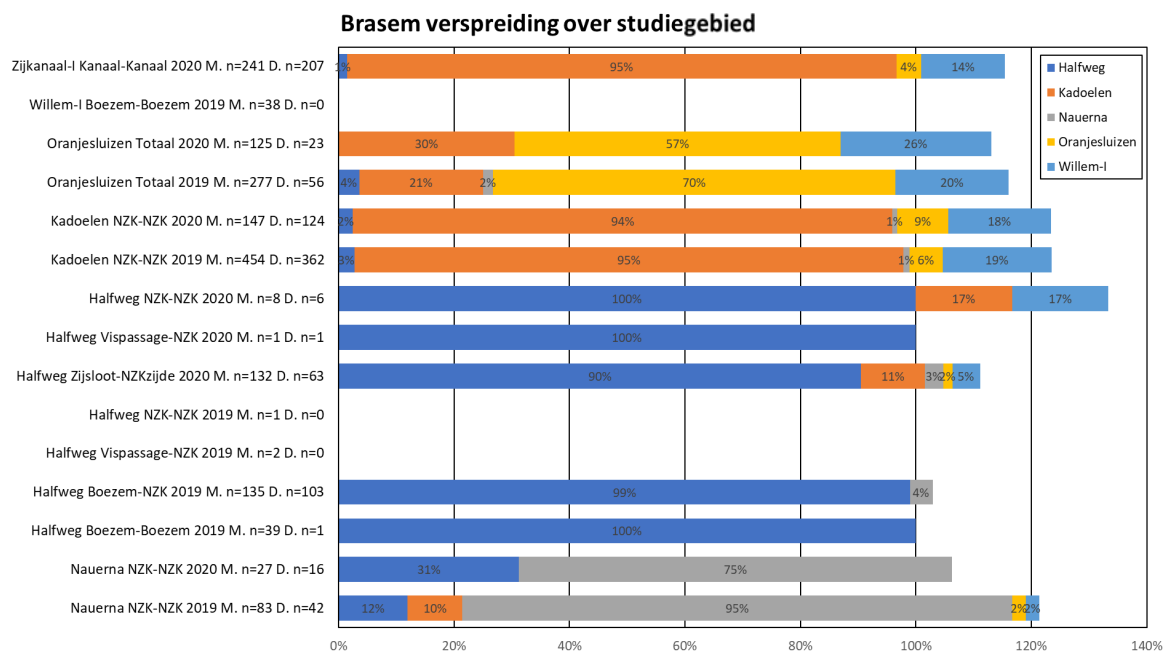
De gemerkte vissen zijn, afgezien van de vissen bij Zijkanaal-I en gemaal De Waker, alle gemerkt en losgelaten op een locatie nabij de detectiestations (Nauerna, Halfweg, Kadoelen, Willem I-sluis en Oranjesluizen). Bij deze locaties is 77-100% van de op een locatie gemerkte vissen ook op dezelfde locatie gedetecteerd (Figuur 3-3); een deel werd ook elders in het studiegebied waargenomen. Zo zijn bijvoorbeeld vissen vanuit Nauerna 14 km verderop bij Kadoelen en Willem I-sluis gedetecteerd en ook 18 km verderop bij de Oranjesluizen. Ook bij Kadoelen, Oranjesluizen en Halfweg gemerkte vissen zijn op verschillende locaties waargenomen. Vissen die in Zijkanaal I zijn gemerkt, werden eveneens gedetecteerd bij Oranjesluizen, Willem I-sluis en Halfweg. Eén brasem is van de Oranjesluizen naar Schardam gezwommen en daar waargenomen door de PIT-antennes van het eerder genoemde promotieonderzoek van R. Kroes (Universiteit van Amsterdam). De kortste afstand van deze route is 36 km.

Voorname brasmeeft zich over het studiegebied verspreid en is dus (ook) op een andere locatie gedetecteerd dan waar deze oorspronkelijk was uitgezet (Figuur 3-4). Opvallend is dat brasems die vanuit de boezem aan de NZK-zijde zijn overgezet, over het algemeen een minder grote verspreiding laten zien. Mogelijk doordat zij terug willen naar de locatie van oorsprong (boezem). Zo zijn in 2019 135 brasems in de Rijnlandse boezem bij gemaal Halfweg gevangen en overgezet bij het gemaal aan de zijde van het NZK. Hiervan zijn in totaal 103 vissen op een antenne in het gebied waargenomen, waarvan 4% bij gemaal Nauerna, maar in totaal 99% bij Halfweg zelf (waarvan dus drie vissen óók bij Nauerna zijn gezien, waardoor het totaal uitkomt op 103%, Bijlage B). In 2020 zijn 132 brasems in een 'zijsloot' bij Halfweg gevangen en aan de NZK-zijde bij het gemaal uitgezet. Van deze vissen zijn slechts 63 individuen gezien, en is de verspreiding van deze vissen groter dan die van de groep uit 2019 die vanuit de boezem aan de NZK-zijde is uitgezet: 90% van de 63 is bij Halfweg zelf gezien, 11% van de 63 vissen bij Kadoelen, 5% bij de Willem I-sluis, 3% bij Nauerna en 2% bij Oranjesluizen.

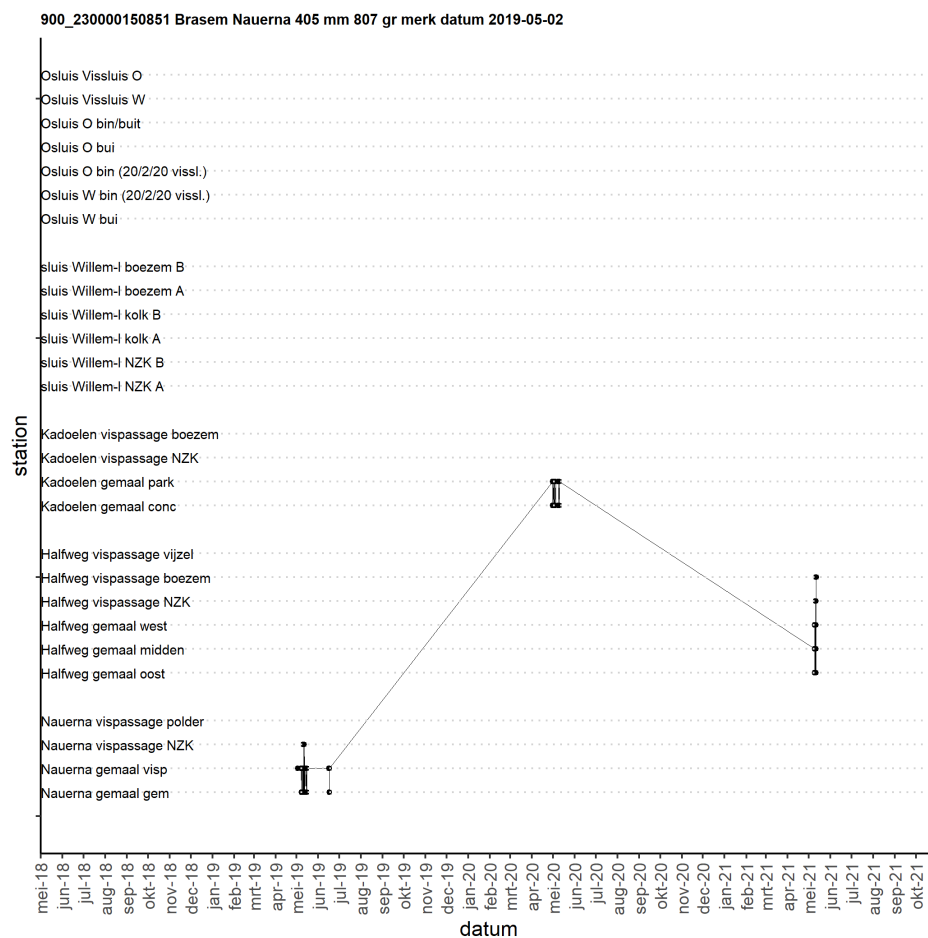
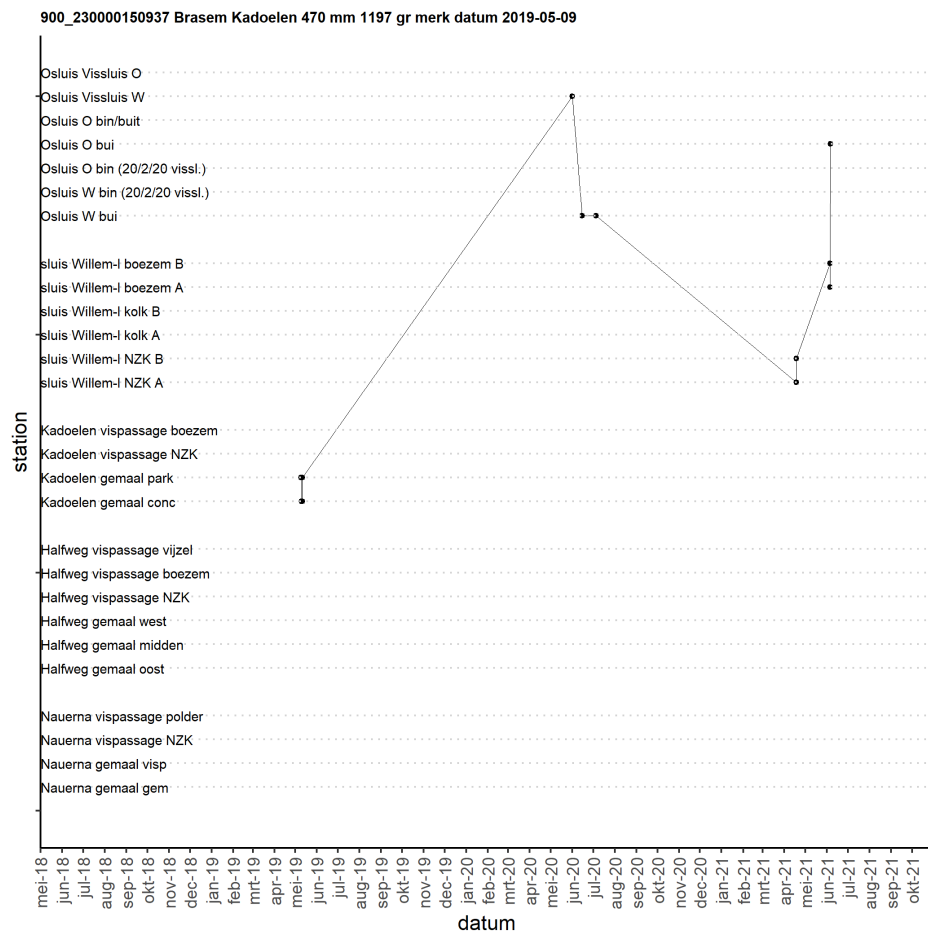
Om een beeld te geven van de individuele verspreiding van de brasems zijn de detecties van vier individuen weergegeven in Figuur 3-5.



Figuur 3-3 Verspreiding vanaf dag 1 (merktag is dag 0) van de gemerkte vissen over het studiegebied. De grafiek geeft de Y-as de merklocatie, het aantal gemerkte vissen (M) en het aantal gedetecteerde (D) vissen. In de grafiek is het percentage vissen weergegeven t.o.v. het totaal aantal gedetecteerde vissen. De percentages boven de 100% geven aan welk deel van de gedetecteerde vissen op meerdere locaties is gedetecteerd.



Figuur 3-4 Verspreiding vanaf dag 1 (merkdag is dag 0) van brasem over het studiegebied. De grafiek geeft op de Y-as de merklocatie, de vangstlocatie (bv. boezem), de uitzetlocatie (bv. NZK = NZK-zijde), het jaar van merken, het aantal gemerkte vissen (M) en het aantal gedetecteerde (D) vissen. In de grafiek is het percentage vissen weergegeven t.o.v. het totaal aantal gedetecteerde vissen. De percentages boven de 100% geven aan welk deel van de gedetecteerde vissen op meerdere locaties is gedetecteerd



Figuur 3-5 Enkele voorbeelden van individuele migratieroutes van brasems, waarbij de vissen bij meerdere stations zijn waargenomen.

The graph displays the following species on the y-axis (from top to bottom):

- Osluis Vissluis O
- Osluis Vissluis W
- Osluis O bin/buit
- Osluis O bui
- Osluis O bin (20/2/20 vissl.)
- Osluis W bin (20/2/20 vissl.)
- Osluis W bui
- sluis Willem-I boezem B
- sluis Willem-I boezem A
- sluis Willem-I kolk B
- sluis Willem-I kolk A
- sluis Willem-I NZK B
- sluis Willem-I NZK A
- Kadoelen vispassage boezem
- Kadoelen vispassage NZK
- Kadoelen gemaal park
- Kadoelen gemaal conc
- Halfweg vispassage vijzel
- Halfweg vispassage boezem
- Halfweg vispassage NZK
- Halfweg gemaal west
- Halfweg gemaal midden
- Halfweg gemaal oost
- Nauerna vispassage polder
- Nauerna vispassage NZK
- Nauerna gemaal visp
- Nauerna gemaal gem

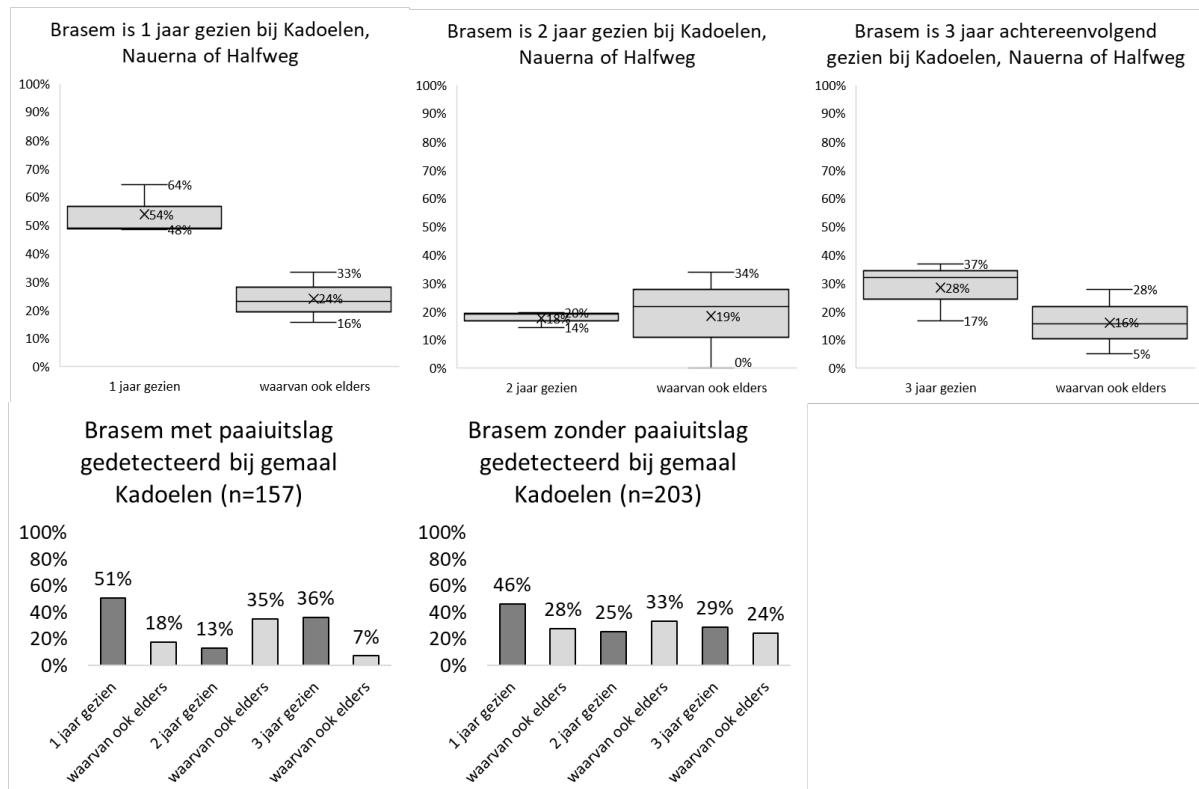
The x-axis is labeled 'datum' and shows dates from mei-18 to okt-21. The graph shows data points for several species, with lines connecting them to show trends. Notable trends include a sharp increase for 'sluis Willem-I NZK B' and 'Kadoelen vispassage NZK' starting in early 2019.

The figure is a line plot showing the number of fish caught per station over time. The y-axis lists 25 stations, and the x-axis shows dates from May 2018 to October 2021. Data points are connected by lines, with some stations showing multiple lines for different years. Stations like 'Osluis Wissluis O' and 'Osluis Wissluis W' show data from 2018-2020, while 'sluis Willem-I boezem B' and 'sluis Willem-I kolk B' show data from 2020-2021.

| 30 van 108 | Wageningen Marine Research rapport C034/22

3.4 Gedrag brasem gedurende drie jaar onderzoek

Gedurende de studie zijn relatief veel brasems gemerkt en drie jaar gevolgd. Verdeeld over de locaties zijn deze brasems in 28% van de gevallen drie jaren achtereenvolgens op dezelfde locatie waargenomen als waar ze zijn gemerkt (Figuur 3-6 rechtsboven). Hiervan is 16% gedurende die drie jaren ook elders in het gebied waargenomen. Van de brasems die slechts gedurende één jaar zijn waargenomen op dezelfde locatie als de merklocatie (54%), is 24% ook elders in het gebied waargenomen (Figuur 3-6 linksboven). Met andere woorden deze vissen zijn (iets) actiever in het gebied, al zal dit niet significant verschillen. Overigens is deze analyse wel beperkt doordat niet bij alle kunstwerken een detectiestation heeft gestaan, we kunnen slechts zien wat er op de geïnstalleerde stations is waargenomen.



Figuur 3-6 Terugkeergedrag van brasem bij Nauerna, Halfweg en Kadoelen. Het betreft hier een selectie van de brasems die in 2019 zijn gemerkt en gedurende drie jaar minimaal één keer zijn waargenomen op de locatie waar ze zijn uitgezet. N.B. Alle de drie locaties liggen nabij potentieel paaihabitat. Onder in de staafdiagrammen dezelfde data, maar dan alleen voor gemaal Kadoelen waar relatief veel brasems zijn gemerkt in 2019.

Omdat het paai gedrag van brasems in relatie tot territorium tussen mannen en vrouwen kan verschillen, is dezelfde analyse gedaan met onderscheid in geslacht op basis van paaiuitslag voor gemaal Kadoelen. Een deel van mannelijke brasems, vooral de wat oudere mannen mét paaiuitslag, verdedigen kleine territoria voor de paai en lokken vrouwelijke brasems naar hun gebiedje om te paaien (Poncin et al. 1996). Er zijn ook (jongere) mannen zonder paaiuitslag en mannen met paaiuitslag die geen territorium hebben, vooral als er een hoge dichtheid aan brasems is.

Bij Kadoelen zijn relatief veel van de daar gemerkte vissen gedetecteerd. Daarnaast is Kadoelen een intensief bezette paai plek voor brasem (Foto 5). Bij het merken zijn de mannelijke brasems geduid op basis van de karakteristieke paaiuitslag. Van alle andere vissen is het geslacht onbekend en zal het een mix van niet paarijpe mannen zonder paaiuitslag en vrouwelijke exemplaren zijn. Opvallend is dat de brasems met paaiuitslag (mannen) in 36% van de gevallen driemaal achtereenvolgens zijn gezien op dezelfde locatie. Hiervan is slechts 7% ook waargenomen op één van de andere locaties. Bij de vissen zonder paaiuitslag was dit 29% van de gevallen (= lager), waarvan 24% (= hoger) ook is waargenomen op één van de andere locaties. Kortom, de brasems zonder paaiuitslag worden vaker ook elders waargenomen en zijn mogelijk dus actiever in het gebied en minder gebonden aan één locatie. Zoals gesteld: binnen deze studie is natuurlijk niet bekend in hoeverre ook andere locaties, zonder detectiestation, door de vissen zijn verkend.

3.5 Activiteit van de vis gedurende het jaar

De mate van activiteit (bepaald aan het aantal detectiereeksen) gedurende het jaar van de vissoorten die het best vertegenwoordigd zijn in de studie, is bepaald aan de hand van het aantal events per week bij de uitstroom van de gemalen en de Willem I-sluits (Tabel 3). In het overzicht is te zien dat baars rond week 14 (begin april, met een range van week 13 t/m 16) de meeste activiteit¹⁴ laat zien, daarna komt snoekbaars rond week 16 (eind april, met een range van week 11 t/m 21). Brasem en blankvoorn vertonen de meeste activiteit rond week 19 (half mei, met een range van week 11 t/m 22). De timing van de mate van activiteit kan per locatie verschillen (Tabel 4). Zo lijkt de mate van activiteit voor brasem bijvoorbeeld bij Nauerna en Kadoelen (week 19 en 20) later op gang te komen dan bij Halfweg en de Willem I-sluits (week 15-17). Dit is mogelijk het gevolg van locatie-specifieke omstandigheden. Gemalen Kadoelen en Nauerna zijn locaties waar aan de NZK-zijde geschikt paaihabitat met rietkragen ruimschoots aanwezig is, terwijl dit bij Halfweg niet vlak bij het gemaal zelf aanwezig is en bij de Willem I-sluits zelfs afwezig. Mogelijk dat de vissen op de twee laatst genoemde locaties eerder in het jaar worden waargenomen wanneer zij op weg zijn of op zoek zijn naar paaigebieden in de boezem.

Tabel 3 De verdeling van events over het jaar (in %) voor de vier meest gemerkte vissoorten bij de gemalen Nauerna, Kadoelen en Halfweg en de Willem I-sluits (NZK-zijde) gezamenlijk, gemiddeld over drie jaar. Hoe roder de cel in de tabel, hoe meer events per week. In de laatste kolom het totaal aantal events op basis waarvan de tabel is opgesteld.

|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

*Tabel 4 Zie tabel 3, maar dan met onderscheid tussen de afzonderlijke locaties: de gemalen Nauerna, Kadoelen en Halfweg en de Willem I-sluits (rinketten NZK-zijde). *Bij Halfweg is een baars in het najaar langdurig bij de antenne van de vispassage geweest. Deze is in die periode ook bij het gemaal geweest.*

|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

¹⁴ Activiteit is bepaald aan de hand van aantal detectiereeksen.



Foto 5. Paaiactiviteit in het uitstroomgebied van gemaal Kadoelen (foto: voorjaar 2021). De rode pijlen op de foto geven paaiactiviteit aan op basis van observaties. De reiger in kwestie is uiteindelijk weggevoegen nadat brasems tegen de poten van de vogel waren aangezwommen.

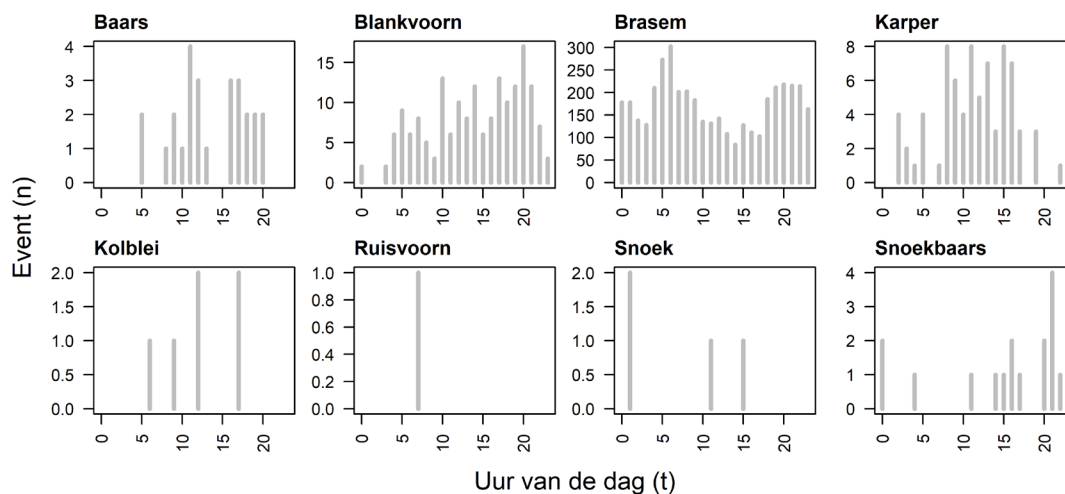
3.6 Activiteit van vissen nabij vispassage en gemalen

De momenten dat de vissen worden waargenomen bij de ingang van de vispassages (Figuur 3-7) en de gemalen (Figuur 3-8) zijn verschillend per soort. Bij de interpretatie van de waarnemingen is het goed om zich te realiseren dat detecties mogelijk beperkt zijn tot de tijden van het openen van de vispassages. Zo liggen de detectielussen bij Kadoelen bijvoorbeeld in de vispassage en bepalen de openingsperiodes de tijdstippen waarop de vissen gedetecteerd zouden kunnen worden. Bij Halfweg, Willem-I en Nauerna is dit niet zo en kunnen vissen altijd gedetecteerd worden. Bij de gemalen kunnen de vissen altijd vrijelijk rondzwemmen (mits de stroming van het gemaal niet te sterk is).

- Baars wordt voornamelijk overdag gezien tussen 05:00-20:00, zowel bij de vispassages als bij het gemaal.
- Blankvoorn wordt gedurende de hele dag waargenomen bij het gemaal, maar vaker overdag. Bij de vispassage voornamelijk tussen 05:00-20:00.
- Bot is niet gezien bij de vispassages, wel bij de gemalen (Nauerna), vooral overdag tussen 05:00-20:00.
- Brasem wordt zowel overdag als in de nacht waargenomen. Er zijn bij de vispassages wel pieken in de ochtend rond 05:00 en in de avond rond 20:00 uur. Bij het gemaal zijn er gedurende de hele dag detecties, maar minder gedurende de dag tussen circa 05:00 en 17:00.
- Karper is bij de vispassages voornamelijk overdag gedetecteerd tussen 07:00 en 17:00. Bij de gemalen zijn er gedurende de hele dag detecties, maar voornamelijk overdag tussen 08:00 en 15:00.
- Kolblei is nauwelijks gedetecteerd bij de vispassages, maar laat een duidelijk patroon zien bij de gemalen met een voorkeur voor de vroege ochtend en avond/nacht.
- Ruisvoorn is nauwelijks gedetecteerd.
- Snoek is nauwelijks gedetecteerd bij de vispassages, maar laat een duidelijk patroon zien bij de gemalen met een voorkeur voor overdag tussen 05:00 en 20:00.

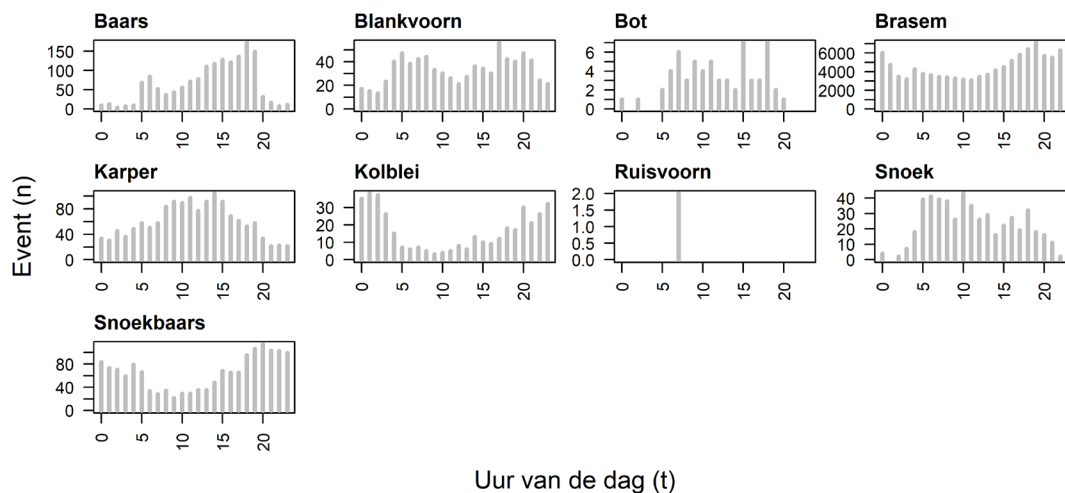
- Snoekbaars is nauwelijks gezien bij de vispassages, maar laat zich bij de gemalen vooral zien in de schemer- en donkerperiode, hoewel hij daar ook overdag wordt waargenomen.
- Voor de andere soorten (kolblei, ruisvoorn en snoek) zijn te weinig gegevens beschikbaar.

Vispassage*: Aantal nieuwe events per uur per vissoort



Figuur 3-7 Het aantal events waarop een vis is waargenomen aan de NZK-zijde van de vispassages. De tijden zijn geregistreerd in wintertijd (CET). NB. *Eén baars die langdurig in de vispassage heeft gezeten, is uit de data-analyse verwijderd. Deze was hoofdzakelijk overdag aanwezig.

Gemaal*: Aantal nieuwe events per uur per vissoort



Figuur 3-8 Het aantal events waarop een vis is waargenomen bij de gemalen Kadoelen, Nauerna en Halfweg. De tijden zijn geregistreerd in wintertijd (CET). *Eén baars die langdurig in de vispassage heeft gezeten en ook bij het gemaal is gezien, is uit de data-analyse verwijderd.

4 Resultaten Halfweg

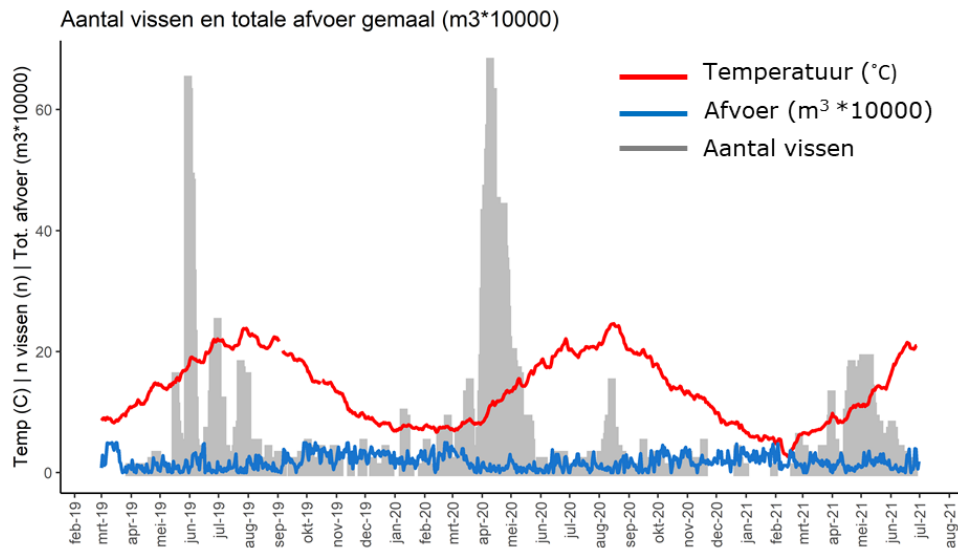
4.1 Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten

Bij gemaal Halfweg zijn in totaal 311 vissen gedetecteerd in de periode vanaf dag 1 na het merken en uitzetten (dag 0) in het voorjaar van 2019 of 2020 tot 30 juni 2021 (Tabel 5). Hiervan zijn 302 individuen bij het gemaal waargenomen, 152 bij de ingang van de vispassage, 61 bij de uitgang van vispassage en twee bij de vijzel aan de boezemzijde van de vispassage. In totaal zijn 61 vissen de vispassage gepasseerd (19,6% van het totaal aanwezig). Dit waren blankvoorns (n=20) en brasems (n=32). Van de gedetecteerde vissen was 31 (10%) afkomstig van: Nauerna, Zijkanaal-I, Kadoelen of Oranjesluizen. Dit betroffen brasems (n=28) en snoekbaarzen (n=3).

Tabel 5 Aantal vissen gedetecteerd bij het gemaal Halfweg en de vispassage in de periode vanaf dag 1 na het merken en uitzetten (dag 0) in het voorjaar 2019 of voorjaar 2020 tot 30 juni 2021.

| Soort | Herkomst | Vangst-locatie | Uitzetlocatie | Gemaal | Vispassage NZK | Vispassage boezem | Vispassage vijzel | Aantal vissen |
|---------------|---------------|----------------|---------------|------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Baars | Halfweg | vispassage | NZK-zijde | 11 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| Baars | Halfweg | boezem | boezem | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Baars | Halfweg | boezem | NZK-zijde | 4 | 4 | 4 | 0 | 5 |
| Blankvoorn | Halfweg | boezem | NZK-zijde | 50 | 36 | 20 | 0 | 54 |
| Brasem | Nauerna | NZK-zijde | | 9 | 3 | 1 | 0 | 10 |
| Brasem | Kadoelen | NZK-zijde | | 13 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| Brasem | Halfweg | zijsloot | NZK-zijde | 57 | 26 | 5 | 0 | 57 |
| Brasem | Halfweg | vispassage | NZK-zijde | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Brasem | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| Brasem | Zijkanaal-I | | | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Brasem | Oranjesluizen | | | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Brasem | Halfweg | boezem | boezem | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Brasem | Halfweg | boezem | NZK-zijde | 101 | 60 | 26 | 1 | 102 |
| Karper | Halfweg | zijsloot | NZK-zijde | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Kolblei | Halfweg | boezem | NZK-zijde | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Ruisvoorn | Halfweg | boezem | NZK-zijde | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Snoek | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Snoek | Halfweg | boezem | NZK-zijde | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Snoekbaars | Nauerna | | | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Snoekbaars | Halfweg | zijsloot | NZK-zijde | 16 | 1 | 1 | 0 | 16 |
| Snoekbaars | Halfweg | vispassage | NZK-zijde | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Snoekbaars | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 12 | 4 | 1 | 0 | 12 |
| Snoekbaars | Halfweg | boezem | boezem | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Snoekbaars | Oranjesluizen | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Totaal | | | | 302 | 152 | 61 | 2 | 311 |

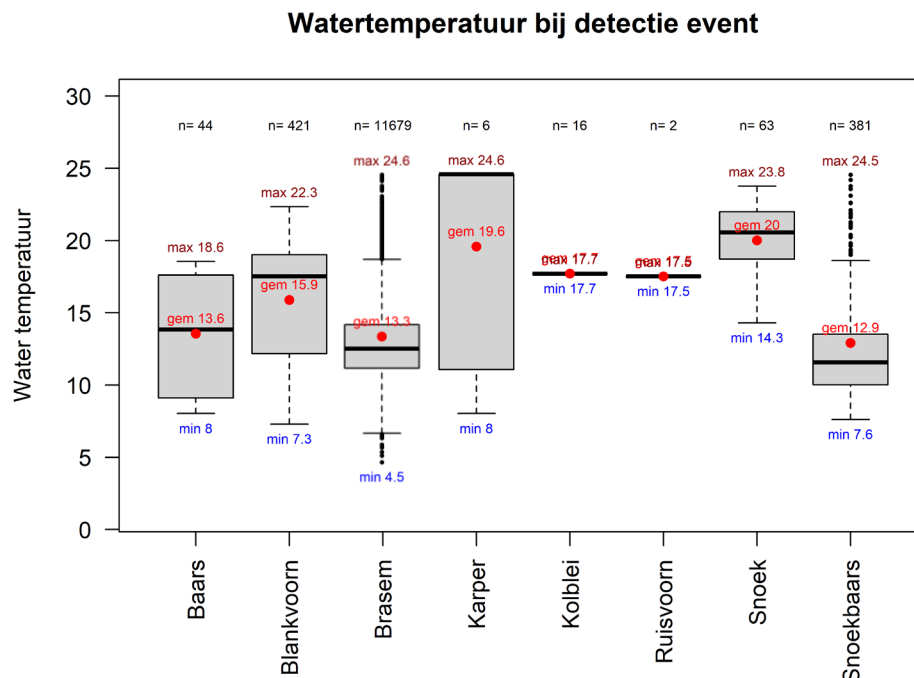
Op basis van de detecties en de watertemperatuur is vast te stellen dat het aantal unieke vissen dat zich bij gemaal Halfweg aandient, bij een temperatuur van circa 9-15 graden oploopt. (In de volgende paragraaf wordt hier meer in detail op ingegaan.) Op het eerste gezicht lijkt er geen directe link met de afvoer van het gemaal te zijn (Figuur 4-1). Zo was er in de periode april/mei 2020 relatief weinig afvoer, maar dienden zich toch dagelijks circa 70 unieke vissen aan.



Figuur 4-1 Weergave van het totaal aantal unieke vissen per dag bij Halfweg (alle soorten), de maalfvoer (in 10.000m³ per dag) en de watertemperatuur.

4.2 Waargenomen vissen en watertemperatuur

De vissen bij de uitstroomzijde van het gemaal zijn waargenomen bij een watertemperatuur tussen de 4,5 en 24,6°C (Figuur 4-2). De gemiddelde temperatuur van de datareeksen verschilt sterk per vissoort van 12,9 (snoekbaars) tot 20,0°C (snoek). Ook de hoeveelheid events per soort varieert van 11.657 voor brasem tot twee voor ruisvoorn. Voor de vissoorten brasem en snoekbaars is de gemiddelde watertemperatuur waarbij de vissen worden gezien bij het gemaal, vrijwel gelijk: 13,3-12,9°C. Baars werd waargenomen bij 13,6°C en blankvoorn bij 15,8°C.



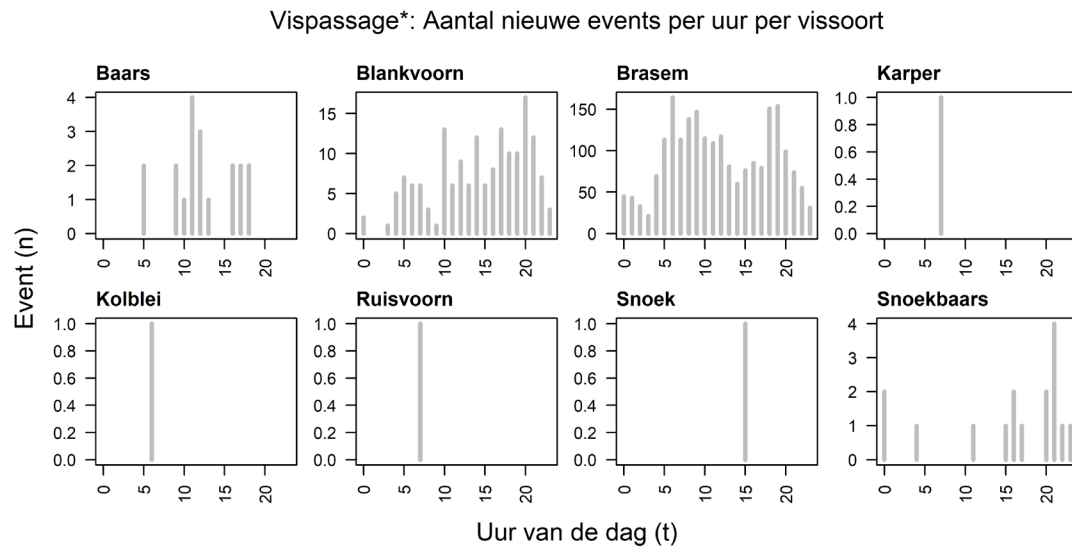
Figuur 4-2 De spreiding van events per vissoort in relatie tot de watertemperatuur. Het betreft waargenomen vissen bij de uitstroomzijde van het gemaal Halfweg. De watertemperatuur is gemeten op het meetpunt "Spaarndammerpolder" op het NZK op 1m. diepte. Van een aantal dagen is geen temperatuur bekend; de detecties op die dagen zijn uit de dataset verwijderd. Eén baars die langdurig in de vispassage heeft gezeten (zie Figuur 4-5), is uit de data-analyse verwijderd.

4.3 Timing van detecties en migratiepatronen

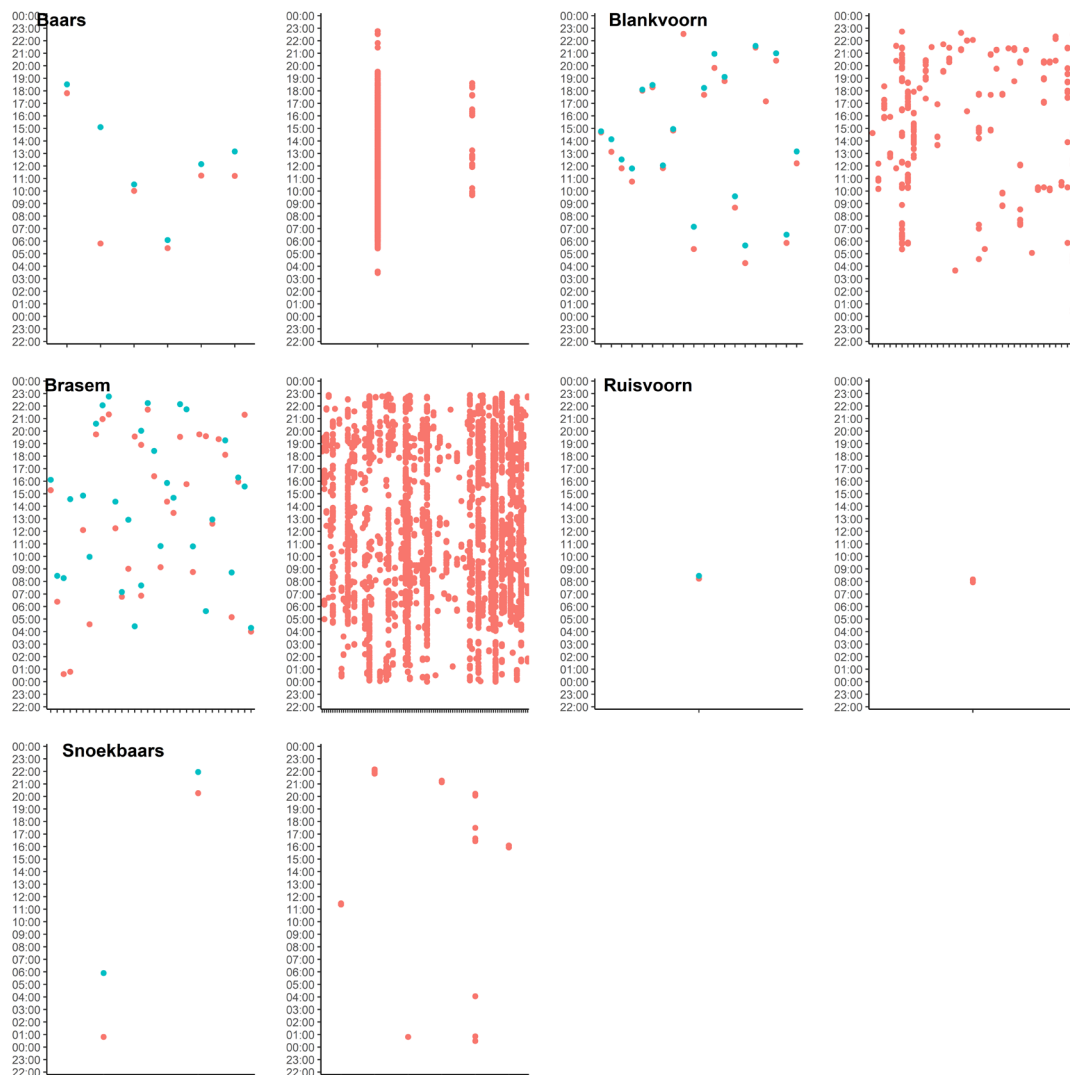
Tijdstip detecties nabij vismigratievoorziening

Er zijn 152 vissen gezien bij de ingang van de vispassage, verdeeld over acht vissoorten (Figuur 4-3). Brasems zijn gedurende de gehele dag van 's ochtends vroeg tot 's avonds bij de ingang van de vispassage aan de NZK-zijde gezien, maar zijn vaker gezien gedurende de periode 05:00-20:00 uur (Figuur 4-3). Snoekbaars heeft zich niet veel laten zien bij de ingang van de vispassage. Eén baars is gedurende de dag langdurig bij de ingang van de vispassage waargenomen in de periode augustus tot november 2020 (Figuur 4-5), wat mogelijk een vertekend beeld geeft voor de soort baars als geheel. Blankvoorn liet zich ook over de hele dag zien, maar lijkt een voorkeur te hebben voor de namiddag tot 21:00 uur.

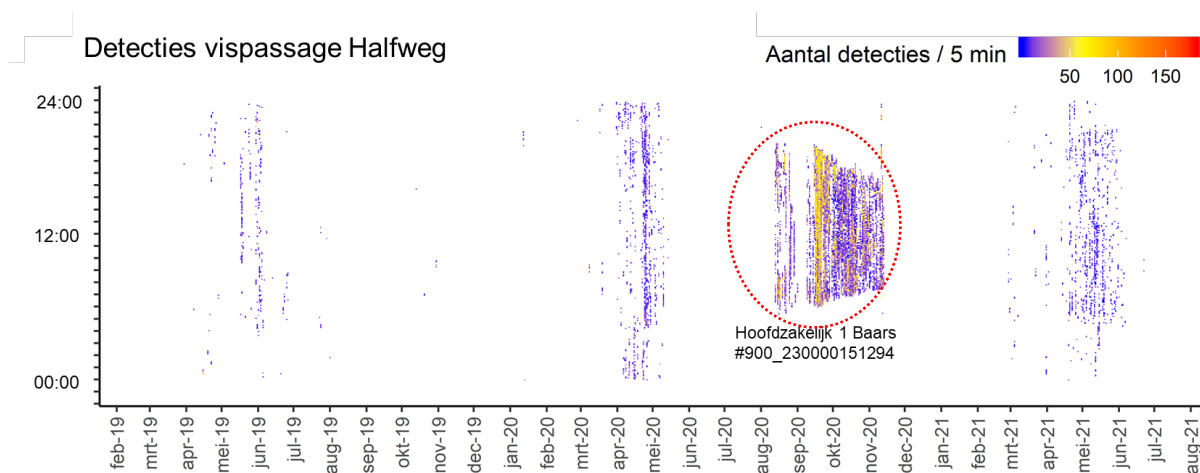
De vissen passeren de vispassage gedurende de hele dag. Ook worden de vissen gedurende de hele dag waargenomen bij de ingang van de vispassage (Figuur 4-4).



Figuur 4-3 Aantal events per uur van de dag bij de ingang van de vispassage bij Halfweg voor de waargenomen vissoorten. Bij elk event is het (hele) uur van de dag geregistreerd onafhankelijk of dit dezelfde vis betreft. *Eén baars die langdurig in de vispassage heeft gezeten (Figuur 4-5), is uit de data-analyse verwijderd. Deze was hoofdzakelijk overdag aanwezig.



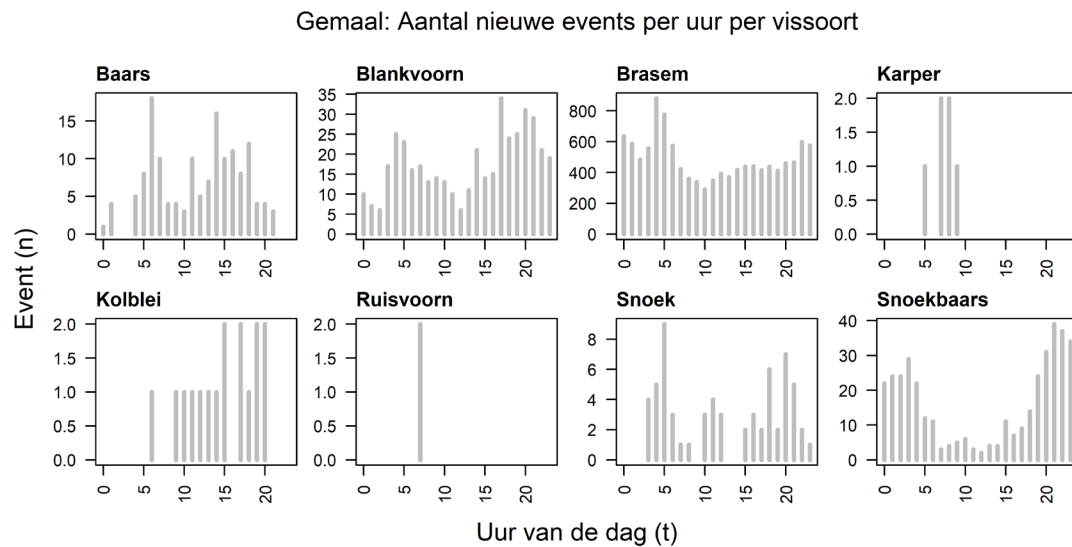
Figuur 4-4 Per soort: **Links** de exacte tijden (UTC+1) van de laatste detectie bij de ingang aan de NZK-zijde van de passage (rood) en de eerste detectie bij de uitgang van de vispassage aan de boezemzijde (blauw). Per soort: **Rechts** de tijden van de events, waarop geen passage volgde. Op de X-as staan de waarnemingen per individu ingetekend.



Figuur 4-5 Detecties bij de ingang van de vispassage aan de NZK-zijde te Halfweg. Het aantal detecties neemt toe van blauw naar rood.

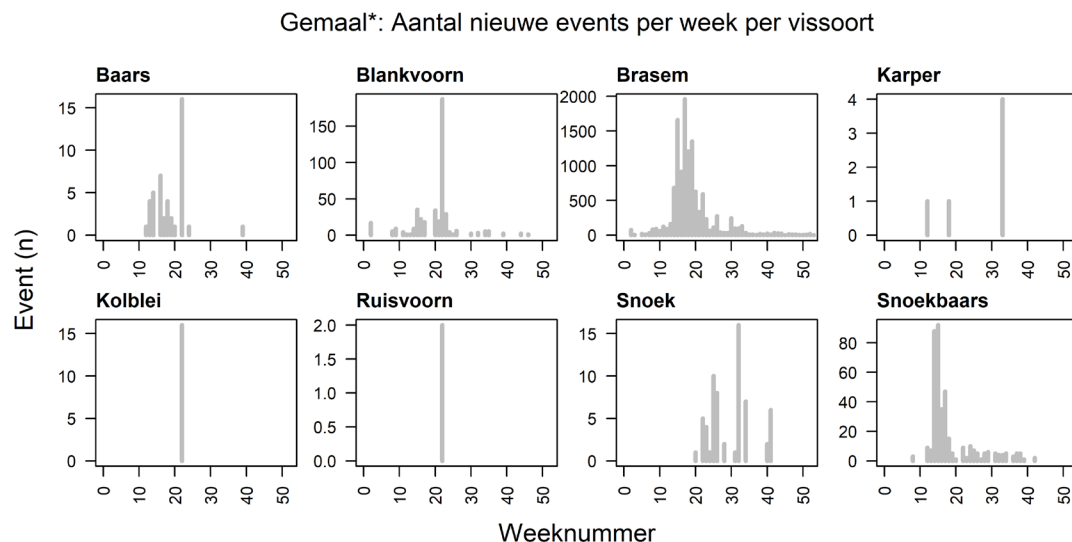
Tijdstip en perioden van detecties nabij gemaal

Bij de uitstroomzijde van het gemaal zijn relatief veel events geweest van verschillende soorten (Figuur 4-6). Baars is vooral overdag actief bij het gemaal, blankvoorn gedurende de hele dag, met een lichte piek in de namiddag. Brasem is ook gedurende de hele dag actief met een piek in de vroege ochtend 04:00-05:00. Snoekbaars laat zich vooral zien in de donkerperiode, voornamelijk in de eerste helft van de nacht.



Figuur 4-6 Aantal events per uur van de dag aan de uitstroomzijde van het gemaal Halfweg, voor de waargenomen vissoorten.

Wanneer het aantal events wordt gesommeerd per week zien we een duidelijke piekperiode per vissoort. De grafiek voor baars geeft een vertekend beeld door één individu dat in het najaar van 2020 langdurig is waargenomen, ook bij het gemaal. In het voorjaar is baars vooral in week 15-16 (april) gezien, blankvoorn in de periode week 11-23 (maart-begin juni), brasem voornamelijk in week 15-17 (april) en snoekbaars piekt in week 14 en 15 (half april). Van de andere soorten was het aantal events beperkt.

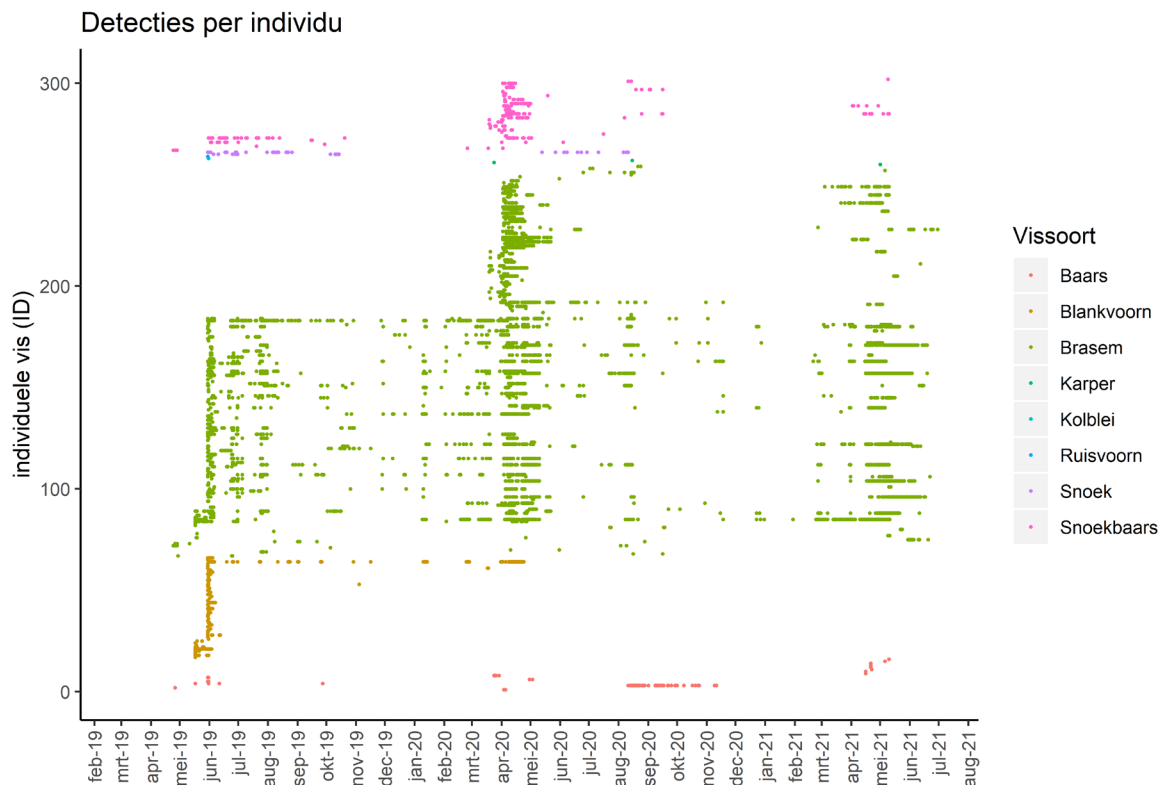


Figuur 4-7 Aantal events per weeknummer aan de uitstroomzijde van het gemaal Halfweg, voor alle waargenomen vissoorten. *Eén baars die langdurig in het najaar in de vispassage heeft gezeten (Figuur 4-5), is uit de data-analyse verwijderd.

Seizoensgebonden detecties

De detecties bij gemaal Halfweg geven sterke aanwijzingen voor seizoensgebonden migratie en temperatuur-gedreven activiteit op deze locatie. Te zien is dat dezelfde vissen in een volgend jaar naar dezelfde plek terugkomen (Figuur 4-8). Dit geldt vooral voor brasem (april/mei), maar ook voor

snoekbaars (april/mei), al zijn van deze soort minder individuen gezien. Afgezien van één individu, is blankvoorn maar één seizoen gezien, en zijn er ook veel de vispassage gepasseerd (zie paragraaf 4.4).



Figuur 4-8 Detecties van individuele vissen per soort aan de uitstroomzijde van gemaal Halfweg. De verschillende vissoorten zijn ingedeeld per kleur. NB. Detecties, opgesplitst per merkjaar, zijn weergegeven in Bijlage G.

4.4 De benutting van de vismigratievoorziening

Aandeel gemerkte vissen dat vispassage benut i.r.t. migratiekansen¹⁵

In totaal zijn bij de ingang van de vispassage 152 vissen en 8 vissoorten gezien: 7 baarzen, 36 blankvoorns, 99 brasems, 1 karper, 1 kolblei en 1 ruisvoorn, 2 snoeken en 5 snoekbaarzen (Tabel 10). In totaal zijn 61 vissen de vispassage gepasseerd: 6 baarzen, 20 blankvoorns, 32 brasems, 1 ruisvoorn en 2 snoekbaarzen.

Baars

Voor de baarzen zijn er in totaal 2776 events geteld. Echter, bij 1368 events (49%) betrof dit een baars die zich langdurig ophield op de antenne van de ingang van de vispassage (Figuur 4-5). Deze baars is de vispassage niet gepasseerd; sterker nog, deze was afkomstig en uitgezet in de boezem en is via het gemaal aan de NZK-zijde terecht gekomen. Als we deze baars buiten beschouwing laten, zijn er in totaal 19 events geweest en 6 passages (24%). Van de baarzen die bij de ingang van de vispassage zijn gezien (n=7) zijn er 6 gepasseerd, dat is 86%. De baarzen die zijn gevangen aan de boezemzijde en zijn uitgezet aan de NZK-zijde, zijn allemaal weer terug gezwommen via de vispassage (100%).

Blankvoorn

Voor blankvoorn zijn er in totaal 178 events geteld voor het gemaal of de vispassage en 20 passages van de vispassage (10%). De blankvoorns die de vispassage zijn gepasseerd, waren oorspronkelijk afkomstig uit de boezem. In totaal zijn er 36 blankvoorns voor de ingang van de vispassage gezien, alle afkomstig uit de boezem. 56% van deze vissen hebben de vispassage gepasseerd.

¹⁵ Een migratiekans is een moment dat de een vis in theorie kan passeren. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat de schuiven open zijn.

Brasem

Voor brasem zijn er totaal 2877 events geteld voor het gemaal of de vispassage en 32 passages van de vispassage (1,1%). 6 Brasems waren oorspronkelijk afkomstig van de NZK-zijde en 26 afkomstig vanuit de boezem. In totaal zijn er 99 brasems voor de ingang van de vispassage gezien (38 afkomstig van het NZK en 61 afkomstig uit de boezem). 32% van deze vissen hebben de vispassage gepasseerd. Met onderscheid van afkomst van de brasems is het 6 op 38 = 16% (NZK) en 26 op 61 = 43% (boezem).

Ruisvoorn

Er is bij gemaal Halfweg maar één ruisvoorn gevangen en gemerkt. Deze was afkomstig uit de boezem en is uitgezet aan de NZK-zijde. Hij is via de vispassage weer terug gezwommen naar de boezem (100%, n=1) na 3 events, waarvan 2 zonder passage (33%).

Snoekbaars

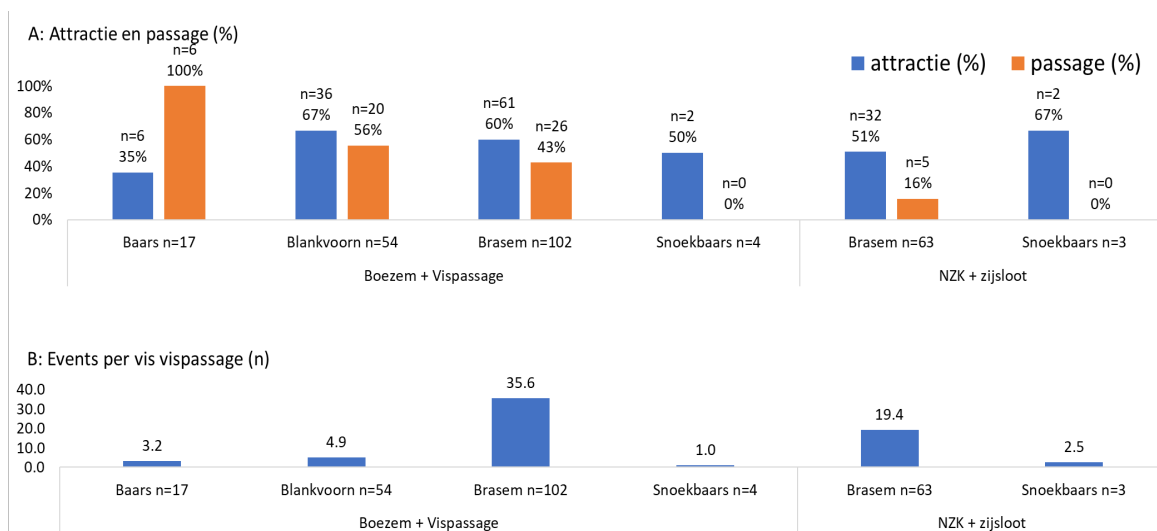
Er zijn 2 snoekbaarzen de vispassage gepasseerd over 17 events voor het gemaal of de vispassage, waarvan 15 zonder passage (12% gepasseerd). Beide snoekbaarzen waren afkomstig van de NZK-zijde (één uit de 'zijsloot'). In totaal zijn er 5 snoekbaarzen voor de ingang van de vispassage waargenomen (40%).

Tabel 6 De benutting van de vispassage te Halfweg. De tabel geeft een overzicht van de soort, de herkomst, vangstlocatie, het merkjaar met tussen haakjes het aantal individuen dat bij de ingang van de vispassage is gezien, het detectiejaar, het aantal individuen dat bij het gemaal is gezien per detectiejaar, het aantal events, het aantal individuen dat de vispassage is gepasseerd, de tijdsduur van passage (tussen laatste detectie NZK-zijde en eerste boezemzijde) per groep en per soort.

| Soort | Herkomst | Vangstlocatie | Uitzetlocatie | Merkjaar | Detectie jaar | Aantal vis bij gemaal | Events | Voor ingang Vispassage | gepasseerd | Passage tijd | Passage tijd |
|------------|---------------|---------------|---------------|-----------|---------------|-----------------------|--------|------------------------|------------|--------------|-------------------|
| Baars | Halfweg | Boezem | Boezem | 2019 (1) | '19 | 0 | 0 | 1 | 0 | n.a. | 2:20 (0:30-9:17) |
| | | | | | '20 | 1 | 1369 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Baars | Halfweg | Boezem | NZK-zijde | 2019 (4) | '19 | 3 | 17 | 6 | 4 | 1:00 | |
| | | | | | '20 | 1 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Baars | Halfweg | Vispassage | NZK-zijde | 2019 (2) | '19 | 1 | 2 | | 2 | 4:59 | |
| | | | | | '20 | 1 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Blankvoorn | Halfweg | Boezem | NZK-zijde | 2019 (36) | '19 | 50 | 169 | 36 | 18 | 0:58 | 0:58 (0:05-6:31) |
| | | | | | '20 | 2 | 9 | | 2 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Brasem | Halfweg | Boezem | NZK-zijde | 2019 (60) | '19 | 95 | 94 | 61 | 13 | 6:41 | 3:23 (0:13-18:15) |
| | | | | | '20 | 43 | 819 | | 8 | | |
| | | | | | '21 | 23 | 1246 | | 5 | | |
| Brasem | Halfweg | Vispassage | NZK-zijde | 2020 (1) | '20 | 1 | 14 | | 0 | n.a. | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Brasem | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 2020 (6) | '20 | 6 | 66 | 0 | n.a. | | |
| | | | | | '21 | 2 | 5 | 0 | | | |
| | | | | | '21 | 2 | 5 | 0 | | | |
| Brasem | Halfweg | Zijsloot | NZK-zijde | 2020 (26) | '20 | 56 | 429 | 4 | 4:54 | | |
| | | | | | '21 | 9 | 120 | 1 | | | |
| | | | | | '21 | 9 | 120 | 0 | | | |
| Brasem | Kadoelen | | | 2019 (1) | '19 | 6 | 17 | 0 | n.a. | | |
| | | | | | '20 | 5 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | '21 | 1 | 0 | 0 | | | |
| Brasem | Nauerna | | | 2019 (3) | '19 | 3 | 2 | 0 | 2:45 | | |
| | | | | | '20 | 1 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | '21 | 1 | 16 | 1 | | | |
| Brasem | Oranjesluizen | | | 2019 (2) | '19 | 0 | 0 | 0 | n.a. | | |
| | | | | | '20 | 1 | 38 | 0 | | | |
| | | | | | '21 | 1 | 11 | 0 | | | |
| Karper | Halfweg | Zijsloot | NZK-zijde | 2020 (1) | '20 | 2 | 1 | 1 | 0 | n.a. | n.a. |
| | | | | | '21 | 1 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 1 | 0 | | 0 | | |
| Kolblei | Halfweg | Zijsloot | NZK-zijde | 2019 (1) | '19 | 1 | 1 | 1 | 0 | n.a. | n.a. |
| | | | | | '20 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Ruisvoorn | Halfweg | Boezem | NZK-zijde | 2019 (1) | '19 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0:13 | 0:13 |
| | | | | | '20 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Snoek | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 2019 (1) | '19 | 1 | 1 | 1 | 0 | n.a. | n.a. |
| | | | | | '20 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Snoekbaars | Halfweg | Boezem | NZK-zijde | 2019 (1) | '19 | 1 | 0 | 1 | 0 | n.a. | 3:24 (1:41-5:06) |
| | | | | | '20 | 2 | 1 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Snoekbaars | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 2019 (2) | '19 | 3 | 9 | 5 | 1 | 1:41 | |
| | | | | | '20 | 1 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| Snoekbaars | Halfweg | NZK-zijde | NZK-zijde | 2020 (2) | '20 | 9 | 4 | | 0 | n.a. | |
| | | | | | '21 | 2 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 2 | 0 | | 0 | | |
| Snoekbaars | Halfweg | Zijsloot | NZK-zijde | 2020 (1) | '20 | 16 | 1 | | 1 | 5:06 | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |
| | | | | | '21 | 0 | 0 | | 0 | | |

Omdat de reden van een detectie-event en de motivatie van de waargenomen vis vaak onduidelijk is, is er ook gerekend aan het aantal passages t.o.v. het aantal aanwezige (unieke) vissen, onafhankelijk van detectiejaar, en aan wat per groep (vangstlocatie en uitzetlocatie) is waargenomen bij het gemaal ofwel de ingang van de vispassage. Zo zijn er baarzen gevangen in de vispassage of de boezem die zijn uitgezet in het NZK. Hiervan zijn totaal 17 unieke baarzen waargenomen voor het gemaal of de vispassage van de 49 die zijn gemerkt (29%) en zijn er 6 de vispassage gepasseerd (35%). De activiteit van deze baarzen bij de ingang van de vispassage lag op 3,2 events per vis. Dit is doorgerekend voor de soorten blankvoorn, brasem en snoekbaars waarbij onderscheid is gemaakt van de herkomst van de vissen: boezem-zijde, NZK-zijde of 'zijsloot' (Figuur 4-9).

Onafhankelijk van de vangstlocatie had brasem de meeste events bij de ingang van de vispassage. Echter, de vissen afkomstig uit de boezem waren met 35,6 events per vis het meest actief. De passage van de vissen die oorspronkelijk uit de boezem kwamen, lag ook hoog met 43-100% passage voor de soorten baars, blankvoorn en brasem. Voor snoekbaars, alle herkomsten, was in het geheel geen passage vastgesteld. Voor brasem was de passage van vissen uit de zijsloot en de NZK-zijde lager, dan voor die uit de boezem. nl. 16%. Er zijn geen gegevens van baars of blankvoorn.



Figuur 4-9 Weergave van attractie en benutting van de vispassage, onderverdeeld naar soort en herkomst van de vis. **A:** De attractie, gedefinieerd als het percentage vissen dat bij de ingang van de vispassage is waargenomen, van het aantal dat aan de buitenzijde (gemaal of vispassage) is waargenomen. Passage betreft het percentage gepasseerde vissen, van de vissen die zijn waargenomen bij de ingang van de vispassage. **B:** Het aantal events bij de ingang van de vispassage.

Passageduur van vismigratievoorziening

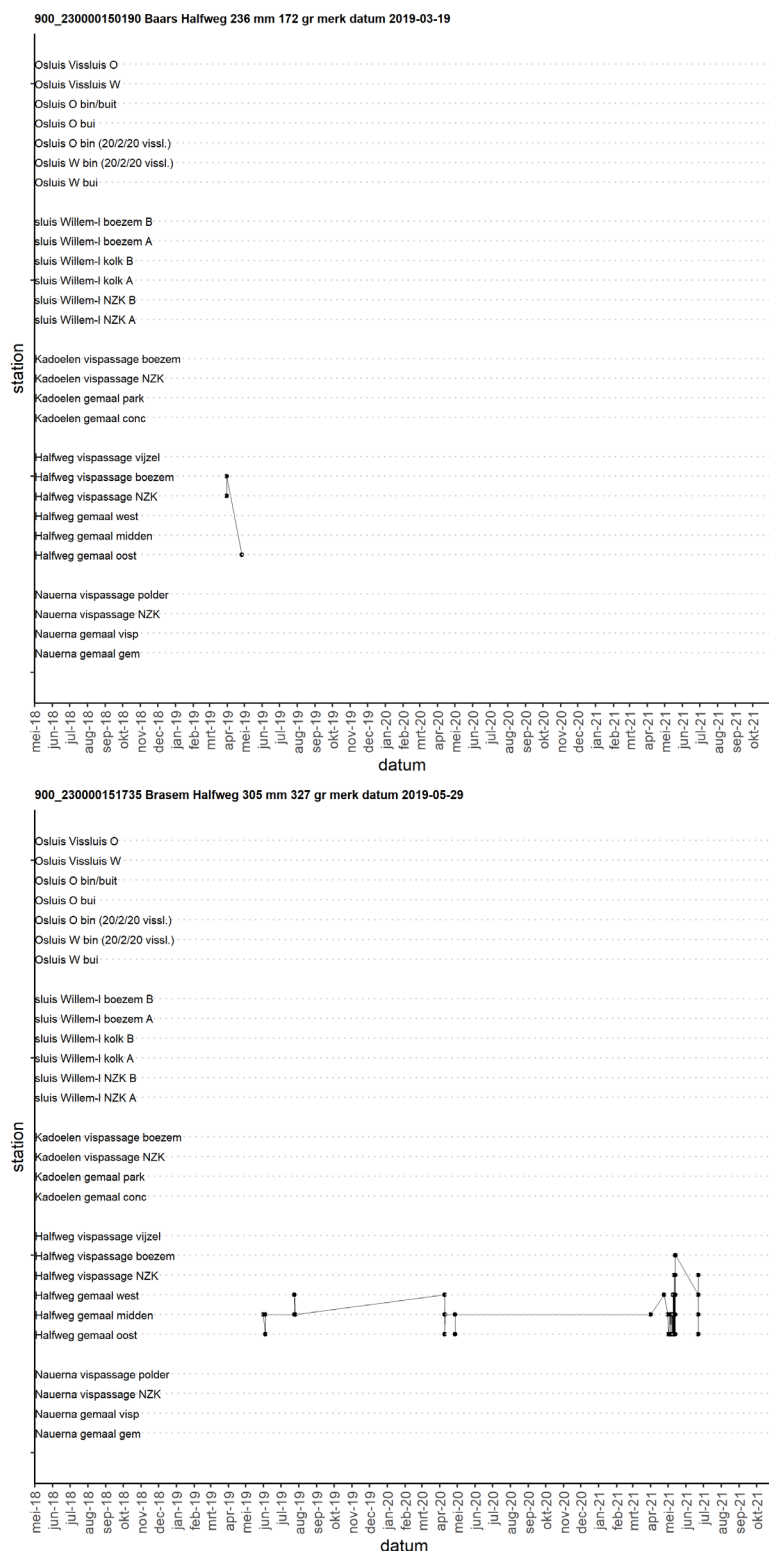
De duur van passage varieerde van 5 minuten tot ruim 18 uur (Tabel 6). Gemiddeld lag de passagetijd op 146 minuten, ruim 2 uur. Van de vissoorten waar meerdere individuen de vispassage zijn gepasseerd is blankvoorn de snelste met 5 minuten en gemiddeld 57 minuten. Brasem en snoekbaars zijn langzamer met gemiddeld ruim 3 uur. Toch zijn er ook individuen die de passage in 10 minuten passeren.

Tabel 7 De tijdsduur van de passage door de vispassage Halfweg, per soort in minuten.

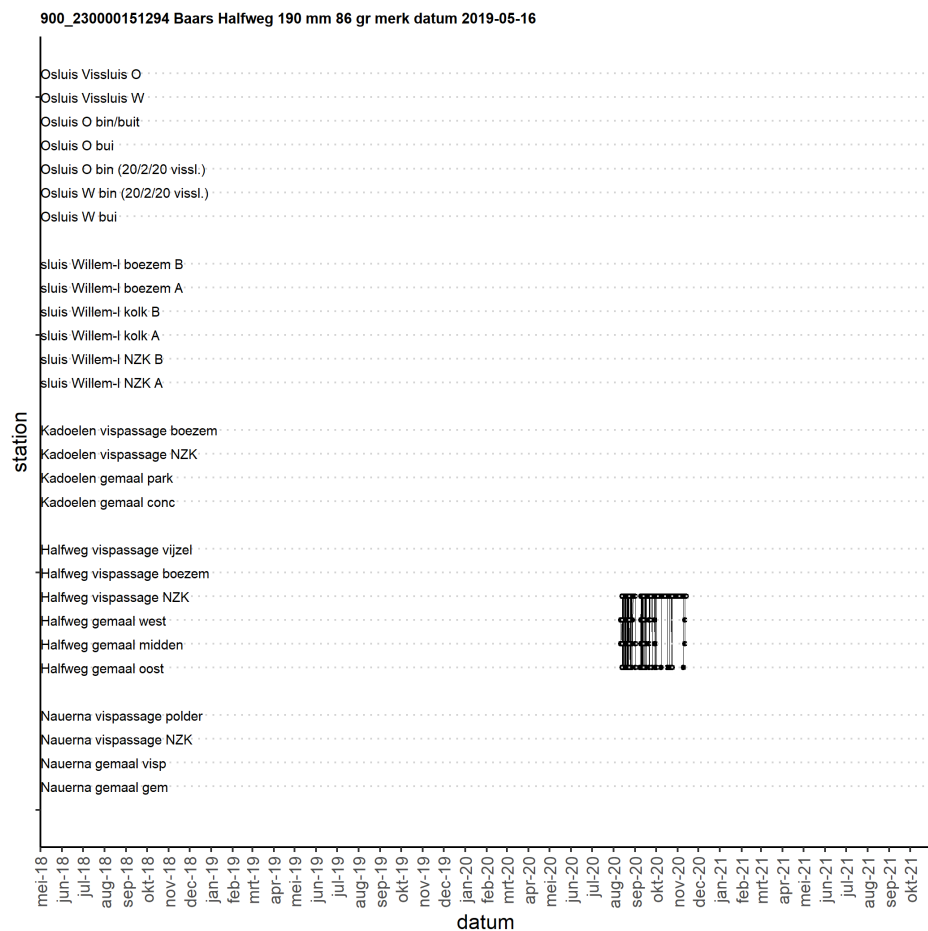
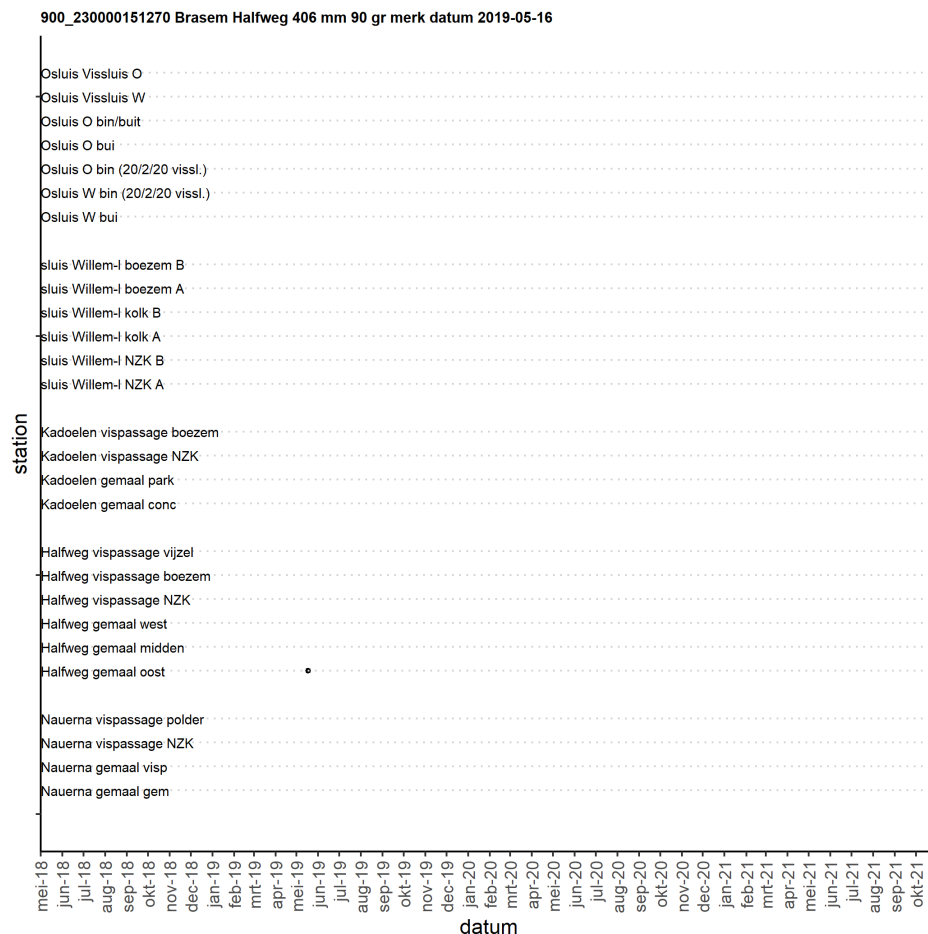
| Soort | Aantal | Max. (min.) | Min. (min.) | Gem. (min.) |
|------------|--------|-------------|-------------|-------------|
| Baars | 6 | 557 | 30 | 139,5 |
| Blankvoorn | 20 | 391 | 5 | 57,6 |
| Brasem | 32 | 1095 | 10 | 202,8 |
| Ruisvoorn | 1 | 13 | 13 | 13,0 |
| Snoekbaars | 2 | 306 | 101 | 203,5 |
| Totaal | 61 | 1095 | 5 | 146,0 |

Migratie vanuit achterland naar NZK

Bij gemaal Halfweg zijn in totaal 4 vissen die vanuit de boezem richting de NZK-zijde zijn gegaan. Twee daarvan zijn na het passeren van de vispassage, waarschijnlijk door het gemaal weer uitgemalen (Figuur 4-10). Twee andere zijn na uitzet in de boezem waargenomen aan de NZK-zijde (Figuur 4-11). Het betroffen twee baarzen en twee brasems. Een migratie via de vispassage weer terug naar de NZK-zijde is niet waargenomen.



Figuur 4-10 Individuele detecties van een baars (boven) en een brasem die na het passeren van de vispassage Halfweg weer aan de NZK-zijde zijn waargenomen.



Figuur 4-11 Individuele detecties van een brasem (boven) en een baars die na uitzet in de boezem bij Halfweg aan de NZK-zijde zijn waargenomen.

5 Resultaten Nauerna

5.1 Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten

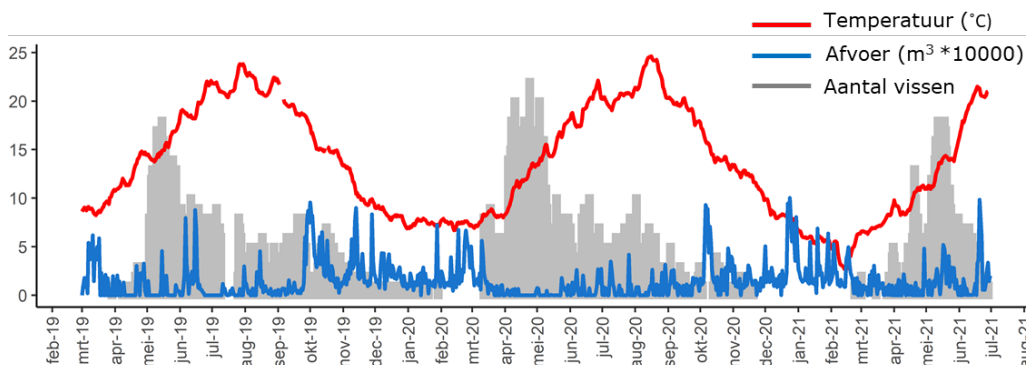
Bij gemaal Nauerna zijn in totaal 127 vissen gedetecteerd in de periode vanaf dag 1 na het merken en uitzetten (dag 0) in het voorjaar van 2019 of 2020 tot 30 juni 2021 (Tabel 8). Hiervan zijn 103 individuen bij de gemaalkoker waargenomen, 119 bij de vispassagekoker, 34 bij de ingang van de vispassage en 3 bij de polderzijde van de vispassage. In totaal zijn 3 vissen de vispassage gepasseerd (2% van totaal gedetecteerde vissen). Dit waren twee brasems en een kolblei, alle oorspronkelijk ook gevangen en gemerkt nabij gemaal Nauerna. Veertien (11%) gedetecteerde vissen waren afkomstig van elders: Halfweg, Kadoelen en Oranjesluizen. Dit betroffen twee blankvoorns (Halfweg) en twaalf brasems (Halfweg, Kadoelen en Oranjesluizen).

Tabel 8 Aantal unieke vissen gedetecteerd bij gemaal Nauerna (voorjaar 2019 of voorjaar 2020) tot 30 juni 2021. De aantallen betreffen een registratie.

| Soort | Herkomst | Gemaal-koker | Vispassage-koker* | Passage ingang Vispassage (NZK) | Passage uitgang Vispassage (polder) | Totaal aantal vissen |
|---------------|---------------|--------------|-------------------|------------------------------------|--|----------------------|
| Baars | Nauerna | 0 | 3 | 2 | 0 | 3 |
| Blankvoorn | Halfweg | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Blankvoorn | Nauerna | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Bot | Nauerna | 4 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| Brasem | Halfweg | 5 | 5 | 1 | 0 | 6 |
| Brasem | Kadoelen | 4 | 5 | 2 | 0 | 5 |
| Brasem | Nauerna | 49 | 51 | 22 | 2 | 52 |
| Brasem | Oranjesluizen | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Karper | Nauerna | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| Kolblei | Nauerna | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| Snoek | Nauerna | 3 | 4 | 2 | 0 | 4 |
| Snoekbaars | Nauerna | 32 | 39 | 1 | 0 | 44 |
| Totaal | | 103 | 119 | 34 | 3 | 127 |

* Het gemaal heeft twee uitstroombokers. Eén van deze kokers is verbonden met de vispassage. Met andere woorden: de ingang van de vispassage met een daaropvolgende ondergrondse koker is verbonden met één van de gemaalkokers. In deze rapportage wordt deze zijde van het gemaal daarmee dus "vispassagekoker" genoemd. Zie ook Figuur 2-8.

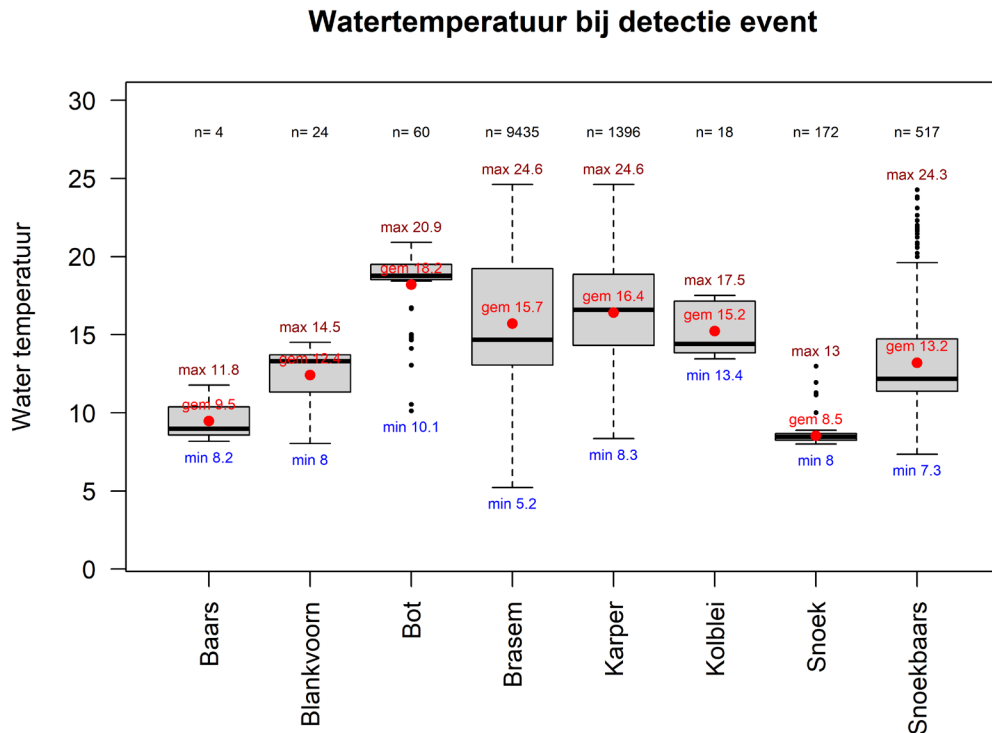
Op basis van de detecties en de watertemperatuur is vast te stellen dat het aantal unieke vissen dat zich bij gemaal Nauerna aandient, bij een temperatuur van circa 9-15 graden oploopt (in paragraaf 5.2 wordt hierop in meer detail ingegaan) en lijkt er geen directe link met de afvoer van het gemaal. Zo was er in de periode maart – juni 2020 relatief weinig afvoer maar dienden zich dagelijks circa 20 unieke vissen aan.



Figuur 5-1 Weergave voor gemaal Nauerna van het totaal aantal unieke vissen per dag (alle soorten), de maalfvoer (in 10.000m³ per dag) en de watertemperatuur. N.B. Variabelen hebben dezelfde schaal op de Y-as.

5.2 Waargenomen vissen en watertemperatuur

De vissen bij de uitstroomzijde van het gemaal zijn waargenomen bij een watertemperatuur tussen de 5,2 en 24,6 °C (Figuur 5-2). De gemiddelde temperatuur van de datareeksen verschilt sterkt per vissoort van 8,5 (snoek) tot 18,2 °C (bot). Brasem en kolblei worden bij een vrijwel gelijke gemiddelde watertemperatuur gezien bij het gemaal: 15,2-15,7 °C. Karper, hoewel slechts twee individuen (Tabel 8), wordt bij een gemiddelde hogere temperatuur waargenomen 16,4 °C. Snoek (8,5 °C, vier individuen), baars (9,5 °C, drie individuen) en snoekbaars (13,2 °C, 44 individuen) worden bij lagere temperaturen waargenomen, evenals blankvoorn (13,4 °C, drie individuen).

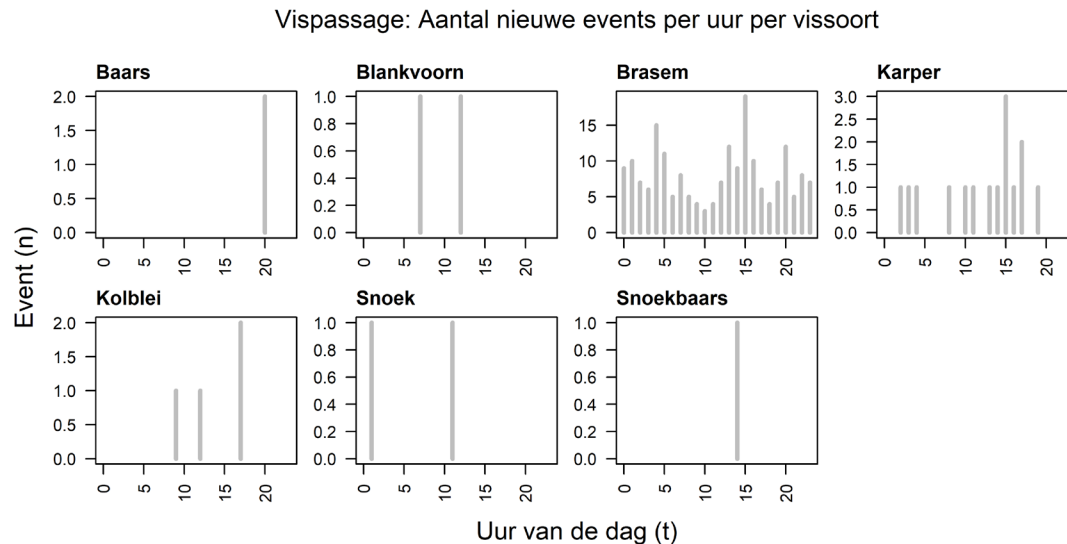


Figuur 5-2 De spreiding van events per vissoort bij gemaal Nauerna in relatie tot de watertemperatuur. Het betreft waargenomen vissen bij de uitstroomzijde van het gemaal. De watertemperatuur is gemeten op het meetpunt "Spaarndammerpolder" op het NZK op 1m diepte. Van vier dagen (3-5 september en 16 oktober 2019) is geen temperatuur bekend; de detecties op die dagen zijn uit de dataset verwijderd.

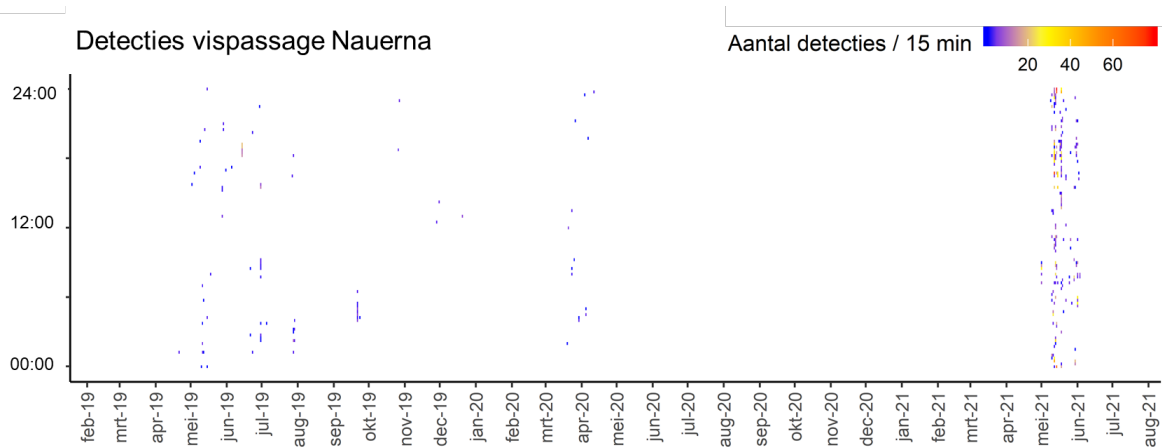
5.3 Timing van detecties en migratiepatronen

Tijdstip detecties nabij vismigratievoorziening

Er zijn 34 vissen gezien bij de ingang van de vispassage, verdeeld over zeven vissoorten (Tabel 8). Brasems zijn gedurende de gehele dag van 's ochtends vroeg tot 's avonds bij de ingang van de vispassage aan de NZK-zijde gezien (Figuur 5-3). Karper is gezien tussen 2:00 en 19:00 uur, met de meeste events tussen 13:00 en 17:00 uur. Van alle andere soorten is het aantal events beperkt. In het voorjaar en het begin van de zomer van 2021 zijn er wel meer detecties geweest dan in 2019 en 2020 (Figuur 5-4).



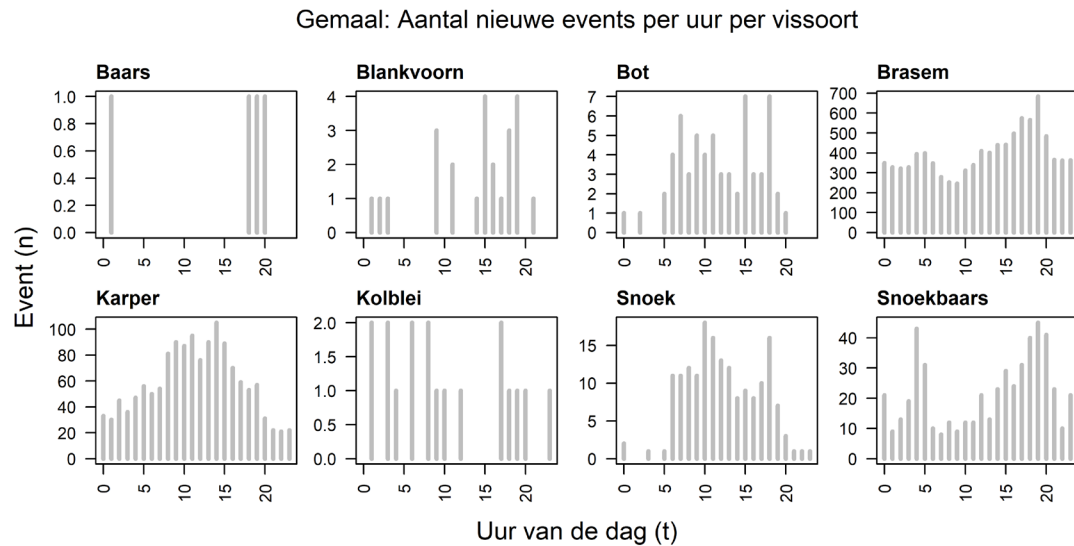
Figuur 5-3 Aantal events per vissoort per uur van de dag bij de ingang van de vispassage Nauerna. Bij elk event is het (hele) uur van de dag geregistreerd onafhankelijk of dit dezelfde vis betreft.



Figuur 5-4 Detecties bij de ingang van de vispassage aan de NZK-zijde te Nauerna. Het aantal detecties neemt toe van blauw naar rood.

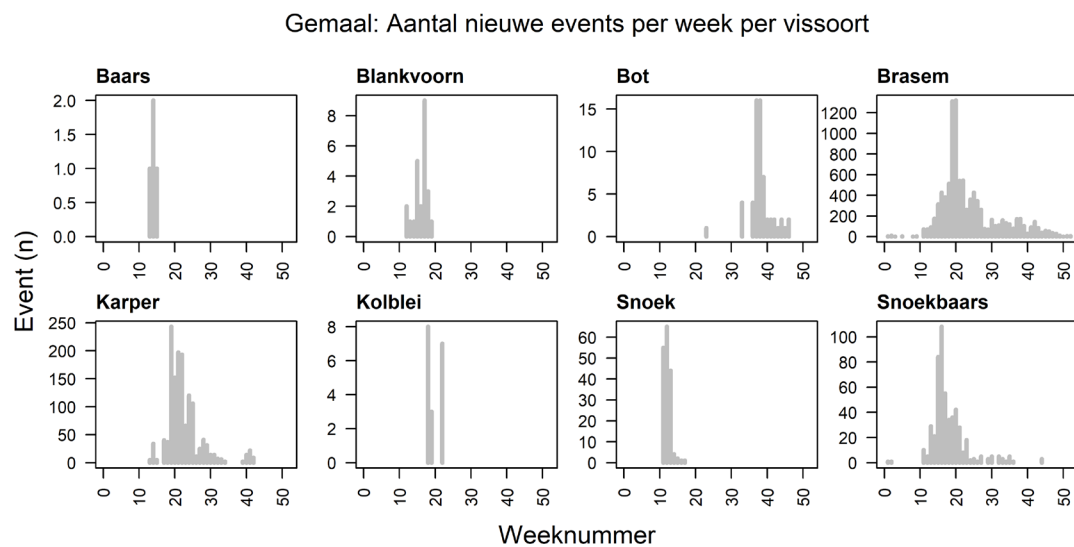
Tijdstip en perioden van detecties nabij gemaal

Bij de uitstroomzijde van het gemaal zijn relatief veel events geweest van verschillende soorten (Figuur 5-5). Bot is voornamelijk tussen 05:00 en 20:00 uur ('overdag') waargenomen. Brasem is er gedurende de gehele dag waargenomen, met een piekperiode rond de namiddag: 17:00-19:00 uur en zijn er relatief minder waarnemingen in de ochtend in de periode 08:00-09:00 uur, maar een duidelijk patroon ontbreekt door de hoeveelheid events. Karper is vooral actief tussen 05:00 en 20:00 uur. In tegenstelling tot snoekbaars, met een piekperiode in de vroege ochtend (04:00-05:00 uur) en de middag/avond (15:00-20:00 uur), is snoek vooral waargenomen tussen 06:00 en 18:00 uur, en lijkt daarmee een lichtelijk tegengesteld patroon te laten zien.



Figuur 5-5 Aantal events per uur van de dag aan de uitstroomzijde van het gemaal Nauerna per vissoort. Bij elk event is het (hele) uur van de dag geregistreerd onafhankelijk of dit dezelfde vis betreft.

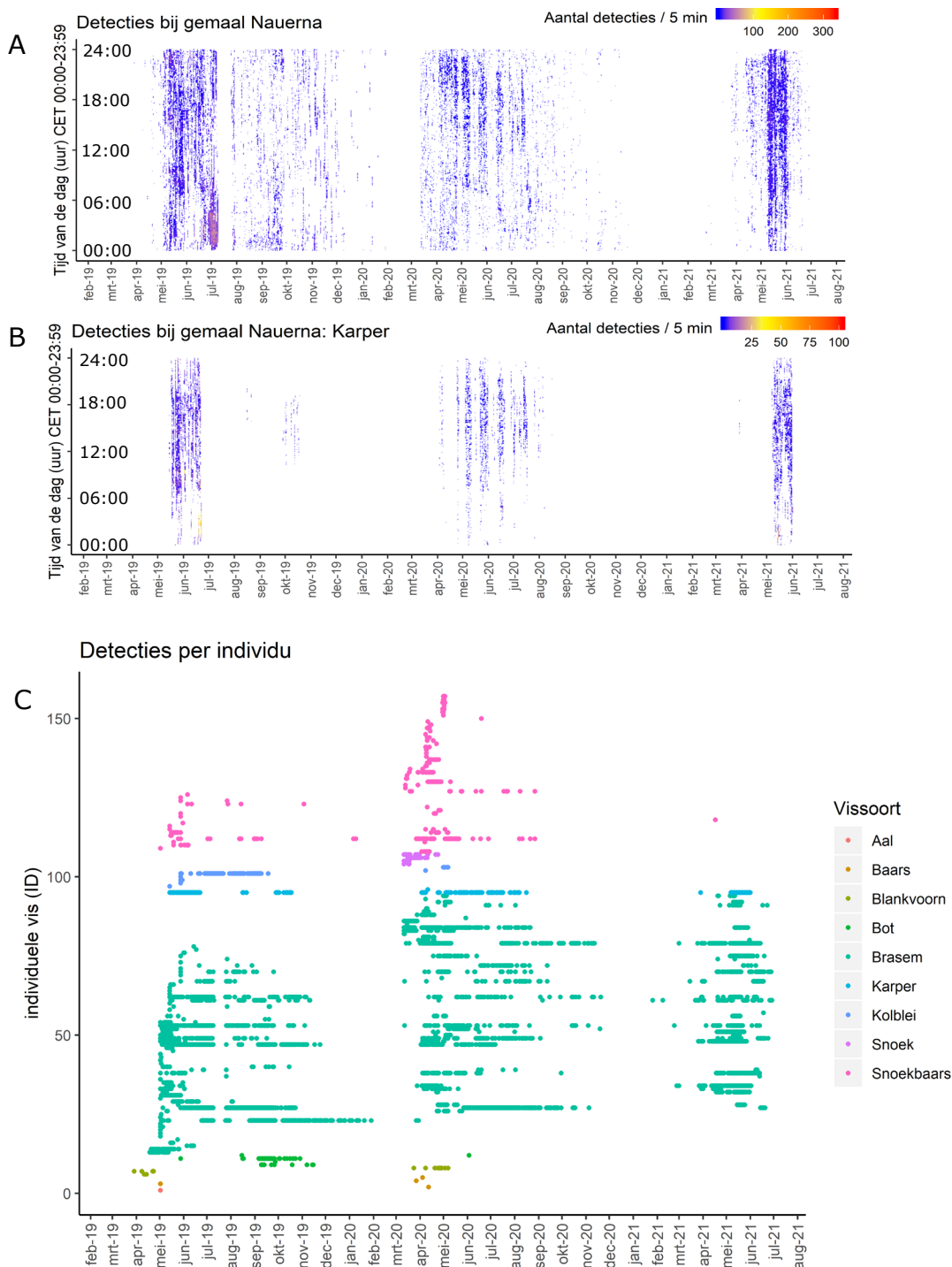
Wanneer het aantal events wordt afgezet tegen de weeknummers zien we een duidelijke piekperiode per vissoort: baars piekt in de periode week 11-13 (maart), blankvoorn in de periode week 11-19 (maart-mei), bot juist in het najaar rond week 38 (september), brasem voornamelijk in week 18-20 (mei), karper iets later in week 18-23 (mei/begin juni), snoek in week 11-13 (maart) en snoekbaars piekt in week 15 en 16 (half april).



Figuur 5-6 Events per week gedurende het jaar aan de uitstroomzijde van het gemaal Nauerna voor de waargenomen vissoorten.

Seizoensgebonden detecties

Bij gemaal Nauerna zijn gedurende de studieperiode veel detecties geweest en specifiek in de periode mei/juni 2019, april-augustus 2020 en mei/juni 2021 (Figuur 5-7A, C en D). Ook keren dezelfde individuen terug naar het uitstroomgebied van het gemaal (Figuur 5-7C en D). Voor karper zijn er slechts twee individuen gemerkt, maar deze zijn wel veelvuldig in de series waargenomen bij de uitstroomzijde van het gemaal (Figuur 5-7B) en dat gedurende drie achtereenvolgende jaren (Figuur 5-7C). Hierdoor ontstaan in de figuur verticale patronen in het voorjaar van 2020 in de periode april – juli. Op enkele uitzonderingen na wordt roofvis (baars, snoek en snoekbaars) minder waargenomen in seizoenpatronen (Figuur 5-7C).



Figuur 5-7 A: Detecties bij het gemaal Nauerna voor de gehele onderzoeksperiode. **B:** van karper i.v.m. veelvuldige detecties en specifieke patronen. **C:** Detecties per individu en per soort van de waargenomen vissoorten. Zie Bijlage F voor de aparte weergaven van de merkjaren 2019 en 2020.

5.4 De benutting van de vismigratievoorziening

Aandeel gemerkte vissen dat vispassage benut i.r.t. migratiekansen

Van de 110 brasems die lokaal bij Nauerna zijn gemerkt, zijn er twee de vispassage gepasseerd (1,8%, Tabel 9). Voor kolblei is dit één van de 18 vissen (5,5%). In totaal zijn bij de ingang van de vispassage 34 vissen en zeven vissoorten gezien: 25 brasem (8% is gepasseerd), 1 blankvoorn, 2 baars, 1 karper, 2 kolblei (50% is gepasseerd), 2 snoeken en 1 snoekbaars. Van één brasem was er slechts gedeeltelijk informatie over de toestand van de schuif van de ingang van de vispassage (NZK-zijde). Van de overige 33 vissen is bekend dat deze voornamelijk werden gezien toen de schuif van de vispassage dicht was (91%). In de keren daarop dat deze vissen opnieuw werden gezien, was in 90% van de gevallen de schuif ook dicht. Van de vissoorten die bij de ingang zijn gedetecteerd, waren brasem en karper het vaakst opnieuw waargenomen. De roofvissen baars, snoek en snoekbaars waren slechts één tot driemaal waargenomen. Van kolblei zijn twee individuen gezien bij de ingang van de vispassage. Eén ervan passeerde de vispassage. Voor brasem, waar er 25 van zijn gezien, was het aantal events per vis 4,1 met twee passages. In totaal was er voor deze soort in 25 van de 293 events een event dat de schuif open was. Tijdens twee van deze events is een vis de vispassage gepasseerd.

Ten opzichte van het unieke aantal vissen is het aantal passages 2 op de 25 voor brasem (8%). Voor kolblei is dit één op twee vissen (50%).

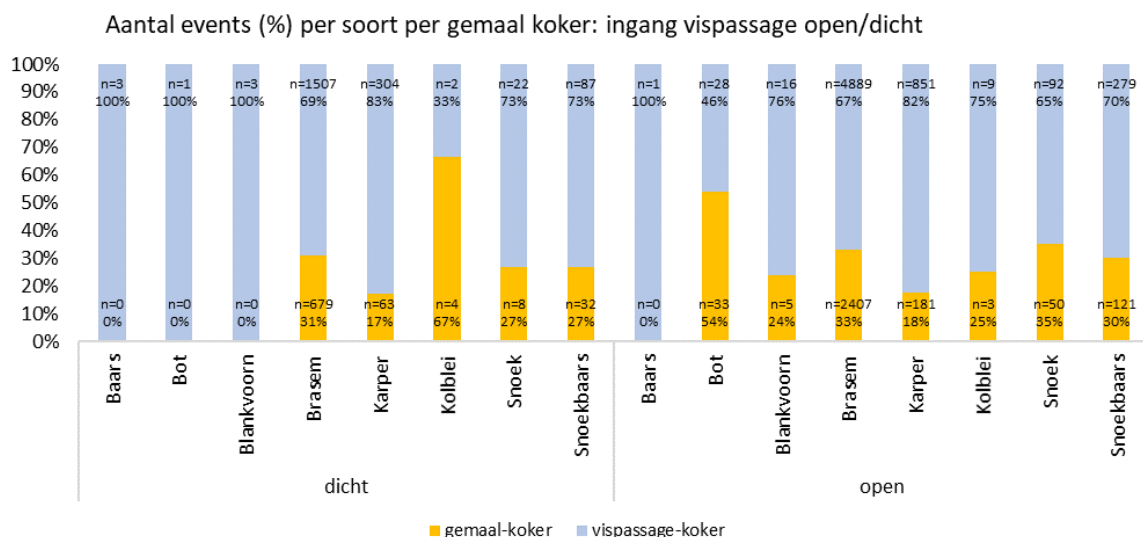
Het is opvallend dat van alle soorten er meer individuen bij de detectiestations voor de uitstroom van het gemaal zijn gezien dan voor de ingang van de vispassage. Voor bijvoorbeeld brasem, zijn er in totaal 62 vissen gezien bij één van de twee detectiestations van het gemaal, terwijl er in totaal 25 zijn waargenomen bij de ingang van de vispassage. Het is goed mogelijk dat vissen wel hebben gezocht nabij de ingang van de vispassage, maar nooit binnen de range van de antenne (circa 40-50 cm vanaf de antenne). Voor alle vissen tezamen is de verhouding 34 op 116 vissen (29,3%).

Tabel 9 Aantal events per vissoort bij een open en dichte schuif aan de NZK-zijde van de vispassage Nauerna. Er wordt aangenomen dat de vispassage toegankelijk is als deze schuif opgaand is met meer dan 11% openstand (= lokstand in het najaar).

| Soort | Aanwezig bij visp.-koker (n vissen) | Aantal vissen voor vispassage | Eerste detectie (n events) | | Volgende keren (n events) | | Gem. events open en dicht (n) per vis | Gepasseerd (n vissen) |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| | | | Open schuif NZK-zijde | Dichte schuif NZK-zijde | Open schuif NZK-zijde | Dichte schuif NZK-zijde | | |
| Baars | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0,7 | 0 |
| Blankvoorn | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,7 | 0 |
| Brasem* | 62 | 25(24)* | 2 | 22 | 23 | 210 | 4,1 | 2 |
| Karper | 2 | 1 | 0 | 1 | 3 | 28 | 16,0 | 0 |
| Kolblei | 3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1,7 | 1 |
| Snoek | 4 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0,8 | 0 |
| Snoekbaars | 39 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,0 | 0 |
| Totaal | 116 | 34(33)* | 3: 9% | 30: 91% | 27: 10% | 242:90% | 2,6 | 3 |

*Door ontbreken van gegevens van de toestand van de vispassage mist er één brasem in het overzicht van het aantal events.

Om hier wat nader naar te kijken is berekend hoeveel events er zijn geweest bij de uitstroomzijde van het gemaal. Van alle events met 15 min. interval zijn er, behalve voor kolblei en bot, meer vissen bij de vispassagekoker waargenomen onafhankelijk of ingang van de vispassage open of dicht stond (Figuur 5-8). Er worden procentueel, nauwelijks meer events waargenomen bij de vispassagekoker als de vispassage open is (bv. brasem 69% bij vispassage open en 67% bij vispassage dicht). Dit is ook de verwachting doordat bij Nauerna altijd een lokstroom aanwezig is. Die loopt óf via de vispassage zelf (ingang vispassage open) of via een parallelle buis als de schuif van de vispassage dicht is (ingang vispassage dicht). De vispassagekoker is de koker waar de (parallelle) vispassage aan is verbonden. De invloed met de gemaalstroom op de aanwezigheid van de vis is binnen deze opdracht niet onderzocht.



Figuur 5-8 Het aantal events per soort voor de twee gemaalkokers bij Nauerna bij een geopende en een gesloten toegang tot de vispassage. De vispassagekoker is de koker waar de (parallelle) vispassage aan is verbonden. In de grafiek is het aantal events (n) weergegeven en het percentage van het totaal aantal events per soort (%).

Passageduur van vismigratievoorziening

Bij gemaal Nauerna zijn in totaal drie vissen de vispassage gepasseerd. De tijd tussen de laatste detectie bij de ingang en de eerste detectie aan de uitgang (polder) was tussen de 11 en 54 minuten (Tabel 10). Het moment van passeren was eind maart, eind mei en begin juli.

Tabel 10 De drie vissen die de vispassage bij Nauerna zijn gepasseerd en de bijbehorende tijden van laatste en eerste detectie aan weerszijden van de vispassage (alles in UTC+1). Tevens het aantal mogelijke passage-pogingen die de vis heeft gedaan. Een poging is gedefinieerd als een detectie bij de ingang van de vispassage, met daarna een detectie bij de uitstroom van het gemaal. Tussen haakjes het aantal pogingen, inclusief pogingen op de dag van merken/uitzetten (dag 0).

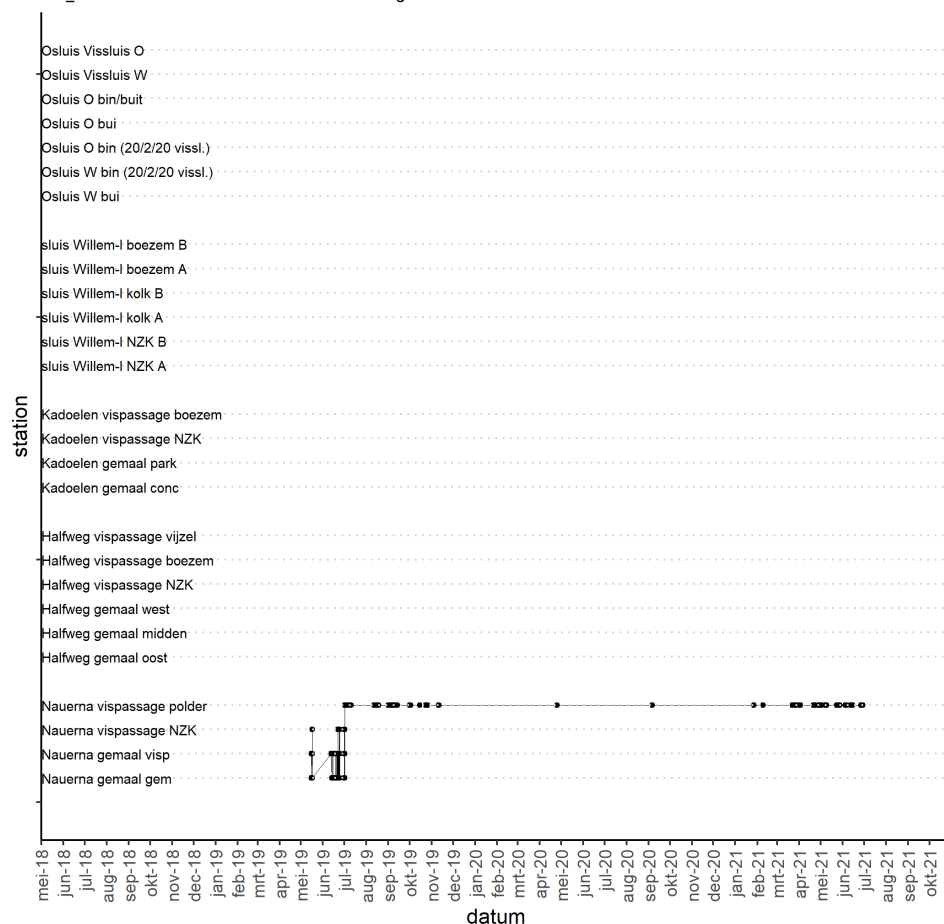
| Soort | Herkomst | Lengte | Gewicht | Merk datum | Poging | Laatste detectie NZK | Eerste detectie polder | Tijd passeren |
|---------|----------|--------|---------|------------|---------|----------------------|------------------------|---------------|
| Brasem | Nauerna | 290 | 223 | 3/11/2020 | 3 (4) | 3/28/2020 19:13 | 3/28/2020 20:08 | 0:54* |
| Brasem | Nauerna | 469 | 1166 | 5/14/2019 | 14 (14) | 7/1/2019 12:39 | 7/1/2019 12:54 | 0:15 |
| Kolblei | Nauerna | 237 | 170 | 5/28/2019 | 3 (6) | 5/29/2019 12:25 | 5/29/2019 12:36 | 0:11 |

* Misdetectie bij NZK-zijde van de vispassage; vandaar tijd weergegeven van de laatste detectie bij 'vispassagekoker'.

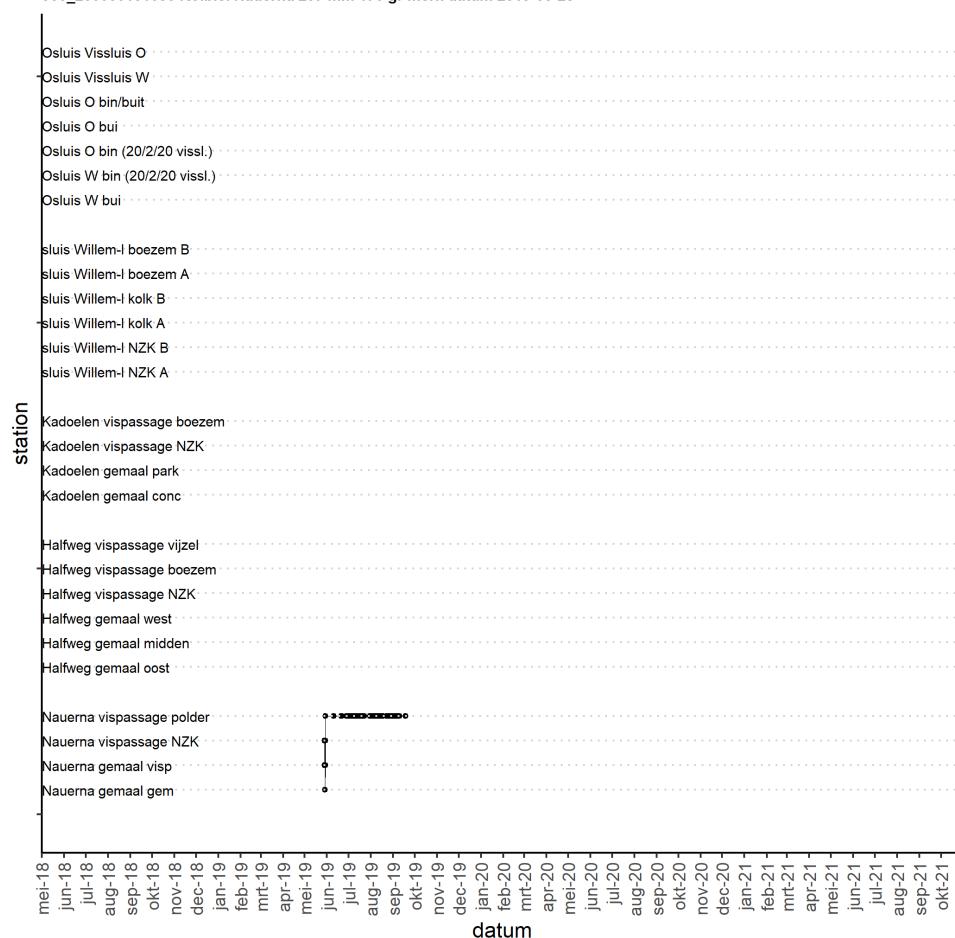
Migratie vanuit achterland naar NZK

Van deze locatie zijn geen waarnemingen bekend van vissen die vanuit de polder zijn teruggekeerd in de richting van het rijkswater (Figuur 5-9). Wel is brasem aan de polderzijde ook veelvuldig aan de polderzijde van de vispassage waargenomen. Dit is mogelijk het gevolg van paaiactiviteit in het voorjaar en het 'toevallig' passeren van de vis bij de antenne. In het veld was deze paaiactiviteit aan de polderzijde vlak voor het gemaal goed te zien. Mogelijk dat de brasem die de vispassage is gepasseerd, meedeed aan deze paaiactiviteit in het voorjaar van 2021 en in mindere mate nabij de vispassage in 2020 (Figuur 5-9).

900_230000151255 Brasem Nauerna 469 mm 1166 gr merk datum 2019-05-14



900_230000151686 Kolblei Nauerna 237 mm 170 gr merk datum 2019-05-28



Figuur 5-9 Individuele detecties van een brasem (boven) en de kolblei die de vispassage bij Nauerna zijn gepasseerd.

6 Resultaten Kadoelen

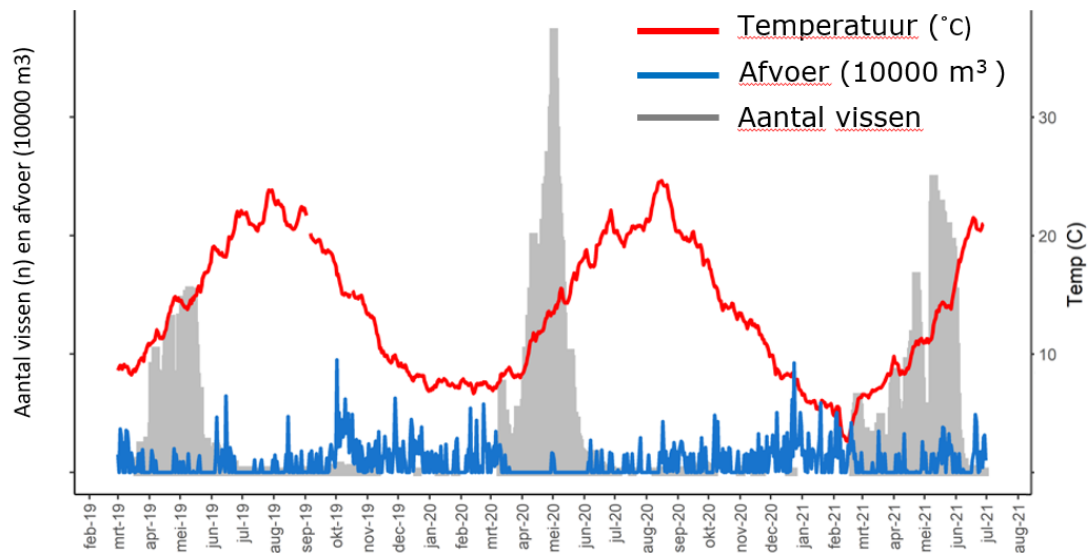
6.1 Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten

Bij gemaal Kadoelen zijn in totaal 820 vissen waargenomen in de periode vanaf dag 1 na het merken en uitzetten (dag 0) in het voorjaar van 2019 of 2020 tot 30 juni 2021 (Tabel 11). Hiervan zijn er 799 bij de uitstroom van de westelijke koker (zijde van het concertgemaal) waargenomen, 794 bij de oostelijke koker (zijde van parkeergelegenheid), 57 (7%) bij de ingang van de vispassage en 38 (5%) bij de boezemzijde van de vispassage. 225 (27%) van de gedetecteerde vissen was afkomstig van elders: Halfweg, Zijkanaal-I, Nauerna, De Waker en Oranjesluizen.

Tabel 11 Aantal unieke vissen gedetecteerd bij het gemaal en de vispassage bij Kadoelen (voorjaar 2019 of voorjaar 2020) tot 30 juni 2021. De aantallen betreffen een registratie. Het gemaal heeft twee kokers waarbij de meest westelijke is gelegen aan de zijde van het oude "concert-gemaal".

| Soort | Herkomst | Concertgemaal-zijde | Parkeer gelegenheid-zijde | Vispassage-NZK | Vispassage-boezem | Totaal aantal vissen |
|---------------|---------------|---------------------|---------------------------|----------------|-------------------|----------------------|
| Baars | Kadoelen | 73 | 72 | 0 | 0 | 74 |
| Blankvoorn | Kadoelen | 5 | 5 | 1 | 1 | 6 |
| Blankvoorn | Zijkanaal-I | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Brasem | Halfweg | 7 | 7 | 0 | 0 | 8 |
| Brasem | Kadoelen | 448 | 444 | 41 | 27 | 460 |
| Brasem | Nauerna | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Brasem | Oranjesluizen | 18 | 18 | 1 | 1 | 18 |
| Brasem | Zijkanaal-I | 193 | 196 | 14 | 9 | 197 |
| Karper | Kadoelen | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Kolblei | Kadoelen | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Snoek | Kadoelen | 4 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| Snoekbaars | De Waker | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Snoekbaars | Kadoelen | 42 | 40 | 0 | 0 | 42 |
| Snoekbaars | Zijkanaal-I | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Totaal | | 799 | 794 | 57 | 38 | 820 |

Het aantal unieke vissen dat zich bij gemaal Kadoelen aandiende, nam bij een temperatuur van circa 8-15 graden toe (in de volgende paragraaf wordt hier meer in detail op ingegaan) en lijkt er geen directe link met de afvoer van het gemaal te zijn. Zo was er in de periode maart – juni 2020 relatief weinig tot geen afvoer bij gemaal Kadoelen, maar dienden zich er toch in de piekperiode dagelijks meer dan 300 unieke vissen aan (Figuur 6-1).

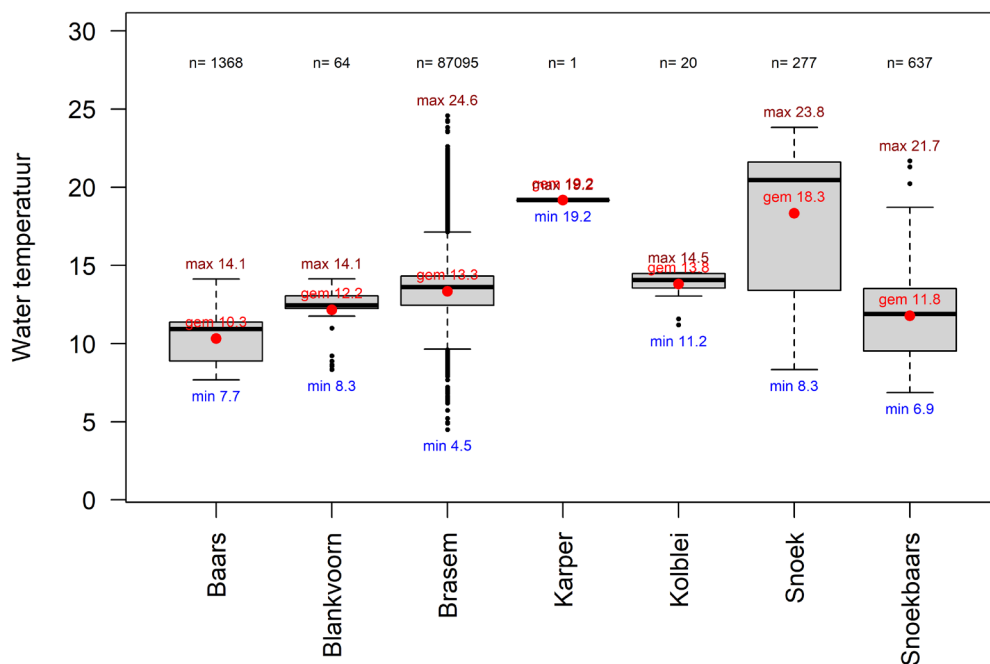


Figuur 6-1 Weergave van het totaal aantal unieke vissen per dag bij Kadoelen (alle soorten), de maalfvoer (in 10.000m³ per dag) en de watertemperatuur.

6.2 Waargenomen vissen en watertemperatuur

De vissen bij de uitstroomzijde van het gemaal zijn waargenomen bij een watertemperatuur tussen de 4,5 en 24,6 °C (Figuur 5-2). De gemiddelde temperatuur van de datareeksen verschilt sterk per vissoort van 10,3 °C (baars) tot 19,2 °C (karper). Ook de hoeveelheid events per soort varieert van 87.095 voor brasem tot één voor karper. Brasem en kolblei heeft vrijwel een overeenkomstige gemiddelde watertemperatuur waarbij de vissen worden gezien bij het gemaal: 13,3 en 13,8 °C. Snoekbaars en baars worden bij een lagere temperatuur waargenomen van 10,3 °C (baars) en 11,8 °C (snoekbaars).

Watertemperatuur bij detectie event

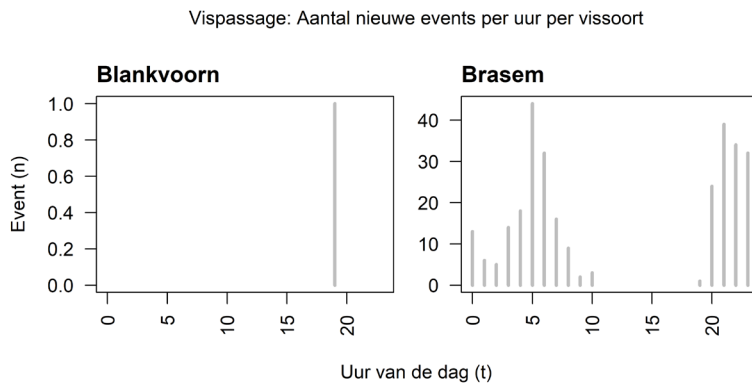


Figuur 6-2 De spreiding van events per vissoort in relatie tot de watertemperatuur. Het betreft waargenomen vissen bij de uitstroomzijde van gemaal Kadoelen. De watertemperatuur is gemeten op het meetpunt "Spaarndammerpolder" op het NZK op 1m. diepte. Van 4 dagen (3-5 september en 16 oktober 2019) is geen temperatuur bekend; de detecties op die dagen zijn uit de dataset verwijderd.

6.3 Timing van detecties en migratiepatronen

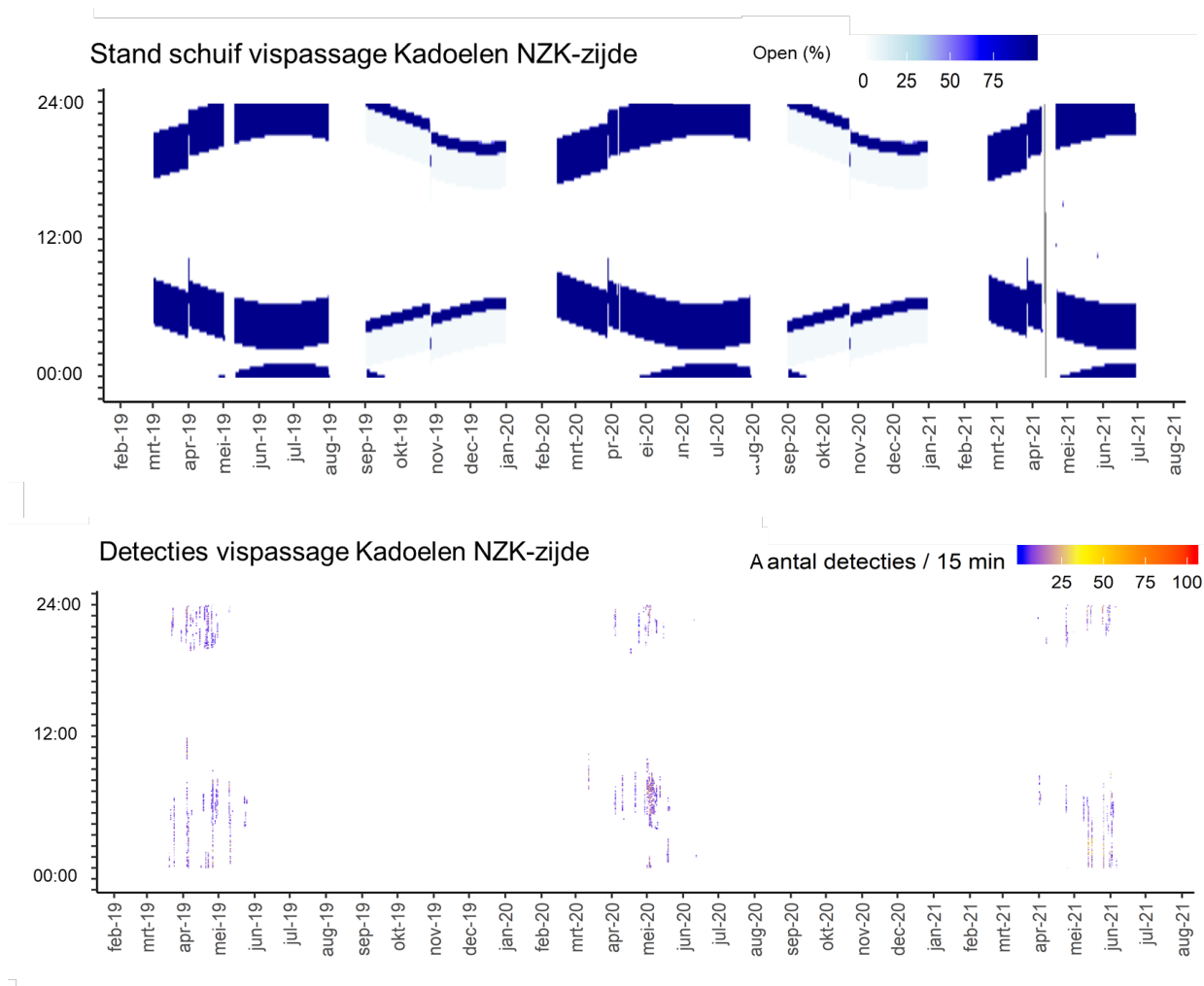
Tijdstip detecties nabij vismigratievoorziening

Er zijn 57 vissen gezien bij de ingang van de vispassage aan de NZK-zijde, verdeeld over twee vissoorten: brasem en blankvoorn (Tabel 11). De vissen konden alleen waargenomen worden als deze voorbij de schuif naar die zijde waren gezwommen, omdat de antenne voorbij de buitenschuif in de vispassage is geplaatst (Figuur 2-8). Om deze reden zijn de brasems alleen rond bepaalde tijdstippen gezien en missen er waarnemingen van pogingen overdag wanneer de ingang van de vispassage is gesloten (circa 09:00-17:00 uur, Figuur 6-4).

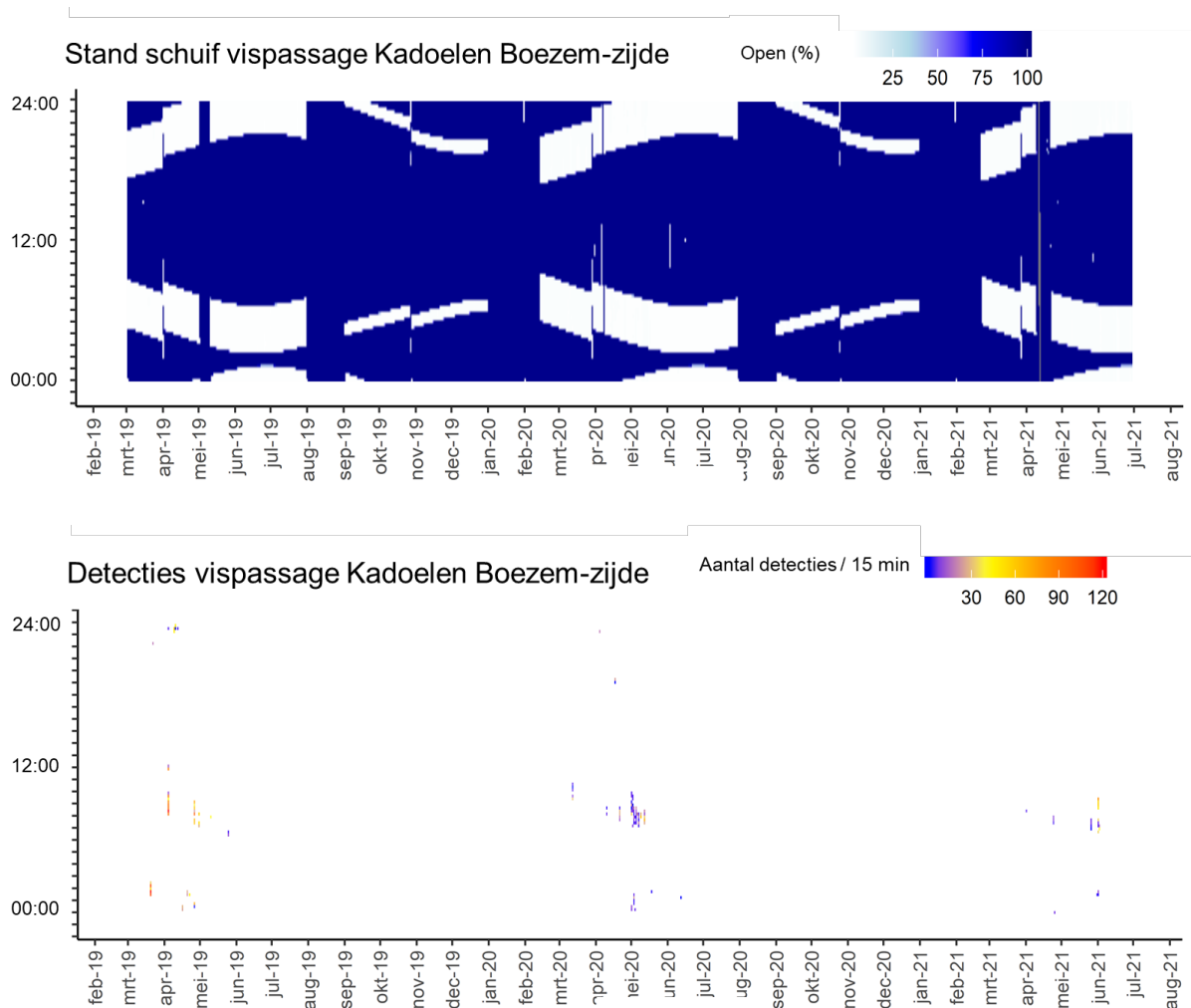


Figuur 6-3 Aantal events per vissoort per uur van de dag bij de ingang van de vispassage bij Kadoelen. Bij elk event is het (hele) uur van de dag geregistreerd onafhankelijk of dit dezelfde vis betreft.

De schuif van de vispassage aan de NZK-zijde is open tijdens zonsonder- en zonsopgang. De schuif aan de boezemzijde is dan tegengesteld dicht of open (Figuur 6-4 en Figuur 6-5, boven). De detecties bewegen hierin mee. In Figuur 6-4 zijn detecties zichtbaar bij een gesloten schuif aan de NZK-zijde. Dit betreft dan vis in de vispassage, die deze via de geopende boezemschuif passeert. Er zijn alleen detecties aan de boezemzijde van de vispassage bij een geheel geopende boezem-schuif (Figuur 6-5). In principe is bij een gesloten binnenschuif de antenne aan die zijde nog wel vanuit de boezem bereikbaar (maar dit is niet waargenomen), echter niet meer vanuit de vispassage.



Figuur 6-4 Detecties in relatie tot de toegankelijkheid aan de NZK-zijde van de vispassage te Kadoelen. **Boven:** opening van NZK-schuiif (0-100%) (CET/CEST). **Onder:** Detecties bij de ingang van de vispassage aan de NZK-zijde.

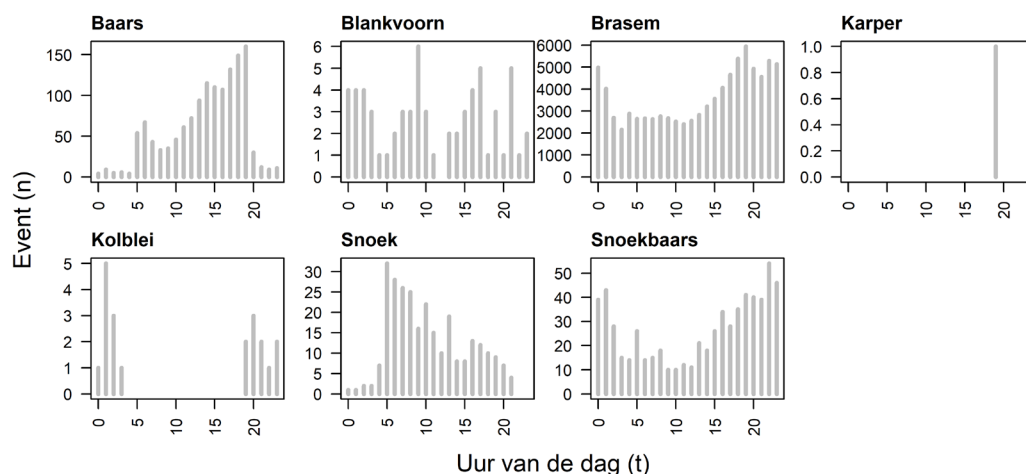


Figuur 6-5 Detecties in relatie tot de toegankelijkheid aan de boezemzijde van de vispassage te Kadoelen. **Boven:** Opening van de boezem-schuif (0-100%) (CET/CEST). **Onder:** Detecties bij de ingang van de vispassage aan de boezemzijde.

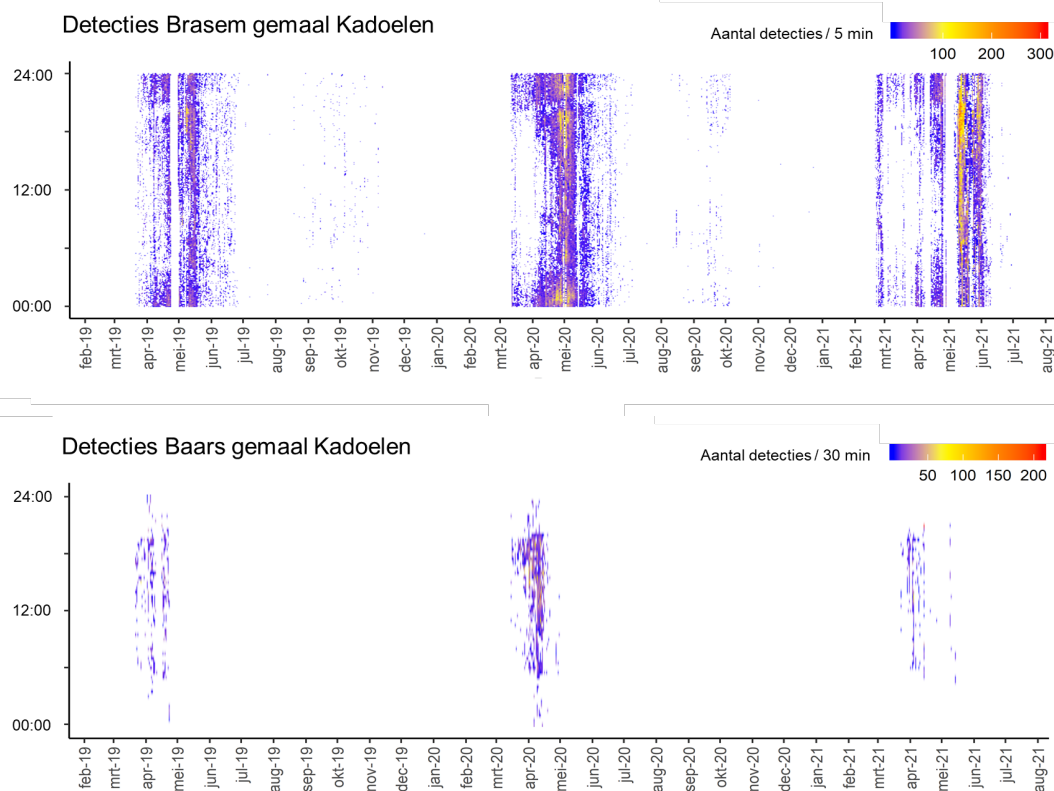
Tijdstip en perioden van detecties nabij gemaal

Bij de uitstroomzijde van het gemaal zijn relatief veel events geweest van verschillende soorten (Figuur 6-6). Brasem is in de studieperiode gedurende de gehele dag waargenomen met een piek rond de namiddag: 17:00-24:00 uur, en er zijn relatief minder waarnemingen in de vroege ochtend in de periode 02:00-11:00 uur. Opvallend is dat brasem in maart/ begin april minder actief is bij het gemaal gedurende de dag (Figuur 6-7). Baars laat juist een tegenovergesteld patroon zien en is alleen overdag actief nabij het gemaal. Snoek is vooral actief tussen 05:00 en 20:00 uur. In tegenstelling tot snoekbaars die meer in de donkerperiode is waargenomen. Voor de overige soorten is de hoeveelheid events beperkt.

Gemaal: Aantal nieuwe events per uur per vissoort



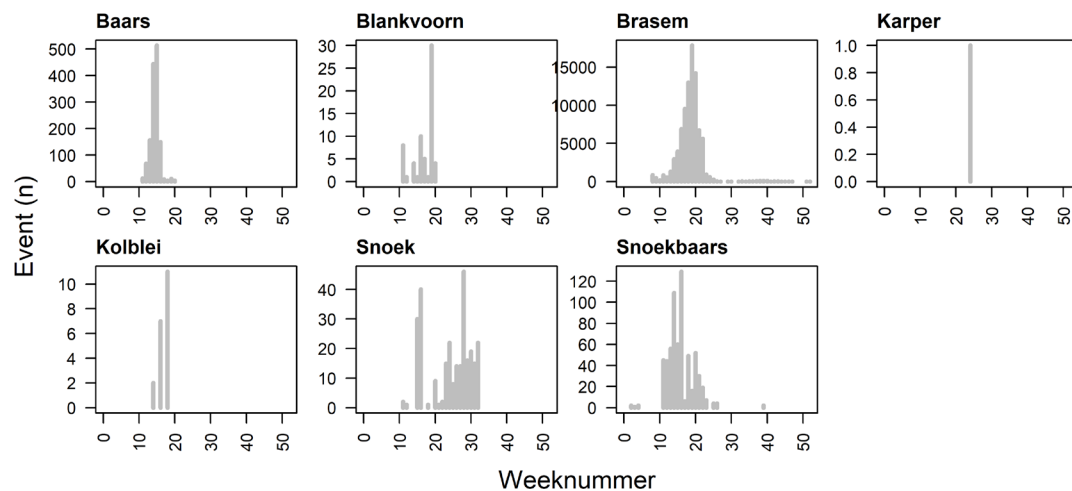
Figuur 6-6 Aantal events per uur van de dag aan de uitstroomzijde van het gemaal Kadoelen voor de zeven waargenomen vissoorten.



Figuur 6-7 Detecties bij het gemaal Kadoelen van brasem en baars. NB. De detecties van baars zijn omwille van de zichtbaarheid omgezet naar aantal detecties per 30 minuten in plaats van 5 minuten.

Wanneer het aantal events wordt gesommeerd per week zien we een duidelijke piekperiode per vissoort. Baars in de periode week 11-15 (maart), blankvoorn in dezelfde periode, maar piekt in week 19 (begin mei), brasem voornamelijk in week 18-22 (mei), kolblei in week 18 en 19, snoek was bij Kadoelen over een langere periode zichtbaar en laat geen duidelijk patroon zien. Echter snoek ontbreekt in de periode na week 33 tot en met week 10 (en betrof voornamelijk één individu, Figuur 6-9). Snoekbaars piekt in week 14 en 16 (half april).

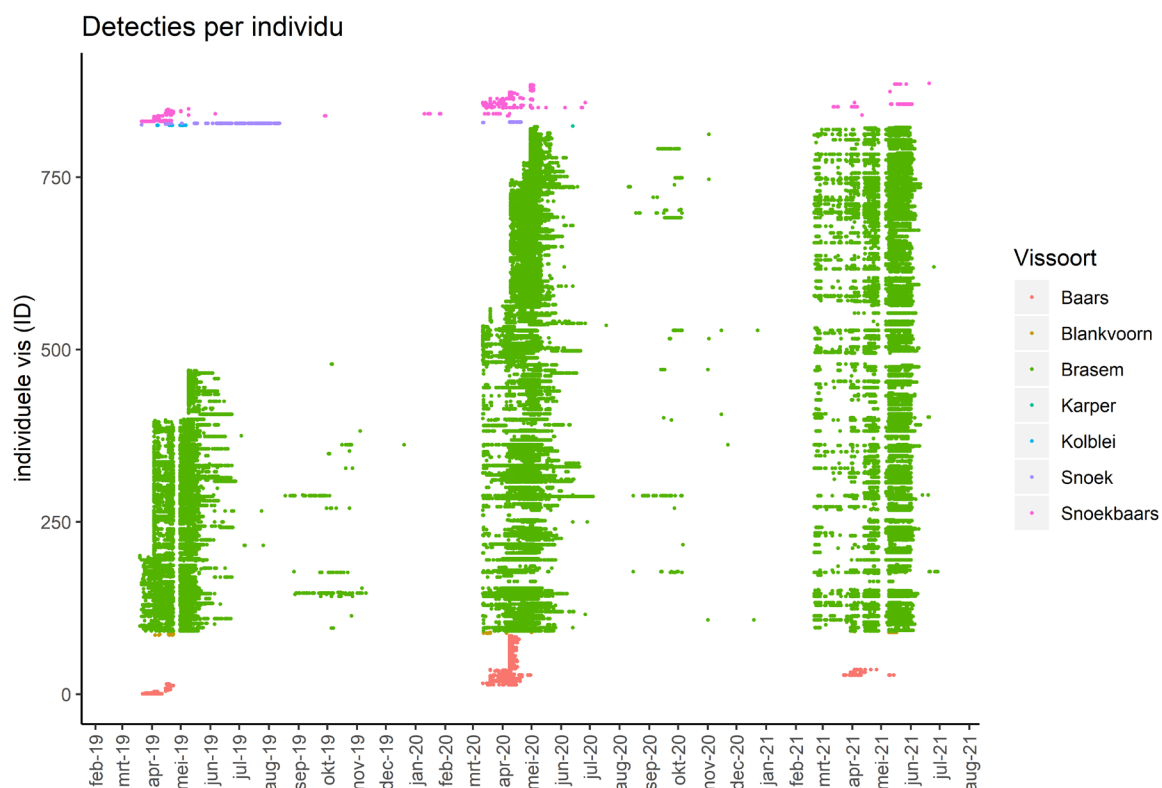
Gemaal: Aantal nieuwe events per week per vissoort



Figuur 6-8 Aantal events per week gedurende het jaar aan de uitstroomzijde van het gemaal Kadoelen van de waargenomen vissoorten.

Seizoensgebonden detecties

De detecties bij gemaal Kadoelen geven sterke aanwijzingen voor seizoensgebonden migratie of bijvoorbeeld temperatuurgedreven (afhankelijke) activiteit op deze locatie. Ook keren dezelfde vissen in een volgend jaar terug naar dezelfde plek (Figuur 6-9), en zoals gezien bij brasem beschreven in paragraaf 3.4 (29-36% van de brasems gemerkt in 2019 is drie jaar achterelkaar waargenomen). Daarnaast zijn 20 van de 37 brasems (54%) die gebruik hebben gemaakt van de vispassage een volgend jaar weer opnieuw gezien aan de NZK-zijde. Gedurende de studie is bij de uitstroom van het gemaal zeer veel paaiactiviteit visueel waargenomen langs de rietkragen van de 'maalkom'. Ook enkele gemerkte baarzen en snoekbaarzen keren in een volgend jaar terug naar dezelfde plek.



Figuur 6-9 Detecties van individuele vissen per soort aan de uitstroomzijde van het gemaal Kadoelen. De verschillende vissoorten zijn gemarkeerd met een kleur. In bepaalde perioden (zie methoden) zijn de detectiesystemen niet aangesloten geweest, waardoor er detecties gemist zijn en daardoor verticale lege banden laten zien in de detecties. NB. Detecties, opgesplitst per merkjaar, zijn weergegeven in Bijlage G.

6.4 De benutting van de vismigratievoorziening

Aandeel gemerkte vissen dat vispassage benut i.r.t. migratiekansen¹⁶

Bij de vispassage te Kadoelen zijn in totaal 57 vissen in of bij de vispassage geweest (Tabel 12). Dit betrof één blankvoorn en 56 brasems. In totaal zijn er 47 passages geweest van 38 vissen, waarvan 37 brasem en één blankvoorn. Deze ene blankvoorn is vanuit Kadoelen via de Willem I-sluis richting de boezem gezwommen en via de vispassage bij Kadoelen weer naar het NZK gezwommen (Figuur 6-10 links). Alle brasems zijn vanuit het NZK via de vispassage naar de boezem achter het gemaal Kadoelen gezwommen. In negen gevallen bleek dat de vissen in het volgende jaar weer opnieuw de vispassage zijn doorgetrokken.

In totaal zijn er gedurende de studie 687 brasems waargenomen in de maalkom van gemaal Kadoelen. 37 brasems zijn de vispassage gepasseerd (5,4%). Echter, niet alle 687 brasem zijn ook in de vispassage geweest. Dit waren er 56, waarvan 37 zijn gepasseerd (66%). Opvallend was dat er in totaal 70 heen-en-weer zwempatronen in de vispassage zelf zijn gezien. Dit zijn zwembewegingen waarbij de vis de ingang passeert, naar de boezem zwemt, daar wacht of niet verder kan of wil, en vervolgens weer richting de NZK-zijde zwemt waar hij oorspronkelijk vandaan kwam, om vervolgens weer richting de boezem te zwemmen en weer terug etc. In alle gevallen was de boezemschuif open (Figuur 6-5) maar zwom de vis niet verder. Dit is waargenomen bij 18 van de 37 brasems (zoals in Figuur 6-10 aan de rechterzijde), die uiteindelijk wel allemaal de vispassage zijn gepasseerd richting de boezem. Dit suggereert dat minstens 18 van de 37 brasems (49%) aan de boezemkant van de vispassage waren maar toch weer omkeerden, de buis in. Mogelijk is dit twijfelgedrag of een ontbrekende migratiedrang. Bij de overige 19 brasems is de vispassage na eerdere mislukte pogingen gepasseerd, zonder heen-en-weer-zwemmen of gelijk in één keer. Voor blankvoorn, die de vispassage vanuit de boezem is gepasseerd, was dit 1 op 6 (16,7%) voor alle blankvoorns die bij het gemaal zijn waargenomen, en 1 op 1 (100%) voor alleen de blankvoorns die gezien zijn bij de vispassage. In totaal resulteerden 47 van de 264 pogingen (incl. heen-en-weer) in een passage (17,8%).

Tabel 12 De benutting van de vispassage te Kadoelen. De tabel geeft een overzicht van de vissoort, de herkomst, het merkjaar, het jaar van detectie, het totaal aantal unieke waargenomen vissen bij het gemaal en bij de vispassage, het aantal waarnemingen aan een zijde van de vispassage zonder dat een passage volgt, het aantal keer dat een of meerdere vissen achter elkaar heen en weer is gezwommen in de passage, het aantal passages, de tijdsduur tussen laatste detectie NZK-zijde en de eerste aan de boezemzijde en de tijdsduur dat een vis voor het eerst is gezien bij de vispassage en het laatst aan de boezemzijde. In de tabel wordt het aantal unieke vissen tussen haakjes weergegeven. BR=Brasem en BV=Blankvoorn.

| Soort | Herkomst | Merk jaar | Jaar | Aantal bij gemaal* | Aantal vissen bij vispassage | Geen passage | Heen en weer | Gepasseerd | Tijd laatste-1ste● (tijd in buis) | Tijd 1ste - laatste** (tijd in vispassage) |
|-------------------------|---------------|------------------------|------|---------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|--|
| Blankvoorn [±] | Kadoelen | 2019 (1) [§] | '19 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0:03 [±] | 0:41 [±] |
| | | | '20 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |
| | | | '21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Brasem | Kadoelen | 2019 (31) [§] | '19 | 316 | 22 | 58 | 10 | 16 | 0:04 | 1:40 |
| | | | '20 | 182 | 16 | 23 | 32 | 8 | | |
| | | | '21 | 140 | 7 | 16 | 0 | 3 | | |
| Brasem | Kadoelen | 2020 (10) [§] | '20 | 111 | 9 | 16 | 8 | 6 | 0:05 | 1:06 |
| | | | '21 | 52 | 3 | 2 | 0 | 1 | | |
| Brasem | Oranjesluizen | 2020 (1) [§] | '20 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0:01 | 6:27 |
| | | | '21 | 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |
| Brasem | Zijkanaal-I | 2020 (14) [§] | '20 | 194 | 13 | 19 | 10 | 8 | 0:02 | 0:59 |
| | | | '21 | 101 | 7 | 12 | 10 | 3 | | |
| Totaal | | (57) | | 1110 (BR 687 BV 6) | 79 (57) | 147 (45) | 70 (18) | 47 (38) | 0:04 | 1:31 |

[±] Deze blankvoorn is via de Willem I-sluis richting de boezem getrokken en vanuit daar voor het eerst bij de vispassage gezien aan de boezemzijde en via de vispassage weer naar het NZK gezwommen.

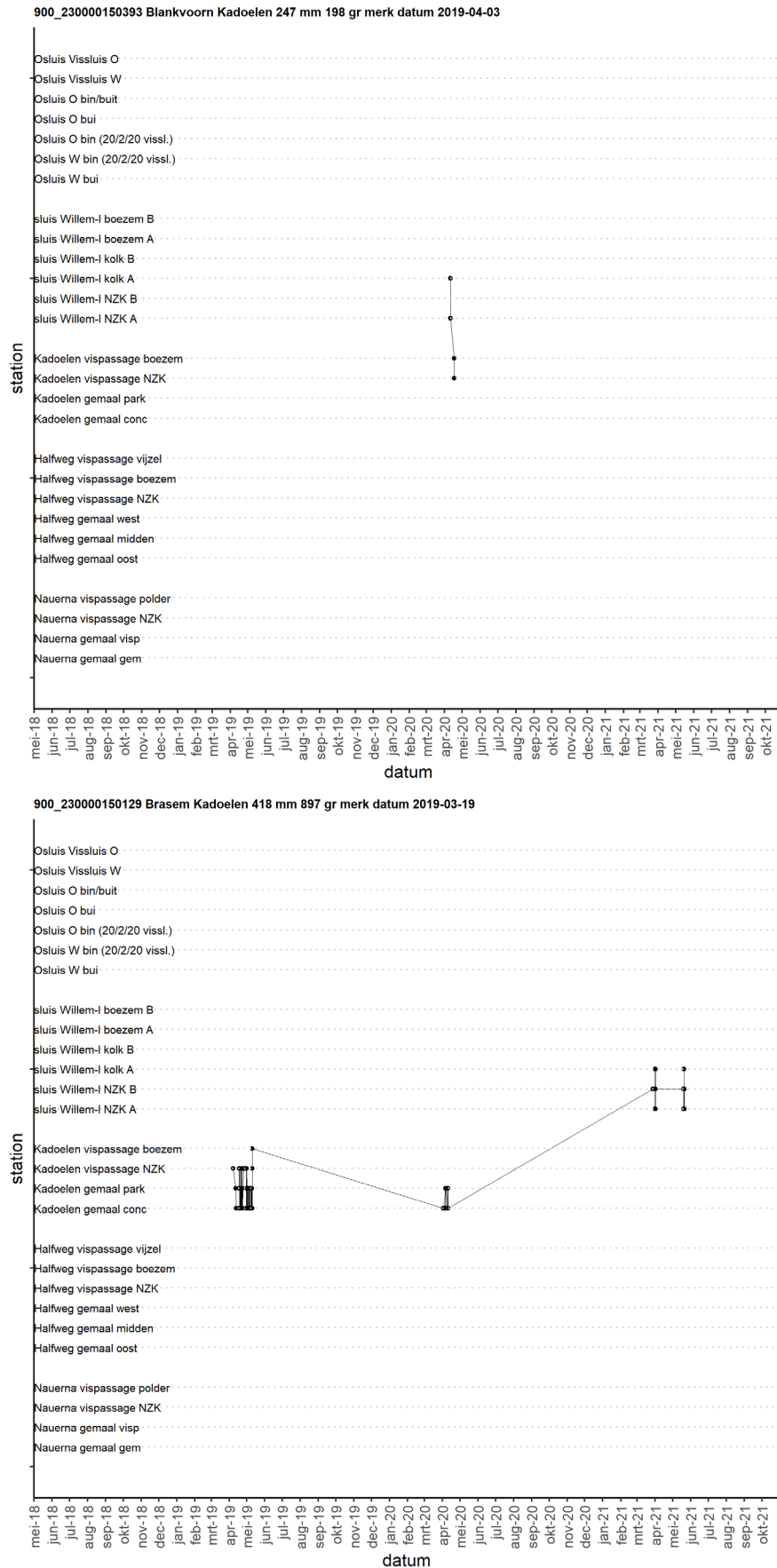
[§] Totaal aantal unieke vissen gezien bij de vispassage (n=57).

* Gerekend vanaf dag 1 ná merken (n vissen).

• De tijdsduur tussen de laatste detectie aan de NZK-zijde vispassage. en de eerste aan de boezemzijde: tijd in de vispassage-buis.

¹⁶ Een migratiekans is een moment dat de een vis in theorie kan passeren. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat de schuiven open zijn.

** De tijdsduur tussen de eerste detectie aan de NZK-zijde vispassage en de laatste detectie aan de boezemzijde: totale tijd in vispassage.



Figuur 6-10 Individuele detecties van een blankvoorn (boven) en een brasem die zijn waargenomen bij Kadoelen en de Willem I-sluis. De brasem laat ook diverse pogingen bij de vispassage zien. Deze brasem is ook de vispassage bij de Willem I-sluis gepasseerd. De blankvoorn is de enige vis die de

vispassage andersom heeft gepasseerd vanuit de boezem naar het NZK. Bij zijn omzwervingen is de blankvoorn ook bij de Willem I-sluys waargenomen.

Passageduur van vismigratievoorziening

De tijdsduur voor het passeren van de buis van de ene naar de andere zijde is gemiddeld zo'n 4 minuten. De verblijftijd in de vispassage bij passages, is gemiddeld 1:31 uur, hierbij kan de verblijftijd oplopen tot wel 6:27 uur (Tabel 12). Ook bij het heen-en-weer-zwemmen vóór een al of niet volbrachte passage is de tijdsduur tussen de ene en de andere zijde 4 minuten. De verblijftijd, onafhankelijk van het al of niet volbrengen van de passage, aan de NZK-zijde van de vispassage is gemiddeld 1:07 uur (00:01-6:10 uur) en bij aan de boezemzijde van de vispassage is dit gemiddeld 0:11 uur (00:01-1:59 uur). Het lijkt erop dat de vissen snel weer omkeren richting de NZK-zijde van de vispassage.

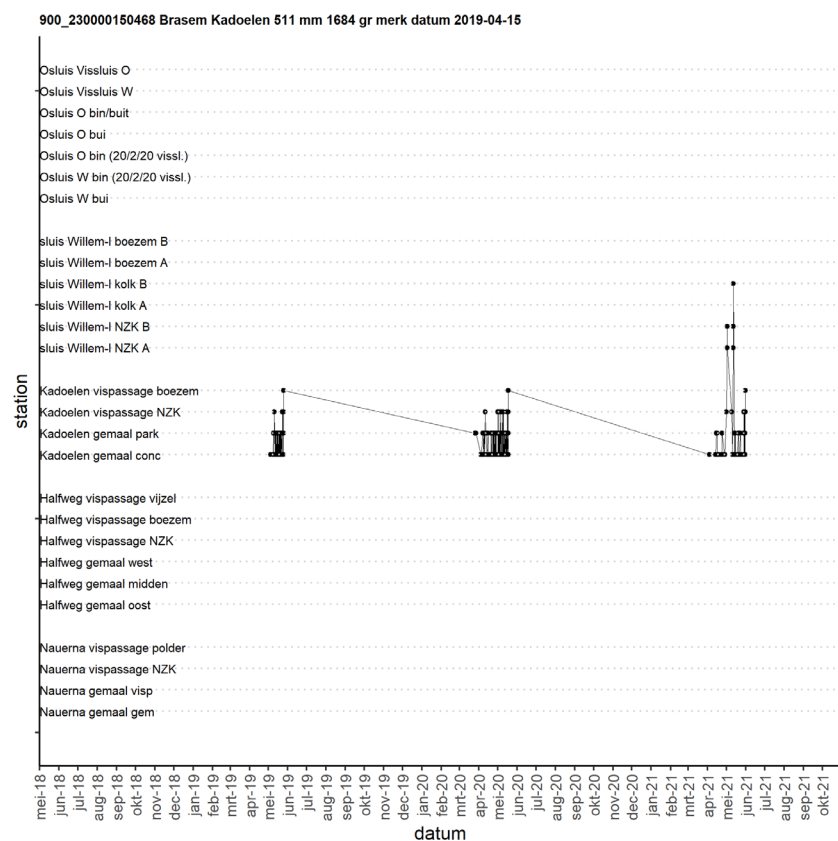
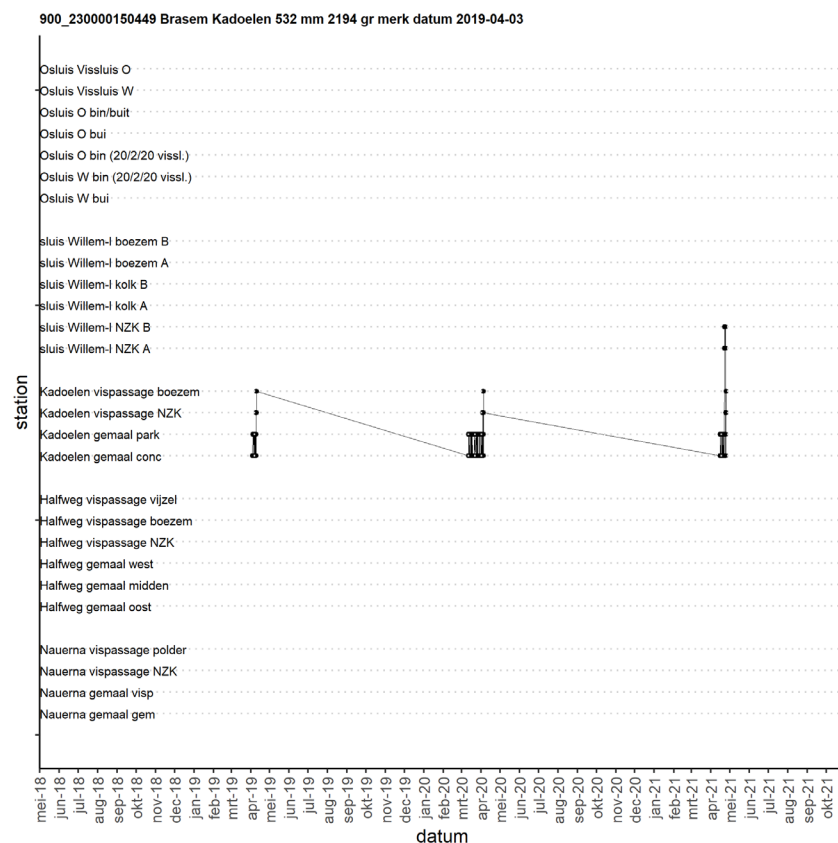
Tabel 13 De gemiddelde verblijftijd in en om de vispassage bij Kadoelen. De tijdsduur in de buis van de vispassage, totale tijd in de vispassage, de verblijftijd aan de NZK-zijde van de vispassage en de verblijftijd aan de boezemzijde van de vispassage. De tabel geeft ook het aantal dagen weer tussen de laatste detectie en eerste detectie aan de NZK-zijde bij het gemaal.

| Categorie | Aantal (n) | Gemiddelde tijd in buis (uu:mm:ss) | Tijd in vispassage (uu:mm:ss) | Verblijftijd NZK-zijde (uu:mm:ss) | Verblijftijd boezemzijde (uu:mm:ss) | Dagen tussen passage richting boezem en detectie gemaal NZK-zijde (dagen) |
|--|------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| passage | 70 | 0:04:08 | 1:31:15 | 1:19:10 | 0:07:59 | |
| heen en weer | 47 | 0:04:26 | 1:40:33 | 1:22:24 | 0:13:35 | |
| poging | 147 | | | 0:59:46 | | |
| na passage weer bij gemaal waargenomen | 20 (18*) | | | | | 311 (348*) |

*Een brasem is tweemaal binnen een tijdsbestek van 26 en 34 dagen weer aan de NZK gezien na een succesvolle passage. De rest van de 18 brasems is tussen de 305 en 374 dagen voor het eerst weer waargenomen bij het gemaal.

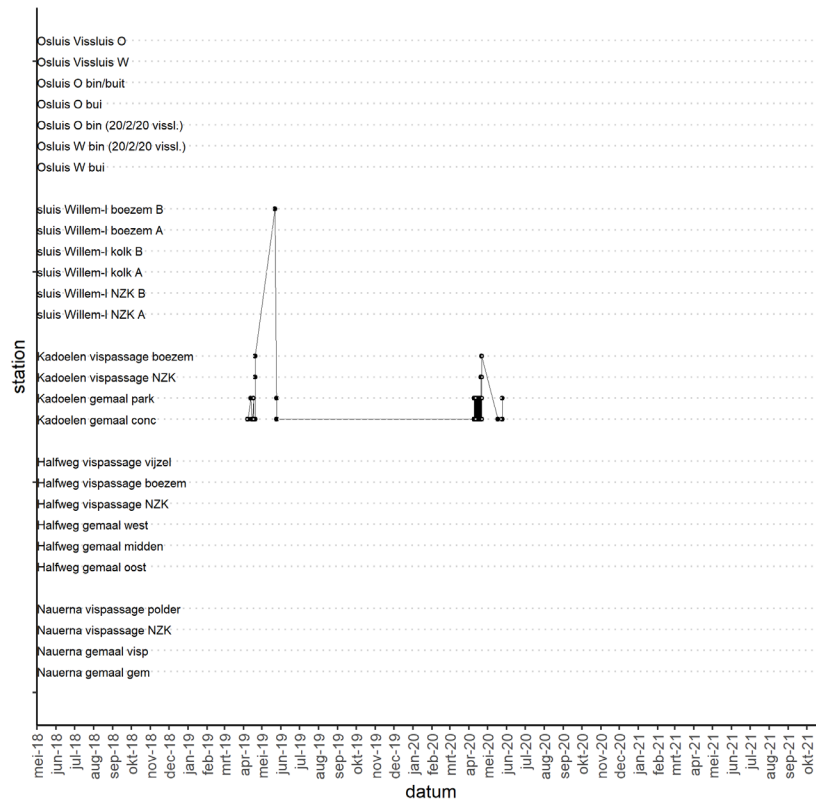
Migratie vanuit achterland naar NZK

Bij Kadoelen is de vispassage in 9 van de 47 passages meerdere malen gebruikt (Tabel 12). In sommige gevallen zelfs driemaal (Figuur 6-11). Deze vissen zijn allemaal van de NZK-zijde naar de boezem via de vispassage gegaan. Vervolgens duiken deze vissen weer op bij het gemaal aan de NZK-zijde waar ze wederom de vispassage passeren. In totaal zijn 20 van de 37 brasems (54%) weer opnieuw gezien aan de NZK-zijde nadat zij de vispassage waren gepasseerd. De gemiddelde tijd tussen de laatste detectie aan de boezemzijde en de eerste detectie bij het gemaal is 311 dagen (Tabel 8). Gezien het feit dat veel van de vissen vanuit Kadoelen ook in andere gebieden zijn gezien (Figuur 3-4), is het waarschijnlijk dat de vissen via het boezemsysteem en via de Willem I-sluys (grote of kleine kolk) weer het NZK zijn opgezwommen en niet zijn uitgespoeld via het gemaal. Ook de 311 dagen tussen detecties doet suggereren dat de brasems zijn 'omgezwommen' via het boezemsysteem. Er was één brasem die na 26 en 34 dagen weer bij de uitstroomzijde van het gemaal is gezien ná een passage richting boezem. Dit is voor dezelfde vis tweemaal waargenomen (Figuur 6-11 met ID #900_230000150351). Ook bij deze brasem lijkt het erop dat de vis de eerste keer via de boezem en de Willem I-sluys is teruggekeerd naar het NZK. De tweede keer is deze vis niet gezien bij de Willem I-sluys. In theorie is het niet uit te sluiten dat deze vissen via het gemaal weer het NZK hebben bereikt.

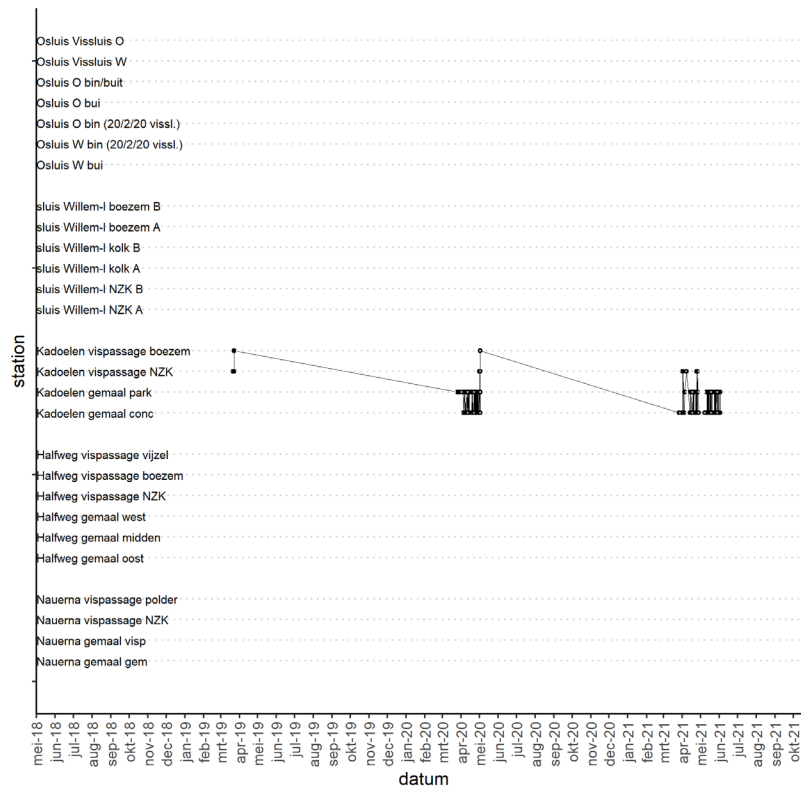


Figuur 6-11 Individuele detecties van brasems die meerdere malen bij het gemaal Kadoelen zijn waargenomen en ook de vispassage zijn gepasseerd.

900_230000150351 Brasem Kadoelen 439 mm 1033 gr merk datum 2019-04-03



900_230000150021 Brasem Kadoelen 477 mm 1196 gr merk datum 2019-03-19



Figuur 6-11 vervolg Individuele detecties van brasems die meerdere malen bij het gemaal Kadoelen zijn waargenomen en ook de vispassage zijn gepasseerd.

7 Resultaten Willem I-sluis

7.1 Aantal waargenomen vissen en algemene resultaten

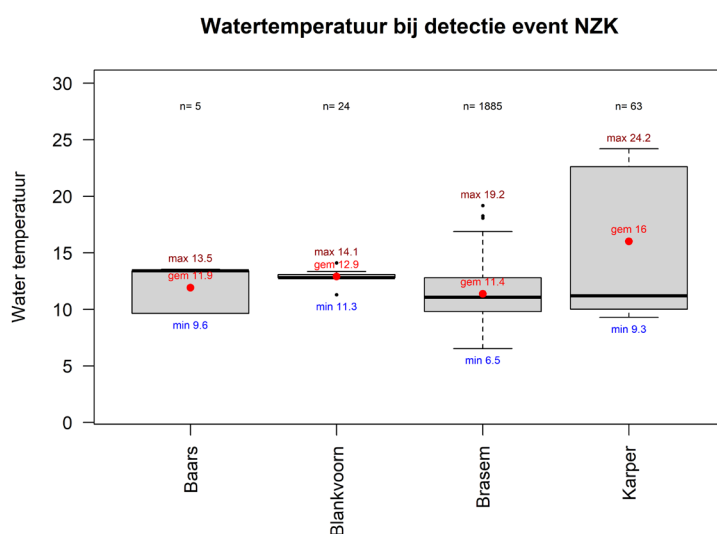
Bij de Willem I-sluis (kleine kolk ofwel de kolk met vispassage via rinketten beheer) zijn in totaal 151 vissen gedetecteerd in de periode vanaf dag 1 na het merken en uitzetten (dag 0) in het voorjaar van 2019 of 2020 tot 30 juni 2021 (Tabel 14). Hiervan zijn 134 individuen aan de NZK-zijde waargenomen, 86 in de kolk en 48 aan de boezemzijde van de sluis. Op één vis na zijn alle vissen afkomstig van andere locaties uit het onderzoeksgebied (99%).

Tabel 14 Aantal unieke vissen gedetecteerd bij de Willem I-sluis in de periode (voorjaar 2019 of voorjaar 2020) tot 30 juni 2021.

| Soort | Herkomst | Boezem rinketten | NZK rinketten | Kolk | Totaal |
|---------------|----------------|------------------|---------------|-----------|------------|
| Baars | Kadoelen | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Blankvoorn | Kadoelen | | 1 | 1 | 1 |
| Blankvoorn | Oranjesluizen | 2 | 3 | 3 | 4 |
| Blankvoorn | Willem I-sluis | | | 1 | 1 |
| Brasem | Halfweg | 1 | 3 | 4 | 4 |
| Brasem | Kadoelen | 31 | 81 | 51 | 90 |
| Brasem | Nauerna | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Brasem | Oranjesluizen | 5 | 16 | 10 | 17 |
| Brasem | Zijkanaal-I | 6 | 26 | 12 | 30 |
| Karper | Kadoelen | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Totaal | | 48 | 134 | 86 | 151 |

7.2 Waargenomen vissen en watertemperatuur

De vissen aan de NZK-zijde van de sluis zijn waargenomen bij een watertemperatuur tussen de 6,5 en 24,2°C (Figuur 7-1). De gemiddelde temperatuur van de datareeksen verschilt per vissoort van 11,4-12,9°C voor baars, blankvoorn en brasem tot 16,0°C voor karper. Ook de hoeveelheid events per soort varieert van 1885 voor brasem tot 5 voor baars.



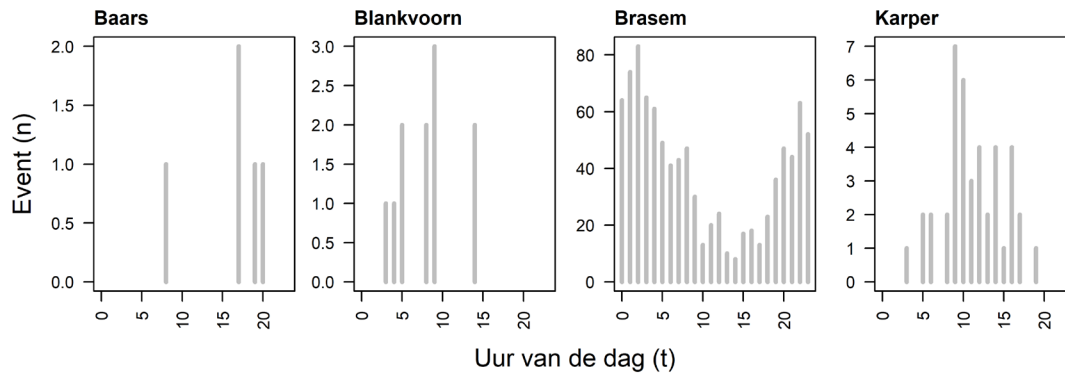
Figuur 7-1 De spreiding van events per vissoort in relatie tot de watertemperatuur tijdens de detecties aan de NZK-zijde van de Willem I-sluis. De watertemperatuur is gemeten op het meetpunt "Sparndammerpolder" op het NZK op 1m diepte. Van een aantal dagen is geen temperatuur bekend; de detecties op die dagen zijn uit de dataset verwijderd.

7.3 Timing van detecties en migratiepatronen

Tijdstip detecties nabij vismigratievoorziening

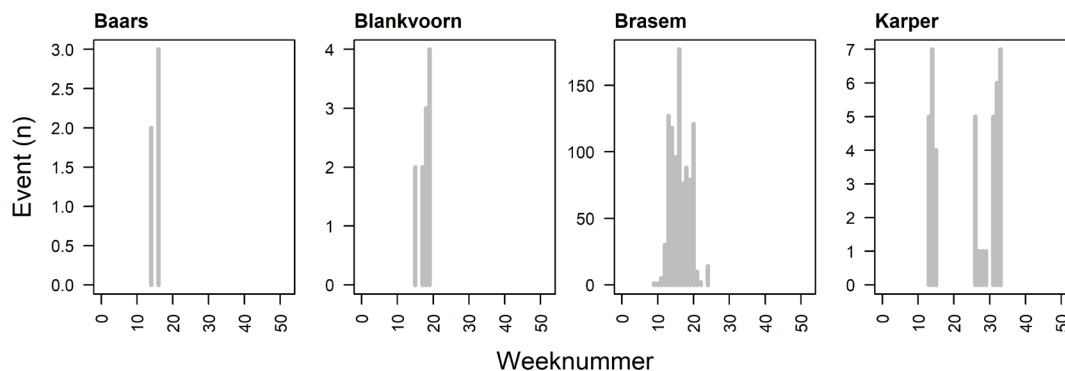
Er zijn 134 vissen (vier vissoorten) gezien bij de rinketten van de Willem I-sluis. Brasem en karper hebben de meeste events en geven een duidelijk patroon weer (Figuur 7-2), waarbij brasem voornamelijk in de donkerperiode wordt waargenomen, met een piek in de vroege ochtend (02:00 uur). Karper wordt voornamelijk overdag gezien, evenals baars en blankvoorn. De vissen worden voornamelijk gezien in de weken 10-22 (Figuur 7-3). Echter, karper, hoewel maar één enkel individu, is ook in de zomerperiode gezien (rond week 30, eind juli).

Vispassage: Aantal nieuwe events per uur per vissoort NZK-zijde



Figuur 7-2 Events per uur van de dag aan de NZK-zijde van de Willem I-sluis voor alle vier waargenomen vissoorten.

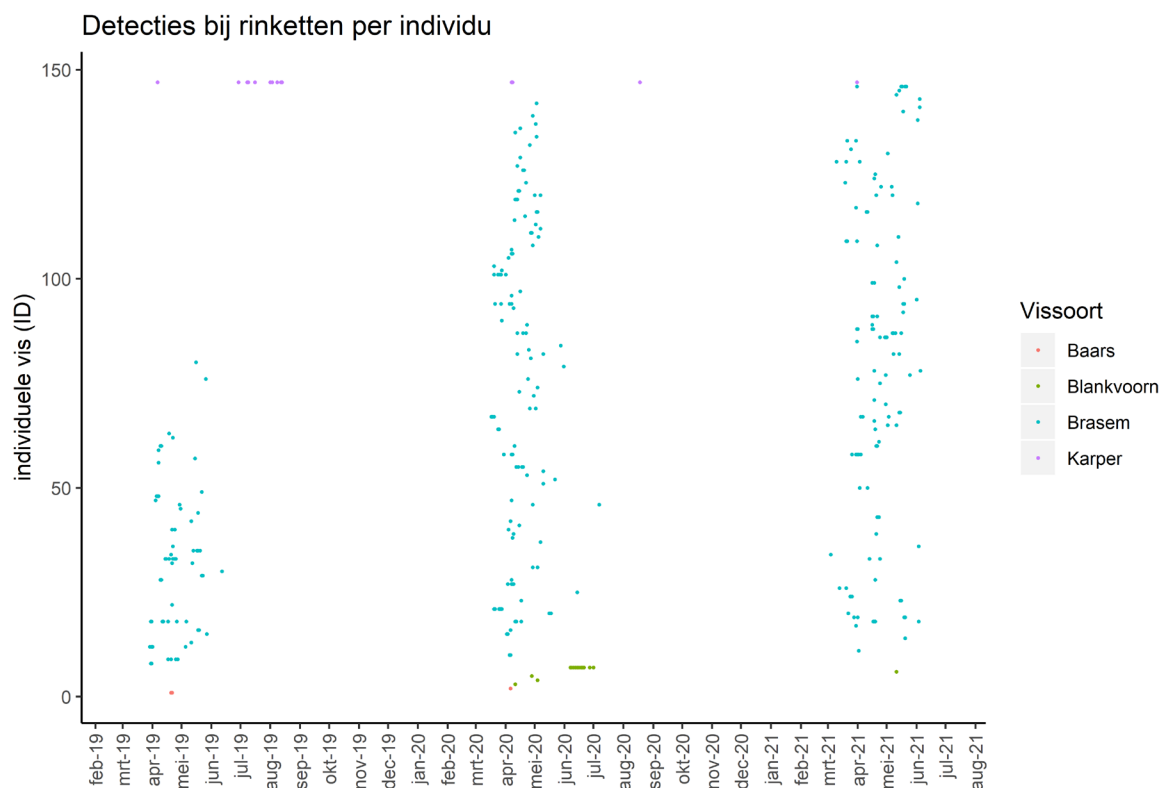
NZK rinket: Aantal nieuwe events per week per vissoort



Figuur 7-3 Aantal events per week gedurende het jaar aan de NZK-zijde van de Willem I-sluis voor alle vier waargenomen vissoorten.

Seizoensgebonden detecties

De detecties bij de Willem I-sluis geven sterke aanwijzingen voor seizoensgebonden migratie of temperatuur-gedreven (afhankelijke) activiteit. In totaal zijn 16 brasems gedurende twee jaren gezien en 4 brasems drie achtereenvolgende jaren (Figuur 7-4). In tegenstelling tot de andere locaties blijven vissen hier wel minder lang 'rondhangen'. Het betreft hier wel een hele andere situatie: een sluis is iets anders dan een gemaal of vispassage. Op basis van de kortere detectiereeksen en vergeleken bij de andere locaties lijkt bij de Willem I-sluis een minder lange 'ophoping' of minder activiteit te zijn.



Figuur 7-4 Detecties van individuele vissen per soort bij de rinketten van de Willem I-sluis. De verschillende vissoorten zijn gemarkeerd met een kleur. NB. Detecties opgesplitst per merkjaar zijn weergegeven in Bijlage G.

7.4 De benutting van de vismigratievoorziening

Aandeel gemerkte vissen dat vispassage benut i.r.t. migratiekansen¹⁷

Er is vastgesteld dat minimaal zes vissen de vispassage hebben gepasseerd: vier brasems, één karper en één baars (Tabel 15). De richting van passage was tweemaal vanuit de boezem¹⁸ en tweemaal vanuit het NZK. De duur van passeren lag tussen de 1 uur en twee minuten en meerdere dagen.

Tabel 15 Aantal vissen dat de Willem I-sluis is gepasseerd met zwemrichting en tijdstippen van detecties.

| Soort | Lengte (mm) | Gewicht (gr) | Merk jaar | Herkomst | Van (A) | Naar (B) | Tijd (A) | Tijd (B) | Verskil (B-A) |
|--------|-------------|--------------|-----------|---------------|---------|----------|-----------------|-----------------|---------------|
| Brasem | 571 | 1396 | 2020 | Kadoelen | boezem | NZK | 3/20/2020 4:09 | 3/20/2020 5:24 | 1:14 |
| Brasem | 586 | 1875 | 2019 | Kadoelen | boezem | NZK | 4/17/2019 4:44 | 4/17/2019 15:17 | 10:33 |
| Karper | 745 | NA | 2019 | Kadoelen | NZK | boezem | 7/16/2019 19:06 | 7/16/2019 20:08 | 1:02 |
| Baars | 381 | 1131 | 2019 | Kadoelen | NZK | boezem | 4/20/2019 19:19 | 4/21/2019 9:08 | 13:49 |
| Brasem | 439 | 967 | 2019 | Oranjesluizen | NZK | boezem | 5/16/2019 4:01 | 5/16/2019 9:35 | 5:34 |
| Brasem | 430 | 889 | 2019 | Oranjesluizen | NZK | boezem | 5/10/2021 10:53 | 5/16/2021 9:13 | >24uur* |

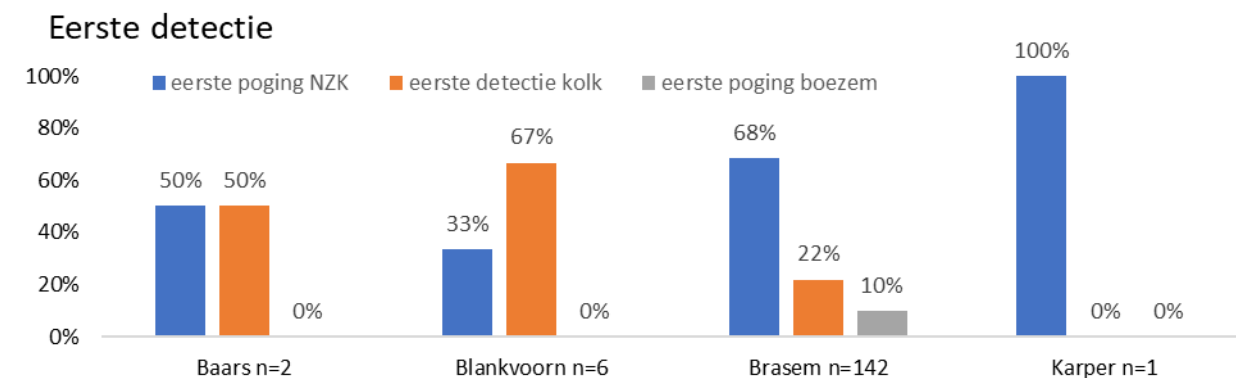
*in theorie kan deze vis ook eerder ongezien de kolk zijn uitgezwommen.

¹⁷ Een migratiekans is een moment dat de een vis in theorie kan passeren. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat de schuiven open zijn.

¹⁸ Deze twee zijn niet via de vispassage bij Kadoelen richting de boezem gezwommen en vervolgens opgedoken bij de Willem I-sluis

Bij de Willem I-sluis zijn door lokale omstandigheden meer ontbrekende detecties geweest dan op andere locaties (zie hoofdstuk 3). Hierdoor zijn onlogische patronen in de data ontstaan, waarbij vissen bijvoorbeeld voor het eerst in de kolk van de sluis zelf worden gezien. Zij hebben de rinketten dan al moeten passeren (de deuren van de sluis zijn gedurende het project immers niet open geweest).

De vissen dienen zich meestal voor het eerst aan de NZK-zijde van het complex aan (Figuur 7-5). Er zijn in totaal 142 brasems waargenomen bij de sluis, waarvan 68% voor het eerst aan de NZK-zijde. Bij minimaal 40 brasems is in totaal 45 keer waargenomen dat de brasems wél in de kolk zijn geweest maar de kolk weer hebben verlaten aan de zijde waar ze vandaan kwamen. Deze vissen zwommen vanuit het NZK de sluis in, zwommen heen en weer tot aan de deuren van de boezem, maar verlieten de vispassage weer zonder passage. In werkelijkheid kan dit aantal hoger liggen omdat vissen niet ver in de kolk zijn gezwommen. Ook bij karper is dit waargenomen. Het is mogelijk dat de vissen dan niet zijn opgemerkt, visueel of door de antenne in de kolk.

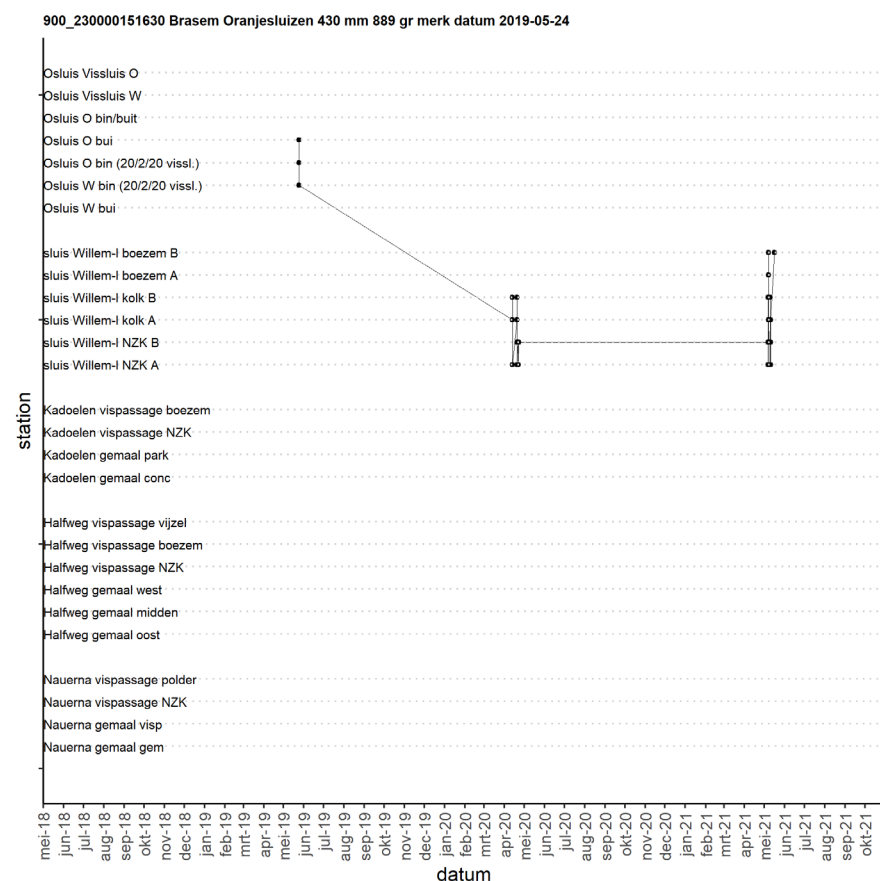
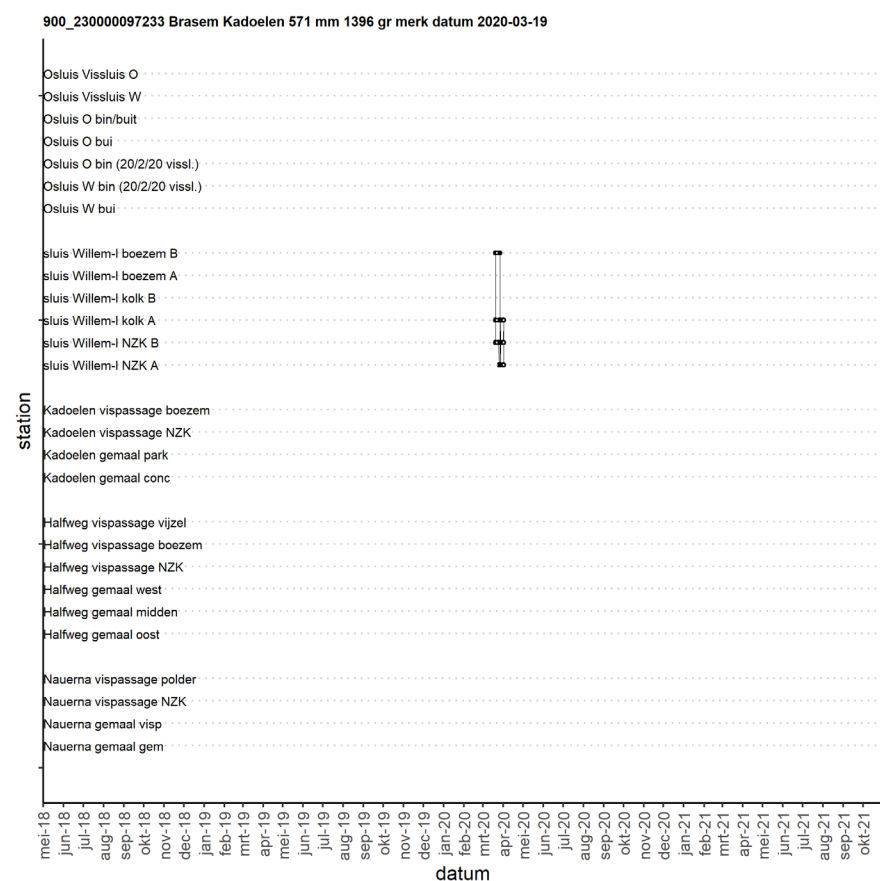


Figuur 7-5 Het percentage eerste detecties bij de Willem I-sluis aan de NZK-zijde in de kolk zelf (= detectie gemist bij de rinketten) en aan de boezemzijde.

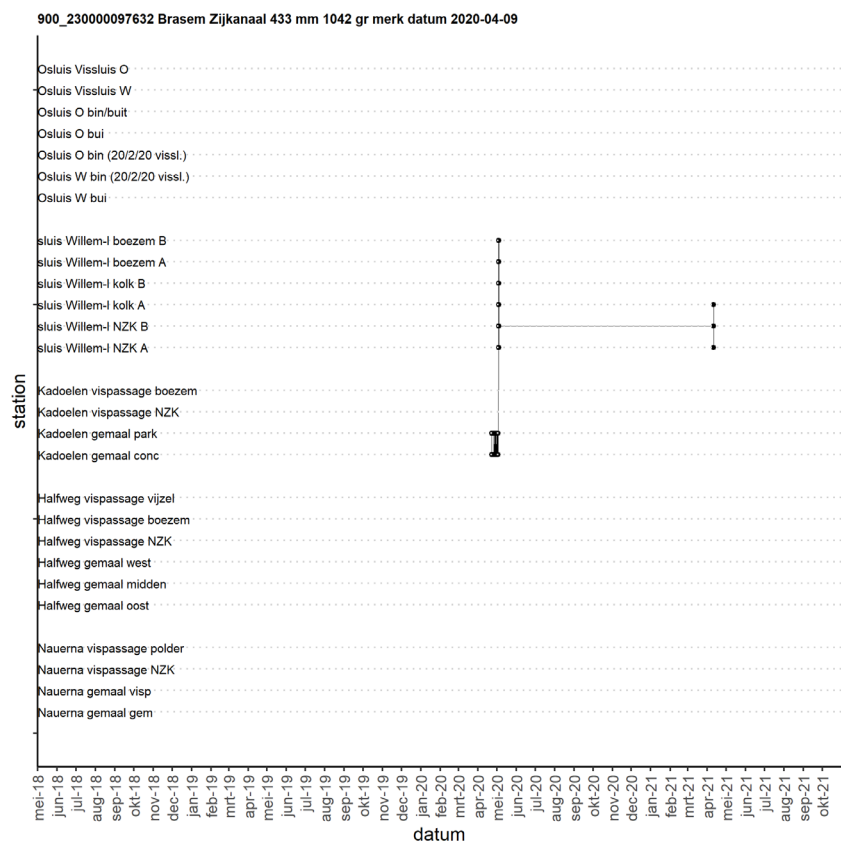
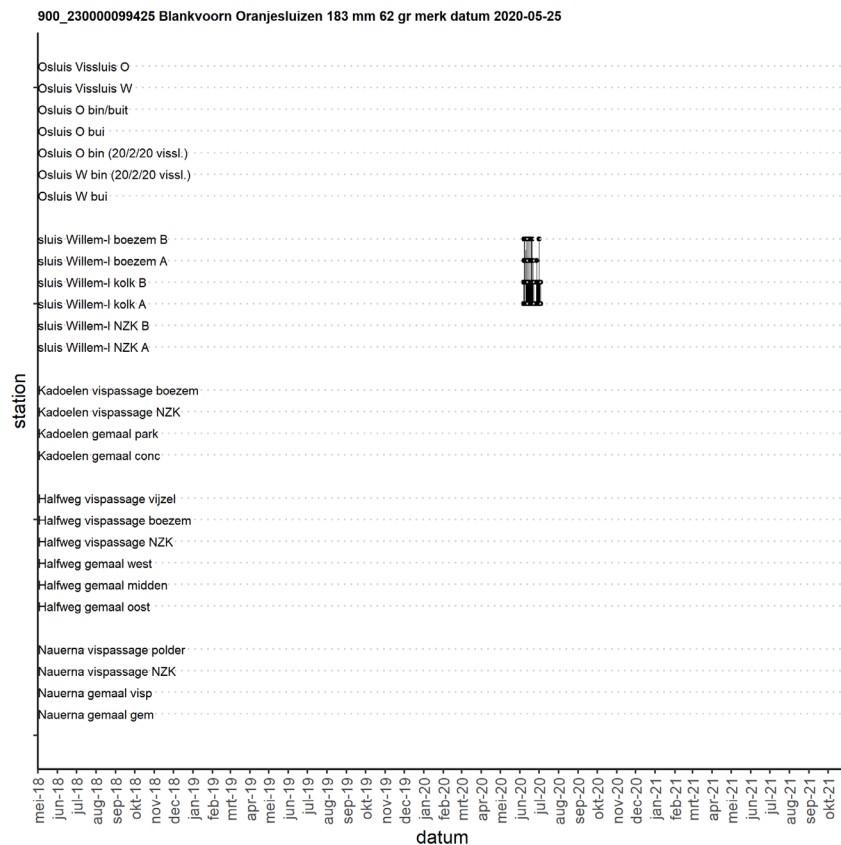
Migratie vanuit achterland naar NZK

De vissen bij de Willem I-sluis kunnen via de grote kolk, waar geen detectiestations zijn geïnstalleerd, het complex ongezien passeren. Daarom is de vraag naar terugkeer lastig te beantwoorden voor het gehele complex. Er zijn twee vissen via de vispassage van de kleine kolk naar rijkswater gezwommen (Tabel 15). Er zijn ook vissen die zich meerdere malen bij de Willem I-sluis hebben aangediend, ook na één of twee jaar. Het is echter niet bekend of deze vissen in de tussentijd heen en weer zijn gezwommen in het kanaal. Wel zijn er vissen, zij het in kleine aantallen, die zich vanuit de boezemzijde hebben aangediend (Figuur 7-6 links) en ook op andere locaties gezien zijn (Figuur 7-6 rechts). Dit duidt erop dat de vissen dit complex als corridor gebruiken om in het boezemgebied te geraken. Ook wordt er veel heen en weer gezwommen tussen het gemaal Kadoelen en de Willem I-sluis (Figuur 7-7 rechts), ook door vissen die de vispassage bij Kadoelen al zijn gepasseerd (zie hoofdstuk 7).

De sluis heeft volgens het protocol alleen een voorjaars- en najaarsprogramma (Bijlage I). Dit betekent dat gedurende de zomer de sluis niet passeerbaar is. Toch worden er in de kolk, mogelijk door bijvoorbeeld het openzetten van rinketten vanwege spoelingen, vissen gedetecteerd in de zomer (Figuur 7-7 links). Het is ook mogelijk dat de rinketten aan de NZK-zijde in de ruststand open worden gehouden om de druk van de sluisdeuren als gevolg van een passerend (groot) schip te verlagen. Deze vissen zitten dan langdurig in de kolk opgesloten.



Figuur 7-6 Individuele detecties van twee brasems bij de Willem I-sluis. Boven: een brasem die de sluis vanuit de boezem is gepasseerd. Onder: een brasem die in 2020 de vispassage niet is gepasseerd, maar dit in 2021 wel doet.



Figuur 7-7 Individuele detecties van twee vissen bij de Willem I-sluis. Boven: een blankvoorn die langdurig in de kolk is waargenomen terwijl de vispassage (volgens protocol) niet passeerbaar is geweest. Onder: een brasem die meerdere malen in de kolk heen en weer is gezwommen en zich een jaar later weer opnieuw heeft aangediend.

8 Discussie en Conclusies

8.1 Ruimtelijke gebruik van het Noordzeekanaal en omliggende gebieden

Van de onderzochte soorten is vooral brasem (ook) op een andere locatie gedetecteerd dan waar deze oorspronkelijk was uitgezet. Brasem lijkt zich op grotere ruimtelijke schaal te verspreiden over het studiegebied dan andere soorten. Maar ook andere soorten zijn gedetecteerd buiten de locatie waar deze gevangen en gemerkt waren. Waar de vissen die aan de NZK-zijde waren gevangen en uitgezet (en dan voornamelijk brasem) een groot ruimtelijk gebruik van het NZK lieten zien, zijn vissen die vanuit de boezem zijn verplaatst naar het NZK niet of nauwelijks gedetecteerd buiten de uitzetlocatie. Wellicht omdat deze vissen weer terug willen keren naar de boezem (en dus ook een hoge passage effectiviteit laten zien bij de vispassage). Algemeen gesteld kan men zeggen dat voornamelijk brasems, die in de grootste aantallen werden gevangen en gemerkt in de studie, het Noordzeekanaal op grotere schaal benutten. Voornamelijk in het voorjaar en de zomer als de watertemperaturen hoger waren zwommen zij kilometers heen en weer tussen locaties. Zo zijn vissen vanuit Nauerna 14 km verderop bij Kadoelen en Willem I-sluis gedetecteerd en ook 18 km verderop bij de Oranjesluizen. Ook bij Kadoelen, Oranjesluizen en Halfweg gemerkte vissen zijn op verschillende locaties waargenomen. Eén brasem heeft zelfs het studiegebied verlaten is van de Oranjesluizen naar Schardam gezwommen. Aangezien het netwerk maar op een beperkt aantal locaties met een kleine detectie-range bij antennes verre van dekkend was, kan vis gemakkelijk ongedetecteerd over grotere afstanden bewegen. De schaal van de verplaatsingen van de brasems en het aandeel individuen die op grotere schaal bewegen of migreren zal waarschijnlijk hoger zijn, dan wat is gemeten.

Migratie richting achterliggende boezems is, naar verhouding, slechts in geringe mate waargenomen. Uitwisseling tussen het boezemgebied achter gemaal Kadoelen en Willem I-sluis is wel meermaals en herhaaldelijk gezien, maar het aandeel vissen dat dit doet is in deze studie beperkt gebleven. Er zijn geen indicaties voor massale migraties tussen NZK en polder/boezem-achterland in deze studie naar voren gekomen, maar uitwisseling en gerichte migraties van een (klein) deel van de vispopulaties tussen NZK en polder/boezem achterland treden wel degelijk op.

8.2 Timing van visdetecties en migratiepatronen

8.2.1 Op welk tijdstip van de dag worden vissen bij de vismigratievoorziening gedetecteerd?

De momenten dat de vissen worden waargenomen bij de ingang van de vispassages (Figuur 3-7) en gemalen (Figuur 3-8) verschillen per soort. Over het algemeen worden de vissen verspreid over de hele dag (24 uur) nabij de antennes waargenomen. Maar er zijn wel perioden dat bepaalde soorten vaker worden waargenomen: baars, blankvoorn, karper, snoek, en bot voornamelijk overdag, terwijl snoekbaars en kolblei voornamelijk in de schemer en donkerperiode zijn gedetecteerd.

Dat vissen zowel overdag als in de nacht migreren en actief zijn is algemeen bekend. Ook dat er verschillen per soort zijn, inclusief een voorkeur voor dag- of nachtmigratie. Zo is een soort als aal voornamelijk gericht op migratie in de avond, hoewel er ook in mindere mate dagmigratie is (Winter et al. 2019). Er zijn aanwijzingen dat migrerende vissoorten op de lokale omstandigheden reageren, waarbij ze in potentieel gevaarlijke omstandigheden sterker gericht zijn op migratie overdag dan wel in de nacht (Keefer et al. 2013). Zo wordt aangenomen dat salmoniden voornamelijk overdag migreren, maar dit ook in de nacht doen als er geen aanleiding is om op de hoede te moeten zijn. Andersom migreren prikken voornamelijk in de nacht in stressvollere omstandigheden, maar doen zij dit ook overdag op trajecten zonder barrières (Keefer et al. 2013, Griffioen et al.).

In deze studie zijn locatie-specifieke omstandigheden en de plaats van de antennes in het complex bepalend voor het tijdstip waarop vissen worden gedetecteerd. Zo is bij de Willem I-sluis gezien dat de waarnemingen van brasem vaker plaats vinden aan het begin en einde van de dag en gedurende de nacht. Mogelijk is dit een gevolg van de sluiting van de grote kolk (met grote attractiestroom) in de avond/nachtperiode. Bij Kadoelen, waar de antennes zich in de vispassage zelf bevinden, zijn de waarnemingen echt gestuurd door de openingen van de vispassage en zijn slechts op twee momenten van de dag vissen te detecteren (grootweg: 's ochtends en avonds). Hier wordt brasem wél gedurende de hele dag waargenomen bij het gemaal. Bij Halfweg zijn de omstandigheden zo dat vissen altijd gedetecteerd kunnen worden, bij zowel de vispassage als het gemaal. Hier heeft snoekbaars wel een voorkeur voor de schemer en nacht en baars voor overdag. Brasem is gedurende 24 uur waargenomen en lijkt geen voorkeur te hebben. Detecties benedenstrooms bij het gemaal kunnen ook op lokaal habitatgebruik duiden en hoeven niet noodzakelijkerwijs vissen te betreffen die gemotiveerd zijn om te passeren/migreren. Dit kan ook een verklaring zijn voor verschillen in timing van de detecties tussen gemaal en in de vispassages.

Concluderend geeft deze studie aan dat de vissen, afgezien van soort-afhankelijke voorkeuren, 24 uur per dag actief zijn rondom de onderzoekslocaties, maar dat het niet bij alle detecties (en wellicht zelfs de meerderheid) ook daadwerkelijk om vissen gaat die gemotiveerd zijn om te passeren/migreren.

8.2.2 Geven detecties aanwijzingen voor seizoensgebonden migratie?

Er is duidelijk een seizoensgebonden patroon in activiteit van vissen nabij de gemalen te zien (Tabel 3 en Tabel 4), waarbij sommige vissen jaarlijks terugkeren op dezelfde locaties, zoals bij gemaal Kadoelen (hoofdstuk 6). Waarschijnlijk migreren vissen in het voorjaar naar de rietkragen nabij de gemalen. De maalstroom, de rietkragen en de ondiepten zorgen voor potentieel gunstige paaioomstandigheden. Jaarlijks wordt op al deze locaties (Nauerna, Kadoelen en Halfweg) paaigedrag waargenomen van met name brasem. Ook aan de andere zijde van de gemalen (Nauerna), aan de polderzijde is dit waargenomen. Het is zeer aannemelijk dat dit paaigedrag ook op andere locaties langs het NZK met een aanvoer van zoetwater, aanwezig was, zoals bij Overtoom, in de Voorzaan en bij gemaal De Waker.

Seizoensgebonden migratie brasem

46% van de brasems keerde gedurende twee of drie jaar terug op dezelfde locatie. Hierbij was er verschil tussen paarijpe mannen en andere brasems (mix van mannen en vrouwen) die in grotere mate 'honkvaster' lijken. Het paaigedrag van brasem is goed onderzocht en er zijn dominante mannen met paaiuitslag (>5 jaar oud) die een klein territorium van hooguit enkele vierkante meters geschikt paaihabitat dichtbij de oever bezetten en niet-territoriale mannen zonder paaiuitslag (<3-4 jaar oud) die meer rondzwerven op de paaiplaatsen (Poncin et al. 1996). De niet-territoriale mannen zitten verder van de oever af, waarbij het niet ongebruikelijk is dat er agressief gedrag tussen de mannen met en zonder paaiuitslag voorkomt. Mogelijk dat dit de reden is dat de mannen met paaiuitslag minder vaak zijn waargenomen op andere locaties in het studiegebied dan de vissen zonder paaiuitslag. Vrouwtjes verblijven veel korter op de paaiplaatsen dan mannetjes.

Een andere verklaring voor de seizoensgebonden activiteit is het effect van temperatuur op de zwemactiviteit van (koudbloedige) vissen. Een opwarming van het water in het voorjaar kan ervoor zorgen dat vissen zich vanuit het diepere NZK naar de ondiepe, warmere gebieden rond de gemalen begeven. Temperatuurafhankelijke activiteit van brasem blijkt ook uit een publicatie van Poncin et al. (1996). Brasem paaide wanneer de temperatuur naar 14,5°C steeg, wat overeenkomt met de hoogste pieken van events in deze studie, namelijk bij een temperatuur van 13,3 en 15,3°C. Andere studies geven een range aan van 12-20°C voor geschikte paaitemperatuur (van de Wolfshaar et al. 2010). In een studie bij een sterk hydrologisch gecontroleerde rivier is ook waargenomen dat brasems bij stijgende temperaturen meer activiteit laten zien en in die perioden dan ook grote(re) afstanden afleggen (Gardner et al. 2013). Vooral tijdens het voorjaar werden de ondiepere zijtaken benut, terwijl de traag stromende diepere delen vaker werden benut gedurende het najaar en winter (Gardner et al. 2013). Ook op de Maas vertonen brasems paaimigratie richting (doodlopende) zijarmen. Mogelijk zijn deze brasems op zoek naar optimale omstandigheden voor paaigebieden (Molls 1999). In de zomer kunnen de brasems in deze ondiepere delen blijven, terwijl de jongere brasems de rivier opzwemmen

(Molls 1999). Ook in deze studie op het NZK zien we op basis van de detecties dat de brasems in het voorjaar langdurig rondom de uitstroomgebieden van de gemalen verblijven, maar op een gegeven moment in de herfst en winter weer verdwijnen (Tabel 4). Het was opvallend dat er tijdens het vissen voor het merken aan de uitstroomzijde van de gemalen Nauerna, Halfweg en Kadoelen nauwelijks kleine brasems werden gevangen. Mogelijk dat kleine brasems andere gebieden benutten zoals het NZK zelf. Molls (1999) liet zien dat de kleinere brasems met leeftijd 2+ tot 4+ voornamelijk op de rivieren te vinden zijn en vrijwel afwezig zijn in de ondiepere doodlopende zijtakken. Borcharding et al. (2002) laat vergelijkbare leeftijdsafhankelijke effecten zien waarbij kleine brasems ondiepe delen van riviersystemen mijden om predatie tegen te gaan. Het is mogelijk dat vissen op het NZK dezelfde strategie aanhouden. Echter, hoe kleinere brasems zich gedragen in het gebied is binnen deze studie niet onderzocht.

Een studie in de Rijn bij Duitsland laat zien dat ook predatiedruk de migratie van kleinere brasems kan bevorderen (Borcharding et al. 2002). Daarnaast bepaalt het voedselaanbod of vissen migreren. In een studie van (Brodersen et al. 2008) vertoonden ondervoede blankvoorns ander migratiegedrag dan blankvoorns met een goede conditie. De ondiepe delen van het NZK-gebied kunnen een vergelijkbare aantrekking hebben op bepaalde soorten, leeftijdsklassen of vissen met goede of juist slechte conditie.

8.3 De benutting van de vismigratievoorziening

8.3.1 Welk aandeel van de gemerkte vissen passeert de vispassages, en hoe verhoudt dit aandeel zich tot de migratiekansen?

Er is geen aanwijzing dat vissen in het NZK veelvuldig en op grote schaal gebruik maken van de verbindingen die vispassages bieden met het achterland. In veel gevallen is het aandeel vissen dat zich rondom de kunstwerken ophoudt, groot maar worden de vispassages slechts in kleine aantallen gevonden of gebruikt (Tabel 16, bv. range vispassages van 3% bij Nauerna tot 10% bij Halfweg voor brasem). Dit ondersteunt de hypothese dat vissen het habitat in de directe omgeving van de gemalen gebruiken. Slechts een klein deel van de gemerkte vissen migreert richting het achterland naar de polders of boezems. Hierbij lijkt het aannemelijk dat de ogenschijnlijk lage passage-percentages eerder gerelateerd zijn aan een gebrek aan motivatie om te passeren bij het merendeel van de ter plekke aanwezige vissen dan het niet kunnen benutten van een vismigratievoorziening.

Verplaatsingsexperiment: bij overplaatsing meer passages

Het verplaatsingsexperiment bij Halfweg, waarbij vis uit de boezem na het merken aan de NZK-zijde is uitgezet en vice versa, toont aan dat verplaatste vissen uit de boezem de vispassage in grotere mate passeren dan vissen die in het NZK of de 'zijsloot' waren gevangen. Voor brasem is dat in het eerste geval 43% van de vissen die zich voor de vispassage aandienden, en 16% voor vissen die uit het NZK of de 'zijsloot' komen. De sterke drang van brasem om na overplaatsing terug te zwemmen is ook in andere studies waargenomen (Goldspink 2006, Gardner et al. 2015) in deze studie overigens ook voor baars (Tabel 16). Indien vissen de ingang van de vispassages kunnen vinden, dan maken de vissen afkomstig uit de boezem meer gebruik van de vispassage dan die afkomstig van de zijde van het NZK: resp. 43-100% en 16-40%. (Tabel 16). Bij Kadoelen zijn brasems waargenomen die dit jaarlijks hebben gedaan (20 van de 37 brasems, 54% van de passerende brasems). De vissen lijken deze vispassage dus goed te kunnen passeren, maar de behoefte van de vissen afkomstig van de NZK-zijde lijkt gering. Deze constatering is in lijn met bovenstaande bevindingen, dat het relatief lage passage percentage vooral gerelateerd lijkt te zijn aan het ontbreken van motivatie om te passeren in plaats van dat er ernstige belemmering voor passage optreedt.

Noodzaak benutten vispassages beperkt voor volwassen schubvis

De resultaten suggereren dat het benutten van de vispassages voor het grootste deel van de volwassen schubvis minder belangrijk is. Op basis van observaties bij bijvoorbeeld de gemalen Nauerna, Kadoelen en Halfweg (daar in de zijsloot) is aan de NZK-zijde veel paaigedrag vastgesteld. De vissen lijken op de een of andere manier te worden aangetrokken tot de gemalen, ook bij weinig afvoer, om daar te paaien zonder gebruik te maken van de vispassages. Mogelijk dat een hoger zuurstofgehalte als gevolg van bemaling, en wellicht ook een grotere lokale habitatheterogeniteit ten opzichte van de omliggende

kanalen en watergangen en een lager zoutgehalte gunstige omstandigheden creëren voor het paaien en de ontwikkeling van de eieren.

Over de geheel linie was het passage-percentage niet hoog, nl. 3-10% voor de brasems (N=939) die aanwezig waren bij de gemalen en de ingang van de vispassages (Tabel 16). Voor andere soorten lijkt dit percentage hoger, maar gebaseerd op heel lage aantallen. De relatief geringe benutting van de vispassage bij Nauerna (passage van de vispassage van de vissen die bij de ingang zijn gedetecteerd) ten opzichte van die bij Kadoelen en Halfweg is opvallend. De attractie van de vispassage bij Nauerna lijkt hoger dan bij Kadoelen (Tabel 16). Enerzijds kan dit aan de locatie van de antennes liggen, waarbij rondzwemmende vissen bij Nauerna mogelijk meer kans hebben om te worden gedetecteerd. Bij Kadoelen moeten de vissen immers eerst nog de vispassage inzwemmen om gedetecteerd te worden; bij Nauerna is langs de ingang zwemmen al voldoende. Anderzijds kan het ook aan de continue lokstroom bij Nauerna liggen, ongeacht de fase waarin de vispassage zit in het schutten via de schuiven. Ook bij Halfweg is een continue lokstroom aanwezig uit de vispassage en is de attractie vergelijkbaar als die bij Nauerna. Mogelijk heeft deze lokstroom meer aantrekkingskracht op de vissen of creëert deze meer continue geschikte omstandigheden. Toch benutten de vissen de vispassage bij Nauerna nauwelijks. Telemetriestudies naar brasem laten zien dat brasems die verplaatst zijn, gebiedsgetrouw gedrag vertonen (Goldspink 2006, Gardner et al. 2015). Dat de vissen trouw blijven aan bekende gebieden kan erop duiden dat vissen eerst moeten 'wennen' aan de aanwezigheid van nieuwe vispassages en de mogelijkheid om zich naar nieuwe gebieden te verplaatsen, voordat ze die benutten, danwel dat dit door een deel van de jongere vissen via toevallige dispersiebewegingen 'geleerd' wordt. Terugkeer naar locaties die gunstig zijn gebleken gedurende bepaalde seizoenen die tijdens meer exploratief gedrag van juvenielen werden ontdekt, kunnen dan uitgroeien tot jaarlijkse vaste individuele migratiepatronen tijdens volwassen stadia (Winter 2007). Mogelijk dat de nieuwe vispassage bij Nauerna, die bij de start van de studie in bedrijf is genomen, nog een plek moet krijgen in de migratieroutes van de volwassen brasems (en overige standvissen). Dit zou over een aantal jaren kunnen blijken, bij een vervolg van de monitoring. Bij Kadoelen, waar de vispassage al langer in bedrijf is, gebruiken sommige vissen jaarlijks weer opnieuw de vispassage. Dit zou op leervermogen kunnen duiden, maar ook op mogelijke karakterverschillen, zoals bij andere vissen is waargenomen (Sih et al. 2015, Jolles et al. 2016, Griffioen et al. 2019).

Nut van vispassages voor het systeem

Vispassages kunnen van belang zijn voor vissen die onbedoeld zijn uitgemalen of via schutsluizen richting het NZK zijn gegaan. Het verplaatsingsexperiment heeft laten zien dat deze vissen graag terugkeren naar de plek van oorsprong. Het aanbieden van een migratieroute beantwoordt aan een behoefte van deze vissen. Bij Spaarndam is gebleken dat volwassen baars en snoekbaars de nieuwe vispassage hebben weten te passeren (Kroes 2021). Overigens werd ook hier veelvuldig heen-en-weer-zwemgedrag waargenomen, waarbij vissen soms lagen 'opgestapeld' in de camerabox (van KBTS) achter de vispassage (Figuur 8-1). Daarnaast kunnen migraties en bewegingen van kleinere aantallen vissen ook een rol spelen in de uitwisseling en genetische diversiteit of herkolonisatie van vispopulaties in watersysteem-netwerken.



Figuur 8-1 Baars en snoekbaars in de camerabox van KBTS, die is opgesteld achter de vispassage te Spaarndam (Figuur met toestemming overgenomen uit Kroes 2021).

Nut vispassages voor broed en jonge vis

In de monitoring van het Hoogheemraadschap van Rijnland bij de vispassage te Halfweg worden later in het voorjaar vaak grotere hoeveelheden broed gevangen (ongepubliceerde resultaten). Deze kleine vissen zijn afkomstig van de NZK-zijde en migreren via de vispassage richting de boezem voorbij het gemaal. Bij Halfweg gaat het in juni vooral om broed van baars en snoekbaars, maar vanaf mei gedurende de zomer tot in september ook om doortrek van jonge aal (Figuur 8-2, op basis van een jaarrond-bemonstering bij Halfweg in 2016). Ook bij gemaal De Waker is bij de ingang van de vispassage in het voorjaar van 2021 een grote hoeveelheid broed gevangen (Griffioen and Berg 2022), wat bij kruisnetmonitoring niet ongevoel is. De noodzaak voor jonge vis en broed om vanuit zijkanalen langs het NZK richting de polder en de boezem te migreren of dispersie-/exploratieve bewegingen, is voor deze leeftijdsgroep vermoedelijk belangrijker dan voor volwassen schubvis en verdient nader onderzoek.

Tabel 16 Samenvattende tabel met de aantallen waargenomen vissen en passage-effectiviteit (%), en een schatting van de attractie (%) van de vispassages.

| Vissoort en afkomst BR: brasem KB: kolblei SB: snoekbaars BA: baars KA: karper | Aanwezig bij gemaal + visp /sluis NZK-zijde | Waargenomen bij de ingang van de vispassage (n) | Passage (n) | Attractie* (%) | Passage t.o.v. aanwezig totaal** (%) | Passage t.o.v. aanwezig bij ingang vispassage *** (%) | Passage eff. (%) |
|---|---|---|-------------|----------------|--------------------------------------|---|------------------|
| Halfweg BR (NZK) | 63 | 38 | 6 | 60% | 10% | 16% | 10-16% |
| Halfweg SB (NZK) | 32 | 5 | 2 | 16% | 6% | 40% | 6-40% |
| Halfweg BR (boezem) | 102 | 61 | 26 | 60% | 25% | 43% | 25-43% |
| Halfweg BV (boezem) | 54 | 36 | 20 | 67% | 37% | 56% | 37-56% |
| Halfweg BA (boezem) | 17 | 6 | 6 | 35% | 35% | 100% | 35-100% |
| Nauerna BR | 62 | 25 | 2 | 40% | 3% | 8% | 3-8% |
| Nauerna KB | 3 | 2 | 1 | 67% | 33% | 50% | 33-50% |
| Kadoelen BR | 687 | 56 | 37 | 8% | 5% | 66% | 5-66% |
| Kadoelen BV | 6 | 1 | 1* | 17% | 17% | 100% | 17-100% |
| Willem I BR | n.v.t. | 127 (NZK) | 4 | 100% | 3% | 3% | 3% |
| Willem I KA | n.v.t. | 1 (NZK) | 1 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| Willem I BA | n.v.t. | 2 (NZK) | 1 | 100% | 50% | 50% | 50% |

¥ Deze blankvoorn is de passage vanuit de boezem richting het NZK gepasseerd.

* Het aantal vissen bij gemaal en vispassage gedeeld door het aantal bij de ingang van de vispassage.

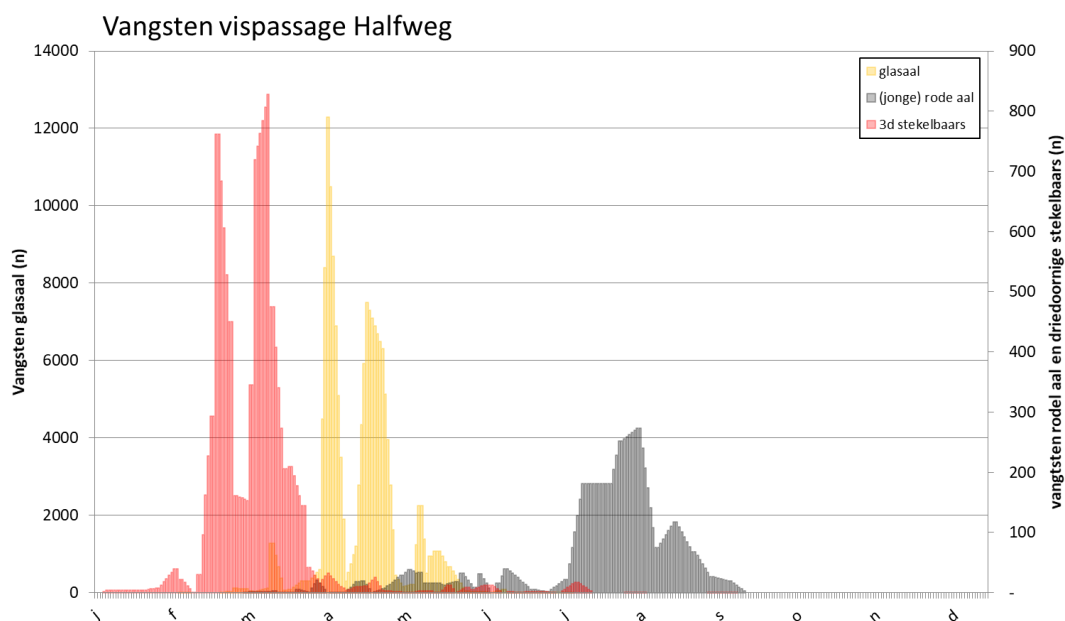
** Het aantal vissen bij de ingang van de vispassage en het gemaal, gedeeld door het aantal gepasseerde vissen.

*** Het aantal waargenomen vissen bij de ingang van de vispassage, gedeeld door het aantal gepasseerde vissen.

Heen-en-weer-zwemgedrag in de vispassages

Opvallend was dat meerdere vissen heen en weer zwommen in de vispassage bij zowel Kadoelen als de Willem I-sluis. De constructies van de vispassages kunnen niet met elkaar vergeleken worden, maar beide werken volgens een schutprincipe (hoewel de dimensies van de Willem I-sluis vanzelfsprekend veel groter zijn).

Bij de Willem I-sluis is de inzwemopening aan de NZK-zijde in de ruststand open, waardoor vissen er gemakkelijk in kunnen zwemmen. In veel gevallen verlaten zij de vispassage ook weer aan dezelfde zijde. Bij Kadoelen zijn er bij in totaal 18 vissen 35 heen-en-weer-zwembewegingen gezien middels detecties terwijl de vissen de vispassage wel hadden kunnen passeren maar dat niet deden. De vele heen-en-weer-zwembewegingen kunnen op aarzelend gedrag duiden, maar ook op foerageer- of exploratief gedrag. Uiteindelijk hebben deze vissen de vispassage wel gepasseerd richting boezem.



Figuur 8-2 De intrek van glasaal, driedoornige stekelbaars en jonge rode aal naar de Rijnlandse boezem bij vispassage Halfweg. Resultaat van jaarrondmonitoring (geïnterpoleerde gegevens) met glasaalfuik achter de vispassage in 2016. Data gekregen van Hoogheemraadschap van Rijnland en Rijkswaterstaat.

8.3.2 Hoe lang duurt de passage door de vismigratievoorziening?

De passages van de diverse typen vispassages duurden tussen enkele minuten (bv. Halfweg) tot wel meer dan 24 uur (Willem I-sluis). De constructie van de vispassage, de plaatsing van de detectielussen én motivatie van de vis zullen allemaal invloed hebben op de passagetijd van de vismigratievoorziening. Zo kunnen de vissen bij Kadoelen de buis in 4 minuten passeren; dit laten alle gepasseerde vissen consequent zien. Echter, de totale verblijftijd in de vispassage is langer, tot wel meer dan een uur. Dit kan aan de stand van de schuiven liggen waardoor vissen moeten wachten in 'kamers' van de vispassage voordat ze de buis passeren. Gemaal Halfweg heeft een geheel andere constructie, waarbij de vissen vrijelijk tegen de stroom in de vispassage kunnen passeren. De passagetijd is voor sommige individuen daarom laag tot wel 5 minuten, maar ook hier kan de passagetijd flink oplopen tot wel ruim 18 uur. Wat deze vissen in de tussentijd doen, is onbekend. Aan het einde van deze vispassage is een 'kamer' met tegengestelde stroming, waarbij de vissen met de stroom mee de vispassage moeten passeren. In hoeverre dit van invloed is op het gedrag van de vis is niet onderzocht binnen de studie doordat er geen detectielussen in de vispassage zijn geplaatst. Mogelijk dat dit voor een aantal vissen onduidelijk is, maar over het algemeen lijkt het aantal vissen dat passeert in verhouding tot wat zich bij de vispassage aandient, vrij hoog (Tabel 16).

De Willem I-sluis laat weinig passages zien, en de vissen die erdoorheen zijn gegaan laten een ruime range aan passagetijden zien (ruim een uur tot meer dan 24 uur). De Willem I-sluis werkt geheel anders dan bijvoorbeeld Halfweg. Ook is de lokstroom bij Willem I mogelijk niet of minder goed merkbaar, zowel richting de boezem (als een vis eenmaal in de sluis is) als richting het NZK (als de vis de ingang nog moet vinden). In feite loopt de sluis met de rinketten leeg richting boezem, waardoor de vissen die in de sluis zitten met de stroom mee moeten. Ze zwemmen hierdoor niet tegen de stroom in, zoals bij Halfweg, maar moeten 'snappen' dat ze met de stroom mee door de rinketten naar de boezem kunnen. Door de omvang van de sluis hebben de vissen hier, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij Kadoelen, veel meer bewegingsvrijheid. Dit kan vertraging opleveren bij het daadwerkelijk passeren van de vispassage bij de Willem I-sluis.

8.3.3 Keren deze vissen ook weer terug via vismigratievoorziening of gemaal naar rijkswater?

De route terug richting het NZK is in deze studie onderbelicht gebleven aangezien maar weinig vissen de vispassage hebben gepasseerd waardoor ze überhaupt terug naar het rijkswater hadden kunnen zwemmen. Toch zijn er wel verschillen per locatie gezien. De route terug lijkt niet via de vispassages of het gemaal te gaan (afgezien van één blankvoorn bij de vispassage bij Kadoelen, de vissen bij de Willem I-sluis en vier vissen bij gemaal Halfweg).

Terugkeer via gemaal

In de huidige studie naar schubvis zijn er bij gemaal Halfweg slechts enkele aanwijzingen dat dit via de gemalen gebeurt. Mogelijk dat gemalen vanwege het geluid dat zij produceren of de vuilroosters met spijlen, een afschrikkende werking hebben. Voor aal lijkt passage via het gemaal vaker op te treden, hoewel er grote verschillen tussen de diverse gemalen te zien waren (Winter et al. 2019). Dat schubvissen via gemalen migreren is algemeen bekend, incl. de schade die dit oplevert (Van der Wal and Chan 2012). Echter, in hoeverre hier sprake is van een gerichte migratie en welk deel van de populatie het hier betreft, is nog grotendeels onbekend.

Bij Kadoelen zijn 20 van de 37 brasems (54%) weer opnieuw gezien aan de NZK-zijde nadat zij de vispassage waren gepasseerd. Dit toont aan dat de vissen die een vispassage zijn gepasseerd, ook terug willen. Deze vissen zijn via het boezemsysteem, via de Willem I-sluis, weer omgezwommen. De route via sluizen lijkt in dit geval cruciaal. Ook heeft een enkele blankvoorn de route andersom gezwommen; deze is in het voorjaar de passage bij Kadoelen in de richting van het NZK gepasseerd. Hierbij lijken de Willem I-sluis en het Noordhollandsch Kanaal een belangrijke verbindingsfunctie te hebben.

Bij gemaal Halfweg zijn de vissen hoogstwaarschijnlijk wél via het gemaal weer teruggegaan richting het NZK. In theorie zouden deze vissen ook via Spaarndam weer terug kunnen keren naar gemaal Halfweg; in ieder geval zijn deze niet via de vispassage gegaan. De sterke uitstroom uit de vispassage

naar de boezem is niet passeerbaar voor vis in de boezem richting vispassage en bovendien staat hiervoor vaak de onderzoeksfuik. De route via de opvoervijzel die wel toegankelijk is geweest, is niet gebruikt en daar zijn aan de boezemzijde ook maar twee vissen gedetecteerd, waarvan één uitgezet in de boezem (Figuur 2-8).

Terugkeer via vismigratievoorziening

Het kleine aantal vissen dat wel gebruik maakt van de vispassages én weer terugkeert richting het NZK, doet dit niet via de vispassages. Net als bij schieraal is de lokstroom van de vispassage vanuit de boezem mogelijk minder aantrekkelijk. Ook bij schieraal werd gezien dat de vispassages nauwelijks tot niet gebruikt worden voor de uittrek naar het NZK (Winter et al. 2019). Als de route wel afgelegd moet worden, dan is het waarschijnlijker dat schubvis dit doet via het gemaal (Halfweg, slechts vier vissen) of via een omweg, indien aanwezig (Kadoelen-Willem I, meerdere vissen).

Concluderend: Er is heen-en-weer-zwemgedrag tussen gemaal Kadoelen, het Noordhollandsch Kanaal en de Willem I-sluis. Bij de locaties Nauerna (slechts drie vissen) en Halfweg is geen (grootschalige) migratie waargenomen vanuit de boezem richting het NZK. De vissen die die route wel hebben afgelegd, zijn waarschijnlijk uitgemalen. Het is wel goed om te beseffen dat vissen die onbedoeld richting het NZK worden uitgemalen, via de vispassage kunnen terugkeren, zoals bij Halfweg (zie verplaatsingsexperiment) is gebleken, óf via een boezemsysteem (Kadoelen en Willem I-sluis).

9 Aanbevelingen

Aanbeveling 1 – Vaststellen aanbod jonge vis en visbroed gedurende het jaar bij vispassages

De onderzochte vispassages worden slechts door een klein deel van de volwassen schubvis benut. Het is wel opvallend dat sommige vissen dezelfde route jaarlijks afleggen en dat de routes door de vispassages bij een deel van de vissen blijkbaar erg gewild is. Anderzijds is gebleken dat de paai grotendeels (ook) plaatsvindt in het NZK zelf, nabij gemalen in de rietkragen en of zoetere kanalsystemen (bv. “zijsloot” bij Halfweg), die via duikers bereikbaar zijn. Op basis van de verplaatsingsproef lijken de meeste vispassages goed passeerbaar te zijn, maar is de behoefte van schubvis om ze te passeren niet groot.

Mogelijk is bij vispassages de migratie van broed en jonge vis van groter belang dan de migratie van de meeste volwassen schubvissen. Aanbevolen wordt om bij vispassages ook het aanbod aan visbroed en jonge vis, incl. jonge aal, gedurende het jaar vast te stellen, om hier het functioneren van de vispassage op af te stemmen. Omdat dit onderzoek niet op alle locaties snel zal kunnen plaatsvinden, lijkt het op voorhand aan te bevelen om hiermee bij de inzet van de vispassages nu al rekening te houden. Zie ook aanbeveling 6.

Aanbeveling 2 – Vaststellen van migratie op andere locaties langs het NZK

Verzamelde gegevens uit de cameramonitoring bij Spaarndam (en de pilot bij Kadoelen) en wellicht toekomstige andere locaties kunnen worden benut om vast te stellen in hoeverre daar migratie plaatsvindt. Dit ook in interactie met de werking van het gemaal en vispassage. Toekomstige onderzoeken zouden dan wel gecombineerd moeten worden met bijvoorbeeld PIT-telemetry om individuen die veelvuldig heen en weer zwemmen (Kroes 2021), te kunnen onderscheiden. Een combinatie van PIT-tag onderzoek met detectielooptjes in vispassages en rinketten en een grootschaliger netwerk aan akoestische ontvangers en het zenderen van volwassen schubvis met akoestische zenders maakt het mogelijk om langjarige migratiepatronen van individuen te kunnen volgen, analoog aan een opzet zoals voor schieraal is uitgevoerd (Winter et al. 2019). Wanneer een dergelijk schieraalonderzoek in de toekomst wordt herhaald, bijvoorbeeld een T1-meting na het treffen van maatregelen en aanpassingen (zoals de nieuwe zeesluis bij IJmuiden) in de NZK regio, verdient het aanbeveling om het tijdelijke netwerk aan ontvangers ook aanvullend zenderonderzoek aan volwassen schubvis, zoals brasem, in te zetten. Dit kan dan tegen relatief geringere meerkosten worden gecombineerd.

Aanbeveling 3 – Vaststellen van paai en paaigebieden nabij gemalen en zijkanalen

Deze studie heeft het belang van maalkommen en rietkragen laten zien voor paai van bijvoorbeeld brasem (potentiële ‘hotspots’ in NZK watersysteem). Mogelijk dat het NZK zelf van groter belang is voor aanwas van standvissoorten dan migratie van vis uit de boezems en de polders. In het kader van het beheer van rietkragen en zijkanalen wordt daarom aanbevolen om een inventarisatie te doen van paaiactiviteit en paaihabitat in bijvoorbeeld de zijkanalen van het NZK en bij gemaaluitstromen langs het NZK.

Aanbeveling 4 – Aanpassing instelling vispassage Nauerna

De vispassage bij Nauerna lijkt attractief te zijn voor vis, maar leidt nauwelijks tot (volledige) passages. De motivatie van de aanwezige standvis om gebruik te maken van deze vispassage lijkt hier dan ook gering (al kan een mindere werking van deze passage niet uitgesloten worden). Een aangepaste instelling waarbij de NZK-zijde van de vispassage ‘open is tenzij’ kan mogelijk wel meer vissen binnen laten die er behoefte aan zouden kunnen hebben. Bij de huidige instellingen is de vispassage aan de NZK-zijde ‘dicht tenzij’, waarbij er wel altijd een lokstroom is via een parallelle lokstroombuis die uitmondt bij de ingang van de vispassage. De schuif aan de polderzijde is ‘open tenzij’ om te voorkomen dat vissen worden opgesloten in de vispassage. Bij de Willem I-sluis is dit in het voorjaar andersom en zwemmen de vissen daar in grotere aantallen via de rinketten de kolk in (zonder lokstroom). Bij Nauerna valt te overwegen om dit regime dus om te draaien, waarbij de vispassage-schuif aan de NZK-zijde dan ‘open tenzij’ is, en wordt gesloten als de schuif aan de boezem/polder-zijde wordt geopend. Bij Kadoelen

is dit geen optie, omdat de lokstroom dan zal wegvallen, waardoor de vispassage mogelijk minder goed wordt benut. Bij Nauerna is de lokstroom continu, waardoor zo'n aangepaste instelling mogelijk wel effect heeft. De vispassage bij Kadoelen lijkt voor het deel van de vissen dat er gebruik van wil maken, onder de huidige omstandigheden, goed te functioneren. Daarbij moet wel de kanttekening gemaakt worden dat de attractie voor bijvoorbeeld brasem laag is met 8%. Voor de ondersteuning van de voortplanting van brasem is dit niet erg, gezien de hoge paaiactiviteit en de goede paaimogelijkheden in de maalkom.

Aanbeveling 5 – Beoordeling frequentere inzet rinketten Willem I-sluis

Bij de Willem I-sluis zijn relatief veel vissen waargenomen, ondanks dat er nauwelijks lokaal vissen zijn gemerkt. De rol van de Willem I-sluis bij de verplaatsing van vissen lijkt hierin groot. De kleine kolk inclusief rinkettenbeheer wordt door de vissen vooral in de donkerperiode gebruikt. Mogelijk dat vissen overdag eerder gebruik maken van de grote kolk die dan voor de scheepvaart gebruikt wordt. Het grotere watervolume met schutten is dan mogelijk aantrekkelijker voor migrerende vissen. Echter, de passage-effectiviteit van de rinketten van de kleine kolk lijkt ook in de donkerperiode gering. In de studie is gebleken dat vissen de kolk via de rinketten wel weten te vinden, maar veelvuldig in de kolk heen en weer zwemmen of aan de NZK-zijde blijven. Aanbevolen wordt de schutcyclus met de rinketten van de kleine kolk te bekorten, om vissen vaker gelegenheid te geven richting de boezem te zwemmen. Aan de andere kant, het gebruik van de grote kolk door vissen tegelijk met het schutten van de scheepvaart wordt, hoewel onbekend in omvang, ook benut gezien het aantal vissen dat heen en weer zwemt tussen Kadoelen en de Willem I-sluis. Mogelijk dat dit al voldoende is. De resultaten van enkele brasems die zich jaarlijks aandienen bij de sluis, duiden op een vast migratiepatroon bij een deel van de populatie. Om passage via de rinketten versus via sluischuttingen meetbaar te maken is een bij aanbeveling 2 genoemde combinatie van PIT-tag en akoestisch zenderonderzoek een mogelijkheid.

Aanbeveling 6 – Timing van vismigratievoorzieningen

Veel vissen lieten zich in deze studie over het algemeen gedurende de gehele dag en nacht zien. Soorten zoals baars en snoek (overdag) of snoekbaars (schemer, donker) zijn wel meer gedetecteerd in specifieke perioden van de dag, maar er lijkt over het algemeen geen sterke voorkeur voor bepaalde perioden te zijn, zoals dat bijvoorbeeld wel zichtbaar is bij trekvis als aal (avond/nacht). Aanbevolen wordt om voor de vissen die gebruik willen maken van de vispassages, bijv. nadat ze onbedoeld zijn uitgemalen of geschut, de instellingen niet te beperken tot bijvoorbeeld de schemer- en donkerperiode. Dit sluit ook aan bij de behoefte van driedoornige stekelbaars die in tegenstelling tot glasaal ook overdag migreert. Vanwege de hoge paaiactiviteit van standvis die is waargenomen bij enkele koppen van de zijkanalen mag op voorhand worden verwacht dat ook op andere locaties, vergelijkbaar als bij Halfweg, zich broed en jonge schubvis aandient aan het einde van het voorjaar. Dit zal ook gelden voor de doortrek van jonge aal tijdens de zomermaanden. Een jaarrond functioneren van de vispassages wordt dan ook aanbevolen. Mocht het nodig zijn om de openstelling ervan te beperken, vanwege zoutlast, kosten, of watertekort, dan kan de jaarrondopenstelling worden beperkt tot de donker- en schemerperiode.

10 Dankwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd met hulp van de volgende partijen en mensen: Visserij Service Nederland (Bram van Wijk, Jan Willem Kroon en Koen Linschoten), Piet Ruijter en betrokkenen bij de monitoring vispassage Halfweg, Robin Blokhuijzen (Visadvies, merken vissen), studenten van Hall Larenstein (Laura Lemey, Rens Hensgens), studenten van de UvA (Aron Coffa, Bryan Korbeeck, Ymke Winkel) WALSDiving, diverse objectbeheerders van HHNK, PNH, HHRijnland en RWS. Ook collega's Betty van Oskoomen, Erika Koelemij, Ingeborg Mulder, Hendrik Jan Westerink, Olvin van Keeken (allen installatie detectiestations en visserij/merken van de vissen) en Dirk Burggraaf (het brein achter het ontwerp en plaatsing detectiestations). Als laatste willen we de diverse hengelsporters bedanken voor hun terugkoppeling van vangsten van gemerkte vissen.

11 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Literatuur

- Borcherding, J., M. Bauerfeld, D. Hintzen, and D. Neumann. 2002. Lateral migrations of fishes between floodplain lakes and their drainage channels at the Lower Rhine: diel and seasonal aspects. *Journal of Fish Biology* **61**:1154-1170.
- Brodersen, J., P. A. Nilsson, L. A. Hansson, C. Skov, and C. Brönmark. 2008. Condition-dependent individual decision-making determines cyprinid partial migration. *Ecology* **89**:1195-1200.
- Gardner, C. J., D. C. Deeming, and P. E. Eady. 2013. Seasonal movements with shifts in lateral and longitudinal habitat use by common bream, *Abramis brama*, in a heavily modified lowland river. *Fisheries Management and Ecology* **20**:315-325.
- Gardner, C. J., D. C. Deeming, I. Wellby, C. D. Soulsbury, and P. E. Eady. 2015. Effects of surgically implanted tags and translocation on the movements of common bream *Abramis brama* (L.). *Fisheries Research* **167**:252-259.
- Goldspink, C. 2006. A note on the dispersion pattern of marked bream *Abramis brama* released into Tjeukemeer, The Netherlands. *Journal of Fish Biology* **13**:493-497.
- Griffioen, A. B., and E. v. d. Berg. 2022. Predatie van glasaal nabij kunstwerken : een veldonderzoek bij de gemalen De Waker, Halfweg en Spaarndam langs het Noordzeekanaal. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., O. A. v. Keeken, and H. V. Winter. 2019. Behavioural patterns of migrating silver eel at a hydropower station on the River Meuse. Pages 158-171 in D. Don and P. Coulson, editors. *Eels: biology, monitoring, management, culture and exploitation*. 5M publishing, Sheffield, UK.
- Griffioen, A. B., O. A. van Keeken, A. L. Hamer, and H. V. Winter. in press. Passage efficiency and behaviour of sea lampreys (*Petromyzon marinus*, Linnaeus 1758) at a large marine-freshwater barrier. *River Research and Applications* **n/a**.
- Jolles, J. W., A. Manica, and N. J. Boogert. 2016. Food intake rates of inactive fish are positively linked to boldness in three-spined sticklebacks *Gasterosteus aculeatus*. *Journal of Fish Biology* **88**:1661-1668.
- Keefer, M. L., C. C. Caudill, C. A. Peery, and M. L. Moser. 2013. Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes* **96**:691-700.
- Kroes, M. 2021. Intrek monitoring vispassage boezemgemaal Spaarndam. TAUW R001-1279843MFW-V03-sal-NL.
- Kroes, R., E. E. Van Loon, E. Goverse, M. E. Schiphouwer, and H. G. Van der Geest. 2020. Attraction of migrating glass eel (*Anguilla anguilla*) by freshwater flows from water pumping stations in an urbanized delta system. *Science of the Total Environment* **714**:136818.
- Molls, F. 1999. New insights into the migration and habitat use by bream and white bream in the floodplain of the River Rhine. *Journal of Fish Biology* **55**:1187-1200.
- Poncin, P., J. C. Philippart, and J. C. Ruwet. 1996. Territorial and non-territorial spawning behaviour in the bream. *Journal of Fish Biology* **49**:622-626.
- Rahel, F. J., and R. L. McLaughlin. 2018. Selective fragmentation and the management of fish movement across anthropogenic barriers. *Ecological Applications* **28**:2066-2081.
- Sih, A., K. J. Mathot, M. Moirón, P.-O. Montiglio, M. Wolf, and N. J. Dingemanse. 2015. Animal personality and state-behaviour feedbacks: a review and guide for empiricists. *Trends in Ecology & Evolution* **30**:50-60.
- van de Wolfshaar, K. E., A. C. R. de Winter, M. W. Straatsma, N. G. M. van den Brink, and J. J. de Leeuw. 2010. ESTIMATING SPAWNING HABITAT AVAILABILITY IN FLOODED AREAS OF THE RIVER WAAL, THE NETHERLANDS. *River Research and Applications* **26**:487-498.
- van der Wal, B., and P. M. Chan. 2012. Gemalen of vermalen worden [fase 3] : onderzoek naar de visvriendelijkheid van 26 opvoerwerktuigen. STOWA, Amersfoort.
- van Puijenbroek, P. J. T. M., A. D. Buijse, M. H. S. Kraak, and P. F. M. Verdonschot. 2019. Species and river specific effects of river fragmentation on European anadromous fish species. *River Research and Applications* **35**:68-77.
- Winter, H. V. 2007. A fish-eye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University The Netherlands.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and P. d. Bruijn. 2020. Evaluatie trekvisonderzoeken Noordzeekanaal en ommelanden : onderzoek in het kader van samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden Fase 1. Wageningen Marine Research, IJmuiden.

Winter, H. V., O. A. v. Keeken, J. Brockötter, and A. B. Griffioen. 2019. Migratiepatronen en –knelpunten tijdens uittrek van schieraal uit Noordzeekanaal en ommelanden, inclusief Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C053/19.

Verantwoording

Rapport C034/22

Projectnummer: 4316100136

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: M. Scholl
Onderzoeker

Handtekening:

i/o



Datum: 6 juli 2022

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 6 juli 2022

Bijlage A Gemerkte vissen

Tabel A Gemerkte vissen bij gemaal Nauerna in 2019 en 2020.

| | | | | | mean | min | max | mean | min | max |
|------------|---------------|---------------|-------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| soort | vangstlocatie | uitzetlocatie | datum | n | L (mm) | L (mm) | L (mm) | W (gr) | W (gr) | W (gr) |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 4 | 232 | 153 | 283 | 191 | 42 | 317 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 1 | 152 | 152 | 152 | 33 | 33 | 33 |
| Bot | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 5 | 254 | 136 | 337 | 222 | 28 | 428 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 55 | 427 | 213 | 575 | 1021 | 88 | 1980 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 5 | 240 | 192 | 319 | 217 | 76 | 472 |
| Aal | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 1 | 537 | 537 | 537 | 95 | 95 | 95 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 2-mei-2019 | 7 | 417 | 245 | 565 | 614 | 96 | 1426 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 7-mei-2019 | 2 | 417 | 413 | 420 | 853 | 826 | 880 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 7-mei-2019 | 1 | 291 | 291 | 291 | 340 | 340 | 340 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 7-mei-2019 | 1 | 534 | 534 | 534 | 1215 | 1215 | 1215 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 14-mei-2019 | 15 | 303 | 219 | 473 | 390 | 108 | 1166 |
| Karper | NZK-zijde | NZK-zijde | 14-mei-2019 | 1 | 454 | 454 | 454 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 14-mei-2019 | 2 | 211 | 156 | 266 | 176 | 61 | 291 |
| Aal | NZK-zijde | NZK-zijde | 14-mei-2019 | 2 | 641 | 586 | 696 | 563 | 420 | 705 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 14-mei-2019 | 9 | 401 | 226 | 656 | 723 | 90 | 2182 |
| Bot | NZK-zijde | NZK-zijde | 28-mei-2019 | 4 | 241 | 221 | 276 | 121 | 63 | 165 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 28-mei-2019 | 11 | 330 | 238 | 495 | 518 | 124 | 1426 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 28-mei-2019 | 7 | 183 | 159 | 237 | 82 | 49 | 170 |
| Paling | NZK-zijde | NZK-zijde | 28-mei-2019 | 1 | 532 | 532 | 532 | 303 | 303 | 303 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 28-mei-2019 | 32 | 393 | 234 | 611 | 535 | 106 | 1878 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 11-mrt-2020 | 3 | 225 | 199 | 264 | 155 | 46 | 282 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 11-mrt-2020 | 1 | 323 | 323 | 323 | 170 | 170 | 170 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 11-mrt-2020 | 12 | 386 | 276 | 526 | 826 | 160 | 2051 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | 11-mrt-2020 | 4 | 698 | 615 | 774 | 2655 | 1760 | 4093 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 11-mrt-2020 | 13 | 550 | 485 | 632 | 1469 | 843 | 2684 |
| Aal | NZK-zijde | NZK-zijde | 11-mrt-2020 | 1 | 571 | 571 | 571 | 356 | 356 | 356 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 19-mrt-2020 | 1 | 514 | 514 | 514 | 1540 | 1540 | 1540 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 19-mrt-2020 | 5 | 489 | 472 | 523 | 909 | 794 | 1140 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 8-apr-2020 | 3 | 329 | 290 | 368 | 531 | 411 | 682 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 8-apr-2020 | 11 | 446 | 283 | 536 | 1063 | 212 | 1886 |
| Karper | NZK-zijde | NZK-zijde | 8-apr-2020 | 1 | 327 | 327 | 327 | 485 | 485 | 485 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 8-apr-2020 | 2 | 274 | 266 | 282 | 279 | 236 | 321 |
| Aal | NZK-zijde | NZK-zijde | 8-apr-2020 | 1 | 842 | 842 | 842 | 1221 | 1221 | 1221 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 8-apr-2020 | 45 | 487 | 346 | 820 | 1057 | 295 | 6019 |
| Bot | NZK-zijde | NZK-zijde | 30-apr-2020 | 1 | 265 | 265 | 265 | 100 | 100 | 100 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 30-apr-2020 | 3 | 358 | 295 | 424 | 583 | 340 | 838 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 30-apr-2020 | 1 | 273 | 273 | 273 | 286 | 286 | 286 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 30-apr-2020 | 22 | 488 | 407 | 580 | 934 | 498 | 1576 |
| | | | | | | | | | | |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 10 | 259 | 153 | 368 | 282 | 42 | 682 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 2 | 238 | 152 | 323 | 102 | 33 | 170 |
| Bot | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 10 | 250 | 136 | 337 | 169 | 28 | 428 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 110 | 396 | 213 | 575 | 857 | 88 | 2051 |
| Karper | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 2 | 391 | 327 | 454 | 993 | 485 | 1500 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 18 | 223 | 156 | 319 | 177 | 49 | 472 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 4 | 698 | 615 | 774 | 2655 | 1760 | 4093 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 134 | 462 | 226 | 820 | 902 | 90 | 6019 |
| Aal | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 6 | 627 | 532 | 842 | 517 | 95 | 1221 |

Tabel B Gemerkte vissen bij gemaal Halfweg in 2019 en 2020.

| | | | | | mean | min | max | mean | min | max |
|------------|---------------|---------------|-----------|-----|--------|------|--------|--------|--------|-------|
| soort | vangstlocatie | uitzetlocatie | datum | n | L (mm) | L mm | L (mm) | W (gr) | W (gr) | W(gr) |
| Baars | vispassage | NZK-zijde | 3/26/2019 | 11 | 258 | 225 | 367 | 267 | 164 | 782 |
| Blankvoorn | vispassage | NZK-zijde | 3/26/2019 | 7 | 199 | 160 | 254 | 103 | 40 | 225 |
| Brasem | vispassage | NZK-zijde | 3/26/2019 | 2 | 385 | 218 | 551 | 1112 | 93 | 2130 |
| Snoekbaars | vispassage | NZK-zijde | 3/26/2019 | 3 | 497 | 390 | 562 | 1159 | 390 | 1728 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/26/2019 | 1 | 214 | 214 | 214 | 145 | 145 | 145 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/26/2019 | 1 | 166 | 166 | 166 | 52 | 52 | 52 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/26/2019 | 1 | 762 | 762 | 762 | | | |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/26/2019 | 5 | 543 | 450 | 633 | 1372 | 523 | 2195 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/8/2019 | 1 | 453 | 453 | 453 | 1316 | 1316 | 1316 |
| Houting | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/8/2019 | 2 | 388 | 382 | 394 | 530 | 518 | 542 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/8/2019 | 1 | 590 | 590 | 590 | 1696 | 1696 | 1696 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/30/2019 | 2 | 508 | 432 | 584 | 1065 | 519 | 1610 |
| Baars | boezem | boezem | 5/16/2019 | 3 | 181 | 175 | 190 | 70 | 52 | 86 |
| Blankvoorn | boezem | boezem | 5/16/2019 | 16 | 206 | 161 | 266 | 121 | 56 | 248 |
| Brasem | boezem | boezem | 5/16/2019 | 39 | 342 | 227 | 470 | 526 | 90 | 1324 |
| Kolblei | boezem | boezem | 5/16/2019 | 1 | 252 | 252 | 252 | 266 | 266 | 266 |
| Snoekbaars | boezem | boezem | 5/16/2019 | 2 | 384 | 253 | 515 | 540 | 106 | 974 |
| Baars | boezem | NZK-zijde | 5/16/2019 | 3 | 266 | 181 | 376 | 360 | 62 | 858 |
| Blankvoorn | boezem | NZK-zijde | 5/16/2019 | 13 | 201 | 160 | 287 | 110 | 38 | 312 |
| Brasem | boezem | NZK-zijde | 5/16/2019 | 7 | 323 | 249 | 411 | 437 | 175 | 928 |
| Kolblei | boezem | NZK-zijde | 5/16/2019 | 1 | 156 | 156 | 156 | 51 | 51 | 51 |
| Baars | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 4 | 303 | 211 | 380 | 473 | 102 | 814 |
| Blankvoorn | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 67 | 202 | 108 | 286 | 118 | 50 | 338 |
| Brasem | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 128 | 319 | 101 | 495 | 453 | 83 | 1402 |
| Hybride | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 1 | 204 | 204 | 204 | 118 | 118 | 118 |
| Kolblei | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 1 | 191 | 191 | 191 | 89 | 89 | 89 |
| Ruisvoorn | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 1 | 182 | 182 | 182 | 82 | 82 | 82 |
| Snoek | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 1 | 463 | 463 | 463 | 642 | 642 | 642 |
| Snoekbaars | boezem | NZK-zijde | 5/29/2019 | 1 | 700 | 700 | 700 | 2119 | 2119 | 2119 |
| Baars | Zijsloot | NZK-zijde | 3/18/2020 | 1 | 263 | 263 | 263 | 269 | 269 | 269 |
| Bot | Zijsloot | NZK-zijde | 3/18/2020 | 1 | 345 | 345 | 345 | 380 | 380 | 380 |
| Brasem | Zijsloot | NZK-zijde | 3/18/2020 | 79 | 491 | 400 | 571 | 1574 | 241 | 2485 |
| Karper | Zijsloot | NZK-zijde | 3/18/2020 | 13 | 582 | 417 | 763 | 2797 | 1256 | 4230 |
| Snoek | Zijsloot | NZK-zijde | 3/18/2020 | 1 | 825 | 825 | 825 | 4352 | 4352 | 4352 |
| Snoekbaars | Zijsloot | NZK-zijde | 3/18/2020 | 12 | 549 | 456 | 680 | 1469 | 750 | 2915 |
| Baars | vispassage | NZK-zijde | 3/18/2020 | 5 | 323 | 256 | 408 | 587 | 236 | 1158 |
| Baars | vispassage | NZK-zijde | 4/1/2020 | 1 | 319 | 319 | 319 | 461 | 461 | 461 |
| Brasem | vispassage | NZK-zijde | 4/1/2020 | 1 | 539 | 539 | 539 | 2209 | 2209 | 2209 |
| Snoekbaars | vispassage | NZK-zijde | 4/1/2020 | 1 | 457 | 457 | 457 | 757 | 757 | 757 |
| Brasem | Zijsloot | NZK-zijde | 4/1/2020 | 53 | 503 | 431 | 569 | 1697 | 982 | 2610 |
| Karper | Zijsloot | NZK-zijde | 4/1/2020 | 3 | 565 | 410 | 663 | 2571 | 1120 | 4022 |
| Snoekbaars | Zijsloot | NZK-zijde | 4/1/2020 | 14 | 552 | 445 | 677 | 1503 | 669 | 3487 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/1/2020 | 8 | 465 | 427 | 510 | 1322 | 947 | 1809 |
| Ruisvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/1/2020 | 1 | 169 | 169 | 169 | 62 | 62 | 62 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/1/2020 | 13 | 519 | 439 | 604 | 1264 | 702 | 2071 |
| Harder | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/1/2020 | 1 | 565 | 565 | 565 | 1343 | 1343 | 1343 |
| | | | | | | | | | | |
| Baars | divers | divers | totaal | 7 | 314 | 256 | 408 | 523 | 236 | 1158 |
| Bot | divers | divers | totaal | 1 | 345 | 345 | 345 | 380 | 380 | 380 |
| Brasem | divers | divers | totaal | 141 | 494 | 400 | 571 | 1610 | 241 | 2610 |
| Karper | divers | divers | totaal | 16 | 579 | 410 | 763 | 2762 | 1120 | 4230 |
| Ruisvoorn | divers | divers | totaal | 1 | 169 | 169 | 169 | 62 | 62 | 62 |
| Snoek | divers | divers | totaal | 1 | 825 | 825 | 825 | 4352 | 4352 | 4352 |
| Snoekbaars | divers | divers | totaal | 40 | 538 | 439 | 680 | 1396 | 669 | 3487 |
| Harder | divers | divers | totaal | 1 | 565 | 565 | 565 | 1343 | 1343 | 1343 |

Tabel C Gemerkte vissen bij gemaal Kadoelen in 2019 en 2020.

| | | | | | mean | min | max | mean | min | max |
|------------|----------------|---------------|-----------|-----|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| soort | vangst locatie | uitzetlocatie | datum | n | L (mm) | L mm) | L (mm) | W (gr) | W (gr) | W (gr) |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2019 | 3 | 363 | 293 | 431 | 795 | 342 | 1340 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2019 | 2 | 336 | 296 | 375 | 540 | 332 | 748 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2019 | 140 | 480 | 277 | 610 | 1416 | 614 | 3312 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2019 | 2 | 1018 | 891 | 1145 | | | |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2019 | 1 | 562 | 562 | 562 | 1426 | 1426 | 1426 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/3/2019 | 2 | 371 | 321 | 420 | 1023 | 602 | 1444 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/3/2019 | 2 | 281 | 247 | 314 | 334 | 198 | 470 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/3/2019 | 235 | 461 | 330 | 593 | 1271 | 171 | 3634 |
| Karper | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/3/2019 | 2 | 643 | 541 | 745 | 2660 | 2660 | 2660 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/3/2019 | 2 | 281 | 260 | 302 | 324 | 264 | 383 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/3/2019 | 11 | 530 | 435 | 632 | 1260 | 517 | 2290 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/15/2019 | 14 | 316 | 237 | 442 | 614 | 155 | 1900 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/15/2019 | 1 | 284 | 284 | 284 | 322 | 322 | 322 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/15/2019 | 5 | 502 | 442 | 600 | 1782 | 1306 | 3031 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/15/2019 | 2 | 643 | 495 | 790 | 2433 | 785 | 4081 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/15/2019 | 10 | 553 | 460 | 662 | 1398 | 750 | 2588 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 5/9/2019 | 74 | 439 | 354 | 573 | 1103 | 585 | 2708 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | 5/9/2019 | 1 | 294 | 294 | 294 | 442 | 442 | 442 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 5/9/2019 | 2 | 537 | 535 | 539 | 1185 | 1175 | 1195 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/11/2020 | 1 | 432 | 432 | 432 | 1613 | 1613 | 1613 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/11/2020 | 1 | 363 | 363 | 363 | 736 | 736 | 736 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/11/2020 | 60 | 462 | 49 | 622 | 1335 | 652 | 3663 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/11/2020 | 2 | 916 | 857 | 975 | | | |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/11/2020 | 10 | 450 | 382 | 512 | 707 | 389 | 1126 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2020 | 22 | 307 | 166 | 405 | 540 | 62 | 1186 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2020 | 4 | 282 | 191 | 354 | 373 | 83 | 706 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2020 | 32 | 475 | 386 | 579 | 1342 | 737 | 3420 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 3/19/2020 | 7 | 485 | 391 | 567 | 952 | 441 | 1449 |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/8/2020 | 49 | 322 | 245 | 435 | 597 | 173 | 1618 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/8/2020 | 1 | 521 | 521 | 521 | 860 | 860 | 860 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/8/2020 | 10 | 496 | 405 | 580 | 882 | 450 | 1524 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/30/2020 | 55 | 429 | 217 | 906 | 997 | 114 | 2963 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | 4/30/2020 | 11 | 526 | 412 | 636 | 1103 | 108 | 2115 |
| | | | | | | | | | | |
| Baars | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 91 | 321 | 166 | 442 | 613 | 62 | 1900 |
| Blankvoorn | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 10 | 301 | 191 | 375 | 430 | 83 | 748 |
| Brasem | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 601 | 461 | 49 | 906 | 1273 | 114 | 3663 |
| Karper | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 2 | 643 | 541 | 745 | 2660 | 2660 | 2660 |
| Kolblei | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 3 | 285 | 260 | 302 | 363 | 264 | 442 |
| Snoek | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 7 | 811 | 495 | 1145 | 1909 | 785 | 4081 |
| Snoekbaars | NZK-zijde | NZK-zijde | totaal | 62 | 510 | 382 | 662 | 1070 | 108 | 2588 |

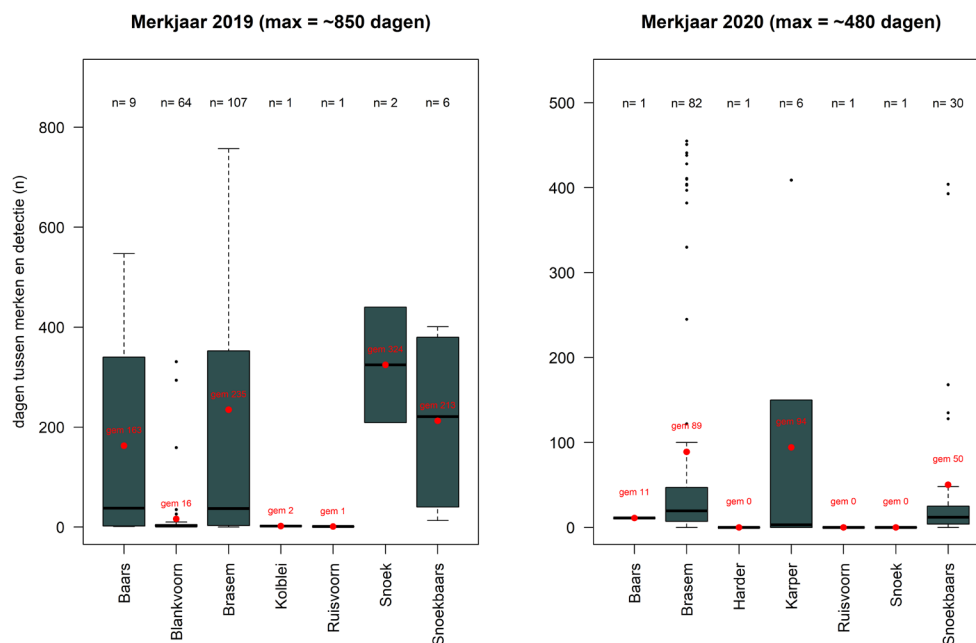
Tabel D Gemerkte vissen bij de Willem I-sluuis (N=45) en Zijkanaal-I in 2019.

| | | | | | mean | min | max | mean | min | max |
|--------------|---------------|---------------|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| soort | vangstlocatie | uitzetlocatie | datum | n | L(mm) | L(mm) | L(mm) | W(gr) | W(gr) | W(gr) |
| Blankvoorn | boezem | boezem | 4/24/2019 | 5 | 195 | 188 | 203 | 78 | 64 | 87 |
| Brasem | boezem | boezem | 4/24/2019 | 38 | 220 | 165 | 330 | 118 | 38 | 390 |
| Ruisvoorn | boezem | boezem | 4/24/2019 | 1 | 179 | 179 | 179 | 73 | 73 | 73 |
| Winde | boezem | boezem | 4/24/2019 | 1 | 144 | 144 | 144 | 27 | 27 | 27 |
| Blankvoorn | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/9/2020 | 4 | 265 | 239 | 284 | 239 | 191 | 265 |
| Brasem | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/9/2020 | 216 | 460 | 366 | 593 | 1107 | 182 | 2531 |
| Dunlipharder | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/9/2020 | 5 | 592 | 527 | 684 | 1261 | 893 | 1670 |
| Blankvoorn | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/24/2020 | 4 | 241 | 210 | 297 | 197 | 109 | 386 |
| Brasem | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/24/2020 | 25 | 455 | 373 | 512 | 1211 | 654 | 1844 |
| Dunlipharder | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/24/2020 | 1 | 601 | 601 | 601 | 1827 | 1827 | 1827 |
| Snoekbaars | Zijkanaal-I | Zijkanaal-I | 4/24/2020 | 3 | 523 | 330 | 659 | 1562 | 264 | 2781 |

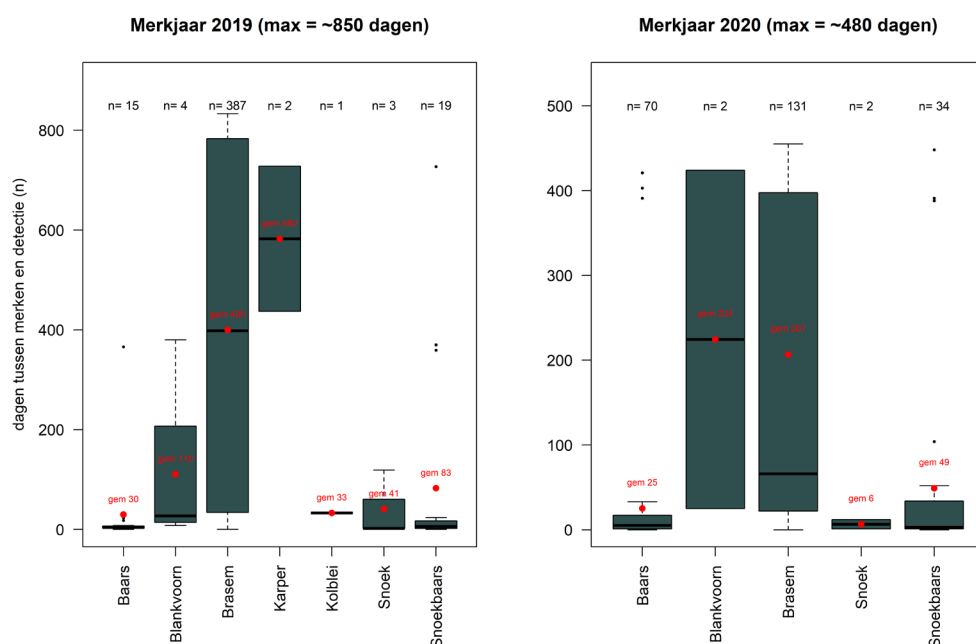
Tabel E Gemerkte vissen bij de Oranjesluizen in 2019 en 2020.

| | | | | | mean | min | max | mean | min | max |
|--------------|---------------|---------------|-----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| soort | vangstlocatie | uitzetlocatie | datum | n | L(mm) | L(mm) | L(mm) | W(gr) | W(gr) | W(gr) |
| Baars | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 3 | 273 | 234 | 348 | 282 | 174 | 488 |
| Blankvoorn | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 91 | 221 | 170 | 296 | 135 | 52 | 268 |
| Brasem | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 114 | 334 | 209 | 616 | 546 | 90 | 2889 |
| Dunlipharder | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 4 | 674 | 656 | 686 | 2831 | 2550 | 3048 |
| Hybride | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 1 | 354 | 354 | 354 | 473 | 473 | 473 |
| Kolblei | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 1 | 195 | 195 | 195 | 101 | 101 | 101 |
| Roofblei | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 3 | 592 | 533 | 669 | 2828 | 1309 | 4760 |
| Snoek | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 3 | 582 | 466 | 789 | 1706 | 698 | 3605 |
| Snoekbaars | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 8 | 390 | 314 | 440 | 426 | 220 | 548 |
| Winde | westzijde | westzijde | 4/25/2019 | 7 | 485 | 408 | 550 | 1500 | 998 | 2175 |
| Baars | oostzijde | oostzijde | 5/10/2019 | 10 | 213 | 160 | 288 | 126 | 44 | 266 |
| Blankvoorn | oostzijde | oostzijde | 5/10/2019 | 245 | 203 | 153 | 1991 | 88 | 38 | 824 |
| Brasem | oostzijde | oostzijde | 5/10/2019 | 31 | 346 | 194 | 524 | 597 | 71 | 2096 |
| Hybride | oostzijde | oostzijde | 5/10/2019 | 1 | 244 | 244 | 244 | 160 | 160 | 160 |
| Baars | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 5 | 266 | 241 | 286 | 255 | 176 | 332 |
| Blankvoorn | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 49 | 226 | 159 | 282 | 150 | 45 | 307 |
| Bot | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 1 | 265 | 265 | 265 | 190 | 190 | 190 |
| Brasem | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 79 | 360 | 189 | 625 | 738 | 57 | 2921 |
| Dunlipharder | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 1 | 655 | 655 | 655 | 2660 | 2660 | 2660 |
| Houting | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 4 | 445 | 385 | 482 | 890 | 616 | 1134 |
| Roofblei | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 1 | 505 | 505 | 505 | 1115 | 1115 | 1115 |
| Snoek | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 1 | 447 | 447 | 447 | 650 | 650 | 650 |
| Winde | westzijde | westzijde | 5/20/2019 | 1 | 480 | 480 | 480 | 1816 | 1816 | 1816 |
| Baars | oostzijde | oostzijde | 5/24/2019 | 5 | 212 | 171 | 274 | 132 | 59 | 270 |
| Blankvoorn | oostzijde | oostzijde | 5/24/2019 | 73 | 220 | 162 | 340 | 129 | 41 | 491 |
| Brasem | oostzijde | oostzijde | 5/24/2019 | 53 | 406 | 200 | 595 | 866 | 412 | 2242 |
| Roofblei | oostzijde | oostzijde | 5/24/2019 | 1 | 353 | 353 | 353 | 387 | 387 | 387 |
| Brasem | westzijde | westzijde | 3/26/2020 | 50 | 498 | 416 | 656 | 1559 | 844 | 4505 |
| Roofblei | westzijde | westzijde | 3/26/2020 | 1 | 648 | 648 | 648 | 2710 | 2710 | 2710 |
| Snoekbaars | westzijde | westzijde | 3/26/2020 | 25 | 516 | 433 | 740 | 1310 | 660 | 4132 |
| Baars | westzijde | westzijde | 5/25/2020 | 4 | 214 | 191 | 232 | 129 | 110 | 152 |
| Blankvoorn | westzijde | westzijde | 5/25/2020 | 60 | 243 | 159 | 351 | 192 | 48 | 560 |
| Brasem | westzijde | westzijde | 5/25/2020 | 64 | 288 | 174 | 458 | 287 | 68 | 1105 |
| Karper | westzijde | westzijde | 5/25/2020 | 3 | 703 | 534 | 836 | 2204 | 2204 | 2204 |
| Roofblei | westzijde | westzijde | 5/25/2020 | 2 | 356 | 341 | 370 | 401 | 332 | 470 |
| Blankvoorn | oostzijde | oostzijde | 5/25/2020 | 61 | 174 | 135 | 263 | 71 | 35 | 240 |
| Brasem | oostzijde | oostzijde | 5/25/2020 | 11 | 370 | 269 | 440 | 594 | 202 | 878 |
| Snoekbaars | oostzijde | oostzijde | 5/25/2020 | 1 | 334 | 334 | 334 | 270 | 270 | 270 |
| | | | | | | | | | | |
| Baars | divers | divers | totaal | 27 | 230 | 160 | 348 | 169 | 44 | 488 |
| Blankvoorn | divers | divers | totaal | 518 | 215 | 153 | 1991 | 120 | 38 | 824 |
| Bot | divers | divers | totaal | 1 | 265 | 265 | 265 | 190 | 190 | 190 |
| Brasem | divers | divers | totaal | 391 | 364 | 174 | 656 | 721 | 57 | 4505 |
| Dunlipharder | divers | divers | totaal | 5 | 670 | 655 | 686 | 2797 | 2550 | 3048 |
| Houting | divers | divers | totaal | 4 | 445 | 385 | 482 | 890 | 616 | 1134 |
| Hybride | divers | divers | totaal | 2 | 299 | 244 | 354 | 317 | 160 | 473 |
| Karper | divers | divers | totaal | 3 | 703 | 534 | 836 | 2204 | 2204 | 2204 |
| Kolblei | divers | divers | totaal | 1 | 195 | 195 | 195 | 101 | 101 | 101 |
| Roofblei | divers | divers | totaal | 8 | 499 | 341 | 669 | 1687 | 332 | 4760 |
| Snoek | divers | divers | totaal | 4 | 548 | 447 | 789 | 1442 | 650 | 3605 |
| Snoekbaars | divers | divers | totaal | 33 | 485 | 314 | 740 | 1095 | 220 | 4132 |
| Winde | divers | divers | totaal | 8 | 484 | 408 | 550 | 1540 | 998 | 2175 |

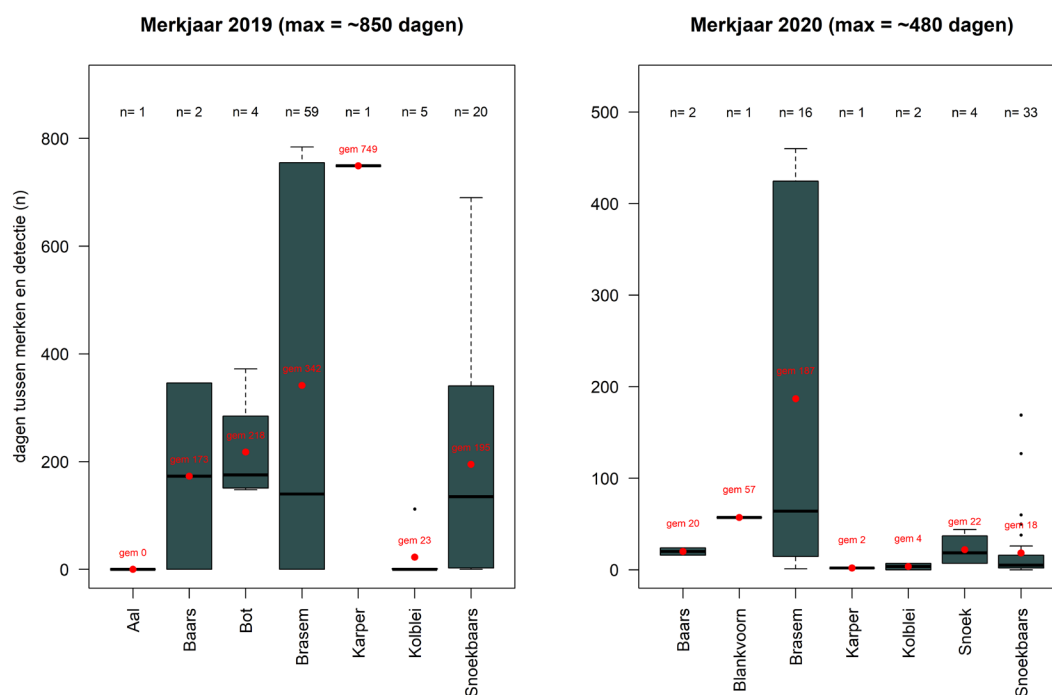
Bijlage B Tijd tussen eerste detectie op dag 1 (na merken/uitzetten op dag 0) en laatste detectie per locatie



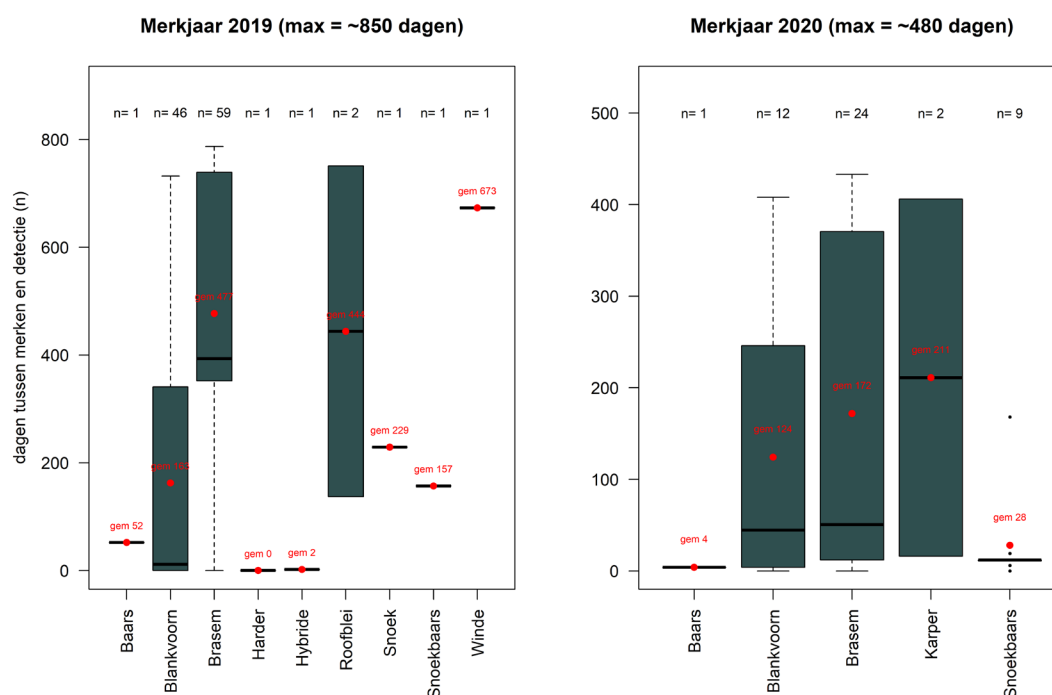
Figuur 0-1 Langste detectietijd (in dagen) van de individuele vissen, per soort en gescheiden voor de merkjaren 2019 en 2020 bij gemaal Halfweg. In rood: de gemiddelde langste detectietijd. NB. De schalen van de y-assen zijn niet gelijk.



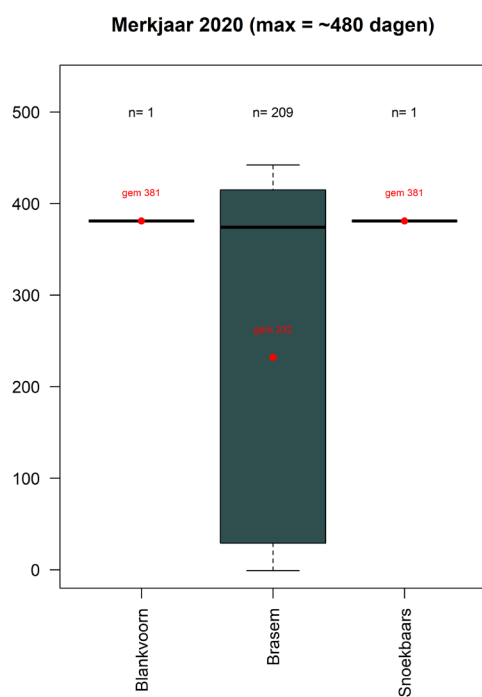
Figuur 0-2 Langste detectietijd (in dagen) van de individuele vissen, per soort en gescheiden voor de merkjaren 2019 en 2020 bij gemaal Kadoelen. In rood: de gemiddelde langste detectietijd. NB. De schalen van de y-assen zijn niet gelijk.



Figuur 0-3 Langste detectietijd (in dagen) van de individuele vissen, per soort en gescheiden voor de merkjaren 2019 en 2020 bij gemaal Nauerna. In rood: de gemiddelde langste detectietijd. NB. De schalen van de y-assen zijn niet gelijk.



Figuur 0-4 Langste detectietijd (in dagen) van de individuele vissen, per soort en gescheiden voor de merkjaren 2019 en 2020 bij Oranjesluizen. In rood: de gemiddelde langste detectietijd. NB. De schalen van de y-assen zijn niet gelijk.



Figuur 0-5 Langste detectietijd (in dagen) van de individuele vissen, per soort en gescheiden voor de merkjaar 2020 bij Zijkanaal-I. In rood: de gemiddelde langste detectietijd. NB. De schalen van de y-assen zijn niet gelijk.

Bijlage C Verspreiding vissen

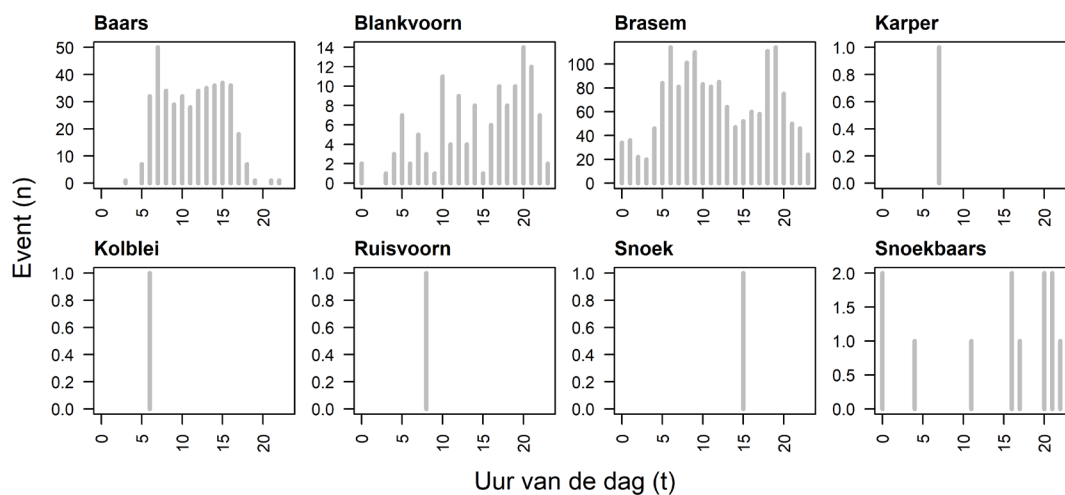
[illegible]

Bijlage D Analyse detecties incl. baars

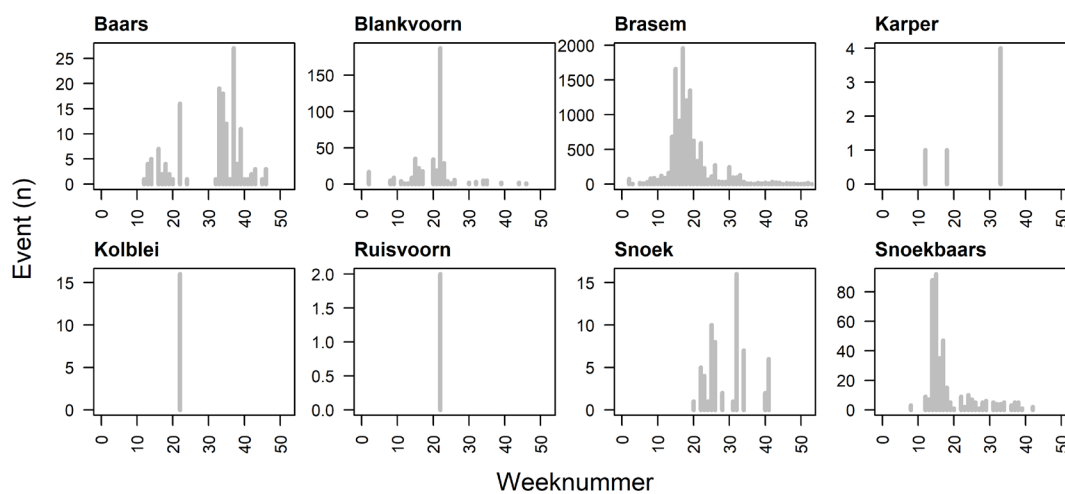
Halfweg

Figuren voor Halfweg incl. een baars #900_230000151294 die langdurig bij de vispassage is geweest.

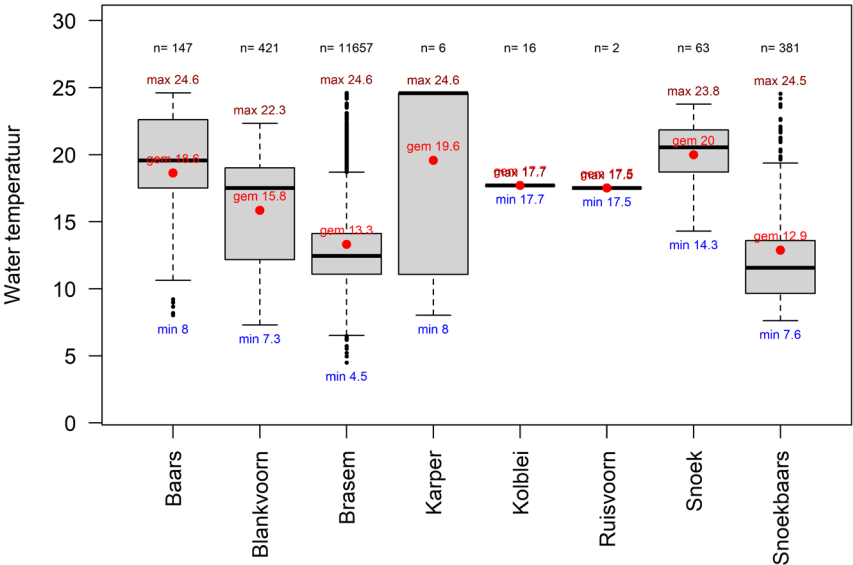
Vispassage: Aantal nieuwe events per uur per vissoort



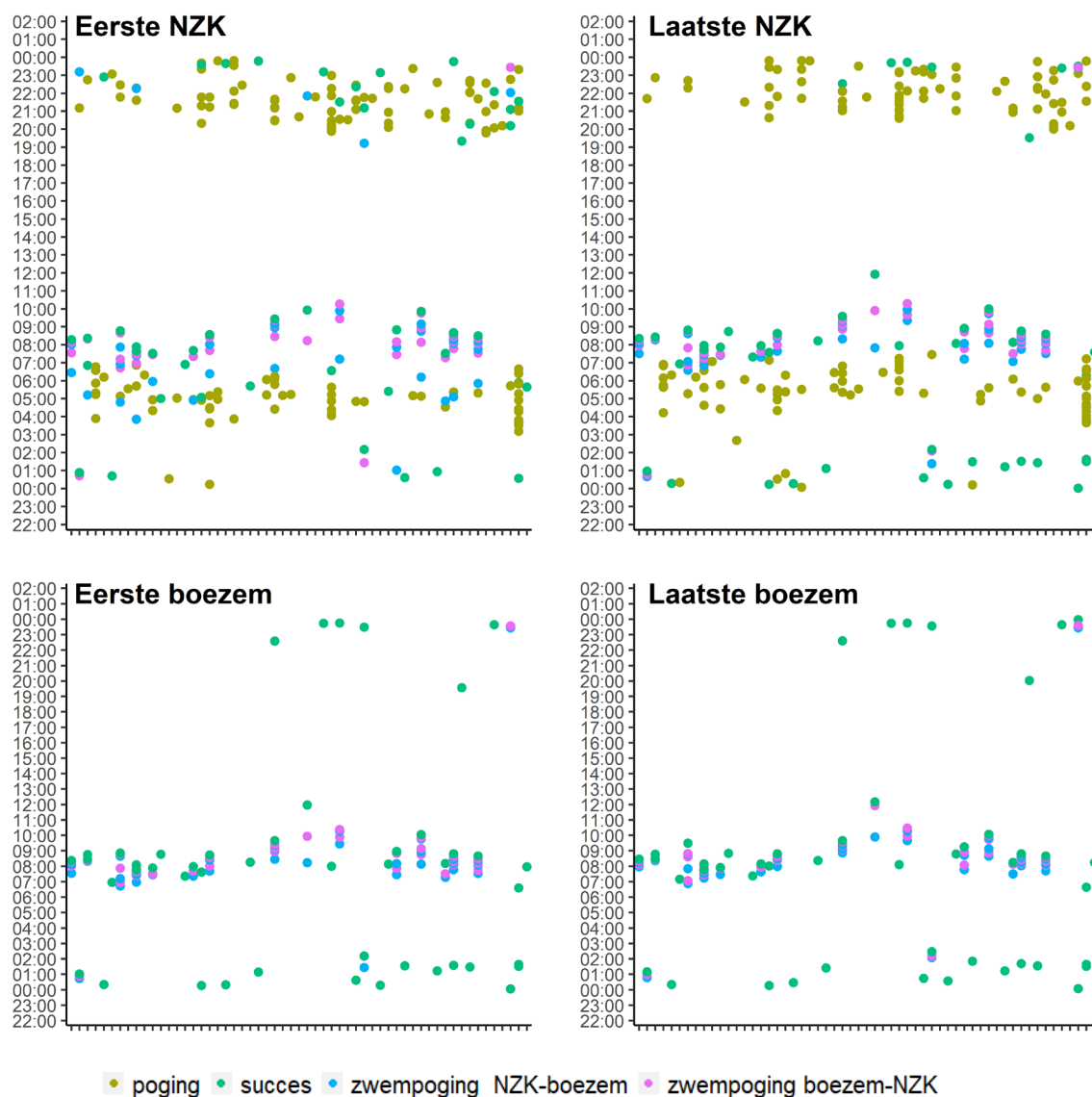
Gemaal: Aantal nieuwe events per week per vissoort



Watertemperatuur bij detectie event

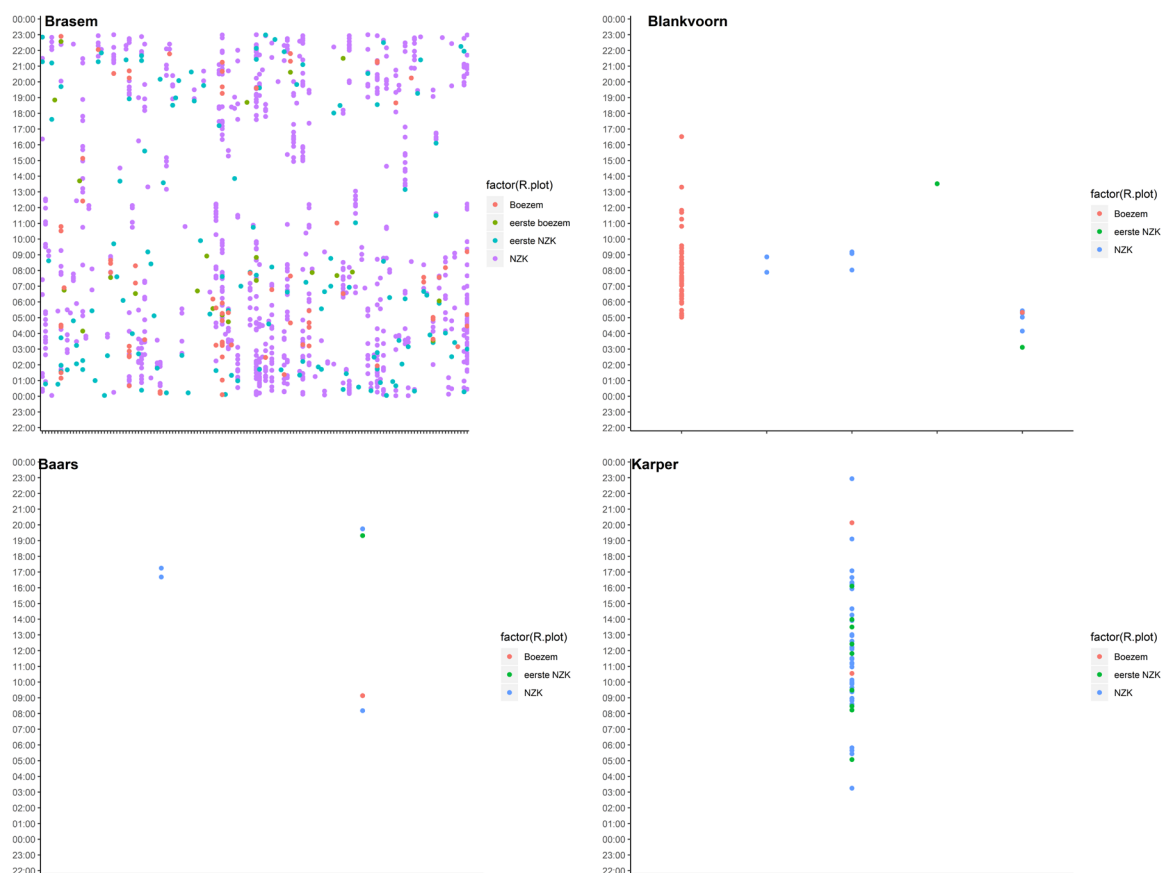


Bijlage E Detecties vispassage Kadoelen per uur

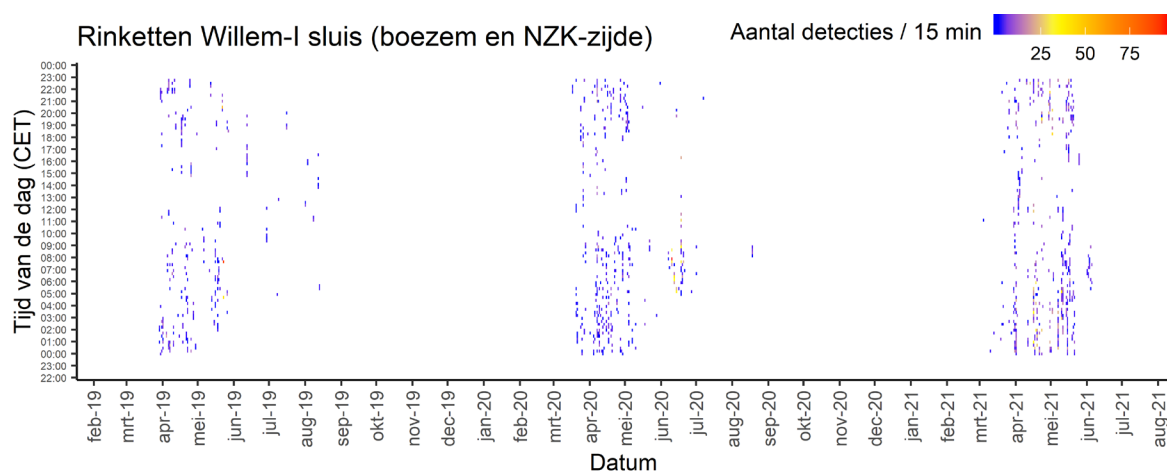


Figuur 0-1 De exacte tijden (UTC+1) bij de eerste en laatste detectie bij de ingang aan de NZK-zijde van de passage en de eerste en laatste detectie bij de uitgang van de vispassage aan de boezemzijde. Het betreft 37 brasems en 1 blankvoorn. Er wordt onderscheid gemaakt in het succes van een poging. Succes: een eerste en laatste detectie van een passage; Zwempoging NZK-boezem: de vis zwemt door de vispassage van het NZK naar de boezem maar passeert niet. Met andere woorden de vis zwemt hier 'heen'; Zwempoging boezem-NZK: de vis zwemt door de vispassage van de boezem naar het NZK maar passeert niet. Met andere woorden de vis zwemt hier 'terug'. Er zijn vissen die de passage twee- of driemaal zijn gepasseerd.

Bijlage F Willem I-sluis detecties per uur



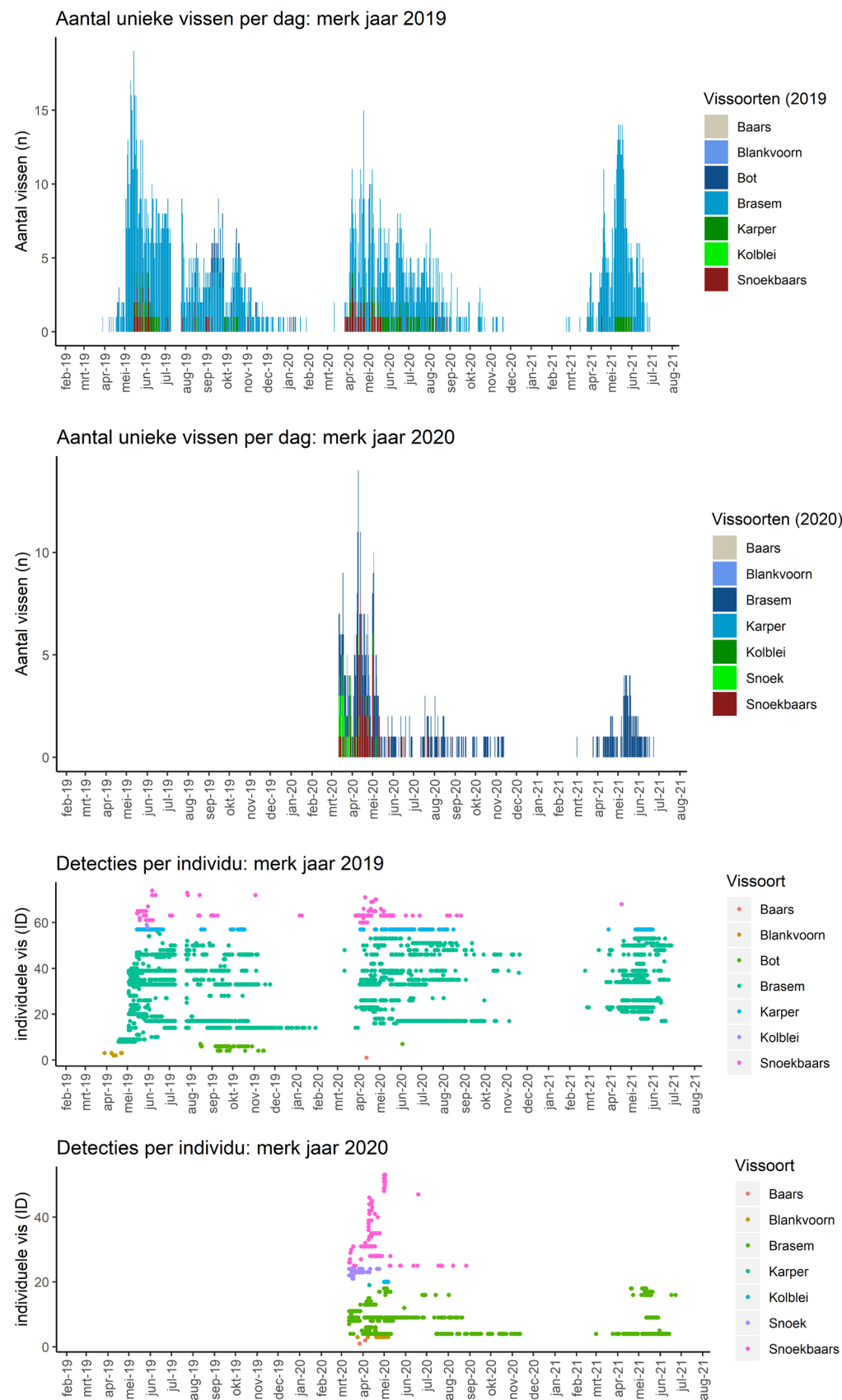
Figuur 0-1 Overzicht van de eerste detectietijden per event (5 minuten interval). Hierbij is onderscheid gemaakt naar vissoort, de zijde van detectie en of het een eerste of latere detectie betrof.



Figuur 0-2 Detecties bij de ingang van de vispassage

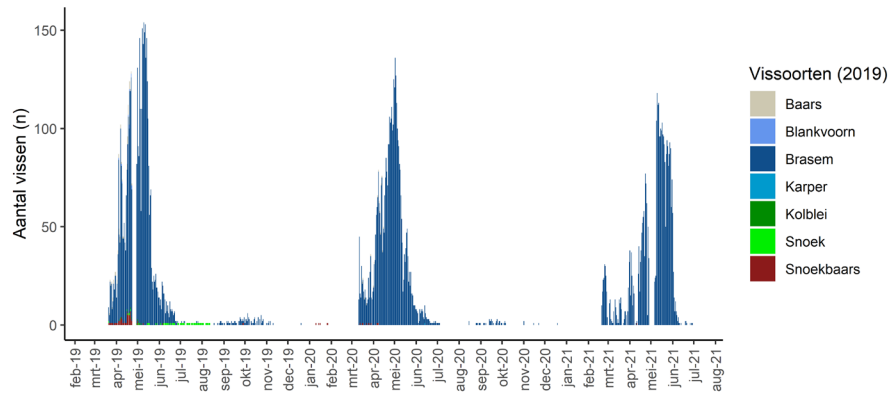
Bijlage G Unieke vissen per gebied

Nauerna

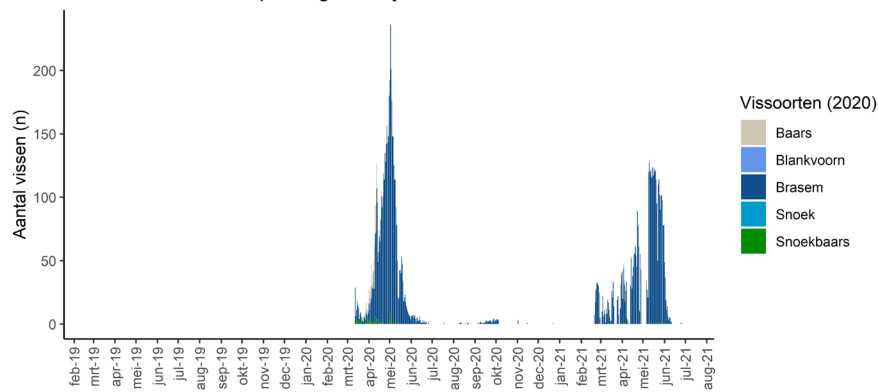


Kadoelen

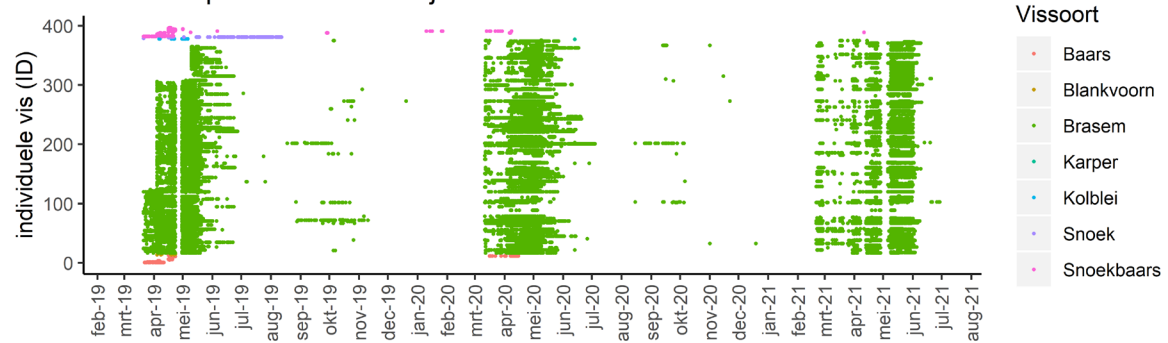
Aantal unieke vissen per dag: merk jaar 2019



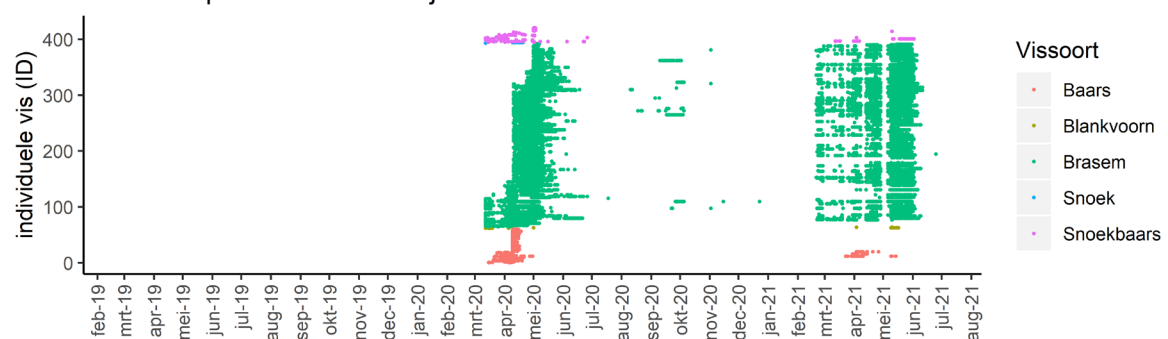
Aantal unieke vissen per dag: merk jaar 2020



Detecties per individu: merk jaar 2019

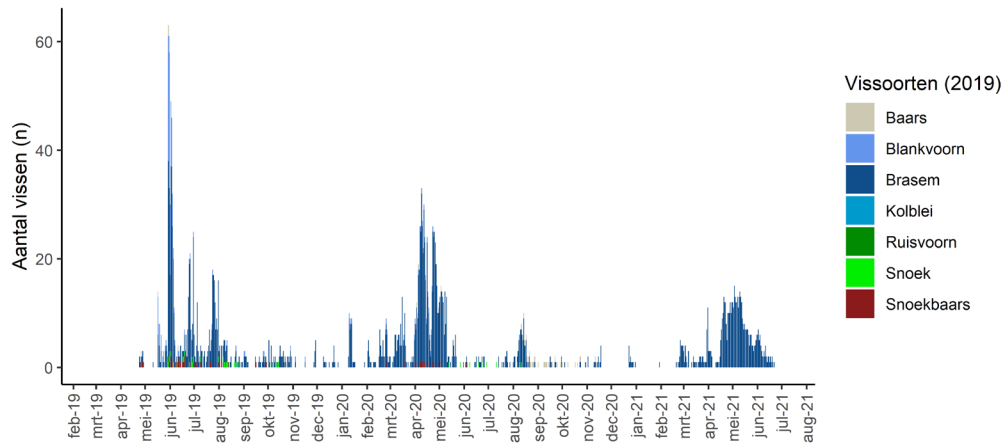


Detecties per individu: merk jaar 2020

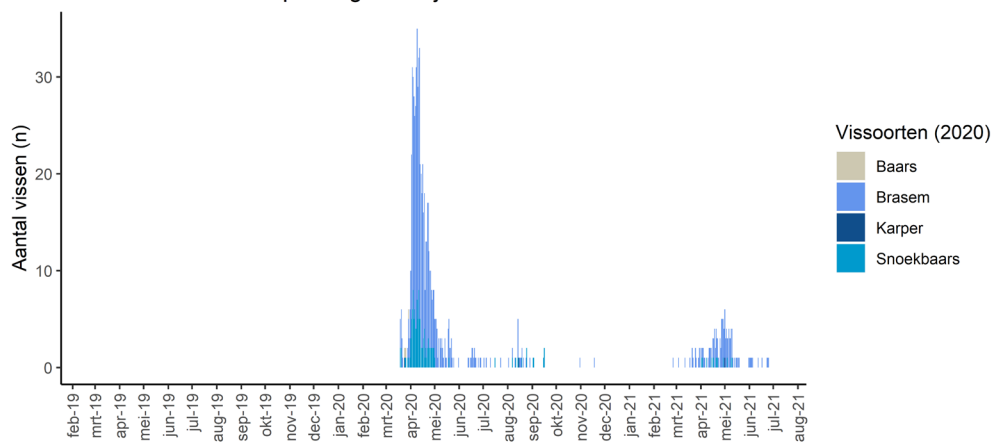


Halfweg

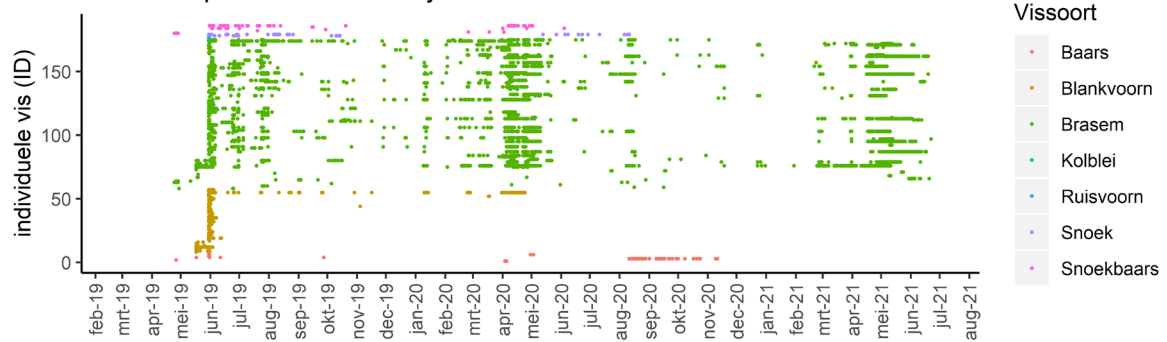
Aantal unieke vissen per dag: merk jaar 2019



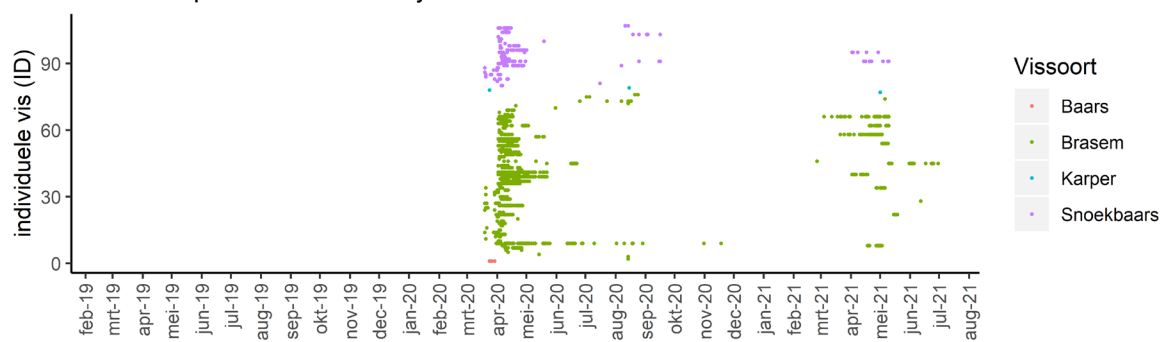
Aantal unieke vissen per dag: merk jaar 2020



Detecties per individu: merk jaar 2019

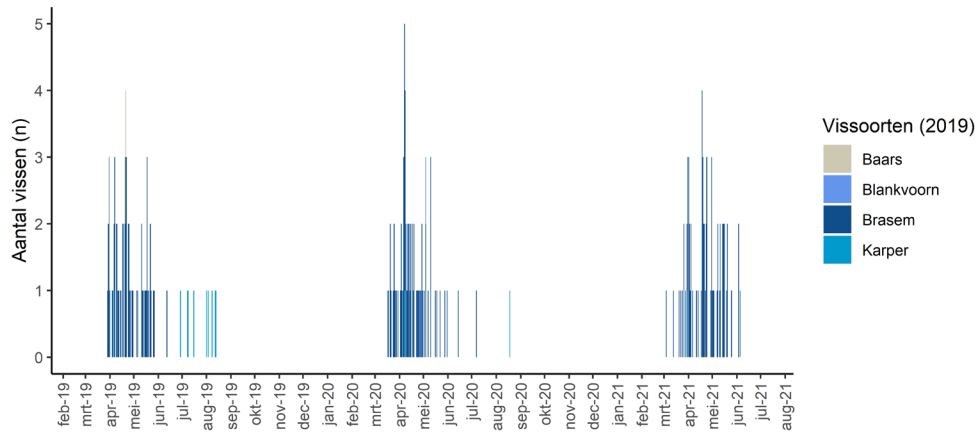


Detecties per individu: merk jaar 2020

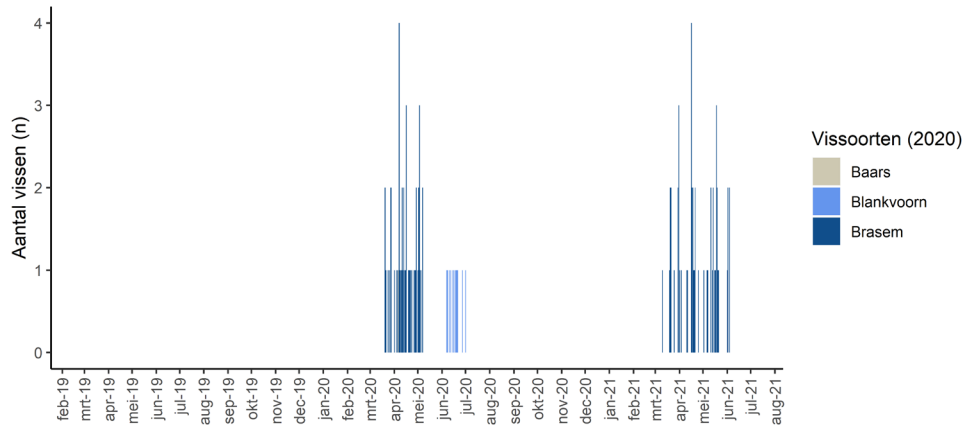


Willem I-sluis

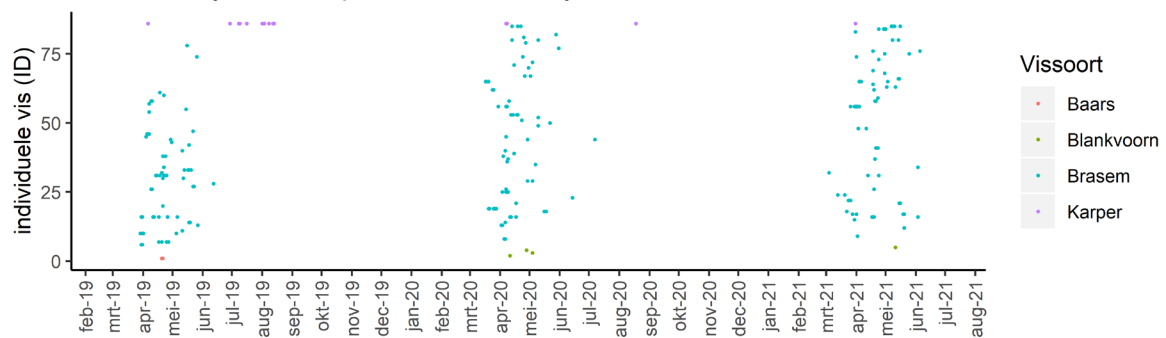
Aantal unieke vissen per dag rinketten: merk jaar 2019



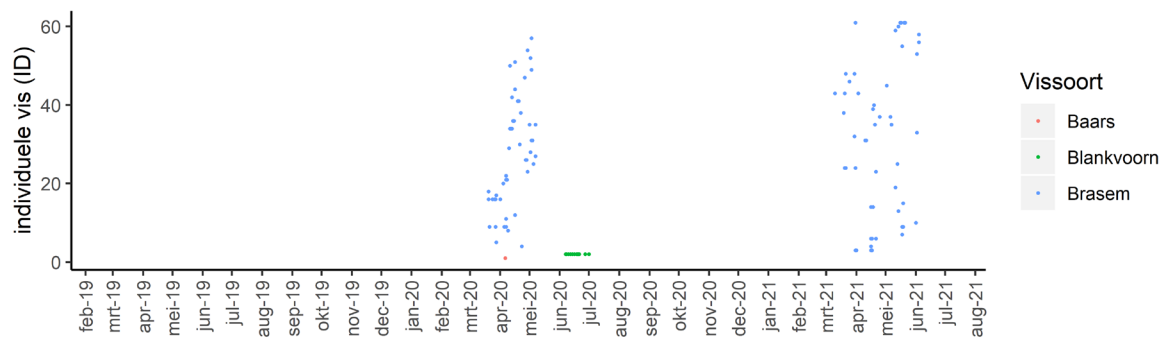
Aantal unieke vissen per dag rinketten: merk jaar 2020



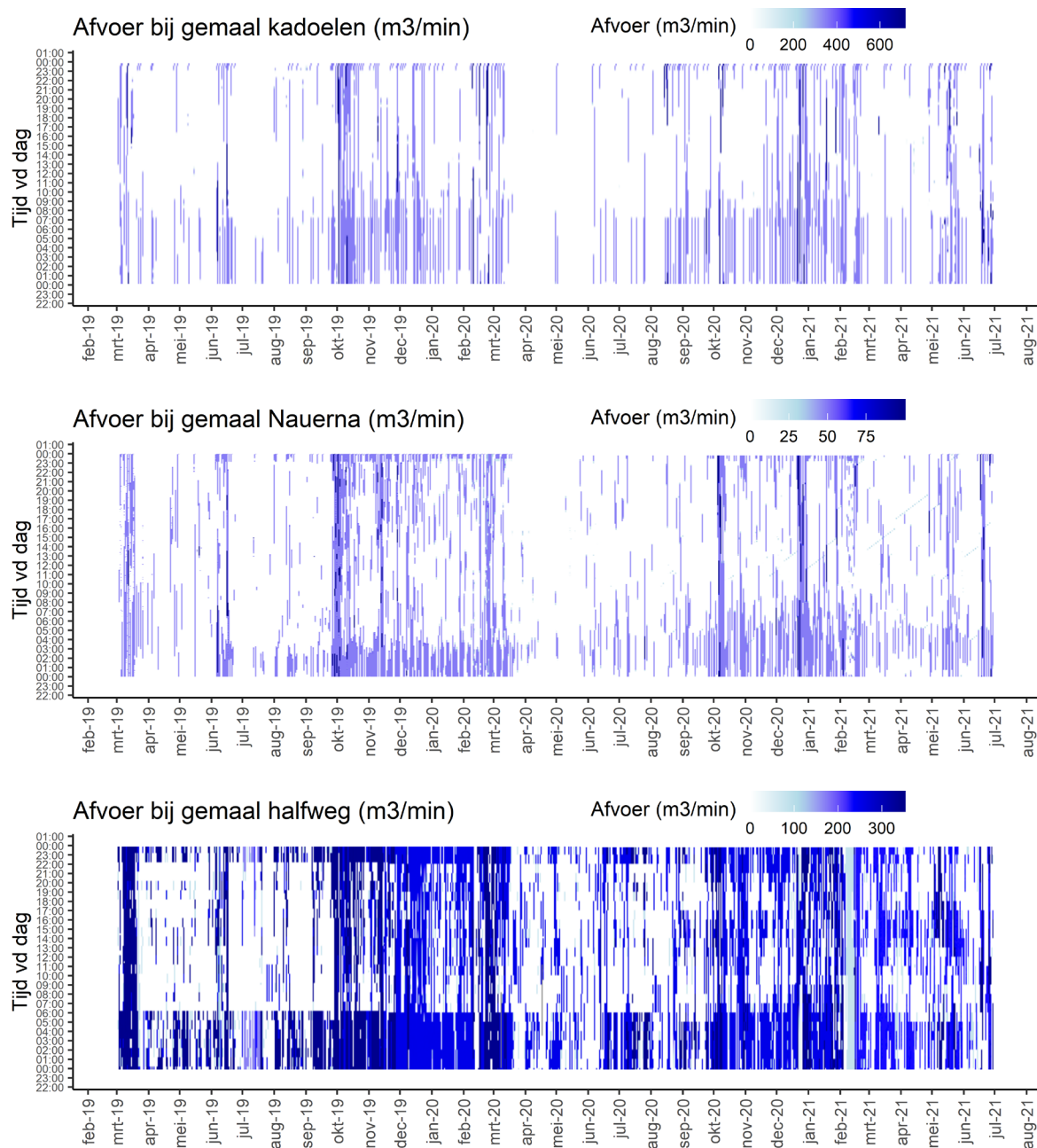
Detecties bij rinketten per individu: merk jaar 2019



Detecties bij rinketten per individu: merk jaar 2020



Bijlage H Afvoer gemalen



Bijlage I Werking vispassages

Willem I-sluis

| Datum | Tijdstip | Positie sluisdeur | Maatregel | Doel |
|-----------------|---------------|-------------------|--------------|---------------------------------|
| 15 feb - 31 mei | 18.00u-23.00u | Boven | 100% open | Vissen kunnen sluis inzwemmen |
| 15 feb - 31 mei | 18.00u-23.00u | Beneden | 5-10 cm open | T.b.v. van lokstroom |
| 15 feb - 31 mei | 23.00-02.00u | Boven | dicht | Vissen kunnen niet terugzwemmen |
| 15 feb - 31 mei | 23.00-02.00u | Beneden | 100% open | Vissen kunnen sluis uitzwemmen |
| 15 feb - 31 mei | 02.00-05.00u | | | Bovenstaande herhaalt zich |
| 15 feb - 31 mei | 05.00- 08.00u | | | Bovenstaande herhaalt zich |
| 15 feb - 31 mei | 08.00-18.00u | Boven | 100% open | Ruststand |
| 15 feb - 31 mei | 08.00-18.00u | Beneden | dicht | Ruststand |
| 1 sept - 15 dec | 18.00u-23.00u | Boven | 5-10 cm open | T.b.v. van lokstroom |
| 1 sept - 15 dec | 18.00u-23.00u | Beneden | 100% open | Vissen kunnen sluis inzwemmen |
| 1 sept - 15 dec | 23.00-02.00u | Boven | 100% open | Vissen kunnen sluis uitzwemmen |
| 1 sept - 15 dec | 23.00-02.00u | Beneden | dicht | Vissen kunnen niet terugzwemmen |
| 1 sept - 15 dec | 02.00-05.00u | | | Bovenstaande herhaalt zich |
| 1 sept - 15 dec | 05.00- 08.00u | | | Bovenstaande herhaalt zich |
| 1 sept - 15 dec | 08.00-18.00u | Boven | dicht | Ruststand |
| 1 sept - 15 dec | 08.00-18.00u | Beneden | 100% open | Ruststand |

Schematisch weergegeven is bovenstaande regeling:

| Periode 1 sept-15 dec (uittrekmodus): | | | | | |
|--|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | inzwemmen | uitzwemmen | inzwemmen | uitzwemmen | ruststand |
| benedenrinket | 100% | dicht | 100% | dicht | 100% |
| bovenrinket (NZK-zijde) | 5-10 cm | 100% | 5-10 cm | 100% | dicht |
| starttijd (1/9-28/10) | 17:00 | 22:00 | 1:00 | 4:00 | 7:00 |
| starttijd (29/10-15/12) | 18:00 | 23:00 | 2:00 | 5:00 | 8:00 |
| Periode 15 dec-15 feb: vispassage in ruststand | | | | | |
| Periode 15 feb-31 mei (intrekmodus): | | | | | |
| | inzwemmen | uitzwemmen | inzwemmen | uitzwemmen | ruststand |
| benedenrinket | 5-10 cm | 100% | 5-10 cm | 100% | dicht |
| bovenrinket (NZK-zijde) | 100% | dicht | 100% | dicht | 100% |
| starttijd (15/2-26/3) | 18:00 | 23:00 | 2:00 | 5:00 | 8:00 |
| starttijd (26/3-31/5) | 17:00 | 22:00 | 1:00 | 4:00 | 7:00 |

Kadoelen

Vispassage

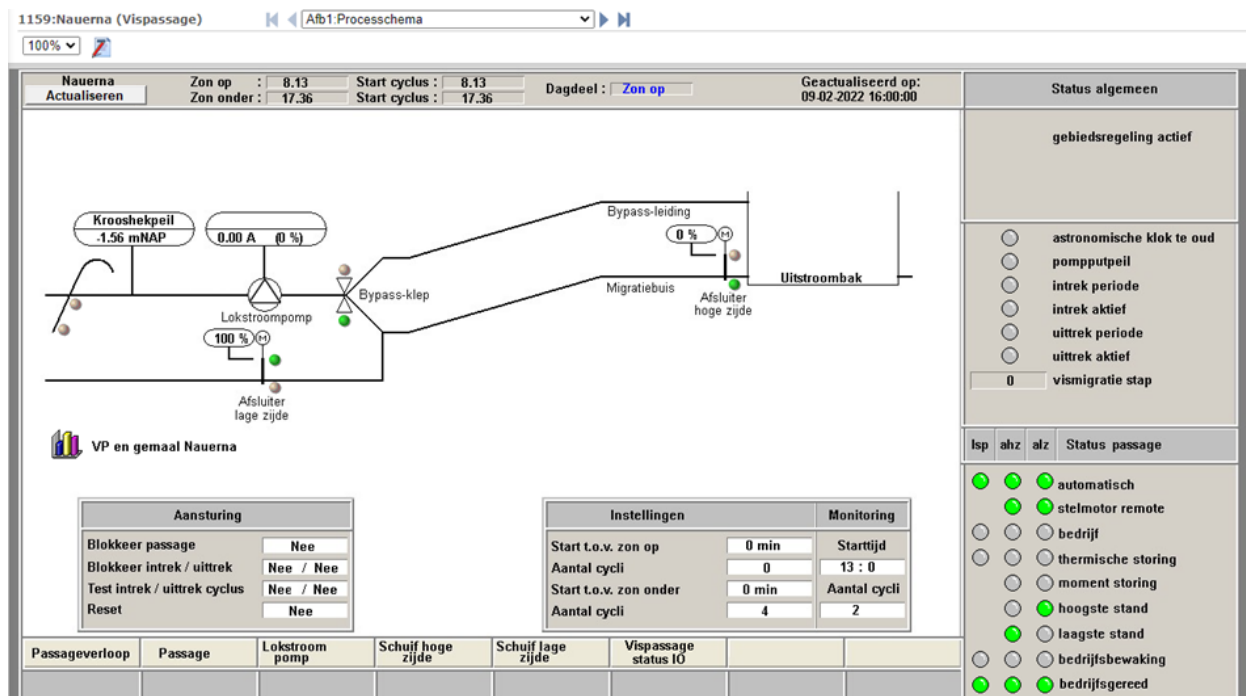
Type: sluisvispassage. Vispassage werkt 2 maal per dag voor/rond zonsopgang en na/rond zonsondergang op basis van een astronomische klok in de telemetrische aansturing. Gedurende 4 uur worden dan enkele schutcycli uitgevoerd. In het voorjaar wordt daarbij gebruik gemaakt van een lokstroompomp (debiet 30-50 m³/uur) en in het najaar van een lekdebet vanuit het NZK. De schuifregeling van de vispassage is volgens tabel 2.

Tabel 2 Vispassageregeling Vispassage Kadoelen

| | bij zon onder | 3 uur na zon onder | 4 uur na zon onder | 6 uur voor zon op | 3 uur voor zon op | 2 uur voor zon op |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|
| Najaar, uittrek | inzwemmen van boezem | uitzwemmen naar NZK | ruststand | inzwemmen van boezem | uitzwemmen naar NZK | ruststand |
| benedenschuif | 100% | dicht | 100% | 100% | dicht | 100% |
| bovenschuif (NZK-zijde) | 5-10 cm | 100% | dicht | 5-10 cm | 100% | dicht |
| Voorjaar, intrek | inzwemmen van NZK | uitzwemmen naar boezem | ruststand | inzwemmen van NZK | uitzwemmen naar boezem | ruststand |
| benedenschuif | dicht* | 100% | 100% | dicht* | 100% | 100% |
| bovenschuif (NZK-zijde) | 100% | dicht | dicht | 100% | dicht | dicht |
| | dicht*: lokstroompomp aan | | | | | |

Nauerna

Schematische tekening van de vispassage en bedieningsprotocol.



1159: **Nauerna** (Vispassage) Afb2: Passage Basisgegevens

100%

Nauerna (Vispassage)
Actualiseren

Krooshep peil ☐ -1.55 mNAP

Zon op 453 min 7.33
Zon onder 1035 min 17.15

☐ Astronomische klok te oud

Start ochtend cyclus 7.33
Start avond cyclus 17.15
Start monitoring 13.00

☒ Vispassage bedrijfs gereed
☐ Vispassage blokkerende storing

☐ Intrek periode
☐ Vismigratie intrek cyclus
☐ Vismigratie intrek test cyclus
☒ Uittrek periode
☒ Vismigratie uittrek cyclus
☐ Vismigratie uittrek test cyclus

Passageverloop Processchema Status IO

Geactualiseerd op: 01-11-2021 13:15:00

Afsluiter lage zijde stand 100 %
☐ Aansturing omhoog
☐ Aansturing omlaag

Afsluiter hoge zijde stand 11 %
☐ Aansturing omhoog
☐ Aansturing omlaag

Instellingen

Blokkeer passage ☐ Nee
Test passageverloop ☐ Nee ☐ Nee
Reset ☐ Nee

| Periode | | Intrek | Uittrek |
|---------|-------|--------|---------|
| begin | maand | 2 | 8 |
| | dag | 15 | 1 |
| einde | maand | 7 | 12 |
| | dag | 31 | 31 |

Ochtend cyclus
start t.o.v. zon op (+/-)
aantal cycli

Avond cyclus
start t.o.v. zon onder (+/-)
aantal cycli

Monitoring
starttijd
aantal cycli

| Passage | Intrek | Uittrek |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Lokstroomtijd | <input type="text" value="30 min"/> | <input type="text" value="30 min"/> |
| Passagetijd | <input type="text" value="30 min"/> | <input type="text" value="30 min"/> |
| Afsluiter hoge zijde lokstroomstand | <input type="text" value="11 %"/> | |
| Afsluiter lage zijde passagestand | | <input type="text" value="0 %"/> |

Monteur aanwezig opheffen ☐ Nee

Migratie cyclus

Handwritten notes (red text):

- Ochtend cyclus 0 min, 0 cycli
- Avond cyclus start 0 min 4 cycli vanaf zonsondergang
- Monitoring start 13:00u 2 cycli
- Cyclus bestaat uit 30min lokken 30 minuten "doorzwemmen" lokken voorjaar = lokstroom
- lokken najaar = lekstroom met 11% geopende schuif NZK zijde

Navigation: Overzicht Kaart Geografisch Foto

Halfweg

Vispassage Halfweg is 24 uur/jaarrond continu in bedrijf.

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'
