



Vlaanderen
is wetenschap


Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer

Onderzoeksprogramma visserij 2023

Lore Vandamme, Pieterjan Verhelst, Arc'hantael Labrière, David Buysse, Stijn Bruneel, Sarah Broos, Ine Pauwels, Johan Auwerx, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Nico De Maerteleire, Sebastien Pieters & Johan Coeck

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

[Lore Vandamme](#) , Pieterjan Verhelst, Arc'hantael Labrière, David Buysse, Stijn Bruneel, Sarah Broos, Ine Pauwels, Johan Auwerx, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Nico De Maerteleire, Sebastien Pieters & Johan Coeck

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Rhea Maesele

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:

Herman Teirlinckgebouw

INBO Brussel

Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel

vlaanderen.be/inbo

e-mail:

lore.vandamme@inbo.be

Wijze van citeren:

Vandamme L., Verhelst P., Labrière A., Buysse D., Bruneel S., Broos S., Pauwels I., Auwerx J., Plaetinck S., Rosseel D., De Maerteleire N., Pieters S. & Coeck J. (2024). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer, Onderzoeksprogramma visserij 2023. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (70). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.119555245

D/2025/3241/070

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024 (70)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Hilde Eggermont

Foto cover:

Een beekforellarve ontloken in de Nellebeek (Foto: Lore Vandamme)

Dit onderzoek werd uitgevoerd :

in opdracht van Agentschap Natuur en Bos

**AGENTSCHAP
NATUUR & BOS**



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

**WETENSCHAPPELIJKE ONDERBOUWING EN
ONDERSTEUNING VAN HET VISSERIJBELEID EN
HET VISSTANDBEHEER**

Onderzoeksprogramma visserij 2023

Lore Vandamme, Pieterjan Verhelst, Arc’hantael Labrière, David Buysse, Stijn Bruneel, Sarah Broos, Ine Pauwels, Johan Auwerx, Simon Plaetinck, Diederik Rosseel, Nico De Maerteleire, Sebastien Pieters & Johan Coeck

Eindrapport 24/12/2024

doi.org/10.21436/inbor.119555245

Dankwoord/Voorwoord

Dit onderzoek kon niet uitgevoerd worden zonder de bereidwillige medewerking van enkele personen, die wij hiervoor specifiek willen danken.

We konden opnieuw rekenen op de inzet van de vrijwilligers van 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.

Dankzij de grote toewijding van vrijwilliger Dirk Verhaeghe konden we de glasaal- en elverintrek monitoren ter hoogte van de Stenensluisvaart. Wij en vele jonge palingen zijn hem daar dankbaar voor.

De beste plekjes voor het bemonsteren van kwabaal in de Most en Scheps werden ons aangewezen door boswachter Manuel Vermeulen, waarvoor onze dank.

Voor het selecteren van riffles in het stroomgebied van de IJse en de Nellebeek kregen we opnieuw de nodige informatie van Mieke De Wilde en Edwin van den Berg (provincie Vlaams Brabant) en Maarten Van Aert (VMM). De beekforeleitjes werden vakkundig voorzien door de kwekerij in Linkebeek. Hartelijk dank daarvoor aan Johan Auwerx en zijn team. Voor het plaatsen van de eitjes kregen we hulp van verschillende vrijwilligers. We willen in het bijzonder François Stuckens danken voor zijn inzet.

Samenvatting

Dit rapport bespreekt de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in 2023 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** werd dit jaar een overzicht gemaakt van de omvang van het aangepaste spuibeheer dat op de verschillende plaatsen in 2023 werd uitgevoerd. Op basis hiervan maakten we ook een inschatting van de hoeveelheid glasaal die daardoor onze waterlopen kon optrekken. Verder 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) via palinggoten op specifieke locaties in Veurne-Ambacht, de Stenensluisvaart en aan het Kwetshage-Paddegat. Ook voerden we een haalbaarheidsstudie uit om jonge, stroomopwaarts migrerende palingen te volgen met PIT-telemetrie aan de waterkrachtcentrale van Rotselaar in de Dijle, waar zowel een palinggoot als een vistrap voorzien zijn voor vispassage. Tenslotte voerden we een deskstudie uit naar de passeerbaarheid van de stuw in Mechelen voor jonge paling.

Opvolgen aangepast spuibeheer

De Europese palingpopulatie daalt al tientallen jaren sterk. 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 gedurende het opkomende tij, 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 moesten de waterbeheerders verschillende gegevens bijhouden. Dit luik biedt een overzicht van het uitgevoerde aangepaste spuibeheer. Daarnaast doen we ook een ruwe schatting van de aantallen glasalen die mogelijks onze waterlopen konden opzwellen dankzij het uitgevoerde beheer. Zo zouden er tussen 1 maart en 15 mei 2023 naar schatting meer dan 8 000 jonge palingen hun weg hebben gevonden naar het Afleidingskanaal van de Leie, en meer dan 250 000 glasalen de IJzer zijn opgezwellen. Meer dan 48 000 zouden het Kanaal Gent-Oostende hebben gevonden, een kleine 30 000 zouden het Leopoldkanaal zijn opgetrokken, en net geen 138 000 zouden in de Noordede zijn beland. In Veurne-Ambacht werden gedurende dezelfde



periode 75 690 jonge palingen over het gemaal gezet door de vrijwilligers met behulp van de palinggoten.

Intrek van glasaal in het Kanaal Veurne-Ambacht

Voorgaand onderzoek (programma 2016 – 2022) toonde aan dat (1) met een aangepast spuibeheer ter hoogte van de Ganzenpoot beduidend 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 2023 (begin maart – eind juni) monitorden we, met behulp van vrijwilligers, de intrek van glasaal in het afvoerkanaal van Veurne-Ambacht opnieuw gemonitord. In totaal werden 74 694 glasalen opgevangen met twee palinggoten. Dat is bijna een verdubbeling ten opzichte van vorig jaar (40 730).

Aan het Iepersas op de IJzer wordt al bijna 20 jaar de glasaalintrek gemonitord door vrijwilligers met behulp van een sleepnet. In 2023 vingen ze in totaal 1 411 glasalen in 215 trekken. Dat aantal is opnieuw lager dan in 2022. Het aantal varieert jaarlijks, maar blijft al 20 jaar laag.

Onderzoek naar de palingintrek ter hoogte van Kwetshage-Paddegat

Een belangrijk knelpunt in de buurt van Oostende is het pompgemaal Kwetshage-Paddegat aan de monding van de Jabbeekse beek in het Kanaal Gent-Oostende. Dit pompgemaal bemaalt een polder met een goede waterkwaliteit die een ecologisch zeer waardevol opgroeigebied voor jonge paling is. Momenteel is het gebied echter wellicht niet optrekbaar voor glasalen en elvers. Het bemalingsgebied wordt doorsneden door de Jabbeekse beek die het oppervlaktewater van de hoger gelegen gronden ten zuiden van Jabbeke gravitair afvoert naar het kanaal Gent-Oostende. De monding van de Jabbeekse beek heeft drie terugslagkleppen, waarvan de middelste klep permanent open wordt gehouden. In 2022 werd hier een experimentele goot geplaatst met een buizenconstructie die de glasalen en elvers toelaat zelfstandig in het poldergebied te trekken. De binnentrekkende dieren kwamen in een opvangbak terecht zodat de constructie kon worden geëvalueerd. Er werden in totaal 60 glasalen en 1 449 elvers gevangen in 2022. In 2023 werd de constructie nogmaals gemonitord. In totaal werden 21 glasaaltjes en 347 elvers in het opvangnet aangetroffen. Er waren regelmatig problemen met de aangroei van algen waardoor het opvangnet verstopte. Mogelijks is een deel van de vangst kunnen ontsnappen. De constructie op zich lijkt wel nog steeds goed te werken.

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. Heel veel van deze jonge palingen hopen zich op onder de molenstuw en vinden vermoedelijk niet de toegang tot de vistrap. Dit onderzoek bestaat uit drie delen. Enerzijds werd de werking van de palinggoot, die vorig jaar werd geplaatst, verbeterd en gemonitord. De goot was in 2023 continu optrekbaar en had een sterkere lokstroom. Tussen begin juni en begin oktober werden 478 elvers gevangen aan de watermolen te Rotselaar. In substraten aan de stuw in het zijkanaal bevonden zich 73 elvers. 129 elvers bevonden zich in substraten aan de turbine. Het hoogste aantal werd aangetroffen in de palinggoot, 278 elvers in totaal. De zomer van 2022 was bijzonder droog. De grotere aantallen in 2023 zijn dus niet met zekerheid te danken aan de aanpassingen aan de goot, maar zouden ook het gevolg kunnen zijn van een grotere aantrekking van de Dijle door de hogere hoeveelheid neerslag in 2023, of een combinatie van beide.

Daarnaast voerden we een haalbaarheidsstudie uit die moest bepalen of het zoekgedrag van elvers tijdens hun stroomopwaartse migratie in kaart kan worden gebracht met PIT-telemetry. Dit is noodzakelijk om te weten te komen waar de plaatsing van een (permanente) palinggoot het meeste succesvol zou zijn, en of de elvers gebruik maken van de vistrap. Er werden voldoende elvers (minstens 50 individuen) gevangen, die groter of gelijk zijn aan 15 cm en dus groot genoeg zijn om te voorzien van een 12 mm PIT-tag. Testen toonden aan dat de dieren het zenderen overleven en snel herstellen. De antennes konden op de gewenste locaties worden geplaatst en hadden een aanvaardbare hoeveelheid ruis (<50%) en detectiebereik (minstens de helft van de waterkolom). Daaruit konden we besluiten dat het haalbaar is om een PIT-telemetry studie te ondernemen in 2024.

Ten slotte gingen we ook na hoe en hoe vaak de vismigratieschuif in Mechelen werkt. De automatische bediening van de vismigratieschuif was sinds 2023 stuk. De schuif werd manueel geopend en gesloten. Deze gegevens zijn niet bijgehouden. Omdat we elvers vinden in Rotselaar, weten we dat de vismigratieschuif wel passeerbaar is voor elvers.

Intrek van glasalen 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 gemonitord. Ook in 2023 werd met behulp van



een vrijwilliger gekeken hoeveel glasaaltjes en elvers de Stenensluisvaart willen optrekken. In 2023 werden 1 251 glasalen en meer dan 167 kg elvers (geschat 36 614 individuen) aangetroffen in de palinggoot en overgezet. Vorig jaar waren dat 145 glasaaltjes en 17,4 kg (ongeveer 5 788) elvers. In 2023 lag de vangst dus bijna tien keer hoger dan vorig jaar. Glasaal werd gevangen vanaf midden april. In die periode werden ook de hoogste aantallen elvers gevangen. De goot blijkt goed te werken. We bevelen daarom sterk een permanente constructie aan, eventueel met geleidingsbuis.

Ontwerpcriteria voor de bouw van een palinggoot in functie van de stroomopwaartse migratie van jonge paling langs vismigratieknelpunten

In functie van verschillende onderzoeksprogramma's hebben we meer dan 10 jaar ervaring met de zelfbouw en monitoring van tijdelijke, experimentele palinggoten: dit zijn constructies die glasalen en elvers landinwaarts in onze waterlichamen (i.e. rivieren, beken, kanalen, polderwaterlopen en kreken) helpen langsheen migratiebarrières (vb. een uitwateringsschuif, sluis, stuw of gemaal). Via permanente robuuste palinggoten kan de intrek van jonge paling op lange termijn gerealiseerd en opgevolgd worden via cameramonitoring. In dit luik wordt een leidraad toegevoegd voor het plaatsen van een permanente palinggoot. Dit kan waterbeheerders helpen bij het opstellen van een bestek. Dit rapport wordt ook op zichzelf gepubliceerd.

In het kader van het **soortherstelprogramma** zetten we het onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete verder en onderzochten we het overlevingssucces van beekforeleitjes in het stroomgebied van de IJse.

Onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal

In 2005 werd een herintroductieprogramma opgestart voor de kwabaal, waarbij jaarlijks éénzomerige kwabaaljuvenielen werden uitgezet in de Grote Nete. Opvolgingsstudies tonen aan dat deze goed overleven en paairijp worden. Het INBO vond kwabaaljuvenielen in 2010, 2014 en 2015 in de Grote Nete en zijlopen. Kwabaallarven werden in 2014, 2015, 2016 en 2017 aangetroffen in een poel aan de Asbeek. In 2020 en 2021 werden larven enkel gevonden in een poel die permanent geconnecteerd is met de heilooop aan de Straalmolen. Net zoals voorgaande jaren onderzochten we in 2023 op verschillende plaatsen in het stroomgebied van de Grote Nete (maart - april) de natuurlijke reproductie van kwabaal door middel van het zoeken van larven (visueel en/of door middel van een schepnet). In 2023 zochten we ook naar kwabaallarven met behulp van lichtvallen. De lichtvallen zijn wat kleiner en gemakkelijker te verplaatsen dan het model dat in 2016 werd gebruikt. De vallen werden getest in Linkebeek en bleken goed te werken. We zochten kwabaallarven aan de Kleine Laak, de watermolen van Meerhout, de Straalmolen, aan Heynsbergen, aan de Asbeek, in de Vennen en in de Most, maar troffen helaas geen



kwabaallarven aan. Het aantreffen van een snoeklarve bevestigt wel dat de omstandigheden hoogstwaarschijnlijk ook geschikt waren als paai- en opgroei-habitat voor kwabaal. De watertemperatuur zou op verschillende momenten tijdens de voortplantingsperiode voldoende laag geweest zijn voor de paai van kwabaal.

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 2022 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 8 geselecteerde locaties telkens 3 Vibertboxen met elk 200 eitjes tussen het substraat. Op 20 januari, 31 januari en 23 februari 2023 werden de Vibertboxen gecontroleerd. De dode eitjes werden geteld en verwijderd. Op verschillende momenten tijdens de studieperiode werden erg hoge waterstanden genoteerd, door de vele regen. Deze hogere afvoer ging gepaard met hogere turbulentie en dus ook met meer sediment dat kan worden afgezet op de riffles. Ook in 2023 werd veel sediment aangetroffen in de Vibertboxen bij de eerste controle. De controle in Linkebeek had een goede overleving van gemiddeld 72%. In de IJse overleefden de eitjes niet, behalve op de Nellebeek. De meest stroomafwaartse locatie op de Nellebeek lag net onder een beverdam. Er werd nagenoeg geen sediment afgezet op het grindbed, noch op de eitjes. Hier kenden de eitjes een redelijke overleving van gemiddeld 39%. Beverdammen hebben als voordeel dat ze het fijn sediment in de waterkolom reduceren. Dit komt de waterkwaliteit stroomafwaarts van de dammen ten goede, en zorgt waarschijnlijk voor de overleving van een behoorlijk aantal beekforeleitjes op deze locatie.



English abstract

This report discusses the results of the research conducted in 2023 by the Aquatic Management research group as part of the ongoing research program under the agreement concerning the scientific foundation and support of fisheries policy and fish stock management, commissioned by the Agency for Nature and Forests and the Fisheries Fund. This report addresses two major research components: on one hand, research related to the implementation of the eel management plan (within the framework of the European Eel Regulation), and on the other hand, research concerning the species recovery programs for riverine fish species.

For the **eel management plan**, an overview was created this year of the extent of the adjusted tidal barrage management (ATBM) at various locations in 2023, along with an estimate of the number of glass eels (approximately 7 mm long, transparent eels that colonize our rivers and canals) that were able to ascend our waterways as a result. Furthermore, the number of glass eels and elvers (young eels that are fully pigmented) were monitored at specific locations in the Veurne-Ambacht Canal, Stenensluisvaart, and Kwetshage-Paddegat via eel passages. A feasibility study was also conducted to track young, upstream migrating eels using PIT telemetry at the hydropower plant in Rotselaar on the Dijle, where both an eel passage and fish ladder are provided for fish migration. Additionally, a desk study was carried out regarding the passability of the weir in Mechelen for young eels.

Follow up of the adjusted tidal barrage management

The European eel population has been declining sharply for decades. One of the critical factors hindering the recovery of the population is the limitation of upstream migration for glass eels. In 2012, ATBM was implemented, creating potential entry routes at discharge structures by partially opening lock gates during rising tides. This proved to be a cost-effective and efficient way to improve upstream migration of glass eels, without the risk of salinization of the polders due to seawater inflow. The Agency for Nature and Forests wants to be able to monitor the implementation of this management solution. Therefore, various data need to be recorded by water managers. This section provides an overview of the implemented ATBM. Additionally, a rough estimate was made of the amount of glass eels that may have ascended our waterways thanks to the management conducted. For example, it is estimated that between March 1 2023 and May 15 2023, more than 8,000 young eels made their way to the Diversion Canal of the Leie, and more than 250,000 glass eels ascended the IJzer. Over 48,000 are estimated to have found their way to the Ghent-Ostend Canal, nearly 30,000 to the Leopold Canal, and just under 138,000 to the Noordede. In Veurne-Ambacht, during the same period, 75,690 young eels were transferred over the pumping station by volunteers using eel passages.

Intake of glass eel in the channel of Veurne-Ambacht

Previous studies (program 2016-2022) showed that (1) ATBM near the Ganzepoot leads to more glass eel colonisation of the channel Veurne-Ambacht and (2) glass eel can be collected near the pumping station and released further upstream of the barrier in the polder. During spring 2023 (March - June) the intake of glass eel in the channel of Veurne-Ambacht was monitored with the help of volunteers. A total of 74,694 glass eels were caught with both eel passages. That is almost twice the amount that was caught last year (40,730). The largest migration peak was observed in mid-April and early May.

At Iepersas on the Yser, volunteers have been monitoring the glass eel migration for almost 20 years using a trawl. This year, they caught a total of 1411 glass eels with 215 pulls. This number is again lower than last year. The number varies annually, but has remained low for 20 years.

Research on the intake of glass eel near Kwetshage-Paddegat

An important bottleneck near Ostend concerns the Kwetshage-Paddegat pumping station at the mouth of the Jabbeeksebeek in the Ghent-Ostend Canal. This pumping station drains a polder with good water quality, which serves as a highly valuable ecological nursery area for young eels. Currently, however, it may not be accessible for glass eels and elvers. The drainage area is intersected by the Jabbeeksebeek, which gravity-drains surface water from the higher lands south of Jabbeke to the Ghent-Ostend Canal. The mouth of the Jabbeeksebeek is equipped with three backflow valves, with the middle valve kept permanently open. In 2022, an experimental eel passage was installed with a piping structure that allows glass eels and elvers to migrate independently into the polder area. The incoming animals ended up in a catchment basin so that the construction could be evaluated. A total of 60 glass eels and 1,449 elvers were captured in 2022. In 2023, the structure was monitored again. A total of 21 glass eels and 347 elvers were found in the catchment net. There were regular issues with algae growth, causing the catchment net to become clogged. It is possible that some of the catch was able to escape. However, the structure itself still appears to be functioning well.

Research on the intake of glass eels and elvers near the watermill in Rotselaar

The watermill weir on the Dijle in Rotselaar is a potential migration bottleneck that was made passable for fish several years ago by constructing a fish ladder around the mill weir. Now that fish migration bottlenecks in Leuven have also been made passable, the entire Dijle in Flanders is theoretically accessible to fish. However, recent research into the functioning of several fish migration facilities on the Dijle revealed that the fish ladder at the mill weir in Rotselaar (the second bottleneck from the sea) is used only to a limited extent by glass eels and elvers migrating upstream. Many of these young eels accumulate below the mill weir and presumably do not find access to the fish ladder. This section includes three components.



On one hand, the operation of the eel passage installed last year was improved and monitored. It was continuously passable in 2023 and had a stronger attraction flow. Between early June and early October, 478 elvers were captured at the watermill in Rotselaar. In substrates at the weir in the side canal, 73 elvers were found. Another 129 elvers were located in substrates at the turbine. The highest number was found in the eel passage, totaling 278 elvers. The summer of 2022 was particularly dry, so the larger numbers this year cannot be definitively attributed to the modifications made to the passage. It may also be due to an increased attraction to the Dijle from the higher rainfall this year, or a combination of both.

Additionally, a feasibility study was conducted to determine if it is possible to map the search behaviour of elvers during their upstream migration using PIT telemetry. This is necessary to find out where the placement of a (permanent) eel passage would be most successful and whether they make use of the fish ladder. A sufficient number of elvers (at least 50 individuals) were captured that were equal to or greater than 15 cm, and thus large enough to be fitted with a 12 mm PIT tag. Tests showed that the animals survive the tagging process and recover quickly. The antennas were placed at the desired locations and had an acceptable amount of noise (<50%) and detection range (at least half of the water column). From this, we concluded that it is feasible to conduct a PIT telemetry study in 2024.

Finally, we also investigated how and how often the fish migration sluice in Mechelen operates. The automatic control of the fish migration sluice has been out of order since 2023, and during this time, the sluice has been manually opened and closed. These data have not been recorded. Since we find elvers in Rotselaar, we know that the fish migration sluice is passable for elvers.

Research on the intake of glass eels and elvers from the Yser to the basin of Stenensluisvaart and Blankaart

The pumping station in Woumen on the Stenensluisvaart has one of the largest areas to be drained in Flanders. The area upstream of this pumping station, which includes the Blankaart, forms a network of polder ditches that is very suitable as a nursery area for eels. However, the colonization of the area by eels is hindered by the pumping station, which pumps excess water from the area into the Yser. This pumping station consists of a screw that may cause nearly 100% mortality, but it is expected to be made safer for downstream migrating eels by the water manager (VMM – Flemish Environment Agency) in 2025.

In 2022, an experimental eel passage was installed, and the catches were monitored. In 2023, with the help of a volunteer, an assessment was made of how many glass eels and elvers were willing to migrate upstream in the Stenensluisvaart. In 2023, 1,251 glass eels and more than 167 kg of elvers (estimated to be 36,614 individuals) were found in the eel passage and transferred. Last year, there were 145 glass eels and 17.4 kg (approximately 5,788) elvers. So this year, the catch was nearly ten times higher than last year. Glass eels were caught starting in mid-April, during



which time the highest numbers of elvers were also captured. The passage appears to be working well. A permanent structure, possibly with a guiding pipe, is strongly recommended here.

Design criteria for constructing an eel passage to allow upstream migration of young eels at fish migration bottlenecks

Based on various research programs, the Research Institute for Nature and Forest (INBO) has over 10 years of experience in the self-construction and monitoring of temporary experimental eel passages. These are structures that help glass eels and elvers (fully pigmented eels up to 380 mm) migrate upstream in our water bodies (i.e., rivers, streams, canals, polder waterways, and creeks) around migration barriers (e.g., a discharge sluice, lock, weir, or pumping station). Through permanent robust eel passages, the ingress of young eels can be realized and monitored in the long term using camera monitoring. This section includes a guideline for installing a permanent eel passage, which can assist water managers in preparing specifications. This report will also be published as a standalone document.

Another part of this project focusses on research regarding the **restoration of fish populations**. One aspect is the reproduction success of burbot in the valley of the Grote Nete. Another one is the survival success of brown trout eggs in the IJse catchment area.

Research on the reproductive success of the burbot

In 2005, a reintroduction program for burbot was initiated. Every year, burbot juveniles were released in the Grote Nete. Follow-up studies have shown that these fish grow and survive, reaching maturity. INBO also caught burbot juveniles in 2010, 2014 and 2015 in the stream and tributaries. Burbot larvae were found in 2014, 2015, 2016 and 2017 in a pool near the Asbeek (a tributary of the Grote Nete). In 2020 and 2021 they were found only in a pool that is permanently connected with the Heilooop near the watermill Straalmolen. In 2022, several potentially interesting spawning places were visited in March and April on sunny days, just like the years before. In 2023, light traps were also used for searching. The light traps are somewhat smaller and easier to move than the model used in 2016. The traps were tested in Linkebeek and proved to work well. Burbot larvae were searched for at the Kleine Laak, the Meerhout watermill, the Straalmolen, at Heynsbergen, at the Asbeek, in the Vennen (visually only) and in the Most. Unfortunately, no burbot larvae were found. However, a pike larva was found in the light trap in the Most. The discovery of a pike larva, however, confirms that the conditions are most likely also suitable as a spawning and rearing habitat for burbot. The water temperature has been low enough for the spawning of burbot at various times during the breeding season.



Research on the reproduction success of river trout in the IJse with Vibert boxes

We selected 8 riffles in the IJse and one of its tributaries the Nellebeek to investigate their suitability for eggs of river trout to develop and hatch. A total of 4800 eggs from the fish nursery in Linkebeek (INBO) were divided in Vibert boxes. Each box contained 200 eggs. On every location we placed 3 boxes. Another 3 boxes stayed at the fish nursery near the spring as a reference. The eggs were placed mid December 2022 on eight locations in the IJse and tributaries. We checked upon their development on the 20th and 31th of January and the 23th of February 2023. The dead eggs were counted and removed. Very high water levels were recorded at various times during the study period, due to the large amount of precipitation. This higher discharge was accompanied by higher turbulence and therefore also more sediment that can be deposited on the riffles. This year too, a lot of sediment was found in the Vibert boxes during the first check. The control in Linkebeek had a good survival rate of 72% on average. In the IJse the survival rates were 0% everywhere, except on the Nellebeek. The most downstream location on the Nellebeek was just below a beaver dam. Only very few or no sediment was deposited on the gravel bed, nor on the eggs. Here the eggs had a reasonable survival rate of 39% on average. Beaver dams have many advantages, including the reduction of fine sediment in the water column. This benefits the water quality downstream of the dams, and is most likely also the reason for the survival of a considerable number of brown trout eggs at this location.

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
English abstract	8
Lijst van figuren	15
Lijst van tabellen	19
Inleiding	20
Palingbeheerplan	21
1.1 Opvolgen aangepast spuibeheer.....	21
1.1.1 Situering	21
1.1.2 Doelstelling	22
1.1.3 Werkwijze	22
1.1.4 Resultaten en bespreking.....	23
1.1.4.1 Uitgevoerd aangepast spuibeheer	23
1.1.4.2 Inschatting binnengelaten glasaal	25
1.1.4.3 Zoutintrusie	27
1.1.5 Aanbevelingen.....	30
1.2 Begeleiding vrijwilligers bij het monitoren van de intrek van glasaal	30
1.2.1 Situering	30
1.2.2 Doelstelling	30
1.2.3 Werkwijze	31
1.2.4 Resultaten en Bespreking.....	31
1.2.4.1 Veurne-Ambacht	31
1.2.4.2 Iepersas	34
1.3 Onderzoek naar de intrek van glasalen en elvers ter hoogte van het pompgemaal Kwetshage- Paddegat	35
1.3.1 Situering	35
1.3.2 Doelstelling	36
1.3.3 Werkwijze	37
1.3.4 Resultaten en bespreking.....	39
1.3.4.1 Vangstaantallen	39
1.3.5 Discussie.....	41
1.3.6 Aanbevelingen.....	41
1.4 Onderzoek naar de intrek van glasalen en elvers ter hoogte van de watermolenstuw op de Dijle in Rotselaar	41
1.4.1 Situering	41
1.4.2 Doelstelling	43
1.4.3 Werkwijze	43
1.4.4 Resultaten en bespreking.....	47
1.4.4.1 Monitoring intrek van glasalen en elvers in Rotselaar	47
1.4.4.2 Haalbaarheidsstudie PIT telemetrie	50
1.4.4.2.1 Antenne aan de molen	51
1.4.4.2.2 Antenne onder de brug	52
1.4.4.2.3 Antennes aan de stuw.....	52
1.4.4.2.4 Antenne onderaan de vistrap.....	52
1.4.4.2.5 Antenne bovenaan de vistrap	52
1.4.4.3 Vismigratiestuw Mechelen.....	52
1.4.5 Discussie.....	55
1.4.5.1 Haalbaarheidsstudie PIT telemetrie	55
1.4.5.2 Vismigratiestuw Mechelen.....	56



1.4.6	Aanbevelingen.....	56
1.5	Intrek van glasalen en elvers vanuit de IJzer naar het stroomgebied van de Stenensluisvaart en de Blankaart	57
1.5.1	Situering	57
1.5.2	Doelstelling	58
1.5.3	Werkwijze	58
1.5.4	Resultaten	59
1.5.4.1	Vangstaantallen	59
1.5.4.2	Lengtefrequentie-distributie	61
1.5.4.3	Afvoer.....	62
1.5.5	Discussie.....	63
1.5.6	Aanbevelingen.....	64
1.6	Ontwerpcriteria voor de bouw van een palinggoot	65
1.6.1	Situering	65
1.6.2	Efficiëntie	66
1.6.2.1	Werkingsperiode.....	66
1.6.2.2	Locatie en omgevingsfactoren	66
1.6.2.3	Afmetingen.....	67
1.6.2.4	Klimsubstraat	68
1.6.2.5	Watertoevoer.....	69
1.6.2.6	Maatregelen tegen predatie t.h.v. de goot	73
1.6.3	Duurzaamheid en onderhoudsvriendelijkheid	74
1.6.4	Monitoring	75
2	Soortherstel	77
2.1	Evaluatie van het lopende soortherstelprogramma voor kwabaal	77
2.1.1	Situering	77
2.1.2	Doelstelling	78
2.1.3	Werkwijze	78
2.1.4	Resultaten en bespreking.....	85
2.1.5	Aanbevelingen.....	89
2.2	Onderzoek naar het reproductiesucces van beekforel in de IJse met Vibertboxen	91
2.2.1	Situering	91
2.2.2	Doelsoort en studieperiode	92
2.2.3	Materiaal en methode	95
2.2.4	Resultaten en bespreking.....	102
2.2.4.1	Habitatkenmerken	102
2.2.4.2	Sediment in de Vibertboxen.....	107
2.2.4.3	Overleving van de beekforeleitjes.....	109
2.2.5	Aanbevelingen.....	113
3	Referenties.....	115



Lijst van figuren

Figuur 1	Dagelijkse neerslaghoeveelheden (mm) in het voorjaar van 2022 (boven) en 2023 (onder) van het KMI.	25
Figuur 2	De drie meetpunten op de Noordede (Maertensas, Blauwe sluis en Clemensheule).	28
Figuur 3	Verloop van de conductiviteit (m ³ /s, rood) in de Noordede t.h.v. Maertensas, de Blauwe sluis en Clemensheule en de waterhoogte (mTAW, grijs) in meetpunt Bredene/Noordede (waterinfo.be) in 2023. De oranje markering toont de periode waarin aangepast spuibeheer jaarlijks wordt toegepast.	29
Figuur 4	Verloop van het aantal gevangen glasalen in het voorjaar van 2023 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).	32
Figuur 5	Overzicht van de jaarlijkse elvervangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompemaal van Veurne-Ambacht van 2019 tot heden. Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen.	33
Figuur 6	Verloop van het aantal gevangen elvers in het voorjaar van 2023 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).	34
Figuur 7	Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangst weergegeven in CPUE (aantal glasalen per trek) per week aan de Scheepvaartsluis op de IJzer in 2021, 2022 en 2023.	35
Figuur 8	Locatie pompemaal Kwetshade-Paddegat (rode bol).	36
Figuur 9	De positie van de palinggoot (rode lijn) ter hoogte van het pompemaal Kwetshage-Paddegat. De gele pijl geeft de geleidingsbuis weer.	38
Figuur 10	Permanente goot (rechts) en experimentele geleidingsbuis die de glasalen en elvers tot in de polder leidt.	38
Figuur 11	Hier komt de afvoerbuus uit in de polder. De opvangbak wordt op de foto omhoog getrokken om de vangst te kunnen bekijken.	39
Figuur 12	Het aantal elvers (boven), gewicht van de elvers in gram (midden) en aantal glasaaltjes (onder) dat werd gevangen per week met de goot en overzetconstructie te Paddegat tussen 20 maart en 31 mei 2023.	40
Figuur 13	Kaart met rechts de ligging van de betreffende vismigratiestuw.	42
Figuur 14	Substraat dat wordt uitgeschud boven een fijnmazig net om glasalen en elvers die zich er in hebben verstopt, te vangen. Deze foto werd gemaakt te Caemerlinckx. Bij deze die werden gebruikt in Rotselaar werd een netje voorzien aan de onderzijde van elk substraat.	44
Figuur 15	Foto van een Biomark "APT12 High Performance PIT Tag for Fish & Wildlife Research" met meetlat om de grootte te tonen (Foto: biomark.com).	45
Figuur 16	Schematische voorstelling van hoe een "Cord Antenna System" van Biomark kan worden geplaatst (Foto: biomark.com).	46
Figuur 17	Foto van een Biomark Cord Antenna System (Foto: biomark.com).	46
Figuur 18	Foto van een Biomark Litz Cord Antenna System (Foto: INBO).	47
Figuur 19	Aantal elvers gevangen met de palinggoot (in blauw) en de substraten (in rood, groen, oranje en lichtblauw) tussen begin juni en begin oktober 2023 aan de Watermolen te Rotselaar. Aan de stuw en turbine lagen substraten telkens zowel op linkeroever (LO) als rechteroever (RO).	49
Figuur 20	Lengtefrequentiedistributie van de jonge palingen die werden gevangen met de palinggoot en substraten te Rotselaar in 2023.	49



Figuur 21 Schematische weergave van het studiegebied. De molen (rood) turbineert water van onder naar boven. Naast de molen ligt een stuw (grijs) met daaronder de molenkom. Ook op de zijarm bevindt zich een stuw (grijs). Net onder de molenkom vertrekt de vistrap. De locaties waar we PIT antennes hebben getest en zouden plaatsen voor de studie, zijn aangeduid met grijze rechthoeken.	51
Figuur 22 Schema van het stuwcomplex op de Dijle in Mechelen. Links is het bovenaanzicht, rechts het zijaanzicht. Met h_0 & Q_0 = hoogte van de waterkolom en debiet over de stuw, h_s = hoogte van de stuwplaten, h_u & Q_u = hoogte van de waterkolom en debiet onder de stuw, h_{up} = stroomopwaarts waterpeil, en h_{down} = stroomafwaarts waterpeil.	54
Figuur 23 Schematische voorstelling van hoe de werking van de stuw op de Dijle in Mechelen vroeger was. Passage was voor vis enkel mogelijk over de stuw wanneer deze volledig onder water stond.	54
Figuur 24 Schematische voorstelling van de aangepaste werking van de stuw op de Dijle in Mechelen (naar Steven & Coeck 2009). De stuw schuift omhoog waardoor vis er onderdoor kan zwemmen.	54
Figuur 25 Locatie van het pompstation Woumen voorzien van de experimentele palinggoot.	58
Figuur 26 De experimentele palinggoot die stroomafwaarts van het pompstation in Woumen werd geplaatst.	59
Figuur 27 Het aantal elvers (boven), gewicht elvers (midden) en aantal glasaal (onder) dat werd gevangen met de experimentele palinggoot in Woumen in 2023 doorheen de monitoringsperiode.	60
Figuur 28 Lengtefrequentie-distributie van glasalen en elvers gevangen te Woumen van maart en april 2023, weergegeven per maand.	61
Figuur 29 Lengtefrequentie-distributie van glasalen en elvers gevangen te Woumen in maart (oranje) en april (rood) 2023 (boven en onder respectievelijk).	62
Figuur 30 De afvoer (in m^3/s) t.h.v. Keiem (blauw) met daarop het totaal aantal gevangen elvers (bruin) geplot voor de bemonsteringsperiode van 22 februari 2023 tot 20 juni 2023.	63
Figuur 31 Periode waarin opwaartse migratie optreedt volgens The Environment Agency 2023.	66
Figuur 32 Schets van een palinggoot met aanbevolen afmetingen	68
Figuur 33 Borstels met twee verschillende dichtheden zoals toegepast in de beproefde INBO-palinggoten.	69
Figuur 34 Schets van een palinggoot met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten ('flushing-', 'eel ladder-' en 'plunging' flow) waar er over de volledige breedte water in de goot moet worden gepompt. De jonge paling komt onderaan de palinggoot toe, kruipt over het substraat naar boven en valt (rechts op deze afbeelding) naar beneden in de opvangtrechter.	71
Figuur 35 Detail van de twee verschillende stroomrichtingen doorheen een palinggoot (i.e. boven: 'flushing-' versus 'eel ladder flow' en onder: 'plunging' flow) met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten waar de goot over de volledige breedte 'beregend' moet worden.	71
Figuur 36 Hoe het beter moet. Boven-aanzicht van een palinggoot waarbij de waterstralen op de verschillende punten de goot niet over de volledige breedte beregenen waardoor het water ook niet over de volledige breedte door de borstelgoot noch over de volledige breedte richting de trechter naar beneden stroomt. De 'eel ladder flow' wordt bij deze goot gevormd door	



perforaties onderaan (niet zichtbaar) in de blauwe buis (gele pijlen), de twee andere flows worden ook getoond: twee ‘plunging’ flows (groene pijlen) en één ‘flushing’ flow (rode pijl).	72
Figuur 37 De ‘plunging’ flow zorgt voor beregening aan de basis van de palinggoot, met name ter hoogte van de snijlijn tussen de palinggoot en het wateroppervlak van de waterloop bij streefpeil. De goot moet bij minimum waterpeil (i.e. laagste optredende waterstand) nog steeds ongeveer 40 cm ‘verdrongen’ zitten t.o.v. het wateroppervlak.	73
Figuur 38 Beeld uit filmpje van de website Hunze en Aa’s over de palinggoot in het sluizencomplex Nieuwe Statenzijl aan de Dollard (Nederland) die werd gefinancierd door het Waddenfonds, Rijkswaterstaat en waterschap Hunze en Aa’s. Glasalen en elvers glijden over een witte plaat. Een camera met telsysteem kan deze plaat filmen en het aantal dieren tellen.	76
Figuur 39 Visueel waarnemen van kwabaallarven in maart.	80
Figuur 40 De lichtvallen (nieuw model) voor het vangen van kwabaallarven.	80
Figuur 41 Overzicht van de locaties waar kwabaallarven werden gezocht in 2023 in het stroomgebied van de Grote Nete (1 = t.h.v. de Kleine Laak, 2 = molen Meerhout, 3 = Straalmolen, 4 = Heynsbergen, 5 = poelen Asbeek, 6 = de Most).	82
Figuur 42 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtval aan de Kleine Laak.	82
Figuur 43 Een van de lichtvallen aan de Kleine Laak (1b).	83
Figuur 44 Locaties waar werd gezocht visueel en met een lichtval te Meerhout aan het bezoekerscentrum Grote Netewoud.	83
Figuur 45 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtval aan de Straalmolen, met a en b de aangetakte vijvertjes en c en d op de grote plas.	84
Figuur 46 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtvallen aan Heynsbergen (4) in 2 grachten (a en b) en achteraan in een grote plas (c), en aan de Asbeek (5) in 3 nieuw aangelegde poelen.	84
Figuur 47 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtvallen in de Most langs de Kleine Hoofdgracht (a Eendenkom, b en c) en Grote Hoofdgracht (d, e, f en g).	85
Figuur 48 Lichtval ’s nachts in een kweekvijver in Linkebeek.	86
Figuur 49 Larve gevangen met de lichtval in het poeltje naast de Eendenkom, langs de Kleine Hoofdgracht in het gebied de Most. We vermoeden dat het gaat om een snoeklarve.	87
Figuur 50 uit Stoffers et al. 2022.	91
Figuur 51 Forel verkiest het einde van een pool als paaiplaats	93
Figuur 52 Verschillende beekforellen (mannen en vrouwen) werden afgestreden (links). De bevruchte eitjes werden per 200 in zip bags verdeeld. Rechts is een Vibertbox te zien met 200 bevruchte beekforeleitjes.	95
Figuur 53 De referentie die werd geplaatst in Linkebeek bestaande uit 3 Vibertboxen, elk voorzien van 200 beekforeleitjes.	96
Figuur 54 De locaties van de bestudeerde riffles. 5 van de riffles bevinden zich in de IJse. Locatie 4 bevindt zich op een zijbeekje dat uitmondt stroomopwaarts van de Loonbeekmolen. Locaties 7 en 8 liggen in de Nellebeek.	97
Figuur 55 Locaties in het stroomgebied van de IJse waar beekforeleitjes werden geplaatst (1 stroomafwaarts brug Bertelsheide, 2 en 3 tussen Bertelsheide en Loonbeekmolen, 4 zijbeekje net stroomopwaarts van Loonbeekmolen, 5 en 6 Margijsbos, 7 en 8 in de Nellebeek).	98
Figuur 56 Linksboven: de 3 zip bags met elk 200 eitjes wennen aan de watertemperatuur, rechtsboven: de eitjes uit elk zakje worden overgegoten naar een Vibertbox, onder: de Vibertboxen worden in een ingegraven	



fruitbakje geplaatst, er aan bevestigd, en zorgvuldig bedekt met grind uit de rivier (Foto INBO).	99
Figuur 57 De eitjes kunnen niet uit de boxen, maar de larven wel.	101
Figuur 58 Beschimmelde eitjes (Foto INBO).	101
Figuur 59 Beoordelen en documenteren van de sedimentatie. Deze kreeg de score 'veel' (Foto INBO).	102
Figuur 60 Gemiddelde diepte (boven) en gemiddelde stroomsnelheid (onder) met standaarddeviatie (10 meetpunten) van de riffles op 20 januari 2023.	104
Figuur 61 Type dominant (boven) en subdominant (onder) substraat op de 10 meetpunten op 20 januari 2023.	105
Figuur 62 De ingebedheid van het dominant substraat op de riffles in de 10 meetpunten op 20 januari 2023.	106
Figuur 63 Diepte (cm) waarop zwarte verkleuring zichtbaar is op de houten stok die in de riffle werd geplaatst op de dag van de plaatsing van de eitjes.	106
Figuur 64 Hoeveelheid sediment aangetroffen in de Vibertboxen tijdens de verschillende controlemomenten. De drie delen van de schijf stellen de drie replica's (drie Vibertboxen) voor. Blauw = geen sediment, groen = weinig, geel = matig, oranje = veel, rood = volledig vol. Indien alle eitjes dood waren, werden de Vibertboxen niet opnieuw geplaatst en kon geen sedimentatie meer worden bepaald bij het volgende controlemoment. In Linkebeek kwamen de eitjes sneller uit en werd geen derde controle meer uitgevoerd.	108
Figuur 65 Waterstand in meter t.o.v. zeeniveau ter hoogte van Huldenberg (waterinfo.be). Rode lijn: datum van de plaatsing van de eitjes. Groene lijnen tonen de 3 controlemomenten.	109
Figuur 66 Gemiddelde overlevingspercentage en standaarddeviatie van de beekforeleitjes genomen over de drie replica's per locatie op de laatste controledag. Uiterst links staat Linkebeek weergegeven, dewelke de controle was.	111
Figuur 67 Gemiddelde overlevingspercentage en standaarddeviatie van de eitjes in de drie Vibertboxen per locatie per controle. Uiterst links staat Linkebeek weergegeven, dewelke de controle was.	112
Figuur 68 Beekforellarve afkomstig van de eitjes in de Vibertboxen op de riffle net stroomafwaarts van de beverdam in de Nellebeek.	112



Lijst van tabellen

Tabel 1	Overzichtstabel van de periode (start en stop) dat AS werd toegepast in 2023, het aantal dagen, het aantal keer, aantal keer AS per dag, mediaan aantal uur per keer en per dag, en het totaal aantal toegepaste uren dat aangepast spuibeheer (AS) werd toegepast op de verschillende locaties; AKL (Aflidingskanaal van de Leie, Schipdonkkanaal in Zeebrugge), IJZER (t.h.v. de Ganzenpoot 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).	24
Tabel 2	Overzichtstabel van de mediaan aantal uur per keer en per dag, en het totaal aantal uren dat aangepast spuibeheer (AS) werd toegepast op de verschillende locaties; AKL (Aflidingskanaal van de Leie, Schipdonkkanaal in Zeebrugge), IJZER (t.h.v. de Ganzenpoot 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) en het geschatte aantal glasaal dat kon binnentrekken. * Het verwachte aantal glasaal voor de studieperiode in VA geeft het totaal van 2024 weer en is niet dus gelinkt aan het aantal AS events. Merk op dat het aangepaste spuibeheer werd stopgezet op 15/05, maar de monitoring werd uitgevoerd tot 27/06.	27
Tabel 3	Datum waarop de lichtvallen werden geplaatst en gecontroleerd op elke locatie, alsook het aantal vallen dat per locatie werd gezet.	81
Tabel 4	Overzicht van de test van de lichtvallen in de kwekerij in Linkebeek.	85
Tabel 5	Data waarop de proef werd opgestart en de controles doorgingen.	100

INLEIDING

Dit rapport geeft en bespreekt de resultaten van het onderzoek uitgevoerd door de onderzoeksgroep Aquatisch Beheer in het kader van het onderzoeksprogramma visserij 2022 binnen de overeenkomst rond de wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer in opdracht van het Agentschap Natuuren 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 pompgebied Veurne-Ambacht (Nieuwpoort) door vrijwilligers en anderzijds onderzoek rond (het verbeteren van) de glasaal- en palingintrek ter hoogte van de polder Kwetshage-Paddegat, pompstation Woumen op de Stenensluisvaart, en de watermolen in Rotselaar. In Rotselaar willen we met behulp van PIT-telemetrie het zoekgedrag van de jonge paling in de Molenkom in kaart brengen. Hiervoor wordt in 2023 een haalbaarheidsstudie uitgevoerd om eventuele struikelpunten aan het licht te brengen.

Het onderzoek rond de soortherstelprogramma's van stroomminnende vissoorten omvat verschillende aspecten waaronder onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete, en het opvolgen van de ontwikkeling van beekforeleitjes in de IJse en zijbeken.

Deze rapportage is een voortzetting en aanvulling van de eerdere rapportages (Van den Neucker et al. 2009, 2010a, 2010b, 2012, 2013a, 2013b, Vught et al. 2015, Pauwels et al. 2016, Vandamme et al. 2018 Van Wichelen et al. 2018, 2019, Vandamme et al. 2021, *in prep.*), en dient als dusdanig in combinatie met deze rapporten gelezen te worden.

PALINGBEHEERPLAN

Het aantal glasalen (jong stadium van de Europese paling *Anguilla anguilla* L.) dat onze kust bereikt, kent al sinds de jaren 1980 een zeer sterke achteruitgang (ICES 2017). Daarom wordt de soort sinds enkele jaren als ernstig bedreigd beschouwd (Jacoby & Gollock 2014). Over de oorzaak van deze achteruitgang wordt heel wat gespeculeerd. Deze wordt vaak toegeschreven aan verschillende anthropogene factoren, zoals een verslechtering van de waterkwaliteit en habitatcondities, migratiebarrières, verhoogde predatie, visserij en klimaatsveranderingen (Dourineau et al. 2018, Miller et al. 2016). Om de Europese paling voor uitsterven te behoeden, heeft de Europese Unie in 2007 de Palingverordening (EC No. 1100/2007) uitgevaardigd, die het behoud en het herstel van de soort beoogt. Verder vraagt de verordening een beheeraanpak die de uittrek van 40% van de zilverpalingbiomassa ten opzichte van een door de mens onverstoorde toestand garandeert.

Dankzij de talrijke laaglandrivieren, kanalen, vijvers en kreken wordt Vlaanderen beschouwd als een belangrijke regio voor opgroei van paling tot het uittrekkende zilverpalingstadium. De laatste jaren verbeterde de chemische en biologische waterkwaliteit van de Vlaamse rivieren significant door intensieve afvalwaterzuivering en de implementatie van bemestingsnormen. Bovendien is de paling een relatief tolerante soort, waardoor de meeste van de Vlaamse waterlichamen een geschikt habitat vormen en de paling wijdverspreid is in Vlaanderen (<http://vis.milieuinfo.be/>). De waterbeheerders focussen daarom op de mitigatie van uitval door visserij (o.a. vangstquota) en migratiebarrières om de palingpopulaties opnieuw te doen toenemen.

1.1 OPVOLGEN AANGEPAST SPUIBEHEER

1.1.1 **Situering**

In de meeste Vlaamse zeehavens (Nieuwpoort, Oostende, Zeebrugge) wordt momenteel aangepast spuibeheer (het niet volledig sluiten van de spuischuiten 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 de migratie van glasaal 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.

INBO bezorgt jaarlijks werkinstructies voor het uitvoeren van het aangepast spui-beheer aan de waterbeheerders. Aan de hand van conductiviteitsmetingen in de binnenwateren volgen we ook de eventuele zoutintrusie op in functie van het aangepast spui-beheer. Bij het overschrijden van drempels wordt contact opgenomen om het aangepaste spui-beheer 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 spui-beheer 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 spui-beheer.

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. In het vorige Onderzoeksprogramma Visserij 2021 werd een protocol ontwikkeld dat toelaat om het aangepast spui-beheer en de glasaalintrekmogelijkheden jaarlijks op te volgen. Dit jaar maken we een inschatting op basis van het aantal uren dat aangepast spui-beheer werd toegepast in 2023.

1.1.3 Werkwijze

We vroegen de benodigde gegevens op bij DVW en VMM. Zij bezorgden ons de momenten dat aangepast spui-beheer werd toegepast in 2023. Met deze gegevens kunnen we nagaan hoeveel de maatregel werd toegepast in de betreffende wateren. Aan de hand van onderzoek uitgevoerd door Mouton et al. (2013) kunnen we een ruwe schatting maken van het aantal glasaal dat kon binnenkomen in onze waterlopen.

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 aangepast spui-beheer) op de IJzer en de andere locaties respectievelijk, de eventuele zoutintrusie door aangepast spui-beheer 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 zoutinvasie op de Noord-Ede, 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 2023 gerealiseerde AS. Op de IJzer werd dit jaar meer AS toegepast dan vorig jaar. In 2022 werd op 41 dagen in totaal 276,4 uur gespuid. Dat was dit jaar 537,1 uur in 60 dagen. Op Kanaal Gent-Oostende werd slechts 128,1 uur AS toegepast in 60 dagen, een stuk minder in vergelijking met vorig jaar toen 245,5 uur AS in 54 dagen plaatsvond. Op het Afleidingskanaal van de Leie werd dit jaar 38,1 uur AS uitgevoerd in 6 dagen (in 2022 19 uur in 3 dagen). Voor het Leopoldkanaal zien we vergelijkbare aantal dagen en totale aantal uur met vorig jaar, namelijk 132,2 uur in 22 dagen in 2023 en 135,5 uur in 23 dagen in 2022.

In het voorjaar van 2023 viel een beduidend hogere hoeveelheid neerslag dan het jaar voordien. Figuur 1 toont de dagelijkse neerslaghoeveelheid in Ukkel voor beide jaren tijdens de lente (1 maart tot eind mei). In 2022 viel gedurende het gehele seizoen 108,8 mm in 23 dagen. Dat was een droger voorjaar dan gemiddeld. In 2023 bedroeg het totaal 241,6 mm in 51 dagen, wat kan worden geklasseerd als een erg nat voorjaar. Er viel meer dan twee maal zo veel neerslag in 2023. Het aantal uren AS toont geen gelijklopende trend. Op de IJzer en AKL werd meer AS toegepast, t.h.v. KGO minder.



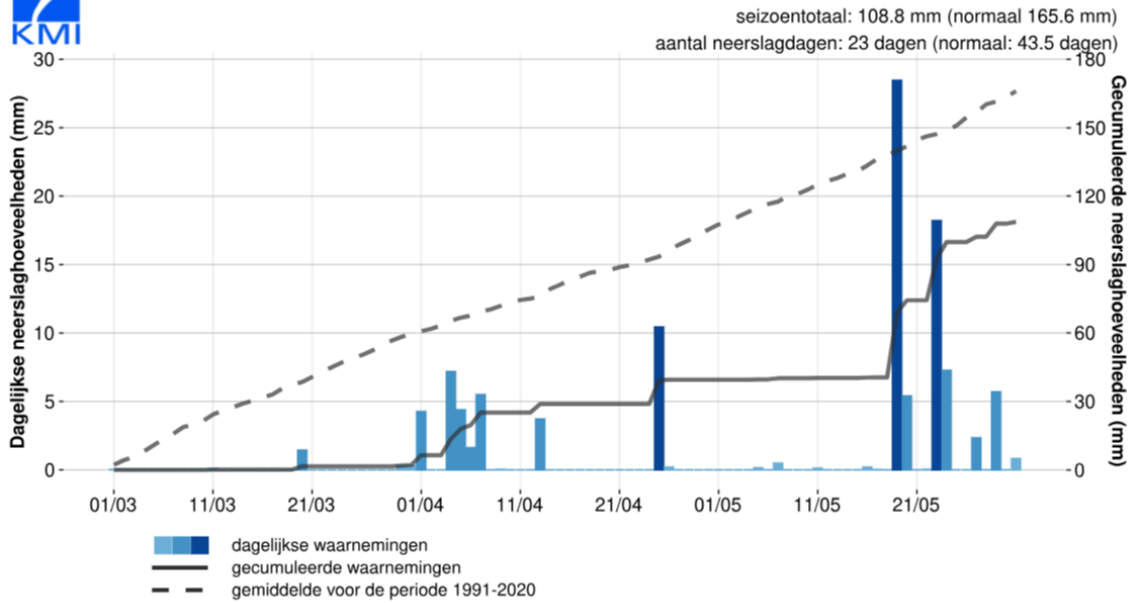
Tabel 1 Overzichtstabel van de periode (start en stop) dat AS werd toegepast in 2023, het aantal dagen, het aantal keer, aantal keer AS per dag, mediaan aantal uur per keer en per dag, en het totaal aantal toegepaste uren dat aangepast spuibeheer (AS) werd toegepast op de verschillende locaties; AKL (Afleidingskanaal van de Leie, Schipdonkkanaal in Zeebrugge), IJZER (t.h.v. de Ganzenpoot 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).

	<u>AKL</u>	<u>IJzer</u>	<u>KGO</u>	<u>LK</u>	<u>NE</u>	<u>VA</u>
start AS	18/03	9/03	6/03	1/03	7/03	1/03
stop AS	3/05	15/05	5/05	8/05	16/05	15/05
periode (dagen)	46	67	60	68	70	75
# dagen effectief AS	6	60	33	22	63	75
# events AS tijdens periode	6	113	50	22	225	143
# events AS per dag	1,00	1,88	1,52	1,00	3,57	1,91
mediaan duur event AS (u)	6,1	4,6	2,7	6,25	0,75	3,1
mediaan duur AS per dag (u)	6,1	8,6	4,1	6,25	1,61	5,9
totale duur AS periode (u)	38,1	537,1	128,1	132,2	269,8	441,0

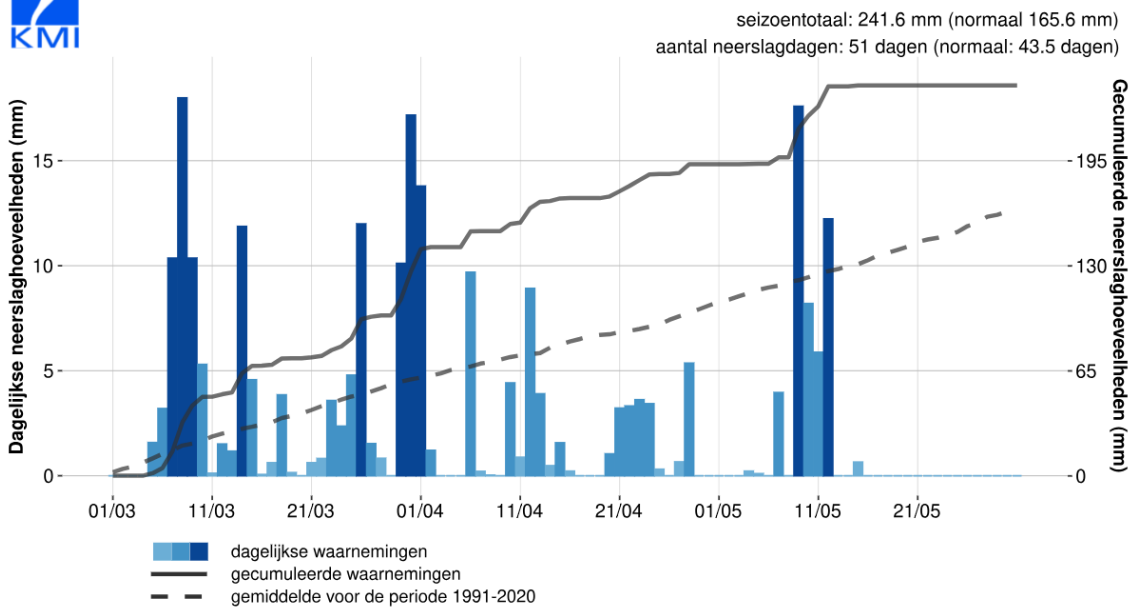




Dagelijkse neerslaghoeveelheid, Ukkel, lente 2022



Dagelijkse neerslaghoeveelheid, Ukkel, lente 2023



Figuur 1 Dagelijkse neerslaghoeveelheden (mm) in het voorjaar van 2022 (boven) en 2023 (onder) van het KMI.

1.1.4.2 Inschatting binnengelaten glasaal

Op basis van de tijdsregistratie van het aangepast spuibeheer van 2023 en 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 2023 stroomopwaarts heeft kunnen trekken door de spui-openingen. Voor het inschatten van het aantal glasalen dat per getijdencyclus stroomopwaarts migreert via de spuisluizen bij AS wordt gebruik gemaakt van volgende



Tabel 2 Overzichtstabel van de mediaan aantal uur per keer en per dag, en het totaal aantal uren dat aangepast spui-beheer (AS) werd toegepast op de verschillende locaties; AKL (Afleidingskanaal van de Leie, Schipdonkkanaal in Zeebrugge), IJzer (t.h.v. de Ganzenpoot 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) en het geschatte aantal glasaal dat kon binnentrekken. * Het verwachte aantal glasaal voor de studieperiode in VA geeft het totaal van 2024 weer en is niet dus gelinkt aan het aantal AS events. Merk op dat het aangepaste spui-beheer werd stopgezet op 15/05, maar de monitoring werd uitgevoerd tot 27/06.

	<u>AKL</u>	<u>IJzer</u>	<u>KGO</u>	<u>LK</u>	<u>NE</u>	<u>VA</u>
mediaan duur event AS (u)	6,1	4,6	2,7	6,25	0,75	3,1
mediaan duur AS per dag (u)	6,1	8,6	4,1	6,25	161	5,9
totale duur AS periode (u)	38,1	537,1	128,1	132,2	269,8	441,0
verwachte # glasaal per AS event	1350	2221	964	1350	612	NA
verwachte # glasaal periode	8102	250973	48210	29706	137711	75690*

1.1.4.3 Zoutintrusie

Een van de redenen voor de waterbeheerders om vroegtijdig te stoppen met het uitvoeren van het aangepast spui-beheer is het meten van verhoogde zoutconcentraties stroomopwaarts van de stations. De nulmetingen in 2015 (jaar waarin geen alternatief spui-beheer 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 spui-beheer 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 spui-beheer in 2022 in functie van glasaalmigratie").

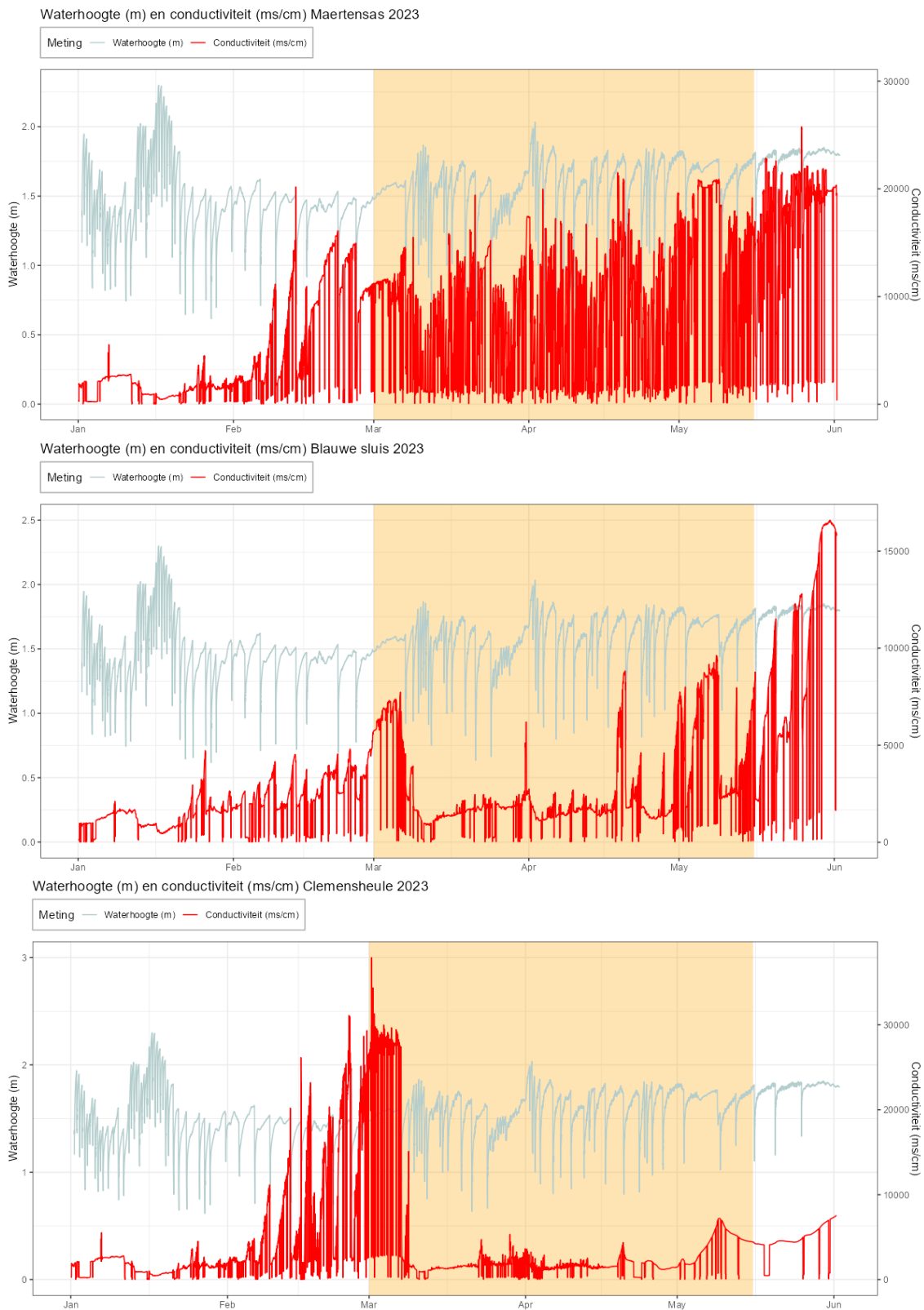
Op de Noordede wordt de conductiviteit gemeten aan Maertensas, de Blauwe Sluis en Clemensheule (Figuur 2). Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn voor de waterafvoer, wordt de waterstand (mTAW) in de Noordede gedurende het jaar 2023 geplot in onderstaande figuren samen met de conductiviteit (Figuur 3). Als het waterpeil zakt, geeft dat een indicatie dat water wordt afgevoerd of gespuid naar zee. We zien op de



figuur dat de conductiviteit reeds toeneemt vóór de start van het aangepaste spuibeheer. Ook na het toepassen, blijft de conductiviteit stijgen op de twee meest stroomafwaarts gelegen locaties (Maertensas en de Blauwe Sluis).



Figuur 2 De drie meetpunten op de Noordede (Maertensas, Blauwe sluis en Clemensheule).



Figuur 3 Verloop van de conductiviteit (m^3/s , rood) in de Noordede t.h.v. Maertensas, de Blauwe sluis en Clemensheule en de waterhoogte (mTAW, grijs) in meetpunt Bredene/Noordede (waterinfo.be) in 2023. De oranje markering toont de periode waarin aangepast spuibeheer jaarlijks wordt toegepast.

1.1.5 Aanbevelingen

De gegevens die door de waterbeheerders worden bijgehouden omtrent het toegepaste aangepast spui-beheer (AS), stelt ons in staat het uitgevoerde beheer op te volgen en over de jaren heen te vergelijken. Bovendien kunnen we ook een ruwe inschatting maken van het aantal glasaal dat onze binnenwateren kan optrekken dankzij deze beheermaatregel. Deze aantallen geven wel een indicatie van het belang van het AS.

De inschatting is echter voor elke waterloop gebaseerd op één seizoen in 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 heen, waarbij wordt gekeken naar het aantal glasaal dat binnenkomt.

Er werd in 2023 geen verhoogde zoutconcentratie opgemerkt die te wijten zou kunnen zijn aan het uitgevoerde AS. Bijgevolg was er geen aanleiding om het AS vroegtijdig te stoppen op de Noordede.

1.2 BEGELEIDING VRIJWILLIGERS BIJ HET MONITOREN VAN DE INTREK VAN GLASAAL

1.2.1 Situering

In vorige onderzoeksprogramma's visserij werd in het perskanaal stroomafwaarts van het pompemaal aan de Grote Beverdijkvaart een aangepast spui-beheer uitgevoerd en werd de intrek van glasaal aangetoond door middel van tijdelijke glasaalgoten. In het onderzoeksprogramma visserij 2019 werden de palinggoten ter hoogte van dit pompemaal ingericht als permanent monitoringsstation waar de glasaalintrek vanaf 2019 jaarlijks zou worden opgevolgd met behulp van vrijwilligers (Vandamme et al. 2020). Ook aan de IJzer ter hoogte van de Ganzenpoot in Nieuwpoort wordt jaarlijks de glasaalintrek gemonitord door een team van vrijwilligers. Op de IJzer wordt ter hoogte van de Iepersluis al sinds 1964 op een gestandaardiseerde manier een glasaalmonitoring uitgevoerd met fijnmazige schepnetten.

1.2.2 Doelstelling

Het huidige onderzoeksprogramma visserij 2022 bouwt verder op de voorgaande onderzoeksprogramma's en omvat de volgende delen:

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

De gegevens die werden verzameld te Veurne-Ambacht en aan IJzer Sas zullen worden gerapporteerd in dit luik.

////////////////////////////////////

1.2.3 Werkwijze

Vanaf 2019 wordt de glasaalmonitoring in de Polder Noordwatering van Veurne uitgevoerd door vrijwilligers die reeds enkele jaren de glasaalintrek aan de Ieperleesluis ter hoogte van de Ganzepoot voor hun rekening nemen. Hiervoor werd een uitgebreid protocol opgesteld en kregen de vrijwilligers een opleiding. In februari 2023 werd de glasaalconstructie 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 2019.

Te Veurne-Ambacht werden tussen 11 maart en 27 juni 2023 de opvangbakken één- tot tweemaal per week gecontroleerd door de vrijwilligers. De gevangen glasalen en elvers (volledig gepigmenteerde, jonge palingen) werden apart beschouwd en per groep werd de vangst gewogen. Wanneer de vangst ≤ 100 individuen 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 individueel geteld. Tenslotte werden de gevangen glasalen en elvers vrijgelaten in de polder. De vrijwilligers hebben reeds 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 Iepersas van de Ijzer wordt reeds 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 de catch per unit effort wordt gerapporteerd. In 2023 werd gevist naar glasaal van 15 februari tot 30 april.

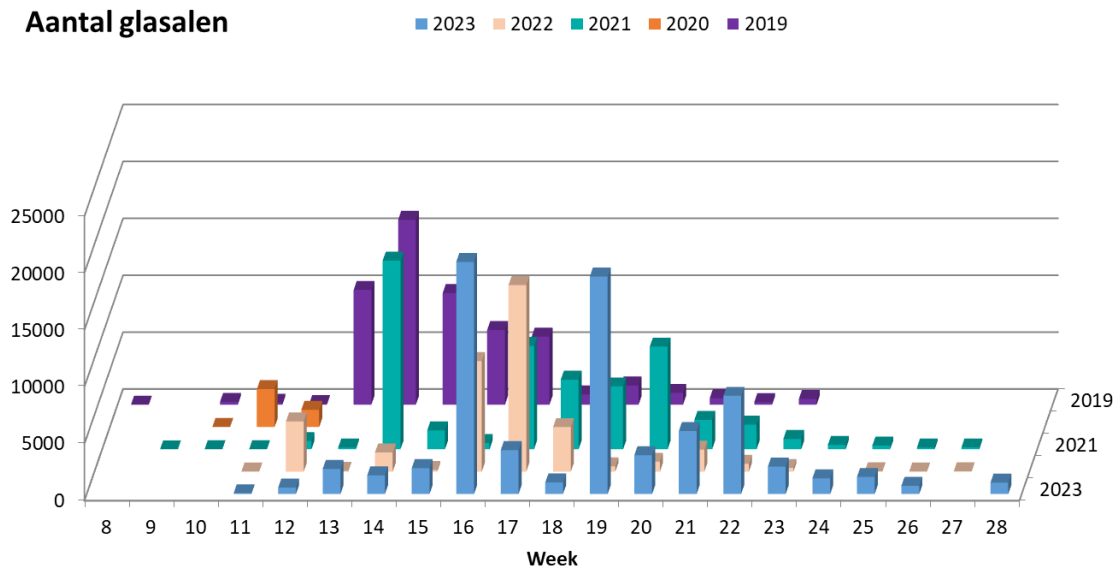
1.2.4 Resultaten en Bespreking

1.2.4.1 Veurne-Ambacht

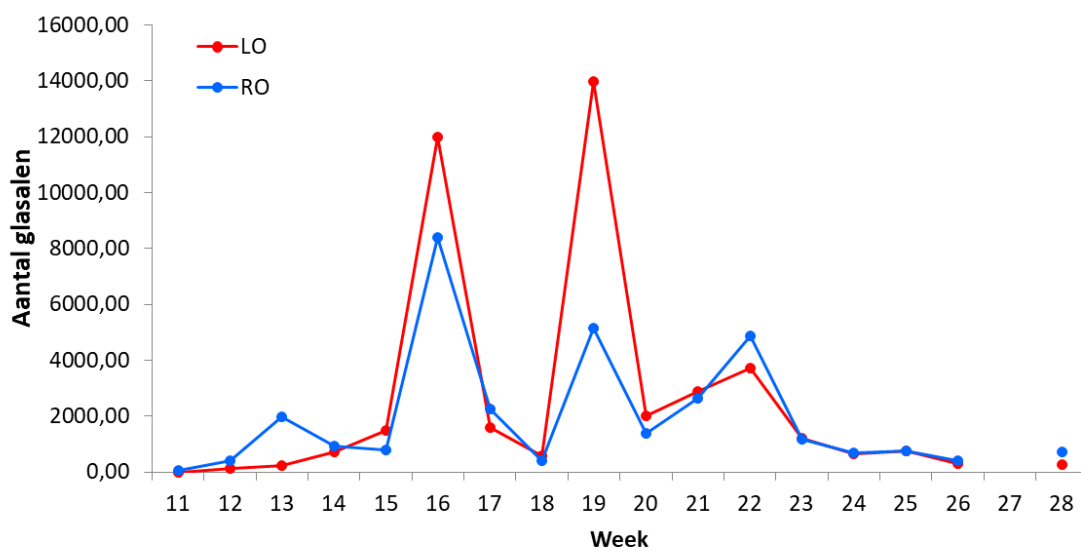
Er werden in totaal met beide goten 74 694 glasaaltjes gevangen in 2023 (Figuur 3). Dat is bijna een verdubbeling van de vangst in 2022 (40 730 glasaaltjes). Deze hadden een totaalgewicht van 24,6 kg (in 2022 was dat 12,3 kg). Er is een piek te zien in aantal glasaal in week 16 (midden april) en week 19 (begin mei). Het aantal glasalen dat de goot op linkeroever optrekt is op die momenten beduidend groter dan deze die kiezen voor de rechteroever. Op de andere momenten is de vangst aan beide kanten nagenoeg gelijk. We zien dit jaar dan ook geen uitgesproken verschillen in de totaalvangst zoals voorgaande jaren. In 2019 en 2022 was de vangst op rechteroever slechts 10% van het totaal en werd ongeveer 90% aangetroffen in de opvangbak op de linkeroever. Dit jaar is 56% van de totale vangst afkomstig van linkeroever en 44% van rechteroever (Figuur 4).



Aantal glasalen



Figuur 3 Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompgemaal van Veurne-Ambacht sinds de start van de monitoring (tussen 2019 en 2023). Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen.

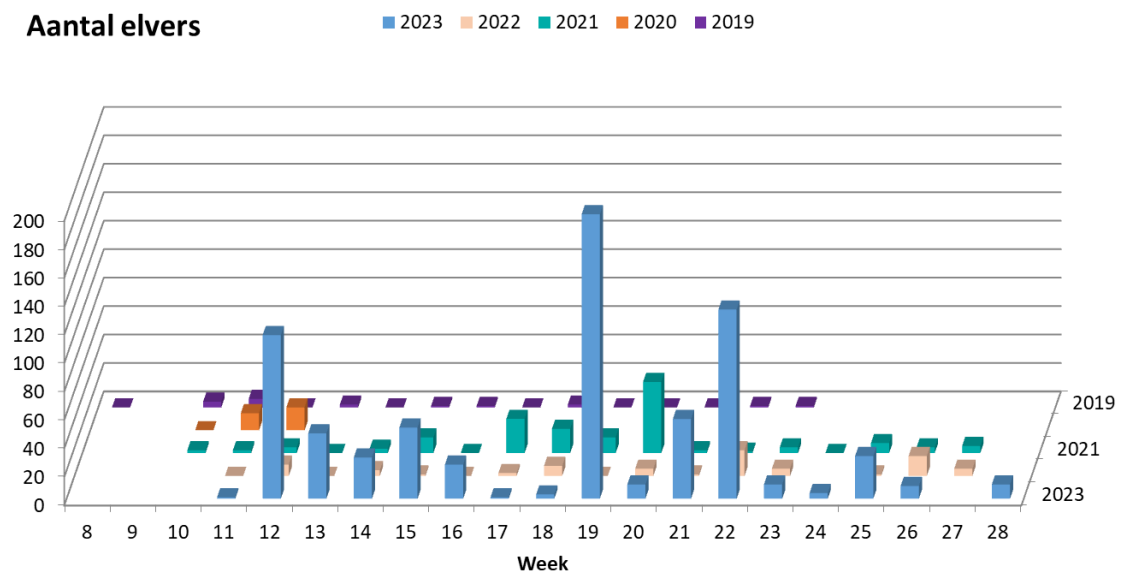


Figuur 4 Verloop van het aantal gevangen glasalen in het voorjaar van 2023 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompgemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).

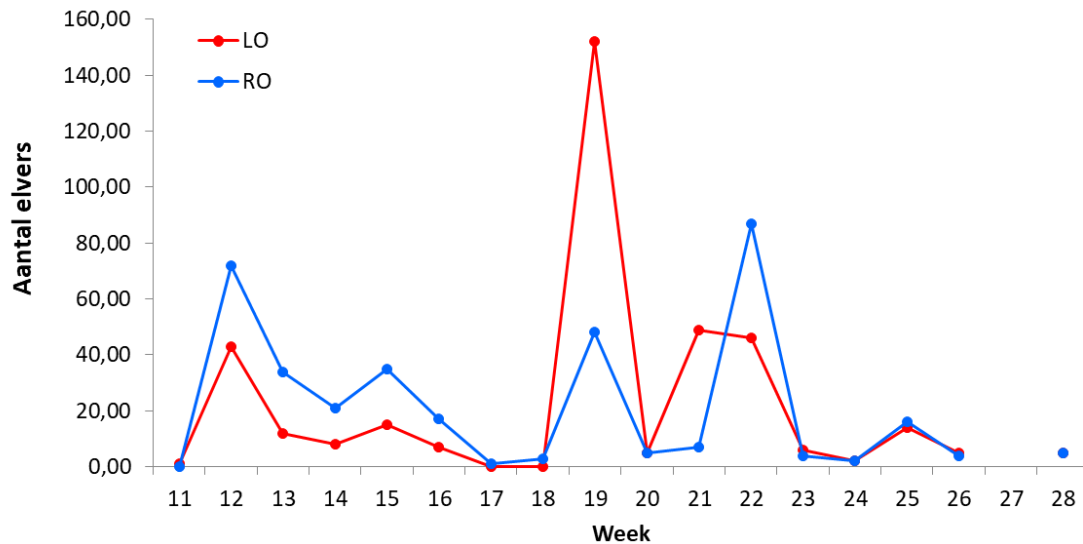
Het aantal elvers was net zoals voorgaande jaren lager dan het aantal glasalen. Er werden in 2023 in totaal 721 elvers (net geen 1,9 kg) gevangen. In 2022 werden slechts 71 elvers gevangen. De vangst van 2023 ligt in schril contrast met de voorgaande jaren, waar een dalende trend te zien was in het aantal optrekkende elvers (Figuur 5). Deze daling werd in

verband gebracht met het uitgevoerde beheer (aangepast spuibeheer en overzetten van de glasaal d.m.v. de glasaalgoten). Door dit beheer blijven er minder glasalen achter in het afvoerkanaal omdat ze stroomopwaarts kunnen trekken. Daardoor groeien er minder uit tot elver in het kanaal, met als gevolg dat het aantal elvers dat de palinggoten optrekken het jaar nadien lager is. Dit jaar waren er echter opnieuw een stuk meer elvers die de goten optrokken. De elvervangst was nagenoeg gelijk langs beide oevers (51% en 49% op linker- en rechteroever respectievelijk, Figuur 6). Waarom het aantal gevangen elvers dit jaar hoger is, kan nog niet worden verklaard. Daarvoor zijn langere tijdsreeksen nodig.

Aantal elvers



Figuur 5 Overzicht van de jaarlijkse elvervangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompgemaal van Veurne-Ambacht van 2019 tot heden. Merk op dat in 2020 de monitoring werd gestaakt omwille van covid-maatregelen.

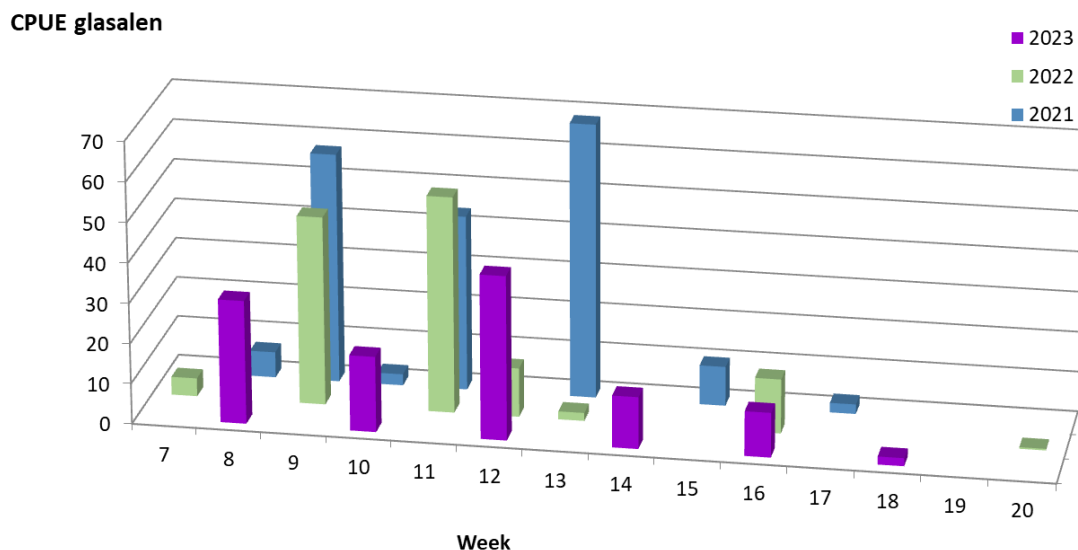


Figuur 6 Verloop van het aantal gevangen elvers in het voorjaar van 2023 m.b.v. twee palinggoten (in rood linkeroever (LO) en in blauw rechteroever (RO)) ter hoogte van het pompemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).

1.2.4.2 Iepersas

Aan Iepersas van de Ijzer wordt reeds verschillende jaren gemonitord door vrijwilligers. Er werden in totaal 1 411 glasaaltjes gevangen in 2023 met 215 trekken. Deze hadden een totaalgewicht van 0,64 kg. In 2021 en 2022 waren dit er nog 2 873 in 310 trekken en 1 895 in 130 trekken respectievelijk. Figuur 7 geeft het aantal glasalen per week weer in CPUE (Catch Per Unit Effort, vangst per trek). Het aantal trekken varieerde naar gelang het aanbod glasalen. Hoe meer glasaal werd gevangen, hoe meer trekken werden uitgevoerd. Soms werd slechts één dag gemonitord per week, andere weken werd tot zes maal gevist. De gegevens zijn soms wat geclusterd in tijd en niet mooi verspreid doorheen het monitoringsseizoen. De opbrengst van de trekken werd per week samengeteld. Door te kijken naar de CPUE, krijgen we toch een beeld van de aanwezige densiteit. Het valt op dat bij het vergelijken van de totale aantallen, dit jaar zo'n 15% minder werd gevangen dan in 2022 en 34% minder dan in 2021.

Deze monitoring wordt reeds uitgevoerd sinds 2003. De langetermijnsgegevens 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. De bemonsteringen waren niet elk jaar even intensief. 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.



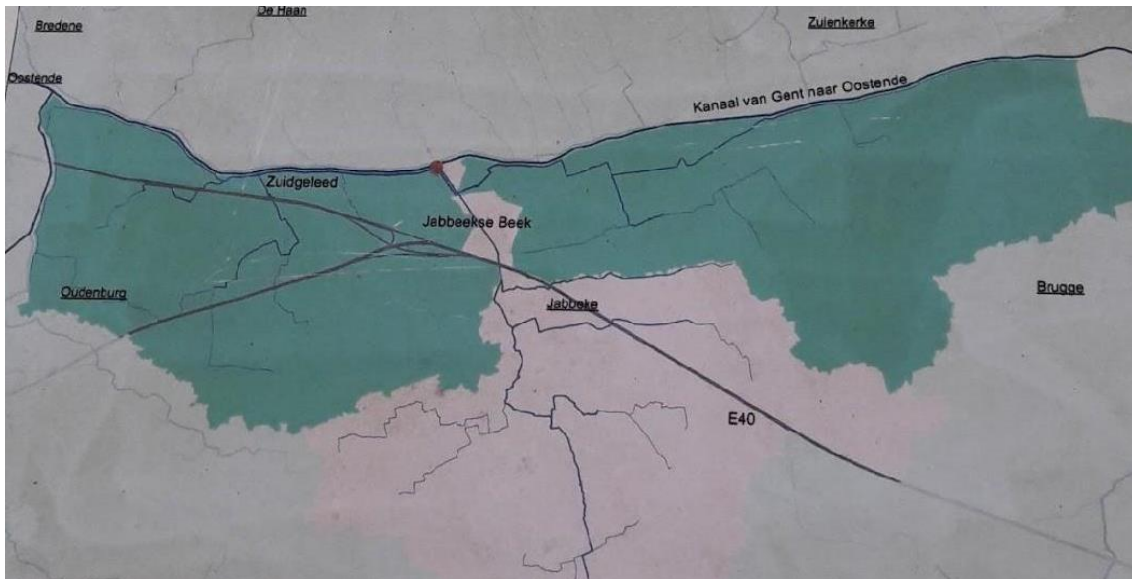
Figuur 7 Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangst weergegeven in CPUE (aantal glasalen per trek) per week aan de Scheepvaartsluis op de IJzer in 2021, 2022 en 2023.

1.3 ONDERZOEK NAAR DE INTREK VAN GLASALEN EN ELVERS TER HOOGTE VAN HET POMPGEMAAL KWETSHAGE-PADDEGAT

1.3.1 Situering

Een belangrijk knelpunt stroomop van Oostende betreft het pompgemaal Kwetshage-Paddegat aan de monding van de Jabbeekse beek in het Kanaal Gent-Oostende (Figuur 8). Dit pompgemaal bemaalt een polder van ongeveer 2 800 ha waar recent herstelbeheer werd toegepast o.a. in functie van vissen (paaiplaatsen). Het is een ecologisch waardevol opgroeigebied voor jonge paling, met een goede waterkwaliteit, maar momenteel wellicht niet optrekbaar voor glasalen en elvers vanuit het Kanaal Gent-Oostende. Het pompgemaal bestaat uit drie automatisch gestuurde open vijzels (1,2 m³/s elk). Het pompgemaal is eigendom van de Blankenbergse polder en het beheer ervan gebeurt door de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM). Bij normale afvoer gaat één van de drie vijzels eenmaal per uur gedurende 20 minuten draaien. Dit is ongeveer de tijd om het niveau van het water in het verzamelbekken van de hoofdgracht in de polder (Zuidgeleed) te doen dalen; daarna slaat de vijzel af en vult het bekken zich terug vanuit de toevoergrachten in de polder.





Figuur 8 Locatie pompemaal Kwetshade-Paddegat (rode bol).

Het bemalingsgebied wordt doorsneden door de Jabbeekse beek die het oppervlaktewater van de hoger gelegen gronden ten zuiden van Jabbeke gravitair afvoert naar het kanaal Gent-Oostende. Het traject van de Jabbeekse beek doorheen de polder is voorzien van dijken, aangezien het waterniveau in de Jabbeekse beek hoger is dan het niveau van het water in de polder. De monding van de Jabbeekse beek is uitgerust met drie terugslagkleppen. De middelste klep wordt echter permanent opengehouden zodat er steeds vrije vismigratie mogelijk is tussen de Jabbeekse beek en het Kanaal Gent-Oostende. Op de Jabbeekse beek bevindt zich ter hoogte van het pompstation een overloopconstructie. Door het openen van een schuif in deze overloopconstructie kan water vanuit de hoger gelegen Jabbeekse beek de polder worden ingelaten. In de praktijk gebeurt dit echter nooit.

Aangezien glasaal via het aangepast spuibeheer in Oostende het Kanaal Gent-Oostende kan optrekken, rees de vraag hoe glasalen en/of elvers de polder Kwetshage-Paddegat zouden kunnen bereiken om er op te groeien. Door de aanwezigheid van het gemaal op deze trekroute was dit recent nog onmogelijk. Zowel de uitstroom van het gemaal als de monding van de Jabbeekse beek, die zich vlak naast elkaar bevinden, kunnen potentieel optrekkende jonge paling aantrekken. Aan de uitstroom van het gemaal werd in 2021 een experimentele palinggoot geplaatst met buizenconstructie die de optrekkende dieren tot in de polder leidt. Deze constructie werd ook dit jaar gemonitord. De VMM wil hier een permanente constructie laten plaatsen.

1.3.2 Doelstelling

In 2019 werden twee palinggoten geplaatst, namelijk in de Jabbeekse beek (deze staat in verbinding met het Kanaal Gent-Oostende via een permanent geopende terugslagklep) en aan de uitstroom van het pompstation zelf. Op basis van de evaluatie van de gegevens van de intrek van glasaal via de



beide palinggoten kon vastgesteld worden dat de palinggoot aan het pompemaal een goede attractiviteit had voor glasaal. In het vorige onderzoeksprogramma werd een buizenconstructie geplaatst die de optrekkende dieren tot in de polder leidt. In het huidige onderzoeksprogramma visserij werd de intrek van glasaal en elver op deze locatie gemonitord. Daarnaast wordt ook een overzicht voorzien van waar een permanente palinggoot aan moet voldoen, om de VMM te helpen bij het opstellen van een bestek. Deze informatie is opgenomen in het onderdeel aanbevelingen dat hier volgt.

1.3.3 Werkwijze

Uit het vorige onderzoeksprogramma visserij bleek de (verlengde) goot en een buizenconstructie (Figuur 9 en Figuur 10) goed te functioneren. De optrekkende jonge paling werd helemaal tot in het poldergebied geleid. Op de uitstroom van de palinggoot (in de polder) wordt een vangconstructie (Figuur 11) aangebracht om de glasalen op te vangen die via de goot en de geleidingsbuizen naar de polder migreren.

De goot werd opgestart 16 maart 2023. De opvangbak werd eenmaal per week leeg gemaakt door een vrijwilliger. Tijdens de migratiepiek werd er tweemaal per week bemonsterd. De gevangen aantallen werden geteld. Wanneer deze talrijker waren, werden 100 individuen random geselecteerd om tezamen te wegen, en werd het totale gewicht bepaald van de vangst. Op basis van deze gegevens werd dan het totale aantal jonge paling in de opvangbak geschat. Na analyse werden de glasalen en elvers vrijgelaten in het poldergebied Kwetshage-Paddegat.





Figuur 9 De positie van de palingsgoot (rode lijn) ter hoogte van het pompgebouw Kwetshage-Paddegat. De gele pijl geeft de geleidingsbuis weer.



Figuur 10 Permanente goot (rechts) en experimentele geleidingsbuis die de glasalen en elvers tot in de polder leidt.



Figuur 11 Hier komt de afvoerbuis uit in de polder. De opvangbak wordt op de foto omhoog getrokken om de vangst te kunnen bekijken.

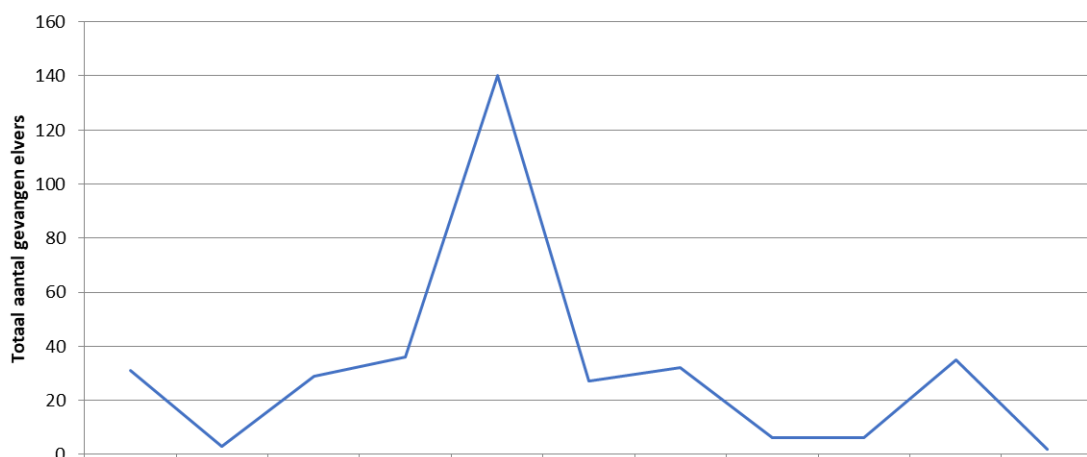
1.3.4 Resultaten en bespreking

1.3.4.1 Vangstaantallen

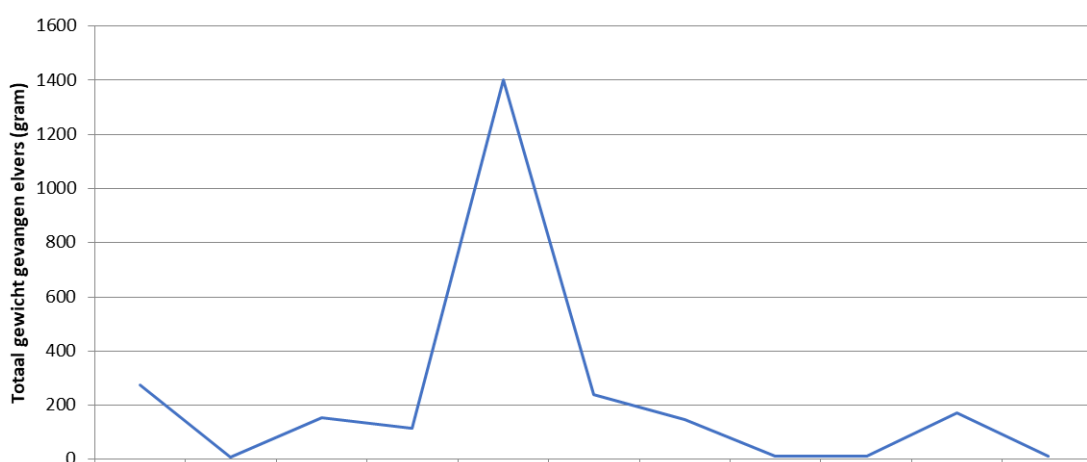
De palinggoot werd opgestart op 16 maart 2023 en de monitoring gestopt op 31 mei 2023. In die periode werden 21 glasaaltjes en 347 elvers aangetroffen in de opvangbak te Paddegat (Figuur 12). De elvers hadden een totaalgewicht van 2,5 kg. Het grootste aantal elvers en glasaaltjes werd gevangen in april. Op 19 april 2023 zaten 140 elvers in de opvangbak, waaronder "een aantal zeer dikke palingen". De vorige jaren bevond de migratiepiek zich in mei. Dit jaar viel deze dus enkele weken vroeger. Dit jaar lagen de gevangen aantallen een stuk lager dan vorig jaar. Toen werden nog 60 glasaaltjes en 1 449 elvers gevangen. Er waren regelmatig problemen met algen en garnalen die het opvangnet verstopten, waardoor de vangstconstructie overliep en de vangst mogelijks deels is ontsnapt. De constructie moet naar volgend seizoen toe worden aangepast teneinde deze problemen te vermijden.



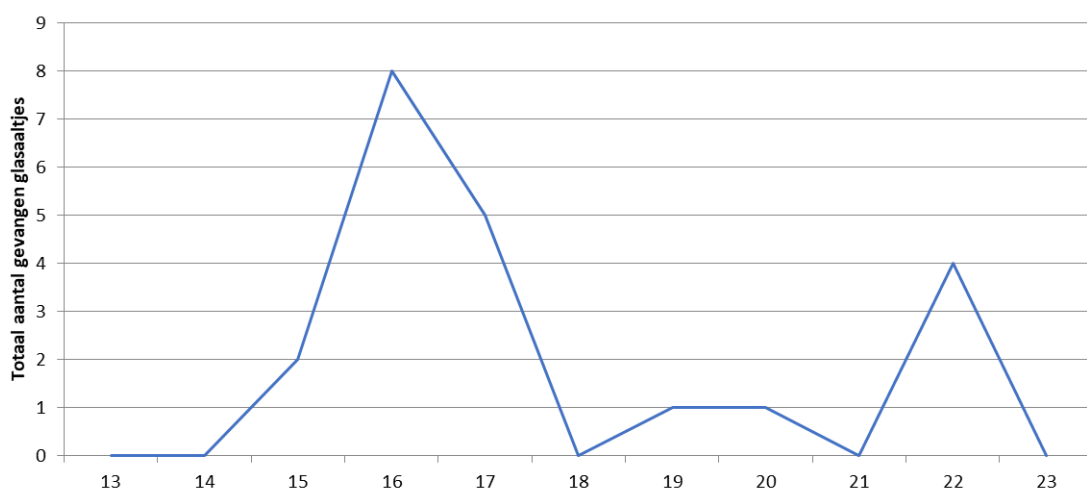
Totaal aantal elvers per week 2023 Paddegat



Totaal gewicht elvers per week 2023 Paddegat



Totaal aantal glasaal per week 2023 Paddegat

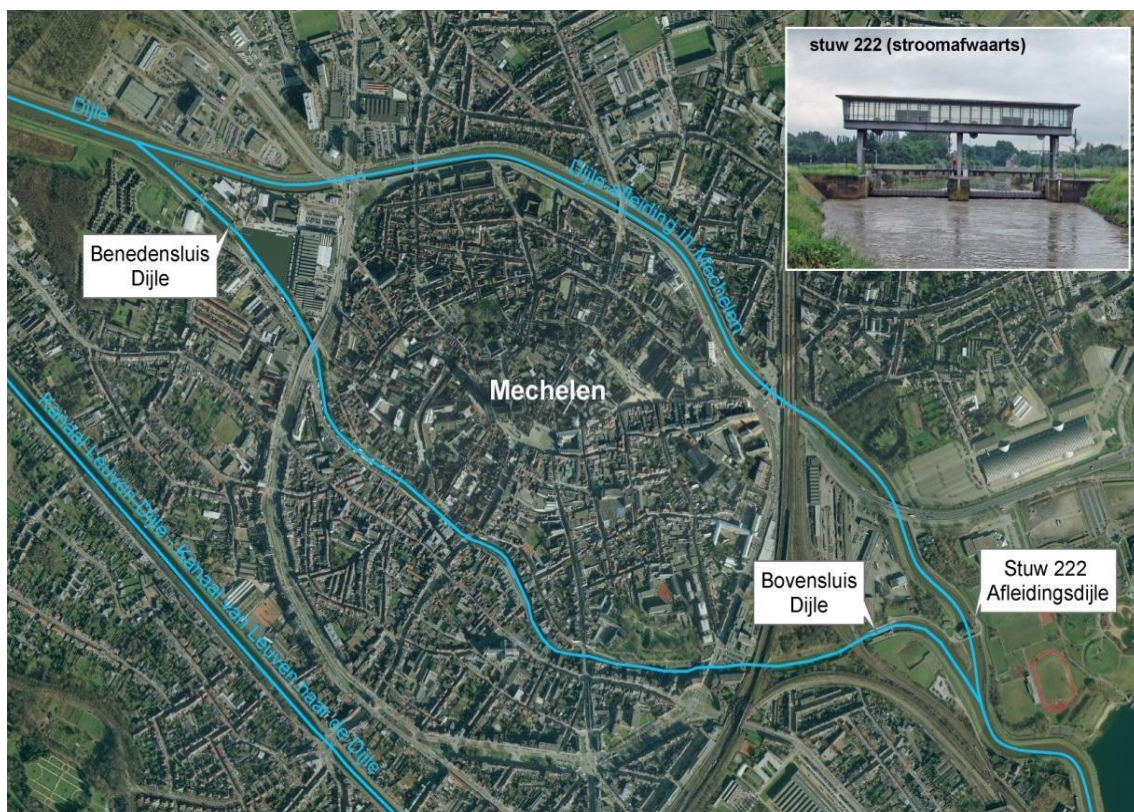


Figuur 12 Het aantal elvers (boven), gewicht van de elvers in gram (midden) en aantal glasaaltjes (onder) dat werd gevangen per week met de goot en overzet-constructie te Paddegat tussen 20 maart en 31 mei 2023.

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 (2^e knelpunt vanuit zee) slechts in beperkte mate gebruikt wordt door glasalen 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 (Buysse et al. 2024).

Glasalen en elvers worden aangetrokken tot een waterstroom om stroomopwaarts te migreren. Echter, in Rotselaar zijn er vier verschillende punten waar water stroomafwaarts vloeit, namelijk de vispassage, de turbine, de stuw vlak naast de turbine en een stuw op een linker zijarm van de Dijle. Uiteraard is enkel de vispassage in principe vrij optrekbaar, maar het is dus onzeker of glasalen en elvers die route nemen of ophopen op de drie andere punten.

In het vorige onderzoeksprogramma werd een experimentele palinggoot geplaatst naast de stuw aan stroomafwaartse zijde om de optrek van glasaal te monitoren. Dit jaar werden verschillende zaken verbeterd aan de goot. Deze werd verlengd waardoor de goot continu met de voet in het water stond. Daarnaast werd ook de lokstroom over de goot versterkt. Daarnaast keken we naar de haalbaarheid om het zoekgedrag van de elvers in kaart te brengen aan de hand van PIT telemetrie (Passive Integrated Transponder telemetrie). Ten slotte werd ook de werking van de vismigratieschuif in Mechelen (Figuur 13) onder de loep genomen.



Figuur 13 Kaart met rechts de ligging van de betreffende vismigratiestuw.



Figuur 14 Substraat dat wordt uitgeschud boven een fijnmazig net om glasalen en elvers die zich er in hebben verstopt, te vangen. Deze foto werd gemaakt te Caemerlinckx. Bij deze die werden gebruikt in Rotselaar werd een netje voorzien aan de onderzijde van elk substraat.

Uit die vangstdata konden we afleiden welke proportie van de gevangen elvers groot genoeg (≥ 15 cm) is om te voorzien van een PIT tag (Biomark APT12 tag, 12,5 mm, diameter 2,03 mm, 106 mg, Figuur 15). PIT tags zijn heel kleine tags met een spoel. Deze spoel laadt de tag op wanneer die door een elektromagnetisch veld passeert, gecreëerd door een PIT antenne, en stuurt bijgevolg een signaal met ID naar die antenne. PIT tags zijn dus niet afhankelijk van een batterij en gaan daarom jaren mee.

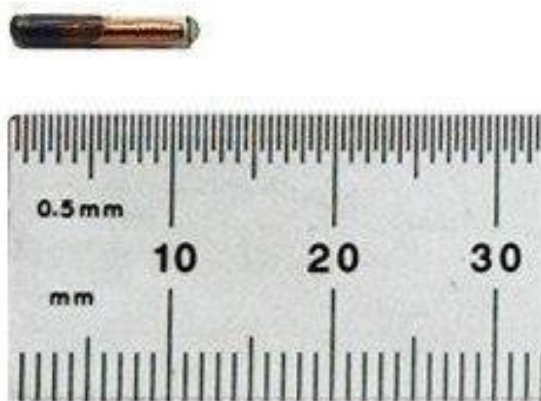
Verschillende dieren werden meegenomen, voorzien van een PIT tag en enkele dagen bijgehouden in een aquarium om de overleving na te gaan. De PIT tags werden via een kleine operatie in de buikholte gebracht waarbij de elvers verdoofd werden met kruidnagelolie (0,1 mm/L). Na de operatie werden de vissen in een bak vers water geplaatst om bij te komen. Het gewicht van de PIT tag neemt niet meer dan 5% van het lichaamsgewicht van een elver in (Brown et al. 1999). Deze procedure is in lijn met eerder zenderonderzoek voor gele paling (Verhelst et al. 2018). Na de

overlevingsstudie werden de dieren terug vrijgelaten stroomopwaarts van de molen in Rotselaar.

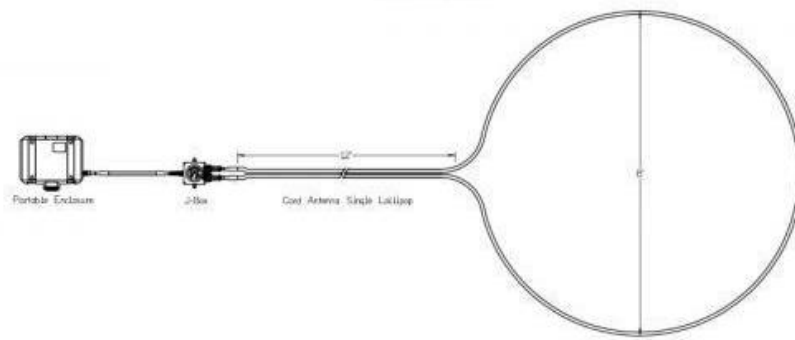
Voor de haalbaarheidsstudie werd getest met de Biomark Cord Antenna (Figuur 16 en Figuur 17) en de Biomark Litz Cord Antenna (Figuur 18). We testten en plaatsten de antennes op alle mogelijke zwemroutes vanuit de molenkom: voor de molenkom, aan de molenstuw, in de vistrap en de arm. Ze werden aangesloten en getuned (het afstellen van de antenne om tot de meest optimale configuratie te komen) waarna het detectiebereik en de ruis werden genoteerd. De plaatsing en antennevorm werden telkens aangepast tot we de meest optimale set up verkregen.

De ruis dient zo laag mogelijk te zijn. Wanneer de ruis 65% bedraagt, zal de antenne niet kunnen worden getuned en geen signaal kunnen ontvangen. De ruis heeft ook een invloed op het detectiebereik. Bij een ruis van 50% zal het bereik bijvoorbeeld 20 cm zijn, terwijl dat met een ruis van 20% zo'n 50 cm zou zijn. We willen de ruis dus zo laag en het detectiebereik zo hoog mogelijk. Tijdens de studie zou de ruis minder dan 50% moeten zijn en het detectiebereik de (bijna) volledige waterkolom beslaan.

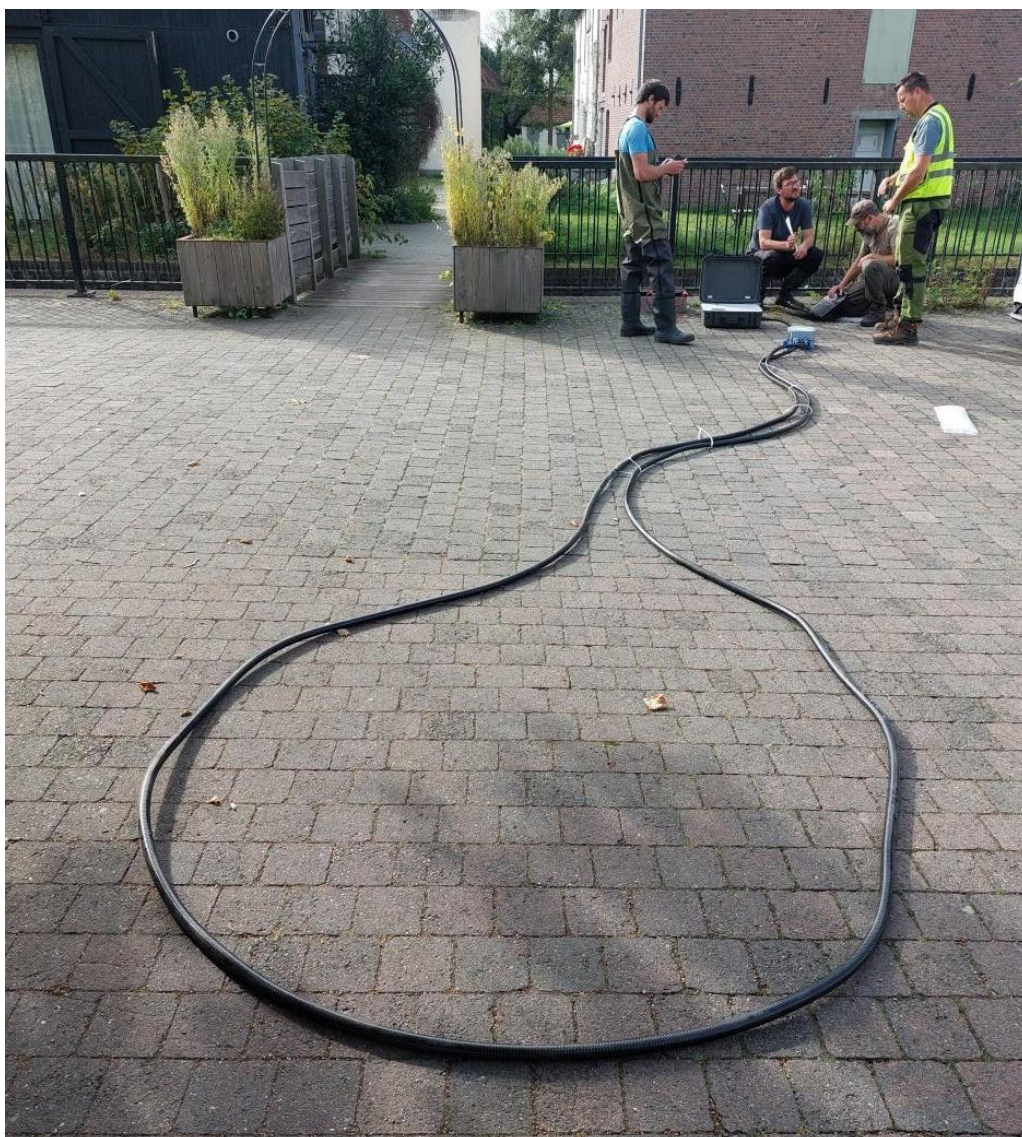
Deze methode kent echter ook enkele beperkingen. De elver moet groot genoeg zijn (≥ 15 cm) om van een tag te kunnen worden voorzien. Er moeten voldoende elvers kunnen worden gevangen en getagd om genoeg gegevens te verzamelen. De detectierange van de antennes moet voldoende groot zijn om te voorkomen dat dieren kunnen passeren zonder gedetecteerd te worden. Deze range wordt beïnvloedt door de vorm van de antenne, maar ook door o.a. de aanwezigheid van metaal en hoogspanning. Ook op plaatsen zoals aan een turbine kan worden verwacht dat, ten gevolge van ruis, de detectierange lager zal zijn wanneer de turbine draait.



Figuur 15 Foto van een Biomark "APT12 High Performance PIT Tag for Fish & Wildlife Research" met meetlat om de grootte te tonen (Foto: biomark.com).



Figuur 16 Schematische voorstelling van hoe een “Cord Antenna System” van Biomark kan worden geplaatst (Foto: biomark.com).



Figuur 17 Foto van een Biomark Cord Antenna System (Foto: biomark.com).





Figuur 18 Foto van een Biomark Litz Cord Antenna System (Foto: INBO).

Ook in Mechelen werd gekeken naar de haalbaarheid om elvers te vangen en antennes te plaatsen. We gingen ter plaatse naar de vismigratiestuw. Stroomafwaarts werden locaties gezocht om elvers te kunnen vangen. Stroomopwaarts werd de mogelijkheid om een antenne te plaatsen tussen Mechelen en Aartselaar nagegaan. Er werd daarbij voornamelijk gelet op de diepte en breedte van de waterloop. De werking van de schuif werd nagevraagd bij DVW.

1.4.4 Resultaten en bespreking

1.4.4.1 Monitoring intrek van glasalen en elvers in Rotselaar

Door omstandigheden kon de palinggoot pas worden opgestart in de eerste week van juni 2023. De opvangbak en substraten werden voor het eerst



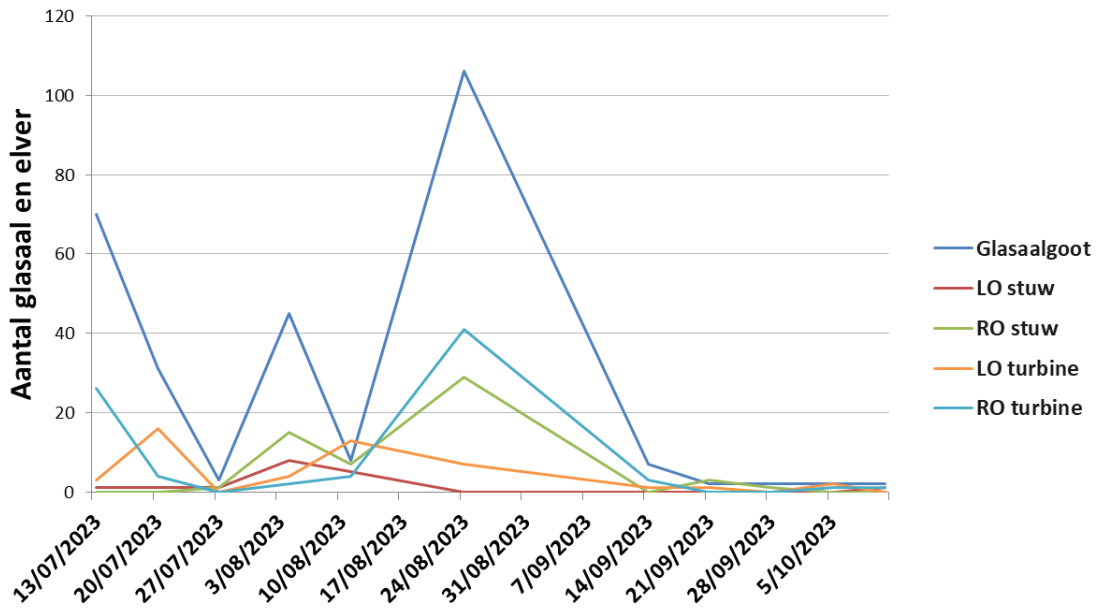
geledigd op 13 juni. De monitoring werd stopgezet begin oktober 2023. In die periode werden in totaal 478 elvers gevangen aan de watermolen te Rotselaar (Figuur 19). In de substraten in het zijkanaal (stuw) werden op linker- en rechteroever in totaal respectievelijk 17 en 56 elvers aangetroffen. Voor de substraten aan de turbine waren dat voor linker- en rechteroever respectievelijk 47 en 82 elvers. Het hoogste aantal werd gevangen met de palinggoot, 278 elvers in totaal. De meerderheid had een lengte tussen de 8 en 11 cm (Figuur 20) en was volledig gepigmenteerd. Bijgevolg werden deze als elver genoteerd. Deze hogere aantallen staan in schril contrast met de vangst van vorig jaar. In 2022 liep de monitoring van begin april tot begin september en werden met de palinggoot 5 elvers gevangen (Vandamme et al. 2024). Toen werden de individuen aangetroffen op 9 juni, 13 juli en 1 september.

De palinggoot werd dit jaar aangepast zodat deze continu optrekbaar is voor jonge paling. Vorig jaar stond deze regelmatig met de voet boven het waterniveau. Daarnaast werd ook de lokstroom die over de goot loopt, versterkt waardoor de goot beter te vinden was voor de doelsoort. Merk op dat de lokstroom op deze locatie dezelfde samenstelling heeft als het water stroomafwaarts van het knelpunt. De jonge palingen kunnen dus niet worden aangetrokken door zoeter water zoals het geval is dicht bij de kust.

We kunnen het grote verschil in vangst tussen beide jaren echter niet geheel toeschrijven aan de aanpassingen aan de goot. De zomer van 2022 was zeer droog. In 2023 viel er beduidend meer neerslag en werd er ook meer geturbineerd. De hogere aantallen zijn waarschijnlijk te wijten aan een combinatie van een beter werkende goot en een grotere aantrekking van de Dijle.

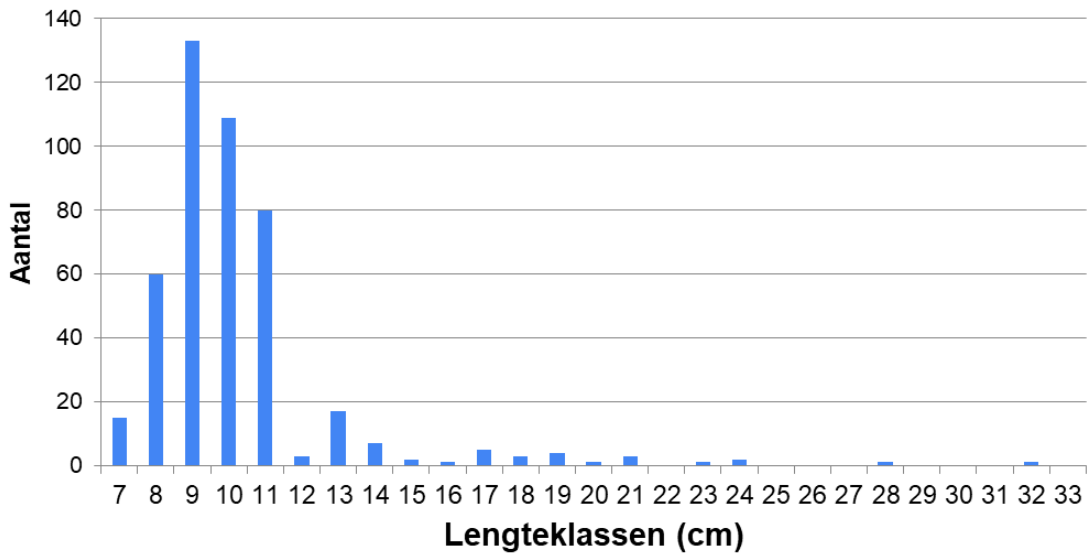


Aantal gevangen glasaal en elver Rotselaar 2023



Figuur 19 Aantal elvers gevangen met de palinggoot (in blauw) en de substraten (in rood, groen, oranje en lichtblauw) tussen begin juni en begin oktober 2023 aan de Watermolen te Rotselaar. Aan de stuw en turbine lagen substraten telkens zowel op linkeroever (LO) als rechteroever (RO).

Lengtefrequentie-distributie Rotselaar 2023

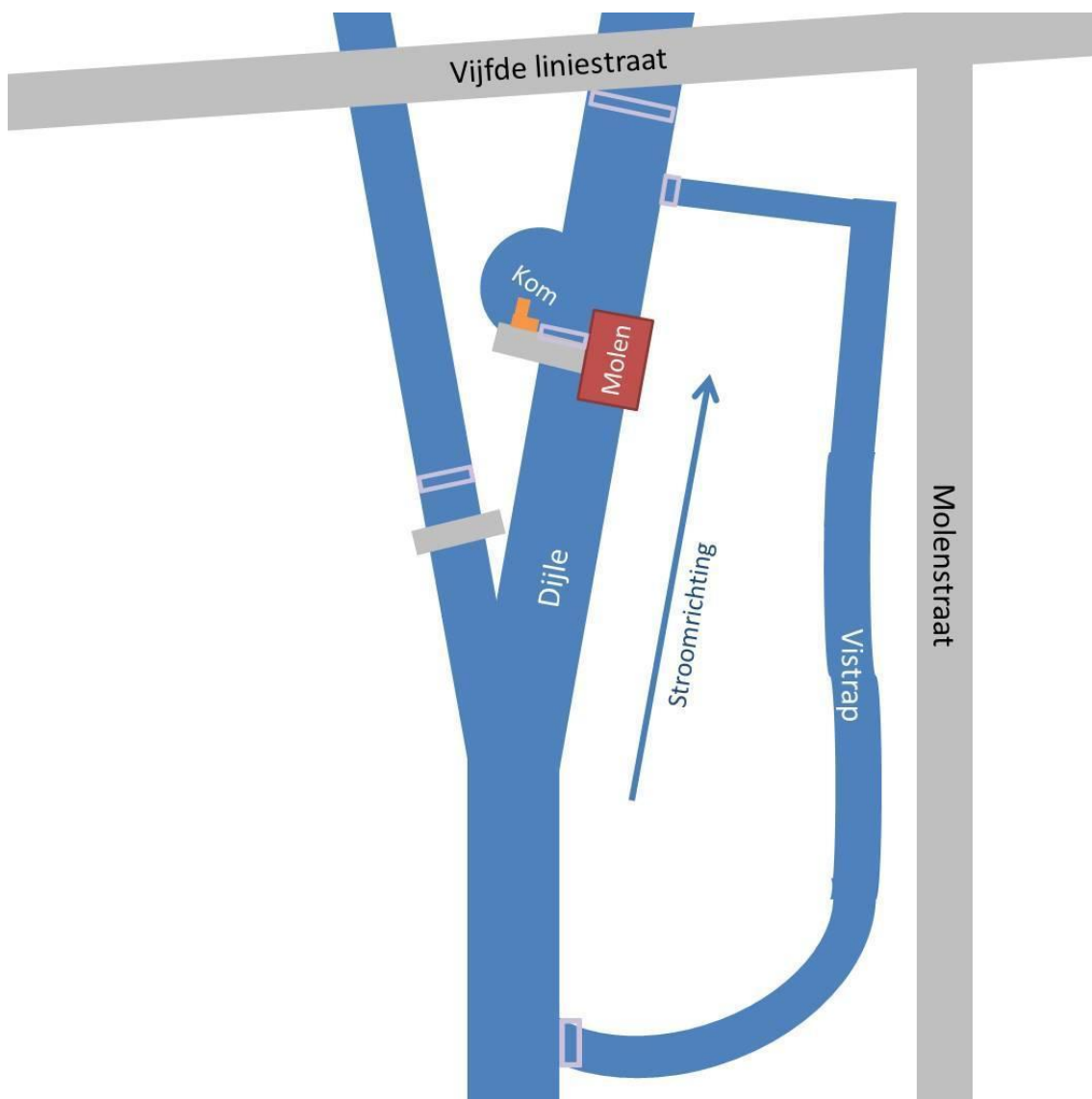


Figuur 20 Lengtefrequentiedistributie van de jonge palingen die werden gevangen met de palinggoot en substraten te Rotselaar in 2023.

1.4.4.2 Haalbaarheidsstudie PIT telemetrie

Dit jaar werden meer elvers gevangen met de goot dan vorig jaar. Ook in de substraten werden behoorlijk wat dieren aangetroffen. In totaal werden een dertigtal elvers gevangen die "PIT-baar" waren. Zes dieren werden op 13 juli meegenomen. Vier dagen na het vangen werden ze voorzien van een PIT tag. Vervolgens werden ze nog drie dagen bijgehouden in een aquarium. De dieren waren tussen de 16 en 32 cm lang. Ze overleefden allemaal de proef. Nadien werden de elvers uitgezet stroomopwaarts van de molen te Rotselaar. Gezien de beperkte studieperiode en het vermoeden dat ook eerder in het jaar elvers zullen worden gevangen, schatten we de kans hoog in dat we een voldoende aantal elvers gaan kunnen zenderen (min. 50 individuen) voor data-gedreven onderzoeksresultaten naar hun zoekgedrag.

Figuur 21 toont waar in de studie antennes (lichtgrijze kadertjes) zouden worden geplaatst. We gingen de detectierange van verschillende types antennes en de hoeveelheid ruis, die de detectiekans bepaalt, op deze verschillende locaties na. Ook de manier waarop we ze moeten plaatsen om de beste detectiekans en detectiebereik te behalen, werd nauwgezet onderzocht.



Figuur 21 Schematische weergave van het studiegebied. De molen (rood) turbineert water van onder naar boven. Naast de molen ligt een stuw (grijs) met daaronder de molenkom. Ook op de zijarm bevindt zich een stuw (grijs). Net onder de molenkom vertrekt de vistrap. De locaties waar we PIT antennes hebben getest en zouden plaatsen voor de studie, zijn aangeduid met grijze rechthoeken.

1.4.4.2.1 Antenne aan de molen

De molen turbineert water richting de molenkom. Deze sterke stroming zorgt ongetwijfeld voor aantrek van glasaaltjes en elvers. Een antenne plaatsen net onder de molen is echter niet mogelijk. Het is te diep en er is te veel ruis waardoor de detectierange ontoereikend zou zijn. Naast de molen bevindt zich een stuw die regelmatig wordt geopend om opgestapeld hout weg te spoelen. Deze stuw bestaat aan de zijde van de molenstuw uit enkele treden. Op die trede kan wel een antenne worden geplaatst. Het type antenne dat hier de voorkeur draagt is een Litz Cord Antenna. Deze kan worden aangesloten op het net (220 V). Het bereik met een FDX 12

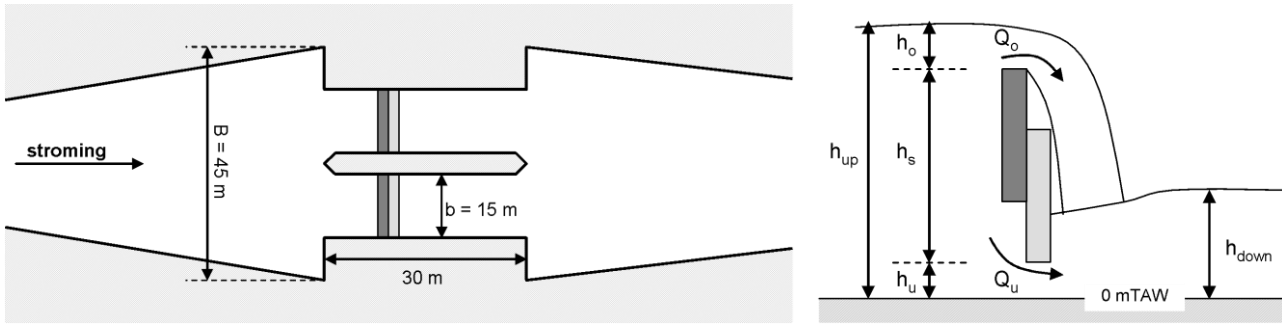


"Het stuwcomplex bestaat uit twee geulen van 15 meter breed, die elk met een dubbele stuw zijn uitgerust. De bodemplaat van de stuw ligt op 0 mTAW.

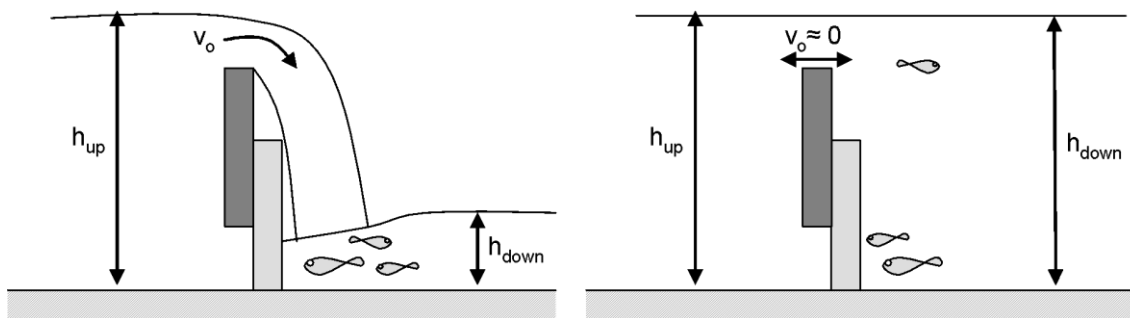
De berekeningen tonen aan dat voldoende lage stroomsnelheden onder de stuw bereikt worden wanneer de stuw opgetrokken wordt vanaf een opwaarts-afwaarts peilverschil van maximum 10 cm. De optrekhoogte moet minimaal 0,25-0,65 cm zijn om ook grotere vissen goede passagemogelijkheden te bieden (Kroes & Monden 2005). Wanneer het peilverschil groter wordt, moet de stuw volledig opgetrokken of terug op de bodem geplaatst worden, zodat geen te grote stroomsnelheden onder de stuw ontstaan die schadelijk zijn voor stroomafwaarts migrerende vissen.

Bij het aangepast stuwbeheer wordt de stuw geopend voor vismigratie wanneer het afwaartse peil hoger of gelijk is aan het referentiepeil of wanneer het afwaartse peil hoger is dan het opwaartse peil en kleiner is dan het referentiepeil, ongeveer 4,8 m. De stuw wordt geopend door de benedenschuif te heffen tot het kleinst toegelaten schuifverschil en deze dan synchroon te heffen tot wanneer de benedenschuif geopend is over een hoogte van één meter. Deze open stand laat vismigratie toe tussen het opwaartse en afwaartse peil. De stuw zal gesloten worden wanneer het opwaartse peil één meter onder het referentiepeil staat. Door de benedenschuif te laten dalen naar de benedenpositie en de bovenschuif volledig op te tillen, wordt de waterstroom onderbroken."

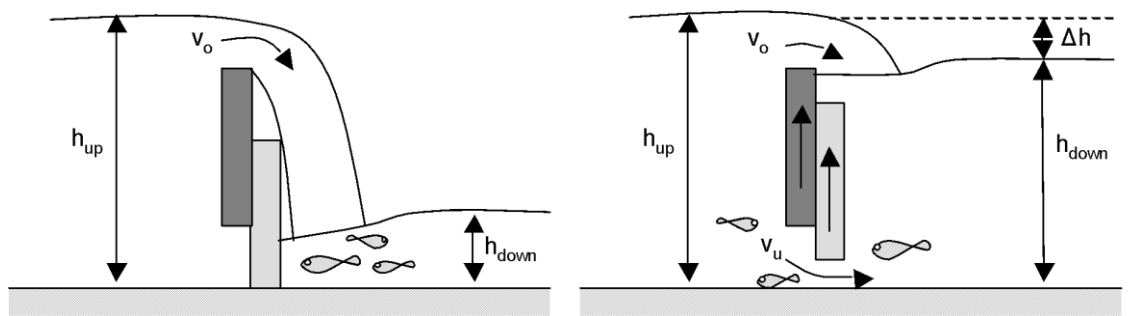




Figuur 22 Schema van het stuwcomplex op de Dijle in Mechelen. Links is het bovenaanzicht, rechts het zijaanzicht. Met h_0 & Q_0 = hoogte van de waterkolom en debiet over de stuw, h_s = hoogte van de stuwplaten, h_u & Q_u = hoogte van de waterkolom en debiet onder de stuw, h_{up} = stroomopwaarts waterpeil, en h_{down} = stroomafwaarts waterpeil.



Figuur 23 Schematische voorstelling van hoe de werking van de stuw op de Dijle in Mechelen vroeger was. Passage was voor vis enkel mogelijk over de stuw wanneer deze volledig onder water stond.



Figuur 24 Schematische voorstelling van de aangepaste werking van de stuw op de Dijle in Mechelen (naar Steven & Coeck 2009). De stuw schuift omhoog waardoor vis er onderdoor kan zwemmen.

De automatische bediening van de vismigratieschuif is sinds begin 2023 stuk (persoonlijke communicatie Geert Roggeman, Districtshoofd bij De Vlaamse Waterweg). De schuif werd in 2023 daarom manueel geopend en gesloten. Deze gegevens zijn niet bijgehouden. Het is daarom niet mogelijk om na te gaan hoe vaak het knelpunt passeerbaar was voor vis dit jaar. Het

probleem zou tegen eind 2023 van de baan zijn, maar is op heden (eind 2024) nog niet opgelost.

Aangezien we elvers vangen in Rotselaar, weten we dat op zijn minst een deel van de elvers de vismigratieschuif in Mechelen kunnen passeren. Omdat de vismigratiestuw geen hard knelpunt vormt voor de elvers, veronderstellen we dat ze er niet zullen accumuleren wat het vangen moeilijker maakt. Bovendien kunnen ze tijdens hun stroomopwaartse tocht kiezen tussen de Dijle of de Demer. Omdat ook Aartselaar (het eerste knelpunt stroomopwaarts als ze de Demer zouden opzwellen) is opgelost, is het ook hier niet mogelijk of moeilijk om elvers te onderscheppen met bijvoorbeeld substraten. Tussen Mechelen en Aartselaar vonden we nergens een mogelijkheid om een antenne te plaatsen die voldoende bereik zou hebben om met zekerheid te weten welke dieren zijn gepasseerd. Samengevat betekent dit dat de kans op detecties in Rotselaar heel laag zal zijn en weinig kan vertellen over de effectiviteit van het vismigratiebeheer van de stuw. Deze studie vraagt een andere, specifieke aanpak zoals bijvoorbeeld akoestische telemetrie waarbij stations met een groter bereik (i.e. ca. 200 m) dan PIT antennes gebruikt worden (Verhelst et al. 2018). Deze zenders zijn echter te groot voor elvers.

1.4.5 Discussie

1.4.5.1 Haalbaarheidsstudie PIT telemetrie

Op basis van de testen dit jaar kunnen we stellen dat het haalbaar is om een PIT telemetrie studie uit te voeren naar het zoekgedrag van de elvers aan de molen van Rotselaar. De antennes hadden een voldoende groot tot goed bereik. Het aantal gevangen elvers dat groot genoeg is om te kunnen voorzien van een PIT tag schatten we in als voldoende. Bij de effectieve telemetriestudie zullen we uiteraard vroeger in het jaar starten met vissen om zo veel mogelijk 'PIT'-bare elvers te vangen.

Om het aantal elvers dat we kunnen inzetten in de studie zo hoog mogelijk te houden, kiezen we voor de Biomark set-up. Dit is een full duplex systeem dat als voordeel heeft dat de te gebruiken tags 12 mm (APT12 FDX-B High-Performance PIT tag) zijn. Er kunnen ook meer tags per seconde worden gelezen door de antenne. Er zijn nog kleinere tags beschikbaar dan de 12 mm, maar deze hebben een te beperkt detectiebereik. Alternatief zou het half duplex systeem van Oregon zijn. Deze antennes zijn minder onderhevig aan ruis, goedkoper en vragen minder energie. De tags die je bij dit systeem dient te gebruiken zijn echter groter (14 mm), waardoor we een groot aandeel van de gevangen elvers niet zouden kunnen taggen en hoogstwaarschijnlijk te weinig dieren zouden hebben om de studie te kunnen uitvoeren.

De antennes werden allen getest op batterij. Enkel de antenne op de drempel naast de molen werd getest wanneer die was aangesloten op het net. Voor sommige antennes willen we gebruik maken van zonnepanelen (de meest stroomopwaartse antenne in de vistrap en de twee antennes in het zijkanaal). Verschillende systemen en set ups met zonnepanelen werden getest op de hoeveelheid ruis bij een bedrijf in Nederland. Helaas was het



die dag erg grijs en sneeuwde het. Door het donkere weer leverden de zonnepanelen slechts 1 Watt. De set up zonder zonnepaneel met batterij had een ruis van 20%. Wanneer het zonnepaneel werd aangesloten dat op dat moment 1 Watt leverde, werd een ruis van 28 a 29% gedetecteerd. We kunnen verwachten dat op een zonnige dag als het zonnepaneel ongeveer 10 Watt levert, de ruis nog ongeveer 10% hoger zal liggen. Dit is echter nog steeds een acceptabele en werkbare hoeveelheid ruis. Bij dit systeem komt ook een applicatie waarmee je het laadniveau van je batterijen kan bijhouden vanop afstand.

In de vistrap werd ook een Submersible Antenna System van Biomark getest. Deze had echter geen bereik over de gehele breedte van de geul, waardoor we de elvers die langs de zijkanten van de vistrap zwemmen, zouden missen.

1.4.5.2 Vismigratiestuw Mechelen

Vermeersch et al. (2016) gingen reeds de passeerbaarheid van de vismigratieschuif na voor verschillende vissoorten waaronder (grotere) paling. Er werd geconcludeerd dat de stuw voor geen enkele soort een hindernis bleek te vormen. Men zag in de studie dat de passage van zowel bot als paling werd belemmerd wanneer een van beide stuwpanelen op de bodem blijft staan en er geen lozing onder de panelen mogelijk is. Dit is ook het geval wanneer de stroming onder de panelen te sterk wordt door een groot verval tussen de opwaartse en afwaartse peilen. Ook voor elvers zal het niet mogelijk zijn stroomopwaarts te zwemmen wanneer de stroming erg sterk is. De dieren zullen op dat moment zich tussen de stenen in de bodem verschuilen. Wanneer de stroming vermindert en zelfs water wordt binnengelaten, zullen de elvers zich opnieuw in de waterkolom begeven en onder de schuif heen zwemmen. Aangezien we elvers vangen in Rotselaar, weten we dat ze de vismigratieschuif in Mechelen kunnen passeren.

Het blijkt niet mogelijk een of meerdere antennes te plaatsen die ons zouden kunnen informeren over het aandeel elvers dat is teruggekeerd (stroomafwaarts) na het taggen in Mechelen, of het deel dat de Demer opzwom in plaats van de Dijle. De elvers stroomopwaarts op de Demer proberen vangen, lijkt ons ook niet evident aangezien er geen harde knelpunten zijn stroomopwaarts. Bovendien bestaat de kans dat de elvers in dit deel van de waterloop minder gemotiveerd zijn om stroomopwaarts te migreren. Het is mogelijk dat een deel van de intrekkende dieren zich hier settelt.

1.4.6 Aanbevelingen

Op basis van onze bevindingen stellen we voor de PIT telemetriestudie uit te voeren in 2024. We zullen in februari de goot activeren en zo veel mogelijk substraten plaatsen. Dan beginnen we ook met het zorgvuldig plaatsen van de antennes. Om dit goed te kunnen doen, zal het van belang zijn dat het waterniveau tijdelijk 20 à 30 cm wordt verlaagd stroomafwaarts van de molen. Zodra de antennes geplaatst en goed getuned zijn, kunnen we de voldoende grote elvers voorzien van een 12 mm PIT tag. De gelogde gegevens zullen iedere maand worden uitgelezen.

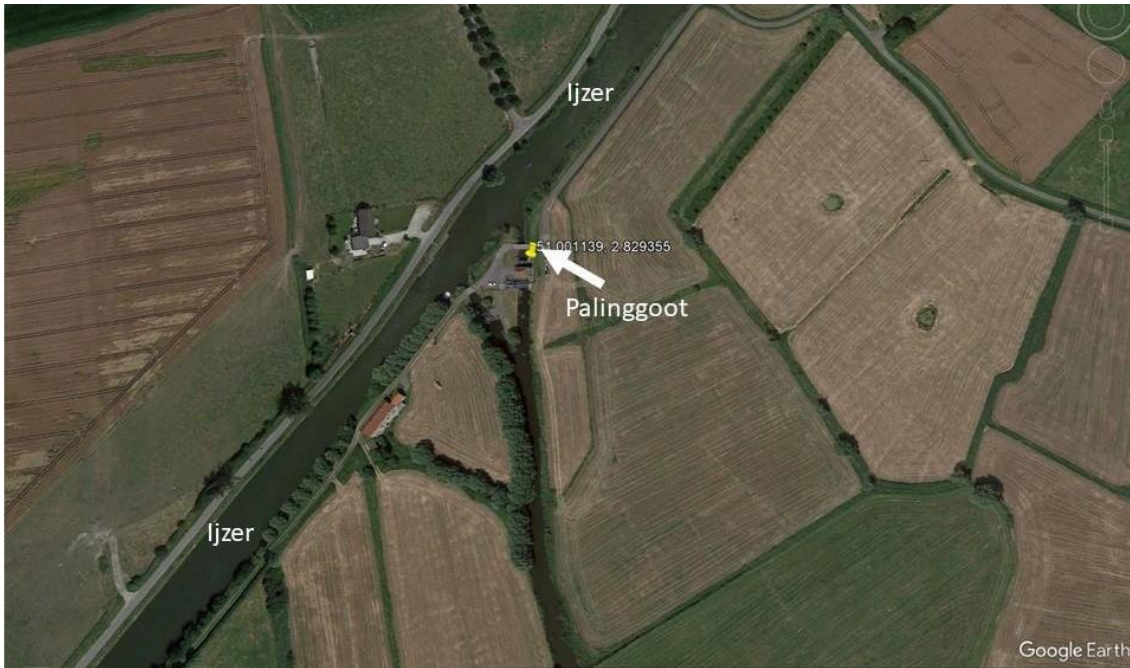


De vismigratieschuif in Mechelen meenemen in deze studie blijkt niet evident. Deze studie vraagt een andere, specifieke aanpak zoals bijvoorbeeld akoestische telemetrie waarbij stations met een groter bereik (i.e. ca. 200 m) dan PIT antennes gebruikt worden (Verhelst et al. 2018). Deze zenders zijn echter te groot voor elvers. Het is belangrijk dat het automatische systeem op de schuif opnieuw goed functioneert. Het is niet de eerste keer dat deze stuk is. Wanneer de schuif opnieuw automatisch opent en sluit, kan worden opgevolgd hoe vaak dit knelpunt daadwerkelijk passeerbaar is voor jonge paling.

1.5 INTREK VAN GLASALEN EN ELVERS VANUIT DE IJZER NAAR HET STROOMGEBIED VAN DE STENENSLUISVAART EN DE BLANKAART

1.5.1 **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 glasalen 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 25). De waterbeheerder (Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)) plant om het pompstation Woumen (met financiële steun van het Visserijfonds) visveiliger te maken voor stroomafwaarts migrerende palingen (schieralen); het gemaal bestaat tegenwoordig namelijk uit een schroef die mogelijks bijna 100% mortaliteit veroorzaakt (Buisse et al. 2013). In dit onderzoeksprogramma visserij wordt net als vorig jaar nagegaan of de intrek van glasalen en elvers naar de polder zou kunnen verbeterd worden door de aanleg van een palinggoot.



Figuur 25 Locatie van het pompstation Woumen voorzien van de experimentele palinggoot.

1.5.2 Doelstelling

In het huidige onderzoeksprogramma werd een experimentele palinggoot geplaatst ter hoogte van het pompstation in overleg met de waterloopbeheerder. De opvangbak werd meerdere keren per week geleegd van 22 februari tot 20 juni 2023 in samenwerking met een vrijwilliger.

1.5.3 Werkwijze

Een experimentele palinggoot (Figuur 26) werd geïnstalleerd ter hoogte van het pompstation in overleg met de VMM. Met behulp van deze goot werd het optrekken van glasalen en elvers nagegaan. De opvangbak van de goot werd meerdere keren per week leeg gemaakt afhankelijk van het aantal optrekkende glasalen en elvers. Vervolgens werden de vangsten gekwantificeerd en de glasalen en elvers onderworpen aan een biometrische analyse. Indien het totale aantal glasalen 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 van deze gegevens werd dan geschat hoeveel jonge paling er werd gevangen. Na analyse werden deze vrijgelaten stroomopwaarts van het knelpunt. De bemonsteringen vonden plaats tussen 22 februari en 20 juni 2023.



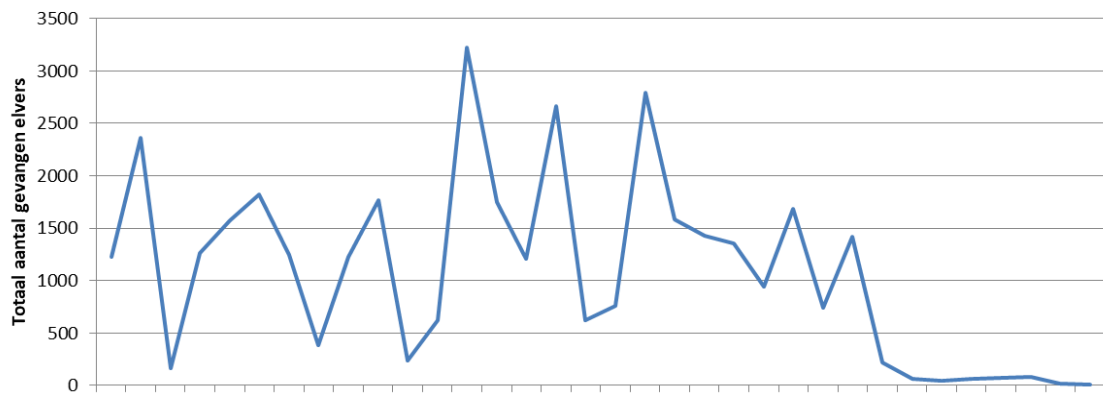
Figuur 26 De experimentele palinggoot die stroomafwaarts van het pompstation in Woumen werd geplaatst.

1.5.4 Resultaten

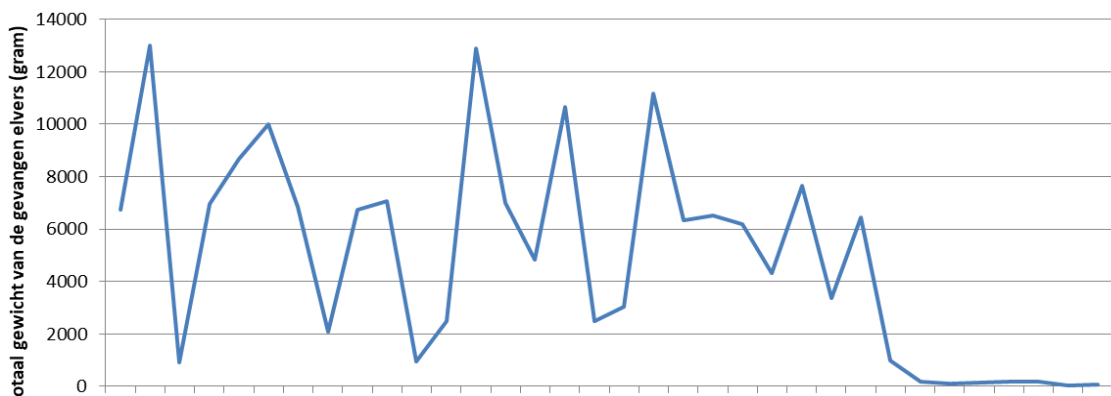
1.5.4.1 Vangstaantallen

In 2023 klommen 1 251 glasalen de palinggoot op, alsook meer dan 167 kg elvers. Telkens werden zowel het totale gewicht van de vangst als het gewicht van een substaal met gekend aantal bepaald. Op basis daarvan kan een inschatting worden gemaakt van het aantal elvers dat dit jaar werd overgezet. Het totale aantal werd geschat op 36 614 elvers. In 2022 waren dat nog 145 glasaaltjes en 17,4 kg elvers (naar schatting 5 788 individuen). De vangst dit jaar ligt beduidend hoger (bijna 10x) dan deze van vorig jaar. Elvers werden gevangen van februari tot eind mei. In juni waren de aantallen sterk teruggevallen (Figuur 27 boven en midden). De glasalen werden net als vorige jaren wat later in het seizoen voor het eerst gevangen, vanaf midden april (Figuur 27, onder).

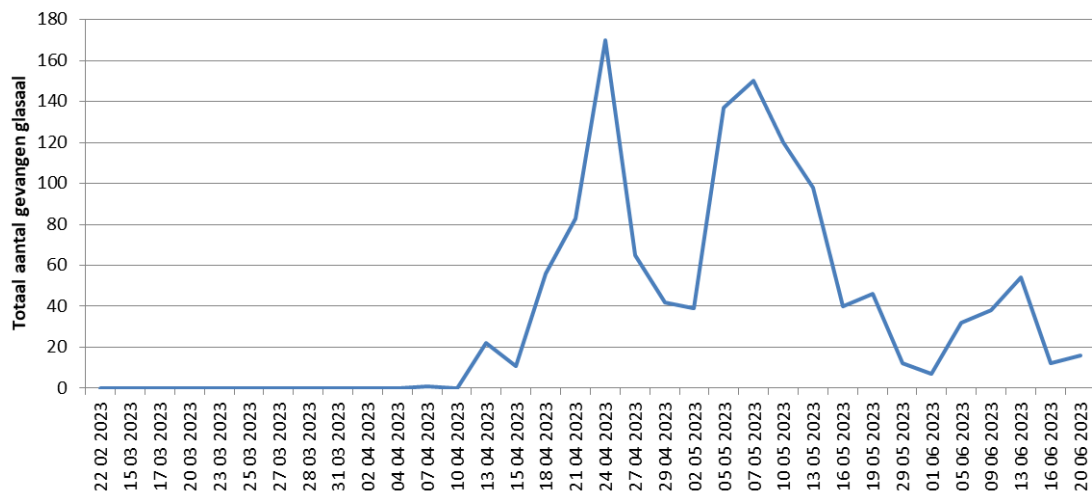
Totaal aantal elvers 2023 Vrouwen



Totaal gewicht elvers 2023 Vrouwen



Totaal aantal gevangen glasaal 2023 Vrouwen

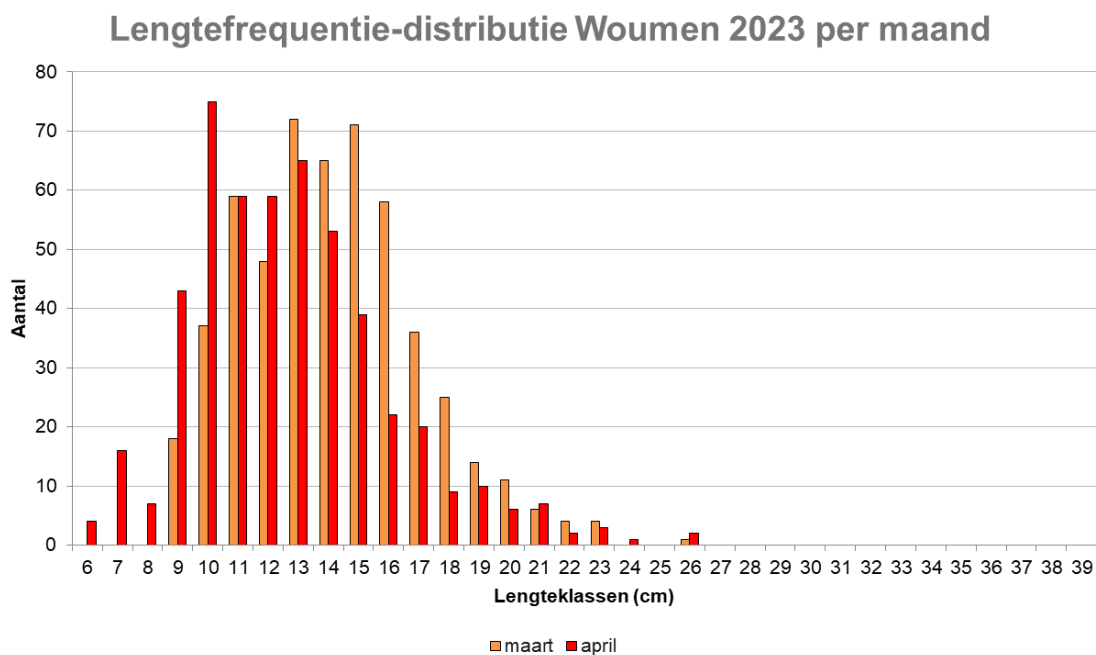


Figuur 27 Het aantal elvers (boven), gewicht elvers (midden) en aantal glasaal (onder) dat werd gevangen met de experimentele palinggoot in Woumen in 2023 doorheen de monitoringsperiode.

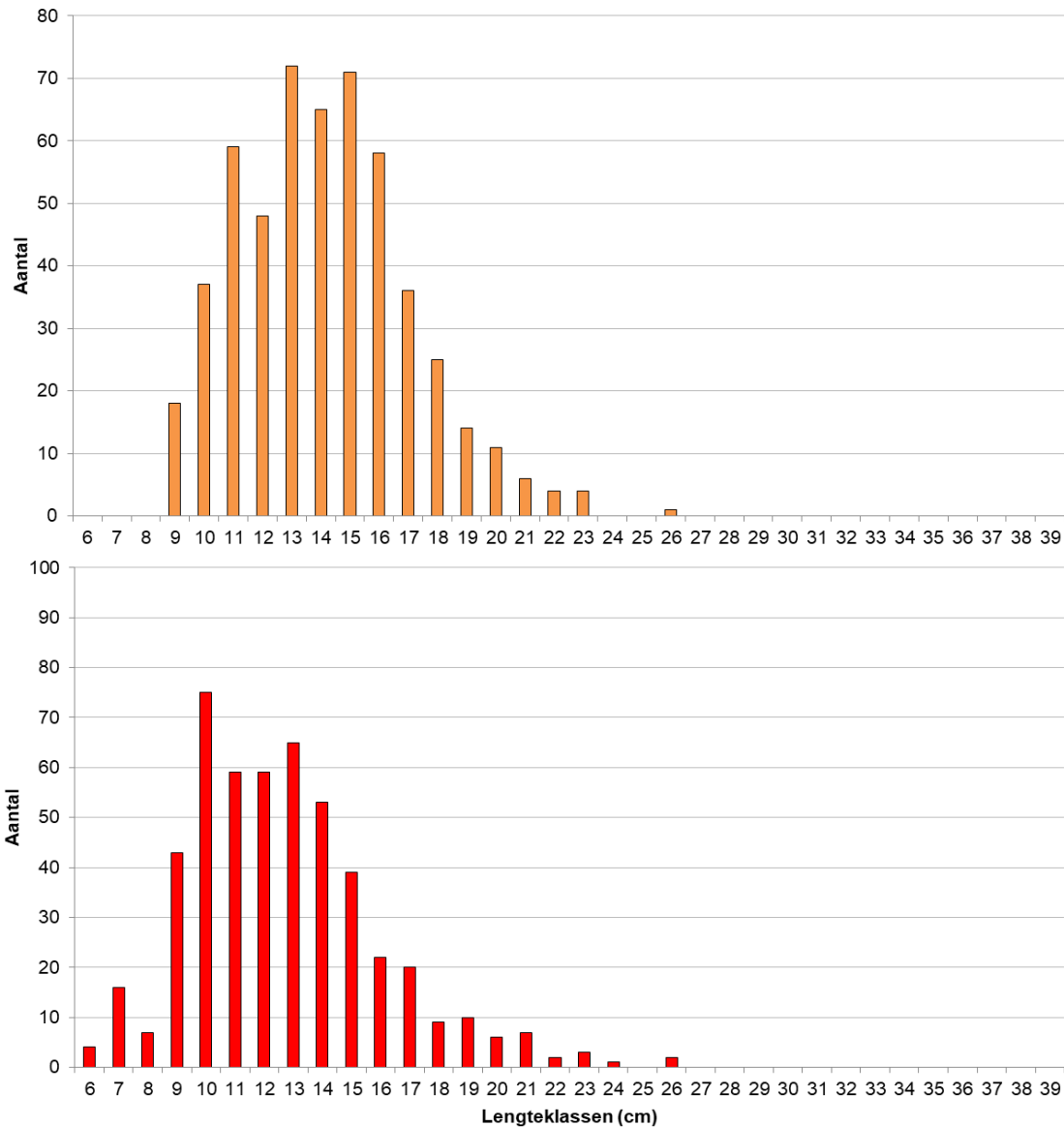
1.5.4.2 Lengtefrequentie-distributie

De gevangen glasaaltjes en elvers werden gemeten tijdens een bemonstering in maart en een in april. Bij de andere controlemomenten werden het totale gewicht en (indien nodig voor het bepalen van het totale aantal) het gewicht van een geteld substaal bepaald. Er werden 500 individuen geteld van een representatief deel van de totale vangst. Hierdoor kunnen we er vanuit gaan dat de bekomen gegevens representatief zijn voor die maand. Op

Figuur 28 en Figuur 29 is te zien dat het grootste aandeel van de gevangen dieren een lengte had tussen de 9 en 19 cm. De glasaaltjes komen pas toe in april (lengte 6 – 8 cm in het rood).



Figuur 28 Lengtefrequentie-distributie van glasalen en elvers gevangen te Woumen van maart en april 2023, weergegeven per maand.

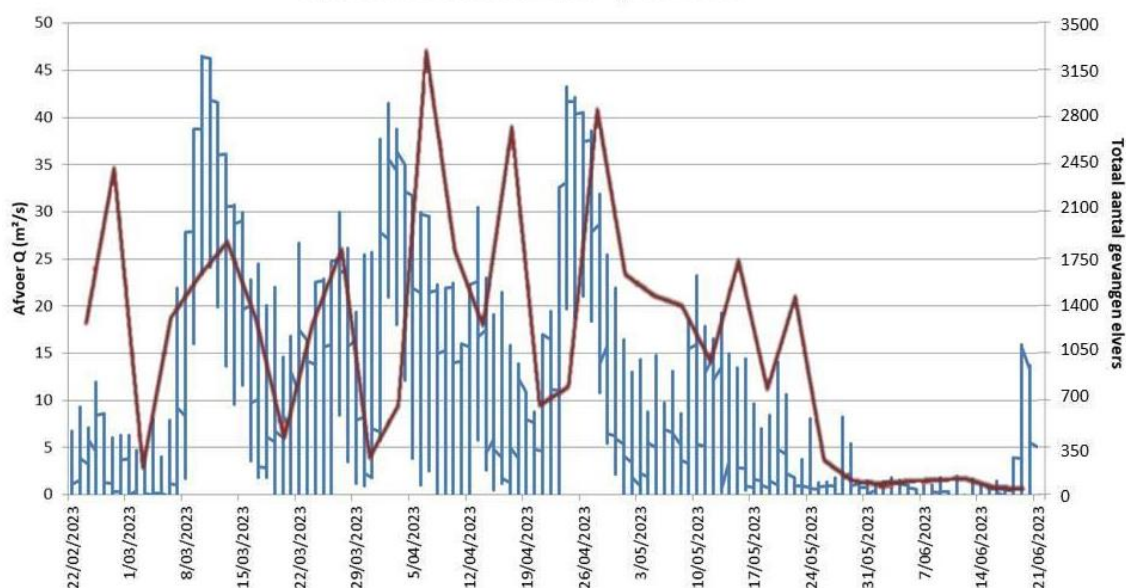


Figuur 29 Lengtefrequentie-distributie van glasalen en elvers gevangen te Woumen in maart (oranje) en april (rood) 2023 (boven en onder respectievelijk).

1.5.4.3 Afvoer

De afvoer op de IJzer ter hoogte van Keiem geeft een idee van hoeveel er werd gespuid. Wanneer we deze afvoer plotten tegenover het totale aantal elvers dat werd gevangen in Woumen (Figuur 30), zien we een rechtevenredige relatie. 2023 kende een zeer nat voorjaar waardoor er veel water werd afgevoerd. We vermoeden dat dit leidde tot een sterke lokstroom en aantrek van jonge paling. De vrijwilliger noteerde wanneer het pompstation draaide en wanneer niet. Er is geen duidelijke trend te zien die aangeeft of het werken van station net wel of net niet positief was voor het aantal elvers.

Afvoer Keiem februari - juni 2023



Figuur 30 De afvoer (in m³/s) t.h.v. Keiem (blauw) met daarop het totaal aantal gevangen elvers (bruin) geplote voor de bemonsteringsperiode van 22 februari 2023 tot 20 juni 2023.

1.5.5 Discussie

Het stroomgebied van de Stenensluisvaart en de Blankaart heeft veel potentieel als opgroeigebied voor paling. Tot vorig jaar was het echter nog niet optrekbaar voor glasalen en elvers vanuit de IJzer. In 2022 bleek de experimentele palinggoot reeds zeer goed te functioneren. Net als toen werden dit jaar voornamelijk grotere elvers gevangen. Het aantal lag dit jaar echter tien maal hoger dan vorig jaar. De elvers werden met de goot gevangen van zodra deze werd opgestart (tweede helft van februari). Op de glasaaltjes was het net als in 2022 wachten tot midden april. Eind mei namen de aantallen gestaag af.

2023 was een natter jaar dan 2022. Het aantal elvers dat we vingen in 2022 werd reeds als hoog ervaren. Door de verhoogde afvoer in het stroomgebied, werden veel elvers gelokt naar het gemaal en gevangen in de palinggoot. De totale vangst was dit jaar dan ook bijna tien maal hoger dan deze van 2022.

De grote aantallen die werden gevangen tonen aan dat een permanente palinggoot met buizenconstructie, om de jonge palingen op eigen houtje te kunnen laten optrekken naar de polder, erg welkom is op deze locatie. Het toont namelijk dat op bepaalde plaatsen de concentratie jonge paling zich ophoopt aan een knelpunt om geschikt habitat verder stroomopwaarts te koloniseren. Indien passage niet gerealiseerd wordt, bestaat de kans dat een groot deel sterft door predatie, voedselconcurrentie en ziekte. De rekruten die dit jaar en de komende jaren in de polder terecht komen, zullen binnen enkele jaren terug stroomafwaarts migreren als schieralen.



De waterbeheerder (VMM) plant om het pompstation Woumen (met financiële steun van het Visserijfonds) visveiliger te maken voor uittrekkende paling door het vervangen van de vizzels. De visveiligheid hiervan zal een belangrijke invloed hebben op het aantal dat er in slaagt ongeschonden de zee te bereiken. Het gebied zou bereikbaar worden gemaakt voor vis in twee richtingen met behulp van een Vislift Up 1500. Voor stroomafwaartse vismigratie moet rekening gehouden worden met het feit dat vissen de hoofdstroom nemen en daarbij weinig gevoelig zijn voor kleine perifere waterstromen (Silva et al. 2018). We hebben dan ook enige bezorgdheid of de Vislift Up 1500 effectief in stroomafwaartse richting kan werken. Omdat we vermoeden dat de meeste vissen stroomafwaarts door het gemaal zullen migreren, is het belangrijk dat dit gemaal zo visveilig mogelijk wordt gemaakt. De veiligste pomp die momenteel op de markt beschikbaar is, is een gesloten buisvizzel (Broos et al. 2023 in prep.). Recent testte het INBO een visveilige axiaalpompe (Fairbanks Nijhuis), maar die bleek een hoge mortaliteit te veroorzaken bij brasem en blankvoorn. 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.

1.5.6 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. Anderzijds is het ook de moeite waard om een constructie te maken waarbij geen mensen meer nodig zijn, maar de glasalen en elvers zelf naar de overkant geraken. Deze locatie is zeer interessant om de intrek van glasalen en elvers te monitoren. Het loont de moeite om mogelijke telapparatuur en/of video-opstellingen te onderzoeken.

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 vizzels. We vermoeden dat de meeste vissen stroomafwaarts door het gemaal zullen migreren. De veiligste pomp die momenteel op de markt beschikbaar is, is een gesloten buisvizzel (Broos et al. 2023 in prep.). Het beschikbaar maken van habitat voor paling en een veilige stroomafwaartse migratie garanderen is essentieel om de populatie opnieuw te doen toenemen en zo tegemoet te komen aan de Europese Palingverordening.



1.6 ONTWERPCRITERIA VOOR DE BOUW VAN EEN PALINGGOOT

1.6.1 Situering

Dankzij de talrijke laaglandrivieren, beken, kanalen en kreken wordt Vlaanderen beschouwd als een belangrijke regio voor de opgroei van paling.

Echter, het aantal glasaal van de Europese paling (*Anguilla anguilla* L.) dat onze kust bereikt, kent al sinds de jaren 1980 een sterke achteruitgang (ICES 2017). Daarom wordt de soort sinds enkele jaren als ernstig bedreigd beschouwd (Jacoby & Gollock 2014). Oorzaken voor deze trend zijn een verslechtering van de waterkwaliteit en habitatcondities, migratiebarrières, verhoogde predatie, visserij en klimaatveranderingen (Dourineau et al. 2018, Miller et al. 2016). Om de Europese paling voor uitsterven te behoeden, heeft de Europese Unie in 2007 de Palingverordening (EC No. 1100/2007) uitgevaardigd, die het behoud en het herstel van de soort beoogt. Waterbeheerders focussen daarom op het passeerbaar maken van migratiebarrières zodat de palingpopulatie opnieuw kan toenemen.

In functie van verschillende onderzoeksprogramma's heeft het Instituut voor Natuur en Bosonderzoek (INBO) meer dan 10 jaar ervaring met de zelfbouw en monitoring van tijdelijke, experimentele palinggoten: dit zijn constructies die glasalen (ca. 7 mm lange, doorzichtige palingen die onze rivieren en kanalen koloniseren) en elvers (volledig gepigmenteerde palingen van maximum 380 mm) landinwaarts in onze waterlichamen (i.e. rivieren, beken, kanalen, polderwaterlopen en kreken) helpen langsheen migratiebarrières (vb. een uitwateringsschuif, sluis, stuw of gemaal). Verder in dit rapport gebruiken we de term 'jonge palingen' als benaming voor zowel glasalen als elvers.

Dit rapport beschrijft de ontwerpcriteria voor de bouw van permanente palinggoten. Voorwaarden waaraan de permanente palinggoten moeten voldoen, kunnen onderverdeeld worden in volgende categorieën:

- Efficiëntie
- Duurzaam en onderhoudsvriendelijk
- Geautomatiseerde monitoring

Via permanente robuuste palinggoten kan de intrek van jonge paling op lange termijn gerealiseerd en opgevolgd worden.

Dit luik werd eveneens op zichzelf gepubliceerd als "ONTWERPCRITERIA VOOR DE BOUW VAN EEN PALINGGOOT, In functie van de stroomopwaartse migratie van jonge paling langs vismigratieknelpunten (2025) door Vandamme L., Buysse D., De Maerteleire N., Plaetinck S., Rosseel D., Pieters S., Coeck J. en Verhelst P.

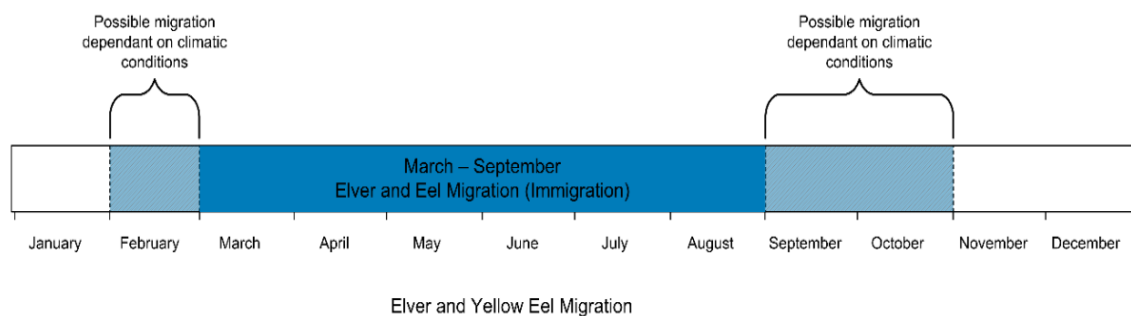
1.6.2 Efficiëntie

1.6.2.1 Werkingsperiode

Verschillende factoren zijn bepalend voor de efficiëntie van een palinggoot. De opstelling dient niet het volledige jaar actief te zijn, maar wel tijdens de maanden dat de meeste jonge palingen stroomopwaarts willen migreren. INBO heeft gedurende een aantal jaren op verschillende locaties palinggoten getest en gemonitord tijdens langere periodes. Voorbeelden zijn:

- aan het Caemerlinckxgeleed nabij de monding van het Kanaal Gent-Oostende
- aan het pompgemaal Kwetshage-Paddegat bij de monding van de Jabbeekse beek in het Kanaal Gent-Oostende
- in het Boudewijnkanaal ter hoogte van de RWZI in Brugge
- bij de watermolenstuw op de Dijle in Rotselaar
- in de IJzer t.h.v. het pompstation op de Stenensluisvaart in Woumen

In deze palinggoten werden jonge palingen gevangen vanaf februari tot en met september met meestal een piek in de vangst rond april en mei. Echter, ook buiten deze 'piekperiode' werden regelmatig grote vangsten waargenomen (Figuur 31, Environment Agency 2023). Dit komt omdat de migratieperiode van jonge palingen beïnvloed wordt door klimatologische condities. Watertemperatuur en debiet kunnen immers seizoenaal variëren. Op basis van de literatuur en monitoring door het INBO kunnen we stellen dat jonge palingen migreren van februari tot en met oktober. Daarom raden we aan om zeker tijdens deze periode de palinggoten operationeel te hebben.



Figuur 31 Periode waarin opwaartse migratie optreedt volgens The Environment Agency 2023.

1.6.2.2 Locatie en omgevingsfactoren

Jonge palingen die stroomopwaarts migreren worden aangetrokken door een waterstroom die werkt als een lokstroom (Drouineau et al. 2015). Tijdens de monitoring van de opwaartse palingmigratie d.m.v. een palinggoot aan het gemaal van Woumen observeerde het INBO een beduidend groter aantal jonge palingen in 2023 vergeleken met de

voorgaande jaren. Het INBO wijdt dit aan de hogere afvoer in 2023 vanuit het Blankaartbekken (i.e. nat voorjaar waardoor meer water verpompt werd), wat vermoedelijk resulteerde in een grotere aantrekking van jonge palingen uit de IJzer richting het gemaal. Dit is in overeenstemming met de bevindingen van Griffioen et al. (2024) dat een hogere afvoer aan een pompemaal meer paling aantrekt. Daarom is het belangrijk dat de palinggoot wordt geplaatst op een locatie waar reeds een lokstroom aanwezig is of een attractieve lokstroom gecreëerd kan worden om de detecteerbaarheid en daarmee ook de effectiviteit van de goot te verhogen (Environment Agency 2023).

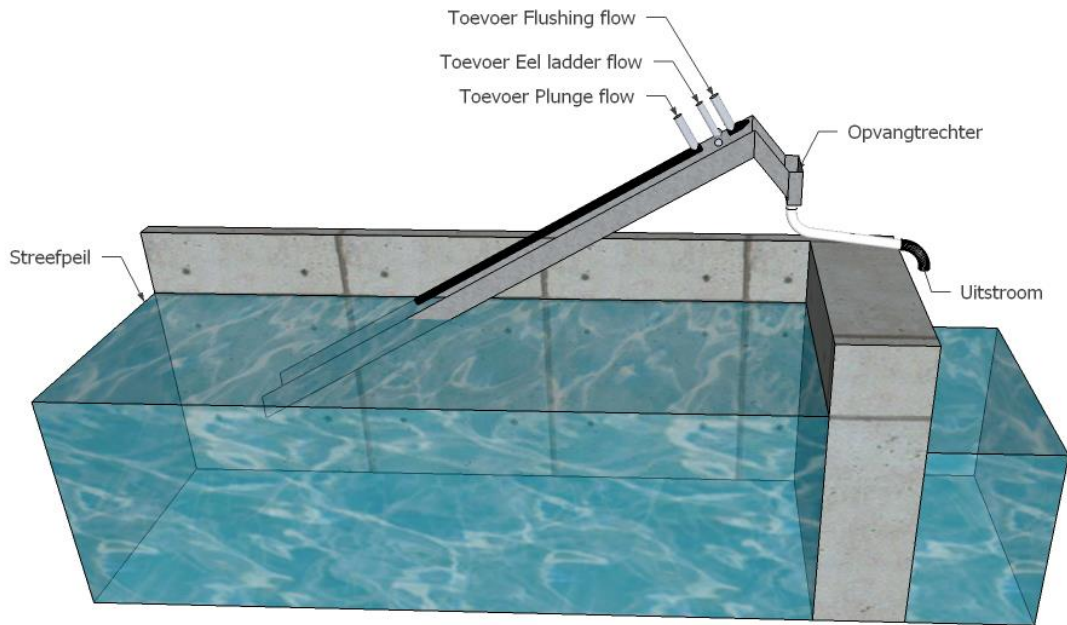
Verder kan artificieel licht een negatief effect hebben op de werking van de palinggoot. Literatuur benadrukt namelijk dat paling licht vermijdt en voornamelijk in het donker migreert (Vollestad et al. 1986, Feunteun et al. 2003, Aldinger et al. 2017). We raden daarom aan om een permanente palinggoot bij voorkeur niet nabij straat- of andere kunstmatige verlichting te plaatsen.

1.6.2.3 Afmetingen

De palinggoot (Figuur 32) heeft een lengte van 1,0 tot 4,5 m en een hoek tot 45° (Don 2020). De experimentele palinggoten die het INBO reeds plaatste en monitorde, hadden eveneens een maximale lengte van 4,5 m onder een hoek niet steiler dan 45°. Hoewel er voorbeelden bestaan van langere goten (Baran et al. 2012), verkiezen we dit te vermijden. Indien de locatie een langere goot vereist, raden we aan om eerst een experimentele goot te bouwen en de effectiviteit gedurende een bepaalde periode te monitoren, alvorens tot een permanente constructie over te gaan.

De goot dient voldoende breed te zijn om grote aantallen palingen uit verschillende lengteklassen te laten passeren. Gangbare breedtes zijn bij voorkeur 30 tot 60 cm. Bredere goten blijken vaak effectiever in het voorzien van voldoende lokstroom en worden gemakkelijker gevonden (Environment Agency 2023).

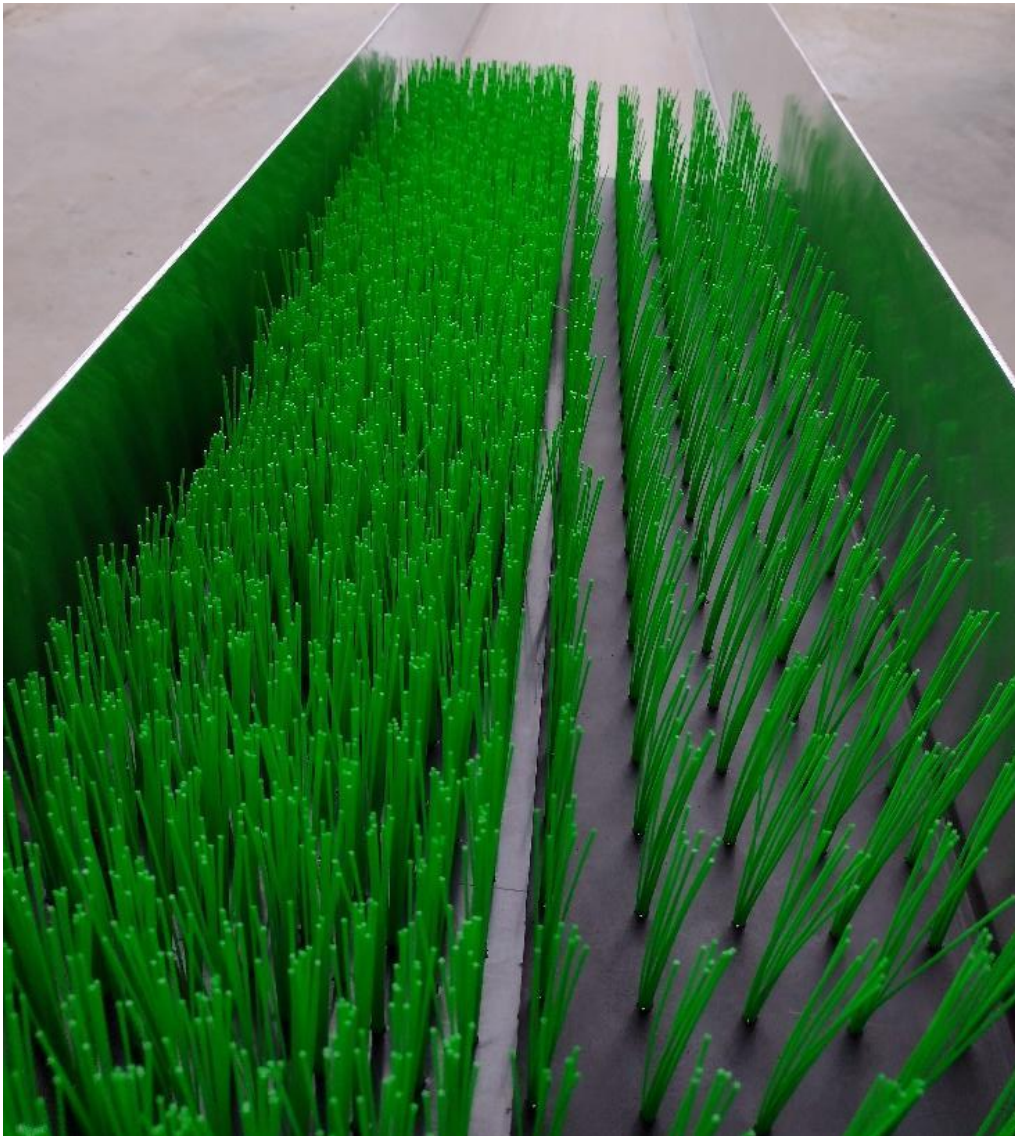




Figuur 32 Schets van een palinggoot met aanbevolen afmetingen

1.6.2.4 Klimsubstraat

Verschillende types substraat werden reeds getest om de optrek van jonge palingen te faciliteren. Het substraat geeft de dieren houvast om omhoog te klimmen. Het INBO heeft zeer goede ervaringen met borstels (Figuur 33) en raadt daarom deze materie aan. De borstels die in de goot worden gelegd, bestaan uit twee verschillende dichtheden waardoor jonge palingen met verschillende lengtes kunnen kiezen welke borstels voor hen het makkelijkste zijn om naar boven te kruipen en dus het minste energie kosten. Spleten, naden en putten in de goot en constructie moeten worden vermeden zodat de dieren hier niet in vast komen te zitten.



Figuur 33 Borstels met twee verschillende dichtheden zoals toegepast in de beproefde INBO-palinggoten.

1.6.2.5 Watertoevoer

De watertoevoer over de goot wordt voorzien door middel van een waterpomp, waarbij de waterstroom regelbaar is. Het substraat in de palinggoot hoeft niet volledig onder water te staan. Het is belangrijk dat ter hoogte van de toevoerpunten de goot over de volledige breedte 'beregend' wordt. De hoeveelheid water in de goot dient voldoende te zijn om de jonge paling aan te trekken en te stimuleren om naar boven te klimmen. Volgens Anon (2010) volstaat een waterstroom van 0,5 L/s over het substraat voor jonge paling.

Uit de monitoring door INBO blijkt dat attractiviteit het grootst is wanneer het water dat wordt gebruikt voor de lokstroom een andere chemische samenstelling heeft (vb. zoeter) dan het water waar de dieren zich in bevinden. Daarom is het nodig dat de pomp in de (ontvangende) waterloop



wordt geplaatst waarnaar de jonge palingen migreren. Indien dit niet mogelijk is, dient de lokstroom voldoende sterk te zijn om de attractiviteit van de goot te vergroten. Omdat de sterkte afhankelijk is van de lokale condities, raden we aan om de stroomsterkte regelbaar te maken, zodat die bijgesteld kan worden indien nodig.

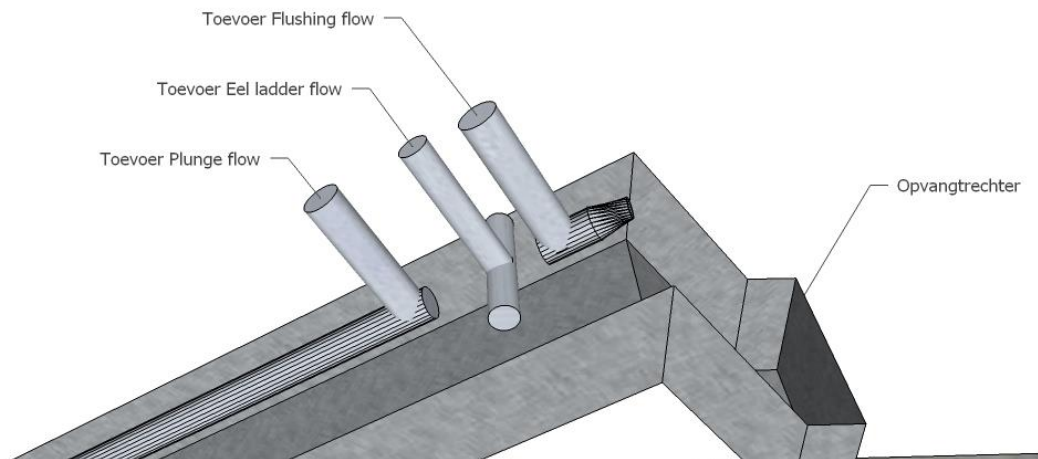
Concreet worden er op drie punten water in de goot gepompt, telkens over de volledige breedte (cfr. 30-60 cm breed) (Figuur 34, Figuur 35 en Figuur 36):

- De 'plunging flow' ter hoogte van de toegang onderaan de goot: deze waterstroom aan de basis van de goot dient om jonge paling aan te trekken naar de goot. De plunging flow creëert de lokstroom uit de goot en verhoogt de attractiviteit ervan.
- Bovenaan de goot:
 - De 'eel ladder flow': meerdere waterstralen die een waterstroom creëren over de volledige breedte van de goot. Deze waterstralen voorzien de goot met het substraat van water dat nodig is voor de jonge palingen om naar boven te klimmen.
 - De 'flushing flow': deze waterstraal spuit water op de hoek van de palinggoot waarbij > 50% van het water over de hoek gaat en de omhoog geklommen jonge palingen over de goot in de ontvangende waterloop spoelt. Op het einde van de goot kunnen palingen namelijk aarzelen om naar beneden te migreren. Het resterende deel van het water loopt over het substraat van de opwaartse zijde van de goot en dient als aantrekking voor jonge paling op het laatste stuk van de goot.

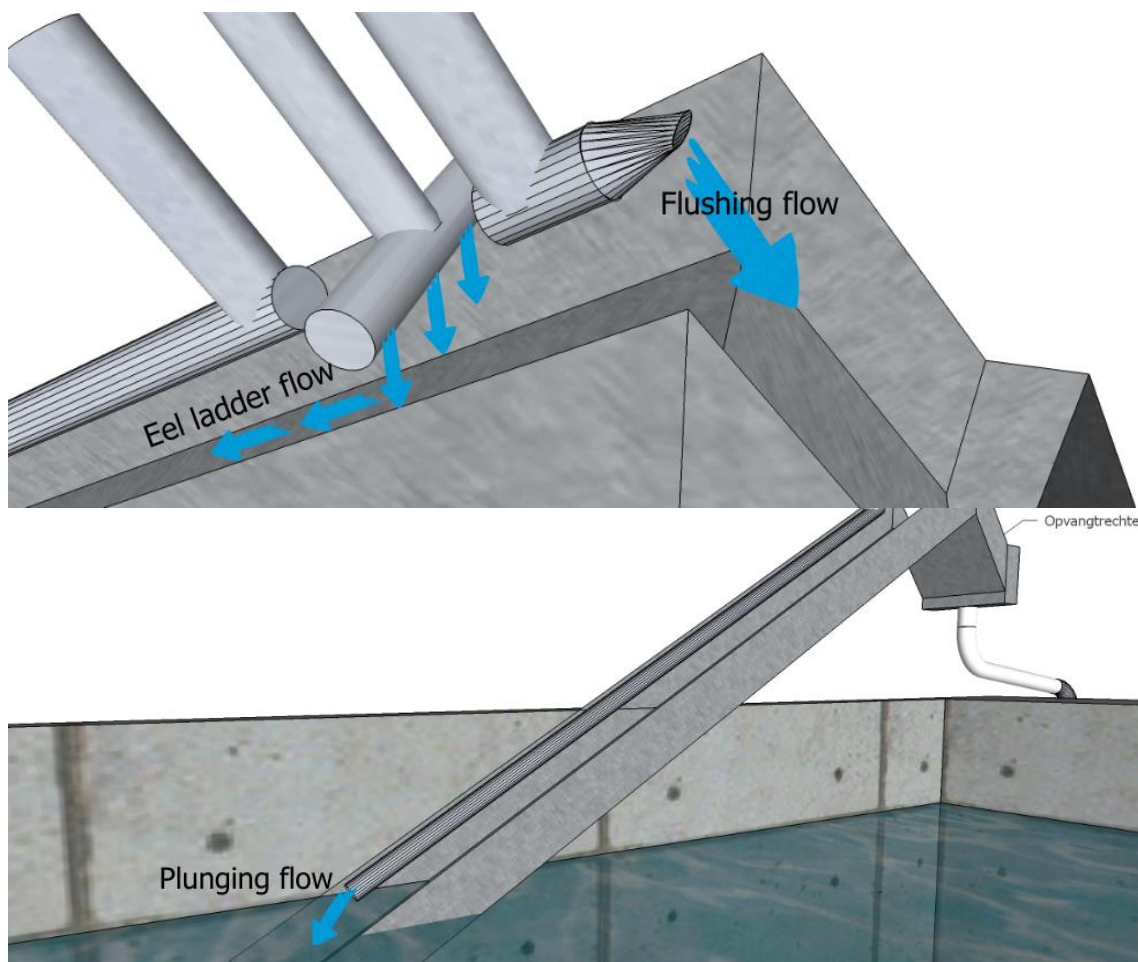
De watertoevoer naar deze drie punten kan ofwel verwezenlijkt worden via drie afzonderlijke pompen en leidingen, ofwel via één pomp en leiding. Indien voor één pomp en leiding gekozen wordt, moeten uiteraard technische voorzieningen getroffen worden zodat de toevoer naar de drie verschillende punten verdeeld kan worden. Verstopping van de leidingen ter hoogte van 'verdeelkranen', 'vernauwingen' in de leiding of perforaties in de leidingen zijn belangrijke aandachtspunten.

Figuur 36 toont een experimentele palinggoot die ter hoogte van de drie verschillende watertoevoerpunten niet over de volledige breedte wordt beregend waardoor slechts een deel van de goot/het substraat optrekbaar is voor jonge paling.





Figuur 34 Schets van een palinggoot met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten ('flushing-', 'eel ladder-' en 'plunging' flow) waar er over de volledige breedte water in de goot moet worden gepompt. De jonge paling komt onderaan de palinggoot toe, kruipt over het substraat naar boven en valt (rechts op deze afbeelding) naar beneden in de opvangtrechter.



Figuur 35 Detail van de twee verschillende stroomrichtingen doorheen een palinggoot (i.e. boven: 'flushing-' versus 'eel ladder flow' en onder: 'plunging' flow) met aanduiding van de verschillende watertoevoerpunten waar de goot over de volledige breedte 'beregend' moet worden.



Figuur 36 Hoe het beter moet. Bovenaanzicht van een palinggoot waarbij de waterstralen op de verschillende punten de goot niet over de volledige breedte beregenen waardoor het water ook niet over de volledige breedte door de borstelgoot noch over de volledige breedte richting de trechter naar beneden stroomt. De 'eel ladder flow' wordt bij deze goot gevormd door perforaties onderaan (niet zichtbaar) in de blauwe buis (gele pijlen), de twee andere flows worden ook getoond: twee 'plunging' flows (groene pijlen) en één 'flushing' flow (rode pijl).

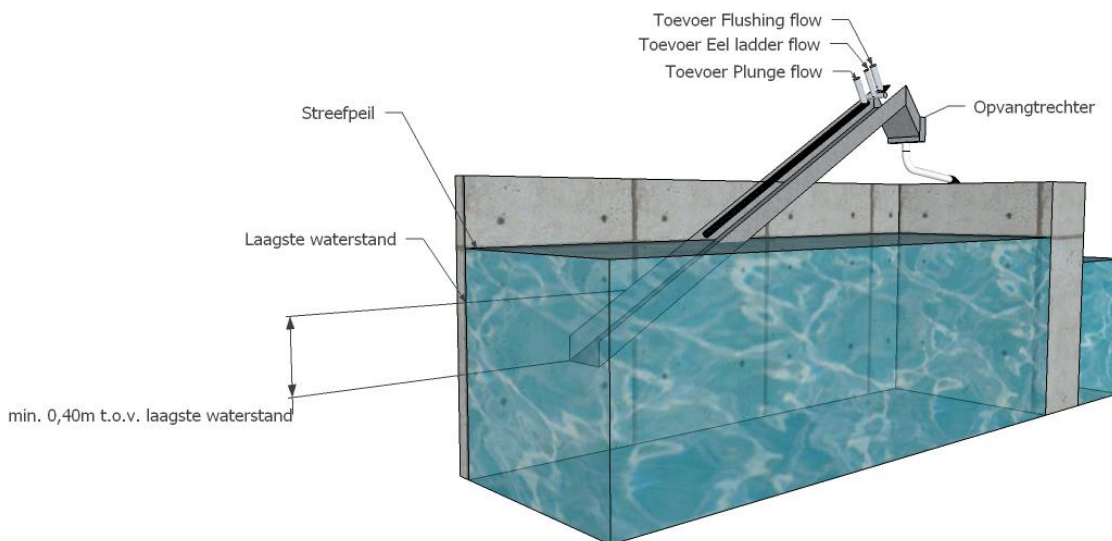


1.6.2.6 Maatregelen tegen predatie t.h.v. de goot

Omdat het aantal palingen accumuleert nabij de goot, kunnen ze erg vatbaar zijn voor predatie door roofdieren. Om dit te voorkomen kan het ontwerp hieraan aangepast worden op drie plaatsen in de goot, namelijk aan de toegang tot de goot, in de goot zelf en aan de uitgang.

Toegang tot de goot

De toegang tot de goot wordt idealiter best zo dicht mogelijk bij de bodem geplaatst waardoor de jonge palingen niet te lang in de waterkolom moeten zwemmen. Dit verlaagt de kans om gepredeerd te worden. Wanneer dit praktisch moeilijk haalbaar is, kan volgende ontwerp-maatregel gehanteerd worden: de toegang tot de goot moet minimum 40 cm onder het wateroppervlak zitten, rekening houdend met potentiële waterpeilschommelingen (Figuur 37). Op waterinfo (<https://www.waterinfo.be/Meetreeksen>) kunnen voor veel waterlopen meetreeksen van waterstanden geraadpleegd worden. De diepteligging van de toegang van de goot op een bepaalde locatie of waterloop kan dan bepaald worden op basis van de laagste peilen die werden gemeten in het jaar voorafgaand aan de plaatsing van de goot. Daar waar geen meetreeksen voorhanden zijn, kan de diepte van de goot eventueel bepaald worden op basis van gehanteerde streefpeilen die afgelezen kunnen worden ter hoogte van een peillat.



Figuur 37 De 'pluning' flow zorgt voor beregening aan de basis van de palinggoot, met name ter hoogte van de snijlijn tussen de palinggoot en het wateroppervlak van de waterloop bij streefpeil. De goot moet bij minimum waterpeil (i.e. laagste optredende waterstand) nog steeds ongeveer 40 cm 'verdrongen' zitten t.o.v. het wateroppervlak.

In de goot

Om predatie door bijvoorbeeld vogels en ratten te voorkomen, moet er een rooster geplaatst worden over de volledige lengte van de goot (Figuur 36) en moeten de toe- en uitgang onder water uitkomen. Roosters worden verkozen boven 'dichte afdekplaten' omdat dit visuele inspectie van de goot toelaat, de temperatuur in de goot niet te hoog laat oplopen bij zonnig weer en zodat er overdag ook nog natuurlijke lichtinval mogelijk blijft.

Uitgang van de goot

Aan de uitgang van de goot wordt een uitzwembak voorzien met verticale spijlen om grotere roofvissen uit de uitzwembak te weren. Omdat er af en toe ook grotere palingen (> 50 cm) de goot kunnen opkruipen, moet de spijlbreedte zodanig gekozen worden dat deze grotere individuen de uitzwembak ook effectief kunnen uitzwemmen. Daarom wordt een spijlbreedte van 4 cm geadviseerd. Glasalen en elvers kunnen zich tijdelijk schuilhouden in deze bak terwijl ze niet kunnen benaderd worden door grote roofvissen.

1.6.3 Duurzaamheid en onderhoudsvriendelijkheid

Het materiaal dat gekozen wordt voor de constructie moet duurzaam en onderhoudsvriendelijk zijn. De aangroei van algen en andere begroeiing is onvermijdelijk, maar kan door de materiaalkeuze vertraagd en beperkt worden. Soms wordt er gebruikgemaakt van glasvezelversterkt composiet of roestvrij staal voor de goot. Zoals eerder vermeld, heeft INBO beproefde ervaring met borstelsubstraten met twee verschillende dichtheden.

Een essentieel onderdeel van de palinggoot is de pomp die ingezet wordt om water in de goot te pompen op drie verschillende punten in de goot (zie ook hoofdstuk rond '1.6.2.5 watertoevoer'). Deze pomp moet krachtig genoeg zijn om meerdere maanden autonoom te pompen. Hierbij moet rekening gehouden worden met vorst en materiaal in het water dat de pomp kan doen verstopten (vb. bladeren, riet en ander organisch materiaal, maar ook afval zoals plastic). Het is dus belangrijk dat een pomp gekozen wordt die hier niet of toch minder vatbaar voor is. Het valt aan te bevelen dat er een constructie rond de pomp gemaakt wordt om opzuiging van afval zoveel mogelijk te vermijden (vb. debris deflectoren).

De constructie moet gemakkelijk demonteerbaar, te reinigen en/of te herstellen zijn indien nodig. Voor de duurzaamheid van de constructie valt het aan te bevelen dat waterbeheerders ervoor kiezen om de goot en de pomp tijdelijk te verwijderen tijdens de winter- of vorstperiodes. Indien bepaalde delen ingegraven worden in de grond, moet er op gelet worden dat die delen toegankelijk blijven voor onderhoud en inspectie (vb. via roosters of deksels). Ook moet de constructie op een veilige manier kunnen worden schoongemaakt en onderhouden.

Om de werking van de palinggoot op te volgen en om snel te kunnen ingrijpen in geval van bijvoorbeeld een verstopping of inactieve pomp is het belangrijk om sensoren aan te brengen die melding geven van eventuele

technische uitval. Dit kan bijvoorbeeld door stroomsnelheidsmeters op de uitstroomopening van de pomp te plaatsen en een camera gericht op de goot om te zien of er geen afval of ander materiaal op de goot ligt (vb. het gebeurt dat watervogels hun nest aan de voet van de goot maken).

Voor aanvang van het migratieseizoen (bij voorkeur in januari) is inspectie en onderhoud van de goot nodig zodat ze in optimale omstandigheden in gebruik kan worden genomen bij de start in februari als de eerste jonge palingen de goten opkruipen.

1.6.4 Monitoring

Permanente palinggoten zijn uitermate geschikt voor de langetermijn-monitoring van de intrek van jonge paling en dus ook van de status van deze ernstig bedreigde soort. Tot op heden werd dit in opdracht van verschillende waterbeheerders door INBO gedaan door middel van een opvangbak aan het 'flush-uiteinde' van de goot. De opvangbak moet daarbij op zeer regelmatige tijdstippen geleegd worden (1 – 2 keer per week), waarna de vangst gekwantificeerd kan worden.

Een minder arbeidsintensieve methode is het gebruik van een automatisch monitoring- of telsysteem. Dit kan via de installatie van een camera op een gladde goot waarover de jonge palingen glijden nadat ze over de top van de palinggoot zijn gemigreerd. Omdat deze goot geen substraat bevat en onder hoge hellingsgraad ($\geq 40^\circ$) naar het ontvangende water leidt, kunnen de palingen niet terug omhoog klimmen. In deze goot kan een witte plaat worden aangebracht waarop een camera met licht wordt gemonteerd (Figuur 38). Onder witte belichting filmt deze camera de passerende palingen die via compatibele software gekwantificeerd kunnen worden (vb. m.b.v. AI). De data wordt ofwel lokaal opgeslagen en regelmatig uitgelezen (vb. SD kaart) ofwel via internetconnectie bij de verantwoordelijke persoon of instantie gebracht. Merk op dat het witte licht van de camera afgeschermd moet worden, zodanig dat die niet interfereert met de werking van de goot (zie sectie '1.6.2.2 Locatie en omgevingsfactoren'). Specifieke wensen zoals het schatten van de lengte van de dieren zou in de toekomst kunnen worden geïmplementeerd in de software.

Merk op dat er nog andere automatische telsystemen bestaan, maar die lijken ons minder relevant voor kleine vissen in polders. Een frequent toegepast systeem maakt gebruik van magnetische velden. Echter, dit zou niet goed werken bij lage temperatuur en bij wisselende conductiviteit van het water, wat allebei vaak voorkomt in polderwaterlopen.





Figuur 38 Beeld uit filmpje van de website Hunze en Aa's over de palinggoot in het sluisencomplex Nieuwe Statenzijl aan de Dollard (Nederland) die werd gefinancierd door het Waddenfonds, Rijkswaterstaat en waterschap Hunze en Aa's. Glasalen en elvers glijden over een witte plaat. Een camera met telsysteem kan deze plaat filmen en het aantal dieren tellen.



2 SOORTHERSTEL

Heel wat stroominnende 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 worden opgespoord. Indien nodig kan tevens de herintroductiestrategie bijgestuurd worden of andere herstelmaatregelen worden genomen, zoals vb. de aanleg of het opnieuw bereikbaar maken van typische paagronden.

Ook loopt er in het kader van soortherstel reeds enkele jaren onderzoek naar het bestuderen van paai- en opgroeigebieden 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 2023 zal worden gefocust op de reproductie van kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete en de overleving van beekforeleitjes op de riffles in de IJse en zijlopen.

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 paabiotopten 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 éénzomerse kwabaaljuvenielen worden uitgezet in de Grote Nete. Opvolgstudies tonen aan dat deze goed overleven en paarijpt 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.

De herintroductie van kwabaal kan echter 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 paarijpe dieren. Alleen op die manier kan er zich een gezonde, duurzame populatie vestigen. Omdat de locaties waar nakomelingen worden gevonden en de aantallen waarin ze voorkomen aan de lage kant zijn, blijft het van groot belang de waterlopen te onderzoeken op de aanwezigheid van larven. 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 Doelstelling

Dit onderzoek bouwt verder op het onderzoek van de voorgaande jaren en heeft tot doel om de toestand van de kwabaalpopulatie in de Grote Nete in kaart te brengen. Specifiek wordt er geëvalueerd of de populatie in staat is om zich natuurlijk voort te planten. We kijken in welke mate en waar in het gebied natuurlijke reproductie plaatsgrijpt via bemonsteringen van larven. Dit gebeurt in het voorjaar in de Grote Nete en zijbeken. In 2023 maakten we hiervoor gebruik van lichtvallen.

2.1.3 Werkwijze

In maart en april 2023 werd het voortplantingssucces van de kwabaal in het stroomgebied van de Grote Nete onderzocht aan de hand van meerdere bemonsteringen van larven. Voorgaande jaren maakten we in onze zoektocht gebruik van visuele inspectie. Dit is volgens Vandamme et al. (2017) de meest efficiënte methode. Het visueel waarnemen van kwabaallarven is mogelijk omdat deze de eerste weken van hun levenscyclus pelagisch en sterk positief fototactisch zijn. Hierdoor bevinden de larven zich op zonnige voorjaarsdagen bovenaan in de waterkolom, waardoor zij door een geoefend oog te vinden zijn net onder het wateroppervlak (Figuur 39).

Het voorjaar van 2023 was echter erg wisselvallig. Er waren geen of onvoldoende zonnige dagen om visueel larven te kunnen zoeken. Er werd daarom ook gezocht met behulp van lichtvallen. In 2016 testten we reeds



het gebruik van lichtvallen, met wisselend succes. Dit jaar maakten we een kleiner en handiger model (Figuur 40). Dit laat toe om met een groter aantal vallen te zoeken. Ze bestaan uit transparante boxen, waar een groot aantal transparante trechtertjes in werden gemonteerd. De bodem van de box werd voorzien van een fijnmazig netje. Zo kan de box langzaam uit het water worden gehaald zonder de gevangen organismen kwijt te spelen. Op het deksel werd naar analogie met het vorige model een stuk dikke isolatieplaat bevestigd om te garanderen dat de val aan het wateroppervlak blijft. Ook de lichtbron is dezelfde als in het vorige model. De batterij die de lichtbron voedt, werd in een plastic fles gestopt om deze te beschermen tegen regen. De lichtvallen werden in februari 2023 getest in de kweekvijvers in Linkebeek.

Eind maart 2023 werden de lichtvallen geplaatst en gecontroleerd op meerdere locaties (Tabel 3, Figuur 41). Aan de Kleine Laak kozen we twee plekjes in een natte zone stroomopwaarts van de brug en één val werd in een gracht gezet stroomafwaarts van de brug (Figuur 42, Figuur 43). Aan de watermolen van Meerhout werden drie lichtvallen geplaatst: twee in de grote plas en één in het natte bos er naast (Figuur 44). Aan de Straalmolen werd in elke poel die met de vistrap is verbonden, één val voorzien. Twee andere vallen werden in de grote plas gezet (Figuur 45). Te Heynsbergen werd in totaal met drie vallen gezocht waarvan twee in de grachten en één meer achteraan nabij de poel (Figuur 46). Aan de Asbeek werden de vallen geplaatst in drie nieuwe poelen (Figuur 46). Aan de Vennen werd wel visueel gezocht maar geen val geplaatst. In de Most werden in totaal zes vallen geplaatst: drie in poelen die geconnecteerd zijn met de Kleine Hoofdgracht en drie langs de Grote Hoofdgracht (Figuur 47).

Op alle locaties waar een lichtval werd gezet, werd ook visueel gezocht. Indien we larven vonden, werden deze gevangen en bekeken om zeker te zijn dat het om kwabaallarven gaat. Een andere soort zou namelijk snoek kunnen zijn. Daarna werden de larven op dezelfde locatie teruggezet.





Figuur 39 Visueel waarnemen van kwabaallarven in maart.



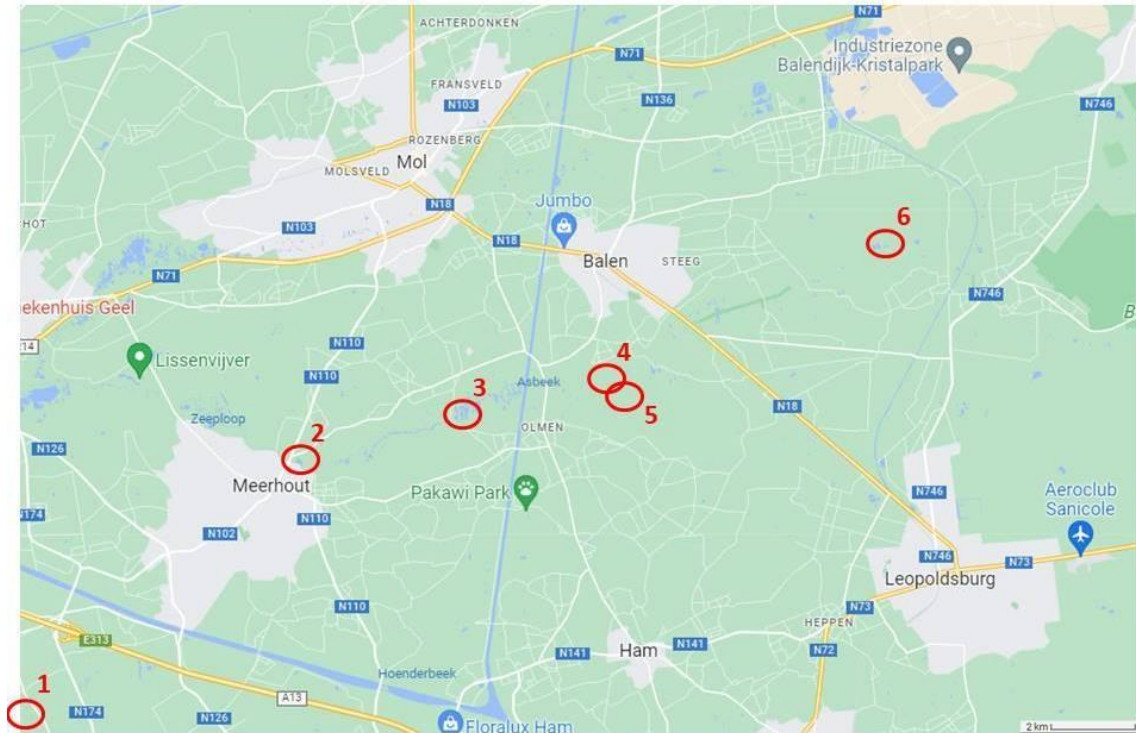
Figuur 40 De lichtvallen (nieuw model) voor het vangen van kwabaallarven.



Tabel 3 Datum waarop de lichtvallen werden geplaatst en gecontroleerd op elke locatie, alsook het aantal vallen dat per locatie werd gezet.

Locatie	Nr. op kaart	Lichtval	Duur (u)	Aantal vallen	Visueel
Straalmolen kleine poelen	3	21/03/2023	24	2	21/03/2023
Most Kleine Hoofdgracht	6	21/03/2023	24	2	21/03/2023
Vennen					21/03/2023
Meerhout	2	30/03/2023	48	3	30/03/2023
Straalmolen grote plas	3	30/03/2023	48	2	30/03/2023
Most Kleine en Grote Hoofdgracht	6	30/03/2023	48	4	30/03/2023
Heynsbergen	4	31/03/2023	24	3	31/03/2023
Asbeek poelen	5	31/03/2023	24	3	31/03/2023
Kleine Laak	1	31/03/2023	24	3	31/03/2023





Figuur 41 Overzicht van de locaties waar kwabaallarven werden gezocht in 2023 in het stroomgebied van de Grote Nete (1 = t.h.v. de Kleine Laak, 2 = molen Meerhout, 3 = Straalmolen, 4 = Heysbergen, 5 = poelen Asbeek, 6 = de Most).



Figuur 42 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtval aan de Kleine Laak.



Figuur 43 Een van de lichtvallen aan de Kleine Laak (1b).



Figuur 44 Locaties waar werd gezocht visueel en met een lichtval te Meerhout aan het bezoekerscentrum Grote Netewoud.



Figuur 45 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtval aan de Straalmolen, met a en b de aangetakte vijvertjes en c en d op de grote plas.



Figuur 46 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtvallen aan Heysbergen (4) in 2 grachten (a en b) en achteraan in een grote plas (c), en aan de Asbeek (5) in 3 nieuw aangelegde poelen.





Figuur 47 Locaties waar werd gezocht visueel en met lichtvallen in de Most langs de Kleine Hoofdgracht (a Eendekom, b en c) en Grote Hoofdgracht (d, e, f en g).

2.1.4 Resultaten en bespreking

Eind maart 2023 werden kwabaallarven gezocht in het stroomgebied van de Grote Nete voornamelijk met behulp van lichtvallen. De vallen werden eind februari eerst getest op de kweekvijvers in Linkebeek. Vier vallen werden geplaatst op twee vijvers met min of meer gelijke densiteit kwabaallarven. Met alle vallen werden in een tijdspanne van 24u kwabaallarven gevangen. De val met het grootste volume en sterkste lichtbron ving het hoogste aantal larven (Tabel 4). In Linkebeek hadden de vallen 's nachts een ruim bereik van enkele meters (Figuur 48). We concludeerden hieruit dat de vallen goed werken.

Tabel 4 Overzicht van de test van de lichtvallen in de kwekerij in Linkebeek.

Vijver	Lichtsterkte	Volume val	Aantal larven
1	Veel	Groot	1
1	Veel	Groot	20
2	Heel veel	Groot	50
2	Heel veel	Kleiner	10



Figuur 48 Lichtval 's nachts in een kweekvijver in Linkebeek.

De poel aan de Asbeek waar we meerdere jaren op rij kwabaallarven aantreffen, is inmiddels verland. De nabijgelegen poelen werden geoptimaliseerd om deze befaamde poel te vervangen. Deze hebben we onderzocht op de aanwezigheid van larven, maar er werd geen rekrutering gevonden. De poelen waren vrij troebel. In een van de drie poelen (de minst troebele) groeide waterviolier en troffen we wel een behoorlijke hoeveelheid copepoden aan. Aan Heynsbergen werd eveneens gezocht door middel van drie vallen. Hier hebben we ons gefocust op de grachten die het weiland doorsnijden en de poel achteraan. Hier was voedsel voor kwabaallarven eveneens rijkelijk aanwezig.

Ook de meer stroomafwaarts gelegen locaties leverden geen kwabaallarven op. Op de grote plas in Meerhout waren de twee vallen nagenoeg leeg. De val die we in het aangrenzend natte bos hadden geplaatst, zat wel boordevol daphnia en copepoden. De kleine poelen die in verbinding staan met de vistrap aan de Straalmolen waren behoorlijk troebel. Er werd weinig aangetrokken tot de vallen. Ook visuele inspectie van de poelen op twee verschillende dagen leverde niets op. De grote plas was helder, maar ook hier werden noch larven noch voedsel gevangen. Een locatie waar we niet eerder gingen zoeken is in de buurt van Westerlo aan de Kleine Laak (Locatie 1, Figuur 42), vlakbij het Zammelsbroek. De locatie zag er veelbelovend uit. We plaatsten twee vallen stroomopwaarts van de brug (N127) en één in een gracht stroomafwaarts van de brug. Voedsel was er in overvloed, maar van larven voorlopig geen spoor.

In de Most werden in totaal zes vallen geplaatst. Zoöplankton werd slechts in beperkte mate aangetroffen in de vallen zowel langs de Grote als de Kleine Hoofdgracht. Langs de Grote Hoofdgracht bekeken we drie vallen.



Één nabij de weg Brede Dam, één meer stroomopwaarts en één meer stroomafwaarts er van. Deze langs het weggetje was erg troebel. De andere twee plekken waren wel veelbelovend maar leverden niets op. Drie vallen werden geplaatst langs de Kleine Hoofdgracht: één in de Eendenkom, één in de plas waar de Kleine Hoofdgracht door stroomt, en één poel die bij hoge waterstanden in connectie komt met de Eendenkom en dus de Kleine Hoofdgracht. De Eendenkom zelf was erg troebel. Bij aankomst aan het poeltje dat naast de Eendenkom ligt, zagen we een schooltje visjes wegzwemmen. We vermoeden blauwbandgrondels. In de val zaten verschillende bootsmannetjes en één larve. De larve had echter geen uitgesproken kwabaal of snoek uiterlijk. We vermoeden dat het gaat om een pas ontloken larve van snoek (Figuur 49, pers. comm. Johan Auwerx).



Figuur 49 Larve gevangen met de lichtval in het poeltje naast de Eendenkom, langs de Kleine Hoofdgracht in het gebied de Most. We vermoeden dat het gaat om een snoeklarve.

Bij visuele inspectie wordt het vinden van kwabaallarven tijdens het zoeken sterk beïnvloed door diverse factoren (Vandamme en Pauwels 2021). Het is belangrijk dat het stuk plas of waterloop waar wordt gezocht, baadt in het zonlicht. Het tijdstip en het weer spelen hier dus een grote rol. De lichtvallen zijn minder afhankelijk van het weer. In troebel water kan hun licht echter niet ver reiken en zijn ze minder interessant. We vingen op de meeste locaties wel veel zoöplankton. Ook deze worden aangetrokken tot licht. We kunnen er dus wel vanuit gaan dat de vallen werken. Mochten er kwabaallarven in een straal van enkele meters aanwezig zijn geweest, hadden we die met veel kans wel in onze val aangetroffen.

Kwabaal vereist een voldoende lage watertemperatuur tijdens de winter om zich voort te planten. De paai vindt doorgaans plaats tussen eind december en eind januari wanneer de watertemperatuur onder de 4 °C zakt. In welke weken we best de larven gaan zoeken, is afhankelijk van wanneer de adulten paaien, de watertemperatuur en de hoeveelheid voedsel. Indien er te laat wordt bemonsterd, bestaat de kans dat de larven reeds



gemetamorfoseerd zijn en hun bentische levenswijze hebben aangenomen. Ze zijn dan niet meer te vinden door middel van visuele inspectie.

Er zijn geen gegevens beschikbaar voor de watertemperatuur in de Grote Nete tussen begin december 2022 en 20 januari 2023. Daarna werd wel nog enkele malen een voldoende lage watertemperatuur gemeten. De winter van 2022 – 2023 was koud en nat. In het hele stroomgebied stonden de uiterwaarden blank. Paaihabitat en gelegenheid was zeker beschikbaar en bereikbaar voor kwabaal de afgelopen winter. Omdat zo veel plaatsen overstromden, 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 hoofdriever. Ze komen ook vaker terecht in overstromde 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 opgroeihabitats in de overstromingsvlakte bereikbaar.

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 2022-2023. Er werden geen kwabaallarven gevonden, maar dat betekent niet dat ze niet aanwezig waren. De watertemperatuur zou op verschillende momenten voldoende laag moeten geweest zijn (paai bij < 4 °C), maar het is mogelijk dat de paai- of overlevingsomstandigheden tijdens de winter van 2022-2023 of het voorjaar 2023 niet optimaal waren voor kwabaal. Daarnaast blijft de kans ook bestaande dat we de larven niet vonden, omdat we het tijdstip hebben gemist of ze niet hebben gezien.

Aan de Most werd een snoeklarve gevangen met de lichtval in een poel die regelmatig in verbinding komt met de Kleine Hoofdgracht via de Eendenkom. Snoek stelt minder strenge eisen op vlak van paaihabitat dan kwabaal, maar maakt eveneens gebruik van geïnundeerde uiterwaarden (de Laak en van Emmerik 2006). Wanneer snoekitjes ontluiken zijn de larven meteen ongeveer even groot als de kwabaallarven op dat moment en voeden ze zich beide met copepoden (pers. comm. Johan Auwerx). De larve die we vingen was niet van kwabaal, maar het aantreffen van een snoeklarve bevestigt wel dat het gebied hoogstwaarschijnlijk ook geschikt is als paai- en opgroeihabitat voor kwabaal.



2.1.5 Aanbevelingen

In 2005 werd gestart met de herintroductie van kwabaal in Vlaanderen. Er wordt reeds meer dan 10 jaar natuurlijke rekrutering aangetroffen in het stroomgebied van de Grote Nete. Het aantonen van de rekrutering blijft echter moeilijk. Een grootschalige afwissing in 2020 toonde aan dat de kwabaalpopulatie weldegelijk aangevuld wordt via natuurlijke reproductie (Vandamme en Pauwels 2021). Of deze rekrutering voor de populatie volstaat om zichzelf in stand te houden in dit stroomgebied blijft echter onzeker. Het blijft daarom aanbevolen om de populatie aan te vullen in de Grote Nete door middel van het uitzetten van gekweekte dieren.

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 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 afgelopen winter 2022-2023 was het voldoende koud.

Adulte kwabaal heeft het in de zomer ook liefst niet te warm. Ze zouden een temperatuur verkiezen van $14,2$ °C (Hofmann en Fischer 2002). Bij een watertemperatuur van 23 °C is hun voedselopname reeds 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. De larven zijn kort na het ontluiken nog geen goede zwemmers. Clady (1976) trof kwabaallarven initieel aan op verschillende dieptes, waarbij de meerderheid werd gevonden op $1,9 - 3,7$ m diepte, een groot deel op $0 - 1,8$ m. Lagere aantallen werden dieper aangetroffen. Eens positief fototactisch, waagden de larven zich massaal in de bovenste waterlaag. Vanaf dat moment waren ze meer afhankelijk van de stroming en daardoor meer gelijkmatig verspreid over het wateroppervlak (Ghan en Sprules 2017). Ook Koporikov en Bogdanov (2011) stellen dat kwabaallarven ($3,9$ tot 9 mm) positief fototactisch zijn, zich in de bovenste waterlaag ophouden, en open water en plaatsen met sterke stroming trachten te vermijden. De larven zouden passief stroomafwaarts migreren van de paaiplaats naar ondiepe delen van het overstromingsgebied. Dit bleek uit een lange monitoringsstudie in een van de grootste overstromingssystemen van de wereld langs de rivier Ob, in Rusland. Bij een te hoog overstromingsniveau worden de larven te ver meegenomen en komen deze terecht op minder geschikte plekken zoals overstromd bos en struikgewas, wat leidt tot een verhoogde mortaliteitsgraad. Ook ontstaan er te veel diepe plekken, waar het minder snel opwarmt en er minder voedsel aanwezig is. Hierdoor kennen ze een



tragere ontwikkeling. Bij een gemiddeld overstromingsevent komen ze terecht in ondiepe en dus snel opgewarmde plaatsen waar veel eten aanwezig is.

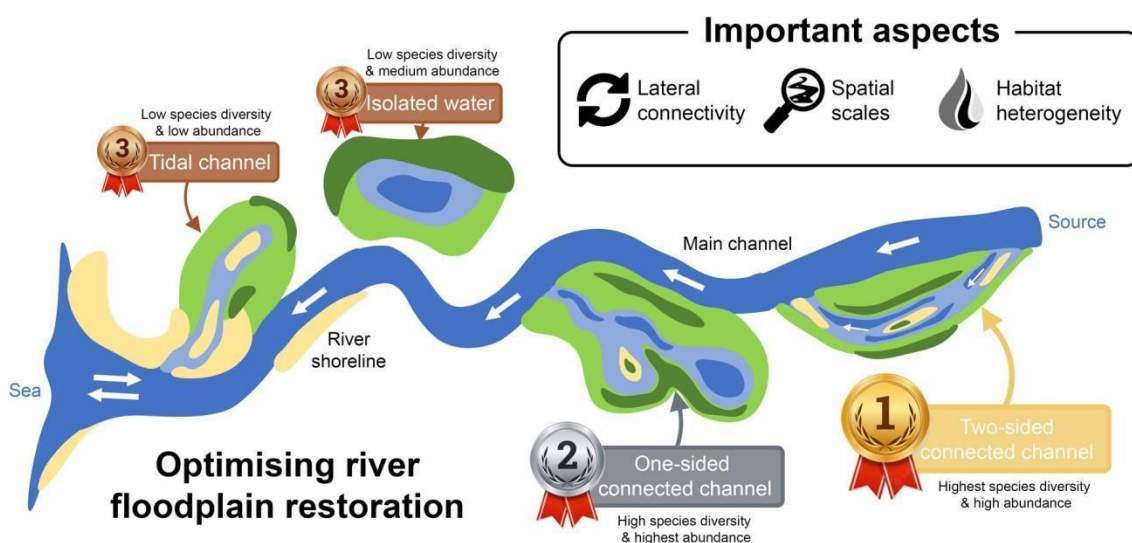
De paai en ontwikkeling van de larven zijn dus onderhevig aan verschillende meteorologische variabelen. Het is bijgevolg nodig om veel verschillende plekken beschikbaar en interessant te maken. We hebben in het verleden gezien dat, wanneer de connectie tussen beek en waterpartijen in de vallei aanwezig is, de kwabaal hier effectief gebruik van maakt in zijn paaimigratie. Het is dan ook nodig om te blijven inzetten op het lateraal connecteren van de rivier met haar uiterwaarden. Alleen door veel en verschillende mogelijkheden te creëren, maakt een significant deel van de nakomelingen kans om te overleven en op te groeien. We zien dat onvoldoende of een te korte tijdspanne van de connectie tussen poeltjes in de vallei en grachten in overstroomde weilanden enerzijds en de hoofdriever anderzijds, een pijnpunt blijft in het ecologisch beheer van het stroomgebied in functie van natuurlijke rekrutering van kwabaal. Of de paai en het opgroeien van de larven dan succesvol is, hangt vermoedelijk af van de geschiktheid van het paai- en larvaal biotoop (aanwezigheid van voedsel voor de eerste levensstadia en de aanwezigheid van predatoren op deze eerste levensstadia).

De natuurontwikkelingsprojecten in het stroomgebied van de Grote Nete (project Grote Netewoud) bieden zeker kansen om ook de natuurlijke rekrutering van kwabaal verder te verbeteren in de toekomst in natuurgebieden zoals de Most, de Vennen, Scheps, Straal, de watermolenvijver van Meerhout, enz. De verlanding van de poel langs de Asbeek, waar enkele jaren geleden nog omvangrijke kwabaalrekrutering vastgesteld werd, blijkt niet goed voor de voorplanting van de soort te zijn. Verlanding van deze poel is echter gewenst in functie van het ruimere beheer van het gebied om de ontwatering van de achterliggende komgronden tegen te gaan. Inmiddels zijn verschillende nabijgelegen poelen voorzien die jaarlijks in verbinding komen met de Asbeek als alternatieve reproductieplaats.

De locaties Heynsbergen (grachtenstelsel) en Scheps (vijvers) zijn potentieel belangrijke opgroeigebieden voor kwabaal. In beide gebieden is het aangewezen dat het waterbeheer in functie van de kwabaal wordt geoptimaliseerd. In Heynsbergen draineren de grachten te snel en zou het interessant zijn water langer in het gebied te houden (vb. door het plaatsen van tijdelijke schuiven of monnik op de grachten en het regelbaar maken van de verbinding met de Grote Nete). Op een recent door ANB verworven grasland bevindt zich een grachtenstelsel dat kan ingericht worden als paai- en juveniel habitat. In Scheps kunnen mogelijk nog extra vijvers en poelen als potentieel paai- en opgroeigebied voor kwabaal verbonden worden met de Asbeek. Er dient een terreinbezoek te worden uitgevoerd met de lokale beheerder (ANB) en eventuele andere lokale betrokken water- of terreinbeheerders. In samenspraak met de terreinbeheerders van ANB dienen concrete en gedetailleerde gebiedsgerichte maatregelen opgemaakt te worden voor beide locaties om het beheer en de inrichting van het terrein in functie van de kwabaal te verbeteren.



Ook de Kleine Laak nabij het Zammelsbroek biedt mogelijkheden. De waterkwaliteit van de beek is echter nog niet optimaal. Het gebied wordt binnenkort aangepakt en heringericht. Er zijn verschillende grachten en overstromende stukken die met de Kleine Laak in verbinding komen. Deze zagen er althans in het voorjaar van 2023 veelbelovend uit. Er was ook veel voedsel aanwezig. Het is bij het vormgeven van paai- en opgroeihabitats belangrijk dat het afwateren naar de hoofdloop toe geleidelijk gebeurt zodanig dat 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 (Stoffers et al. 2022, Figuur 50). Dit werd ook toegepast in de recente herinrichting langs de Demer.



Figuur 50 uit Stoffers et al. 2022.

2.2 ONDERZOEK NAAR HET REPRODUCTIESUCCES VAN BEEKFOREL IN DE IJSE MET VIBERTBOXEN

2.2.1 Situering

Door menselijk ingrijpen is de kwaliteit van natuurlijke pairiffles (of grindbedden waar de rivierbodem bestaat uit stenig materiaal) voor lithofiele vissoorten (die voor hun voortplanting afhankelijk zijn van stenig substraat), zoals kopvoorn, serpeling, beekforel en rivierdonderpad, 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.



Verschillende jaren op rij werden riffles in de IJse geëvalueerd met betrekking tot de evolutie van hun morfologie (diepte, lengte, uitspoeling en/of bedekking met sediment van het grind), en daarmee hun geschiktheid als paaiplek voor lithofiele/rheofiele vissen. Ook andere riffles zoals deze in de Wamp en in de Vallei van de drie beken te Molenstede werden reeds onderzocht. Bovendien werd in 2018 het effect van het harken van een riffle onder de loep genomen door middel van een evaluatie voor, onmiddellijk na, één maand na, en drie maanden na het harken.

Een jaarlijkse opmeting van de riffles laat toe de evolutie van deze grindbedden op te volgen doorheen de tijd. Deze informatie zegt echter niets over het reproductiesucces van stroomminnende vissoorten. Voorgaande jaren werden daarom op basis van literatuur en expertkennis geschikte methoden geselecteerd en getest om het paaisucces van de doelsoorten (kopvoorn, serpeling en beekforel) op riffles in de Vlaamse waterlopen te achterhalen. Specifiek, werd de aanwezigheid van eitjes geëvalueerd m.b.v. paaimatten die op de riffles en ervoor (in poelen) geplaatst werden. De aanwezigheid van eitjes van kopvoorn en andere soorten werd in 2019 nagegaan met behulp van visuele inspectie van de paaimatten en kick-sampling. Bovendien werden DNA stalen genomen en onderzocht. Hetzelfde onderzoek naar de succesvolle afzetting van eitjes van serpeling op de riffles in de IJse werd uitgevoerd in 2021. Hier werd dezelfde methode toegepast als in 2019.

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 2022-2023. Deze studie werd de voorgaande winter reeds uitgevoerd, maar moest worden hernomen vanwege de lage kwaliteit van de gebruikte beekforeleitjes.

2.2.2 Doelsoort en studieperiode

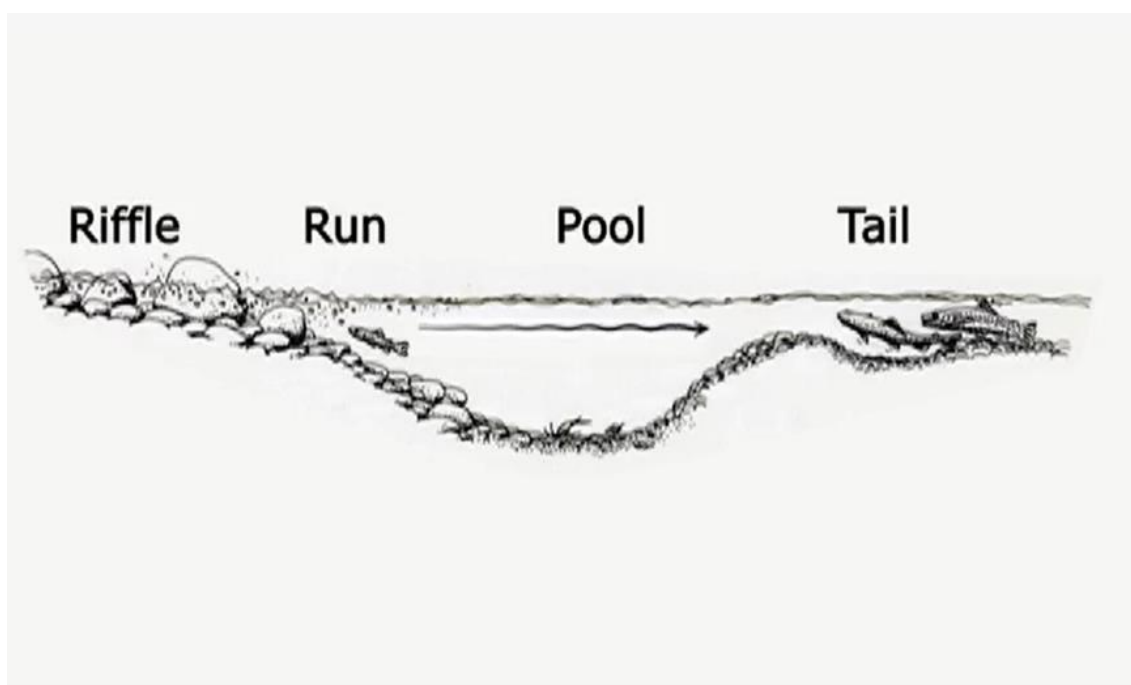
Beekforel paait in de winter wanneer de watertemperatuur daalt tot ongeveer 6 °C. De beekforellen zetten de eitjes af op riffles. De eitjes komen terecht in holtes (interstitiële ruimten) tussen de substraatpartikels. Parameters die volgens de literatuur belangrijk zijn bij de ontwikkeling van de eitjes zijn waterdiepte, stroomsnelheid, permeabiliteit van het substraat, substraattype (korrelgrootte, grootteverdeling), watertemperatuur, zuurstof-gehalte 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 paarijpe 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 51), 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 paaïen van zeeforel aan de hand van eerder verschenen literatuur. Het paaïgedrag van beekforel zou vrijwel hetzelfde zijn.

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 paaïbed. Het mannetje verjaagt opdringende mannen en indringende vrouwtjes.
4. Als het paaïbed 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 paaïbed liggen. Tijdens het lozen van de geslachtsproducten 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 één keer af.



Figuur 51 Forel verkiest het einde van een pool als paaïplaats



Larven die geen territorium kunnen vinden sterven wegens voedselgebrek. Het sterftcijfer 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 16 december 2022 (Figuur 52). Diezelfde dag telden we de eitjes in Linkebeek. Maar liefst 4 800 eitjes werden verdeeld over 24 zip bags. 1 zip bag bevatte 200 eitjes en zou instaan voor het vullen van 1 Vibertbox. Ook in Linkebeek zelf werden drie Vibertboxen met telkens 200 eitjes geplaatst (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De watertemperatuur bedroeg daar 10 °C.

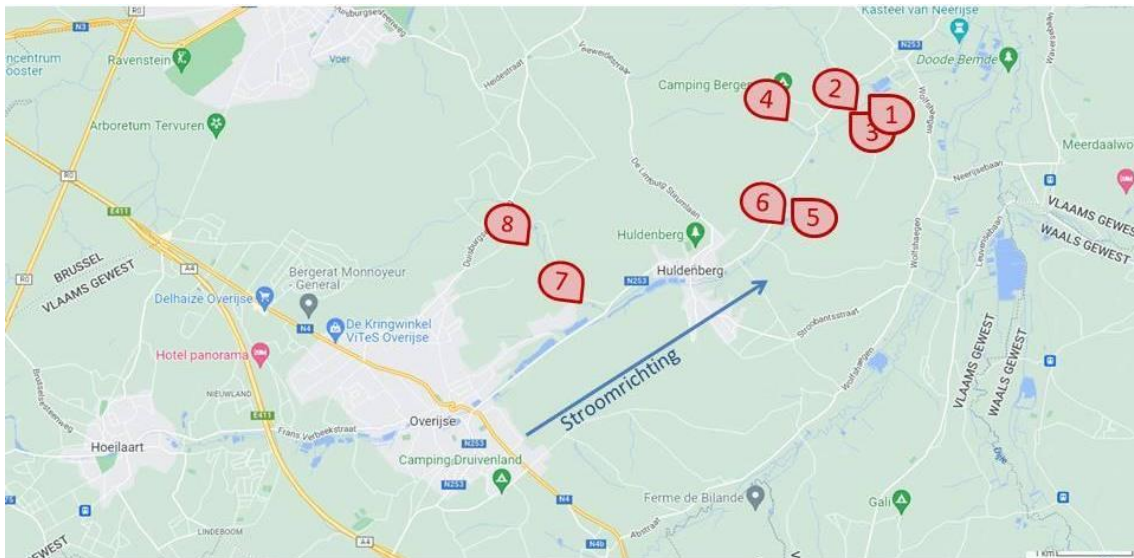


Figuur 52 Verschillende beekforellen (mannen en vrouwen) werden afgestreken (links). De bevruchte eitjes werden per 200 in zip bags verdeeld. Rechts is een Vibertbox te zien met 200 bevruchte beekforeleitjes.



Figuur 53 De referentie die werd geplaatst in Linkebeek bestaande uit 3 Vibertboxen, elk voorzien van 200 beekforeleitjes.

Het is belangrijk dat de eitjes enkel de eerste 24 u worden verstoord (pers. comm. Johan Auwerx). Daarom werden de eitjes meteen in een frigobox getransporteerd naar de IJse. In totaal werden telkens 3 Vibertboxen geplaatst per riffle. Er werden acht riffles (Figuur 54, Figuur 55) gekozen voor deze studie, namelijk één riffle stroomafwaarts van de brug Bertelsheide (1), twee riffles tussen de brug Bertelsheide en de Loonbeekmolen (2 en 3), één riffle in een zijbeekje dat uitmondt net stroomopwaarts van de Loonbeekmolen (4), twee riffles te Margijsbos (5 en 6) en twee in de Nellebeek (7 en 8).



Figuur 54 De locaties van de bestudeerde riffles. 5 van de riffles bevinden zich in de IJse. Locatie 4 bevindt zich op een zijbeekje dat uitmondt stroomopwaarts van de Loonbeekmolen. Locaties 7 en 8 liggen in de Nellebeek.





Figuur 55 Locaties in het stroomgebied van de IJse waar beekforeleitjes werden geplaatst (1 stroomafwaarts brug Bertelsheide, 2 en 3 tussen Bertelsheide en Loonbeekmolen, 4 zijbeekje net stroomopwaarts van Loonbeekmolen, 5 en 6 Margijsbos, 7 en 8 in de Nellebeek).

Op 16 december 2022 werd op iedere locatie in de IJse één fruitbox (zwarte bak onderaan op Figuur 56) geplaatst. Deze werd deels ingegraven in het substraat. Partikels van op de riffle zelf werden gebruikt om de box te verzwaren en vast te zetten. Bovendien werd een metalen piket doorheen de bak in het grindbed geslaan om deze extra goed te verankeren. Op de locaties werd ook telkens een houten stok in de riffle geplaatst om achteraf te kunnen zien op welke diepte anoxie optreedt in de bodem.

Een sorteerbak werd gevuld met water uit de waterloop om vervolgens de eitjes in de drie te plaatsen zip bags eventjes te kunnen laten wennen aan de watertemperatuur (Figuur 56 linksboven). De inhoud van één zip bag werd zorgvuldig overgeheveld in een Vibertbox. De Vibertboxen (Figuur 56 rechtsboven) werden gesloten en voorzichtig in de fruitbakken gezet. Deze werden zodanig geplaatst dat ze volledig waren bedekt met substraat (Figuur 56 onder). De drie boxen werden met een ijzerdraadje bevestigd aan de fruitbak om te voorkomen dat ze bij hogere debieten zouden wegspoelen.



Figuur 56 Linksboven: de 3 zip bags met elk 200 eitjes wennen aan de watertemperatuur, rechtsboven: de eitjes uit elk zakje worden overgegoten naar een Vibertbox, onder: de Vibertboxen worden in een ingegraven fruitbakje geplaatst, er aan bevestigd, en zorgvuldig bedekt met grind uit de rivier (Foto INBO).

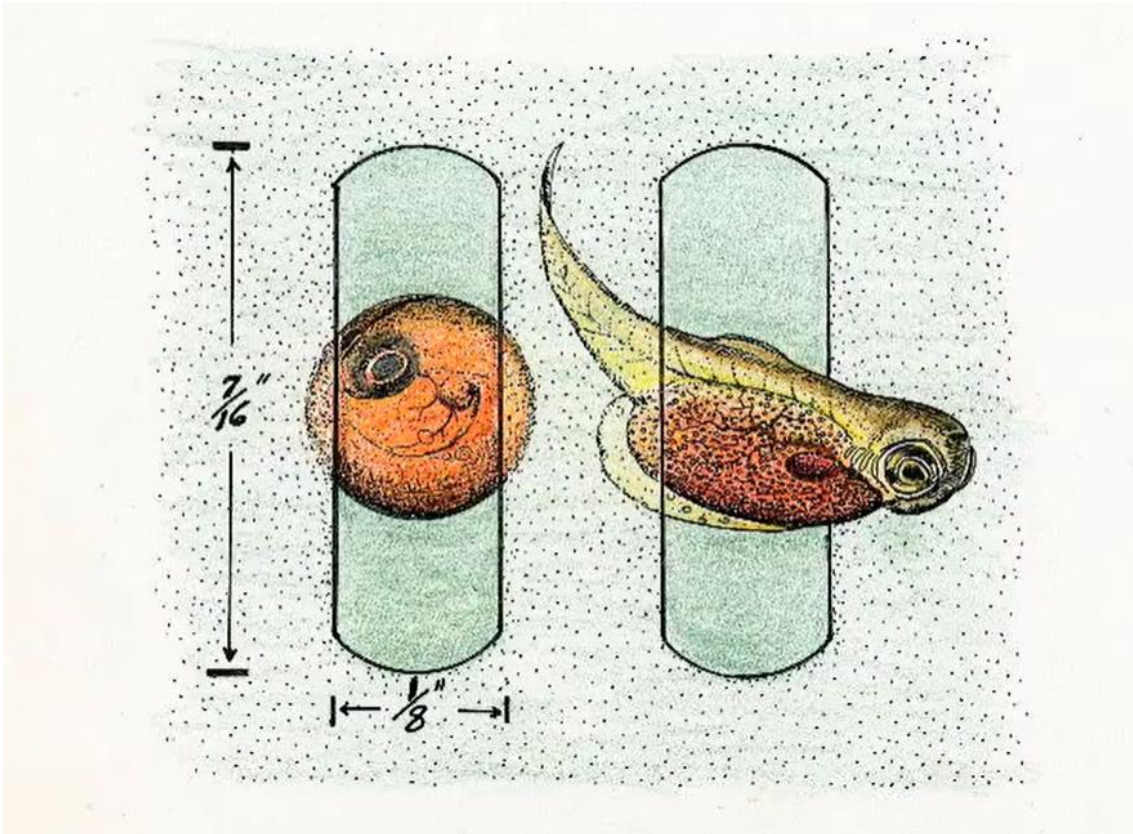


In 2023 werd op drie controlemomenten gekeken naar de overleving van de eitjes. De data van de controles werden gekozen op basis van de watertemperatuur (Tabel 5). De eitjes mogen namelijk niet worden verstoord tijdens de eerste 250 daggraden (persoonlijke communicatie J. Auwerx), dus in ons geval niet vóór 15 januari 2023. De 444 daggraden waar Elliot (1994) over spreekt die nodig zijn voor het ontluiken van de beekforeleitjes, waren reeds bereikt op 15 februari 2023. Na het ontluiken kunnen de beekforellarven tussen de spleetjes in de Vibertboxen passeren. Zo lang de eitjes niet ontluiken, is dit niet mogelijk (Figuur 57). Bij elke controle werden bijgevolg de dode eitjes (wit of zwart verkleurd, of beschimmeld, Figuur 58) geteld en verwijderd uit de boxen. De roze en dus levende eitjes werden in de boxen gelaten en terug geplaatst in de beek.

Tabel 5 Data waarop de proef werd opgestart en de controles doorgingen.

Plaatsing fruitbakken	Datum	Daggraden
Plaatsing eitjes	16 december 2022	0
Controle 1	20 januari 2023	259
Controle 2	31 januari 2023	264
Controle 3	23 februari 2023	454





Figuur 57 De eitjes kunnen niet uit de boxen, maar de larven wel.



Figuur 58 Beschimmelde eitjes (Foto INBO).

We beoordeelden de hoeveelheid sediment in elke box, en maakten telkens een foto om de situatie te documenteren (vb. veel sediment in de box of niet, Figuur 59). Bij de eerste controle werden de riffles kort opgemeten. Daarbij werden telkens op 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. Elke

locatie werd voorzien van een houten stok. Deze werd na het ontluiken van de eitjes uit de bodem gehaald. De diepte waarmee deze in het substraat zat werd genoteerd alsook de diepte waarop de stok een zwarte verkleuring vertoonde. De zwarte verkleuring zou optreden in anoxische bodemlagen en ons bijgevolg iets vertellen over de beschikbaarheid van zuurstof tot op een bepaalde diepte in het grindbed.



Figuur 59 Beoordelen en documenteren van de sedimentatie. Deze kreeg de score 'veel' (Foto INBO).

2.2.4 Resultaten en bespreking

2.2.4.1 Habitatkenmerken

Tijdens de eerste controle op 20 januari 2023, ongeveer een maand na het plaatsen van de eitjes, werden verschillende habitatkenmerken van de riffles opgemeten. Per riffle werden telkens 10 punten random gekozen. In deze punten werden de diepte en stroomsnelheid gemeten, het dominante en subdominante substraat bepaald en de ingebedheid van het dominante substraat. De gemiddelde diepte lag tussen de 10 en 32 cm (Figuur 60 boven). De stroomsnelheid kende een grote variatie tussen de verschillende meetpunten. De foutenvlaggen tonen de spreiding van de data. Bij het opmeten worden punten gemeten in het midden van de waterloop en langs beide oevers. Het plaatsen van de stroomsnelheidsmeter voor, op of achter een grote steen heeft een grote invloed op de gemeten stroomsnelheid. Afhankelijk van de waterloop en riffle kan de stroomsnelheid bijgevolg erg heterogeen zijn. De gemiddelde stroomsnelheid bedroeg 22 tot 48 cm/s (Figuur 60 onder). Dit is volgens de literatuur goed of zelfs iets te hoog. Bij een stroomsnelheid die veel hoger is dan 25 cm/s zou er namelijk te veel uitspoeling optreden van eitjes. Een te zwakke stroming lijdt dan weer tot het afzetten van fijn sediment op de grindbedden wat er voor zorgt dat de eitjes onvoldoende zuurstof krijgen. Deze metingen gebeuren echter op 10 cm boven het bodemoppervlak. De stroomsnelheid tussen de

////////////////////////////////////

substraatpartikels is niet helemaal hetzelfde. Bovendien zorgt de heterogeniteit in stroomsnelheid op de grindbedden er voor dat er hier en daar minder maar ook meer geschikte plekken aanwezig zijn. Er waren dus op alle riffles stukken met sterkere stroming en lagere stroomsnelheid.

De riffles bestonden allen hoofdzakelijk uit stenig materiaal, hetzij fijn grind, grind of steen (Figuur 61). Van zodra één of twee van de tien gemeten punten zand of slib als dominant of subdominant substraat bevat, is deze riffle volgens de literatuur (De Laak 2007 en Elliot 1992) ongeschikt als voortplantingshabitat voor beekforel. Dit is enkel het geval voor de riffles op locaties Loonbeek2 en Nellebeek2. De riffle het dichtste bij de Loonbeekmolen (Loonbeek2) was op het moment dat de eitjes werden geplaatst, nog een duidelijk grindbed. Een maand later, bij de eerste controle en het opmeten van de habitatkenmerken, was deze echter volledig bedolven onder een zandlaag van gemiddeld 3 cm dik. Ook op de meest stroomopwaartse locatie in de Nellebeek (Nellebeek2) en in het zijbeekje net stroomopwaarts van de Loonbeekmolen (zijbeekjeLBM) vond een behoorlijke afzetting van fijn sediment plaats. De plek waar de fruitbak werd geplaatst was veranderd in een sliblaag, en de riffle had zich er naast gelegd.

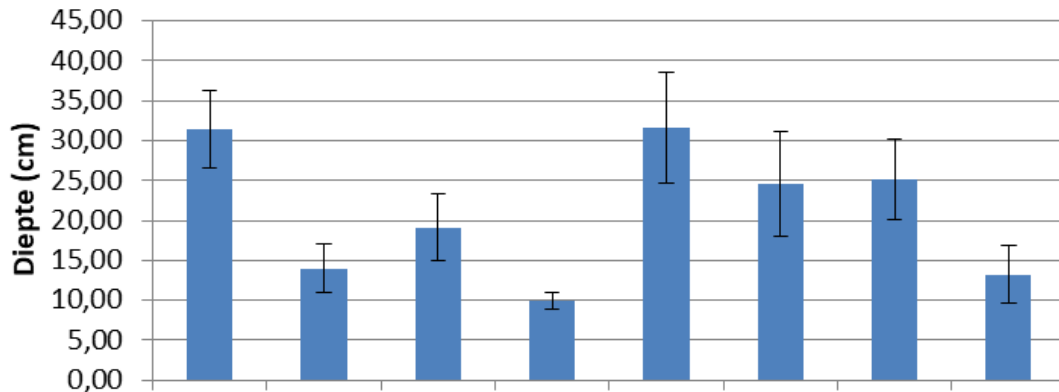
Voor de meetpunten waar het dominante substraat bestond uit zand of slib, kon geen ingebedheid van de partikels worden bepaald. Dit was in de meeste of veel punten zo voor de locaties Loonbeek2 en Nellebeek2. De riffles waren hier veel tot volledig verzand op het moment van de eerste controle. Voor de andere locaties bleek de ingebedheid te variëren van in vele gevallen niet of weinig tot matig of sterk ingebed (Figuur 62).

Bij wijze van experiment hebben we op elke testlocatie een houten stok in het substraat geplaatst. Hout kleurt namelijk zwart onder anoxische omstandigheden. Figuur 63 toont op welke diepte (in cm) de houten stok een zwarte verkleuring had bij de laatste controle. We krijgen zo een idee vanaf waar in de bodem er weinig tot geen zuurstof beschikbaar is. Op de locatie Loonbeek1 was de stok reeds verdwenen. Hoogstwaarschijnlijk is deze weggespoeld bij een piekdebiet. We zien dat de diepte tot de zuurstofarme zone op onze studielocaties varieert tussen de verschillende grindbedden en maximaal 8 centimeter bedraagt. De diepte van deze zone wordt bepaald door verschillende factoren. Zo zouden o.a. het versnellen en vertragen van de stroomsnelheid, de hoeveelheid nutriënten in het water, het zuurstofverbruik van de microbiële gemeenschap en partikelgrootte een belangrijke rol spelen. In rivierbodems die bestaan uit fijn sediment is enkel in de bovenste millimeters zuurstof beschikbaar (Brunke en Gonser 1997). Deze zuurstofbeschikbaarheid is bepalend voor de ecologie en biogeochemie van aquatische systemen. Het heeft met name een grote invloed op de overleving van bentische invertebraten alsook de eitjes en larven van vele vissoorten (Kaufman et al. 2017). Er bestaan sensoren om de opgeloste zuurstofconcentratie in de bodem te meten. Om te weten hoe correct deze stok-methode is, is een herhaling nodig aangevuld met metingen met dergelijke sensor. Daarnaast zou een controle met enkele stokken in niet-riffle rivierdelen ook interessant zijn. De riffles waar de zwarte verkleuring zich reeds op enkele centimeters bevindt, lijken op basis van dit testje

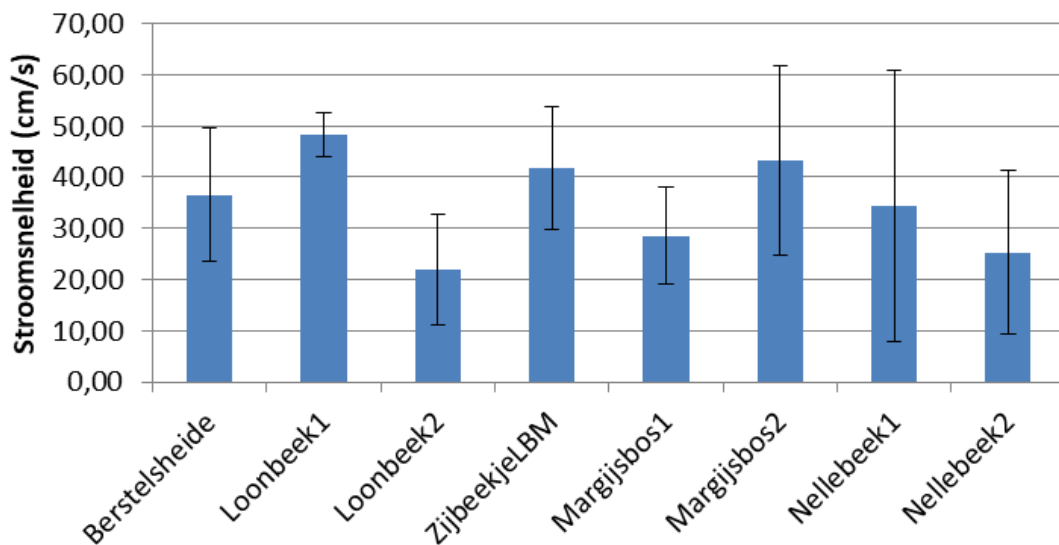


alvast minder interessant voor beekforel. Zij graven hun eitjes namelijk in op een diepte van 5 tot 15 centimeter (Elliot 1992, 1994). Als de eitjes in een zuurstof arme(re) laag terechtkomen alvorens ze moeten ontluiken, zullen ze dit niet overleven.

Gemiddelde diepte

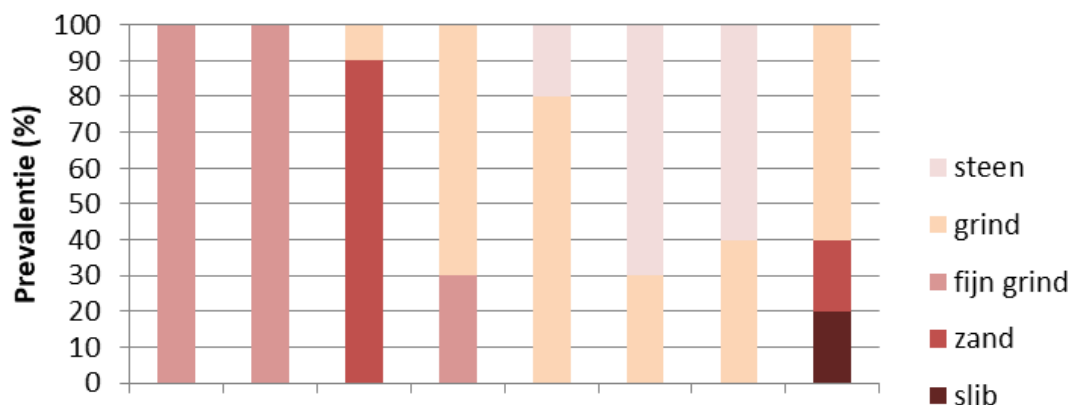


Gemiddelde stroomsnelheid

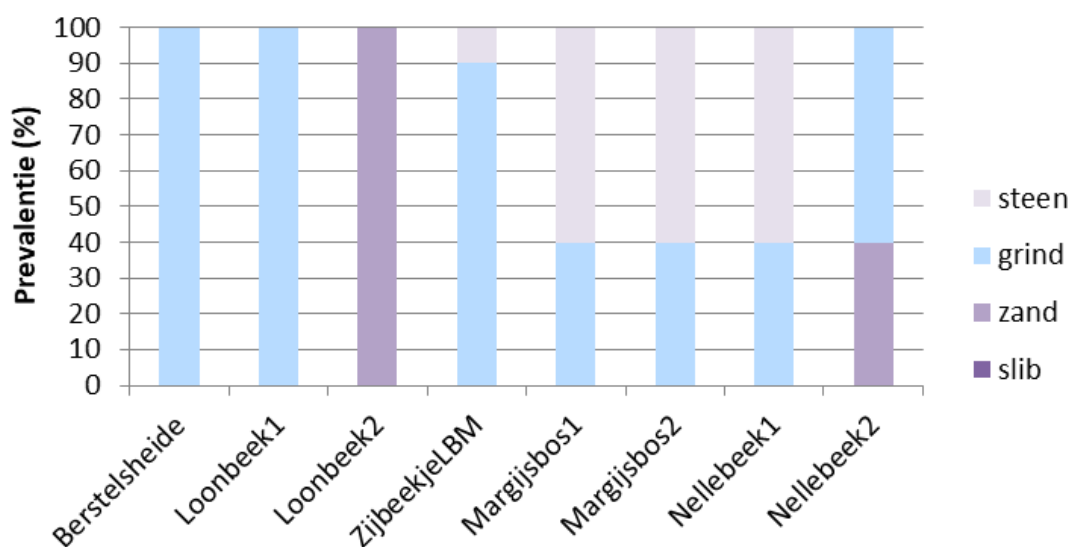


Figuur 60 Gemiddelde diepte (boven) en gemiddelde stroomsnelheid (onder) met standaarddeviatie (10 meetpunten) van de riffles op 20 januari 2023.

Type dominant substraat

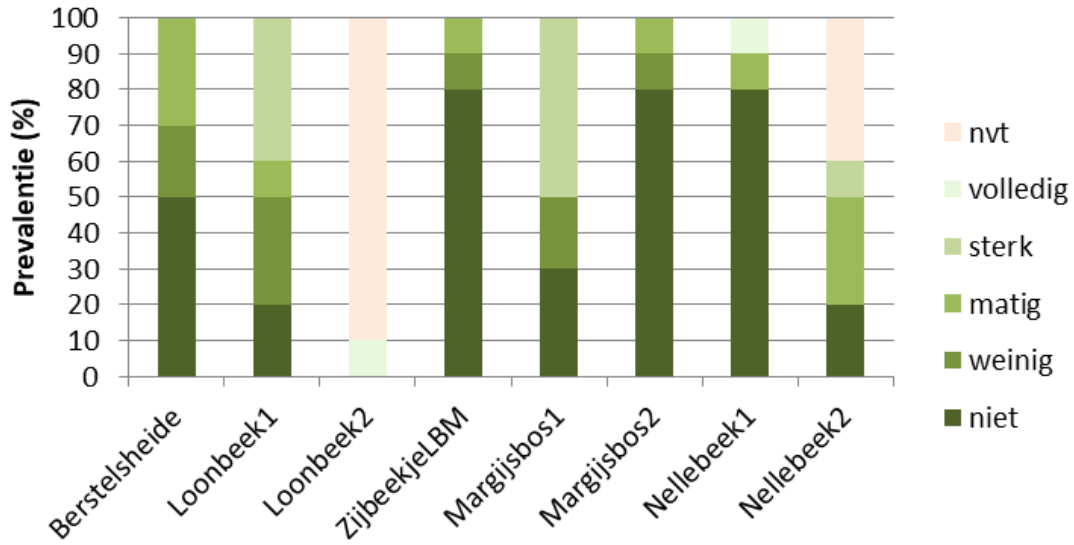


Type subdominant substraat



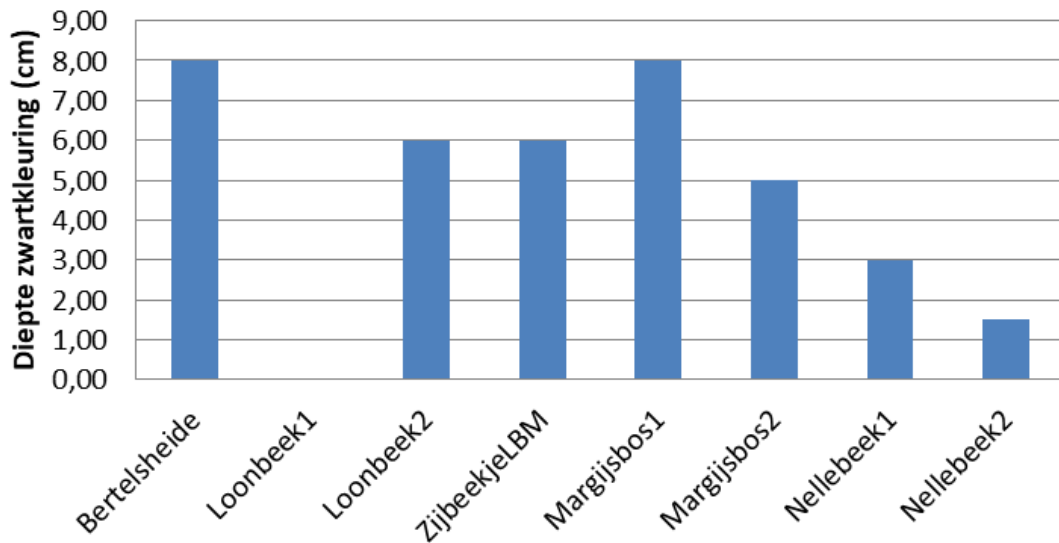
Figuur 61 Type dominant (boven) en subdominant (onder) substraat op de 10 meetpunten op 20 januari 2023.

Ingebedheid



Figuur 62 De ingebedheid van het dominant substraat op de riffles in de 10 meetpunten op 20 januari 2023.

Diepte zwartkleuring (cm) per locatie



Figuur 63 Diepte (cm) waarop zwarte verkleuring zichtbaar is op de houten stok die in de rifle werd geplaatst op de dag van de plaatsing van de eitjes.

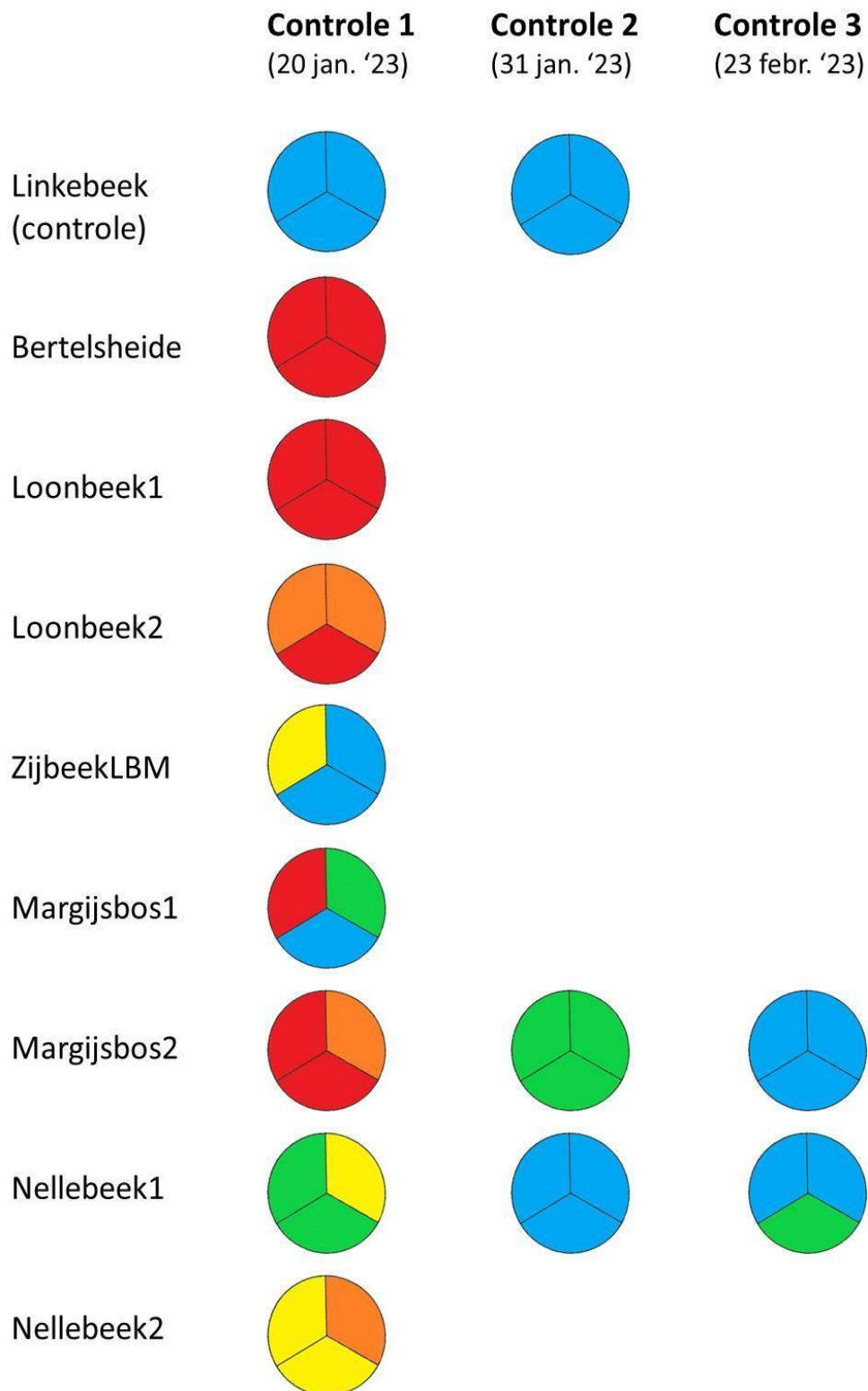
2.2.4.2 Sediment in de Vibertboxen

In 2022 was de hoeveelheid sediment dat in de boxen aanwezig was, het grootste bij de eerste controle. De tijd tussen de plaatsing en de eerste controle was ook langer dan de intervallen tussen de opeenvolgende controles. Op verschillende momenten tijdens de studieperiode werden erg hoge waterstanden genoteerd, omwille van de grote hoeveelheid neerslag. Deze hogere afvoer ging gepaard met hogere turbulentie en dus ook meer sediment dat kan worden afgezet op de riffles. Ook dit jaar werd veel sediment aangetroffen in de Vibertboxen bij de eerste controle.

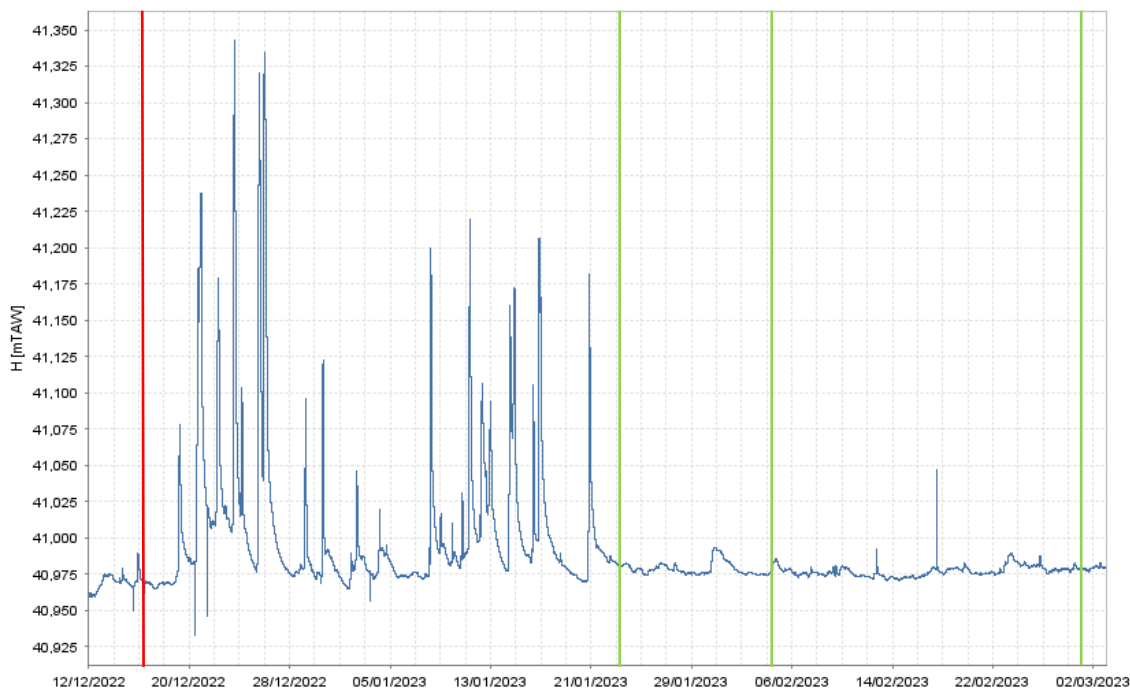
Al bij de eerste controle in 2023 was het duidelijk dat op vele plaatsen alle eitjes waren afgestorven. Op deze locaties werd alles na de eerste controle reeds verwijderd. We zien dat ook dit jaar tussen de plaatsing en 20 januari, veel sediment ophoopte in de boxen (Figuur 64). Voor elke locatie op elk controlemoment is een schijf weergegeven die bestaat uit drie stukken. Deze stukken stellen de drie replica's (de drie Vibertboxen) voor. De kleur van het stuk duidt op hoeveel sediment werd aangetroffen in die Vibertbox. Blauw, groen, geel, oranje en rood staan respectievelijk voor geen, weinig, matig, veel of volledig gevuld met sediment.

Op de locaties ZijbeekLBM (zijbeekje dat net stroomopwaarts van de Loonbeekmolen uitmondt) en Nellebeek2 was de fruitbak waar de Vibertboxen in zaten, volledig verzand. De riffle had zich naast de bak gelegd. De boxen lagen op het zand op het droge. Op beide locaties is het beekje vrij smal (ongeveer 1 meter breed). Ons fruitbakje stak uit boven het substraat, wat zal bijgedragen hebben in het afzetten van fijn substraat. Op de locatie Loonbeek2, was echter de volledige riffle onder een dikke laag zand komen te zitten. De aanwezigheid van het fruitbakje kan hier niet aan de basis liggen. Ook net stroomafwaarts van de Loonbeekmolen was veel zand afgezet. Op Figuur 65 is te zien dat er verschillende momenten van verhoogde afvoer plaatsvonden voor 20 januari. Tijdens deze hogere debieten zal meer stroomopwaarts in de waterloop fijn sediment zijn meegenomen en hier vervolgens op deze grindbedden zijn afgezet.





Figuur 64 Hoeveelheid sediment aangetroffen in de Vibertboxen tijdens de verschillende controlemomenten. De drie delen van de schijf stellen de drie replica's (drie Vibertboxen) voor. Blauw = geen sediment, groen = weinig, geel = matig, oranje = veel, rood = volledig vol. Indien alle eitjes dood waren, werden de Vibertboxen niet opnieuw geplaatst en kon geen sedimentatie meer worden bepaald bij het volgende controlemoment. In Linkebeek kwamen de eitjes sneller uit en werd geen derde controle meer uitgevoerd.



Figuur 65 Waterstand in meter t.o.v. zeeniveau ter hoogte van Huldenberg (waterinfo.be). Rode lijn: datum van de plaatsing van de eitjes. Groene lijnen tonen de 3 controlemomenten.

2.2.4.3 Overleving van de beekforeleitjes

Op 16 december 2022 werden op acht riffles in het stroomgebied van de IJse telkens drie Vibertboxen geplaatst die elk voorzien waren van 200 beekforeleitjes. Ook in Linkebeek werden drie gevulde Vibertboxen geplaatst onder kwekerijcondities als referentiesituatie. De overleving van de eitjes werd drie keer gecontroleerd tussen het moment van de plaatsing en het ontluiken. Figuur 66 toont de gemiddelde overlevingspercentages van de beekforeleitjes in de drie Vibertboxen per locatie op het einde van de studie. Op Figuur 67 is het gemiddelde overlevingspercentage per controlemoment te zien voor elke locatie.

In Linkebeek hadden de eitjes een gemiddeld overlevingspercentage van 72%, wat voldoet aan de verwachtingen (Boets et al. 2020). Op de drie locaties stroomafwaarts van de Loonbeekmolen was bij de eerste controle meteen duidelijk dat alle eitjes dood waren. Op het zijbeekje net stroomopwaarts van de Loonbeekmolen lagen de drie Vibertboxen op het droge. Zoals hierboven beschreven, is zand afgezet op de plaats waar het fruitbakje werd geplaatst en heeft de riffle zich naast het bakje gelegd. De Vibertboxen lagen op het zand en uit het water. Er was geen of nauwelijks sediment aanwezig in de bakjes en de eitjes waren nog mooi roze. Bij de tweede controle waren ze alsnog allemaal dood. Ook op de meest stroomopwaartse locatie op de Nellebeek (Nellebeek2) lagen de Vibertboxen op het droge. In deze smallere zijbeekjes heeft het plaatsen van een fruitbakje dat net iets boven het substraat uitsteekt, een grote invloed op het stromingspatroon wat hier heeft geleid tot het afzetten van sediment.



Beide locaties aan Margijsbos zagen er veelbelovend uit. Op de meest stroomafwaartse locatie was één box volledig vol met sediment, maar in de andere twee was er geen of nagenoeg geen afzetting. Toch waren alle eitjes bij de eerste controle reeds dood. Op de meer stroomopwaartse locatie was bij de eerste controle een klein percentage van de eitjes nog in leven. De bakjes waren (nagenoeg) volledig gevuld met fijn sediment. Of er effectief eitjes zijn uitgekomen hier is niet zeker. Bij elke controle telden we het aantal dode eitjes. Het zou kunnen dat er enkele eitjes verteerd waren en deze uit de boxen zijn gespoeld voor we ze konden tellen. De situatie is er hoe dan ook niet gunstig.

Op alle locaties was het fruitbakje tijdens de controlemomenten gevuld met fijn substraat. De Vibertboxen waren vaak, maar niet altijd, gevuld met zand of slib. Er is maar één locatie waar het fruitbakje niet gevuld was met zand, en dat was op de meest stroomafwaartse locatie in de Nellebeek (Nellebeek1). In de Vibertboxen zat wel in beperkte mate fijn sediment. De Vibertboxen met één compartiment zoals gebruikt in deze studie, staan er echter om bekend heuse sedimentvallen te zijn (Harshbarger en Porter 1979). Ze vangen disproportioneel sediment en de eitjes beschimmelen sneller in de boxen dan er buiten. De hoeveelheid sediment in de boxen geeft volgens deze bronnen dus een overschatting van de problematiek. Harshbarger en Porter (2015) meldde dat de overleving van beekforeleitjes 3,5 keer hoger is wanneer ze rechtstreeks in het grindbed worden geplaatst dan in de Vibert- boxen. Greenberg (1992) rapporteerde een overlevingspercentage van 72 % met zijn 'egg plates' en stelt dat dit een betere methode is dan Vibertboxen. Deze methoden zijn echter minder geschikt indien we de overleving en ontwikkeling willen opvolgen zoals in de huidige studie.

Op de locatie Nellebeek1 hadden de beekforeleitjes een gemiddeld overlevingspercentage van 39 %. Dat is iets meer dan de helft van wat in de kwekerij onder optimale condities wordt behaald. Bij de laatste controle waren geen levende eitjes meer aanwezig in de Vibert- boxen. Wel werden verschillende larven gevonden in de boxen en het fruitbakje (Figuur 68). Het is ook een begeerde plek voor rivierdonderpad. Bij elk controlemoment troffen we individuen aan.

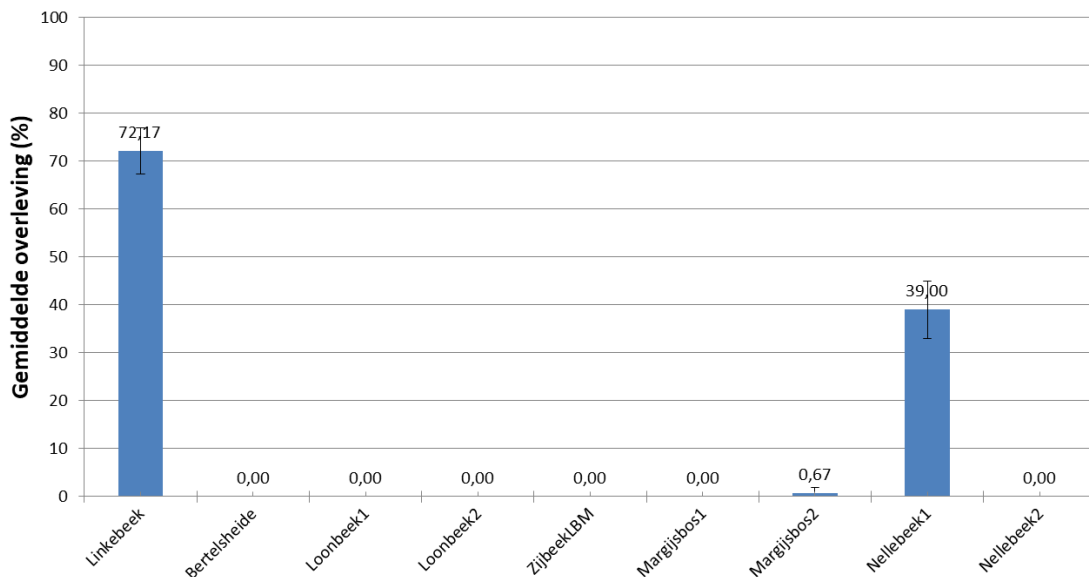
Vorig jaar was het onduidelijk in welke mate de afzetting van fijn sediment op de riffles een invloed heeft op de ontwikkeling van de beekforeleitjes in het stroomgebied van de IJse. Dit jaar was er een redelijke overleving op de riffle net onder de beverdam op de Nellebeek. Deze locatie was de enige waar het fruitbakje niet vol zat met zand bij de controlemomenten. Op basis van deze observaties vermoeden we dat sedimentatie ten minste deels verantwoordelijk is voor het afsterven van de beekforeleitjes in het stroomgebied van de IJse. Boets et al. (2020) wees ook voor de Zwalm reeds in die richting. Door sedimentatie slibben de grindbedden dicht en komt er minder zuurstof tot bij de eitjes. Het zuurstofgehalte is echter cruciaal voor de ontwikkeling. Fijn sediment dat de substraatpermeabiliteit en zuurstoftoevoer naar de ontwikkelende embryo's verhindert, wordt vaak beschouwd als de belangrijkste oorzaak voor verdwijnen van salmoniden populaties (Wildhaber et al. 2014). Ook Bylak en Kukula (2022)



waarschuwen dat fijn sediment de grootste druk uitoefent op het voortbestaan van vissen die eieren leggen in grind.

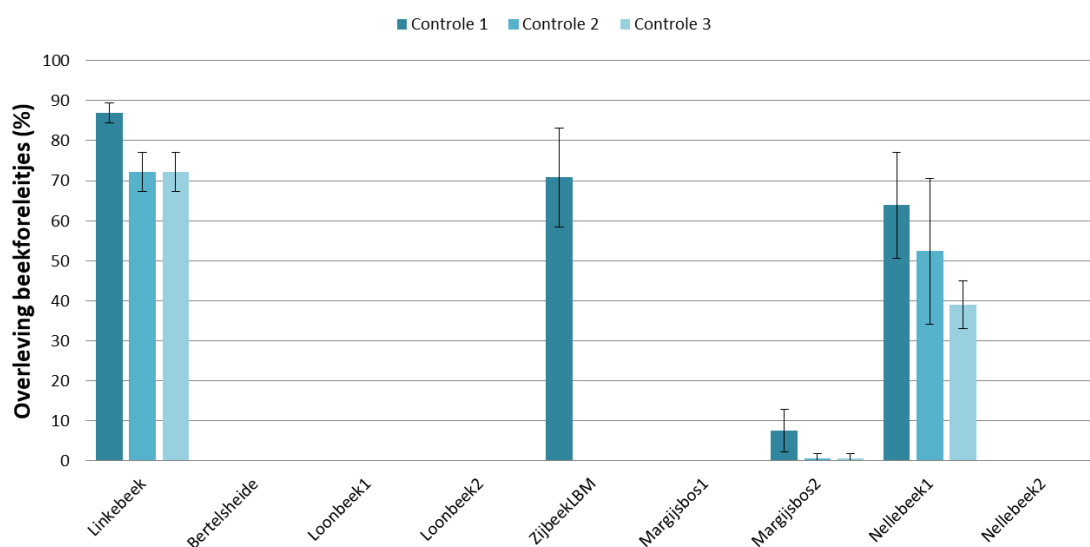
Nellebeek1 ligt vlak achter een heuse en stevige beverdam. Op het moment van de studie werd het water boven de dam met ongeveer een meter opgestuwd. Door de dam sijpelt wat water dat snel stroomt over een klein grindbedje. Dat hier in het fruitbakje het minste aanslibbing werd waargenomen is geen toeval. Beverdammen fungeren uitstekend als sedimentvang (Bylak en Kukula 2022). Stroomafwaarts van beverdammen is de sedimentatieproblematiek kleiner wat een positieve impact heeft op paaiende salmoniden en de algemene zoetwaterecologie (Kemp et al. 2012). Enkele bronnen spreken tevens over een positief effect op de groei van salmonide juvenielen, daar ze minder energie zouden verbruiken in de beverkommen en er meer voedsel beschikbaar is (Larsen et al. 2021).

Gemiddelde overleving (%) van beekforeleitjes op de verschillende locaties in de IJse



Figuur 66 Gemiddelde overlevingspercentage en standaarddeviatie van de beekforeleitjes genomen over de drie replica's per locatie op de laatste controledag. Uiterst links staat Linkebeek weergegeven, dewelke de controle was.

Overleving beekforeleitjes per controle en per locatie in %



Figuur 67 Gemiddelde overlevingspercentage en standaarddeviatie van de eitjes in de drie Vibertboxen per locatie per controle. Uiterst links staat Linkebeek weergegeven, dewelke de controle was.



Figuur 68 Beekforellarve afkomstig van de eitjes in de Vibertboxen op de riffle net stroomafwaarts van de beverdam in de Nellebeek.

Stringer & Gaywood, 2016, Bylak en Kukula 2022). Eerder INBO advies luidde reeds dat potentieel negatieve impact van de dammen op bijvoorbeeld de longitudinale connectiviteit (Kemp et al. 2012) zeker ondergeschikt is aan de vele voordelen die de bouwwerken van bever met zich meebrengen in het stroomgebied (Huysentruyt et al. 2020).



3 REFERENTIES

Aldinger J.L., Stuart A.W. (2017). Diel periodicity and chronology of upstream migration in yellow-phase American eels (*Anguilla rostrata*). *Environmental biology of fishes* 100: 829-838.

Anon (2010). *Environment Agency Fish Pass Manual*, s.l.: Environment Agency

Baran P., Basilico L., Larinier M., Rigaud C., Travade F. (2012). Management plan to save the eel. Optimising the design and management of installations. (Meeting Recap). ONEMA

Boets P., Dillen A., Auwerx J., 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.

Brown R. S., Cooke S. J., Anderson W. G., & McKinley R. S. (1999). Evidence to challenge the "2% rule" for biotelemetry. *North American Journal of Fisheries Management*, 19(3), 867-871.

Brunke M., and T. Gonser (1997). The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *Freshwater Biol.* 37(1), 1– 33.

Buyse D., Pauwels I., Mouton A., Robberechts K., Pieters S., Gelaude E., De Maerteleire N., Baeyens R., Papadopoulos I. & Coeck J. (2015). Evaluatie van rivierherstelmaatregelen in de Marke (Denderbekken). *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015*, (INBO.R.2015.11352705), p.Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Buyse D., Demaerteleire N., Pieters S., Gelaude E., Smeekens V., De Dapper T., Pauwels I., Elings J., Vandamme L. & Coeck J. (2024). Vismgemeenschap en vismigratie in de Dijle tussen Rotselaar en Leuven. Evaluatie van visdoorgangen en potentiële vismigratieknelpunten. *Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2024* (8). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.102077483

Bylak A. en Kukula K. (2022). Impact of fine-grained sediment on mountain stream macroinvertebrate communities: Forestry activities and beaver-induced sediment management. *Science of the Total Environment*. 832.

Correia M.J., Costa J.L., Antunes C., De Leo G. en Domingos I. (2018). The decline in recruitment of the European eel: new insights from a 40-year-long time-series in the Minho estuary (Portugal). *ICES Journal of Marine Science* 75 (6): 1975 – 1983. doi:10.1093/icesjms/fsy073



Cunningham J.M., Calhoun A.J.K. & Glanz W.E. (2007). Pond-Breeding Amphibian Species Richness and Habitat Selection in a Beaver-Modified. *The Journal of Wildlife Management* 71(8):2517-2526.

De Laak G.A.J. en van Emmerik W.A.M. (2006). Kennisdocument snoek, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 13. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

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

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

Don A. (2020). *Personal Communication* in Environmental Agency report 2023.

Drouineau H. et al. (2015). Assessing the efficiency of an elver ladder using a multi-state mark-recapture model. *River Res. Applic.*, Volume 31, pp. 291-300.

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

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-Brittannië) : NRA, 1992. 141 p (Fisheries Technical Report; 3)

Environment Agency (2023). Elver and Eel Passes, a guide to the design and implementation of upstream and downstream passage solutions at weirs, tidal gates and sluices. Version 2.0

Feunteun E., Laffaille P., Robinet T., Briand C., Baisez A., Olivier J. M. & Acou A. (2003). A review of upstream migration and movements in inland waters by anguillid eels: toward a general theory. *Eel biology*, 191-213.

Griffioen A.B., Wilkes T., van Keeken O.A. et al. Glass eel migration in an urbanized catchment: an integral bottleneck assessment using mark-recapture. *Mov Ecol* 12, 15 (2024). <https://doi.org/10.1186/s40462-023-00446-6>

//

Gellis A., Fitzpatrick F. en Schubauer-Verigan J. (2016). A Manual to Identify Sources of Fluvial Sediment. EPA/600/R-16/210

Huysentruyt F., Speybroeck J., Buysse D. en Coeck J. (2020). Advies over de impact van bever (*Castor fiber*) op andere IHD-doelsoorten. Adviesnummer: INBO.A.3845

ICES. (2017). Report of the Working Group on Elasmobranchs (2017), 31 May-7 June 2017, Lisbon, Portugal. ICES CM 2017/ACOM:16. 1018 pp.

Jacoby D. & Gollock M. (2014). *Anguilla anguilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T60344A45833138.

Kaufman M.H., Cardenas M.B., Buttles J., Kessler A.J. en Cook P.L.M. (2017). Hyporheic hot moments: Dissolved oxygen dynamics in the hyporheic zone in response to surface flow perturbations. *Water Resources Research* 53 (8).

Kemp P.S., Worthington T.A., Langford T.E.L., Tree A.R.J., Gaywood M.J. (2012). Qualitative and quantitative effects of reintroduced beavers on stream fish. *Fish Fish*. 13: 158-181.

Klemetsen A., Amundsen P-A., Dempson J.B., Jonsson B., Jonsson N., O'Connell M.F. &

Koporikov A.R. en Bogdanov V.D. (2011). Spatial and Biotopic Distribution Patterns of Semianadromous Burbot, *Lota lota* (Lotidae), Early Larvae in the Lower Ob Floodplain. *Russian Journal of Ecology* 42: 339-343.

Larsen A., Larsen J.R., Lane S.N. (2021). Dam builders and their works: Beaver influences on the structure and function of river corridor hydrology, geomorphology, biogeochemistry and ecosystems. *Earth-Science Reviews*. 218.

Leitner P., Hauer C., Ofenböck T., Pletterbauer F., Schmidt-Kloiber A. en Graf W. (2015). Fine sediment deposition affects biodiversity and density of benthic macroinvertebrates: A case study in the freshwater pearl mussel river Waldaist (Upper Austria). *Limnologica*. 50: 54-57.

Majerova M., Neilson B.T., Roper B.B. (2020). Beaver dam influences on streamflow hydraulic properties and thermal regimes. *Science of the Total Environment*. 718.

Mathers K.L., Doretto A., Fenoglio S., Hill M.J., 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.

Miller M. J., Feunteun E., & Tsukamoto K. (2016). Did a "perfect storm" of oceanic changes and continental anthropogenic impacts cause northern hemisphere anguillid recruitment reductions?. *ICES Journal of Marine Science*, 73(1), 43-56.

////////////////////////////////////

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

Mouton A., Buysse D., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Robberechts K., Stevens M. & Coeck J. (2013). Optimalisatie van omgekeerd spuibehoor voor glasaalmigratie vanuit de Ganzepoot te Nieuwpoort naar de IJzer. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Mouton A., Gelaude E., Jacobs, Y., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R., Coeck J. (2010). Optimalisatie van glasaalmigratie in de Ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. Studie in opdracht van W&Z, Afdeling Bovenschelde

Pauwels I., Van Wichelen J., Vandamme L., Vught I., Van Thuyne, G., Auwerx J., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Picavet B., Pieters S., Robberechts K., Belpaire C. & 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.

Puttock A., Graham H.A., Cunliffe A.M., Elliott M. en Brazier R.E. (2017). Eurasian 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).

Stringer A.P. & Gaywood M.J. (2016). The impacts of beavers *Castor* spp. on biodiversity and the ecological basis for their reintroduction to Scotland, UK. *Mammal Review* 46:270-283.

Stringer A.P., Blake D. & Gaywood M.J. (2015). A review of beaver (*Castor* spp.) impacts on biodiversity, and potential impacts following a reintroduction to Scotland. *Scottish Natural Heritage Commissioned Report* No. 815.

Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., Jacobs Y., De Maerteleire N., Robberechts K., Stevens M., Mouton A., Buysse D., Auwerx J., Vught I., De Charleroy D. & Coeck J. (2013a). Wetenschappelijke ondersteuning herstelprogramma's kopvoorn, serpeling, kwabaal en beekforel in 2012. INBO.R.2013.21. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., Robberechts K., De Maerteleire N., Jacobs Y., Stevens M., Mouton A., Buysse D., Auwerx J., Vught I., De Charleroy D. & Coeck, J. (2013b). Wetenschappelijke ondersteuning herstelprogramma's kopvoorn, serpeling en kwabaal in 2013.

INBO.R 2013.1007144. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 124 pp.

Van den Neucker T., Gelaude E., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y., Stevens M., Mouton A., Buysse D., Auwerx J., De Charleroy D., Coeck J. & van Vessem J. (2009). Wetenschappelijke ondersteuning van de herstelprogramma's voor kopvoorn, serpeling, kwabaal en beekforel in 2008. INBO.R.2009.39, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Wichelen J., Vandamme L., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K. & Coeck J. (2018). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer. Onderzoeksprogramma visserij 2017 - eindverslag. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Wichelen J., Vandamme L., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K., & 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.

Van Wichelen J., Verhelst P., Buysse D., Belpaire C., Vlietinck K. en Coeck J. (2021). Glass eel (*Anguilla anguilla* L.) behaviour after artificial intake by adjusted tidal barrage management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 249, 5. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107127>

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., & Coeck J. (2018). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma visserij 2016 - eindrapport. (Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; Nr. 1). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. <https://doi.org/10.21436/inbor.13970473>

Vandamme L., Van Wichelen J., Steendam C., Mouton C., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., De Maerteleire N., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K., & Coeck J. (2020). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer - onderzoeksprogramma visserij 2019: eindrapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

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., & 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; Nr. 3). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.



Verhelst P., Reubens J., Aelterman B., Van Hoey S., Goethals P., Moens T., Coeck J., Mouton A. (2018). Movement behaviour of large female yellow European eel (*Anguilla anguilla* L.) in a freshwater polder area. *Ecology of Freshwater Fish* 27: 471-480

Vermeersch S., Baeyens R., De Marteleire N., Gelaude E., Pauwels I., Pieters S., Robberechts K. & Coeck J. (2016). Evaluatie van de vismigratie in de Dijle ter hoogte van de Bovenstuw in Mechelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (14). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.12464189.

Vollestad L.A. et al. (1986). Environmental Factors Regulating the Seaward Migration of European Silver Eels (*Anguilla anguilla*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Volume 43, pp. 1909-1916.

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. & Coeck J. (2015). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid 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.

Wildhaber C.M., Epting J., Wildhaber R.A., Huber E., Huggenberger P., Burkhardt-Holm P., Alewell C. (2014). Effects of river morphology, hydraulic gradients, and sediment deposition on water exchange and oxygen dynamics in salmonid redds. *Science of the Total Environment*. 470-471: 488-500.

Wright J.P., Jones C.G. & Flecker A.S. (2002). An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia* 132:96-101.