Vlaanderen
is wetenschap

Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma visserij 2024

Lore Vandamme, Stijn Bruneel, Isaac Vermeulen, Pieterjan Verhelst, Ine Pauwels, David Buysse, Sarah Broos, Kaat Thienpont, Johan Auwerx, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Mylan Lyssens, Nico De Maerteleire & Johan Coeck

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:
Lore Vandamme, Stijn Bruneel, Isaac Vermeulen, Pieterjan Verhelst, Ine Pauwels, David Buysse, Sarah Broos, Kaat Thienpont, Johan Auwerx, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Mylan Lyssens, Mylan De Maerteleire, Johan Coeck

Reviewers:
Marieke Desender

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:
INBO Brussel, Herman Teirlinckgebouw, Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel, België
vlaanderen.be/inbo

e-mail:
stijn.bruneel@inbo.be

Wijze van citeren:
Vandamme, L., Bruneel, S., Vermeulen, I., Verhelst, P., Pauwels, I., Buysse, D., Broos, S., Thienpont, K., Auwerx, J., Plaetinck, S., Rosseel, D., Lyssens, M., De Maerteleire, M. & Coeck, J. (2025). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma visserij 2024. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2025 (62). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
doi.org/10.21436/inbor.133803560

D/2025/3241/402
Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2025 (62)
ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:
Hilde Eggermont

Foto cover:
INBO

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:
ANB

AGENTSCHAP
NATUUR & BOS

Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie.

INSTITUUT
NATUUR- EN
BOSONDERZOEK

WETENSCHAPPELIJKE ONDERBOUWING EN ONDERSTEUNING VAN HET VISSERIJBELEID EN HET VISSTANDBEHEER: ONDERZOEKSPROGRAMMA VISSERIJ 2024

Lore Vandamme, Stijn Bruneel, Isaac Vermeulen, Pieterjan Verhelst, Ine Pauwels, David Buysse, Sarah Broos, Kaat Thienpont, Johan Auwerx, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Mylan Lyssens, Mylan De Maerteleire, Johan Coeck

doi.org/10.21436/inbor.133803560

Vlaanderen
is wetenschap

vlaanderen.be/inbo

Dankwoord

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de bereidwillige medewerking van enkele personen, die wij hiervoor specifiek willen danken.

Ook dit jaar konden we rekenen op de inzet van de vrijwilligers voor de glasaalmonitoring aan het Iepersas op de IJzer. Dank jullie wel om jullie vangsten ter beschikking te stellen, en voor jullie inzet voor dit onderzoek en de palingpopulatie. In het bijzonder danken wij Ronny de Jonghe voor zijn jarenlange toegewijde inzet. Dankzij de grote toewijding van vrijwilliger Dirk Verhaeghe konden we de glasaal- en elverintrek monitoren ter hoogte van de Stenensluisvaart.

Dirk Vansintjan zorgde voor een aangepast waterpeil waar nodig waardoor het plaatsen van de antennes in Rotselaar vlot kon verlopen. Veel dank daarvoor.

Onze oprechte dank gaat ook naar de vele vrijwilligers die hebben meegeholpen met het zoeken naar kwabaallarven met behulp van de lichtvallen. Dankzij hen konden we een groot deel van het stroomgebied bemonsteren.

Ook bij het plaatsen en controleren van de beekforeleitjes in de IJse en Molenbeek konden we weer rekenen op de hulp van vrijwilligers. We willen François Stuckens in het bijzonder danken voor zijn hulp en interesse.

Samenvatting

Dit rapport bespreekt de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in 2024 door de onderzoeksgroep Aquatisch Beheer. Dit liep in het kader van de overeenkomst rond de wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer in opdracht van het Agentschap Natuur en Bos en het Visserijfonds. Deze rapportage behandelt twee grote onderzoeksluiken: onderzoek i.v.m. de implementatie van het palingbeheerplan (in het kader van de Europese Palingverordening), en onderzoek rond de soortherstelprogramma's van stroomminnende vissoorten.

Voor het **palingbeheerplan** hebben we een jaarlijks overzicht gemaakt van de omvang van het aangepaste spuibeheer dat op de verschillende plaatsen in 2024 werd uitgevoerd. Op basis hiervan maakten we een inschatting van de hoeveelheid glasaal die daardoor onze waterlopen kon optrekken. Daarnaast volgden we de aantallen op van glasalen (ca. 7 mm lange, doorzichtige palingen die onze rivieren en kanalen koloniseren) en elvers (jonge palingen van max. 38 cm die al volledig gepigmenteerd zijn) m.b.v. palinggoten op specifieke locaties in Veurne-Ambacht en de Stenensluisvaart. Ook startten we met een PIT-telemetriestudie aan de waterkrachtcentrale van Rotselaar in de Dijle waarbij we jonge, stroomopwaarts migrerende palingen zenderen om inzicht te krijgen in hun gebruik van de aanwezige vistrap.

Palingbeheerplan: Opvolgen aangepast spuibeheer

De Europese palingpopulatie kent al tientallen jaren een sterke daling. Een van de kritische factoren die het herstel van de populatie verhindert, is de beperking van de stroomopwaartse migratie van glasaal. In 2012 werd voor de eerste keer aangepast spuibeheer toegepast: door sluisdeuren op een kier te zetten wanneer het waterniveau van de zee gelijk aan en hoger staat dan het waterniveau van de rivier, worden potentiële intrekroutes gecreëerd ter hoogte van uitwateringsconstructies. Dit bleek een kostenefficiënte en effectieve manier om stroomopwaartse glasaalmigratie te verbeteren, zonder risico op verzilting van de polders door de instroom van zeewater. Het Agentschap voor Natuur en Bos wil de uitvoering van deze beheeroplossing kunnen opvolgen. Daarom werden de waterbeheerders gevraagd om verschillende gegevens bij te houden. Dit luik biedt een overzicht van het uitgevoerde aangepaste spuibeheer. Daarnaast maken we ook een ruwe schatting van de aantallen glasalen die mogelijks onze waterlopen konden opzwemmen dankzij dit uitgevoerde beheer. Tussen 1 maart en 15 mei 2024 konden door dit aangepast spuibeheer naar schatting in totaal 671.014 glasalen stroomopwaarts migreren. Dit waren er bijna 9500 voor het Afleidingskanaal van de Leie, meer dan 270.000 voor de IJzer, 80.000 voor Kanaal Gent-Oostende, 116.000 voor de Noordede en 23.000 voor het Leopoldkanaal. In Veurne-Ambacht werden gedurende dezelfde periode 176.649 glasaaltjes gevangen.

Palingbeheerplan: Intrek van glasaal in het Kanaal Veurne-Ambacht

Voorgaand onderzoek (programma 2016 – 2023) toonde aan dat (1) met een aangepast spuibeheer ter hoogte van de Ganzenpoot opmerkelijk meer glasaal het afvoerkanaal Veurne-Ambacht kan koloniseren en (2) ter hoogte van het pompgemaal de optrekkende glasalen opgevangen kunnen worden met palinggoten zodat ze stroomopwaarts van het gemaal in de polder uitgezet kunnen worden. In het voorjaar van 2024 (eind februari tot eind juni) monitorden we met behulp van vrijwilligers de intrek van glasaal in het afvoerkanaal van

Veurne-Ambacht. In totaal werden maar liefst 179.514 glasaaltjes (of zo'n 59,24 kg) gevangen en overgezet door de vrijwilligers. Dit is meer dan een verdubbeling ten opzichte van 2023 en 4,5 keer zo veel als in 2022.

Aan het Iepersas op de IJzer wordt al sinds 1964 de glasaalintrek gemonitord door vrijwilligers met behulp van een sleepnet. Het aantal varieert jaarlijks, maar blijft al 20 jaar laag. In 2024 werden in totaal 1422 glasaaltjes gevangen met 145 slepen of treks. De totale vangst in 2023 bedroeg 1411 stuks met 215 trekken. In 2024 werd dus een nagenoeg gelijk aantal glasaaltjes gevangen als in 2023, maar met een opmerkelijk lagere inspanning.

Palingbeheerplan: Onderzoek naar de intrek van glasalen en elvers ter hoogte van de watermolenstuw op de Dijle in Rotselaar

De watermolenstuw op de Dijle in Rotselaar is een potentieel migratieknelpunt dat een aantal jaren geleden passeerbaar werd gemaakt voor vis door de aanleg van een vistrap rond de molenstuw. Nu ook in Leuven de vismigratieknelpunten passeerbaar gemaakt werden, is in principe de volledige Dijle in Vlaanderen optrekbaar voor vissen. Recent onderzoek naar de werking van enkele vismigratievoorzieningen in de Dijle toonde echter aan dat de vistrap ter hoogte van de molenstuw in Rotselaar (2^{e} knelpunt vanuit zee) slechts in beperkte mate gebruikt wordt door glasalen en elvers die de rivier optrekken.

In februari 2024 werden vijf PIT-antenne-installaties geplaatst en getest. Met behulp van een palinggoot en substraten werden jonge palingen gevangen. Wanneer deze een lengte hadden van minstens 15 cm, werden ze voorzien van een PIT-tag. Na het taggen werden de dieren weer losgelaten op de vangstlocatie zodat we hun gedrag konden volgen wanneer ze over een antenne zwommen, en dat voor zolang ze de zender dragen. Dat is in principe tot ze terug naar zee trekken. Ook elvers gevangen in de IJzer (Woumen, Esen en Zarren) die minstens 15 cm waren, werden voorzien van een PIT-tag en ingezet voor de studie in Rotselaar. Daardoor beschikten we over voldoende elvers om tot betrouwbare inzichten te komen. Ook omgevingsdata zoals waterpeil stroomopwaarts en -afwaarts, neerslag en afvoer werden in de analyse opgenomen.

Er werden in totaal 732 elvers voorzien van een PIT-tag. Daarvan werden 341 individuen minstens eenmaal gedetecteerd op een van de antennes. Slechts 35 daarvan zijn gevangen te Rotselaar. De grote meerderheid was afkomstig van de IJzer. Een vierde van de gezenderde Dijle-elvers koos ervoor om niet naar de turbine maar naar de zijarm te trekken richting de stuw. Op één na kon geen enkele daarna rechtsomkeer maken en de vistrap vinden. Voor de individuen die de vistrap konden vinden, werden de ingangs- en passage-efficiëntie bepaald. De Dijle-elvers hadden een iets hogere ingangs-efficiëntie (94%) dan de IJzer-elvers (89%). De passage-efficiëntie daarentegen was bijna dubbel zo groot voor de Dijle-elvers (94% versus 56%). We bekeken ook de reistijd door individuen uit te zetten op de gewoonlijke uitzetlocatie en een locatie meer stroomafwaarts waarbij de te overbruggen afstand tweemaal zo groot was. Er was geen significant verschil in reistijd tussen de IJzer-elvers uitgezet op de twee locaties terwijl de verwachting is dat de reistijd voor sommigen twee keer zo lang zou zijn. We vermoeden dat de getransloceerde, gezenderde palingen tijd nodig hebben om te recupereren. De recuperatietijd is vermoedelijk vele malen groter dan de extra tijd die nodig was om de extra afstand af te leggen. We concluderen daaruit dat de getransloceerde palingen dus voldoende tijd nodig hebben om te recupereren na transport, verdoving en operatie.

Een precisie-analyse naar de power van de statistische testen geeft aan dat de 136 IJzer-elvers die in aanmerking kwamen, een voldoende groot aantal zijn voor een adequate analyse van de reistijd. De Dijle-elvers waren met slechts 11 in onvoldoende groot aantal aanwezig om representatief te zijn. Uit de precisie-analyse blijkt dat er minstens 40 individuen nodig zijn om een inschatting te kunnen maken. Ook om uitspraken te doen over de vispassage-efficiëntie en het bewegingsgedrag was het aantal Dijle-elvers te laag. Daarom wordt aanbevolen de studie te hernemen volgend jaar om een groter aantal Dijle-elvers te kunnen PIT-taggen en volgen.

Palingbeheerplan: Intrek van glasaal en elvers vanuit de IJzer naar het stroomgebied van de Stenensluisvaart en de Blankaart

Het gemaal van Woumen aan de Stenensluisvaart heeft een van de grootste te bemalen oppervlaktes van Vlaanderen. Het gebied stroomopwaarts van dit gemaal, dat onder andere de Blankaart bevat, vormt een netwerk van poldersloten dat zeer geschikt opgroeigebied voor paling is. De kolonisatie van het gebied door paling wordt echter belemmerd door het gemaal dat overtollig water van het gebied naar de IJzer verpompt. Dit gemaal bestaat uit een schroef die mogelijks bijna 100% mortaliteit veroorzaakt, maar zou in 2025 visveiliger worden gemaakt door de waterbeheerder (VMM) voor stroomafwaarts migrerende palingen. In 2022 werd hier een experimentele goot geplaatst en de vangst van jonge paling gemonitord. In 2024 werd (net als in 2023) met behulp van een vrijwilliger gekeken hoeveel jonge palingen (glasaaltjes en elvers) de Stenensluisvaart willen optrekken. In 2024 werd 39,36 kg jonge paling gevangen met behulp van de palinggoot en overgezet naar de binnenwateren. Dit wordt geschat op 16.891 individuen. Dit is het dubbele van wat we aantroffen in 2022, maar een stuk minder dan de vangst in 2023 (meer dan 167 kg elvers of een schatting van 36 614 individuen). Glasaal werd gevangen in april en mei. De goot blijkt goed te werken. We bevelen daarom sterk een permanente constructie aan, eventueel met geleidingsbuis zodat de dieren zonder tussenkomst van de mens de binnenwateren kunnen optrekken.

In het kader van het **soortherstelprogramma** zetten we het onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete verder. Er werd gezocht naar kwabaallarven in de bovenloop van de Grote Nete met behulp van vrijwilligers en lichtvallen. In de zomer werden ook twintig trajecten afgevist in de bovenloop om a.d.h.v. lengtefrequentiedistributie te kunnen nagaan hoe het met de aanwezige populatie is gesteld. Daarnaast werd ook de ontwikkeling van beekforeleitjes in het stroomgebied van de Ijse en de Molenbeek geëvalueerd.

Soortherstel: Onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal

In 2005 werd een herintroductieprogramma opgestart voor de kwabaal. Sinds enkele jaren vinden we natuurlijke reproductie in het stroomgebied van de Grote Nete. Het aantal larven of juvenielen dat we vinden is doorgaans echter zeer laag. Net zoals voorgaande jaren onderzochten we in 2024 waar kwabaal zich zou hebben voortgeplant. In 2024 kregen we daarbij de hulp van een groot aantal vrijwilligers. We gaven hen informatie over de soort en deden de opzet van de studie uit de doeken op een infomoment te Meerhout. Daarna gingen de vrijwilligers met lichtvallen aan de slag op verschillende plaatsen in het stroomgebied van de Grote Nete van midden maart tot en met de eerste week van april 2024. Ze verplaatsten de val iedere 24 à 48u en documenteerden de vangst en locatie. De vallen werden vóór aanvang van het veldwerk getest in Linkebeek en bleken goed te werken. Larven werden gezocht aan de watermolen van Meerhout, de Straalmolen, aan Heynsbergen, aan de Asbeek, in de Vennen, aan de Hoolstmolen en in de Most. Helaas troffen we geen kwabaallarven aan. Nochtans was het tijdens de winter voldoende koud en nat. Ook het voorjaar was erg grijs en

er viel veel neerslag. Mogelijks zijn de larven te ver of te snel weggespoeld en/of was er onvoldoende licht midden februari om de larven te voorzien in voedsel tijdens de meest kwetsbare fase in hun leven.

In de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen werd in augustus 2024 de aanwezige kwabaalpopulatie bemonsterd door middel van elektrisch vissen. In dit deel van het stroomgebied werden sinds 2017 geen larven uitgezet. De Hoolstmolen was inmiddels wel passeerbaar voor vissen uit het stroomafwaartse gebied. We gaan ervan uit dat de dieren die uitgezet werden voor 2017 zich niet massaal hebben verplaatst en daarbij zich niet stroomopwaarts van de Hoolstmolen hebben gevegstigd. Dit betekent dat elke kwabaal aanwezig stroomopwaarts van deze molen met een lengte die wijst op een leeftijd van jonger dan vijf jaar, afkomstig zou zijn van natuurlijke reproductie. Er werden 20 trajecten van 100 m afgevist. De trajecten waren dezelfde als in 2020. Er werden in totaal slechts 12 kwabalen gevangen in de Grote Nete in 2024. In 2020 troffen we 38 kwabalen aan. In 2024 en 2020 werden in totaal respectievelijk 297 (14 soorten) en 954 (18 soorten) vissen gevangen. De waterstanden waren erg hoog in de zomer van 2024 wat het afvissen bemoeilijkte. Dit wordt eveneens weerspiegeld in het totale aantal vis en het aantal kwabalen dat we vingen ten opzichte van de afvissing in 2020. We willen daarom op basis van deze afvissingen geen conclusies trekken over de instandhouding van de kwabaalpopulatie in de Grote Nete. Het is aanbevolen om de afvissing te herhalen wanneer het waterniveau voldoende laag is.

Soortherstel: Onderzoek naar het reproductiesucces van beekforel in de IJse met Vibertboxen

Door menselijk ingrijpen is de kwaliteit van natuurlijke paairiffles, die stroomminnende vissoorten zoals kopvoorn, serpeling en beekforel nodig hebben om zich voort te planten, sterk afgenomen. Verstuwen van waterlopen en sedimenttoevoer van erosiegevoelige gronden leidt veelal tot het dichtslibben van deze grindbedden. Elk jaar worden de riffles in de IJse vlak voor de paaiperiode van beekforel geharkt door vrijwilligers. In dit onderdeel willen we nagaan wat de overleving is van beekforeleitjes op de riffles in de IJse. Volgens de literatuur zou de overleving van ei tot vrijzwemmende larve meestal vrij hoog zijn (94%). Midden december 2023 werden 4 800 eitjes van de viskwekerij in Linkebeek naar de IJse vervoerd. Drie Vibertboxen met telkens 200 eitjes bleven in Linkebeek ter controle. In de IJse plaatsten we op 4 geselecteerde locaties telkens 3 Vibertboxen met elk 200 eitjes tussen het substraat. Hetzelfde deden we voor de Molenbeek. 3 van de 8 geselecteerde riffles lagen net stroomafwaarts van een beverdam. Op 30 januari werden de Vibertboxen gecontroleerd en de grindbedden opgemeten.

Op verschillende momenten tijdens de studieperiode viel veel neerslag en werden erg hoge waterstanden genoteerd. Deze hogere afvoer gaat veelal gepaard met een hogere hoeveelheid sediment dat kan worden afgezet op de riffles. Ook in 2024 werd veel sediment aangetroffen in de Vibertboxen. Bovendien waren de beverdammen doorgebroken door de verhoogde afvoer. De riffles waren daardoor op sommige plaatsen dieper geworden of bestonden uit een grotere hoeveelheid fijn sediment in vergelijking met wanneer de eitjes werden geplaatst. De controle in Linkebeek was vermoedelijk droog komen te staan. Deze eitjes hadden maar een gemiddelde overleving van 7,3%. Ter vergelijking, de eitjes afkomstig van dezelfde ouderdieren en geproduceerd op hetzelfde moment als deze die we gebruikten in de studie kenden in de broedhal een betere overleving van gemiddeld 90%. In de IJse en Molenbeek overleefden de eitjes niet. In 2023 was er één locatie, op de Nellebeek net onder een beverdam, met een redelijke overleving van gemiddeld 39%. Dergelijk positief effect van beverdammen bleef dit jaar helaas uit.

English abstract

This report discusses the results of the research conducted in **2024** by the **Aquatic Management** research group. This work was carried out under the framework agreement for the scientific underpinning and support of fisheries policy and fish stock management, commissioned by the **Agency for Nature and Forest** (*Agentschap Natuur en Bos*) and the **Fisheries Fund** (*Visserijfonds*). This report addresses two main research components: research concerning the implementation of the **eel management plan** (within the context of the European Eel Regulation), and research on the **species recovery programmes** for rheophilic (stream-loving) fish species.

Eel management plan

For the eel management plan, we compiled an annual overview of the scope of the **Adjusted tidal barrier management** carried out at various locations in 2024. Based on this, we made an estimate of the number of glass eels that were able to ascend our watercourses as a result. Additionally, we monitored the numbers of **glass eels** (approx. 7 mm long, transparent eels colonising our rivers and canals) and **elvers** (young, fully pigmented eels up to 38 cm long) using **eel passes** at specific locations in Veurne-Ambacht and the Stenensluisvaart. We also initiated a **PIT telemetry study** at the Rotselaar hydropower plant in the Dijle river, where we tagged young, upstream migrating eels to gain insight into their use of the existing fish ladder.

Monitoring adjusted tidal barrier management

The European eel population has been in sharp decline for decades. One of the critical factors hindering population recovery is the limitation of **upstream migration** of glass eels. Adjusted tidal barrier management was first implemented in 2012: by leaving sluice gates ajar when the water level of the sea is equal to or higher than the water level of the river, potential ingress routes are created at discharge structures. This proved to be a **cost-effective and efficient** way to improve upstream glass eel migration without the risk of salinization of the polders due to the inflow of seawater. The Agency for Nature and Forest wants to monitor the implementation of this management solution. Therefore, water managers were required to keep track of various data. This section provides an overview of the Adjusted tidal barrier management executed. We also make a rough estimate of the number of glass eels that may have been able to swim up our watercourses thanks to this management effort.

Between March 1 and May 15, 2024, an estimated total of **671,014** glass eels could have benefited from the executed management during their upstream migration. This included almost 9,500 for the Afleidingskanaal van de Leie, over 270,000 for the IJzer, 80,000 for the Ghent-Ostend Canal, 116,000 for the Noordede, and 23,000 for the Leopoldkanaal. In Veurne-Ambacht, 176,649 glass eels were caught during the same period.

Glass eel ingress in the Veurne-Ambacht canal

Previous research (2016 – 2023 programme) showed that (1) significantly more glass eels can colonise the Veurne-Ambacht discharge canal with Adjusted tidal barrier management near the Ganzenpoot, and (2) at the pumping station, the ascending glass eels can be collected using **eel passes** so that they can be released upstream of the pumping station into the polder. In the spring of 2024 (late February to late June), we monitored the ingress of glass eels into the Veurne-Ambacht discharge canal with the help of **volunteers**. A total of no less than

179,514 glass eels (or about 59.24 kg) were caught and translocated by the volunteers. This is more than double the amount compared to 2023 and 4.5 times as much as in 2022.

At the Iepersas on the IJzer, glass eel ingress has been monitored for **20 years** by volunteers using a **seine net**. The number varies annually but remains low for 20 years. In 2024, a total of **1,422** glass eels were caught with 145 hauls or pulls. The total catch in 2023 was 1,411 units with 215 pulls. Thus, a nearly equal number of glass eels were caught in 2024 as in 2023, but with a remarkably lower effort.

Research into the ingress of glass eels and elvers at the watermill weir on the Dijle in Rotselaar

The watermill weir on the Dijle in Rotselaar is a potential migration bottleneck that was made passable for fish a few years ago by the construction of a **fish ladder** around the mill weir. Now that fish migration bottlenecks have also been made passable in Leuven, the entire Dijle in Flanders is theoretically accessible for ascending fish. However, recent research into the functioning of some fish migration facilities in the Dijle showed that the fish ladder at the mill weir in Rotselaar (the 2nd bottleneck from the sea) is used to a **limited extent** by glass eels and elvers migrating upstream.

In February 2024, five **PIT antenna installations** were placed and tested. Young eels were caught using an eel pass and substrates. When they reached a length of at least 15 cm, they were fitted with a **PIT tag**. After tagging, the animals were released back at the capture location so that we could monitor their behaviour as they swam over an antenna, and for as long as they carry the tag (which is, in principle, until they migrate back to the sea). Elvers caught in the IJzer (Woumen, Esen, and Zarren) that were at least 15 cm were also fitted with a PIT tag and used for the study in Rotselaar. This ensured we obtained sufficiently large numbers of elvers for reliable insights. Environmental data such as water level upstream and downstream, precipitation, and discharge were also included in the analysis.

A total of **732 elvers** were fitted with a PIT tag. Of these, 341 individuals were detected at least once on one of the antennas. Only 35 of these were caught in Rotselaar. The vast majority originated from the IJzer. **A quarter** of the tagged Dijle elvers chose to migrate towards the side arm leading to the weir, rather than the turbine. Only one of them was able to turn back and find the fish ladder. For the individuals that could find the fish ladder, the **entrance and passage efficiency** were determined. The Dijle elvers had a slightly higher entrance efficiency (94%) than the IJzer elvers (89%). The passage efficiency, however, was almost twice as high for the Dijle elvers (94% versus 56%).

We also examined the **travel time** by releasing individuals at the usual release location and a location further downstream where the distance to be covered was twice as long. There was no **significant difference** in travel time between the IJzer elvers released at the two locations, although the expectation was that the travel time for some would be twice as long. We suspect that the translocated, tagged eels need time to **recover**. The recovery time is presumably many times greater than the extra time needed to cover the additional distance. We conclude from this that the translocated eels therefore need sufficient time to recover after transport, anaesthesia, and surgery.

A precision analysis of the statistical test power indicates that the **136** IJzer elvers that qualified are a sufficiently large number for an adequate analysis of the travel time. The Dijle elvers, with only **11** individuals, were present in insufficient numbers to be representative. The precision analysis shows that at least 40 individuals are needed to make an estimate. The

number of Dijle elvers was also too low to make statements about fish passage efficiency and movement behaviour. It is therefore recommended to repeat the study next year to PIT tag and track a larger number of Dijle elvers.

Ingress of glass eels and elvers from the IJzer to the Stenensluisvaart and De Blankaart catchment area

The Woumen pumping station on the Stenensluisvaart has one of the largest drainage areas in Flanders. The area upstream of this pumping station, which includes De Blankaart, forms a network of polder ditches that is very suitable as a nursery area for eels. However, the colonisation of the area by eels is hindered by the pumping station, which pumps excess water from the area to the IJzer. This pumping station consists of a screw that potentially causes nearly 100% mortality, but the water manager (VMM) was expected to make it **more fish-safe** in 2025 for downstream migrating eels. In 2022, an experimental pass was placed here, and the catch of young eels was monitored. In 2024 (just like in 2023), a volunteer monitored how many young eels (glass eels and elvers) attempt to ascend the Stenensluisvaart.

In 2024, **39.36 kg** of young eels were caught using the eel pass and transferred to the inland waters. This is estimated at **16,891** individuals. This is double what was found in 2022, but significantly less than the catch in 2023 (more than 167 kg of elvers or an estimated 36,614 individuals). Glass eels were caught in April and May. The pass appears to work well. We therefore strongly recommend a **permanent construction**, possibly with a guidance tube, so that the animals can ascend to the inland waters without human intervention.

Species recovery programmes

In the context of the species recovery programme, we continued research into the reproductive success of **burbot** (*Lota lota*) in the Grote Nete catchment area. Burbot larvae were sought in the headwaters of the Grote Nete with the help of volunteers and light traps. In the summer, twenty stretches were also sampled in the headwaters using electrofishing to assess the status of the present population through length-frequency distribution. Additionally, the development of **brown trout** (*Salmo trutta*) eggs in the IJse and Molenbeek catchment areas was evaluated.

Research into the reproductive success of burbot

A reintroduction programme for the burbot was started in 2005. Natural reproduction has been found in the Grote Nete catchment area for several years. However, the number of larvae or juveniles found is generally very low. As in previous years, we investigated in 2024 where burbot might have reproduced. In 2024, we received help from a large number of **volunteers**. We provided information about the species and explained the study design at an information session in Meerhout. They then used **light traps** at various locations in the Grote Nete catchment area from mid-March until the first week of April 2024. They moved the trap every 24 to 48 hours and documented the catch and location. The traps were tested in Linkebeek before the start of the fieldwork and appeared to work well. Larvae were sought at the Meerhout watermill, the Straalmolen, at Heynsbergen, the Asbeek, in the Vennen, the Hoolstmolen, and in the Most. Unfortunately, **no burbot larvae were found**. The winter was sufficiently cold and wet. The spring was also very grey with a lot of rainfall. The larvae may have been washed away too far or too quickly, and/or there was insufficient light in mid-February to provide the larvae with food during the most vulnerable phase of their lives.

In the Grote Nete upstream of the Hoolstmolen, the present burbot population was sampled in August 2024 by means of **electrofishing**. No larvae have been released in this part of the catchment area since 2017. The Hoolstmolen had, however, become passable for fish from the downstream area. We assume that the released animals will not massively move and settle upstream of the Hoolstmolen. This means that any burbot present upstream of this mill with a length indicating an age of less than five years would originate from natural reproduction. **Twenty stretches** of 100 m were sampled. The stretches were the same as in 2020. Only **12** burbot were caught in the Grote Nete in 2024. In 2020, we found 38 burbot. In 2024 and 2020, a total of 297 (14 species) and 954 (18 species) fish were caught, respectively. The water levels were very high in the summer of 2024, which complicated the electrofishing. This is also reflected in the total number of fish and the number of burbot we caught compared to the 2020 sampling. We therefore do not want to draw conclusions about the conservation of the burbot population in the Grote Nete based on these samplings. It is recommended to **repeat the electrofishing** when the water level is sufficiently low.

Research into the reproductive success of brown trout in the IJse using Vibert boxes

Due to human intervention, the quality of natural **spawning riffles**, which rheophilic fish species such as chub, dace, and brown trout need to reproduce, has severely declined. Weirs in watercourses and sediment input from erosion-prone soils often lead to the silting up of these gravel beds. Every year, the riffles in the IJse are raked by volunteers just before the brown trout spawning season. In this section, we want to investigate the **survival** of brown trout eggs on the riffles in the IJse. According to the literature, the survival rate from egg to free-swimming larva is usually quite high (94%).

In mid-December 2023, **4,800 eggs** were transported from the fish farm in Linkebeek to the IJse. Three **Vibert boxes**, each containing 200 eggs, remained in Linkebeek for control. In the IJse, we placed 3 Vibert boxes, each with 200 eggs, in the substrate at 4 selected locations. We did the same for the Molenbeek. Three of the 8 selected riffles were located just downstream of a **beaver dam**. On January 30, the Vibert boxes were checked, and the gravel beds were measured.

There was heavy rainfall and very high water levels at various times during the study period. This higher discharge is often accompanied by a higher amount of sediment that can be deposited on the riffles. A lot of **sediment** was also found in the Vibert boxes in 2024. Moreover, the beaver dams had been breached due to the increased discharge. The riffles were therefore deeper in some places or consisted of a larger amount of fine sediment compared to when the eggs were placed. The control in Linkebeek is presumed to have run dry. These eggs had an average survival rate of only **7.3%**. The eggs originating from the same parent fish and produced at the same time as those used in the study had a better survival rate of 90% on average in the hatchery. The eggs in the IJse and Molenbeek **did not survive**. In 2023, there was one location, on the Nellebeek just below a beaver dam, with a reasonable survival rate of 39% on average. Such a positive effect of beaver dams was unfortunately absent this year.

Inhoudstafel

Dankwoord ... 2

Samenvatting ... 3

English abstract ... 7

Inleiding ... 13

1 Palingbeheerplan ... 14

1.1 Rapporteren over het aangepast spuibeheer ter hoogte van de zout-zoetovergangen aan de Belgische kust ... 15
1.1.1 Situering ... 15
1.1.2 Doelstelling ... 16
1.1.3 Werkwijze ... 16
1.1.4 Resultaten en bespreking ... 17
1.1.4.1 Uitgevoerd aangepast spuibeheer ... 17
1.1.4.2 Inschatting binnengelaten glasaal ... 18
1.1.4.3 Zoutintrusie ... 19
1.1.5 Aanbevelingen ... 25
1.2 Begeleiding vrijwilligers bij monitoren van de intrek van glasaal ter hoogte van het pompstation Veurne-Ambacht en het Iepersas te Nieuwpoort ... 26
1.2.1 Situering ... 26
1.2.2 Doelstelling ... 26
1.2.3 Werkwijze ... 26
1.2.4 Resultaten en bespreking ... 27
1.2.4.1 Veurne-Ambacht ... 27
1.2.4.2 Iepersas ... 29
1.3 Onderzoek naar de intrek van glasaal en elvers ter hoogte van de watermolenstuw op de Dijle in Rotselaar ... 31
1.3.1 Situering ... 31
1.3.2 Werkwijze ... 31
1.3.2.1 Proefopzet antennes ... 31
1.3.2.2 Vangen, zenderen en loslaten van de elvers ... 34
1.3.2.3 Omgevingsdata ... 36
1.3.2.4 Dataverwerking ... 36
1.3.3 Resultaten ... 37
1.3.3.1 Omgevingscondities ... 37
1.3.3.2 Bewegingsgedrag jonge paling ... 39
1.3.3.3 Samenvattende statistiek ... 41
1.3.3.4 Netwerkanalyse ... 43
1.3.3.5 Vispassage-efficiëntie van de vistrap ... 45
1.3.3.6 Vispassage-efficiëntie van de palinggoot ... 46
1.3.3.7 Reistijd ... 47
1.3.3.8 Precisie-analyse ... 49
1.3.4 Bespreking ... 51
1.3.4.1 Ingangsefficiëntie en passage-efficiëntie van de vistrap ... 51
1.3.4.2 Ingangsefficiëntie van de palinggoot ... 51
1.3.4.3 Voor welke arm van de Dijle kiezen de elvers en hoe beïnvloedt deze keuze hun stroomopwaartse migratie? ... 52
1.3.4.4 Reistijd van de elvers ... 52
1.3.4.5 Het effect van omgevingsomstandigheden op het migratiegedrag en de vistrap-efficiëntie ... 52
1.3.5 Aanbevelingen ... 53
1.4 Intrek van glasaal en elvers vanuit de IJzer naar het stroomgebied van de Stenensluisvaart en de Blankaart ... 54
1.4.1 Situering ... 54
1.4.2 Doelstelling ... 54
1.4.3 Werkwijze ... 55
1.4.4 Resultaten en bespreking ... 55
1.4.4.1 Vangstaantallen ... 55

1.4.4.2 Lengtefrequentie-distributie ... 57
1.4.4.3 Afvoer ... 59
1.4.5 Aanbevelingen ... 59
2 Soortherstel ... 60
2.1 Evaluatie van het lopende soortherstelprogramma voor kwabaal ... 61
2.1.1 Situering ... 61
2.1.2 Werkwijze ... 61
2.1.2.1 Larven ... 61
2.1.2.2 Populatie ... 64
2.1.3 Resultaten en bespreking ... 69
2.1.3.1 Larven ... 69
2.1.3.2 Populatie ... 71
2.1.4 Aanbevelingen ... 74
2.2 Evaluatie van paairiffles voor stroomminnende soorten ... 78
2.2.1 Situering ... 78
2.2.2 Doelsoort beekforel ... 78
2.2.3 Materiaal en methode ... 80
2.2.4 Resultaten en bespreking ... 87
2.2.4.1 Habitatkarakteristieken ... 87
2.2.4.2 Overleving beekforeleitjes ... 91
2.2.5 Aanbevelingen ... 95
Appendix ... 96
Referenties ... 98
Lijst van figuren ... 102
Lijst van tabellen ... 106

Inleiding

Dit rapport bespreekt de resultaten van het onderzoek uitgevoerd door de onderzoeksgroep Aquatisch Beheer in het kader van het Onderzoeksprogramma Visserij 2024 binnen de overeenkomst rond de wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer in opdracht van het Agentschap Natuur en Bos en het Visserijfonds.

Deze rapportage behandelt twee grote onderzoeksluiken, enerzijds studies betreffende de implementatie van het palingbeheerplan (in het kader van de Europese Palingverordening), en anderzijds onderzoek rond de soortherstelprogramma's van stroomminnende vissoorten.

Het onderzoek ter ondersteuning van het palingbeheerplan behelst enerzijds een monitoring van de glasaalintrek ter hoogte van het pompgemaal Veurne-Ambacht (Nieuwpoort) door vrijwilligers en anderzijds onderzoek rond (het verbeteren van) de glasaal- en palingintrek ter hoogte van het pompstation Woumen op de Stenensluisvaart, en de watermolen in Rotselaar. In Rotselaar brengen we met behulp van PIT-telemetrie het zoekgedrag van de jonge paling in de Molenkom in kaart.

Het onderzoek rond de soortherstelprogramma's van stroomminnende vissoorten omvat verschillende aspecten waaronder onderzoek naar het voortplantingssucces en de populatiestructuur van kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete, en het opvolgen van de ontwikkeling van beekforeleitjes in het stroomgebied van de IJse en dat van de Molenbeek (te Leuven).

Deze rapportage is een voortzetting en aanvulling van de eerdere rapportages en moet in combinatie met die rapporten worden gelezen.

1 PALINGBEHEERPLAN

Al tientallen jaren zien we een sterke afname van de palingpopulaties in Europa. De Europese paling (*Anguilla anguilla L.*) wordt al geruime tijd als kritisch bedreigd beschouwd. Factoren zoals waterkwaliteit, habitatcondities, migratiebarrières, predatie, visserij en klimaatverandering dragen bij aan deze trend. Om uitsterven te voorkomen, heeft de Europese Unie in 2007 de Palingverordening (EC No. 1100/2007) ingevoerd, die gericht is op behoud en herstel van de soort. Deze verordening vereist een beheersaanpak die 40% van de uittrekkende zilverpalingbiomassa behoudt ten opzichte van een onverstoorde situatie.

Vlaanderen is een belangrijke regio voor de opgroei van paling en de rekrutering van zilverpaling door de vele laaglandrivieren, kanalen, vijvers en kreken. De waterkwaliteit in Vlaamse rivieren is de laatste jaren aanzienlijk verbeterd door afvalwaterzuivering en bemestingsnormen. Omdat paling een relatief tolerante soort is, vinden we hem wijdverspreid in Vlaanderen (http://vis.milieuinfo.be/). Rivierbeheerders richten zich nu op het reduceren van (visserij)sterfte en het verwijderen of verzachten van migratiebarrières om de palingpopulaties te herstellen.

1.1 RAPPORTEREN OVER HET AANGEPAST SPUIBEHEER TER HOOGTE VAN DE ZOUT-ZOETOVERGANGEN AAN DE BELGISCHE KUST

1.1.1 Situering

In de meeste Vlaamse zeehavens (Nieuwpoort, Oostende, Zeebrugge) wordt momenteel aangepast spuibeheer (AS: het niet volledig sluiten van de spuischuiven bij opgaand en hoogtij) toegepast ter hoogte van de getijdenbarrières. Dit wordt bij diverse zout-zoetovergangen van waterlopen die uitmonden in de Noordzee uitgevoerd door de waterbeheerder. Dit faciliteert glasaal bij de migratie vanuit zee naar de binnenwateren. Het is een efficiënte maatregel om de glasaalintrek te verbeteren. Het betreft de volgende wateren:

- IJzer ter hoogte van de Ganzenpoot in Nieuwpoort: beheerder De Vlaamse Waterweg.
- Perskanaal (dat naar het pompstation Veurne-Ambacht leidt) ter hoogte van de Ganzenpoot in Nieuwpoort: beheerder De Vlaamse Waterweg (beheerder pompstation: Polder Noordwatering van Veurne).
- Kanaal Gent-Oostende ter hoogte van het Sas Slijkens in Oostende: beheerder De Vlaamse Waterweg.
- Afleidingskanaal van de Leie (Schipdonkkanaal) in Zeebrugge: beheerder De Vlaamse Waterweg.
- Leopoldkanaal in Zeebrugge: beheerder De Vlaamse Waterweg.
- Noordede ter hoogte van het Maertensas in Bredene: beheerder Vlaamse Milieumaatschappij.
- Kanaal Plassendale-Nieuwpoort en Kanaal Nieuwpoort-Duinkerken: beheerder De Vlaamse Waterweg.
- Dijle te Mechelen (vismigratieschuif): beheerder De Vlaamse Waterweg.

INBO bezorgt jaarlijks werkinstructies voor het uitvoeren van het aangepast spuibeheer aan de waterbeheerders. Aan de hand van conductiviteitsmetingen in de binnenwateren volgen we ook de eventuele zoutintrusie op in functie van het aangepast spuibeheer. Bij het overschrijden van drempels wordt contact opgenomen om het aangepaste spuibeheer te stoppen. Voor waterlopen die worden beheerd door De Vlaamse Waterweg (DVW) gebeurt dit binnen de raamovereenkomst. Voor de waterlopen die worden beheerd door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) wordt dit in opdracht van het Agentschap Natuur en Bos (ANB) opgevolgd binnen de Visserijovereenkomst en dus hier gerapporteerd. Na het glasaalseizoen vragen we aan de waterbeheerders hoeveel men effectief aangepast spuibeheer heeft toegepast. Deze informatie wordt in dit luik samengevat. Aan de hand van deze gegevens kunnen we tevens een schatting maken van het aantal glasaal dat onze binnenwateren kon bereiken dankzij het uitvoeren van het aangepaste spuibeheer.

1.1.2 Doelstelling

In principe wordt er aangepast gespuid in functie van glasaalmigratie tussen 1 maart en 15 mei. In de praktijk gebeurt dit minder om verschillende redenen. Dit luik geeft een overzicht van hoeveel aangepast spuibeheer werd toegepast en maken we op basis daarvan een inschatting van het aantal glasaal dat is kunnen binnenkomen in onze waterlopen.

1.1.3 Werkwijze

We vroegen de benodigde beheersgegevens op bij DVW en VMM. Zij bezorgden ons de momenten dat aangepast spuibeheer (AS) werd toegepast in 2024. Met deze gegevens kunnen we nagaan hoeveel de maatregel werd toegepast in de betreffende wateren.

Op basis van de tijdregistratie van het AS van 2024 in combinatie met eerder verkregen inzichten in het aantal glasaal dat gebruik maakt van het AS om stroomopwaarts te migreren, kan een inschatting gemaakt worden van het aantal glasalen dat in 2024 stroomopwaarts heeft kunnen trekken door de spuiopeningen. Voor het inschatten van het aantal glasalen dat per getijdencyclus stroomopwaarts migreert via de spuisluizen bij AS wordt gebruik gemaakt van volgende studies: De IJzer thv Ganzepoot (Mouton e.a. 2010; Mouton e.a. 2013), het Leopoldkanaal (LK) thv de voorhaven van Zeebrugge (Buysse e.a. 2015), het Afleidingskanaal van de Leie (AKL) thv de voorhaven van Zeebrugge (Buysse e.a. 2015), Het kanaal Gent-Oostende (KGO) thv Sas Slijkens (Buysse e.a. 2012) en de Noordede (NE) thv Maertensas (Vandamme e.a. 2020). Voor het perskanaal Veurne-Ambacht (VA) is jaarlijks het effectief aantal ingetrokken glasalen beschikbaar via de gegevens van de twee glasaalgoten die opgesteld staan bij het pompgemaal VA (Vandamme e.a. 2020).

De berekening van het totaal aantal glasalen dat in een bepaald jaar door de spuiopeningen kan passeren tijdens de periode dat AS toegepast wordt, gebeurt door het gemiddeld aantal glasalen dat passeert per AS event te vermenigvuldigen met het aantal AS events per migratieseizoen (met uitzondering van VA waar het totaal aantal optrekkende glasalen in de glasaalgoten in het betreffende jaar wordt weergegeven).

De berekening van het gemiddeld aantal intrekkende glasalen per AS event gebeurde voor KGO, LK, AKL en NE door het gemiddeld aantal intrekkende dieren te berekenen over de verschillende bemonsteringsmomenten van de spuisluis tijdens het glasaalmigratieseizoen van 2012 (KGO), 2014 (LK & AKL), en 2019 (NE). Voor berekening van het aantal intrekkende glasalen per AS event aan de IJzer werd gebruik gemaakt van het gemiddelde van de bemonsteringsdata uit twee onderzoeksjaren (2010 en 2013), waarbij alle data gebruikt werden waarbij één of twee spuien 20 cm geopend werden.

Met behulp van divers (conductiviteitsloggers) die verspreid en strategisch geplaatst worden, volgt INBO op vraag van DVW sinds 2009 en 2014 (begin van het toepassen van AS) op de IJzer en de andere locaties respectievelijk, de eventuele zoutintrusie door aangepast spuibeheer op. De loggers worden iedere week uitgelezen en de gegevens bekeken. Wanneer de afgesproken zoutdrempel in de waterlopen overschreden wordt, nemen we contact op met de

waterbeheerder om het aangepast spuibeheer tijdelijk stop te zetten tot het zoutgehalte in de waterloop opnieuw onder de afgesproken waarde zit. Sinds 2022 wordt de zoutintrusie op de Noordede, die beheerd wordt door VMM, gerapporteerd in dit onderzoeksluik.

1.1.4 Resultaten en bespreking

1.1.4.1 Uitgevoerd aangepast spuibeheer

Jaarlijks wordt aan de waterbeheerders gevraagd aangepast spuibeheer (AS) uit te voeren tussen 1 maart en 15 mei. In de praktijk kan en wordt er vaak veel minder aangepast gespuid. Tabel 1 geeft een overzicht van het in 2024 gerealiseerde AS. Op het Afleidingskanaal van de Leie (39u), de IJzer (589u) en de Noordede (260u) was het uitgevoerde beheer van dezelfde grootteorde als in 2023 (respectievelijk 38u, 537u en 270u). Op het Kanaal Gent-Oostende werd meer AS toegepast (in 2023 128u, dit jaar 247u). Op het Leopoldkanaal (102u) en te Veurne-Ambacht (379u) werd minder aangepast gespuid (in 2023 132u en 441u respectievelijk).

Tabel 1 Overzichtstabel van de periode (start en stop) dat AS werd toegepast in 2024, het aantal dagen, het aantal keer per periode, gemiddelde aantal keer AS per dag, mediaan aantal uur per keer en de mediane duur van AS per dag (als het totaal van één of meerdere keren AS per dag), en het totaal aantal toegepast uren dat aangepast spuibeheer (AS) werd toegepast op de verschillende locaties; AKL (Afleidingskanaal van de Leie, Schipdonkkanaal in Zeebrugge), Ijzer (t.h.v. de Ganzepoot en Nieuwpoort), KGO (Kanaal Gent-Oostende t.h.v. het Sas Slijkens in Oostende), LK (Leopoldkanaal in Zeebrugge), NE (Noordede t.h.v. Maertensas in Bredene) en VA (Veurne-Ambacht).

	AKL	IJzer	KGO	LK	NE	VA
Start AS	02/03	09/03	02/03	02/03	02/03	09/03
Stop AS	18/04	13/05	30/04	08/05	13/05	13/05
Periode (dagen)	47	65	59	67	72	65
# dagen effectief AS	7	66	46	17	64	64
# events AS tijdens periode	7	122	83	17	190	123
Gemiddeld # events AS per dag	1,00	1,85	1,80	1,00	2,97	1,92
Mediaan duur events AS (uur)	6	4,75	3,25	7,25	0,75	3,1
Mediaan duur AS per dag (uur)	6	8,78	5,85	7,25	2,23	5,95
Totale duur AS periode (uur)	39	588,82	246,62	102,25	260,12	378,7

1.1.4.2 Inschatting binnengelaten glasaal

De inschattingen geven aan dat in 2024 zo'n 671.014 glasalen voordeel hebben ondervonden van het AS tijdens hun stroomopwaartse migratie. Tabel 2 geeft de geschatte aantallen per waterloop weer. Volgens onze schattingen zouden in 2024 bijna 9500 glasaaltjes het Afleidingskanaal van de Leie zijn opgezwommen dankzij het AS. Op de IJzer zijn dat er meer dan 270.000. Op het Kanaal Gent-Oostende en het Leopoldkanaal konden naar schatting respectievelijk meer dan 80.000 en bijna 23.000 glasaaltjes profiteren van het uitgevoerde beheer. Meer dan 116.000 glasaaltjes zouden hun intrek hebben gezocht in de Noordede. Op het Veurne-Ambacht kanaal werden door de vrijwilligers in dezelfde periode 176.649 glasaaltjes gevangen. Dit laatste is geen schatting, maar een effectief gevangen aantal.

Door de beperkte data en grote onzekerheden m.b.t. het aantal glasaal dat zich aanmeldt t.h.v. de gesloten spuien (zowel wat betreft het verschil tussen de jaren alsook de schommelingen binnen 1 migratieseizoen), laten de resultaten van de studies van de IJzer, LK, AKL, KGO en NE niet toe om een meer geavanceerde inschatting te maken op basis van variabelen zoals:

- Het aantal geopende binnenschuiven
- Het aantal geopende buitenschuiven
- De opening van de schuiven
- De duur van het AS event
- Het debiet
- Het waterpeil
- De watertemperatuur

Door bovengemelde beperkingen blijft de huidige inschatting bijzonder ruw en dient deze met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden.

Tabel 2 Tabel 2 Beleidstabel voor het aangepast spuibeheer (AS) in het Afleidingskanaal van de Leie (AKL), kanaal Gent-Oostende (KGO), Leopoldkanaal (LK), Noordede (NE) en Veurne-Ambacht (VA) met inschatting van het aantal glasaal dat de betreffende sluizen kon passeren dankzij AS.

	AKL	IJzer	KGO	LK	NE	VA
Mediaan duur events AS (uur)	6	4,75	3,25	7,25	0,75	3,1
Mediaan duur AS per dag (uur)	6	8,78	5,85	7,25	2,23	5,95
Totale duur AS periode (uur)	39	588,82	246,62	102,25	260,12	378,7
Verwachte # glasaal per AS event	1350	2221	964	1350	612	NA
Verwachte # glasaal periode	9452	270962	80029	22954	116289	176649*

** Het "verwachte aantal glasaal voor de studieperiode" in VA geeft het totaal aantal effectief bemonsterde glasalen in 2024 weer (bemonstering via 2 glasaalgoten ter hoogte van het pompgemaal VA) en is dus niet berekend via het aantal as events voor VA. Deze*

bemonsteringen met glasaalgoten liepen ook nog anderhalve maand verder na het stopzetten van het aangepast spuibeheer in VA (tot 28/6/2024) maar dit leverde slechts 2865 extra glasalen op na de stop van het aangepast spuibeheer omdat de grootste migratie al had plaatsgevonden.

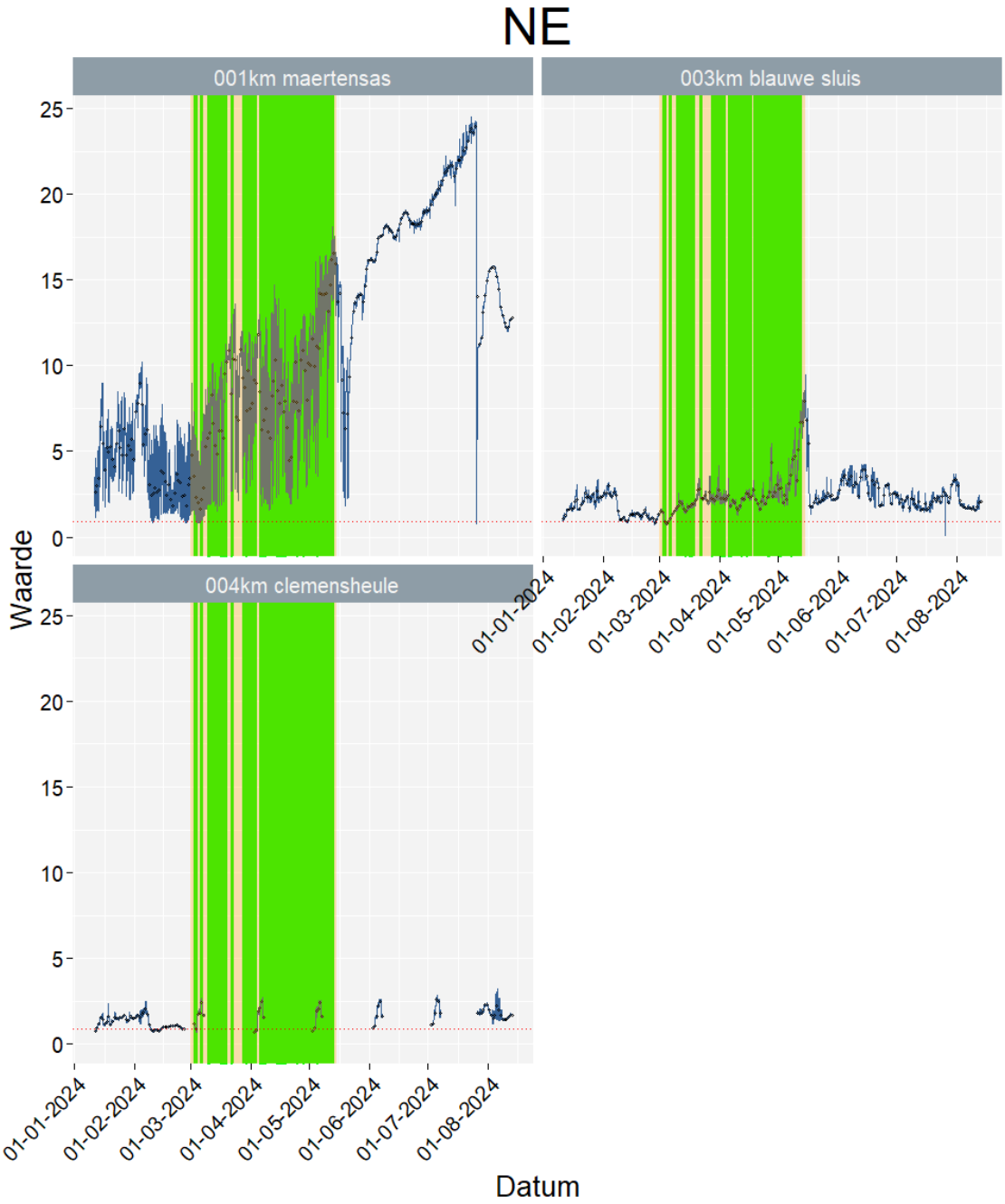
1.1.4.3 Zoutintrusie

Een van de redenen voor de waterbeheerders om vroegtijdig te stoppen met het uitvoeren van het aangepast spuibeheer is het meten van verhoogde zoutconcentraties stroomopwaarts van de stations. De nulmetingen in 2015 (jaar waarin geen alternatief spuibeheer werd toegepast) toonden echter aan dat er regelmatig verhoogde geleidbaarheid wordt opgemeten op verschillende locaties zowel dicht bij de uitwateringsconstructies als meer stroomopwaarts in de verschillende waterlopen/kanalen. De hogere waarden zijn vaak vermoedelijk het gevolg van natuurlijke verzilting (vaak in drogere periodes met verlaagde afvoer) of locatie specifiek beheer (zie intern rapport INBO 2015). Pederson et al. (2022) maakte zeer recent een uitgebreide analyse van de conductiviteitsmetingen op de IJzer en concludeerde dat het aangepast spuibeheer niet de oorzaak is voor de hoge saliniteit in de IJzer in droge (zomer) periodes. De zoutintrusiegegevens voor de waterlopen beheerd door DVW worden uiteengezet in het jaarlijkse INBO rapport ("Opvolging van de zoutintrusie in de IJzer, het Kanaal Gent-Oostende, het Leopoldkanaal en het Afleidingskanaal van de Leie, Aangepast spuibeheer in 2022 in functie van glasaalmigratie"). Op de Noordede wordt de conductiviteit gemeten aan Maertensas, de Blauwe Sluis en Clemensheule (Figuur 1).

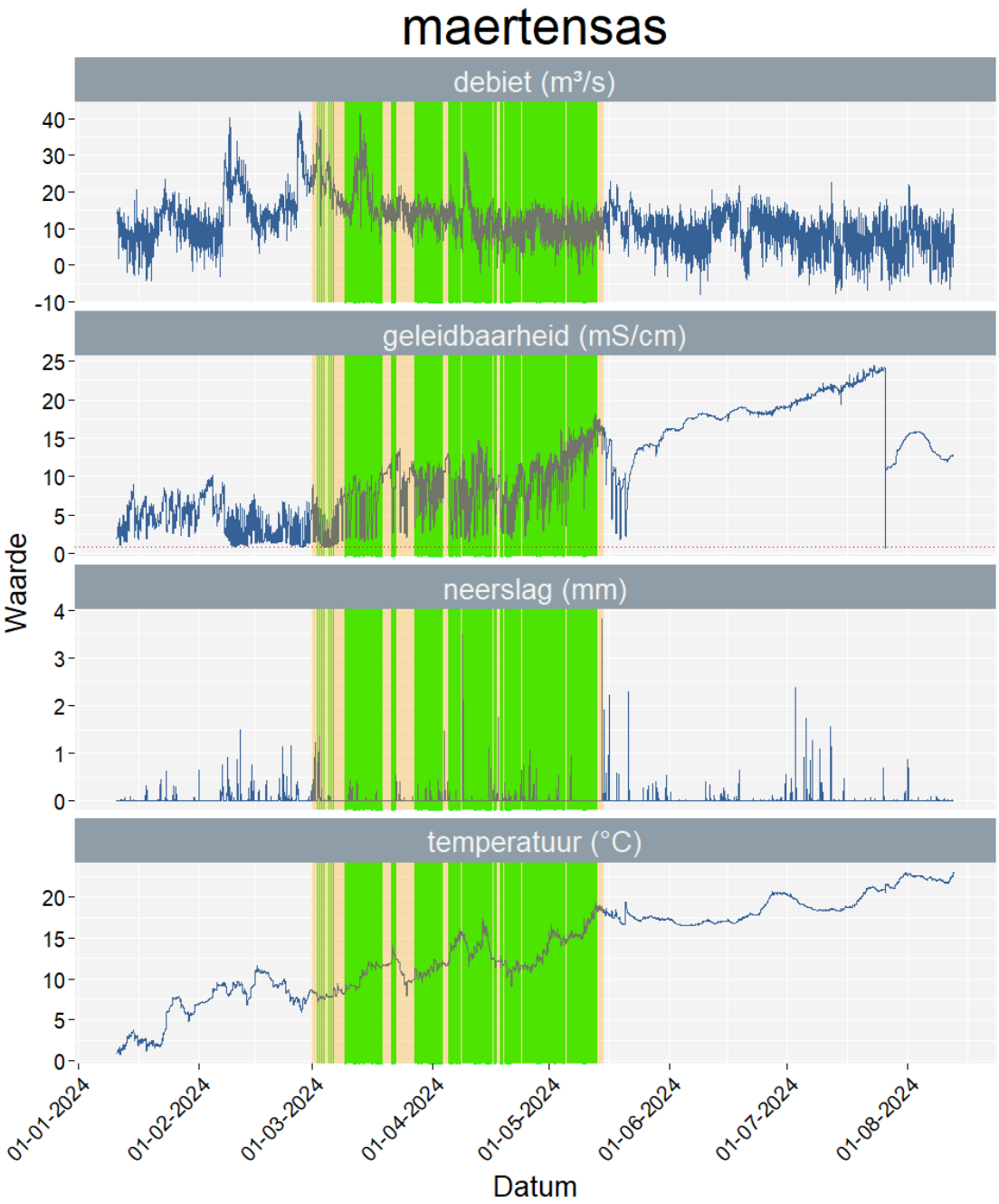
Figuur 1 De drie meetpunten op de Noordede (Maertensas, Blauwe sluis en Clemensheule).

In de Noordede wordt een hoog aantal momenten van relatief korte duur aangepast spuibeheer toegepast. Dit lijkt een positief effect te hebben op de zoutintrusie. Figuur 2 toont de conductiviteit (per kwartier) op drie locaties op de Noordede; te Maertensas en stroomopwaarts daarvan. In geel wordt de periode weergegeven waarvoor we vragen om aangepast spuibeheer toe te passen. In groen zijn de momenten weergegeven dat het beheer

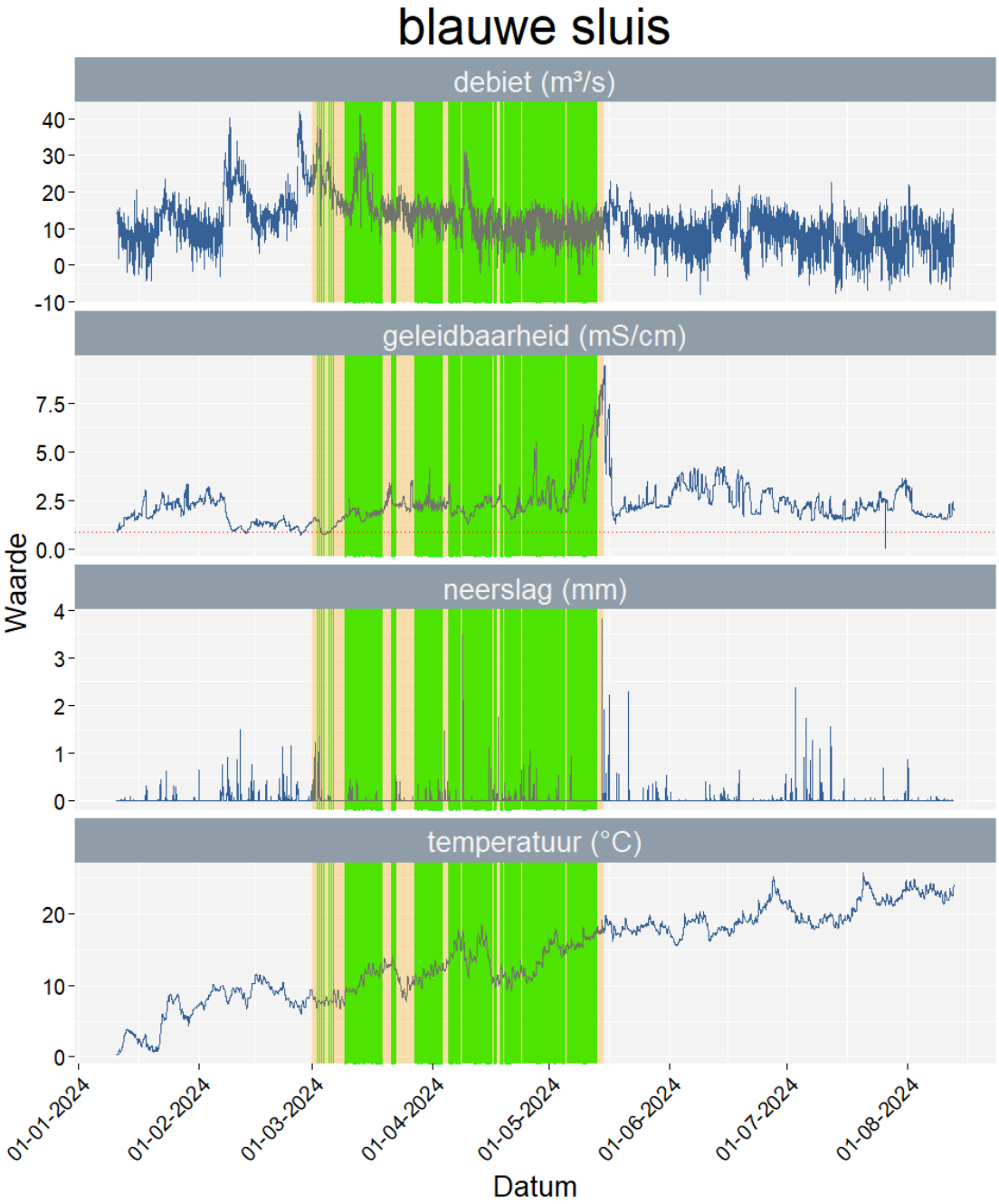
effectief werd toegepast. Ter hoogte van de spuischuiven is er een sterke variabiliteit in conductiviteit te zien. De waarden verschillen slechts beperkt van de periode voor en na het aangepast spuibeheer. Verder stroomopwaarts lijkt in de periode van aangepast spuibeheer de conductiviteit zelfs lager te zijn dan de periode ervoor en erna. Te Clemensheule zijn er hiaten in de metingen, mogelijks vanwege problemen met de logger. Figuren 3, 4 en 5 zoomen verder in op elk van de drie locaties op de Noordede (Maertensas, Blauwe sluis en Clementsheule) en vergelijken de conductiviteit en watertemperatuur met het debiet en de neerslag. Het debiet in deze figuren is het debiet zoals gemeten in Oostkamp en de neerslag is diegene die gemeten wordt in Klemskerke. Op de twee eerste locaties zien we een enigszins omgekeerd evenredige relatie tussen debiet en conductiviteit. Te Clemensheule zijn de resultaten niet te interpreteren vanwege de ontbrekende data.



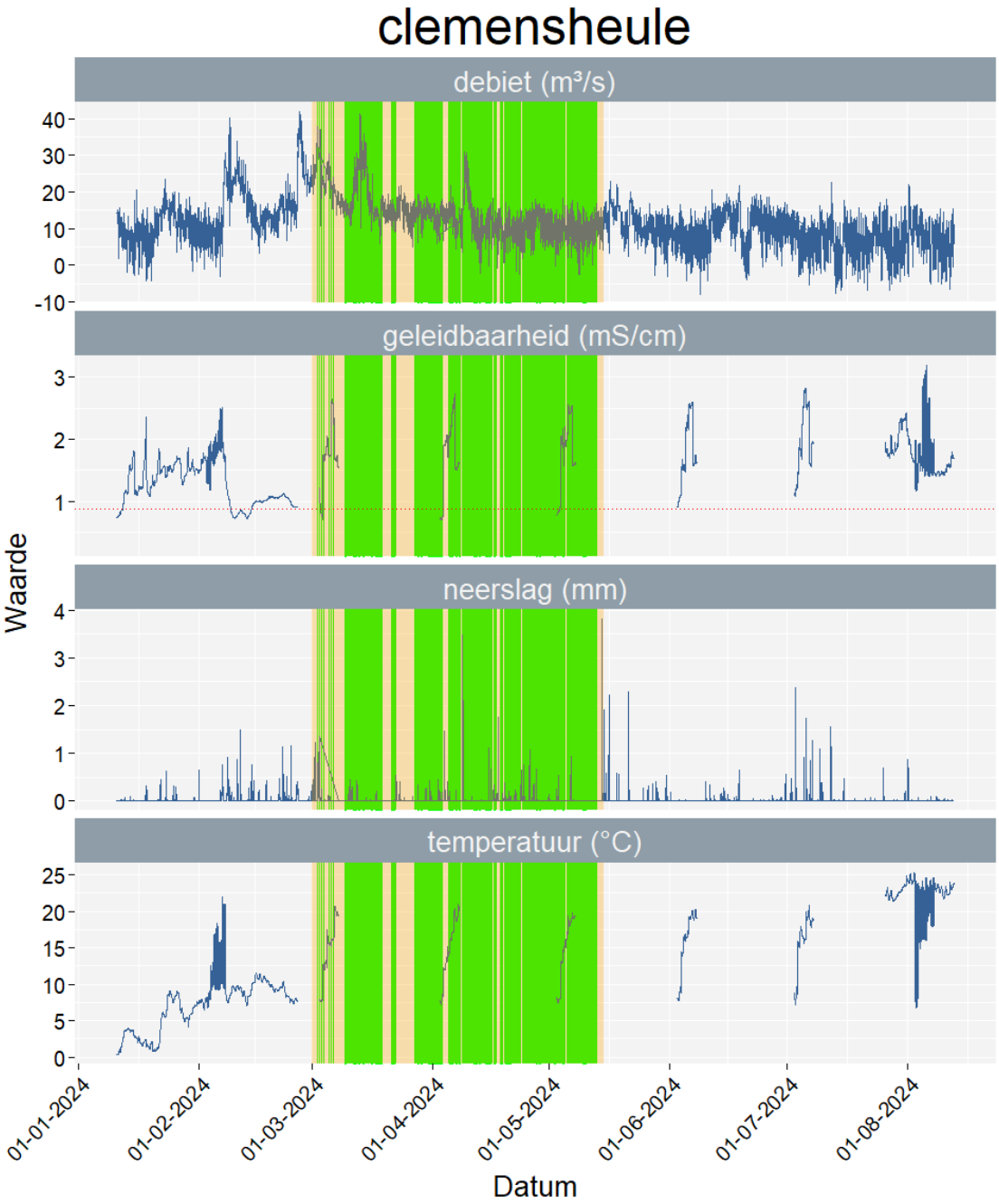
Figuur 2 Verloop van de actuele conductiviteit in de Noordede (INBO metingen elke 15 minuten).



Figuur 3 Verloop van de actuele conductiviteit (geleidbaarheid) en temperatuur in de Noordede (NE) ter hoogte van de Maertensas, debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag ter hoogte van Klemskerke in 2024.



Figuur 4 Verloop van de actuele conductiviteit (geleidbaarheid) en temperatuur in de Noordede (NE) ter hoogte van de blauwe sluis, debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag ter hoogte van Klemskerke in 2024.



Figuur 5 Verloop van de actuele conductiviteit (geleidbaarheid) en temperatuur in de Noordede (NE) ter hoogte van Clemensheule, debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag ter hoogte van Klemskerke in 2024.

1.1.5 Aanbevelingen

Het uitvoeren van het aangepaste spuibeheer (AS) biedt veel kansen voor de Europese paling in onze waterlopen. Aan de hand van de gegevens die door de waterbeheerders worden bijgehouden over het toegepaste AS kunnen we het uitgevoerde beheer opvolgen en over de jaren heen vergelijken. Bovendien laat het ons toe een ruwe inschatting te maken van het aantal glasaal dat onze binnenwateren kan optrekken dankzij deze beheersmaatregel. Deze aantallen geven een indicatie van het belang van het AS.

De inschatting is echter voor elke waterloop gebaseerd op één seizoen en één jaar. Het houdt geen rekening met variatie tussen de jaren en seizoenen. Om dit in beschouwing te kunnen nemen, zou voor elke locatie een langdurige monitoring moeten gebeuren over verschillende jaren en seizoenen heen, waarbij wordt gekeken naar het aantal glasaal dat binnenkomt.

In 2024 werd geen verhoogde zoutconcentratie opgemerkt die te wijten zou kunnen zijn aan het uitgevoerde AS. Bijgevolg was er geen aanleiding om om die reden het AS vroegtijdig te stoppen op de Noordede.

1.2 BEGELEIDING VRIJWILLIGERS BIJ MONITOREN VAN DE INTREK VAN GLASAAL TER HOOGTE VAN HET POMPSTATION VEURNE-AMBACHT EN HET IEPERSAS TE NIEUWPOORT

1.2.1 Situering

In voorgaande Onderzoeksprogramma's Visserij werd in het perskanaal stroomafwaarts van het pompgemaal Veurne-Ambacht aan de Grote Beverdijkvaart aangepast spuibeheer (AS) toegepast, waarbij de intrek van glasaal werd vastgesteld a.d.h.v. tijdelijke palinggoten. In het Onderzoeksprogramma visserij 2019 zijn deze experimentele palinggoten bij dit pompgemaal permanent ingericht als monitoringsstation, waar vrijwilligers sinds 2019 jaarlijks de glasaalintrek volgen (Vandamme et al. 2020). Ook aan de IJzer, ter hoogte van de Ganzenpoot in Nieuwpoort, monitort een team van vrijwilligers jaarlijks de glasaalintrek. Op de IJzer wordt al sinds 1964 gestandaardiseerd glasaalmonitoring uitgevoerd met fijnmazige schepnetten bij de Iepersluis (afwatering IJzer en spaarbekken). Bij het pompstation Veurne-Ambacht op de Grote Beverdijkvaart gebeurt sinds 2017 eveneens gestandaardiseerde glasaalmonitoring met palinggoten.

1.2.2 Doelstelling

Het huidige Onderzoeksprogramma Visserij 2024 bouwt verder op de voorgaande onderzoeksprogramma's en omvat de volgende delen:

- Onderhoud glasaalgoten in functie van de monitoring door de vrijwilligers.
- Begeleiding vrijwilligers bij de voorbereiding en uitvoering van de glasaalmonitoring.

We rapporteren de gegevens die werden verzameld aan het pompstation Veurne-Ambacht en aan het iepersas (Ijzer).

1.2.3 Werkwijze

De glasaalintrek aan pompstation Veurne-Ambacht wordt sinds 2019 gemonitord door vrijwilligers. Hiervoor werd een uitgebreid protocol opgesteld en kregen zij een opleiding. Op 20 februari 2024 werd de glasaalconstructie opnieuw in orde gebracht en werd contact opgenomen met de vrijwilligers om de planning van de glasaalmonitoring te bespreken en te plannen. De opzet van de monitoring van de palinggoten blijft hetzelfde als in voorgaande jaren.

Te Veurne-Ambacht werden tussen 5 maart en 28 juni 2024 de opvangbakken één- tot tweemaal per week gecontroleerd door de vrijwilligers. De gevangen glasaal en elvers (volledig gepigmenteerde, jonge palingen) werden apart beschouwd en per groep werd de vangst gewogen. Wanneer de vangst ≤ 100 betrof, werden de vissen individueel geteld. Indien > 100 glasalen werden gevangen, werd het totaal gewicht gedeeld door 0,31 g, wat beschouwd wordt als het gemiddelde gewicht voor 1 glasaal. Elvers werden altijd allemaal geteld. Tenslotte werden de gevangen glasalen en elvers vrijgelaten in de polder. De vrijwilligers hebben al veel ervaring met het vangen en kwantificeren van glasaal gezien ze reeds jarenlang

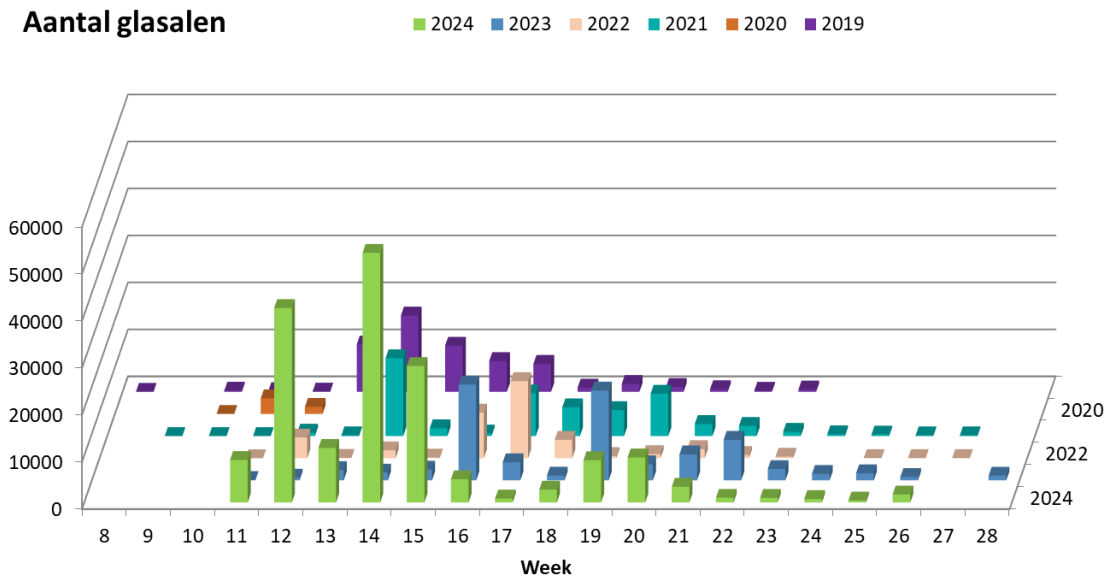
de monitoring van glasaal m.b.v. een sleepnet aan het Iepersas voor hun rekening nemen. Via email of telefoon werd regelmatig de stand van zaken besproken en eventuele problemen aangekaart. Na het seizoen werden de palinggoten opnieuw ontmanteld.

Aan het Iepersas van de IJzer wordt al verschillende jaren gemonitord door vrijwilligers. Een fijnmazig net wordt door de waterkolom gesleept. Het aantal trekken dat wordt uitgevoerd is afhankelijk van het aantal glasaal dat wordt gevangen. De glasaalaantallen worden daarom gedeeld door het aantal trekken en als catch per unit effort gerapporteerd. In 2024 werd gevist naar glasaal van 17 februari tot 18 april.

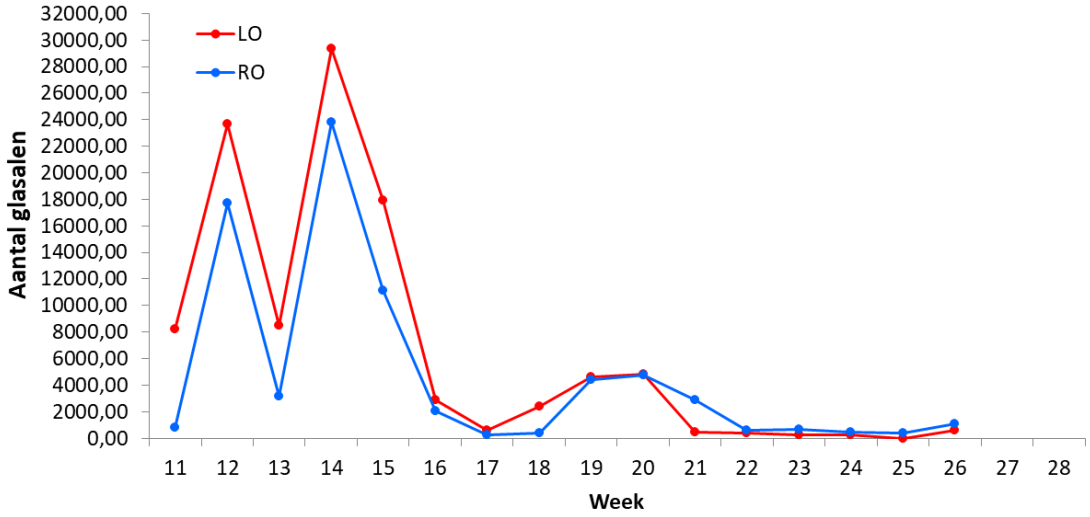
1.2.4 Resultaten en bespreking

1.2.4.1 Veurne-Ambacht

In 2024 werden met beide goten in totaal 179.514 glasaaltjes (Figuur 6), goed voor zo'n 59,24 kg gevangen en overgezet door de vrijwilligers. In 2023 was het aantal gevangen glasaal al tweemaal dat van het jaar voordien. In 2022 werden namelijk 40.730 en in 2023 74.694 glasaaltjes gevangen in totaal. Ook dit jaar was de vangst meer dan het dubbele van deze in 2023. 58,5% van de glasaaltjes werd aangetroffen in de goot op linkeroever (Figuur 7). 41,5% van de glasaaltjes zat in de opvangbak op rechteroever. Ook in 2023 was de vangst op linker- en rechteroever vergelijkbaar in omvang.

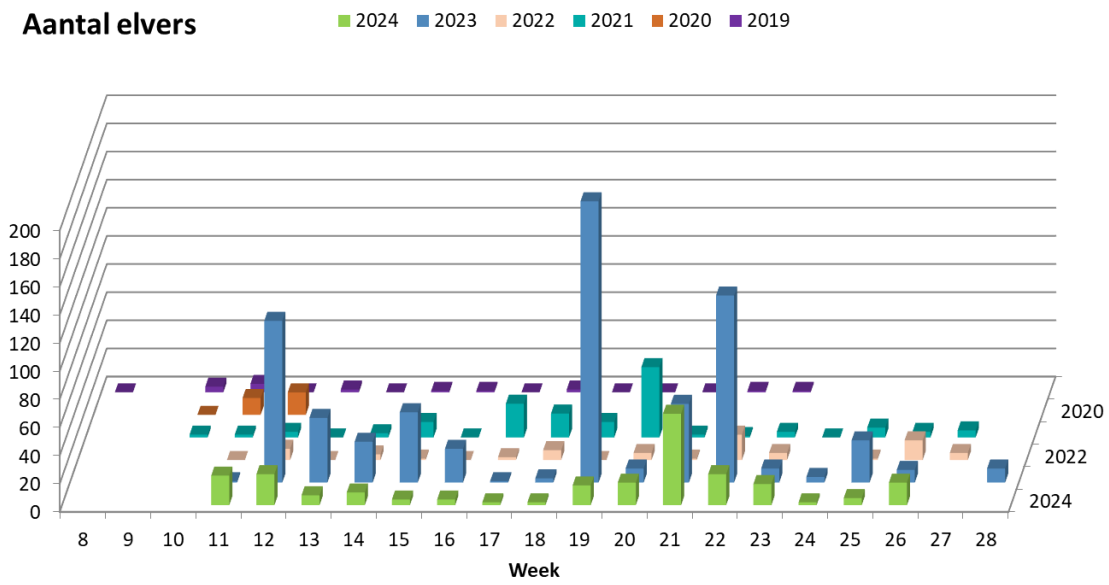


Figuur 6 Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompgemaal van Veurne-Ambacht van 2019 tot 2024. Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen.

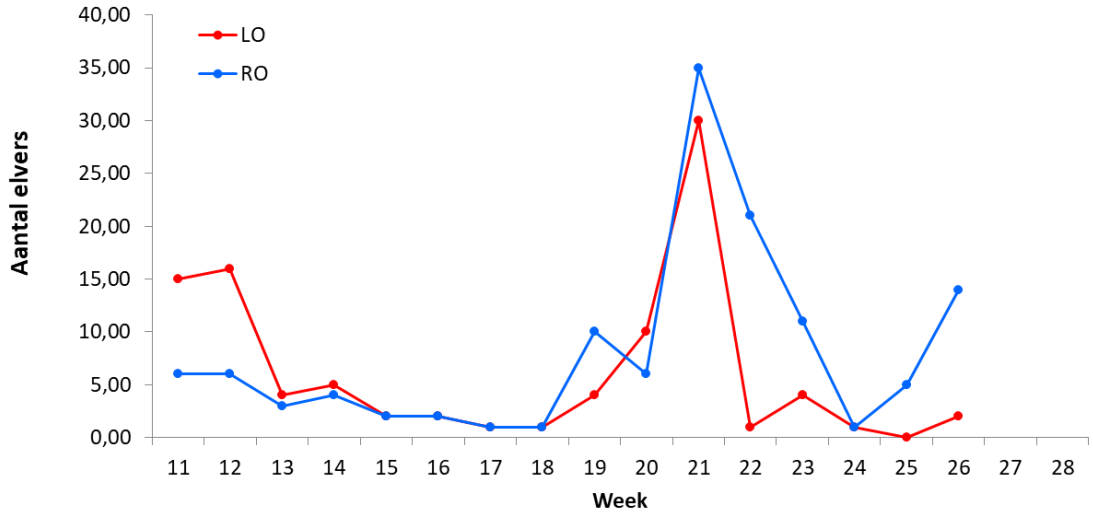


Figuur 7 Verloop van het aantal gevangen glasalen in het voorjaar van 2024 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompgemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).

Niet alleen glasaaltjes, maar ook 226 elvers (1,52 kg) werden gevangen met beide palinggoten (Figuur 8). Dit aantal is een stuk lager dan het jaar voordien (in 2023 721 elvers). Echter werden in 2022 slechts 71 elvers aangetroffen in de goten. 43,3% van de elvers werd in de goot op linkeroever gevonden (Figuur 9). De overige 56,6% bevond zich in de opvangbak op rechteroever. Ook in 2023 gingen de vangsten op beide oevers nagenoeg gelijk op. Tussen 2019 en 2022 merkten we een dalende trend in aantal elvers dat werd gevangen met de goten. Deze daling werd toen in verband gebracht met het uitgevoerde beheer (aangepast spuibeheer en overzetten van de glasaal d.m.v. de palinggoten). Door dit beheer blijven er minder glasalen achter in het afvoerkanaal die het jaar erop tijdens het voorjaar als elver de glasaalgoten optrekken. Het hogere aantal gevangen in 2023 kon dit niet bevestigen. Dit jaar zien we opnieuw een lager aantal elvers.



Figuur 8 Overzicht van de jaarlijkse elvervangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompgemaal van Veurne-Ambacht van 2019 tot 2024. Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen.

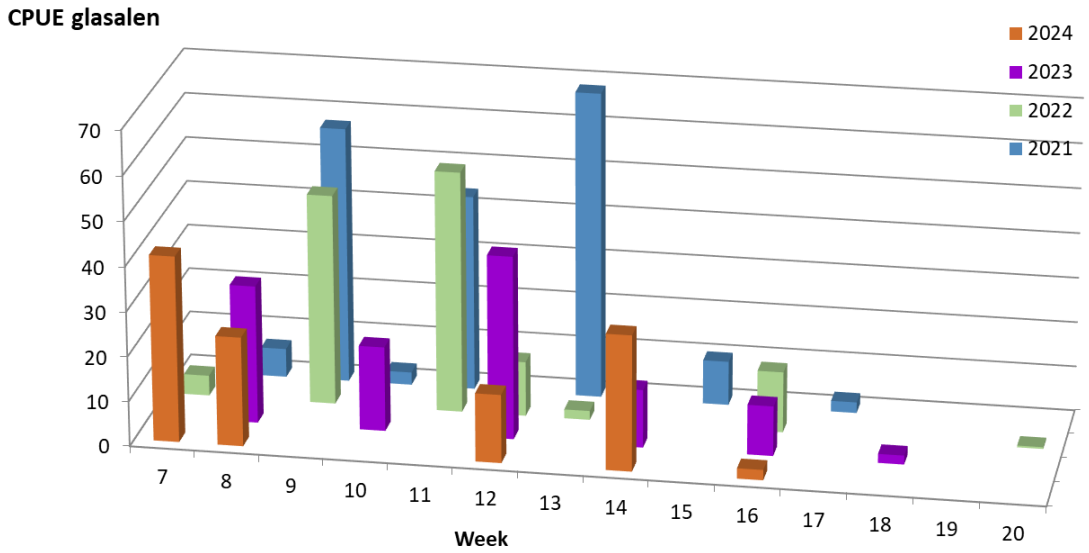


Figuur 9 Verloop van het aantal gevangen elvers in het voorjaar van 2024 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompgemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).

1.2.4.2 Iepersas

Aan Iepersas van de IJzer wordt al sinds 2003 gemonitord door vrijwilligers. De langetermijngegevens tonen aan dat er nog geen sprake is van een herstel in het aantal glasalen (Vandamme et al. 2024). Het aantal varieert jaarlijks, maar blijft al 20 jaar laag. In 2024 werden in totaal 1422 glasaaltjes gevangen met 145 slepen of treks. De totale vangst in 2023 bedroeg 1411 stuks met 215 trekken. Dit jaar (2024) werden dus een nagenoeg gelijk

aantal glasaaltjes gevangen met een opmerkelijk lagere inspanning. Figuur 10 geeft het aantal glasalen per week weer in CPUE (Catch Per Unit Effort, vangst per trek). Het aantal treks varieert naar gelang het aanbod glasalen. Hoe meer glasaal wordt gevangen, hoe meer treks worden uitgevoerd. Soms wordt slechts één dag gemonitord per week, andere weken wordt tot zesmaal gevist. De gegevens zijn bijgevolg vaak wat geclusterd in tijd en niet mooi verspreid doorheen het monitoringsseizoen. De opbrengst van de trekken wordt per week samengeteld. Door de gevangen aantallen te delen door het aantal slepen dat werd uitgevoerd, krijgen we een idee van de CPUE en dus een meer gestandaardiseerd beeld van de aanwezige densiteit.



Figuur 10 Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangst weergegeven in CPUE (aantal glasalen per trek) per week aan de Scheepvaartsluis op de IJzer in 2021, 2022, 2023 en 2024.

1.3 ONDERZOEK NAAR DE INTREK VAN GLASAAL EN ELVERS TER HOOGTE VAN DE WATERMOLENSTUW OP DE DIJLE IN ROTSELAAR

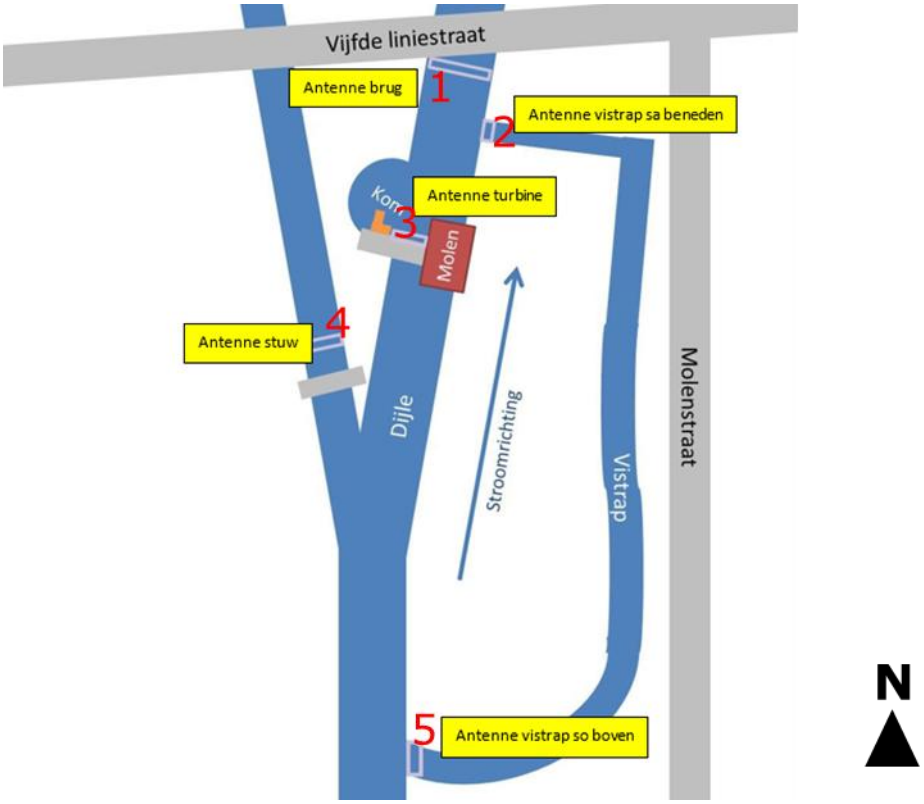
1.3.1 Situering

Enkele jaren geleden werd het migratieknelpunt (getijdenbarrière) ter hoogte van de Bovenstuw op de Dijle in Mechelen via aangepast stuwbeheer passeerbaar gemaakt voor vissen die vanuit zee via de Schelde en de Rupel de Dijle willen optrekken. De stuw bij de watermolen van Rotselaar is het volgende stroomopwaartse knelpunt dat vissen tegenkomen die de Dijle opzwemmen. Ook dit knelpunt werd een aantal jaren terug passeerbaar gemaakt voor vissen door de aanleg van een vistrap rond de molenstuw. Nu ook in Leuven de vismigratieknelpunten passeerbaar gemaakt werden, is in principe de volledige Dijle in Vlaanderen optrekbaar voor vissen. Uit recent onderzoek naar de werking van enkele vismigratievoorzieningen in de Dijle kwam echter naar voor dat de vistrap ter hoogte van de molenstuw in Rotselaar (2e knelpunt vanuit zee) slechts in beperkte mate gebruikt wordt door glasaal en elvers die de rivier optrekken. Heel veel van deze jonge palingen hopen zich op onder de molenstuw en vinden vermoedelijk de toegang tot de vistrap niet, terwijl andere vissoorten wel vlot stroomopwaarts migreren via de vistrap. M.b.v. PIT-telemetrie wordt nagegaan hoe de vissen gebruik maken van de omgeving rond de molenstuw en specifiek of, en onder welke omstandigheden, ze de vistrap kunnen lokaliseren en gebruiken.

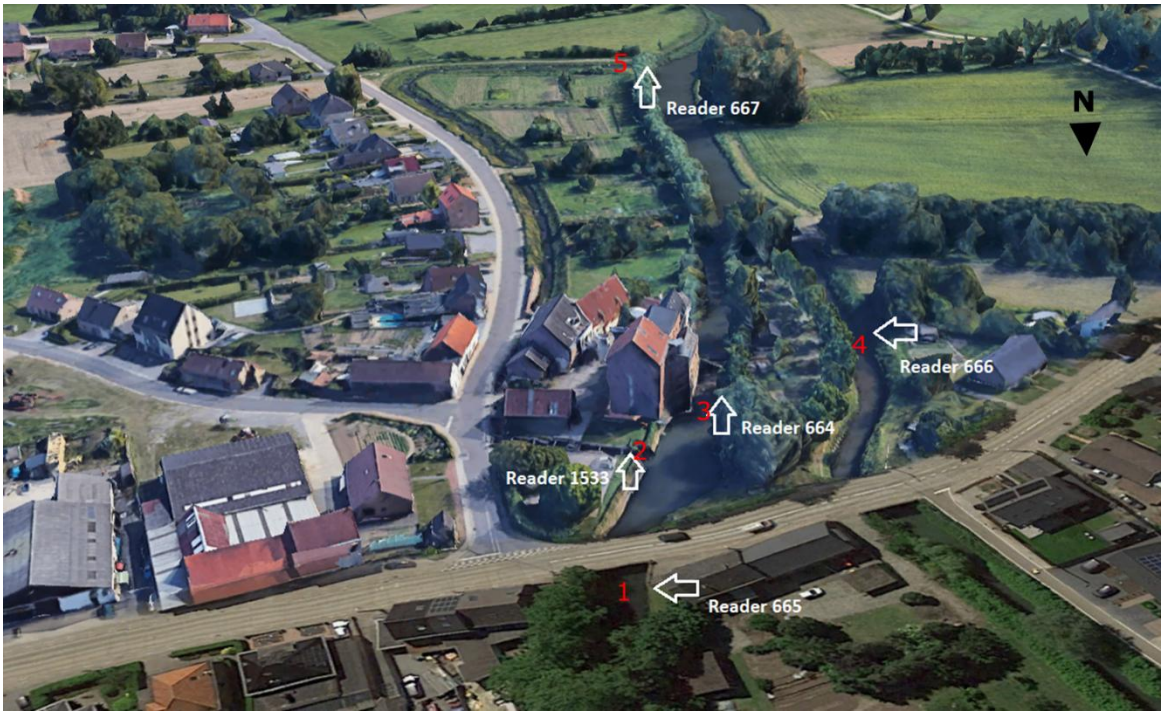
1.3.2 Werkwijze

1.3.2.1 Proefopzet antennes

In februari en maart 2024 werden de vijf PIT-antenne-installaties (Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13) geplaatst en getest. De antenne bij de turbine heeft gedurende een bepaalde periode niet gewerkt vanwege batterijproblemen, maar dit probleem werd snel opgelost. De periode dat deze niet-functioneel was, zal worden meegenomen in de data-analyse. De meest stroomopwaartse antenne in de vistrap werd voorzien van stroom d.m.v. zonne-energie. De overige antennes werden gevoed via het net, met batterijen en opladers.



Figuur 11 Situatieschets van de stuwmolen te Rotselaar met weergave van de locaties van de antennes gebruikt voor het detecteren van de elvers met PIT-tag.



Figuur 12 Fotografische weergave van de stuwmolen te Rotselaar met weergave van de locaties van de antennes gebruikt voor het detecteren van de elvers met PIT-tag (rode cijfertjes uit Figuur 11; opgelet in beiden figuren kijken we vanuit een tegengestelde windrichting).

Figuur 13 Foto’s van het plaatsen van de antennes: aan de brug

Figuur 13 Foto's van het plaatsen van de antennes: aan de brug (boven links, rood cijfertje 1 op figuren 11 en 12), aan de turbine (boven rechts, rood cijfertje 3 op figuren 11 en 12), stroomopwaarts van de vistrap (midden links bij het testen in 2023, midden rechts bij het plaatsen, rood cijfertje 5 op figuren 11 en 12), stroomafwaarts van de vistrap (onder links, rood cijfertje 2 op figuren 11 en 12) en aan de stuw (rechtsonder, rood cijfertje 4 op figuren 11 en 12).

1.3.2.2 Vangen, zenderen en loslaten van de elvers

Elvers uit Rotselaar

Net stroomafwaarts van de turbine staat de experimentele palinggoot waar jonge paling op kan kruipen en wordt opgevangen. Daarnaast werden ook op verschillende locaties flottangs of substraten geplaatst; stroomafwaarts van de stuwarm, aan de turbine, in de kom en één km stroomafwaarts in de Barebeek. Onder de flottangs werd een net gehangen om ontsnappen van jonge paling bij het optillen van de vangconstructies, te voorkomen. De opvangbak aan de palinggoot en de flottangs werden minstens eenmaal per week gecontroleerd en de vangst verwerkt.

Elvers van meer dan 15 cm werden voorzien van een zender (Figuur 14). Voor elke gezenderde elver werden de PIT id, datum van vangst, datum en tijd van loslaten, vangstlocatie en uitzetlocatie genoteerd en de lengte en het gewicht bepaald. Elvers en glasaal van minder dan 15 cm werden niet gezenderd, maar werden wel gewogen en gemeten. Indien er meer dan 100 individuen waren, werd de jonge paling opgedeeld in elvers en glasalen. Er werd in dat geval voor maximum 100 glasalen en maximum 100 elvers het individueel gewicht en de individuele lengte bepaald. Vervolgens werd het totaalgewicht van de glasalen en totaalgewicht van de elvers nagegaan om met behulp van het eerder bepaalde gemiddelde individuele gewicht een inschatting te maken van het totaal aantal glasalen en totaal aantal elvers.

Figuur 14 Vangst van elvers.

De locatie voor de uitzet van jonge paling die net gezenderd werd, was afhankelijk van de vangstlocatie. Paling gevangen met de goot en de substraten in de molenkom of in het zijkanaal in Rotselaar werden stroomafwaarts van de splitsing op een goed begaanbare plaats uitgezet (Figuur 15). De uitzetlocatie werd gekozen op ongeveer 2 km stroomafwaarts van de watermolenstuw. Deze locatie is goed toegankelijk van de weg en ligt op voldoende afstand stroomopwaarts van de naburige overstort om eventuele verstoring tijdens de recuperatie van de elvers te voorkomen. Elvers die in Woumen werden gevangen (zie verder), werden hier ook losgelaten.Belangrijke opmerking is dat op 30 mei eenmalig een tweede uitzetlocatie werd gebruikt 2 km stroomafwaarts van de originele uitzetlocatie (4 km stroomafwaarts van de watermolenstuw dus). De reden hiervoor wordt verder in detail beschreven. Omwille hiervan wordt er naar de originele locatie verwezen als uitzetSO en naar de eenmalige tweede uitzetlocatie als uitzetSA. Paling die verder stroomafwaarts werd gevangen, werd op de vangslocatie teruggezet. Paling die werd hervangen met de goot en dus reeds gezenderd was, werd stroomopwaarts van de stuw vrijgelaten. Deze paling had immers de stuw “overwonnen” via de goot. Paling die werd hervangen met de substraten en dus reeds gezenderd was, werd t.h.v. de vangstlocatie vrijgelaten.

Figuur 15 De uitzetlocatie op ongeveer 2 km stroomafwaarts van de Molenstuw.

Elvers uit Woumen

Vanwege de grote en onvoorspelbare jaarlijkse variabiliteit in glasaalaantallen werden extra elvers gevangen tijdens ander lopend onderzoek in de IJzer (in Woumen, Esen en Zarren). Deze elvers werden voorzien van PIT-tags en getransloceerd naar de uitzetlocatie van de Rotselaar-studie. Dit heeft voordelen voor zowel de palingpopulatie als de studie. Elvers kunnen in grote aantallen stroomopwaarts geschikt habitat bereiken wat de populatie ten goede komt. Voor de studie vergroot dit de kans op een voldoende groot aantal elvers om betrouwbare inzichten te verkrijgen. Bovendien kunnen waargenomen verschillen tussen getransloceerde en lokale elvers meer inzicht geven in de effecten van translocatie.

Wanneer de vangsten in Woumen dit toelieten, werd een maximum van 200 zenderbare elvers per week verplaatst naar Rotselaar, gezenderd en losgelaten. De uitzetting van de Rotselaar elvers gebeurt wekelijks telkens op dezelfde dag in de week om een gelijke periode tussen de vangsten en uitzettingen te garanderen. Dezelfde gegevens voor gezenderde elvers van Woumen als voor gezenderde elvers van Rotselaar werden genoteerd. Ook voor de elvers van Woumen werden substraat-hervangsten met PIT-tag uitgezet op de plaats van hervangst. Goot-hervangsten met PIT-tag werden ook voor de elvers van Woumen stroomopwaarts van de stuw vrijgelaten.

Elvers van Woumen die voor de eerste keer werden uitgezet, werden consequent op locatie uitzetSO geplaatst, met één uitzondering. Op 30 mei werd de populatie gezenderde IJzer-elvers gesplitst: de helft werd uitgezet op locatie uitzetSA (4 km stroomafwaarts van de watermolenstuw) en de andere helft op uitzetSO (2 km stroomafwaarts van de watermolenstuw). Dit experimentele ontwerp was bedoeld om het tijdverschil te meten waarmee de palingen de eerste antenne bereikten, afhankelijk van hun uitzetlocatie. Omdat de afstand van uitzetSO naar de eerste antenne tweemaal zo groot was als die van uitzetSA, was de hypothese dat de migratietijd van de palingen van uitzetSO ook tweemaal zo lang zou zijn. Als deze verhouding niet klopt, suggereert dit dat palingen niet onmiddellijk na de uitzetting beginnen met migreren. De tijd die nodig is voor recuperatie kan dan geschat worden op basis van de verschillen in de gemeten migratietijden tussen de twee locaties.

1.3.2.3 Omgevingsdata

Stroomafwaarts en stroomopwaarts waterpeil ter hoogte van de stuw te Rotselaar, neerslag ter hoogte van Rotselaar en afvoer ter hoogte van Wilsele en Sint-Joris-Weert werd bekomen via de site waterinfo.be. Afvoersimulaties over de stuw werden aangeleverd door Neel Devroede (VMM).

1.3.2.4 Dataverwerking

PIT-telemetrie data werd verwerkt met behulp van R-package PITcleanr. Detecties ter hoogte van readers werden gecomprimeerd door per individu een reeks van opeenvolgende detecties op een bepaalde node te beschouwen als één record waarbij de eerste detectie, laatste detectie, verschil tussen beiden en het aantal detecties tijdens die periode werden vastgelegd. Vervolgens werd gekeken naar de sequentie van de nodes van deze verschillende records en werd daarbij bepaald in welke richting vissen bewogen (i.e. stroomopwaarts, stroomafwaarts of ongekend (specifiek wanneer vissen zowel een deel stroomopwaarts als stroomafwaarts moeten bewegen om van de ene naar de andere node te bewegen zoals bijvoorbeeld het geval is voor palingen die van de stuw naar de brug bewegen en vice versa)). Per record werd

bepaald wat de reistijd was om van de node van een vorige record naar de node van de huidige record te bewegen. Tenslotte werden de gemeten lengte, gewicht en vangstlocatie toegekend aan de records van het betreffende individu en werden ook waterpeil-, afvoer- en neerslagmetingen voorzien voor elke record. Metingen die in de tijd het dichtst lagen bij de eerste detectie van elke record werden gekoppeld aan de record.

Om een netwerkanalyse uit te voeren werd bovenstaande gecomprimeerde dataset verder samengevat tot op populatieniveau (i.e. geen onderscheid meer tussen afzonderlijke individuen). Eerst werd bepaald hoeveel unieke individuen een bepaald traject tussen twee nodes in een bepaalde richting hadden uitgevoerd. Individuen die een bepaald traject in een bepaalde richting meerdere keren hadden uitgevoerd, werden slechts eenmaal meegenomen. Bv. Een waarde van 24 voor een bepaald traject in een bepaalde richting geeft aan dat 24 palingen desbetreffende traject minstens 1 keer hadden afgelegd in die bepaalde richting. Een gelijkaardige benadering werd toegepast voor het aantal unieke individuen die op een bepaalde node werden gedetecteerd. Individuen die op een bepaalde node meerdere keren werden gedetecteerd (wat meestal het geval was), werden slechts eenmaal meegenomen.

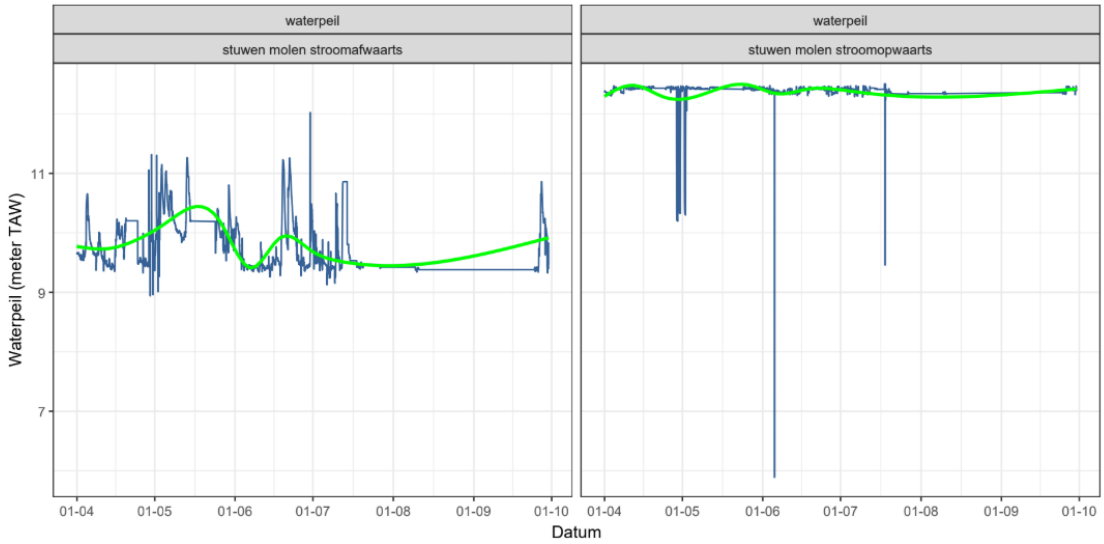
Voor de analyses werd enkel gewerkt met de detectiegeschiedenis van uitzet tot en met het succesvol passeren van de barrière, tenzij anders expliciet vermeld. Concreet werden detecties van vissen na de laatste detectie op de meest stroomopwaartse node van de vistrap of van vissen die in de palinggoot waren gevangen en die stroomopwaarts van de barrière werden losgelaten, niet meer in beschouwing genomen. Op die manier werd enkel de eerst passage-geschiedenis meegenomen in de analyse en krijgt elke vis een identiek gewicht in de analyse. Dit bleek nodig omdat sommige vissen na succesvolle passage toch terug stroomafwaarts werden gedetecteerd (vooral via de stuw).

Volgende zaken werden berekend: (1) Het absolute en relatieve aantal (1a) uitgezette en (1b) gedetecteerde individuen per vangstregio (i.e. Dijle, IJzer of Barebeek); (2) Het absolute en relatieve aantal gedetecteerde vissen dat (2a) stroomopwaarts geraakte via de goot, (2b) dat stroomopwaarts geraakte via de vistrap en (2c) dat stroomafwaarts van de vistrap en goot werden gedetecteerd; (3) Het absolute en relatieve aantal vissen per regio dat gedetecteerd werd per node; (4) De vispassage-efficiëntie van de vistrap en van (5) de palinggoot; (6) De reistijd tussen de nodes en de (7) verblijftijd op de nodes per vangstregio; (8) De netwerk-analyse per vangstregio (zie eerder); (9) Precisie-analyse om een post-hoc inschatting te maken van het aantal benodigde palingen om statistisch onderbouwde conclusies te kunnen trekken.

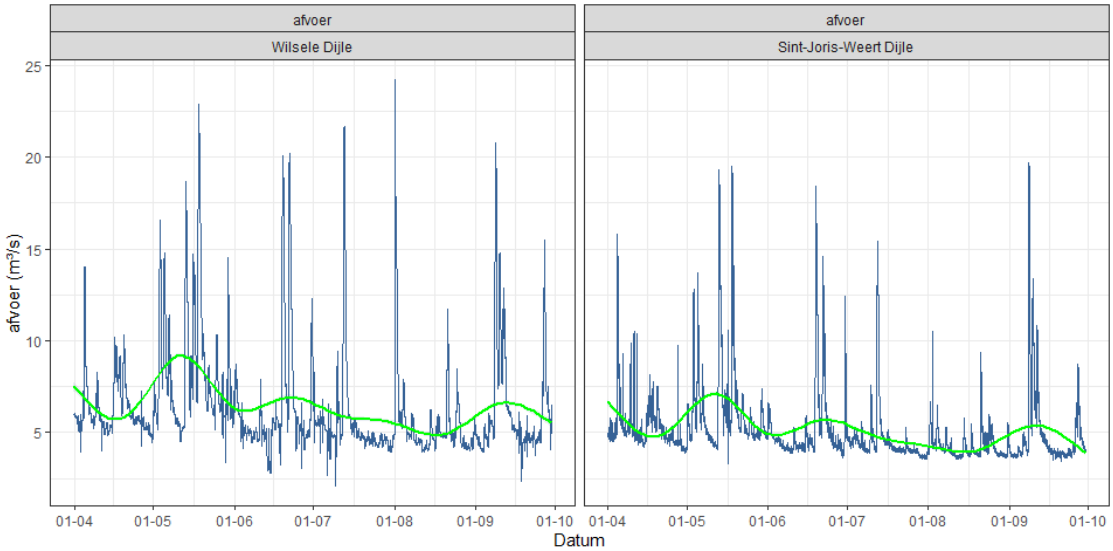
1.3.3 Resultaten

1.3.3.1 Omgevingscondities

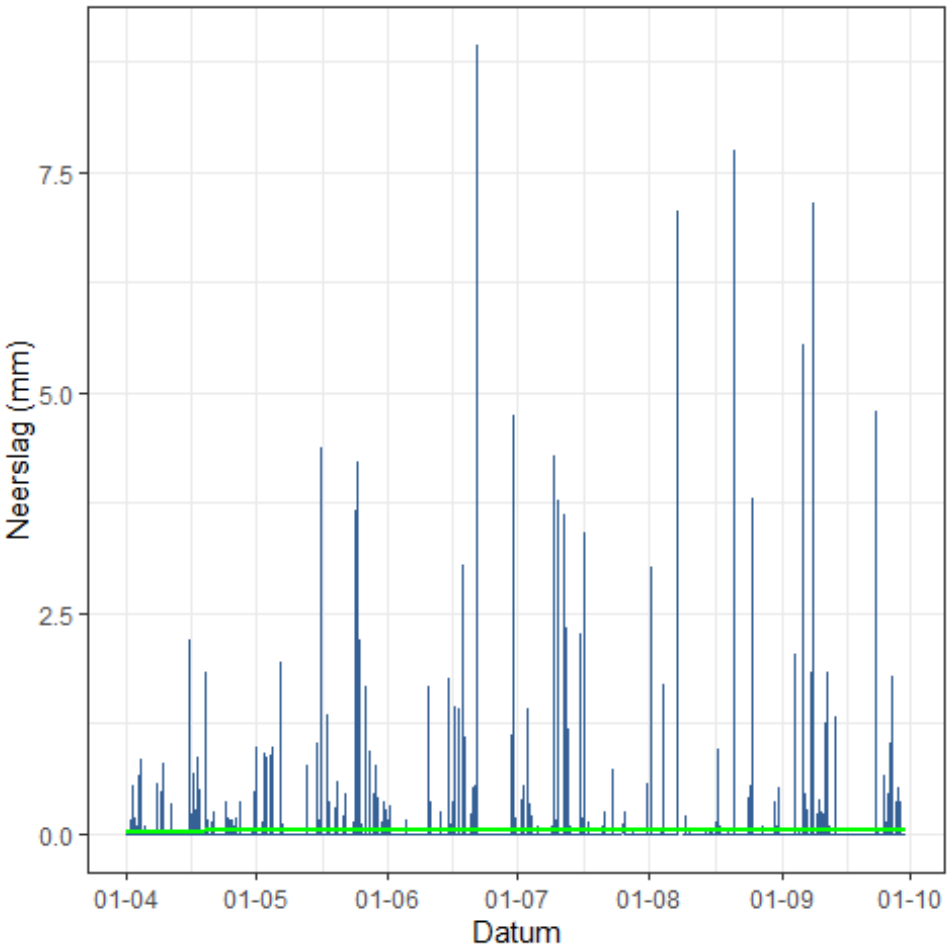
Relevante data van continue meetstations gedurende de studieperiode werd onderzocht. Meerbepaald het waterpeil te Rotselaar stroomopwaarts en -afwaarts van de stuw (Figuur 16), de afvoer te Wilsele en Sint-Joris-Weert (Figuur 17) alsook de neerslag te Rotselaar (Figuur 18). Er ontbreekt echter een aanzienlijke hoeveelheid waterpeil-data. Voornamelijk de hoeveelheid gegevens stroomopwaarts van de stuw is zeer beperkt. Stroomopwaarts was het waterpeil doorgaans rond de 12,5 meter TAW met uitzondering van een aantal momenten begin april - eind mei waarbij het waterpeil zakte tot onder de 11,5 meter TAW. Het waterpeil stroomafwaarts van de stuw varieert tussen de 9 en 12 meter TAW. De afvoer ter hoogte van Wilsele en Sint-Joris-Weert fluctueerde sterk en bereikte maximaal 25 m^3.



Figuur 16 Overzicht van metingen van waterpeil (m) te Rotselaar, voor relevante meetstations doorheen de tijd voor de studieperiode. De stations staan geordend van stroomafwaarts naar stroomopwaarts. De groene lijn geeft de gesmoothe trend aan (span=1).



Figuur 17 Overzicht van metingen van afvoer (m^3/s), voor relevante meetstations doorheen de tijd voor de studieperiode. Wilsele ligt stroomafwaarts van Sint-Joris-Weert. De groene lijn geeft de gesmoothe trend aan (span=1).



Figuur 18 Overzicht van metingen van neerslag (mm) te Rotselaar, doorheen de tijd voor de studieperiode. De groene lijn geeft de gesmoothe trend aan (span=1).

Daarnaast werd ook een inschatting gemaakt van het debiet aan water dat door de turbine beweegt op basis van energieproductiegegevens die werden opgevraagd bij Ecopower via Dirk Vansintjan. Daarbij werd ervan uit gegaan dat de maximale energieproductie gedurende de studieperiode overeen kwam met een afvoer van 5 m^3/s. Gedurende het grootste deel van de maand mei was de turbine echter niet functioneel. Deze gegevens zouden kunnen worden gevalideerd op basis van simulaties van VMM van de afvoer over de stuw. Aan de hand van deze gegevens hebben we de afvoer in de vistrap proberen inschatten, maar daar blijkt een grote onzekerheid op te zitten. Hoogtemetingen zijn noodzakelijk om een betere inschatting te kunnen maken van de afvoer in de vistrap.

1.3.3.2 Bewegingsgedrag jonge paling

Van alle palingen werden de uitzetlocaties beschouwd als nodes in de analyse. Vissen die voor de eerste keer gevangen en gezenderd waren werden uitgezet op de gangbare uitzetSO of de eenmalige uitzetSA. Vissen die hervangen werden, werden uitgezet op de locaties dat ze gevangen waren (met uitzondering van gezenderde palingen die met de goot gevangen werden, deze werden stroomopwaarts van de barrière vrijgelaten omdat deze beschouwd werden als succesvol in hun passage) en deze locaties werden ook als nodes beschouwd.

Palingen die voor de eerste keer werden uitgezet, werden telkens vrijgelaten op uitzetSO, met uitzondering van één bepaalde dag. Op 30 mei werd de helft van de gezenderde IJzer-elvers uitgezet op uitzetSA en de andere helft op uitzetSO. Het doel hiervan was na te gaan wat het tijdverschil was van palingen uitgezet op verschillende locaties om de eerste antenne te bereiken. De afstand was dubbel zo groot voor vissen die op uitzetSA waren uitgezet ten opzichte van deze vrijgelaten op uitzetSO. Men zou dan ook verwachten dat de tijd die palingen nodig hebben om van uitzetSA naar de eerste antenne te migreren, dubbel zo groot was. Mocht dit niet het geval zijn dan betekent dit dat palingen niet direct beginnen migreren na uitzet. Palingen zullen wellicht tijd nodig hebben om te recupereren en deze tijd kan ingeschat worden door gebruik te maken van twee uitzetlocaties.

Tabel 3 Aantal gezenderde en vrijgelaten palingen per datum en vangstregio.

Datum	Vangstregio	Aantal uitgezette dieren
2024-04-04	IJzer	103
2024-04-11	Dijle	2
2024-04-11	IJzer	118
2024-04-18	IJzer	11
2024-04-25	IJzer	14
2024-05-02	IJzer	13
2024-05-08	Dijle	5
2024-05-16	Barebeek	1
2024-05-16	Dijle	2
2024-05-16	IJzer	16
2024-05-23	IJzer	180
2024-05-30	Dijle	2
2024-05-30	IJzer	218
2024-06-07	Dijle	2
2024-06-13	Dijle	5
2024-06-21	Dijle	6
2024-06-27	Dijle	1
2024-07-04	Dijle	3
2024-07-23	Dijle	3
2024-07-29	Dijle	1
2024-08-08	Dijle	5
2024-08-22	Dijle	8
2024-08-30	Dijle	2
2024-09-05	Dijle	5
2024-09-16	Barebeek	1
2024-09-16	Dijle	5
2024-09-26	Barebeek	1
2024-10-04	Dijle	2

1.3.3.3 Samenvattende statistiek

Van de gezenderde vissen in de Barebeek werden er geen gedetecteerd t.h.v. Rotselaar (Tabel 4). Van de gezenderde elvers afkomstig uit de Dijle en de IJzer werden er respectievelijk 35 (59,32 %) en 286 (42,69%) gedetecteerd. 20 ID's werden gedetecteerd in Rotselaar maar konden niet teruggebracht worden naar uitzetdata (NA). Het is dus niet duidelijk wanneer deze elvers werden uitgezet en waar. Van de gedetecteerde Dijle-elvers en IJzer-elvers werden er respectievelijk 18 en 115 stroomopwaarts van de barrière gedetecteerd (Tabel 5). Van de 18 Dijle-elvers die de barrière konden passeren deden twee dit via de palinggoot en 16 via de vistrap. Van de 115 IJzer-elvers die de barrière konden passeren deden 19 dit via de palinggoot en 96 via de vistrap (Tabel 6). Sommige elvers (één uit de Dijle en vijf uit de IJzer) werden weer stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd nadat ze de barrière succesvol waren gepasseerd. Voor deze elvers werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen.

Voor de Dijle-elvers was het meest voorkomende traject: uitzet -> stuw (24,59%). Dit zijn elvers die na uitzet zich begaven naar de stuwarm en enkel daar nog gedetecteerd werden. Aangezien er geen stroomopwaartse beweging is voorbij de stuw betekent dit dat deze elvers in de stuwarm bleven of verder stroomafwaarts zwommen voorbij de splitsing. Er is slechts één elver uit de Dijle die na detectie aan de stuw omkeerde, richting de splitsing zwom en ter hoogte van de splitsing stroomopwaarts naar de vistrap bewoog. Dit is de elver die via de palinggoot stroomopwaarts migreerde, maar terug op de antenne van de stuw werd gedetecteerd (zie verder).

Voor de IJzer-elvers was het meest voorkomende traject eveneens uitzet -> stuw (11,04%). In tegenstelling tot de elvers uit de Dijle waren er echter meer unieke trajecten die de stuw omvatten, wat te verwachten was omwille van het veel grotere aantal elvers uit de IJzer. 18 IJzer-elvers vonden hun weg naar en voorbij de barrière na detectie t.h.v. de stuw. 5 Ijzer-elvers zwommen eerst de monding van de stuw-arm voorbij tot aan de brug aan de molen, maar maakten vervolgens rechtsomkeer, zwommen terug en zwommen alsnog naar de stuw.

Slechts 11,48% en 6,57 % van respectievelijk de Dijle- en IJzer-elvers zwommen het gewenste traject: uitzet -> brug -> vistrap onder-> vistrap boven. Deze gegevens zijn terug te vinden in Appendix Tabel 13.

Tabel 4 Aantal en percentage uitgezette en gedetecteerde (minstens één detectie) elvers.

Vangstregio	Klasse	Aantal	Percentage
Barebeek	totaal	3	100,00
Dijle	gedetecteerd	35	59,32
Dijle	totaal	59	100,00
IJzer	gedetecteerd	286	42,69
IJzer	totaal	670	100,00
NA	gedetecteerd	20	100,00

Tabel 5 Aantal uitgezette elvers dat minstens één keer stroomafwaarts van de turbine en stuw is gedetecteerd versus het aantal uitgezette elvers dat minstens één keer stroomopwaarts van de turbine en stuw is gedetecteerd per vangstregio. Voor elvers die weer stroomopwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze deze succesvol waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen.

Vangstregio	Klasse	Aantal	Percentage
Dijle	Na barrière via goot	2	5,71
Dijle	Na barrière via vistrap	16	45,71
Dijle	Voor barrière	35	100,00
IJzer	Na barrière via goot	19	6,67
IJzer	Na barrière via vistrap	96	33,68
IJzer	Voor barrière	285	100,00
NA	Na barrière via vistrap	4	22,22
NA	Voor barrière	18	100,00

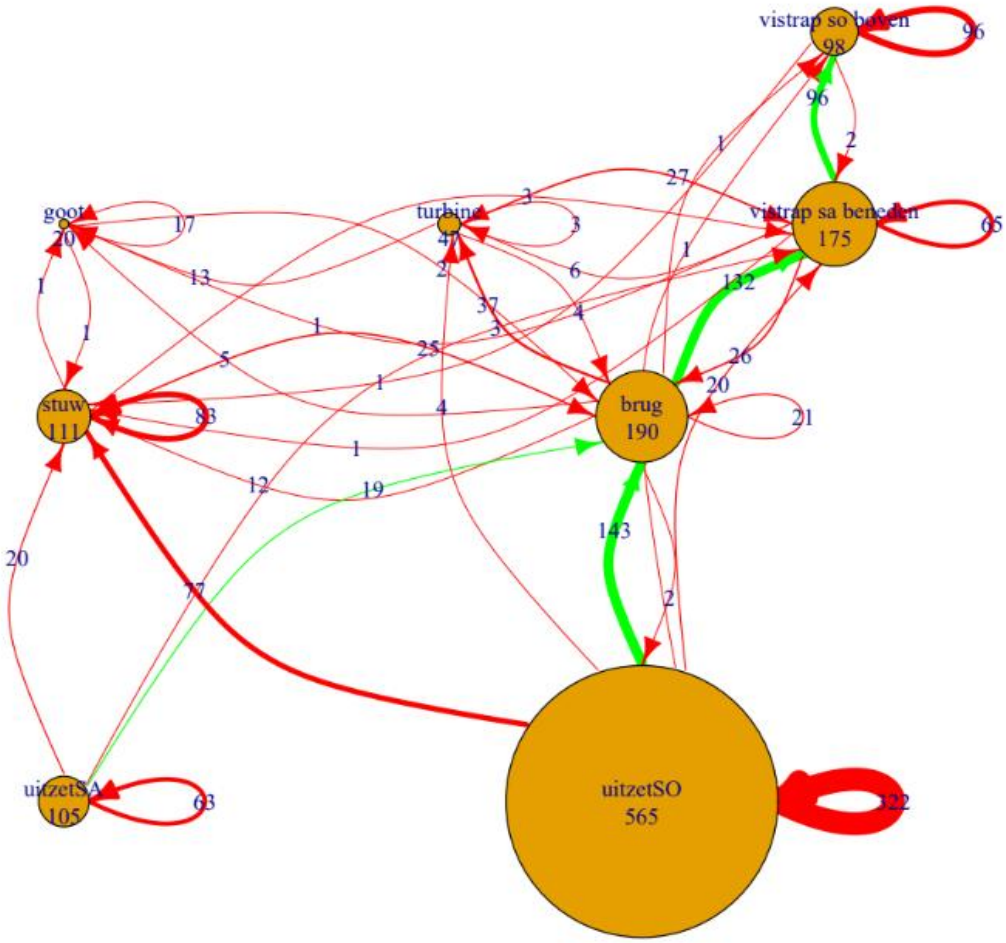
Tabel 6 Aantal en percentage individuen (unieke tags) op de verschillende antennes gedetecteerd per vangstregio.

Vangstregio	Node	Aantal	Percentage
Barebeek	uitzet	3	100,00
Dijle	uitzet	59	100,00
Dijle	vistrap sa beneden	18	30,51
Dijle	stuw	17	28,81
Dijle	Vistrap so boven	17	28,81
Dijle	brug	16	27,12
Dijle	turbine	11	18,64
Dijle	goot	2	3,39
IJzer	uitzet	670	100,00
IJzer	brug	190	28,36
IJzer	vistrap sa beneden	175	26,12
IJzer	stuw	111	16,57
IJzer	vistrap so boven	98	14,63
IJzer	turbine	47	7,01
IJzer	goot	20	2,99
NA	stuw	11	100,00
NA	vistrap sa beneden	11	100,00
NA	brug	8	72,73
NA	vistrap so boven	4	36,36

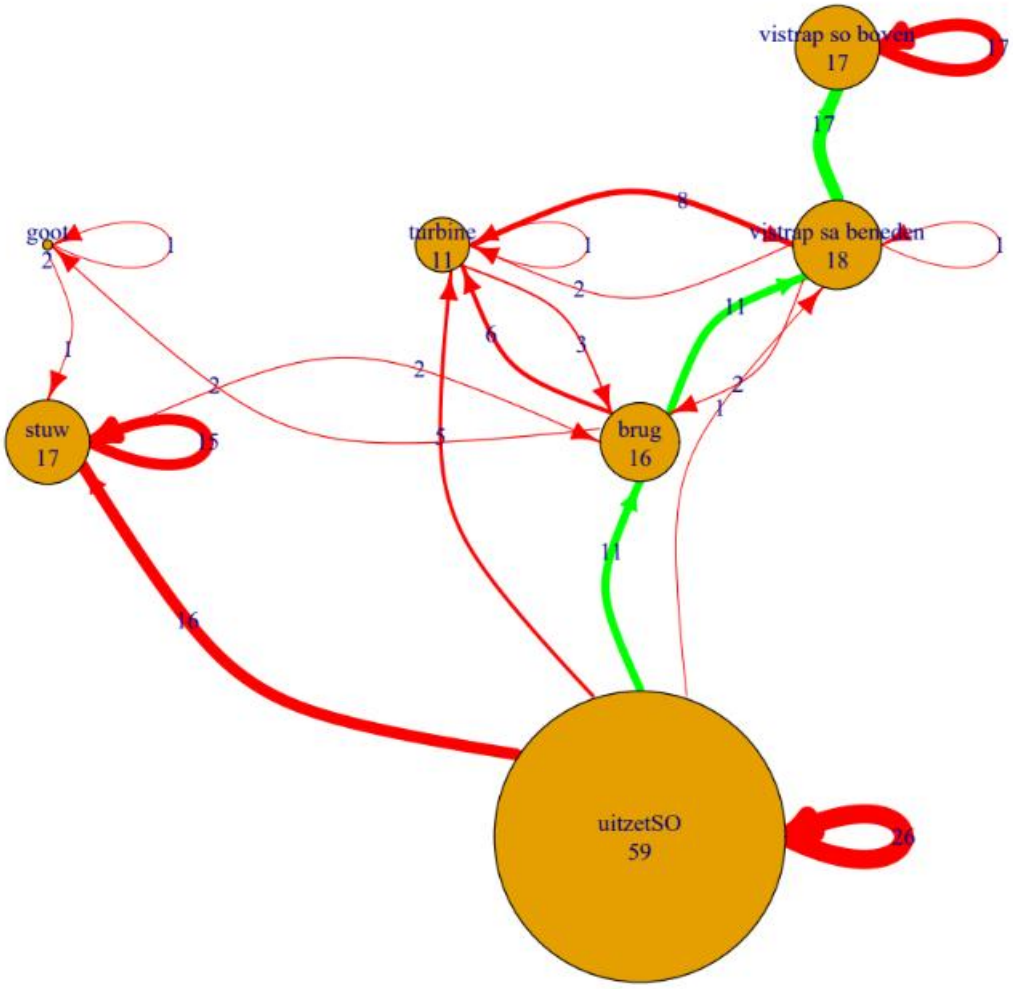
1.3.3.4 Netwerkanalyse

De bewegingen van de gezenderde palingen worden gevisualiseerd met behulp van een netwerkanalyse. In Figuur 19 en Figuur 20 worden de netwerkanalyses van respectievelijk de elvers uit de IJzer en Dijle afgebeeld. De uitzetlocaties en antennes worden weergegeven als nodes. Vissen die voor de eerste keer gevangen en gezenderd waren, werden uitgezet op uitzetSO of uitzetSA. Vissen die hervangen werden, werden uitgezet op de locaties dat ze gevangen waren (dit betreft slechts 2 palingen) en deze locaties werden ook als nodes opgenomen. Voor elke antenne/node staat aangegeven hoeveel unieke elvers er minstens één keer zijn gedetecteerd. Een grotere node duidt op een hoger aantal detecties.

De bewegingen van de palingen tussen de nodes zijn gevisualiseerd door middel van pijlen. De dikte van de verbindingen zijn een proxy van het aantal unieke elvers die tussen de betreffende nodes heeft bewogen. Indien meer dan 10 elvers voor een verbinding werden geobserveerd, dan werd het aantal unieke elvers meegegeven. Een groene verbinding geeft het gewenste traject van een elver aan: uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven. Verbindingslijnen die starten en eindigen in dezelfde node, geven het aantal unieke elvers waarvan de betreffende antenne de laatst detecterende was. UitzetSO is de oorspronkelijke uitzetlocatie dichts bij de molenstuw terwijl uitzetSA de tweede, meer stroomafwaartse uitzetlocatie is waar slechts een 100-tal elvers waren uitgezet.



Figuur 19 Samenvatting van de bewegingspatronen van gezenderde elvers die afkomstig zijn van de IJzer. De grootte van een node komt overeen met het aantal unieke vissen dat er gedetecteerd zijn. De breedte van connecties tussen nodes komt overeen met het aantal unieke vissen dat er gedetecteerd zijn. De breedte van connecties tussen nodes komt overeen met het aantal unieke vissen dat er opeenvolgend gedetecteerd zijn op de betrokken nodes. Lussen die vertrekken en aankomen in eenzelfde node weerspiegelen elvers wiens laatste detectie de betreffende node was.



Figuur 20 Samenvatting van de bewegingspatronen van gezenderde elvers die afkomstig zijn van de Dijle
De grootte van een node komt overeen met het aantal unieke vissen dat er gedetecteerd zijn. De breedte van connecties tussen nodes komt overeen met het aantal unieke vissen dat er opeenvolgend gedetecteerd zijn op de betrokken nodes. Lussen die vertrekken en aankomen in eenzelfde node weerspiegelen elvers wiens laatste detectie de betreffende node was.

1.3.3.5 Vispassage-efficiëntie van de vistrap

De ingangsefficiëntie geeft de verhouding weer van het aantal vissen dat de ingang van de vistrap vindt (minstens één detectie aan de onderkant of bovenkant van de vistrap) over het aantal vissen dat de vistrap benadert (minstens één detectie t.h.v. de brug, de turbine, de onderkant of bovenkant van de vistrap). Vissen die de palinggoot verkozen over de vistrap werden niet in beschouwing genomen. Voor vissen van de Dijle en van de IJzer bedraagt de ingangsefficiëntie respectievelijk 0,94 en 0,84 (Tabel 7). Door het relatief kleine verschil in percentage en het lage aantal elvers uit de Dijle was dit verschil niet significant (p>0,05).

De passage-efficiëntie geeft de verhouding weer van het aantal vissen dat de vistrap succesvol passeert (minstens één detectie aan de bovenkant van de vistrap) over het aantal vissen dat de vistrap binnenzwemt (minstens één detectie t.h.v. de onderkant of bovenkant van de vistrap). Voor vissen van de Dijle en van de IJzer bedraagt de passage-efficiëntie respectievelijk 0,94 en 0,56 (Tabel 8). Ondanks het lage aantal elvers uit de Dijle was dit verschil wel significant ($p<0,05$) (i.t.t. de ingangs-efficiëntie).

Tabel 7 Ingangsefficiëntie van de vistrap voor elvers van de Dijle en de IJzer. Het totaal aantal elvers dat de vistrap benadert is weergegeven als n. Elvers die passeerden via de palinggoot werden buiten beschouwing gelaten. Voor elvers die weer stroomafwaarts stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze de barrière succesvol waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen.

Vangstregio	Ingangsefficiëntie	n
Dijle	0,94	18
IJzer	0,89	193

Tabel 8 Passage-efficiëntie van de vistrap voor elvers van de Dijle en de IJzer. Het totaal aantal elvers dat de vistrap binnenkomt is weergegeven als n. Voor elvers die weer stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze de barrière succesvol waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen.

Vangstregio	Passage-efficiëntie	n
Dijle	0,94	17
IJzer	0,56	171

1.3.3.6 Vispassage-efficiëntie van de palinggoot

Van de drie Dijle-elvers die de vistrap en de palinggoot benaderden maar niet kozen voor de vistrap, zwommen er twee (67%) de palinggoot succesvol op. Een van de twee palingen kwam na de goot echter opnieuw terecht in de molenkom en koos daarna voor de vistrap. Van de 38 IJzer-elvers die de vistrap en palinggoot benaderden maar niet kozen voor de vistrap, zwommen 50% de palinggoot succesvol op.

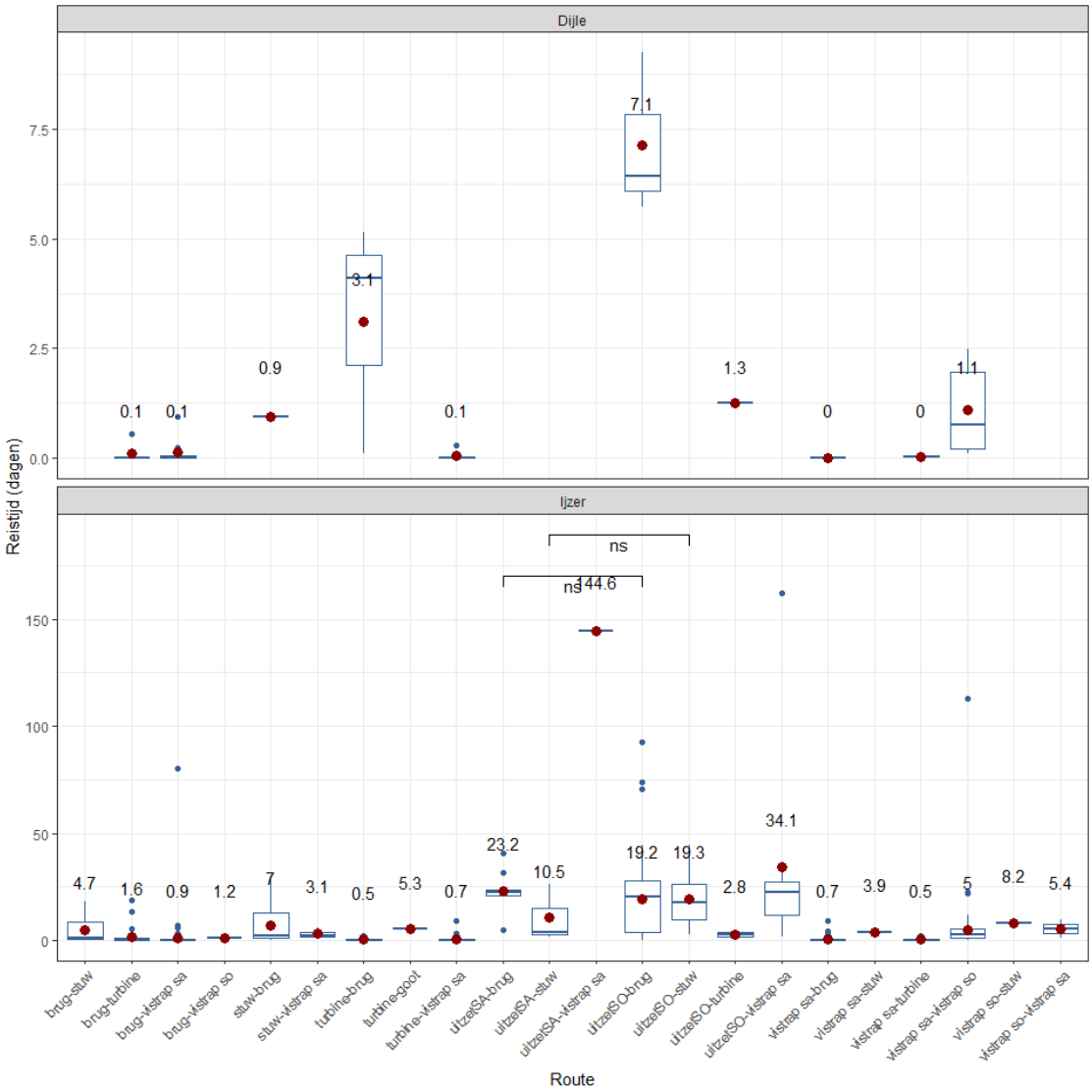
Tabel 9 Ingangsefficiëntie van de palinggoot voor elvers van de Dijle en de IJzer. Het totaal aantal elvers dat de palinggoot benadert is weergegeven als n. Elvers die passeerden via de vistrap werden buiten beschouwing gelaten. Voor elvers die weer stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze de barrière waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening gebracht.

Vangstregio	*Passage-efficiëntie*	*n*
Dijle	*0,67*	*3*
IJzer	*0,50*	*38*

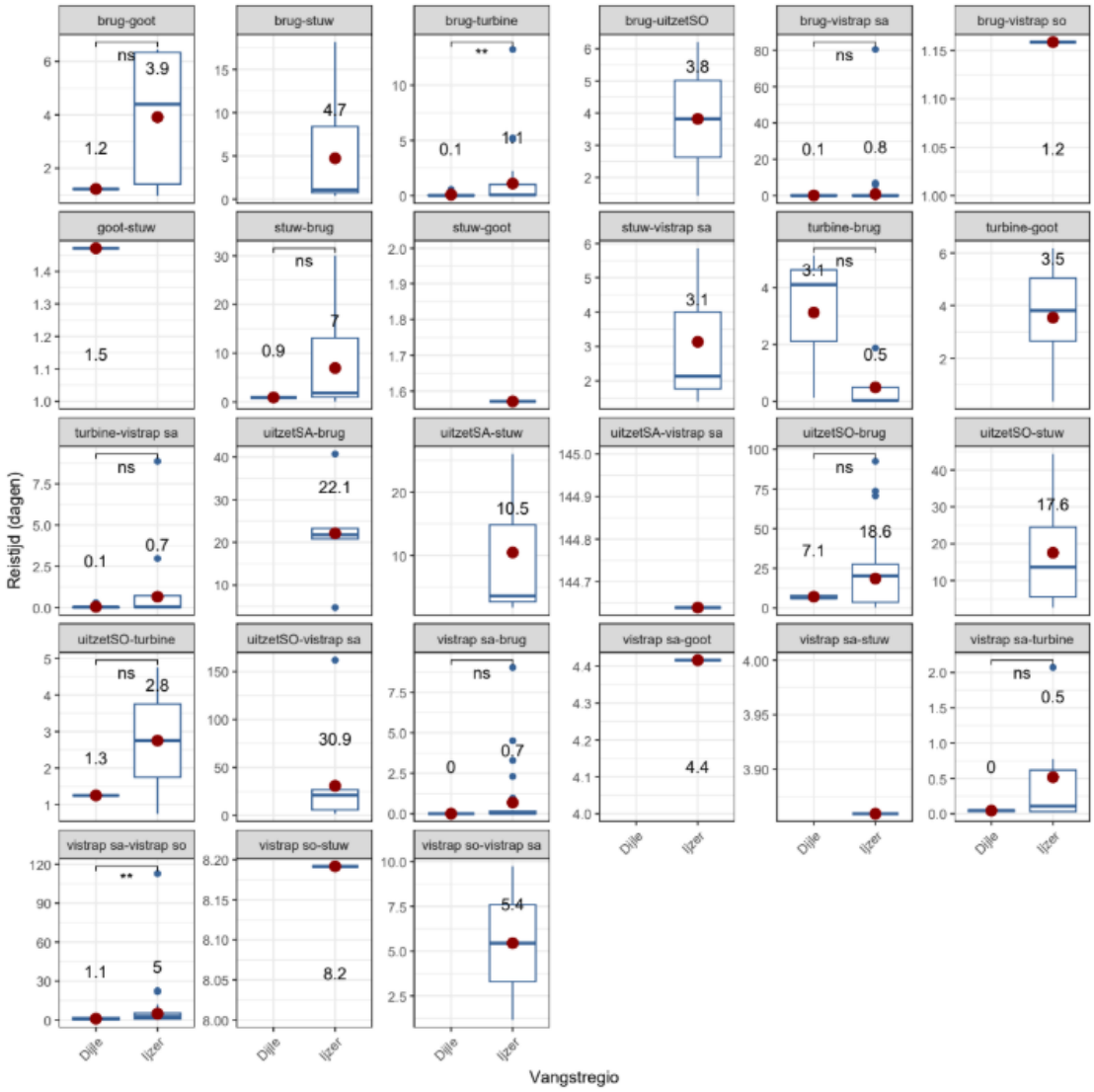
1.3.3.7 Reistijd

Palingen die voor de eerste keer werden uitgezet, hebben we telkens losgelaten op uitzetSO, met uitzondering van één bepaalde dag. Op 30 mei werd de helft van de gezenderde IJzer-elvers uitgezet op uitzetSA en de andere helft op uitzetSO. Het doel hiervan was na te gaan wat het tijdverschil was van palingen wanneer ze worden losgelaten op verschillende afstand ten opzichte van de eerste antenne. De afstand was dubbel zo groot voor vissen die op uitzetSA waren uitgezet. Men zou dan ook verwachten dat de tijd die palingen nodig hebben om van dit punt naar de eerste antenne te migreren, dubbel zo groot was dan wanneer ze vertrokken van uitzetSO. Mocht dit niet het geval zijn dan betekent dit dat palingen niet direct beginnen migreren na uitzet. Palingen zullen wellicht tijd nodig hebben om te recupereren en deze tijd kan ingeschat worden door gebruik te maken van twee uitzetlocaties.

Voor elvers uit de IJzer was er geen significant verschil in reistijd tussen elvers uitgezet op de eerste uitzetlocatie (uitzetSO) versus elvers uitgezet op de tweede uitzetlocatie (uitzetSA) (Figuur 21) voor het traject uitzet -> brug en het traject uitzet -> stuw. Dit suggereert dat getransloceerde palingen voldoende tijd nodig hebben om te recupereren na transport, verdoving en operatie. Voor de meeste trajecten zijn er geen significante verschillen tussen elvers uit de Dijle en elvers uit de IJzer (Figuur 22). Voor het traject brug -> turbine en vistrap sa beneden -> vistrap sa boven is de reistijd echter wel significant groter voor palingen uit de IJzer.



Figuur 21 Reistijd (dagen) voor elvers gevangen in de Dijle (boven) versus de IJzer (onder) tussen de verschillende nodes. Paarsgewijze wilcoxon-ranglijsttests met Bonferroni-correctie werden toegepast voor de elvers gevangen in de IJzer voor het verschil tussen uitzetSA-stuw en uitzetSO-stuw. p-waarden werden geclassificeerd als niet-significant of ns (0>0,05), * (0,05-0,01), ** (0,01-0,001), *** (0,001-0,0001), **** (0,0001-0). Gemiddelden worden boven de boxplots weergegeven.



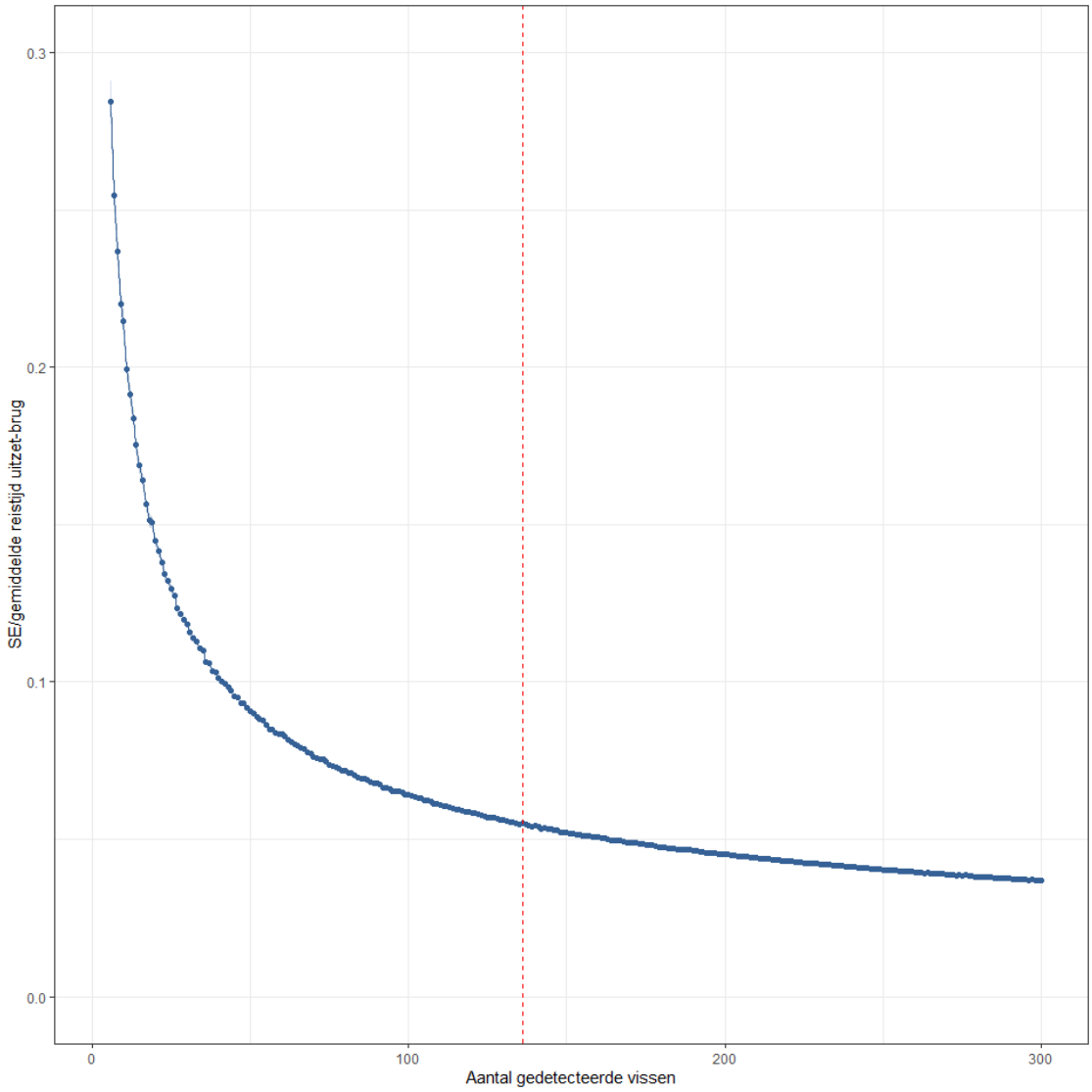
Figuur 22 Gemiddelde reistijd (dagen) voor elvers gevangen in de Dijle (links) versus de IJzer (rechts) tussen de verschillende nodes. Paarsgewijze wilcoxon-ranglijsttests met Bonferroni-correctie werden toegepast tussen elvers gevangen in de IJzer en elvers gevangen in de Dijle. p-waarden werden geclassificeerd als niet-significant of ns (0>0,05), * (0,05-0,01), ** (0,01-0,001), *** (0,001-0,0001), **** (0,0001-0). Gemiddelden worden boven de boxplots weergegeven.

1.3.3.8 Precisie-analyse

Om na te gaan hoeveel elvers nodig zijn om tot statistisch onderbouwde conclusies te komen werd een precisie-analyse uitgevoerd. De voorgestelde precisie-analyse van de data geeft aan hoe het huidige aantal elvers met PIT-tag (verticale rode lijn op Figuur 23) een adequate precisie geeft (i.e. zo laag mogelijk op de y-as) voor het bepalen van de reistijd tussen de uitzetlocatie en de eerste antenne. Analyse van de reistijd gaf aan dat elvers bijzonder lang (mediaan van 20 dagen) onderweg zijn van de uitzetlocatie naar de eerste antenne. Mogelijk is dit het gevolg van de recuperatietijd die elvers nodig hebben om te bekomen van de verdoving en operatie. Om na te gaan wat de recuperatietijd was werd voor 100 vissen een meer stroomafwaartse uitzetlocatie gekozen (stroomopwaarts van de samenvloeiing met de

Demer). Dit laat ons toe om een meer correct beeld te krijgen van het eigenlijke natuurlijke bewegingsgedrag.

Precisie op de inschatting van de reistijd van uitzet naar brug voor IJzer-elvers lijkt te stagneren rond de 40 vissen (Figuur 23). In de studie werden er 285 IJzer-elvers gezenderd en gedetecteerd. Dit is een voldoende groot aantal voor een adequate analyse. Van de Dijle-elvers werden slechts 32 gedetecteerd voor dewelke deze parameter bepaald kon worden. Dit is een onvoldoende groot aantal om representatief te zijn.



Figuur 23 Precisie-analyse: standaard error over gemiddelde reistijd van uitzetSO naar stuw in functie van aantal gezenderde elvers afkomstig uit de IJzer. De rode lijn geeft het aantal elvers uit de IJzer aan dat gezenderd en gedetecteerd werd en dus in aanmerking kwam voor de analyse.

1.3.4 Bespreking

1.3.4.1 Ingangsefficiëntie en passage-efficiëntie van de vistrap

Net als voor de palinggoot (zie verder) is een zuivere beoordeling van de efficiëntie van de vistrap niet mogelijk. Palingen hebben immers een alternatieve optie, de palinggoot. Het kan immers niet bepaald worden wat palingen die via de goot stroomopwaarts migreerden zouden gedaan hebben in afwezigheid van de goot: via de vistrap migreren of ter plaatse blijven. Voor het bepalen van de efficiëntie van zowel de vistrap als voor de palinggoot werden respectievelijk palingen die migreerden via de palinggoot en palingen die migreerden via de vistrap buiten beschouwing gelaten.

De vistrap laat de stroomopwaartse beweging toe van een relatief groot aantal elvers. Kwantificatie van deze efficiëntie valt typisch uiteen in vier onderdelen: attractie-efficiëntie (de verhouding van naderende vissen die de ingang van de vispassage lokaliseren), ingangsefficiëntie (aandeel van aangetrokken vissen dat de vispassage binnenkomen), passage-efficiëntie (aandeel van de ingevoerde vissen dat met succes de vispassage passeert) en volledige efficiëntie (aandeel naderende vissen dat wordt aangetrokken door de vispassage, deze binnengaat en met succes passeert). Attractie-efficiëntie is moeilijk te achterhalen in deze studie (en andere studies) omwille van het vereiste inzicht in fijne-schaal bewegingsgedrag van vissen. PIT-telemetrie is een robuuste techniek om inzicht te krijgen in de functionaliteit van een vispassage via één-dimensionale (1D) tracks, maar mist de gevoeligheid van fijne-schaal twee-dimensionale (2D) akoestische telemetrie die meer fundamenteel inzicht geeft in het eigenlijke bewegingsgedrag van vissen. Attractie- efficiëntie en volledige efficiëntie werden daarom hier niet gerapporteerd.

De ingangsefficiëntie en passage-efficiëntie werden berekend volgens volgende werkwijze. De ingangsefficiëntie geeft de verhouding weer van het aantal vissen dat de ingang van de vistrap vindt (minstens één detectie aan de onderkant of bovenkant van de vistrap) over het aantal vissen dat de vistrap benadert (minstens één detectie t.h.v. de brug, de turbine, de onderkant of bovenkant van de vistrap). De passage-efficiëntie geeft de verhouding weer van het aantal vissen dat de vistrap succesvol passeert (minstens één detectie aan de bovenkant van de vistrap) over het aantal vissen dat de vistrap binnenzwemt (minstens één detectie t.h.v. de onderkant of bovenkant van de vistrap).

Voor vissen van de Dijle en van de IJzer bedraagt de ingangsefficiëntie respectievelijk 0,94 en 0,89 terwijl de passage-efficiëntie 0,94 en 0,56 bedraagt voor vissen van de Dijle en van de IJzer respectievelijk. De passage-efficiëntie was significant groter voor lokale elvers (uit de Dijle) dan voor getransloceerde elvers (uit de IJzer).

1.3.4.2 Ingangsefficiëntie van de palinggoot

Voor de palinggoot kan enkel bepaald worden hoeveel palingen uiteindelijk in de goot terechtkomen. Passage-efficiëntie kan niet bepaald worden omdat we niet weten hoeveel palingen zich aanmelden aan de ingang van de goot. De efficiëntie van de goot is dus eerder een ingangsefficiëntie. Net als voor de vistrap is een zuivere beoordeling van de efficiëntie van de palinggoot niet mogelijk. Palingen hebben immers een alternatieve optie, de vistrap (zie eerder).

Van de drie Dijle-palingen en 38 IJzer-palingen die zich aanmelden in de molenkom en die niet via de vistrap stroomopwaarts migreerden, migreerden er respectievelijk twee (67%) en 19 (50%) stroomopwaarts via de palinggoot.

1.3.4.3 Voor welke arm van de Dijle kiezen de elvers en hoe beïnvloedt deze keuze hun stroomopwaartse migratie?

Een aanzienlijk aantal elvers (zowel uit de Dijle als uit de IJzer) kiest voor de arm zonder vistrap en voor het merendeel van deze elvers is er geen verdere stroomopwaartse migratie binnen de studieperiode. 25% en 11% van de Dijle- en IJzer-elvers werd immers voor het eerst gedetecteerd op de stuw en verder nergens meer. Een aantal elvers dat voor de arm zonder vistrap koos, maakte uiteindelijk wel rechtsomkeer om de juist richting uit te gaan maar dit aantal was relatief beperkt. Aangezien stroomopwaartse migratie via deze arm niet mogelijk is en gegeven het relatief grote aantal elvers dat hier terecht komt en blijft is het aangewezen om ook hier de haalbaarheid voor het plaatsen van een palinggoot te bekijken.

1.3.4.4 Reistijd van de elvers

Om een idee te krijgen van de reistijd, werden op 30 mei 100 elvers afkomstig van de IJzer uitgezet op de gewoonlijke uitzetlocatie (uitzetSO) in de Dijle, en 100 andere individuen werden meer stroomafwaarts (uitzetSA) losgelaten. De af te leggen afstand voor de tweede groep was dubbel zo groot als voor de elvers die werden uitgezet op de gewoonlijke uitzetplek. Er was echter geen significant verschil in tijd die nodig was om van de uitzetlocatie naar de eerste antenne te zwemmen voor de twee groepen. Daarenboven was de tijd nodig om te bewegen van de gewoonlijke uitzetlocatie uitzetSO naar de brug bijzonder hoog. Voor het traject uitzetSO -> brug van 825 meter hadden Dijle- en Ijzer-elvers respectievelijk 4.7 en 20.3 dagen nodig. Dat komt overeen met een snelheid van respectievelijk 0.18 en 0.04 km/dag. Griffioen et al. (2024) spreekt over een gemiddelde zwemsnelheid van 0,7 km/dag in een waterloop waar geen getij aanwezig is en de jonge paling bijgevolg actief moet zwemmen (Griffioen et al. 2024). Deze gemiddelde snelheid stijgt met een toename in temperatuur tot 1,8 km/dag. Andere auteurs rapporteren gemiddelde zwemsnelheden van 3-5 km/dag (Beaulaton & Castelnaud 2005), meer dan 2 km/dag (Huisman et al. 2023), 1,6-8,4 km/dag (McClaeve & Kleckner 1982) of 10-15 km/dag (Dutil et al. 2009) op wateren waar wel nog getij op zit. De vergelijkbare en bijzonder hoge reistijden over afstanden van 900 en 2535 meter van uitzet naar de eerste antenne wijst erop dat de getransloceerde palingen voldoende tijd nodig hebben om te recupereren na transport, verdoving en operatie.

1.3.4.5 Het effect van omgevingsomstandigheden op het migratiegedrag en de vistrap-efficiëntie

We verwachten een effect van afvoer op de abundantie en het bewegingsgedrag van elvers (Griffioen et al. 2024). De beschikbare gegevens omtrent waterstand, afvoer, energie opgewekt door de turbine etc. waren helaas ontoereikend om iets te kunnen bijdragen aan de resultaten. Kroes et al. (2020) vond geen significante relatie tussen de glasaaldensiteit en afvoer op locaties met een vistrap (Kroes et al. 2020). De aanwezigheid van een goed werkende vistrap kan de verblijftijd en lokale densiteit drastisch verminderen. Dit zou dan leiden tot een lager risico om gepredeerd te worden of te verzwakken ten gevolge van lang moeten zoeken, geen geschikt opgroeihabitat vinden etc. (Edeline et al. 2006, Griffioen et al. 2022, Miyake et al. 2018).

Op het eerste zicht lijkt het dat lokale palingen (uit de Dijle) meer responsief zijn voor de stroming van het systeem dan de getransloceerde palingen (uit de IJzer). Wanneer de turbine aanstaat lijken relatief meer lokale elvers te kiezen voor de arm van de turbine (waar ook de vistrap) dan wanneer deze uitstaat. Voor elvers uit de IJzer lijkt dit weinig tot geen effect te hebben. Belangrijke duiding hierbij is echter wel het beperkte aantal lokale elvers dat in aanmerking komt voor de analyse.

Het zou ook interessant zijn om migratiegedrag direct te linken aan debietverloop binnen het systeem. Jammer genoeg bleken tijdens de studieperiode de loggers voor de stroomopwaartse waterhoogte grotendeels buiten werking wat verhinderde om simulaties te bekomen voor het debiet over de stuw (door VMM) en eigen inschattingen voor de vistrap. Inschattingen voor het debiet over de turbine kon wel bekomen worden door de berekeningen a.d.h.v. de hoeveelheid opgewekte energie. Omdat inzicht in de verhoudingen van de debieten zo belangrijk is naar beheersvoorstellen worden extra metingen aangeraden. De voorkeur geniet natuurlijk de directe meting van het debiet, maar een afleiding van het debiet via stroomopwaartse waterhoogte kan ook mits enkele gespreide debietsmetingen worden ingepland om de debiet-waterhoogte relatie te bepalen. Het zijn vooral de verhoudingen van debiet voor (1) de vistrap versus de turbine en voor (2) beide armen die inzicht kunnen geven in het keuzegedrag van elvers voor een bepaalde Dijle-arm en de vistrap-efficiëntie, respectievelijk.

1.3.5 Aanbevelingen

De palinggoot lijkt meerwaarde te hebben op de huidige locatie. Het is natuurlijk niet te achterhalen met de huidige dataset wat palingen die via de palinggoot stroomopwaarts migreren zouden doen wanneer er geen goot is. Blijven deze ter plaatse of migreren ze stroomopwaarts via de vistrap? Een additionele palinggoot ter hoogte van de stuw in de andere arm wordt aangeraden omdat een relatief groot aantal elvers hier vast komt te zitten. Ook al is er nog geen duidelijk zicht op de condities waarbij de efficiëntie van de vistrap het grootst is, de vistrap-efficiëntie zelf is aanzienlijk en is cruciaal voor opwaartse migratie van paling. Het wordt dus sterk aangeraden om de vistrap functioneel te houden.

De efficiëntie van de palinggoot op basis van de verzamelde resultaten wordt idealiter ook volgend jaar opgevolgd om de meerwaarde van een permanente goot te bepalen. Het aantal lokale elvers was in veel gevallen te laag om sluitende conclusies te maken over zaken zoals vispassage-efficiëntie, bewegingsgedrag, reistijd, etc. Een bijkomend jaar (waarbij de eerdere data natuurlijk gebruikt wordt) en de reeds opgedane expertise kunnen aangewend worden om te komen tot een meer robuuste dataset en meer onderbouwde conclusies. Daarenboven zien we ook veel meerwaarde in bijkomende, bij voorkeur continue en directe metingen van het debiet voor meer concrete beheersvoorstellen.

1.4 INTREK VAN GLASAAL EN ELVERS VANUIT DE IJZER NAAR HET STROOMGEBIED VAN DE STENENSLUISVAART EN DE BLANKAART

1.4.1 Situering

Het stroomgebied van de Stenensluisvaart en de Blankaart vormt, samen met een netwerk van poldersloten, een zeer geschikt opgroeigebied voor paling. Dit stroomgebied is op heden echter niet vrij optrekbaar voor glasaal en elvers vanuit de IJzer. De optrekbaarheid wordt belemmerd door de aanwezigheid van het pompstation Woumen op de Stenensluisvaart dat water oppompt naar de hoger gelegen IJzer (Figuur 24). De waterbeheerder (Vlaamse Milieumaatschappij) plant om het pompstation Woumen (met financiële steun van het Visserijfonds) visveiliger te maken voor stroomafwaarts migrerende palingen (schieralen) in 2025; het gemaal bestaat tegenwoordig namelijk uit een schroef die mogelijks bijna 100% mortaliteit veroorzaakt (Buysse et al. 2013). In dit Onderzoeksprogramma Visserij wordt net als vorig jaar nagegaan of de intrek van glasaal en elvers naar de polder zou kunnen verbeterd worden door de aanleg van een permanente palinggoot.

Figuur 24 Locatie van het pompstation Woumen voorzien van de experimentele palinggoot.

1.4.2 Doelstelling

In het huidige onderzoeksprogramma werd voor het derde jaar op rij het aantal opwaarts migrerende jonge palingen gemonitord door middel van een experimentele palinggoot. Net zoals in 2023 werd dit in 2024 gedaan in samenwerking met een vrijwilliger.

1.4.3 Werkwijze

De experimentele palinggoot (Figuur 25) werd geïnstalleerd ter hoogte van het pompstation in overleg met de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). De optrek van glasaal (nog niet volledig gepigmenteerde jonge palingen) en elvers (al volledig gepigmenteerde jonge palingen) kan worden nagegaan met behulp van deze palinggoot. Afhankelijk van het aantal optrekkende jonge palingen werd de opvangbak een of meerdere keren per week geleegd. De dieren werden vervolgens gekwantificeerd en onderworpen aan een biometrische analyse. Wanneer het totale aantal glasaal en elvers kleiner was dan 100, werden deze allemaal geteld. Wanneer deze talrijker waren, werd een representatief substaal geteld. Het totale gewicht van de vangst en het gewicht van het substaal werden bepaald. Op basis hiervan kan dan worden geschat hoeveel jonge paling werd gevangen. Na analyse werden de dieren vrijgelaten stroomopwaarts van het knelpunt. De goot werd opgestart op 20 februari 2024. De bemonsteringen vonden plaats van 22 februari tot 21 augustus 2024.

Figuur 25 De experimentele palinggoot die stroomafwaarts van het pompstation in Woumen werd geplaatst.

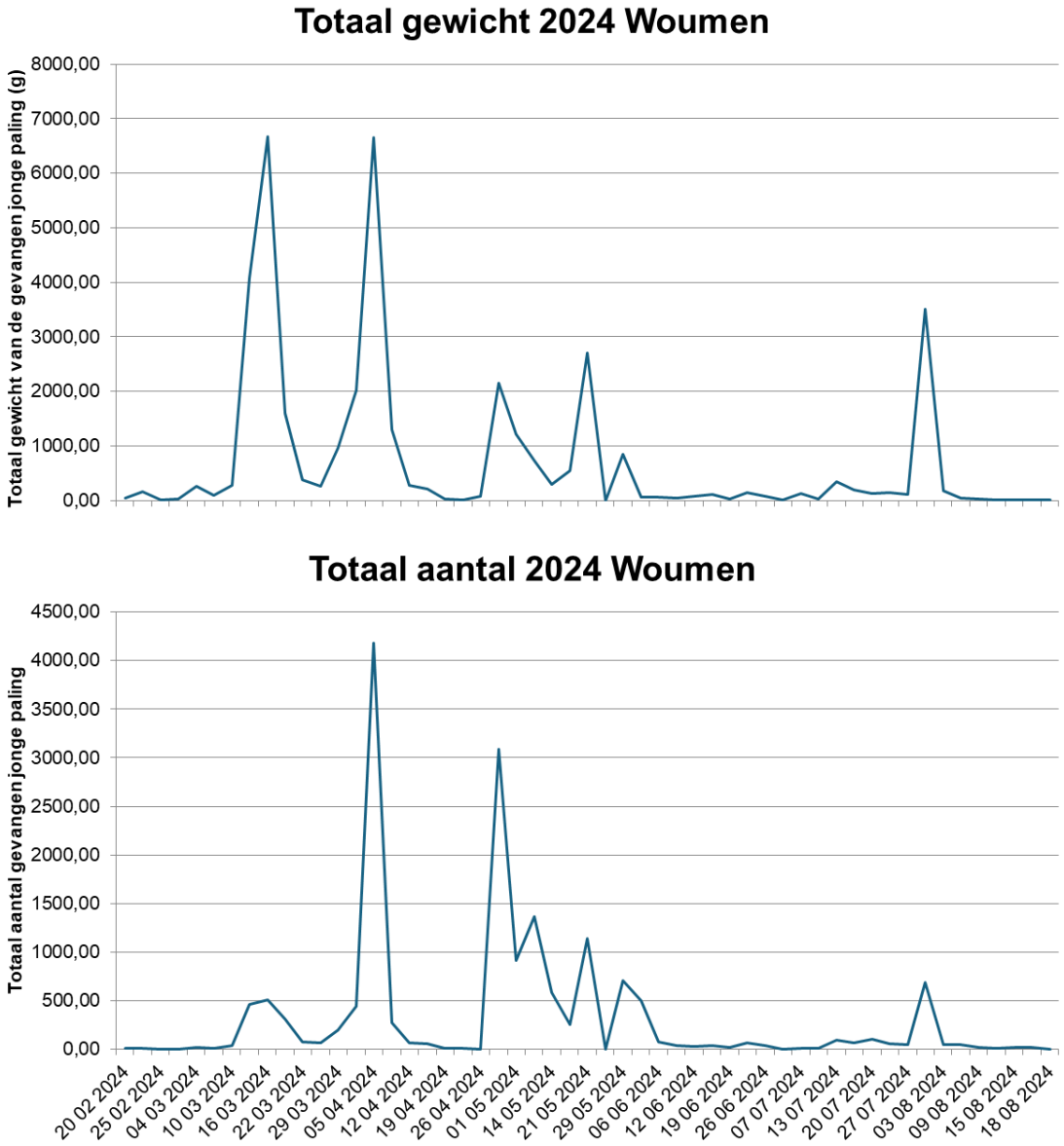
1.4.4 Resultaten en bespreking

1.4.4.1 Vangstaantallen

In totaal werd 39,36 kg jonge paling met de palinggoot gevangen en overgezet naar de binnenwateren. Dit zouden naar schatting 16.891 individuen zijn. Dit is meer dan het dubbele van wat we aantroffen in 2022, maar een stuk minder dan in 2023. Toen klommen maar liefst

1251 glasalen en naar schatting 36.614 elvers (167 kg) de palinggoot op. De vangsten in maart bestonden voornamelijk uit grotere dieren (Figuur 26). In april en mei troffen we ook meer en meer glasaal aan. Daarna kenden de vangsten een terugval, met een beperktere toename eind juli – begin augustus.

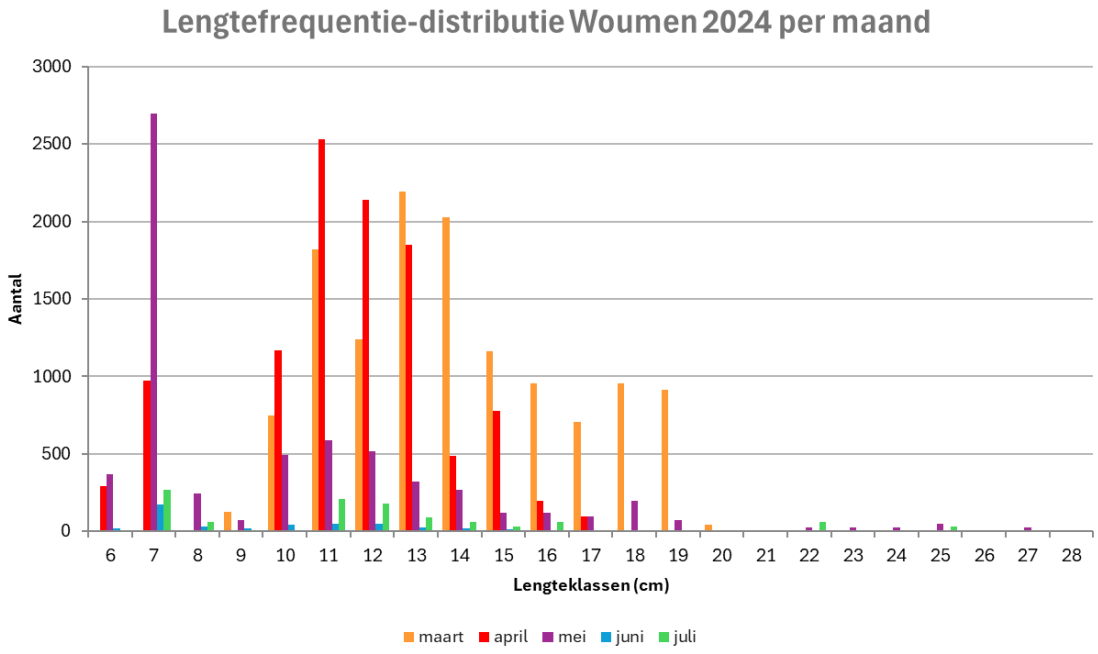
Merk op dat dit jaar geen onderscheid werd gemaakt tussen glasaal en elver. Bij het verwerken van vangsten van dergelijke omvang is het praktisch niet haalbaar om deze groepen op te splitsen. Bovendien is het verschil tussen een glasaal en elver niet altijd eenduidig. Wij beschouwen een jonge paling die nog niet volledig is gepigmenteerd als glasaal. Echter zijn er ook individuen met eenzelfde lengte die wel al volledig gepigmenteerd zijn. Deze worden als elver gecatalogeerd.



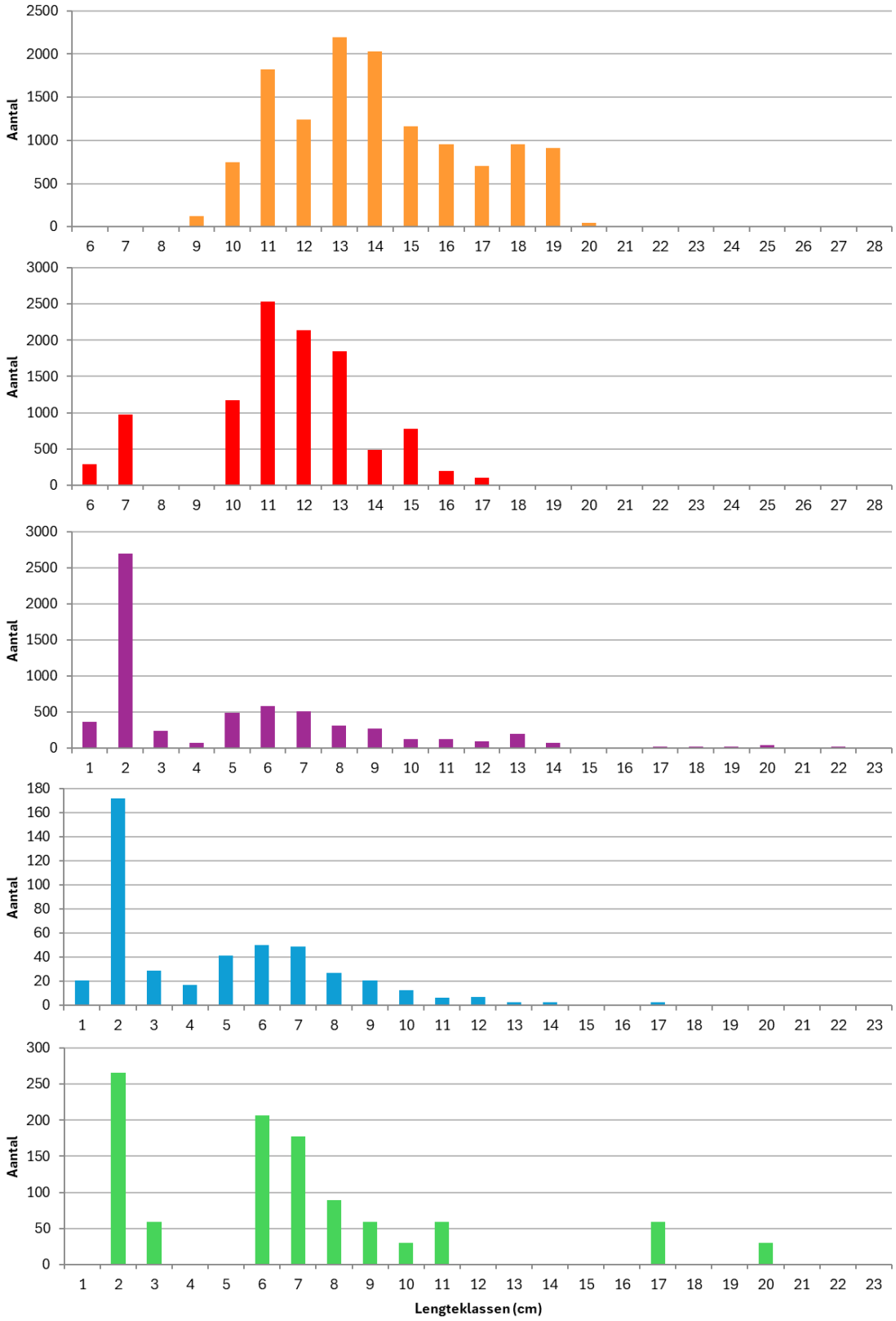
Figuur 26 Het totale gewicht (gram) van de gevangen jonge paling (boven) en het totale aantal gevangen jonge paling (onder) te Woumen in 2024 doorheen de monitoringsperiode.

1.4.4.2 Lengtefrequentie-distributie

We hebben getracht iedere maand minstens 500 individuen op te meten om een representatief beeld te hebben van de lengtefrequenties aanwezig tussen de jonge palingen die de goot te Woumen opklimmen. Bij de andere controlemomenten werden het totaal aantal geteld of indien nodig totaal gewicht en werd het gewicht van een geteld substaal opgenomen. Op Figuur 27 en Figuur 28 is te zien dat het grootste aandeel van de gevangen dieren een lengte had van 7 cm of tussen de 10 en 19 cm. De glasaaltjes komen voornamelijk toe in april (rood) en mei (paars). De elvers die al een jaar ouder zijn, klommen de palinggoot voornamelijk op in maart (oranje) en april (rood).



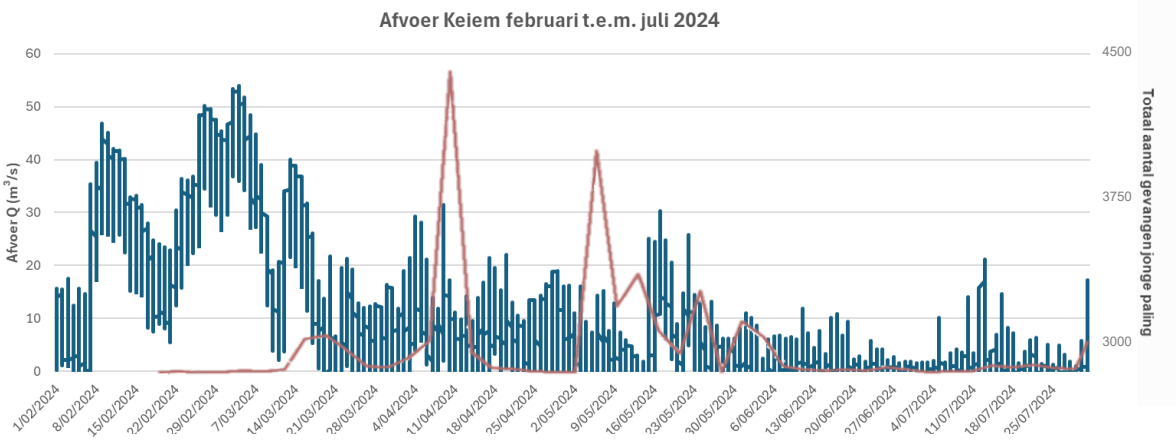
Figuur 27 Lengtefrequentie-distributie van glasaal en elvers gevangen te Woumen van maart tot en met juli 2024, weergegeven per maand.



Figuur 28 Lengtefrequentie-distributie van glasaal en elvers gevangen te Woumen in maart (bovenaan in oranje), april (rood), mei (paars), juni (blauw) en juli (groen) 2024.

1.4.4.3 Afvoer

Door te kijken naar de afvoer op de IJzer ter hoogte van Keiem, krijgen we een idee van hoeveel er werd gespuid. Wanneer we de afvoer tegenover het totale aantal gevangen jonge paling (glasaal en elvers) plotten (Figuur 29), is – hetzij met enige vertraging - een rechtevenredige relatie te zien. Net zoals 2023, kende ook 2024 een erg nat voorjaar waardoor er veel water werd afgevoerd. We vermoeden dat dit leidde tot een sterke lokstroom en aantrek van jonge paling.



Figuur 29 De afvoer (in m³/s) t.h.v. Keiem (blauw) met daarop het totaal aantal gevangen jonge paling (bruin) geplot voor de bemonsteringsperiode van 20 februari tot eind juli 2024.

1.4.5 Aanbevelingen

De experimentele palinggoot bleek opnieuw goed te functioneren. Een permanente installatie plaatsen op deze locatie is zeker aan te bevelen. Dit zou jonge paling toelaten het gebied op te trekken. Er kan worden geopteerd om een permanente goot te plaatsen en de optrekkende paling door vrijwilligers te laten overzetten. Daarnaast is het ook de moeite waard om een constructie te maken waarbij geen mensen meer nodig zijn, maar de glasaaltjes en elvers zelf naar de overkant geraken. Deze locatie is zeer interessant om de intrek van glasaal en elvers te monitoren. Het loont de moeite om mogelijke telapparatuur en/of video-opstellingen te integreren en testen.

De paling die in het gebied opgroeit, zal binnen enkele jaren willen uittrekken om zich in de Sargasso zee voort te planten. Het is belangrijk er op toe te zien dat deze uittrek veilig kan plaatsvinden. VMM plant om het pompstation Woumen (met financiële steun van het Visserijfonds) visveiliger te maken voor uittrekkende paling door het vervangen van de vijzels in 2025. We vermoeden dat de meeste vissen stroomafwaarts door het gemaal zullen migreren. De veiligste pomp (voor zowel paling als schubvis) die in 2024 op de markt beschikbaar is, is een gesloten buisvijzel (Broos et al. 2023 in prep.). Recent testte het INBO een visveilige axiaalpomp (Fairbanks Nijhuis), maar die bleek een hoge mortaliteit te veroorzaken bij brasem en blankvoorn (Bruneel et al. 2024). Het beschikbaar maken van habitat voor paling en een veilige stroomafwaartse migratie garanderen zijn essentieel om de populatie opnieuw te doen toenemen en zo tegemoet te komen aan de Europese Palingverordening. Aangezien de Blankaart een belangrijke rol kan spelen in de levenscyclus van potamodrome soorten zoals snoek, brasem, blankvoorn en winde, is de visveiligheid van een nieuw gemaal te Woumen een aandachtspunt.

2 SOORTHERSTEL

Heel wat stroomminnende vissoorten zijn al geruime tijd plaatselijk of volledig verdwenen uit de Vlaamse waterlopen. Aan de basis hiervan liggen meestal een verminderde waterkwaliteit en achteruitgang van hun habitat (Dillen et al. 2005a, b; 2006). In het kader van natuurontwikkeling en integraal waterbeheer maakten de verschillende overheden de voorbije jaren werk van het structureel herstel van een aantal prioritaire waterlopen en het verbeteren van de waterkwaliteit.

De laatste jaren werkte het INBO in opdracht van het ANB al verschillende herstelprojecten uit, o.a. voor kopvoorn, serpeling en kwabaal (Vught et al. 2015; Pauwels et al. 2016, Van Wichelen et al. 2018, Van Wichelen et al. 2019, Vandamme et al. 2020). Op basis van de bevindingen van de haalbaarheidsstudies voerde het ANB herintroducties van deze soorten uit in verschillende Vlaamse waterlopen. Opvolging van uitgezette populaties op lange termijn is een belangrijk onderdeel van een herintroductieprogramma. Op deze manier kan het succes van de herintroductie worden bepaald en eventuele knelpunten opgespoord. Indien nodig kan ook de herintroductiestrategie bijgestuurd worden of kunnen andere herstelmaatregelen worden genomen, zoals bv. de aanleg of het opnieuw bereikbaar maken van typische paaigronden.

Ook loopt er in het kader van soortherstel al enkele jaren onderzoek naar het bestuderen van paai- en opgroeigebied van de doelsoorten. Het doel is namelijk dat de populaties in de Vlaamse waterlopen zich natuurlijk kunnen reproduceren en zichzelf bijgevolg in stand kunnen houden. In het stroomgebied van de Grote Nete wordt jaarlijks gezocht naar larven en juvenielen van kwabaal om een idee te krijgen van waar ze zich voortplanten en welke habitats als geschikt kunnen worden bevonden. Naast het kwabaalonderzoek worden de condities en het eventuele paaisucces op natuurlijke of aangelegde riffles geëvalueerd in functie van de reproductie van kopvoorn, serpeling en beekforel, en worden evaluaties uitgevoerd naar de geschiktheid van habitat voor beekprik. In het programma voor 2024 wordt gefocust op de reproductie van kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete en de overleving van beekforeleitjes op de riffles in de IJse.

2.1 EVALUATIE VAN HET LOPENDE SOORTHERSTELPROGRAMMA VOOR KWABAAL

2.1.1 Situering

Kwabaal (*Lota lota L. 1758*) verdween in 1970 uit de Vlaamse waterlopen. Hoogstwaarschijnlijk liggen het verslechteren van de waterkwaliteit, het verlies of onbereikbaar worden van typische paaibiotopen en het verdwijnen van geschikt habitat in de waterlopen zelf, aan de basis van de achteruitgang (Coeck et al. 2008). In 2005 werd een herintroductieprogramma opgestart waarbij jaarlijks éénzomerige kwabaaljuvenielen worden uitgezet in de Grote Nete. Opvolgstudies tonen aan dat deze goed overleven en paairijp worden (Vught et al. 2015, Pauwels et al. 2016, Vandamme et al. 2017). Het INBO vond kwabaaljuvenielen in 2010, 2014 en 2015 in de Grote Nete en zijlopen. Kwabaallarven werden in 2014, 2015, 2016, 2017 en 2018 aangetroffen in een poel aan de Asbeek. In 2020 en 2021 werden kwabaallarven gevonden in een poel die permanent met de vistrap aan de straalmolen in verbinding staat. Deze larven zijn met zekerheid afkomstig van natuurlijke reproductie. We zijn dus zeker dat kwabaal zich kan voortplanten in het gebied. In 2023 hebben we geen larven gevonden in het stroomgebied.

De herintroductie van kwabaal kan nog geen succes worden genoemd in Vlaanderen. Een herintroductie is pas volledig geslaagd als de uitgezette populatie zich succesvol reproduceert en een aanzienlijk deel van de nakomelingen opgroeit tot paairijpe dieren. Alleen op die manier kan er zich een gezonde, duurzame populatie vestigen. De locaties waar nakomelingen worden gevonden en de aantallen waarin ze voorkomen in het stroomgebied zijn aan de lage kant. Daarom blijft het van groot belang om naast het zoeken naar de aanwezigheid van larven, op geregelde basis de aanwezige populatie in kaart door middel van afvissing. Naast monitoring van de soort, zijn ook het nemen van herstelmaatregelen in het gebied van groot belang. Het verbeteren van de laterale connectiviteit van de waterloop met diens vallei is cruciaal indien we kwabaal opnieuw een vast plekje willen kunnen bieden in Vlaanderen.

2.1.2 Werkwijze

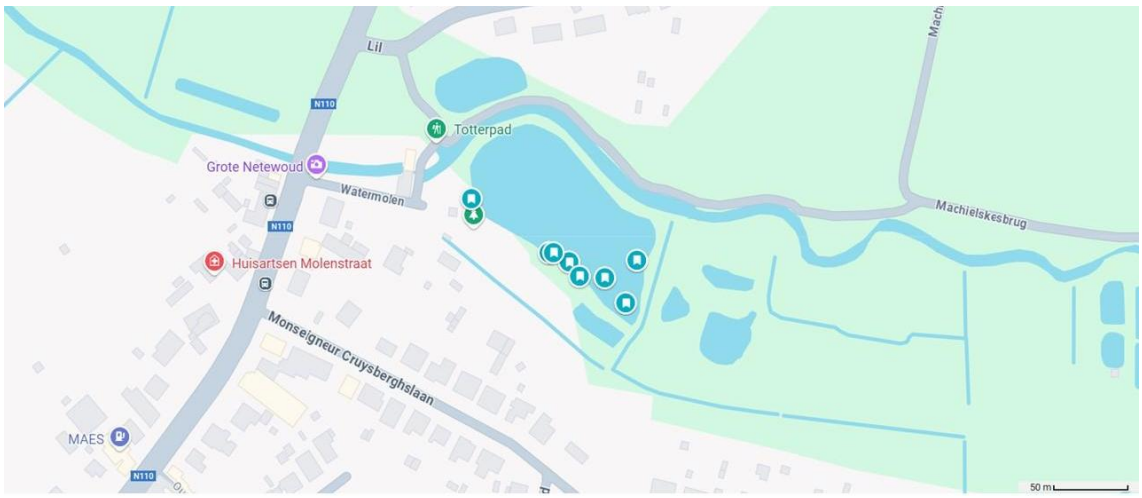
2.1.2.1 Larven

In 2024 werd het voortplantingssucces van de kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete onderzocht aan de hand van meerdere bemonsteringen. Door de inzet van vrijwilligers, kon ruimer gezocht worden in zowel tijd als ruimte. Door het werken met lichtvallen (Figuur 30) waren we minder afhankelijk van zonnig weer. Tijdens de infodag van begin maart 2024 werden vrijwilligers opgeleid (Figuur 31). De vrijwilligers kregen duidelijke instructies en gingen met de lichtvallen aan de slag. Deze werden geplaatst voor 24u tot 48u waarna de vangst werd bekeken en aantallen geteld. Kwabaallarven werden op verschillende locaties gezocht in het stroomgebied; o.a. Meerhout, Straalmolen, Vennen, Scheps, Hoolstmolen en de Most (Figuur 32, Figuur 33, Figuur 34 en Figuur 35). De larven werden na vangst visueel geïnspecteerd en gefotografeerd om zeker te zijn dat het om kwabaal gaat. Daarna werden ze op de vangstlocatie terug vrijgelaten. De zoektocht ging door van midden maart t.e.m. de eerste week van april.

Figuur 30 De lichtvallen (nieuw model) voor het vangen van kwabaallarven.

Figuur 31 Na een presentatie over de kwabaal, werden de lichtvallen gedemonstreerd in de geconnecteerde vijver te Meerhout (Grote Netewoud).

Figuur 32 Gebieden waar kwabaallarven werden gezocht: 1 Kleine Laak, 2 Meerhout aan het bezoekerscentrum Grote Netewoud, 3 Straalmolen, 4 Heynsbergen (Scheps), 5 Asbeek (Scheps) en 6 de Most.



Figuur 33 Bemonsterde locaties te Meerhout. Elk blauw bolletje toont een plek waar een lichtval 24 tot 48 u heeft gestaan.

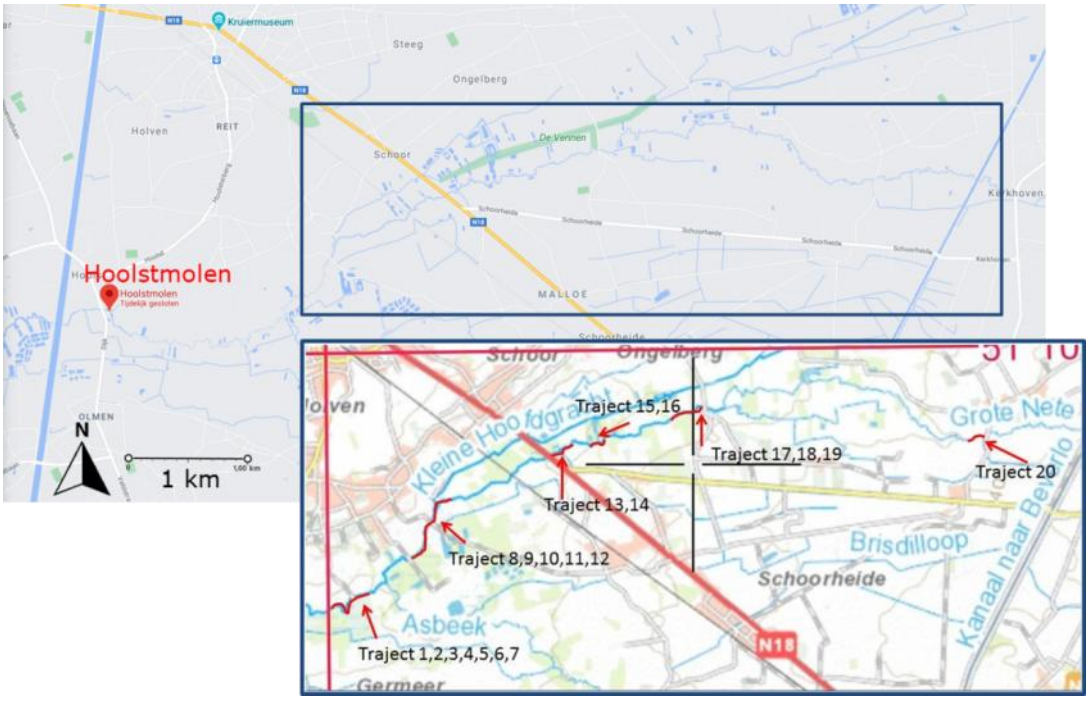
Figuur 34 Bemonsterde locaties in het Scheps. Elk blauw bolletje toont een plek waar een lichtval 24 tot 48 u heeft gestaan.

Figuur 35 Bemonsterde locaties in De Vennen. Elk blauw bolletje toont een plek waar een lichtval 24 tot 48 u heeft gestaan.

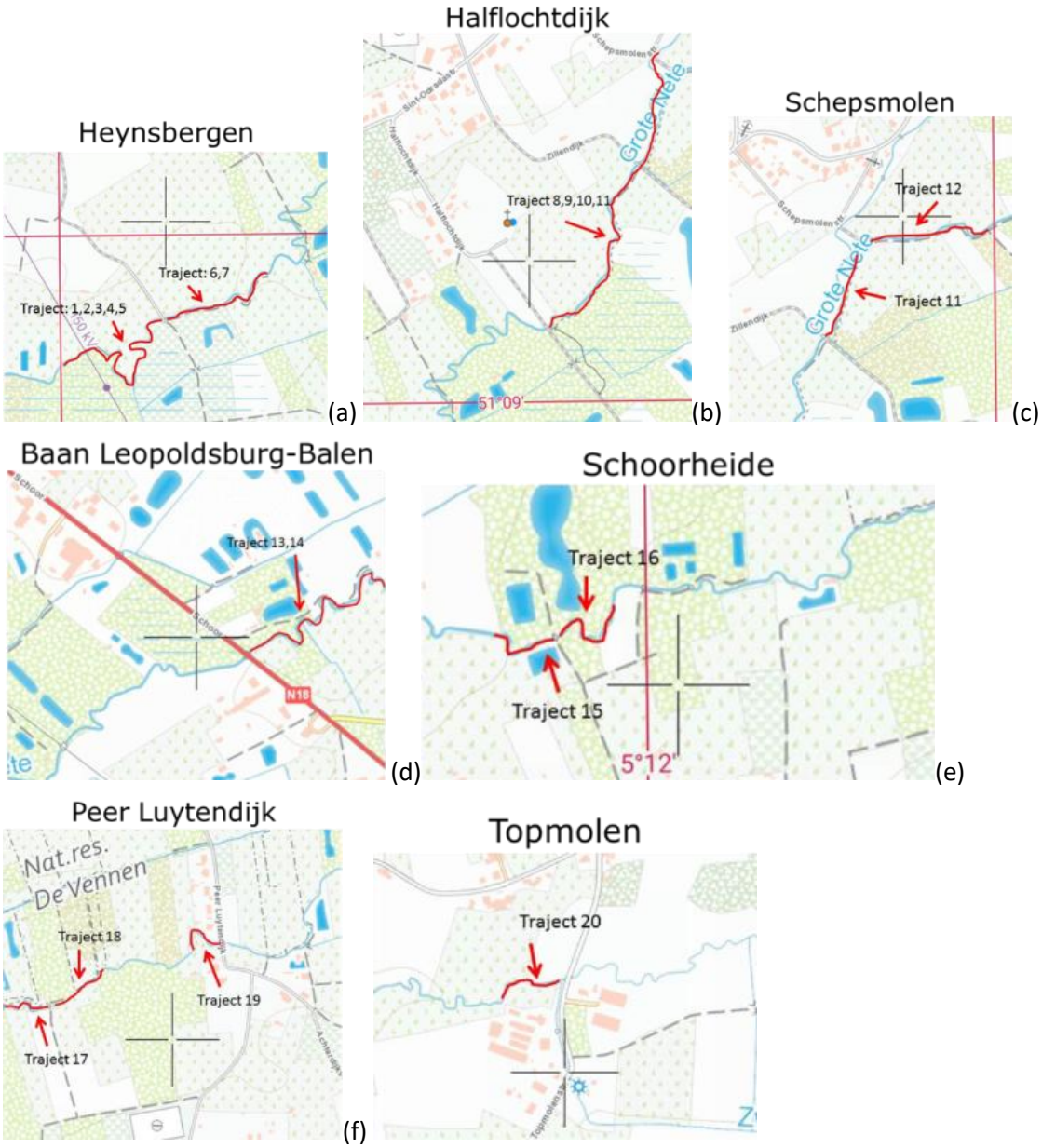
2.1.2.2 Populatie

In de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen werd in augustus 2024 de aanwezige kwabaalpopulatie bemonsterd door middel van elektrisch vissen. In het stroomgebied stroomopwaarts van de Hoolstmolen werden sinds 2017 geen larven uitgezet. De Hoolstmolen was inmiddels wel passeerbaar voor vissen uit het stroomafwaartse gebied. We gaan er van uit dat de uitgezette dieren zich niet massaal zullen verplaatsen en vestigen stroomopwaarts van de Hoolstmolen. Dit betekent dat elke kwabaal aanwezig stroomopwaarts van deze molen met een lengte die wijst op een leeftijd van jonger dan zeven jaar, afkomstig zou zijn van natuurlijke reproductie.

In 2024 werden dezelfde trajecten bevist als in 2020 (Figuur 36 tot Figuur 38). Specifiek hebben we in het gebied stroomopwaarts van de Hoolstmolen 20 trajecten van 100 m elektrisch bevist via een eenmalige elektrische bevissing (diameter anode 40 cm; Coeck 1996). Alle gevangen vissen werden in het veld gedetermineerd, gemeten (tot 1 mm nauwkeurig, maar afgerond naar cm wanneer in cm weergegeven in de grafieken) en gewogen (0,1 g nauwkeurig). Alle gevangen en opgemeten vissen werden na vangst op de vangstlocatie weer vrijgelaten.



Figuur 36 Overzicht van de locaties van 20 100 m trajecten die m.b.v. elektrische bevissing geëvalueerd werden op de aanwezigheid van kwabaal jonger dan 7 jaar ter evaluatie van het voorkomen van natuurlijke reproductie in de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen.



Figuur 37 Precieze locaties (a - g) van 20 100 m trajecten die m.b.v. elektrische bevissing geëvalueerd werden op de aanwezigheid van kwabaal jonger dan 5 jaar ter evaluatie van het voorkomen van natuurlijke reproductie in de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen.

(a)

(b)

(c)

(d)

Figuur 38 Foto’s van trajecten zes (a), 11 (b), 12 (c), 17 (d) en 18 (e).

De gevangen kwabalen werden ook voorzien van een PIT-tag (Passive Integrated Transponder). Een PIT-tag is een kleine glazen cilinder voorzien van een microchip die is geprogrammeerd om een unieke code uit te zenden zodat elke gemerkte vis na activatie van de zender individueel herkend kan worden (Figuur 39). PIT-tags bezitten geen eigen energiebron voor het uitzenden van een signaal maar kunnen aangestuurd worden tot het verzenden van hun unieke code onder invloed van een elektromagnetisch veld met een specifieke frequentie (134,2 kHz). Aangezien PIT-tags geen energiebron bevatten, hebben ze een levensduur van meer dan 10 jaar. Tijdens dit onderzoek werden full duplex APT12 12 PIT-tags (2,1 mm x 12 mm, gewicht in lucht: 0,027 g, Texas Instruments) gebruikt. Door de kwabalen uit te rusten met een PIT-tag kan hun migratiegedrag onderzocht worden. Op het moment van schrijven zijn er geen permanente PIT-antennes aanwezig in de Grote Nete die de eventuele passage van kwabaal op antenne locaties kunnen evalueren. De evaluatie van de migratie gebeurt tijdens toekomstige vangsten, door bij elke gevangen kwabaal de aanwezigheid van een PIT-tag te evalueren m.b.v. een hand-antenne, die de specifieke ID afleest als een PIT-tag in het dier aanwezig is.

Figuur 39 'PIT tag' of 'zendertje' met geïntegreerd circuit en koperen winding.

Figuur 40 (links) Schietpistool voor het inbrengen van de PIT-tag (Biomark); (midden) Reader voor aanwezige PIT-tags waar te nemen (Biomark); (rechts) inbrengen van PIT-tag met schietpistool.

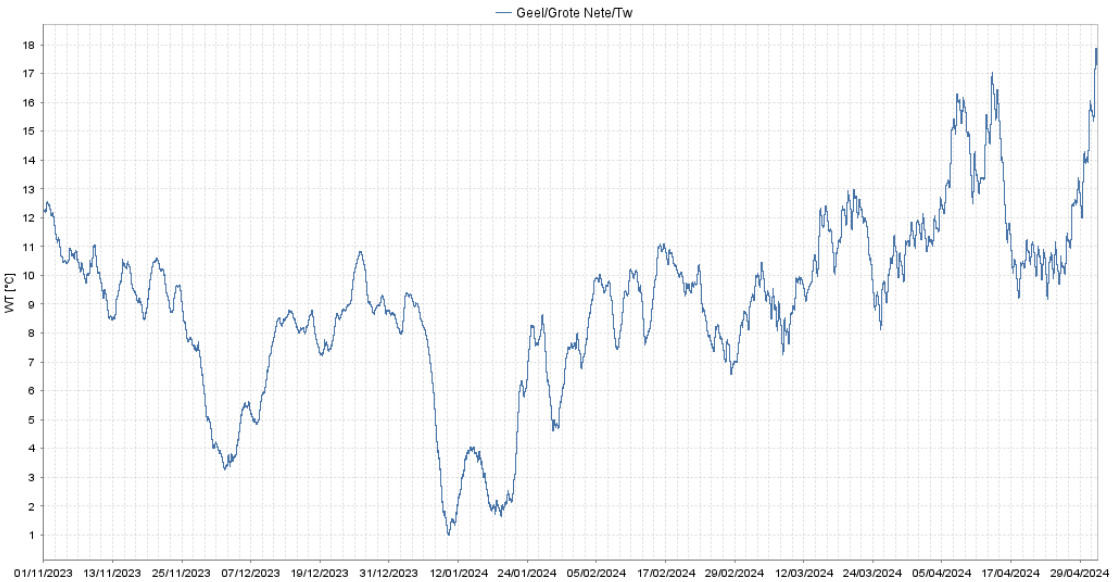
Om het voorkomen van natuurlijke reproductie van kwabaal in de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen na te gaan, werd de leeftijd van de gevangen dieren bepaald aan de hand van hun lengte. Bovendien werd een lengte-frequentiedistributie opgesteld van de gevangen dieren.

2.1.3 Resultaten en bespreking

2.1.3.1 Larven

Gedurende drie weken (van midden maart tot en met de eerste week van april) gingen de 14 vrijwilligers aan de slag met de 18 lichtvallen. Elke 24 tot 48 u werden de lichtvallen verplaatst. Hierdoor konden we intensiever bemonsteren. Bovendien was het erg bewolkt en regenachtig tijdens de monitoringsperiode, waardoor visueel zoeken naar larven weinig kans had op succes. De lichtvallen werden ingezet zowel op locaties met helder water, als het meer troebele roestbruine water. Er werd echter op geen enkel moment een kwabaallarve aangetroffen in de lichtvallen.

De watertemperatuur was tijdens de winter van 2023 – 2024 op verschillende momenten voldoende laag. Kwabaal paait in onze contreien bij een watertemperatuur tussen 0 en 4 °C. Zowel rond de kerstperiode als in de loop van januari zien we de watertemperatuur onder 4 °C duiken (Figuur 41). Tussen deze koude perioden was de temperatuur opmerkelijk hoger tot 11 °C.



Figuur 41 In blauw de watertemperatuur in de Grote Nete ter hoogte van Geel tussen november 2023 en april 2024 (waterinfo.be), in rood de bovengrens van de watertemperatuur nodig voor paai van kwabaal (0 - 4°C).

De winter van 2023 – 2024 was erg nat. Ook in het voorjaar viel veel neerslag en was de waterstand hoog. In het hele stroomgebied stonden de uiterwaarden blank. Paaihabitat was zeker beschikbaar en bereikbaar voor kwabaal de afgelopen winter. Omdat zo veel plaatsen overstroomden, is het nog moeilijker om de larven te zoeken. Bovendien staan hoge waterstanden niet garant voor een betere overleving van de larven. Koporikov en Bogdanov (2011) beweren dat de distributie van kwabaallarven in het stroomgebied van de Ob afhankelijk is van het overstromingsniveau. In jaren met lage waterstanden zijn de beste opgroeihabitats niet bereikbaar. De larven blijven min of meer ter plaatse in de luwe zone en zijn evenredig verspreid. In jaren met hoge waterstanden liggen de ideale foerageerplekken dieper onder water en is er meer stroming waardoor de larven worden meegenomen naar de hoofdrivier. Ze komen ook vaker terecht in overstroomde bossen en struikgewassen. In

dergelijke jaren was het foerageersucces lager, de groei vertraagd en de mortaliteit hoger. De auteurs vonden dat de optimale condities voor kwabaallarven plaatsvinden wanneer de waterstanden gematigd zijn. Die jaren zijn alle typische opgroeibiotopen in de overstromingsvlakte bereikbaar.

Naast een voldoende lage watertemperatuur en bereikbaarheid van overstroomde uiterwaarden voor de paai, is ook de aanwezigheid van voldoende voedsel op het juiste moment erg belangrijk voor de ontwikkeling van de larven. Na het opgebruiken van de dooierzak, beginnen de larven zich te voeden. De eerste drie dagen eten ze fytoplankton. Daarna voeden ze zich met zoöplankton. Koporikov en Bogdanov (2021) schrijven dat sterfte onder de kwabaallarven erg hoog is indien er geen of te weinig fytoplankton beschikbaar is voor de larven op dat cruciale moment. Midden februari is voor de kwabaallarven in onze contreien de periode dat ze zich voeden met fytoplankton (mondelinge communicatie J. Auwerx).

Tijdens perioden van regen en bewolking is er minder zonlicht. Bovendien daalt de watertemperatuur en wordt het water troebel wanneer er neerslag valt. Langdurige regenval leidt tot verhoogde afvoer en het wegspoelen van fytoplankton. Het fytoplankton zal dus bij een regenperiode die lang genoeg duurt, uiteindelijk wegspoelen en dat terwijl de vorming van nieuw fytoplankton onder deze omstandigheden nauwelijks kan plaatsvinden (Heijdeman, jaar onbekend). In 2024 was het aantal uren zonlicht lager dan gemiddeld (Tabel 10). Het zou kunnen dat de combinatie van weinig zonuren en hoge regenval hebben geleid tot een tekort aan voedsel voor de larven.

Tabel 10 Aantal zonne-uren per maand in 2024 (intellisol.be).

	Zonne-uren	*Norm*	Globale zonnestraling in kWh/m²	*Norm*
Januari	72:44	*59:04*	24,4	*21,9*
Februari	30:38	*72:54*	26,6	*36,9*
Maart	95:08	*125:45*	66,6	*76,5*
April	132:50	*171:16*	99,6	*117,5*
Mei	140:02 -	*198:17*	115,4 --	*149,6*
Juni	186:00	*199:16*	142,6	*155,5*
Juli	198:14	*203:14*	144,3	*154,3*
Augustus	235:11	*192:26*	138,6	*132,9*
September	123:31	*154:28*	77,4 -	*92,8*
Oktober	97:42	*112:38*	52 -	*56,2*
November	38:34 -	*65:46*	18,7 --	*26,8*
December	17:01 --	*48:35*	11,1 --	*16,8*
TOTAAL	**1365:75**	*1601:39*	**917,3**	*1037,7*

Omdat we geen larven hebben gevonden, is het niet mogelijk te concluderen dat kwabaal zich wel of niet heeft kunnen voortplanten tijdens de winter van 2023 – 2024. Dat we geen larven vonden, wil niet zeggen dat ze er niet waren. De kans bestaat dat we de larven niet vingen, omdat we het tijdstip hebben gemist of ze niet hebben gezien. Als de larven al verder staan in hun ontwikkeling, kunnen ze bovendien snel wegzwemmen vanzodra we in de buurt van het water komen.

2.1.3.2 Populatie

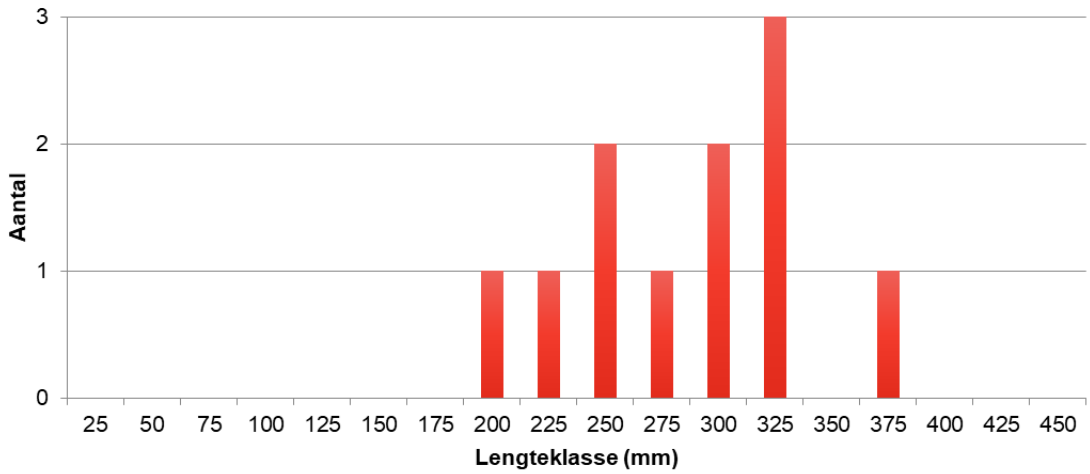
Er werden in totaal 12 kwabalen gevangen in de Grote Nete in 2024. Één kwabaal kon ontsnappen en werd niet gemeten. De 11 die we wel konden meten, hadden een lengte tussen de 221 en 382 mm (gemiddeld 296 ± 48 mm) en gewicht tussen de 75 en 364 g (gemiddeld 203 ± 78 g). De lengtefrequentiedistributie is weergegeven in Figuur 42. Zeven individuen hadden een lengte van 32 cm of minder waardoor ze als jonger dan zeven jaar worden beschouwd volgens de literatuur (Tabel 11). De laatste uitzetting van 0+ kwabaal stroomopwaarts van de Hoolstmolen vond plaats in 2017. We gaan er van uit dat de kwabalen die recenter werden uitgezet stroomafwaarts van de Hoolstmolen, zich niet hebben verplaatst stroomopwaarts van deze molen om zich te vestigen. Dit laat ons toe om te veronderstellen dat kwabalen met een geschatte leeftijd van zeven jaar of minder, afkomstig zijn van natuurlijke reproductie.

Figuur 43 toont de lengtefrequentiedistributie van kwabalen gevangen in 2020 en 2024. In 2020 vingen we 38 kwabalen en dus een opmerklijk hoger aantal dan in 2024. Figuur 44 geeft het aantal gevangen kwabalen per traject weer voor zowel 2020 als 2024. Op verschillende trajecten werden in 2024 geen kwabalen gevangen. De waterstand was erg hoog dat jaar. Hierdoor waren vele stukken van de waterloop te diep om goed te kunnen afvissen. Hoogstwaarschijnlijk hebben we daardoor een deel van de aanwezige populatie gemist.

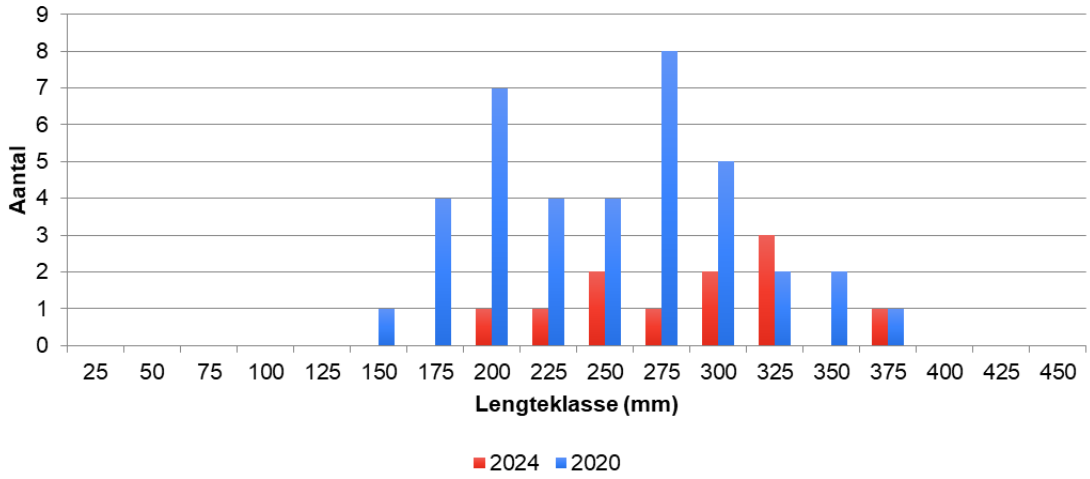
Tabel 11 De gemiddelde lengte per leeftijdsklasse van kwabalen uit de Spree bij Berlijn (links, Müller 1960 volgens Beelen 2009) en volgens Gottberg (rechts, Kieckhäfer 1972 volgens Beelen 2009).

Jaar	Lengte (mm)
1	80
2	150
3	210
4	260
5	310

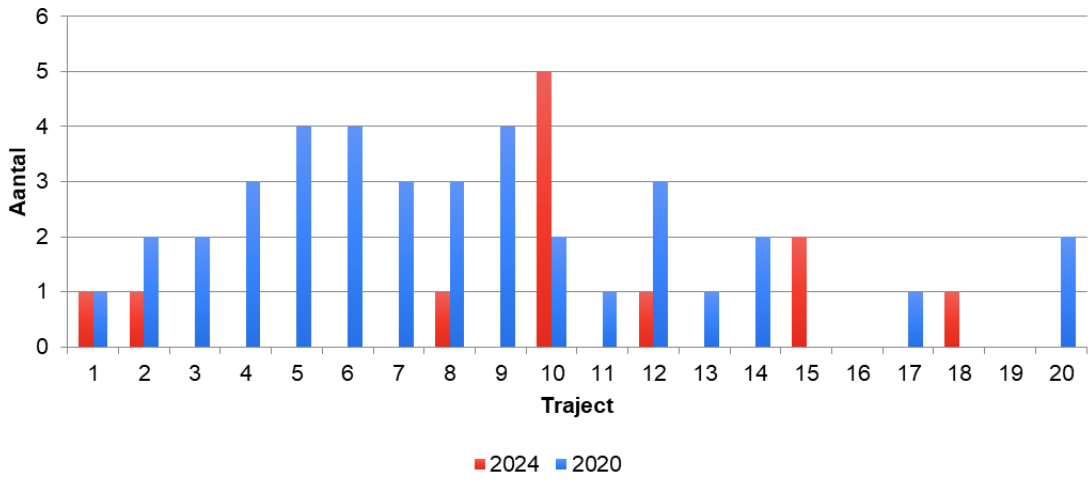
Leeftijdsgroep	Lengte (mm)
0+	65 – 73
1+	110 – 220
2+	170 – 330
3+	170 – 350
4+	210 – 540
5+	230 – 555
6+	270 – 650
7+	320 – 665
8+	340 – 750
9+	350 – 660



Figuur 42 Lengtefrequentieverdeling van de 11 kwabalen die werden gevangen en gemeten in de Grote Nete in 2024.

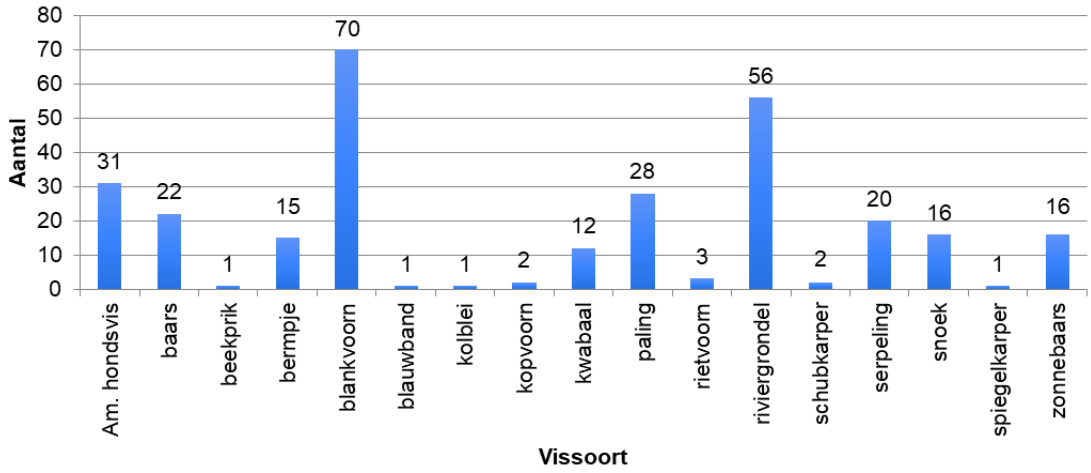


Figuur 43 Lengtefrequentieverdeling van 38 en 11 kwabalen gevangen in de Grote Nete in respectievelijk 2020 (blauw) en 2024 (rood).

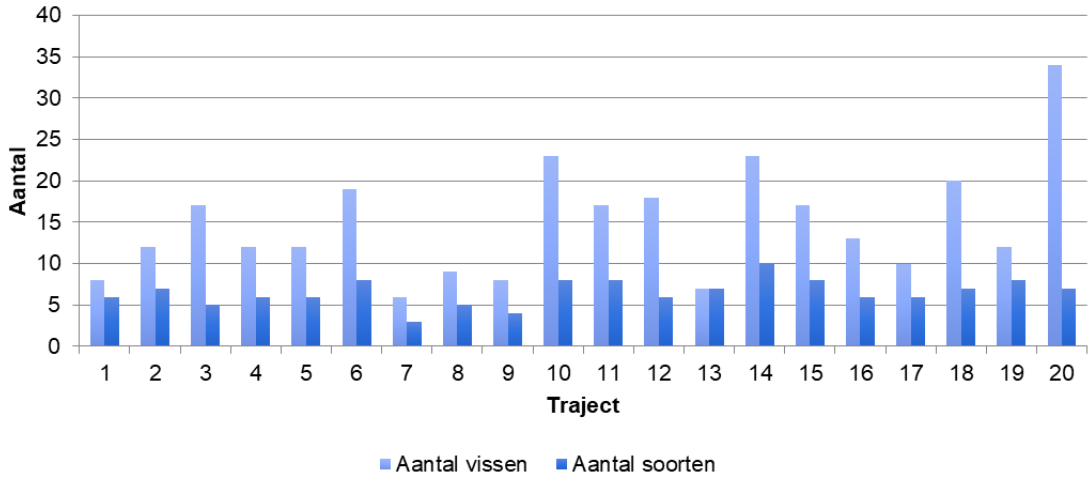


Figuur 44 Aantal kwabalen gevangen per traject in de Grote Nete in 2020 (blauw) en 2024 (rood).

In 2024 werden in totaal 297 vissen van 14 verschillende soorten gevangen tijdens de afvissingen in de Grote Nete (Figuur 45). Het meest talrijk waren blankvoorn en riviergrondel. Figuur 46 toont het aantal soorten en aantal individuen dat per traject werd gevangen. In 2020 vingen we 954 individuen van 18 verschillende soorten. Ook toen waren blankvoorn en riviergrondel het meest abundant in de vangst, gevolgd door serpeling en paling. We zien dat dus niet alleen veel minder kwabalen, maar ook veel minder van de andere soorten werd gevangen bij de afvissingen in 2024. Deze lagere aantallen zijn hoogstwaarschijnlijk toe te schrijven aan de hoge waterstanden. Op sommige trajecten waren er ook erg veel waterplanten, wat eveneens het afvissen bemoeilijkte.



Figuur 45 Gevangen vissoorten in de Grote Nete in 2024.



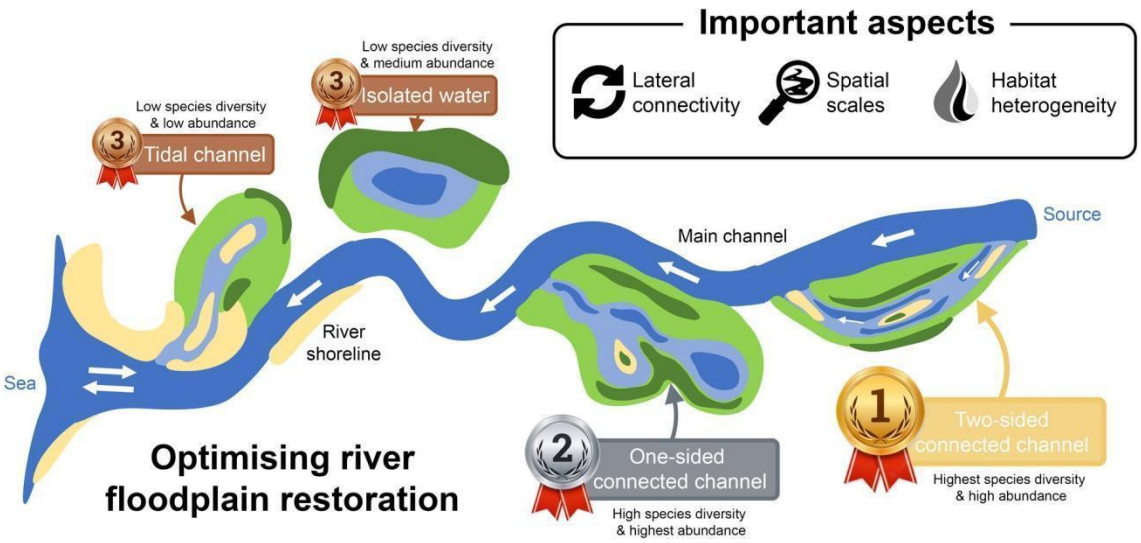
Figuur 46 Totaal aantal gevangen vissen (lichtblauw) en aantal gevangen soorten (donkerblauw) in de Grote Nete in 2024 per traject.

2.1.4 Aanbevelingen

Dat er geen kwabaallarven werden gevonden in 2024 wil niet zeggen dat er geen reproductie is geweest in de winter van 2023 – 2024. Gedurende de winter en het voorjaar viel er veel neerslag waardoor de waterstand bijzonder hoog was en het gebied nagenoeg volledig blank stond. De kans is groot dat de larven ver werden meegespoeld en in minder geschikte gebieden zijn terecht gekomen. Daarnaast vermoeden we dat er door de neerslag en beperkte hoeveelheid zonlicht weinig fytoplankton aanwezig was op het meest cruciale moment in hun levenscyclus. De lage aantallen kwabaallarven die worden aangetroffen bij de monitoring in het stroomgebied doet ons vermoeden dat vooral de paai en opgroei van de larven belangrijke bottlenecks blijven. We weten dat de vroege levensstadia een hoge mortaliteit kennen (Ghan en Sprules 2017).

Kwabaal vereist een voldoende koude watertemperatuur tussen de kerstperiode en eind januari om zich voort te planten (< 4 °C). Aan deze behoefte wordt in Vlaanderen, dat de zuidelijke areaalgrens van het verspreidingsgebied van de soort vormt, veelal voldaan (Pauwels et al. 2016). Ook in de winter van 2023 – 2024 was het voldoende koud. Adulte kwabaal heeft het in de zomer ook liefst niet te warm. Ze zouden een watertemperatuur verkiezen van 14,2 °C (Hofmann en Fischer 2002). Bij een watertemperatuur van 23 °C is hun voedselopname al lager (Pääkkönen and Marjomäki 2000) en 27 °C of hoger zou lethaal zijn (Pääkkönen et al. 2003). Met het veranderende klimaat kunnen we vaker droge en hete zomers verwachten. In rivierherstelprojecten is het belangrijk de mogelijkheden te bekijken voor het planten van bomen in de oeverzones. Een strook bomen van 400 meter volstaat al om de watertemperatuur met 2 à 3 °C te doen dalen (Burdon et al. 2020).

De opgroeigebieden voor de larven zijn echter best open. Te veel hoge beplanting en bomen langs de litorale zone werpen schaduw over het meest geschikte opgroeigebied. Het is bij het vormgeven van paai- en opgroeihabitats belangrijk dat het afwateren naar de hoofdloop toe geleidelijk gebeurt zodat er geen plassen achterblijven waar larven vast kunnen komen te zitten en droogvallen. Ondiepe zones die bij hoog water langs twee zijden in contact staan met de hoofdloop blijken veelbelovend (Figuur 47, Stoffers et al. 2022,). Poelen en overstroomde weilanden zijn idealiter ondiep en overgoten door zonlicht. Deze zones warmen daardoor snel op en laten een sterke groei van fyto- en zoöplankton toe.



Figuur 47 uit Stoffers et al. 2022.

De plas in Meerhout aan het bezoekerscentrum “Het Grote Netewoud” werd ingericht in functie van kwabaal. De zone achter het totterpad (Figuur 47) zou nog geschikter kunnen worden gemaakt voor de opgroei van larven door deze ondieper te maken. De oevers zijn vrij stijl en gaan vrijwel meteen naar een diepte van ongeveer 40 cm. Het zou beter zijn mochten deze oevers meer geleidelijk aflopen in bijvoorbeeld terrasjes van 50 cm breed die verdiepen met telkens 10 cm. Zo ontstaat er een grotere zone die snel kan opwarmen. Het stuk is vrij groot, wat extra kansen beidt: een zone in het midden - waar het weer wat ondieper wordt en waar een eilandje ontstaat - is daardoor ook mogelijk.

Figuur 48 Zone achter het totterpad in de plas aan het bezoekerscentrum “Het Grote Netewoud” van Meerhout.

Langs de vistrap zijn in ondiepere bochten partijen riet ontstaan. Dit biedt mooie zones voor diverse vissoorten. Er werden geen kwabaallarven gevonden, maar dergelijke zones zijn wel interessant. De poelen die permanent in verbinding staan met de vistrap zijn mogelijks wat te diep. Als ook hier – net zoals in Meerhout – de litorale zone zou kunnen worden uitgebreid door de oevers minder steil te maken en terrasjes te voorzien die stapsgewijs 10 cm dieper worden, creëren we meer plaats voor zoöplankton om te floreren en dus voor kwabaallarven om zich te voeden. Door de poelen ondieper te maken, kunnen er waterplanten groeien waardoor het water minder troebel zal worden. Het water zal ook sneller kunnen opwarmen.

In het Scheps lijken zowel de weilanden nabij Heynsbergen als de poelen aan de Asbeek en de Asbeek zelf erg interessant paai- en opgroeigebied voor kwabaal. De buizen waarmee de grachten in het weiland aan Heynsbergen in verbinding stonden met de Grote Nete werden weggenomen en de dijk werd plaatselijk verlaagd. Enkel de eerste gracht staat in connectie met de waterloop. De overige twee grachten staan vermoedelijk in verbinding bij hogere waterstanden. Deze twee laatste waren vrij dens begroeid met waterplanten. Deze grachten zouden wat breder mogen worden gemaakt met een licht aflopende oever zodanig dat er veel ondiepe litorale zone is. Aan de Asbeek biedt het weiland dat overstroomt en afloopt naar de Asbeek veel potentieel. Ook aan Heynsbergen en de Asbeek zou het interessant zijn om kleine grazers in te zetten. Wat organisch materiaal zoals mest in het water zorgt voor meer zoöplankton en dus voor voedsel voor kwabaallarven in de litorale zone.

Rond midden februari beginnen kwabaallarven zich te voeden. De eerste dagen is dat fytoplankton. Daarna schakelen ze over naar zoöplankton. Het zou interessant zijn om van midden februari tot midden april de aanwezigheid van deze voedselbronnen in kaart te brengen door stalen te verzamelen in de verschillende gebieden.

Het zoeken naar larven in het stroomgebied is een huzarenklus. We doen dit om een idee te hebben van welke locaties worden aangewend voor de paai en ontwikkeling van kwabaal in het stroomgebied. Dit leert ons welke gebieden geschikt zijn en waar de soort behoefte aan heeft. We vinden meestal slechts lage aantallen of helemaal geen larven. Ook is het gebied erg groot en niet overal gemakkelijk te bemonsteren. Ook de bentische levenswijze van de juvenielen en adulten, en de lage densiteit waarmee ze voorkomen in het gebied doen ons keer op keer nadenken over alternatieve technieken om de verspreiding en het habitatgebruik te kunnen nagaan.

Kwabalen maken tijdens de paaiperiode brommende geluiden door met hun vliezen op de zwemblaas te trommelen. Deze geluiden kunnen worden gedetecteerd met behulp van een sonar of onderwatermicrofoon (van Boekel et al. 2024). Deze techniek werd getest in de viskwekerij in Linkebeek en toegepast in het stroomgebied van de Grote Nete op verschillende locaties (pers. comm. J. Auwerx). Dit leverde geen kwabaalgeluiden op. De techniek staat nog niet op punt. Het AI programma waarmee de geluiden worden herkend moet nog verder getraind worden. Ook is er nog veel achtergrondgeluid dat de verwerking van de opnamen bemoeilijkt.

In de winters van 2007-2008 en 2009-2010 hebben we met kleine metalen fuiken de toegang tot verschillende zijlopen afgezet. Er werden adulte kwabalen gevangen die deze zijlopen wilden opzwemmen. Hieruit leren we welke plekken in het stroomgebied de kwabalen aanwenden om zich voort te planten of althans waar ze naartoe trekken tijdens de paaiperiode. De positionering van deze fuikjes is daarbij cruciaal. De zijloop of gracht moet volledig worden afgezet. Afhankelijk van de haalbaarheid om de Sigmagebieden op deze

manier te bemonsteren, zouden we met behulp van vrijwilligers gedurende de paaiperiode op deze manier de verspreiding van kwabaal kunnen achterhalen.

Deze verspreiding zou ook kunnen worden nagegaan door middel van telemetrie. Bij de toepassing van akoestische telemetrie worden vissen voorzien van akoestische zenders en gedetecteerd door detectiestations die in het water hangen. Deze stations werken autonoom en hebben een bereik van ongeveer 200 m. Via de uitbouw van een netwerk aan detectiestations in het studiegebied kan de verspreiding en seizoenale beweging (vb. migraties) in het gebied in kaart worden gebracht. Afhankelijk van de densiteit van het detectienetwerk kan ook het habitatgebruik van de gezenderde vissen worden bepaald. Akoestische telemetrie kan ons bijvoorbeeld leren welke delen van de waterloop het meest worden bezocht tijdens de paaiperiode en zo kan ons zo kerngebieden helpen aflijnen om naar larven te zoeken. Trekken de kwabalen richting de Sigmagebieden of eerder naar de bovenloop? Echter, om een heel gedetailleerd inzicht te verkrijgen in het habitatgebruik is radiotelemetrie aangewezen. Vissen gezenderd met radiozenders kunnen handmatig d.m.v. een antenne gepositioneerd worden tot op één meter nauwkeurig. Het nadeel is dat het een arbeidsintensieve methode is. Er moet namelijk regelmatig in het veld gegaan worden om de dieren te positioneren. Hierdoor kan slechts een beperkt aantal vissen (ca. 30) worden gevolgd. Bovendien is het studiegebied niet overal even gemakkelijk toegankelijk. Er zijn methodes in ontwikkeling om de vissen te positioneren d.m.v. drones met radioreceivers.

In 2024 was de waterstand te hoog waardoor veel minder vis en minder kwabalen werden gevangen dan in 2020. Op basis van deze afvissingen willen we daarom geen conclusies trekken in verband met de evolutie van de kwabaalpopulatie. Het is raadzaam om de afvissingen te herhalen bij een lagere waterstand.

2.2 EVALUATIE VAN PAAIRIFFLES VOOR STROOMMINNENDE SOORTEN

2.2.1 Situering

Door menselijk ingrijpen is de kwaliteit van natuurlijke paairiffles voor lithofiele vissoorten (die voor hun voortplanting afhankelijk zijn van stenig substraat) en rheofiele vissoorten (die stromend water verkiezen), zoals kopvoorn, serpeling en beekforel in verschillende Europese en Noord-Amerikaanse rivieren afgenomen. Soms zijn de riffles zelfs helemaal verdwenen (Buysse et al. 2015). Aanpassingen aan bestaande riffles of aanleg van nieuwe riffles zijn twee maatregelen die de habitatkwaliteit en daarmee de status van lithofiele soorten opnieuw kunnen verbeteren.

In dit onderzoeksluik wordt gefocust op het reproductief succes van beekforel. Ieder jaar worden de riffles in de IJse vlak voor de paaiperiode van beekforel, geharkt door vrijwilligers. In dit onderdeel willen we nagaan wat de overleving is van beekforeleitjes op de riffles in het stroomgebied van de IJse. Er zal worden nagegaan wat het overlevingspercentage is op verschillende paairiffles in de winter van 2023-2024.

2.2.2 Doelsoort beekforel

Beekforel paait in de winter wanneer de watertemperatuur daalt tot ongeveer 6°C. De beekforellen zetten de eitjes af op riffles. Deze komen terecht in holtes (interstitiële ruimten) tussen de substraatpartikels. Parameters die volgens de literatuur belangrijk zijn bij de ontwikkeling van de eitjes zijn waterdiepte, stroomsnelheid, permeabiliteit van het substraat, substraattype (korrelgrootte, grootteverdeling), watertemperatuur, zuurstofgehalte en pH (De Laak 2007). De ene variabele zal een grotere impact hebben dan de andere. Het zuurstofgehalte speelt bijvoorbeeld een grotere rol bij het slagingspercentage dan de watertemperatuur. De watertemperatuur bepaalt wel de ontwikkelingssnelheid van de eieren. Bij watertemperaturen van 5°C komen deze uit na 90 dagen. Bij 3°C is dat na 102 dagen (Watson 1999). De overleving van ei tot vrijzwemmende larve is meestal vrij hoog volgens Mills (1970) en zou rond de 94% zijn.

De paairijpe dieren verzamelen zich in stroomkommen ('pools') tegen het einde van de herfst. Vrouwtjes arriveren in november en december als eerste op de paaiplaatsen (De Laak 2007). Een paaiplaats ('redd') bevindt zich meestal aan het eind van een pool (Figuur 49), waar de waterdiepte weer afneemt en de stroomsnelheid hoger wordt. Een 'redd' bevat meerdere pakketjes van eieren. Elliott (1992, 1994) beschrijft het gedrag tijdens het paaien van zeeforel aan de hand van eerder verschenen literatuur. Het paaigedrag van de niet trekkende beekforel zal vrijwel hetzelfde zijn aangezien het om dezelfde soort gaat.

1. Het vrouwtje verkent het grindbed en doet enige pogingen om een kuil te maken.

2. Enkele mannetjes vechten ondertussen onderling. Een mannetje blijkt dominant en stoot tegen het vrouwtje.

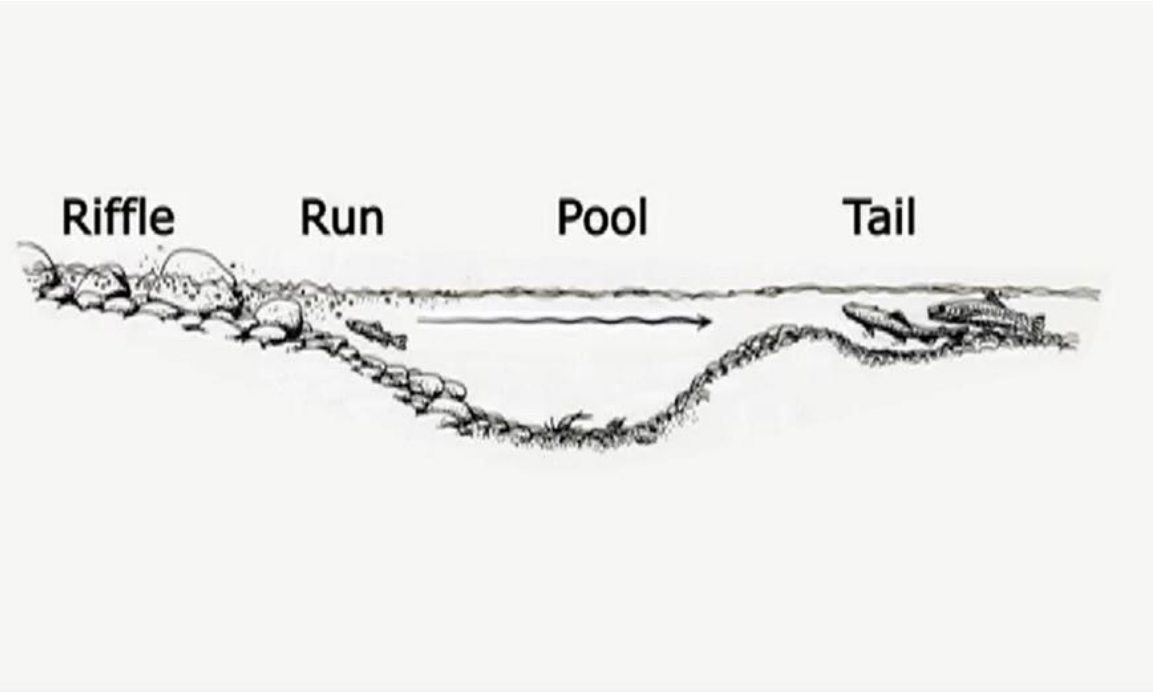
3. Het vrouwtje concentreert zich op het uitdiepen van het paaibed. Het mannetje verjaagt opdringende mannen en indringende vrouwtjes.

4. Als het paaibed 5 tot maximaal 15 cm diep is, gaat het vrouwtje erin liggen. Het mannetje vergezelt haar en duwt met zijn hele lichaam tegen haar aan. Hom en kuit komen gelijktijdig vrij als de vissen in het paaibed liggen. Tijdens het lozen van de geslachtproducten hebben

beide vissen de bek open. Zowel het mannetje als het vrouwtje schudden ('quivers') bij het vrijlaten van hom en kuit.

5. Daarna zwemt het vrouwtje iets stroomopwaarts van de 'redd' en door staartbewegingen bedekt zij de eieren binnen enkele minuten.

6. Deze stappen kunnen verschillende malen herhaald worden, het vrouwtje zet niet alle eieren in een keer af.



Figuur 49 Forel verkiest het einde van een pool als paaiplaats

De ideale redd volgens Elliot (1992, 1994) bestaat voor maximaal 15% uit fijn sediment. Sommige bronnen spreken zelfs van een percentage zand lager dan 5% (De Laak 2007). Bij een zandpercentage van 40% zou het uitkomstpercentage van de eieren slechts 4% bedragen. De partikels moeten een grootte hebben tussen de 1 en 7 cm diameter. De stroomsnelheid dient hoger te zijn dan 15 cm/s en minder dan 2 maal de lengte van het vrouwtje. Voor eieren is het ook belangrijk dat de stroomsnelheden niet te hoog zijn, want dan stijgt het risico dat ze zouden uitspoelen. Deze moet echter wel voldoende zijn, om afbraakproducten te verwijderen uit het grindbed en een goede zuurstofvoorziening van de eieren te garanderen. De stroomsnelheid ín het paaibed kan behoorlijk afwijken van deze gemeten juist boven het paaibed. Voor jong zeeforelfry is uit onderzoeken gebleken dat in opgroeikanalen de uitspoeling het laagst is bij 25 cm/s. Bij meer dan 25 cm/s neemt de uitspoeling toe (De Laak 2007). De diepte is minstens de lichaamshoogte van de afpaaiende vissen. Doorgaans bevinden paaibedden zich op 15 cm tot 90 cm diepte met een optimum rond de 30 cm. De porositeit op de redd is van belang. Er moet voldoende water tussen de kiezels kunnen stromen. Binnen de optimale omstandigheden liggen de meeste eieren dicht bij elkaar in eipakketjes. Een klein deel van de eieren ligt wijd verspreid.

Belangrijke variabelen bij de ontwikkeling van de eitjes zijn dan ook de waterdiepte, stroomsnelheid, permeabiliteit van het substraat, substraattype (korrelgrootte, grootteverdeling), watertemperatuur, zuurstofgehalte en pH. Het zuurstofgehalte van het water speelt een grotere rol bij het overlevingspercentage dan de watertemperatuur (De Laak 2007). De eieren hebben veel zuurstof nodig en bij een te laag zuurstofgehalte verschimmelen ze snel. Dit gebeurt o.a. als er veel fijn zand in de 'redd' komt. De eieren hebben een minimum zuurstofgehalte van 1 mg/l nodig bij een voldoende hoge stroomsnelheid om te overleven. Echter bij minder dan 5 mg/l stopt de ontwikkeling van de eieren al en bij 3 mg/l zuurstof treedt sterfte op. Tot 10 mg/l is er groeivermindering te verwachten. Gehaltes van >10 mg/l zouden optimaal te zijn (Elliott et al. 1992).

De watertemperatuur bepaalt de ontwikkelingssnelheid van de eieren. De eieren kunnen zich ontwikkelen tussen <1,4 en 16°C, al zal boven de 9°C de sterfte toenemen. Bij lagere temperaturen blijkt een groter percentage van het broed uit te komen (De Laak 2007). Wanneer de watertemperatuur 5°C bedraagt, duurt het 90 dagen voor de eieren om te ontluiken. Bij 3°C is dit 102 dagen (Watson 1999). Het uitkomen van de eieren zou na ongeveer 444 daggraden optreden (Elliot 1994). Boets et al. (2020) spreken over 400 daggraden. Het aantal daggraden is dus het product van het aantal dagen en de gemiddelde watertemperatuur. Daarnaast is het ook belangrijk dat de watertemperatuur niet te hoog is. Volgens De Laak (2007) treedt er sterfte op onder de beekforeleitjes bij een watertemperatuur van meer dan 9°C. Ook een te lage pH van rond de 3,5 zou lethaal zijn. Een pH van 4,5 gaf dan weer een goede overleving (Elliott 1994). De aanwezigheid van bijvoorbeeld ijzer kan voor een verhoogde sterfte zorgen. Calcium en Natrium zijn dan weer essentieel voor het uitkomen van de eieren (Klemetsen et al. 2003).

De zuurstofvoorziening in het paaibed is van groot belang tijdens de embryonale ontwikkeling. Metabolische afbraakproducten zoals ammonia dienen in het paaibed te worden afgevoerd. Het zuurstofpercentage, de doorstroming van het water door het paaibed en de ruimtelijke verdeling van de eieren in het paaibed zullen daarin bepalend zijn (De Laak 2007). Na het uitkomen van de eieren hebben de larven een lengte van circa 20 mm. Ook dan blijven de larven nog zo'n 5 tot 6 weken in de buurt van de redd. Deze fungeert als schuilplaats. Na enkele dagen verspreiden ze zich enigszins en vertonen ze voor het eerst territoriumafbakening (Elliott 1994). Larven die geen territorium kunnen vinden sterven wegens voedselgebrek. Het sterftecijfer vanaf het uitkomen uit het grind tot het vrijzwemmende stadium kan meer dan 90% bedragen. Ook predatie is een belangrijke factor in de overleving.

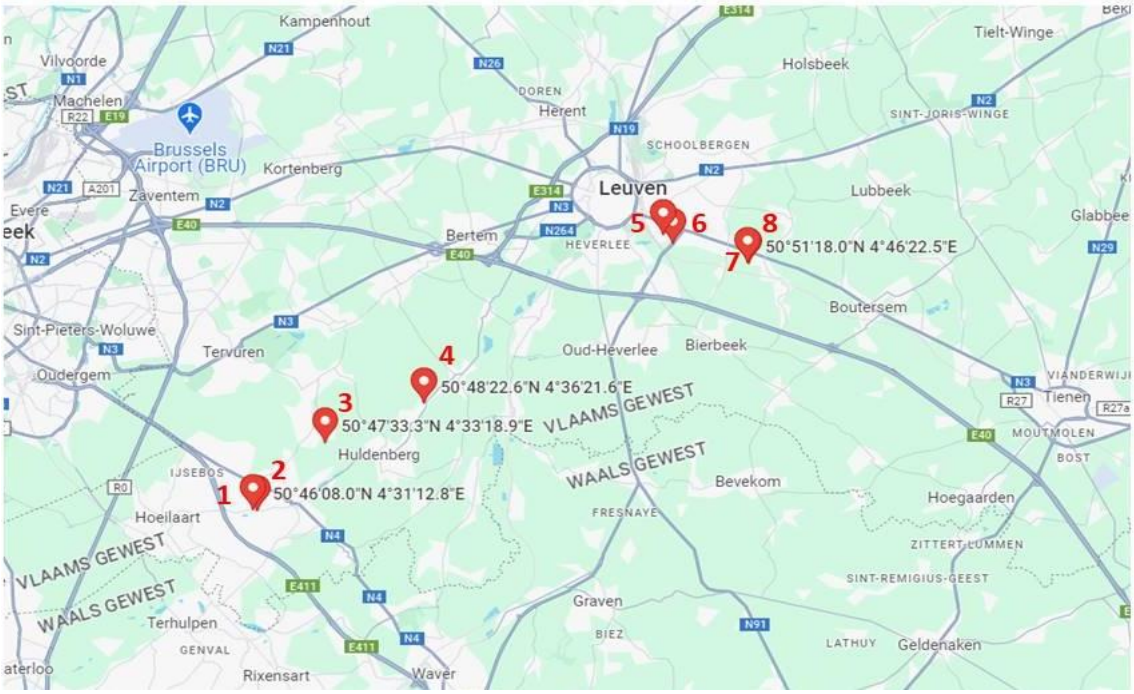
2.2.3 Materiaal en methode

De kweek van de beekforeleitjes vond plaats in Linkebeek op 19 december 2023. Diezelfde dag telden we de eitjes in Linkebeek (Figuur 50). Maar liefst 4800 eitjes werden verdeeld over 24 zip bags. 1 zip bag bevatte 200 eitjes en zou instaan voor het vullen van 1 Vibert box. Ook in Linkebeek zelf werden drie Vibert boxen met telkens 200 eitjes geplaatst (Figuur 51). De watertemperatuur bedroeg daar 10°C.

Figuur 50 Verschillende beekforellen (mannen en vrouwen) werden afgestreken (links). De bevruchte eitjes werden per 200 in zip bags verdeeld. Rechts is een Vibert box te zien met 200 bevruchte beekforeleitjes.

Figuur 51 De controle die werd geplaatst in Linkebeek bestaande uit 3 Vibert boxen, elk voorzien van 200 beekforeleitjes.

Het is belangrijk dat de eitjes enkel de eerste 24u worden verstoord (persoonlijke communicatie J. Auwerx). Daarom werden de eitjes meteen in een frigobox getransporteerd naar de IJse. In totaal werden telkens 3 Vibert boxen geplaatst per riffle. Er werden acht riffles (Figuur 52) gekozen voor deze studie. Deze bevinden zich op de IJse (locaties 1 en 2), zijbeekje aan de Loonbeekmolen (3), de Nellebeek (4) (Figuur 53) en de Molenbeek (locaties 5, 6, 7 en 8, Figuur 54). De locaties werden zodanig gekozen dat ongeveer de helft zich net stroomafwaarts van een beverdam bevond en de andere helft niet. We selecteerden uiteindelijk drie riffles die net stroomafwaarts van een beverdam lagen. Vorig jaar was de enige locatie met overleving, de riffle net onder een beverdam in de Nellebeek. We wilden dit jaar een eventueel effect van de aanwezigheid van een beverdam op de ontwikkeling van de beekforeleitjes nagaan.



Figuur 52 De locaties van de bestudeerde riffles. Riffles 1 en 2 bevinden zich in de IJse. Locaties 3 en 4 liggen in de zijbeek aan de Loonbeekmolen en de Nellebeek respectievelijk. De overige 4 locaties werden gekozen op de Molenbeek nabij Leuven.

Figuur 53 Foto's van de gekozen locaties bij het plaatsen van de beekforeleitjes. Linksboven: niet bij een beverdam op de IJse (1), rechtsboven: onder beverdam op de IJse (2), linksonder: zijbeekje aan de Loonbeekmolen (3), rechtsonder: op de Nellebeek niet bij een beverdam (4).

Figuur 54 Geselecteerde riffles op de Molenbeek. Links- en rechtsboven: riffles net onder een beverdam (5 en 6), links- en rechtsonder: riffles niet nabij een beverdam (7 en 8).

Op 19 december 2023 werd op iedere locatie in de IJse één fruitbox geplaatst. Deze werd volledig ingegraven in het substraat. Partikels van op de riffle zelf werden gebruikt om de box op te vullen. Bovendien werd een metalen piket doorheen de bak in het grindbed geslagen om deze extra goed te verankeren.

Een sorteerbak werd gevuld met water uit de waterloop om vervolgens de drie zakjes met telkens 200 eitjes eventjes te kunnen laten wennen aan de watertemperatuur (Figuur 55 linksboven). De inhoud van één zip bag werd zorgvuldig overgeheveld in een Vibert box. De Vibert boxen (Figuur 55 rechtsboven) werden gesloten en voorzichtig in de fruitbakken gezet. Deze werden zodanig geplaatst dat ze volledig waren bedekt met substraat (Figuur 55 onder). De drie boxen werden met een ijzerdraadje bevestigd aan de fruitbak om te voorkomen dat ze bij hogere debieten zouden wegspoelen.

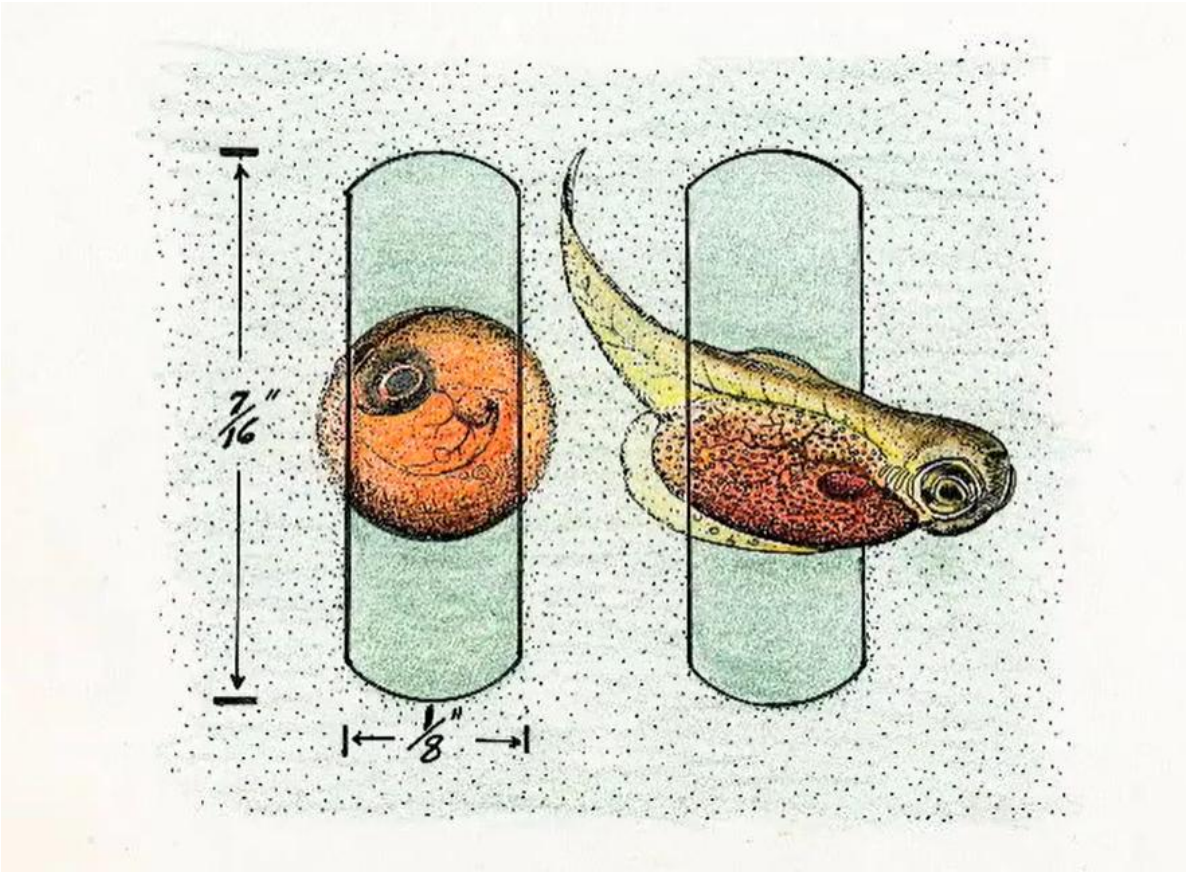
Figuur 55 Linksboven: de 3 zakjes met elk 200 eitjes wennen aan de watertemperatuur, rechtsboven: de eitjes uit elk zakje worden overgegoten naar een Vibert box, onder: de Vibert boxen worden in een ingegraven fruitbakje geplaatst, er aan bevestigd, en zorgvuldig bedekt met grind uit de rivier (Foto INBO).

Het eerste controlemoment naar de overleving van de eitjes was op 30 januari 2024. De data van de controles worden gekozen op basis van de watertemperatuur (Tabel 12). De eitjes mogen namelijk niet worden verstoord tijdens de eerste 250 daggraden (persoonlijke communicatie J. Auwerx). Deze hadden bij de eerste controle al 335 daggraden achter de rug. Volgens Elliot (1994) zijn 444 daggraden nodig voor het ontluiken van de beekforeleitjes. Na het ontluiken kunnen de beekforel larven tussen de spleetjes in de Vibert boxen passeren. Zo lang de eitjes niet ontluiken, is dit niet mogelijk (Figuur 56). Bij elke controle werden bijgevolg de dode eitjes (wit of zwart verkleurd, of beschimmeld, Figuur 57) geteld en verwijderd uit de

boxen. De roze en dus levende eitjes werden in de boxen gelaten en terug geplaatst in de beek.

Tabel 12 Data waarop de proef werd opgestart en de controles doorgingen.

	Datum	Daggraden
Plaatsing eitjes	19 december 2023	0
Controle 1	30 januari 2024	335



Figuur 56 De eitjes kunnen niet uit de boxen, maar de larven wel.

Figuur 57 Figuur 57 Beschimmelde eitjes (Foto INBO).

We beoordeelden de hoeveelheid sediment in elke box, en maakten telkens een foto om de situatie te documenteren (v.b. veel sediment in de box of niet, Figuur 57). Bij de eerste controle werden de riffles kort opgemeten. Daarbij werden telkens in 10 random punten de stroomsnelheid, de diepte, het type dominant en subdominant substraat (zou grind of steen, en niet zand of slib moeten zijn), en de ingebedheid van de partikels bepaald.

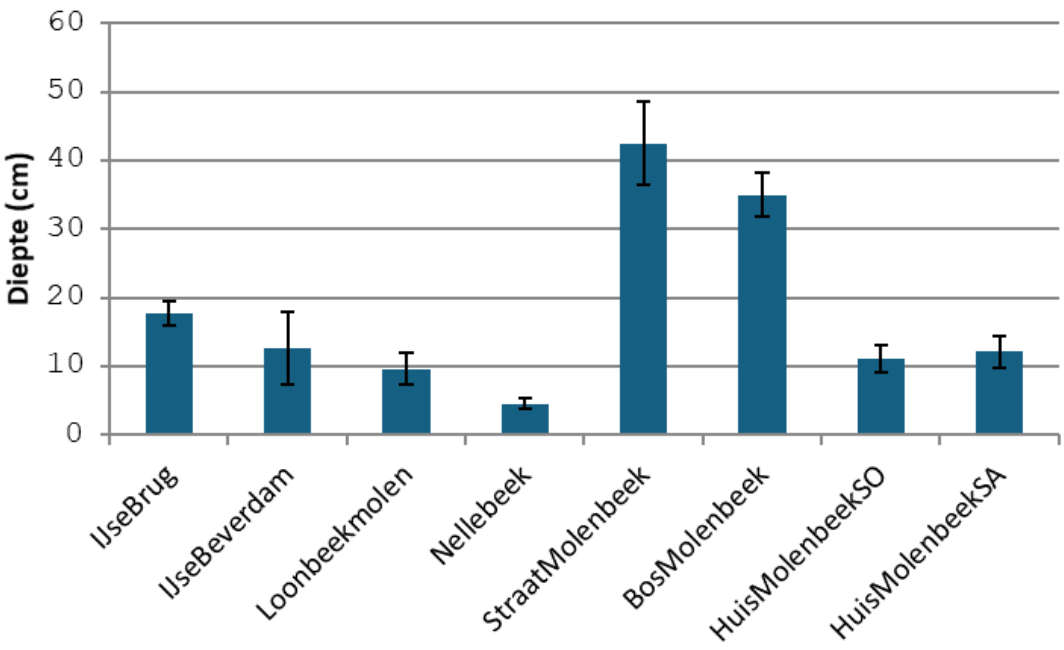
2.2.4 Resultaten en bespreking

2.2.4.1 Habitatkarakteristieken

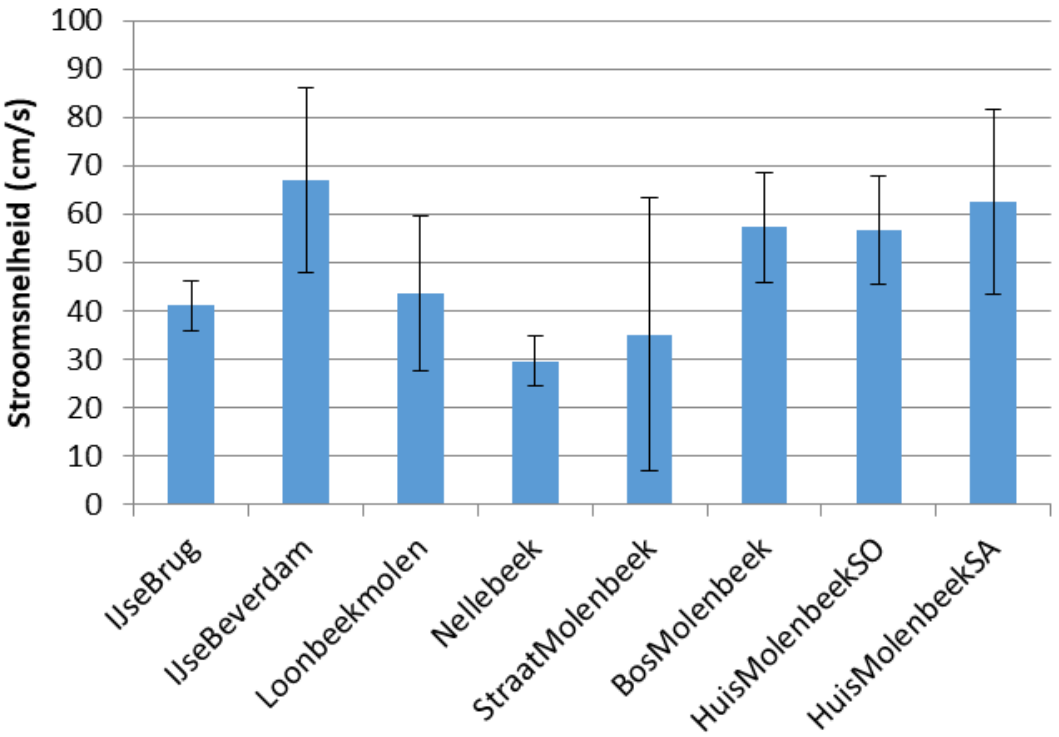
De karakteristieken die volgens de literatuur het belangrijkste zijn voor de overleving van beekforeleitjes werden opgemeten op de geselecteerde riffles. De gemiddelde diepte was voor de meeste riffles tussen de 10 en 20 cm (Figuur 58). De riffle op de Nellebeek lag erg ondiep (4,5 cm) en de twee grindbedden onder de beverdammen op de Molenbeek lagen dan weer wat dieper (gemiddeld 35 en 42 cm). Volgens de literatuur ligt een voor beekforel geschikte riffle tussen de 15 en 90 cm diep, idealiter op een diepte van ongeveer 30 cm. De riffle op de Nellebeek lag wat te ondiep. We wilden deze echter graag testen omwille van het succesvol ontluiken van beekforeleitjes in februari 2023. De overige locaties hadden wel een geschikte diepte of toch op een groot deel van de riffle.

Volgens de literatuur dient de stroomsnelheid meer te zijn dan 15 cm/s. Idealiter is dit rond de 25 cm/s. Op alle door ons geselecteerde locaties was de gemiddelde stroomsnelheid hoger (Figuur 59). Ook de variatie tussen de metingen per riffle was groot. De waarde is sterk afhankelijk van de positionering van de meetstok. Je krijgt veelal sterk uiteenlopende metingen als deze vóór, achter of op een groter partikel staat.

Het grindbed dat wordt opgemeten is uitgestrekter dan het stukje waar de fruitbak met Vibertboxen wordt geplaatst. De eitjes worden op het meest geschikte punt van de riffle geplaatst met voldoende diepte en in een zachte stroming. Dit beslaat minder dan één vierkante meter. De opmeting van de habitatkarakteristieken gebeurt voor de gehele riffle, die meestal meterslang is.



Figuur 58 De gemiddelde diepte (cm) met standaarddeviatie op de verschillende geselecteerde riffles.

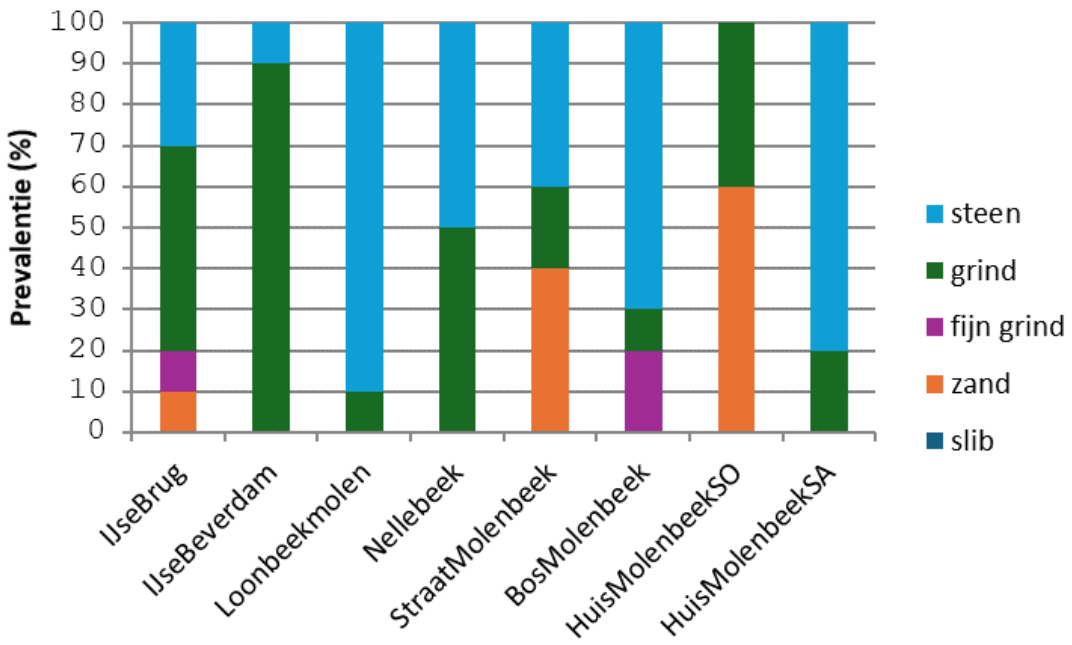


Figuur 59 De gemiddelde stroomsnelheid (cm/s) met standaarddeviatie op de verschillende geselecteerde riffles.

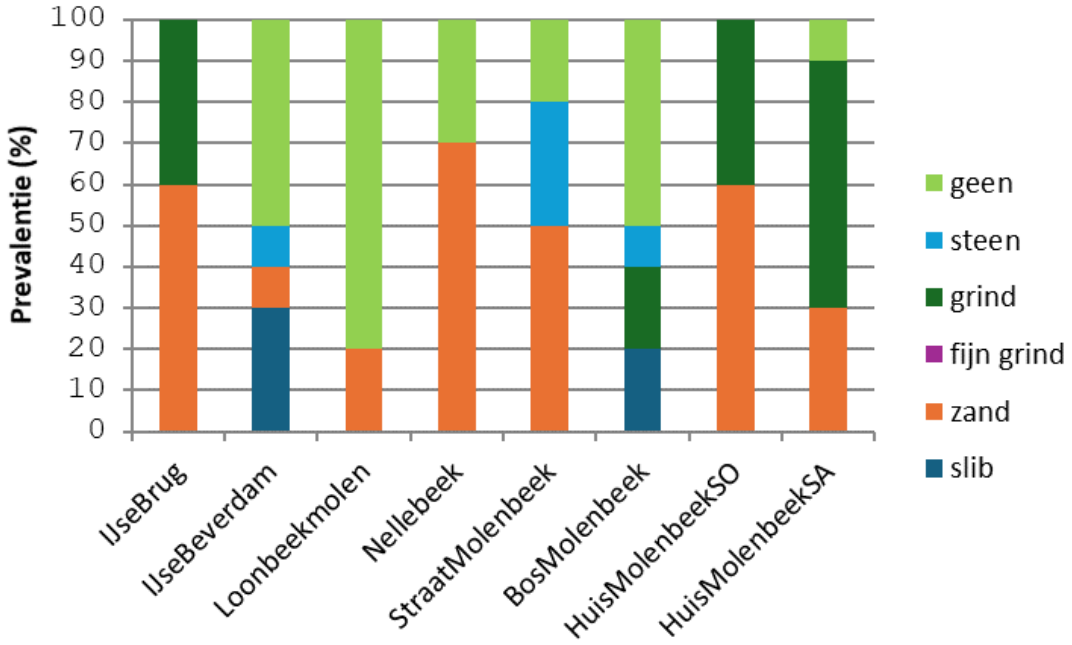
Beekforeleitjes zijn bijzonder gevoelig voor siltatie. Tijdens de ontwikkeling mogen ze in geen geval bedekt geraken met sediment. Als dit wel gebeurt, krijgen de eitjes te weinig zuurstof en sterven ze. De literatuur spreekt daarom over ideale paaibedden met een maximum van 5% fijn sediment zoals zand of slib. Tijdens het opmeten van de riffles kijken we naar welk type substraat het meest aanwezig is, welk type substraat in iets mindere mate maar ook aanwezig is en hoe sterk de partikels vast zitten in het sediment. Bij het plaatsen van de eitjes bestonden alle gekozen locaties voornamelijk uit steen en grind. We hebben de riffles opgemeten bij de eerste controle, dit is ongeveer één maand na het plaatsen van de eitjes. In die tussentijd wordt soms door hevige regenval en daarmee gepaard gaand sedimenttransport een geselecteerde riffle bedolven door fijn sediment. Op Figuur 60 is te zien dat op bijna alle locaties het meest vertegenwoordigde substraattype steen of grind is. Op twee locaties kwam ook fijner grind voor. De locaties Straat Molenbeek en Huis Molenbeek SO bestonden tijdens de opmetingen voor ongeveer de helft van de gemeten punten voornamelijk uit zand. Bij de eerste locatie was tussen het plaatsen en de eerste controle van de eitjes de beverdam doorgebroken waarna de riffle deels bedekt is geraakt met zand. Ook de andere locatie was initieel geschikter en was tegen de eerste controle meer bedekt met zand.

Daarnaast bekijken we ook het substraat type dat minder dominant aanwezig is. Dit subdominante substraat kan niet worden bepaald als het dominante substraat zand of slib is. Soms vallen de partikels allemaal binnen hetzelfde formaat op het gemeten punt. Ook in dat geval kunnen we geen subdominant substraat noteren. Op verschillende locaties kwam zand naar voor als subdominant substraat (Figuur 61). Ook grind en soms steen of slib waren aanwezig.

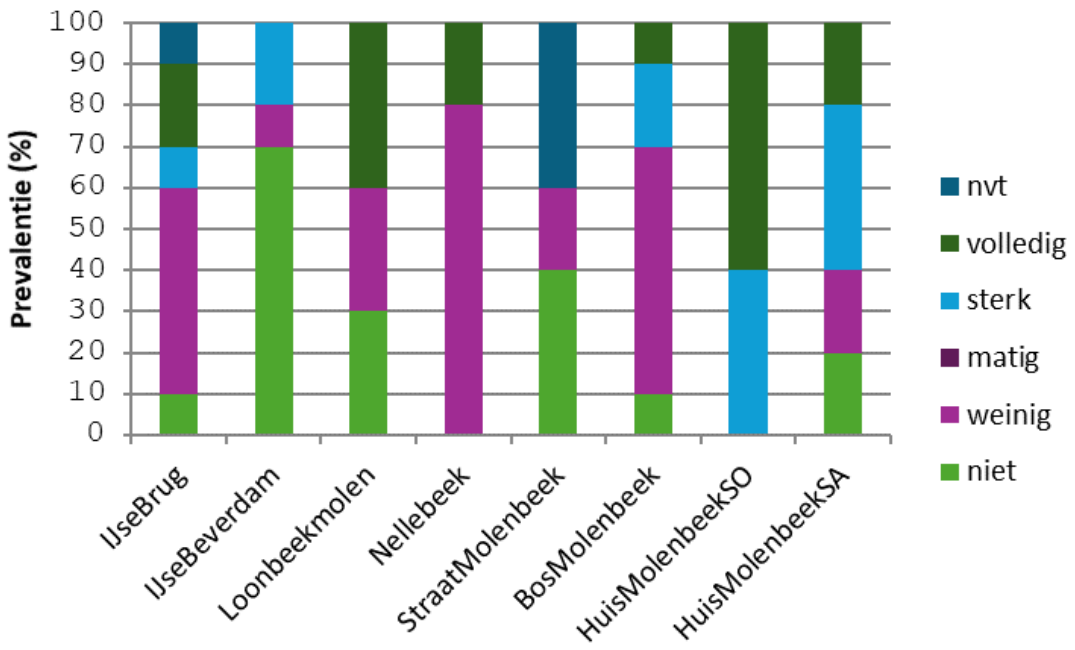
Ten slotte wordt ook de mate waarmee het dominante substraat vast of dus ingebed zit, genoteerd. Dit geeft een indicatie van de interstitiële ruimte tussen de partikels, dewelke nodig is opdat er voldoende zuurstofrijk water tot bij de eitjes kan komen. Idealiter scoort de ingebedheid “niet” of “weinig”. Op Figuur 62 zien we dat op bijna alle locaties een groot deel, zo niet het grootste deel van de gemeten punten op de riffle niet of weinig zijn ingebed. Partikels die sterk of volledig zijn ingebed zijn vaak grotere stenen die te groot zijn om zelfs bij hogere debieten om te rollen. Enkel op de riffle Huis Molenbeek SO werd de ingebedheid overal sterk of volledig bevonden. Deze riffle bestond ook voor een groot deel uit zand bij het opmeten en lijkt daarom minder geschikt voor de ontwikkeling van beekforeleitjes.



Figuur 60 Type partikels waar het dominante substraat uit bestaat dat voorkomt op de geselecteerde riffles.



Figuur 61 Type partikels waar het subdominante substraat uit bestaat dat voorkomt op de geselecteerde riffles.



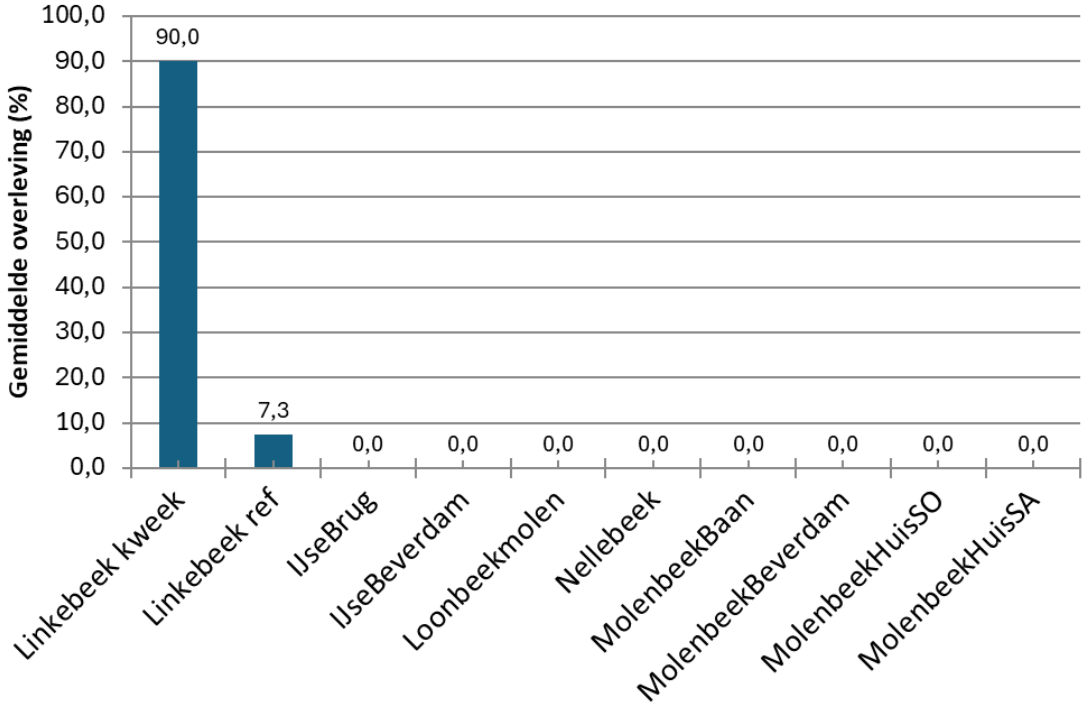
Figuur 62 De ingebedheid van de partikels van het dominante substraat.

2.2.4.2 Overleving beekforeleitjes

We bekeken de overleving van beekforeleitjes in de winter van 2023 – 2024 op 8 geselecteerde riffles (4 in het stroomgebied van de IJse en 4 in het stroomgebied van de Molenbeek). Daarnaast werd ook een controle geplaatst in de kwekerij in Linkebeek. De overleving van de referentie in Linkebeek was veel lager dan verwacht, 7,3% (Figuur 63). Dit werd vermoedelijk veroorzaakt door ongunstige omstandigheden. We vermoeden dat de bak waar de Vibert boxen met eitjes zich in bevonden, droog is komen te staan. Doorgaans is de overleving veel hoger, rond de 90%. De beekforeleitjes in de kwekerij in Linkebeek die niet in de Vibert boxen waren geplaatst, maar werden geïncubeerd in de broedhal hadden inderdaad een overleving van 90%. De kwaliteit van de eitjes was dus weldegelijk zeer goed en eventuele sterfte van de eitjes kan niet hieraan worden toegeschreven.

Alle beekforeleitjes die we op de 8 riffles plaatsten op 19 december 2023 waren dood tegen het eerste controlemoment op 30 januari 2024 (Figuur 63). Meerdere locaties kregen te lijden onder de hoge afvoerpieken. Alle beverdammen zowel op de IJse als de Molenbeek zijn tijdens de studieperiode doorgebroken (Figuur 65). Deze riffles waren daardoor bij de controle bedekt met sediment of lagen een stuk dieper dan bij de plaatsing. Met de verhoogde afvoer komt behalve slib ook vuil in de waterloop. Dit bleef hangen aan onze opstelling in het zijbeekje aan de Loonbeekmolen en zorgde er voor dat de riffle bedolven werd door slib (Figuur 63).

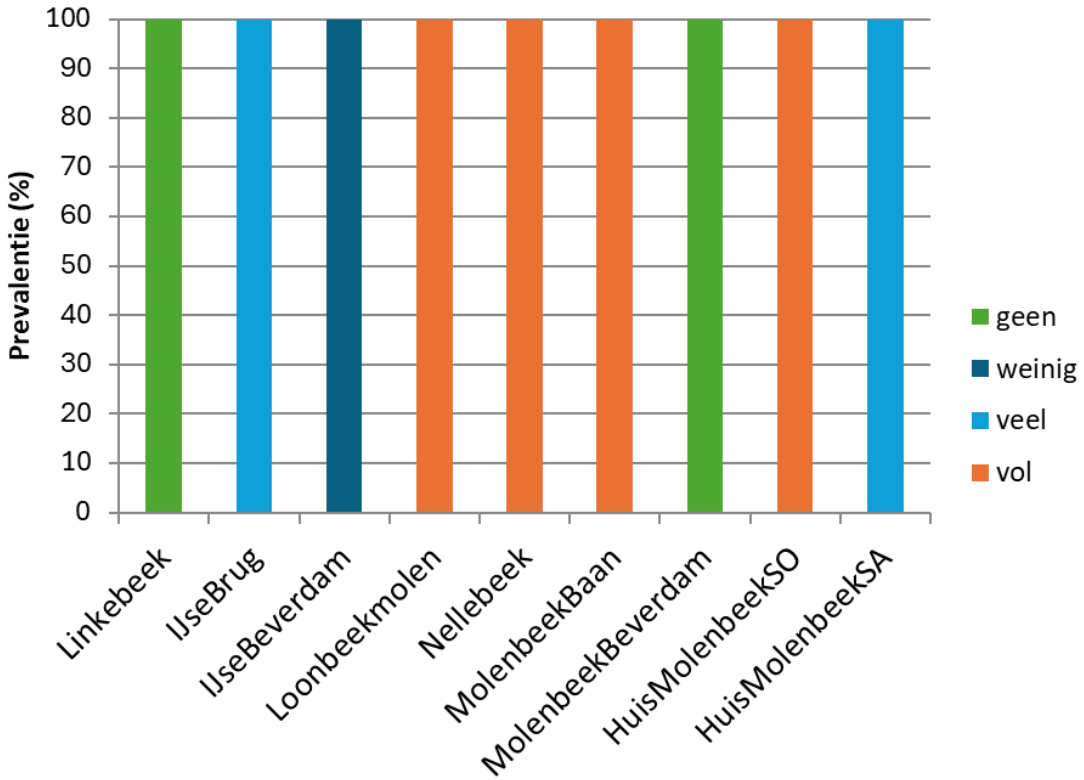
Op de meeste locaties waren de Vibert boxen sterk of volledig gevuld met sediment (Figuur 66). Dit is nefast voor de ontwikkeling van de beekforeleitjes. Enkel onder de beverdam op de IJse was maar weinig materiaal in de boxen neergeslagen. Aan de beverdam op de Molenbeek in het bos zat geen sediment in de boxen. Deze hingen aan de metaaldraad te tollen in de sterke stroming. De Vibert boxen waren hier los gespoeld uit het substraat, vermoedelijk na het doorbreken van de beverdam.



Figuur 63 Gemiddelde overleving (%) van beekforeleitjes op de verschillende locaties in de IJse en de Molenbeek in de winter van 2023 – 2024 (ref = referentie).

Figuur 64 Riffle op de Molenbeek aan de beverdam in het bos. Deze was doorgebroken tijdens de studieperiode. De riffle lag bij het controlemoment een stuk dieper dan bij de plaatsing.

Figuur 65 De riffle op het zijbeekje aan de Loonbeekmolen was bedekt met sediment doordat er vuil was blijven hangen aan onze opstelling.



Figuur 66 Sedimentatiegehalte in de Vibert boxen per locatie in 2024. De hoeveelheid sediment werd in 4 categorieën geclassificeerd (geen, weinig, veel of vol met sediment). Dit werd bepaald voor de drie Vibert boxen waarvan de resultaten zijn weergegeven in %.

2.2.5 Aanbevelingen

In de winter van 2023 – 2024 was er geen overleving van beekforeleitjes op de geselecteerde locaties. We konden ook geen impact zien van de aanwezigheid van een beverdam op de ontwikkeling van de eitjes of de hoeveelheid sedimentatie. In de winter van 2022 – 2023 plaatsten we eveneens op 8 locaties beekforeleitjes. Één riffle lag net onder een beverdam op de Nellebeek. Dit was de enige locatie waar we toen overleving hadden van beekforeleitjes en ontloken beekforel hebben teruggevonden. In 2024 konden we dit niet herhalen. De beverdammen waren allen verlaten en zijn ingestort in de loop van de studie. De dammen hebben doorgaans tal van voordelen, waaronder een verhoogde wateropslag, vertraagde waterafvoer, ze verminderen en stellen piekafvoer na zware regenval uit, zorgen voor minder fijn sediment in de waterkolom, voor minder nitraat en fosfaat, en voor lagere concentraties van toxische stoffen (Puttock et al. 2017).

Ook dit jaar werd veel sediment aangetroffen in de Vibert boxen. Dit blijft in het stroomgebied van de IJse een pijnpunt, maar ook op de Molenbeek werd veel sediment gevonden in de boxen. De verhoogde afzetting van fijn materiaal is een van de belangrijkste oorzaken van de globale achteruitgang van rivieren (McKenzie et al. 2022). Het verstoppen van de interstitiële ruimten in grindbedden blokkeert de zuurstoftoevoer naar de eieren en de uitgang van ontluikende larven. Rivierbeheer moet maximaal inzetten op het doen afnemen van de hoeveelheid fijn sediment in de waterlopen (Mathers et al. 2022). Om hier structureel iets aan te kunnen doen, zou een analyse moeten worden uitgevoerd die de bron(nen) van dit fijn materiaal bloot legt. Naast meer informatie over en aanpak van de sedimentbronnen, zouden ook gegevens van de overstortwerking in studies als deze een grote meerwaarde hebben.

Appendix

Tabel 13 Aantal individuen (unieke tags) per uniek traject per vangstregio.

vangstregio	traject	n	percent
Barebeek	uitzet	3	100.00
Dijle	uitzet	25	43.86
Dijle	uitzet -> stuw	14	24.56
Dijle	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	7	12.28
Dijle	uitzet -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	3	5.26
Dijle	uitzet -> brug -> turbine -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	1.75
Dijle	uitzet -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	1.75
Dijle	uitzet -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	1.75
Dijle	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	1.75
Dijle	uitzet -> stuw -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	1.75
Dijle	uitzet -> turbine -> brug -> turbine	1	1.75
Dijle	uitzet -> turbine -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	1.75
Dijle	uitzet -> vistrap sa beneden	1	1.75
Ijzer	uitzet	368	56.36
Ijzer	uitzet -> stuw	75	11.49
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	46	7.04
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden	43	6.58
Ijzer	uitzet -> brug	13	1.99
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine	11	1.68
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	10	1.53
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	8	1.23
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden	8	1.23
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	8	1.23
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug	6	0.92
Ijzer	uitzet -> brug -> stuw	4	0.61
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden	4	0.61
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	4	0.61
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	3	0.46
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden	3	0.46
Ijzer	uitzet -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	3	0.46
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden	2	0.31
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	2	0.31
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug	2	0.31
Ijzer	uitzet -> brug -> stuw -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine -> brug	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine -> brug -> stuw	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> stuw	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> stuw -> brug	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> turbine -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> stuw	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> turbine -> goot	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> turbine -> vistrap sa beneden	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> turbine -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven -> vistrap sa beneden	1	0.15
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> stuw	1	0.15
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> turbine	1	0.15
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> brug	1	0.15
Ijzer	uitzet -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven -> vistrap sa beneden -> turbine	1	0.15
Ijzer	uitzet -> stuw -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15

Ijzer	uitzet -> turbine -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> brug	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> brug -> stuw	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> brug -> stuw -> vistrap sa beneden	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug	1	0.15
Ijzer	uitzet -> vistrap so boven	1	0.15
NA	stuw	9	37.50
NA	vistrap sa beneden	3	12.50
NA	brug -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	2	8.33
NA	brug	1	4.17
NA	brug -> turbine	1	4.17
NA	brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> stuw	1	4.17
NA	brug -> vistrap sa beneden	1	4.17
NA	brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden	1	4.17
NA	stuw -> brug -> stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> turbine -> vistrap sa beneden -> vistrap so boven	1	4.17
NA	stuw -> brug -> vistrap sa beneden	1	4.17
NA	stuw -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> brug -> vistrap sa beneden -> stuw	1	4.17
NA	vistrap so boven	1	4.17
NA	vistrap so boven -> brug -> vistrap sa beneden	1	4.17

Referenties

Beaulaton L. en Castelnaud G. (2005). The efficiency of selective tidal stream transport in glass eel entering the Gironde (France). *Bull Fr De La Peche Et De La Pisciculture* (378-379):5-21. https://doi.org/10.1051/kmae:2005001.

Beelen P. (2009). Kennisdocument kwabaal, *Lota lota* (Linnaeus, 1758). *Sportvisserij Nederland*

Boets P., Dillen A., Auwerx J. en Poelman E. (2020). Wat is de overlevingskans van uitgezette foreleitjes in de Zwalm? Een studie uitgevoerd door het Provinciaal Centrum voor Milieonderzoek in samenwerking met Natuur en Bos. 12p.

Broos S., Bruneel S., Buysse D., Pauwels I., Verhelst P., De Maerteleire N., Pieters S., Gelaude E., Vanden Houten J., De Pauw B., Rosseel D., Plaetinck S., Vandamme L. en Coeck J. (2024). Evaluatie van de visveiligheid van een pompgemaal met 'open stormvijzels' en 'gesloten buisvijzels': Het Pompgemaal Groot Schijn (PGGS) op de rivier Groot Schijn in Deurne. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; no. 10.

Bruneel S., Pauwels I.S., Broos S., Vandamme L., Van Wichelen J., Coeck J., Toming G., Tuytan J.A. en Buysse D. (2024). A fish-friendly axial flow pump turns out tob e eel safe, roach unfriendly and bream unsafe. *Scientific Reports*. https://doi.org/10.1038/s41598-024-81095-6

Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Jacobs Y. en Stevens M. (2012). 'Glasaalmigratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende'.

Buysse D., 2013

Buysse D., Verreycken H., De Maerteleire N., Gelaude E., Baeyens R., Pieters S., Mouton A., Galle L., De Maerteleire N. en Coeck J. (2015). 'Glasaalmigratie ter hoogte van het uitwateringscomplex in de haven van Zeebrugge'.

Burdon F., Ramberg E., Sargac J., Forio M.A.E., de Saeyer N., Mutinova P.T., Moe T.F., Pavelescu M.O., Dinu V., Cazacu C., Witing F., Kupilas B., Grandin U., Volk M., Rîsnoveanu G., Goethals P., Friberg N., Johnson R. en McKie B.G. (2020). Assessing the Benefits of Forested Riparian Zones: A Qualitative Index of Riparian Integrity Is Positively Associated with Ecological Status in European Streams. *Water* 12(4), 1178.

Coeck J. (1996). Elektrisch vissen: theorie en praktijk. Brussels, Belgium.

Coeck J., Dillen A., De Charleroy D., Vught I. en De Gelas K. (2008). Soortherstelproject Kwabaal - nieuwe kansen voor een verdwenen vissoort in Vlaanderen. Ravon 29 10(2): 31-35.

De Laak G.A.J. (2007). Kennisdocument forel, *Salmo trutta* (Linneaus, 1758). Kennisdocument 7. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

Dillen A., Baeyens R., Martens S. en Coeck J. (2006). Onderzoek naar de haalbaarheid van het herstel van serpelingpopulaties in waterlopen van het Vlaamse Gewest. INBO.R.2006.14, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Dillen A., Martens S., Baeyens R. en Coeck J. (2005a). Onderzoek naar de biologie van de kwabaal (Lota lota L.), ter voorbereiding van het herstel van de soort in het Vlaamse Gewest. IN.R.2005.04, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Dillen A., Martens S., Baeyens R., Van Gils W. en Coeck J. (2005b). Habitatevaluatie en biotoopherstel ten behoeve van de visfauna in zones van de Habitatrichtlijn. IN.R.2005.03, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Dutil J.D., Dumont P., Cairns D.K., Galbraith P.S., Verreault G., Castonguay M., et al. (2009). Anguilla rostrata glass eel migration and recruitment in the estuary and Gulf of St Lawrence. *J Fish Biol*. 74(9): 1970-1984. https://doi. org/10.1111/j.1095-8649.2009.02292.x

Edeline E., Lambert P., Rigaud C., Elie P. (2006). Effects of body condition and water temperature on Anguilla anguilla glass eel migratory behavior. *J Exp Mar Biol Ecol.* https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.10.011

Elliott J.M., D. Trevor Crisp, R.H.K. Mann, I. Pettman, A.D. Pickering, T.G. Pottinger & I.J. Winfield (1992). Sea trout literature review and bibliography; NRA National Rivers Authority. Bristol (Groot-Brittanië) : NRA, 1992. 141 p (Fisheries Technical Report; 3)

Elliott J.M. (1994). Quantitative ecology and the Brown trout. Oxford series in Ecology and Evolution. Oxford University Press Inc., New York.

Ghan D. en Sprules W.G. (2005). Diet, prey selection, and growth of larval and juvenile burbot Lota lota (L.). *Journal of Fish Biology*, 42(1): 47-64.

Griffioen A.B., Janssen W., Menke T., Wilkes T., Winter H.V. (2022). Does tagging transparent fish increase predation risk? A laboratory study with glass eel (Anguilla anguilla) and sea bass (Dicentrarchus labrax). *J Fish Biol*. 100(1): 184-191. https://doi. org/10.1111/jfb.14933.

Griffioen A.B., Wilkes T., van Keeken O.A., van der Hammen T., Buijse A.D. en Winter H.V. (2024). Glass eel migration in an urbanized catchment: an integral bottleneck assessment using mark-recapture. *Movement Ecology*. 12(1): 15. https://doi.org/10.1186/s40462-023-00446-6.

Edeline E., Lambert P., Rigaud C. en Elie P. (2006). Effects of body condition and water temperature on *Anguila anguila* glass eel migratory behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 331(2): 217-225. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.10.011.

Heijdeman B.J. Kwantitatief onderzoek naar plankton in het stroomgebied van de Barneveldse beek. Landbouwhogeschool Wageningen, vakgroep natuurbeheer. LH-NB nr 429.

Hofmann N. en Fischer P. (2002). Temperature Preferences and Critical Thermal Limits of Burbot: Implications for Habitat Selection and Ontogenetic Habitat Shift. *American Fisheries Society* 131 (6): 1164 – 1172.

Huisman J.B.J., Kuipers H.J., Nagelkerke L.A.J. en van der Schollema P.P. (2023). Estuarine-Specific Migration of Glass Eels in the Ems Estuary. *Fishes*. 8(8): 392. https://doi. org/10.3390/fishes8080392.

Klemetsen A., Amundsen P-A., Dempson J.B., Jonsson B., Jonsson N., O'Connell M.F. en Mortensen E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. Ecology of Freshwater Fish. Vol. 12, no. 1, pp. 1-59. Mar 2003.

Koporikov A.R. en Bogdanov V.D. (2021). Survival of Early Burbot Larvae (*Lota lota* L., 1758) in the Ob Floodplain. *Russian Journal of Ecology* 52, 486-495.

Kroes R., Van Loon E.E., Goverse E., Schiphouwer M.E. en Van der Geest H.G. (2020). Attraction of migrating glass eel (Anguilla anguilla) by freshwater flows from water pumping stations in an urbanized delta system. *Sci Total Environ*. 714: 136818. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136818.

Mathers K.L., Doretto A., Fenoglio S., Matthew J.H. en Wood P.J. (2022). Temporal effects of fine sediment deposition on benthic macroinvertebrate community structure, function and biodiversity likely reflects landscape setting. *Science of The Total Environment* 829

McCleave J.D. en Kleckner R.C. (1982). Selective tidal stream, transport in the estuarine migration of glass eels of the american eel (anguilla-rostrata). *ICES J Mar Sci*. 40(3): 262-271. https://doi.org/10.1093/icesjms/40.3.262.

McKenzie et al 2022

Mills D. (1970). Salmon and trout: A resource, its ecology, conservation and management. *Oliver & Boyd*, Edinburgh.

Miyake Y., Takeshige A., Itakura H., Itoh H., Onda H., Yamaguchi A., et al. (2018). Predation on glass eels of Japanese eel Anguilla japonica in the Tone River Estuary, Japan. *Fish Sci*. 84(6): 1009-1014. https://doi.org/10.1007/s12562-018-1238-x.

Mouton A., Buysse D., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Roberechts K., Stevens M. en Coeck J. (2013). 'Optimalisatie van omgekeerd spuibeheer voor glasaalmigratie vanuit de Ganzepoot te Nieuwpoort naar de IJzer'.

Mouton A., Gelaude E., Jacobs Y., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R. en Coeck J. (2010). 'Optimalisatie van glasaalmigratie in de ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort'. https://pureportal.inbo.be/nl/publications/optimalisatie-van-glasaalmigratie-in-de-ganzepoot-ijzermonding-in.

Pääkkönen J.-P.J. en T.J. Marjomäki (2000). Feeding of burbot, *Lota lota*, at different temperatures. *Environ. Biol. Fishes* 58:109-112.

Pääkkönen J.-P.J., Tikkanen O. en Karjalainen J. (2003). Development and validation of a bioenergetics model for juvenile and adult burbot. *Journal of Fish Biology* 63 (4): 956-969.

Pauwels I., Van Wichelen J., Vandamme L., Vught I., Van Thuyne, G., Auwerx J., Baeyens R., De Marteleire N., Gelaude E., Picavet B., Pieters S., Robberechts K., Belpaire C. en Coeck J. (2016). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer - onderzoeksprogramma visserij 2015: eindrapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2016. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Pederson et al. 2022

Puttock A., Graham H.A., Cunliffe A.M., Elliott M. en Brazier R.E. (2017). Eurasion beaver activity increases water storage, attenuates flow and mitigates diffuse pollution from intensively-managed grasslands. *Science of The Total Environment* 576: 430-443.

Stoffers T., Buijse A.D., Geerling G.W., Jans L.H., Schoor M.M., Poos J.J., Verreth J.A.J. en Nagelkerke L.A.J. (2022). Freshwater fish biodiversity restoration in floodplain rivers requires connectivity and habitat heterogeneity at multiple spatial scales. *Science of The Total Environment* 838 (4)

Van Boekel, N., Groen, M., Herder, J.E. en Smith, F. (2024). Kwabaal in de Vinkeveense Plassen. Status van de soort, geschiktheid van oeverhabitat en actieplan voor toekomstig behoud. Stichting RAVON, Nijmegen.

Van Wichelen J., Vandamme L., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K. en Coeck J. (2018). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en hetvisstandbeheer. Onderzoeksprogramma visserij 2017 - eindverslag. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (76). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.15335912

Van Wichelen J., Vandamme L., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., De Marteleire N., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K., en Coeck J. (2019). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer - onderzoeksprogramma visserij 2018: eindrapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vandamme L., Van Wichelen J., Pauwels I., Auwerx J., Vught I., Buysse D., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Picavet B., Pieters S., Robberechts K. en Coeck J. (2017). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vandamme L., Van Wichelen J., Steendam C., Brys R., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., e.a. (2020). 'Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma visserij 2019. Eindrapport'. https://doi.org/10.21436/inbor.28808440.

Vandamme L., Verhelst P., Pauwels I., Buysse D., Broos S., Auwerx J., Brys R., Neyrinck S., Plaetinck S., Pieters S., Rosseel D., De Maerteleire N. en Coeck J. (2024). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer; Onderzoeksprogramma visserij 2021 – 2022. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vught I., Buysse D., De Charleroy D., Jansen I., Mouton A., Papadopoulos I., Pauwels I., Auwerx J., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Picavet B., Pieters S., Robberechts K. en Coeck J. (2015). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserij-beleid en het visstandbeheer-Onderzoeksprogramma visserij 2014: Eindrapport. INBO.R.2015.11373725. Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek. 208p.

Watson R. (1999). Salmon, Trout & Charr of the world. A fisherman's Natural history. *Swan Hill Press*, England.

Lijst van figuren

Figuur 1 De drie meetpunten op de Noordede (Maertensas, Blauwe sluis en Clemensheule). 19
Figuur 2 Verloop van de actuele conductiviteit in de Noorded (INBO metingen elke 15 minuten). 21
Figuur 3 Verloop van de actuele conductiviteit (geleidbaarheid) en temperatuur in de Noordede (NE) ter hoogte van de Maertensas, debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag ter hoogte van Klemskerke in 2024. 22
Figuur 4 Verloop van de actuele conductiviteit (geleidbaarheid) en temperatuur in de Noordede (NE) ter hoogte van de blauwe sluis, debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag ter hoogte van Klemskerke in 2024. 23
Figuur 5 Verloop van de actuele conductiviteit (geleidbaarheid) en temperatuur in de Noordede (NE) ter hoogte van Clemensheule, debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag ter hoogte van Klemskerke in 2024. 24
Figuur 6 Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompgemaal van Veurne-Ambacht van 2019 tot 2024. Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen. 27
Figuur 7 Verloop van het aantal gevangen glasalen in het voorjaar van 2024 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompgemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort). 28
Figuur 8 Overzicht van de jaarlijkse elvervangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompgemaal van Veurne-Ambacht van 2019 tot 2024. Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen. 29
Figuur 9 Verloop van het aantal gevangen elvers in het voorjaar van 2024 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompgemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort). 29
Figuur 10 Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangst weergegeven in CPUE (aantal glasalen per trek) per week aan de Scheepvaartsluis op de IJzer in 2021, 2022, 2023 en 2024. 30
Figuur 11 Situatieschets van de stuwmolen te Rotselaar met weergave van de locaties van de antennes gebruikt voor het detecteren van de elvers met PIT-tag. 32
Figuur 12 Fotografische weergave van de stuwmolen te Rotselaar met weergave van de locaties van de antennes gebruikt voor het detecteren van de elvers met PIT-tag (rode cijfertjes uit Figuur 11; opgelet in beiden figuren kijken we vanuit een tegengestelde windrichting). 32
Figuur 13 Figuur 13 Foto’s van het plaatsen van de antennes: aan de brug 33
Figuur 14 Vangst van elvers. 34
Figuur 15 De uitzetlocatie op ongeveer 2 km stroomafwaarts van de Molenstuw. 35
Figuur 16 Overzicht van metingen van waterpeil (m) te Rotselaar, voor relevante meetstations doorheen de tijd voor de studieperiode. De stations staan geordend van stroomafwaarts naar stroomopwaarts. De groene lijn geeft de gesmoothe trend aan (span=1). 38
Figuur 17 Overzicht van metingen van afvoer (m^3/s), voor relevante meetstations doorheen de tijd voor de studieperiode. Wilsele ligt stroomafwaarts van Sint-Joris-Weert. De groene lijn geeft de gesmoothe trend aan (span=1). 38

Figuur 18 Overzicht van metingen van neerslag (mm) te Rotselaar, doorheen de tijd voor de studieperiode. De groene lijn geeft de gesmoothe trend aan (span=1). 39
Figuur 19 Samenvatting van de bewegingspatronen van gezenderde elvers die afkomstig zijn van de IJzer. De grootte van een node komt overeen met het aantal unieke vissen dat er gedetecteerd zijn. De breedte van connecties tussen nodes komt overeen met het aantal unieke vissen dat er gedetecteerd zijn. De breedte van connecties tussen nodes komt overeen met het aantal unieke vissen dat er opeenvolgend gedetecteerd zijn op de betrokken nodes. Lussen die vertrekken en aankomen in eenzelfde node weerspiegelen elvers wiens laatste detectie de betreffende node was. 44
Figuur 20 Samenvatting van de bewegingspatronen van gezenderde elvers die afkomstig zijn van de Dijle De grootte van een node komt overeen met het aantal unieke vissen dat er gedetecteerd zijn. De breedte van connecties tussen nodes komt overeen met het aantal unieke vissen dat er opeenvolgend gedetecteerd zijn op de betrokken nodes. Lussen die vertrekken en aankomen in eenzelfde node weerspiegelen elvers wiens laatste detectie de betreffende node was. 45
Figuur 21 Reistijd (dagen) voor elvers gevangen in de Dijle (boven) versus de IJzer (onder) tussen de verschillende nodes. Paarsgewijze wilcoxon-ranglijsttests met Bonferroni-correctie werden toegepast voor de elvers gevangen in de IJzer voor het verschil tussen uitzetSA-stuw en uitzetSO-stuw. p-waarden werden geclassificeerd als niet-significant of ns (0>0,05), * (0,05-0,01), ** (0,01-0,001), *** (0,001-0,0001), **** (0,0001-0). Gemiddelden worden boven de boxplots weergegeven. 48
Figuur 22 Gemiddelde reistijd (dagen) voor elvers gevangen in de Dijle (links) versus de IJzer (rechts) tussen de verschillende nodes. Paarsgewijze wilcoxon-ranglijsttests met Bonferroni-correctie werden toegepast tussen elvers gevangen in de IJzer en elvers gevangen in de Dijle. p-waarden werden geclassificeerd als niet-significant of ns (0>0,05), * (0,05-0,01), ** (0,01-0,001), *** (0,001-0,0001), **** (0,0001-0). Gemiddelden worden boven de boxplots weergegeven. 49
Figuur 23 Precisie-analyse: standaard error over gemiddelde reistijd van uitzetSO naar stuw in functie van aantal gezenderde elvers afkomstig uit de IJzer. De rode lijn geeft het aantal elvers uit de IJzer aan dat gezenderd en gedetecteerd werd en dus in aanmerking kwam voor de analyse. 50
Figuur 24 Locatie van het pompstation Woumen voorzien van de experimentele palinggoot. 54
Figuur 25 De experimentele palinggoot die stroomafwaarts van het pompstation in Woumen werd geplaatst. 55
Figuur 26 Het totale gewicht (gram) van de gevangen jonge paling (boven) en het totale aantal gevangen jonge paling (onder) te Woumen in 2024 doorheen de monitoringsperiode. 56
Figuur 27 Lengtefrequentie-distributie van glasaal en elvers gevangen te Woumen van maart tot en met juli 2024, weergegeven per maand. 57
Figuur 28 Lengtefrequentie-distributie van glasaal en elvers gevangen te Woumen in maart (bovenaan in oranje), april (rood), mei (paars), juni (blauw) en juli (groen) 2024. 58
Figuur 29 De afvoer (in m^3/s) t.h.v. Keiem (blauw) met daarop het totaal aantal gevangen jonge paling (bruin) geplot voor de bemonsteringsperiode van 20 februari tot eind juli 2024. 59
Figuur 30 De lichtvallen (nieuw model) voor het vangen van kwabaallarven. 62

Figuur 31 Na een presentatie over de kwabaal, werden de lichtvallen gedemonstreerd in de geconnecteerde vijver te Meerhout (Grote Netewoud). 62
Figuur 32 Gebieden waar kwabaallarven werden gezocht: 1 Kleine Laak, 2 Meerhout aan het bezoekerscentrum Grote Netewoud, 3 Straalmolen, 4 Heynsbergen (Scheps), 5 Asbeek (Scheps) en 6 de Most. 63
Figuur 33 Bemonsterde locaties te Meerhout. Elk blauw bolletje toont een plek waar een lichtval 24 tot 48 u heeft gestaan. 63
Figuur 34 Bemonsterde locaties in het Scheps. Elk blauw bolletje toont een plek waar een lichtval 24 tot 48 u heeft gestaan. 64
Figuur 35 Bemonsterde locaties in De Vennen. Elk blauw bolletje toont een plek waar een lichtval 24 tot 48 u heeft gestaan. 64
Figuur 36 Overzicht van de locaties van 20 100 m trajecten die m.b.v. elektrische bevissing geëvalueerd werden op de aanwezigheid van kwabaal jonger dan 7 jaar ter evaluatie van het voorkomen van natuurlijke reproductie in de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen. 65
Figuur 37 Precieze locaties (a - g) van 20 100 m trajecten die m.b.v. elektrische bevissing geëvalueerd werden op de aanwezigheid van kwabaal jonger dan 5 jaar ter evaluatie van het voorkomen van natuurlijke reproductie in de Grote Nete stroomopwaarts van de Hoolstmolen. 66
Figuur 38 Foto’s van trajecten zes (a), 11 (b), 12 (c), 17 (d) en 18 (e). 67
Figuur 39 ‘PIT tag’ of ‘zendertje’ met geïntegreerd circuit en koperen winding. 68
Figuur 40 (links) Schietpistool voor het inbrengen van de PIT-tag (Biomark); (midden) Reader voor aanwezige PIT-tags waar te nemen (Biomark); (rechts) inbrengen van PIT-tag met schietpistool. 68
Figuur 41 In blauw de watertemperatuur in de Grote Nete ter hoogte van Geel tussen november 2023 en april 2024 (waterinfo.be), in rood de bovengrens van de watertemperatuur nodig voor paai van kwabaal (0 - 4°C). 69
Figuur 42 Lengtefrequentieverdeling van de 11 kwabalen die werden gevangen en gemeten in de Grote Nete in 2024. 72
Figuur 43 Lengtefrequentieverdeling van 38 en 11 kwabalen gevangen in de Grote Nete in respectievelijk 2020 (blauw) en 2024 (rood). 72
Figuur 44 Aantal kwabalen gevangen per traject in de Grote Nete in 2020 (blauw) en 2024 (rood). 73
Figuur 45 Gevangen vissoorten in de Grote Nete in 2024. 73
Figuur 46 Totaal aantal gevangen vissen (lichtblauw) en aantal gevangen soorten (donkerblauw) in de Grote Nete in 2024 per traject. 74
Figuur 47 uit Stoffers et al. 2022. 75
Figuur 48 Zone achter het totterpad in de plas aan het bezoekerscentrum “Het Grote Netewoud” van Meerhout. 75
Figuur 49 Forel verkiest het einde van een pool als paaiplaats 79
Figuur 50 Verschillende beekforellen (mannen en vrouwen) werden afgestreken (links). De bevruchte eitjes werden per 200 in zip bags verdeeld. Rechts is een Vibert box te zien met 200 bevruchte beekforeleitjes. 81
Figuur 51 De controle die werd geplaatst in Linkebeek bestaande uit 3 Vibert boxen, elk voorzien van 200 beekforeleitjes. 81
Figuur 52 De locaties van de bestudeerde riffles. Riffles 1 en 2 bevinden zich in de IJse. Locaties 3 en 4 liggen in de zijbeek aan de Loonbeekmolen en de Nellebeek respectievelijk. De overige 4 locaties werden gekozen op de Molenbeek nabij Leuven. 82

Figuur 53 Foto's van de gekozen locaties bij het plaatsen van de beekforeleitjes. Linksboven: niet bij een beverdam op de IJse (1), rechtsboven: onder beverdam op de IJse (2), linksonder: zijbeekje aan de Loonbeekmolen (3), rechtsonder: op de Nellebeek niet bij een beverdam (4). 83
Figuur 54 Geselecteerde riffles op de Molenbeek. Links- en rechtsboven: riffles net onder een beverdam (5 en 6), links- en rechtsonder: riffles niet nabij een beverdam (7 en 8). 84
Figuur 55 Linksboven: de 3 zakjes met elk 200 eitjes wennen aan de watertemperatuur, rechtsboven: de eitjes uit elk zakje worden overgegoten naar een Vibert box, onder: de Vibert boxen worden in een ingegraven fruitbakje geplaatst, er aan bevestigd, en zorgvuldig bedekt met grind uit de rivier (Foto INBO). 85
Figuur 56 De eitjes kunnen niet uit de boxen, maar de larven wel. 86
Figuur 57 Figuur 57 Beschimmelde eitjes (Foto INBO). 87
Figuur 58 De gemiddelde diepte (cm) met standaarddeviatie op de verschillende geselecteerde riffles. 88
Figuur 59 De gemiddelde stroomsnelheid (cm/s) met standaarddeviatie op de verschillende geselecteerde riffles. 88
Figuur 60 Type partikels waar het dominante substraat uit bestaat dat voorkomt op de geselecteerde riffles. 90
Figuur 61 Type partikels waar het subdominante substraat uit bestaat dat voorkomt op de geselecteerde riffles. 90
Figuur 62 De ingebedheid van de partikels van het dominante substraat. 91
Figuur 63 Gemiddelde overleving (%) van beekforeleitjes op de verschillende locaties in de IJse en de Molenbeek in de winter van 2023 – 2024 (ref = referentie). 92
Figuur 64 Riffle op de Molenbeek aan de beverdam in het bos. Deze was doorgebroken tijdens de studieperiode. De riffle lag bij het controlemoment een stuk dieper dan bij de plaatsing. 93
Figuur 65 De riffle op het zijbeekje aan de Loonbeekmolen was bedekt met sediment doordat er vuil was blijven hangen aan onze opstelling. 93
Figuur 66 Sedimentatiegehalte in de Vibert boxen per locatie in 2024. De hoeveelheid sediment werd in 4 categorieën geclassificeerd (geen, weinig, veel of vol met sediment). Dit werd bepaald voor de drie Vibert boxen waarvan de resultaten zijn weergegeven in %. 94

Lijst van tabellen

Tabel 1 Overzichtstabel van de periode (start en stop) dat AS werd toegepast in 2024 17
Tabel 2 Tabel 2 Beleidstabel voor het aangepast spuibeheer (AS) 18
Tabel 3 Aantal gezenderde en vrijgelaten palingen per datum en vangstregio. 40
Tabel 4 Aantal en percentage uitgezette en gedetecteerde (minstens één detectie) elvers. 41
Tabel 5 Aantal uitgezette elvers dat minstens één keer stroomafwaarts van de turbine en stuw is gedetecteerd versus het aantal uitgezette elvers dat minstens één keer stroomopwaarts van de turbine en stuw is gedetecteerd per vangstregio. Voor elvers die weer stroomopwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze deze succesvol waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen. 42
Tabel 6 Aantal en percentage individuen (unieke tags) op de verschillende antennes gedetecteerd per vangstregio. 42
Tabel 7 Ingangsefficiëntie van de vistrap voor elvers van de Dijle en de IJzer. Het totaal aantal elvers dat de vistrap benadert is weergegeven als n. Elvers die passeerden via de palinggoot werden buiten beschouwing gelaten. Voor elvers die weer stroomafwaarts stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze de barrière succesvol waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen. 46
Tabel 8 Passage-efficiëntie van de vistrap voor elvers van de Dijle en de IJzer. Het totaal aantal elvers dat de vistrap binnenkomt is weergegeven als n. Voor elvers die weer stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze de barrière succesvol waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening genomen. 46
Tabel 9 Ingangsefficiëntie van de palinggoot voor elvers van de Dijle en de IJzer. Het totaal aantal elvers dat de palinggoot benadert is weergegeven als n. Elvers die passeerden via de vistrap werden buiten beschouwing gelaten. Voor elvers die weer stroomafwaarts van de barrière gedetecteerd werden nadat ze de barrière waren gepasseerd, werd enkel de eerste stroomopwaartse passage in rekening gebracht. 46
Tabel 10 Aantal zonne-uren per maand in 2024 (intellisol.be). 70
Tabel 11 De gemiddelde lengte per leeftijdsklasse van kwabalen uit de Spree bij Berlijn (links, Müller 1960 volgens Beelen 2009) en volgens Gottberg (rechts, Kieckhäfer 1972 volgens Beelen 2009). 71
Tabel 12 Data waarop de proef werd opgestart en de controles doorgingen. 86