



**Vlaanderen**  
is wetenschap

# Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer

Onderzoeksprogramma visserij 2019 – Eindrapport

Lore Vandamme, Jeroen Van Wichelen, Charlotte Steendam, Rein Brys, Ine Pauwels, Johan Auwerx, David Buysse, Raf Baeyens, Nico De Maerteleire, Emilie Gelaude, Sebastien Pieters, Karen Robberechts, Sophie Vermeersch & Johan Coeck

INSTITUUT  
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

**Auteurs:**

Lore Vandamme, Jeroen Van Wichelen, Charlotte Steendam, Rein Brys, Ine Pauwels, Johan Auwerx, David Buysse, Raf Baeyens, Nico De Maerteleire, Emilie Gelaude, Sebastien Pieters, Karen Robberechts, Sophie Vermeersch & Johan Coeck  
*Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*

**Reviewers:**

Kristof Vlietinck (ANB)

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  
[www.inbo.be](http://www.inbo.be)

**e-mail:**

[lore.vandamme@inbo.be](mailto:lore.vandamme@inbo.be) & [johan.coeck@inbo.be](mailto:johan.coeck@inbo.be)

**Wijze van citeren:**

Lore Vandamme, Jeroen Van Wichelen, Charlotte Steendam, Rein Brys, Ine Pauwels, Johan Auwerx, David Buysse, Raf Baeyens, Nico De Maerteleire, Emilie Gelaude, Sebastien Pieters, Karen Robberechts, Sophie Vermeersch & Johan Coeck (2020). Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer. Onderzoeksprogramma visserij 2019. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (49). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.  
DOI: [doi.org/10.21436/inbor.28808440](https://doi.org/10.21436/inbor.28808440)

**D/2020/3241/330**

**Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (49)**

**ISSN: 1782-9054**

**Verantwoordelijke uitgever:**

Maurice Hoffmann

**Foto cover:**

Larven van de kwabaal. Fotograaf: Lore Vandamme, INBO

**Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:**

Het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB)/Visserijfonds  
Havenlaan 88/ bus 75, 1000 Brussel

AGENTSCHAP  
**NATUUR & BOS**

**Wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning  
van het visserijbeleid en het visstandbeheer**

Onderzoeksprogramma visserij 2019 – Eindrapport

Lore Vandamme, Jeroen Van Wichelen, Charlotte Steendam, Rein Brys, Ine Pauwels, Johan Auwerx, David Buysse, Raf Baeyens, Nico De Maerteleire, Emilie Gelaude, Sebastien Pieters, Karen Robberechts, Sophie Vermeersch & Johan Coeck

[doi.org/10.21436/inbor.28808440](https://doi.org/10.21436/inbor.28808440)

## Dankwoord/Voorwoord

Bijzonder welkom was de hulp bij (nachtelijke) staalnames van Michiel Perneel, Pieterjan Verhelst, Kurt Lermytte en Wim Packet, tijdens nachtelijke kruisnetbemonsteringen van glasaal en/of gemaalnetbemonsteringen van zilverpaling tijdens weekends of verlofdagen. De vrijwilligers van de glasaalmonitoring aan het Iepersas op de Ijzer, in het bijzonder Ronny de Jonghe worden bedankt voor het ter beschikking stellen van hun vangst. Het palingonderzoek kon niet worden uitgevoerd zonder de logistieke en informatieve ondersteuning van Maarten Goegebeur, Johan Van Hecke, Ingrid De Zaeyer (allen VMM), Jacques Demeyere (sluismeester Nieuwe Polder van Blankenberge), Norbert Bassens (sluisbediener Nieuwe Polder van Blankenberge). Jo Packet (INBO) en Bart Vervaeke (VMM) worden bedankt voor het ter beschikking stellen van respectievelijk een binoculair en weegschaal en een macro-invertebraten schepnet.

De hulp van Jan Soors, Olja Bezdenjesnji en Athanaska Verhelst (allen INBO) bij het beschikbaar stellen van materiaal en kennis voor de determinatie en kwantificatie van zoöplankton, wordt ten zeerste geapprecieerd. Karen Cox (INBO) droeg ook haar steentje bij als koerier van potjes en stalen tussen Gent en Geraardsbergen, waarvoor dank. Zonder Rein Brys en zijn team (INBO) die de metabarcoding analyses van de eitjes en eDNA uitvoerde voor het evalueren van het paaisucces van kopvoorn, was dit onderzoek niet van dezelfde kwaliteit. Caroline Mouton (stagiair INBO-UGent) hielp mee bij de determinatie van het zoöplankton in het kader van de voedselbeschikbaarheid voor kwabaallarven.



## Samenvatting

Dit rapport geeft en bespreekt de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in 2019 door de onderzoeksgroep Aquatisch Beheer in het kader van het lopende onderzoeksprogramma binnen de overeenkomst rond de wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer in opdracht van het Agentschap Natuur- en Bos en het Visserijfonds. Deze rapportage behandelt twee grote onderzoeksluiken, enerzijds studies rond de implementatie van het palingbeheersplan (in het kader van de Europese Palingverordening) en anderzijds onderzoek rond de soortherstelprogramma's van stroomminnende vissoorten.

In het kader van het palingbeheerplan deden we tijdens het voorbije jaar onderzoek naar 1) de opvolging van de glasaalintrek door middel van palinggoten in de Westkustpolder, 2) de glasaalintrek ter hoogte van de vismigratieschuif Maertensas op de Noordede en 3) de intrek van glasaal ter hoogte van het Caemerlinckxgemaal.

### ***Intrek van glasaal in de Westkustpolder***

Voorgaand onderzoek (programma 2016, 2017, 2018) toonde aan dat (1) met een aangepast spui-beheer ter hoogte van de Ganzepoot beduidend meer glasaal het Afvoerkanaal Veurne-Ambacht kan koloniseren en (2) ter hoogte van het pomp-gemaal de verdertrekkende glasalen opgevangen kunnen worden zodat ze stroomopwaarts van dit knelpunt in de polder uitgezet kunnen worden. In het voorjaar van 2019 (februari-juni) werd, met behulp van vrijwilligers, de intrek van glasaal in het Afvoerkanaal van Veurne-Ambacht gemonitord. In totaal werden 54.112 glasalen opgevangen met beide glasaalgoten, 29% meer in vergelijking met het aantal glasalen dat gevangen werd in 2018. De grootste migratiepiek werd waargenomen in de eerste week van april (week 14).

### ***Onderzoek naar de glasaalintrek in de Noordede***

In de meeste Vlaamse zeehavens (Nieuwpoort, Oostende, Zeebrugge) wordt momenteel aangepast spui-beheer toegepast ter hoogte van de getijdenbarrières ter verbetering van de glasaalintrek. Echter, op een aantal andere belangrijke afwateringspunten, zoals de Noordede, werd nog geen specifiek beheer uitgevoerd. In 2018 heeft VMM het Maertensas op de Noordede volledig vernieuwd en geautomatiseerd waarbij in de toekomst op één van de acht schuiven aangepast spui-beheer kan worden toegepast om trekvis voorbij dit vismigratieknelpunt te loodsen. De intrek van glasaal in de Noordede door middel van omgekeerd spui-beheer werd in deze studie onderzocht.

Glasalen werden met een gemaalnet opgevangen tijdens 10 getijdencycli (maart-april). In totaal werden er 12.853 glasalen gevangen. De intrek verliep duidelijk volgens een diurnaal patroon waarbij 's nachts veel hogere glasaalaantallen werden vastgesteld dan overdag. De migratiepiek werd waargenomen eind maart/begin april. De grootste en zwaarste glasalen werden in het begin van het seizoen waargenomen. In het begin van de studieperiode waren de gevangen glasalen niet tot weinig gepigmenteerd. Met het voortschrijden van het seizoen nam de pigmentatiegraad toe en op het einde van de studieperiode domineerden sterker gepigmenteerde glasalen de glasaalpopulatie. Op basis van de resultaten, kan de werking van de vismigratiespui als zeer succesvol worden beschouwd.

### ***Intrek van glasaal ter hoogte van het Caemerlinckxcomplex***

Een ander belangrijk migratieknelpunt dat er zich toe leent om met behulp van aangepast spui-beheer de glasaalintrek sterk te verbeteren is het Caemerlinckxgeleed in Oostende. In deze studie werd de intrek van glasaal nagegaan door gebruik te maken van een glasaalgoot





paaien. De aantallen eitjes die werden aangetroffen per bemonstering waren echter laag. Na genetische analyse van de eitjes bleek dat deze afkomstig zijn van riviergrondel en kopvoorn. Er werden 24 soorten gedetecteerd d.m.v. eDNA, waaronder biermpje, paling, Europese karper, kopvoorn en riviergrondel. Deze studie toont paai-activiteit en het afzetten van eitjes door kopvoorn aan en bevestigt de nood aan snelstromende ondiepe grindbedden voor de reproductie van deze vissoort aangezien er geen kopvoorn eitjes werden gevonden in de pools.



## Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Dit werk rapporteert over de resultaten van een onderzoeksprogramma dat sterk beleidsgericht is en kadert in het Vlaams zoetwatervisserijbeleid. Het rapport is doorweven van relevante informatie over visserijbeleidsgerichte maatregelen.

Graag verwijzen we naar de respectievelijke (deel)hoofdstukken voor de specifieke voorgestelde beleidsmaatregelen in het kader van het palingbeheerplan (hoofdstuk 2) en het onderzoek inzake soortherstel stroomminnende visgemeenschappen (hoofdstuk 3).





## English abstract

As part of the Belgian Eel Management Plan, specific research was conducted during the past year to (1) monitor glass eel migration through the Veurne-Ambacht canal (Nieuwpoort) using eel ladders, (2) quantify glass eel entrance into the Noordede (Ostend) when a modified tidal barrier management is applied and (3) quantify glass eel migration through the Caemerlinckx pumping station (Ostend) using eel ladders in combination with artificial substrates.

### ***Glass eel monitoring in the Veurne-Ambacht drainage canal (Nieuwpoort)***

Previous research (program 2016, 2017, 2018) has shown that (1) by applying a modified tidal barrier management significantly more glass eels can colonize the Veurne-Ambacht Canal and (2) upstream-migrating glass eels can be captured by eel ladders at the pumping station after which they can be manually released in the polder area. In 2019 (February-June), glass eel migration into the Veurne-Ambacht drainage canal was monitored, with the aid of volunteers. In total, 54.122 glass eels were collected - an increase of 29% compared to the data of 2018. The largest migration peak was observed during the first week of April.

### ***Glass eel migration in the Noordede (Ostend)***

Modified tidal barrier management is currently applied at the tidal barriers of many Flemish seaports (e.g. Nieuwpoort, Ostend, Zeebrugge) to improve upstream glass eel migration. However, no adjusted barrier management has yet been performed at a number of important tidal barriers, such as the Maertensas of the Noordede (Ostend). In 2018, the Maertensas was completely refurbished and automated and one of the 8 outflow channels was specifically established as a fish migration channel to guide migratory fish beyond this barrier.

In 2019, the effect of applying modified tidal barrier management on upstream glass eel migration was evaluated. Glass eels were collected with a fine mesh fike net during 10 tidal cycles (March-April). In total, 12.853 glass eels were collected. The upstream migration clearly followed a diurnal pattern with a much higher amount of glass eels captured at night. The migration peak was observed at the end of March and early April. Glass eels showed minor pigmentation at the onset of the study. As the season progressed, pigmentation degree increased reaching fully pigmented glass eels at the end of the study. Based on the results, it can be concluded that the operation of the fish migration channel can be considered successful.

### ***Glass eel migration in the Caemerlinckx tidal barrier complex (Ostend)***

Another important migration barrier that can offer the opportunity to greatly improve glass eel upstream migration with the aid of modified tidal barrier management is the Caemerlinckx tidal barrier (Ostend). In this study, the presence of glass eels was investigated using an eel ladder in combination with three artificial substrates placed in the water, leading to 516 and 330 captured glass eels, respectively. Glass eels captured at the Caemerlinckx barrier station were clearly more advanced in pigmentation degree compared to glass eels caught in the Noordede near the Maertensas in the same period (April). In general, glass eels captured in the artificial substrates were more well fed in comparison with glass eels captured using the eel ladder. To improve the operation of the eel ladder, it must be placed a little deeper in the water to increase operating time. The water supply pipe needs to be adapted as well to prevent blockage problems.

An optimized management of tidal barriers to increase glass eel upstream migration only makes sense if a safe downstream migration of silver eels towards the sea can be ensured.



Since, the Caemerlinckx barrier contains vertical bar racks in front of the discharge valves, this location could be a possible migration barrier. Different studies suggest that silver eels can pass vertical barr racks when the distance between the barrs is sufficient, but also important migration delays may occur.

In the context of the recovery program for sensitive fish species, two subjects were investigated in 2019: the reproductive success of burbot in the Grote Nete basin and the spawning success of the common chub on riffles.

#### ***Research on the reproductive success of burbot***

In 2005, a reintroduction program was started to increase burbot populations. For this, burbot juveniles are released in the Grote Nete every year. Follow-up studies showed that these juveniles survive well and are able to spawn. INBO found burbot juveniles in 2010, 2014 and 2015 in the area of the Grote Nete. Burbot larvae were found in a pool on the Asbeek in 2014, 2015, 2016 and 2017. In 2019, the natural reproduction of burbot was again investigated at various locations in the Grote Nete basin (March) by visually searching for larvae and by electric fishing for juveniles. Only 11 burbot larvae were observed, all at the same location. Since there is a chance that larvae are present, but not observed, it's not possible to conclude that no larvae are present at the other locations. It is possible that spawning or survival conditions during the winter of 2018-2019 or spring 2019 were not optimal for burbot. On the other hand, it is also possible that the larvae already metamorphosed into juveniles and already adopted their benthic lifestyle. As in 2016, 2017 and 2018, no burbot juveniles were caught in 2019. However, two adults were observed. Zooplankton samples show that potential food for burbot larvae and juveniles is present in the examined pools. However, whether the quantities are sufficiently large is not known yet.

#### ***spawning success of the common chub on riffles***

Lithophilic fish species, such as common chub, common dace and brown trout, depend on stony substrates for their reproduction (e.g. spawning riffles). However, stony riffles are naturally scarce in Flemish lowland rivers. In addition, the quality of these habitats has declined and riffles are at high risk of silting and/or being overgrown by algae - two detrimental factors for fish egg development. In 2003, artificial spawning riffles were created in several rivers, including the IJse. The aim of this research was to detect fish eggs on these artificial spawning riffles, using both spawning mats and kick samples. In addition, eDNA samples were taken to examine the presence of the target species (common chub), since it's possible that adults are present while the spawning conditions are not suitable. Fish eggs were found on all sampled riffles in the IJse. It can therefore be stated that all riffles are used to spawn. However, the numbers of eggs found per sampling event were low. Genetic analysis of the eggs revealed that they originate from brown trout and common chub. These species were also found in the eDNA samples. EDNA samples revealed, in total, 24 fish species. This study demonstrated spawning activity and egg deposition on the artificial spawning riffles and confirms the need for fast-flowing shallow gravel beds for the reproduction of the common chub.



## Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord.....	2
Samenvatting.....	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid .....	6
English abstract.....	7
<b>1 Inleiding.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Palingbeheerplan .....</b>	<b>12</b>
2.1 Intrek van glasaal in de Westkustpolder.....	12
2.1.1 Situering.....	12
2.1.2 Doelstelling.....	12
2.1.3 Verlenging palinggoten.....	12
2.1.4 Glasaalmonitoring 2019.....	14
2.2 Onderzoek naar de glasaalintrek in de Noordede .....	16
2.2.1 Situering.....	16
2.2.2 Doelstelling.....	16
2.2.3 Studieggebied .....	17
2.2.4 Werkwijze.....	19
2.2.5 Resultaten .....	21
2.2.5.1 Abiotiek.....	21
2.2.5.2 Werking vismigratieschuif.....	23
2.2.5.3 Vangsten .....	24
2.2.5.4 Conditie.....	28
2.2.5.5 Pigmentatiegraad.....	29
2.2.5.6 Voedselopname .....	30
2.2.6 Discussie.....	31
2.2.7 Aanbevelingen.....	33
2.3 Intrek van glasaal ter hoogte van het Caemerlindcxgeemaal.....	33
2.3.1 Situering.....	33
2.3.2 Doelstelling.....	34
2.3.3 Werkwijze.....	35
2.3.4 Resultaten glasaalintrek.....	37
2.3.4.1 Abiotische metingen .....	37
2.3.4.2 Werking palinggoot.....	39
2.3.4.3 Vangstaantallen .....	40
2.3.4.4 Conditie.....	41
2.3.4.5 Pigmentatiegraad.....	43
2.3.4.6 Voedselopname .....	44
2.3.5 Inschatting mogelijke den zilvepalinguittrek .....	46
2.3.6 Discussie.....	47
2.3.6.1 Intrek glasaal.....	47
2.3.6.2 Uittrek zilvepaling.....	49
2.3.7 Aanbevelingen.....	50
2.4 Verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor de intrek van glasaal en elvers ter hoogte van het pompgeemaal Kwetsnage-Paddegat.....	50
2.4.1 Aanbevelingen.....	52
2.5 Inschatting intrek glasaal op Boudewijnkanaal ter hoogte van de RWZI .....	52
2.5.1 Aanbevelingen.....	53
<b>3 Soortherstel.....</b>	<b>55</b>
3.1 Onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal .....	55
Voortplantingssucces in het stroomgebied van de Grote Nete.....	56
3.1.1 Inleiding.....	56
3.1.2 Materiaal en Methode .....	56
3.1.2.1 Larven.....	56



3.1.2.1.1	Zoektocht naar larven .....	56
3.1.2.1.2	Voedsel en fysiocochemische parameters.....	61
3.1.2.2	Juvenielen .....	62
3.1.2.2.1	Zoektocht naar juvenielen .....	62
3.1.3	Resultaten en bespreking .....	65
3.1.3.1	Larven.....	65
3.1.3.1.1	Zoektocht naar larven .....	65
3.1.3.1.2	Voedsel en fysiocochemische parameters.....	68
3.1.3.1.3	Zoektocht naar juvenielen .....	75
3.1.4	Conclusie .....	77
3.1.5	Aanbevelingen.....	78
3.2	Onderzoek naar het paaisucces van stroomminnende vissoorten op riffles .....	78
3.2.1	Situering .....	78
3.2.2	Doelstelling.....	80
3.2.3	Materiaal en methode .....	80
3.2.3.1	Doelsoort en studieperiode .....	80
3.2.3.2	Studiegebied .....	80
3.2.3.3	Proefopstelling.....	81
3.2.3.4	Methode.....	82
3.2.3.4.1	Bemonstering.....	82
3.2.4	Resultaten en bespreking .....	85
3.2.4.1	Karakteristieken geselecteerde riffles en pools.....	85
3.2.4.1.1	Waterdiepte en stroomsnelheid.....	85
3.2.4.1.2	Korrelgrootte dominant en subdominant substraat .....	86
3.2.4.1.3	Ingebedheid .....	87
3.2.4.2	Genetische analyse eitjes.....	87
3.2.4.3	eDNA-analyse van de watersalen.....	91
3.2.5	Besluit.....	95
3.2.6	Aanbevelingen.....	95
	Referenties .....	96
	Bijlage.....	104
	Bijlage A.....	104
	Duiding bij Figuur 48.....	104
	Gevonden Gastropoda (Slakken).....	104
	Gevonden Cnidaria (Neteldieren) .....	104
	Gevonden Trichoptera (Schie tmotten).....	104
	Gevonden Arachnida (Spi nachtigen).....	104
	Gevonden Nematoda (Rond wormen).....	104
	Gevonden Ostracoda (Mosselkreeftjes) .....	104
	Gevonden Odonata (Libellen) .....	104
	Gevonden Coleoptera (Kevers) .....	104
	Gevonden Ephemeroptera (Haften of Eéndagsvliegen).....	104
	Gevonden Diptera (Tweevleugeligen).....	104
	Gevonden Oligochaeta (Ringwormen).....	105
	Bijlage B.....	106



# 1 INLEIDING

Dit rapport geeft en bespreekt de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in 2019 door de onderzoeksgroep Aquatisch Beheer in het kader van het lopende onderzoeksprogramma binnen de overeenkomst rond de wetenschappelijke onderbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer in opdracht van het Agentschap Natuur- en Bos en het Visserijfonds.

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

Het onderzoek ter ondersteuning van het palingbeheerplan behelst enerzijds een monitoring van de glasaalintrek ter hoogte van het pompgemaal Veurne-Ambacht (Nieuwpoort) door vrijwilligers en anderzijds een opvolging van de glasaalintrek ter hoogte van de vismigratieschuif Maertensas en ter hoogte van het Caemerlinckxgeleed.

Het onderzoek rond de soortherstelprogramma's van stroomminnende vissoorten omvat verschillende aspecten waaronder het opvolgen van herintroducties via bestandopnames, de evaluatie van nieuw aangelegde riffles alsook het vinden van methodes om paaisucces op deze riffles te (her)kennen, onderzoek naar het voortplantingssucces van kwabaal en het toepassen van een beoordelingsmethode voor beekprikhabitats.

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. 2017, Van Wichelen et al. 2018, 2019), en dient als dusdanig in combinatie met deze rapporten gelezen te worden.



## 2 PALINGBEHEERPLAN

Reeds tientallen jaren wordt een sterke daling van de palingpopulaties waargenomen in Europa (ICES 2018) en de Europese paling (*Anguilla anguilla* L.) wordt momenteel beschouwd als zijnde kritisch bedreigd (Jacoby & Gollock 2014). Oorzaken voor deze trend zijn de chemische waterkwaliteit, fysische habitatcondities, migratiebarrières, verhoogde predatie, visserij en klimaatsveranderingen (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 beheersaanpak die de uittrek van 40% van de zilverpalingbiomassa ten opzichte van een door de mens onverstoorde toestand garandeert.

Dankzij de talrijke laaglandrivieren, kanalen, polderwateren, vijvers en kreken wordt Vlaanderen beschouwd als een belangrijke regio voor opgroei van paling en de rekrutering van zilverpaling. 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 Vlaamse waterlichamen een geschikt habitat vormen en de paling wijdverspreid is in Vlaanderen. De rivierbeheerders focussen daarom op de mitigatie van uitval door visserij (o.a. vangstquota) en migratiebarrières om de palingpopulaties opnieuw te doen toenemen.

### 2.1 INTREK VAN GLASAAL IN DE WESTKUSTPOLDER

#### 2.1.1 Situering

De Grote Beverdijkvaart zorgt voor de afwatering van de Westkustpolder, een fusie van de Polder Noordwatering Veurne en Polder De Moeren sinds 1 januari 2018. In vorige onderzoeksprogramma's werd in het Afvoerkanal van Veurne-Ambacht (stroomafwaarts van het pompemaal aan de Grote Beverdijkvaart) een aangepast spuibeheer uitgevoerd waarbij de in- en doortrek van glasaal aangetoond werd door middel van tijdelijke palinggoten t.h.v. het pompemaal.

#### 2.1.2 Doelstelling

Het huidige onderzoeksprogramma, dat verder bouwt op de voorgaande, omvat de volgende delen:

- Verkennen van de mogelijkheid om een permanente constructie te plaatsen en verlenging van de palinggoten doorheen de noodriolen in het pompemaal tot in de polder stroomopwaarts in samenwerking met de Vlaamse Milieumaatschappij.

- Begeleiding vrijwilligers bij uitvoering van de glasaalmonitoring. Aanpassen en onderhoud palinggoten in functie van de monitoring door de vrijwilligers.

#### 2.1.3 Verlenging palinggoten

In een voorgaande rapportage werd het verlengen van de palinggoten aan het pompemaal en het geleiden van optrekkende glasalen via een lange goot doorheen het pompemaal tot in de  
////////////////////////////////////

polder gesuggereerd als mogelijke permanente oplossing om glasaal voorbij het knelpunt te krijgen (Van Wichelen et al. 2018). Tijdens huidige rapportage was het de bedoeling om na te gaan of deze optie technisch uitvoerbaar is. Hiervoor is een droogzetting van op zijn minst een gedeelte van het pompemaal vereist om de mogelijke transportroute van nabij te bekijken. Uit de technische plannen van het pompemaal bleek immers dat er een aantal dwarswanden de constructie van deze geleidingsgoot verhinderen (Van Wichelen et al. 2018). Het droogzetten van het pompemaal is een vrij complexe en dure handeling die gepaard gaat met belangrijke veiligheidsaspecten. Dit kan dus best worden uitgevoerd op een moment dat zowiezo een drooglegging is vereist bv. voor het uitvoeren van (regulier) onderhoud. De eerstvolgende jaren zijn er evenwel geen ingrijpende onderhoudswerken gepland door de beheerder. Voorgesteld wordt om de huidige opstelling en monitoring met behulp van vrijwilligers te handhaven. De volautomatische optie heeft bovendien een aantal nadelen ten opzichte van de huidige werkwijze die in belangrijke mate het passagesucces beïnvloeden, met name:

Hogere energievraag om de goten succesvol te kunnen optrekken. De glasalen dienen meer afstand af te leggen en hoogte te overbruggen waardoor vermoedelijk minder glasalen in staat zijn om de goten succesvol op te klimmen en daarbij minder energie overhouden voor het verderzetten van hun opwaartse migratie.

Risico op terugkeergedrag. De glasalen die een goot opzwellen hebben zich aangepast om tegen de stroming in te zwemmen (negatief rheotactisch). Ze vertonen dan ook terughoudendheid wanneer de stroming plots omkeert, zoals in 2018 in het veld werd vastgesteld bovenaan de palinggoot waar deze is teruggeplooid richting opvangbak en glasalen zich dus even met de stroming mee dienen te begeven om zo in de opvangbak terecht te komen (Van Wichelen et al. 2019). Lange verlengde geleidingsgoten die met een lage helling tot in de polder doorlopen vereisen dus een omschakeling van een negatief naar een positief rheotactisch gedrag en zullen vermoedelijk gepaard gaan met terugkeergedrag vanuit de stroomopwaartse zijde van de goot naar het hoogste punt. Eigenlijk dient de geleidingsgoot zo kort en steil mogelijk te zijn zodat glasalen geen kans hebben om deze tegen de stroming opnieuw op te zwemmen. Dit is enkel mogelijk indien de geleidingsgoot beperkt blijft tot de noodriolen van het pompemaal maar deze optie brengt bijkomende onzekerheden met zich mee inzake succesvolle passage (Van Wichelen et al. 2018).

Verhoogde kans op uitspoeling. Glasalen die met palinggoten tot net stroomopwaarts het knelpunt worden geleid vertonen een risico om weer stroomafwaarts te worden getransporteerd. Uit een studie met gemerkte jonge Amerikaanse palingen bleek dat 50 % van deze dieren terug waargenomen werden stroomafwaarts van het knelpunt, nadat ze binnen de 300 m afstand van het knelpunt uitgezet werden (McGrath et al. 2003).

Verhoogde kans op predatie. Het veelvuldig passeren van prooien op een vaste locatie, zoals het uiteinde van een palinggeleidingsgoot, trekt predatoren aan (Jellyman & Arai 2016). Bij manuele overbrenging van de vangsten naar één of meerdere locaties in de polder is dit risico veel beperkter.

Minder efficiënte monitoring. Een volautomatisch systeem vereist ook een automatische monitoring. De bestaande technieken zijn niet efficiënt genoeg om passerende glasaal te detecteren, vragen veel onderhoud en zijn bovendien duur (Van Wichelen et al.



2018). Monitoring door vrijwilligers is goedkoop, efficiënt en betreft de burger rechtstreeks met het onderzoek/beheer (citizen science).

Hogere investeringskost. Het uitbouwen van een volautomatische glasaalpassage is technisch complex en dus duur.

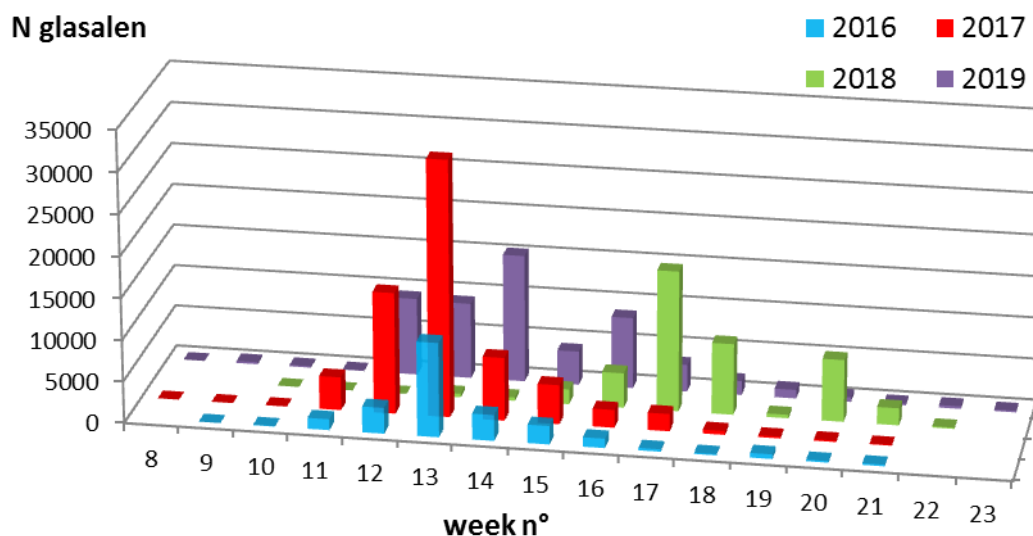
#### 2.1.4 Glasaalmonitoring 2019

In februari werden de palinggoten opnieuw gebruiksklaar gemaakt en rond 20 februari geactiveerd. Op 22 februari werd terplaatse met de vrijwilligers de procedure overlopen en alle praktische formaliteiten (materiaal, toegangsleutels, etc.) in orde gebracht. Tussen 22 februari en 8 juni hebben de vrijwilligers één tot twee keer per week de opvangbakken gecontroleerd en de aanwezige glasalen en elvers gekwantificeerd en de vangsten nadien in de polder vrijgelaten. De vrijwilligerswerking in 2019 is heel vlot verlopen. De vrijwilligers hebben reeds heel veel ervaring met het vangen en kwantificeren van glasaal gezien ze reeds jarenlang de monitoring van glasaal m.b.v. sleepnetten aan het IJzersas voor hun rekening nemen. Via email of telefoon werd regelmatig de stand van zaken besproken en eventuele problemen aangekaart (bv. toestand van de opvangbakjes). Na het seizoen werden de palinggoten opnieuw ontmanteld.

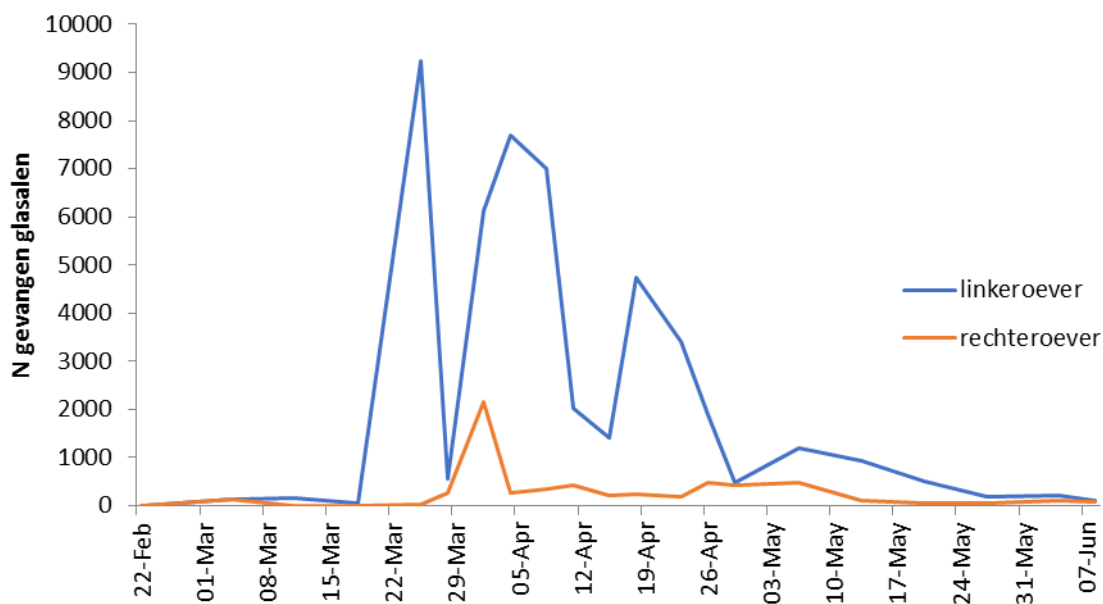
Er werden in totaal met beide goten 54.112 glasalen gevangen, een kleine 12000 meer dan in 2018 toen een gelijkaardig aangepast spuibeheer werd uitgevoerd. Mogelijks heeft het warmere voorjaar van 2019 voor een grotere overleving van de aangekomen glasalen gezorgd in vergelijking met het koude voorjaar van 2018 toen de glasaalpiek zich bijgevolg ook veel later situeerde (Figuur 1). Wanneer de vangsten per week worden uitgedrukt zien we dat de meeste glasalen (N = 15.324) in de eerste week van april (week 14) de palinggoten hebben opgetrokken in 2019. Twee weken later werd nog een tweede, kleinere migratiepiek waargenomen (Figuur 1). Wanneer de vangsten voor elke staalnamedag (2x/week in het piekseizoen) in een grafiek worden uitgezet (Figuur 2) wordt op 23 maart een derde kortstondige piek zichtbaar. Net zoals voorgaande jaren was er een ruimtelijk verschil zichtbaar in de glasaalvangsten per oever (Figuur 2). Dit was in 2019 echter zeer uitgesproken want de overgrote meerderheid (89%) van de glasalen werd met de palinggoot langs de linkeroever van het Veurne-Ambachtkanaal gevangen.







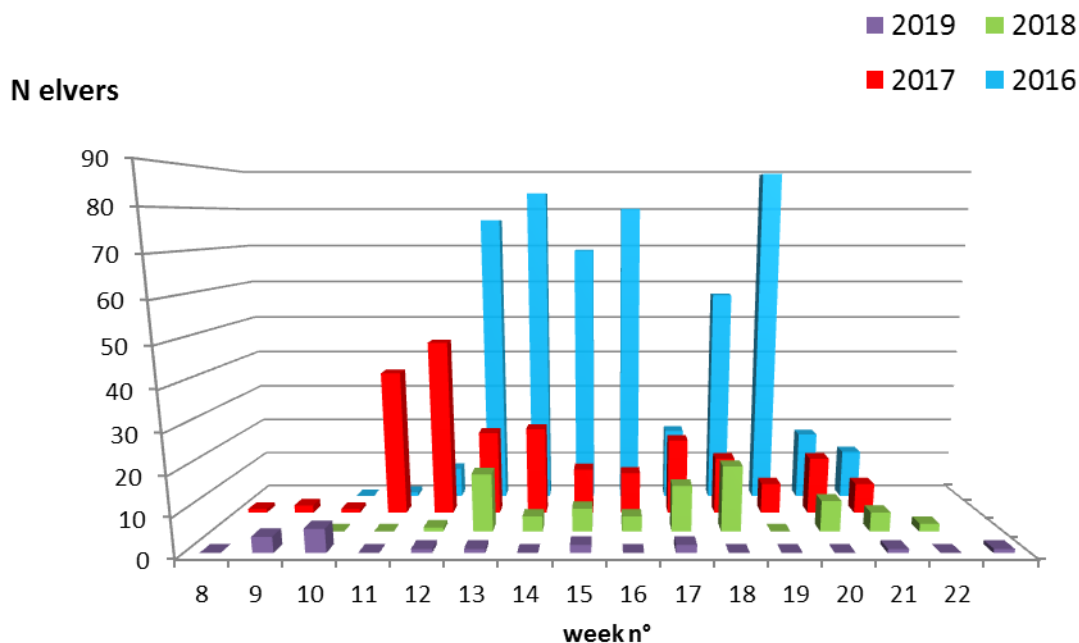
**Figuur 1.** Overzicht van de jaarlijkse glasaalvangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompemaal van Veurne-Ambacht sinds de start van de monitoring (2016).



**Figuur 2.** Verloop van het aantal gevangen glasalen in het voorjaar van 2019 m.b.v. twee palinggoten ter hoogte van het pompemaal van Veurne-Ambacht (Nieuwpoort).

Ook werden er in totaal met beide palinggoten 18 elvers gevangen. Dit betekent opnieuw een sterke afname in vergelijking met 2018. De dalende trend van de laatste jaren wordt aldus verdergezet. Dit kan in verband gebracht worden met het uitgevoerde beheer (aangepast spui-beheer en overzetten van de glasaal d.m.v. de palinggoten) waardoor minder glasalen in het afvoer kanaal achterblijven die het jaar erop tijdens het voorjaar als elver (volledig gepigmenteerde, jonge palingen) de palinggoten kunnen optrekken.





**Figuur 3. Overzicht van de jaarlijkse elvervangsten (uitgedrukt in aantal/week) m.b.v. twee palinggoten aan het pompemaal van Veurne-Ambacht sinds de start van de monitoring (2016).**

## 2.2 ONDERZOEK NAAR DE GLASAALINTREK IN DE NOORDEDE

### 2.2.1 Situering

In de meeste Vlaamse zeehavens (Nieuwpoort, Oostende, Zeebrugge) wordt momenteel aangepast spui-beheer toegepast ter hoogte van de getijdenbarrières ter verbetering van de glasaalintrek. Op een aantal andere belangrijke afwateringspunten wordt nog geen specifiek beheer uitgevoerd. Dit betreft o.a. de afwatering van de Noordede via het Maertensas en van de Blankenbergse vaart via de haven van Blankenberge. In het Onderzoeksprogramma Visserij 2018 werd een verkennende studie uitgevoerd naar de glasaalintrek in de Blankenbergse Vaart en de Noordede. Op basis van deze resultaten zal nu de intrek van glasaal in de Noordede door middel van omgekeerd spui-beheer op het terrein worden onderzocht. In de Blankenbergse Vaart moeten de spui-constructies nog worden vervangen in de komende jaren en zal pas na deze vervanging terreinonderzoek worden uitgevoerd naar het nut van omgekeerd spui-beheer.

### 2.2.2 Doelstelling

Het onderzoek omvat volgende delen:

- Intrek glasalen opvolgen ter hoogte van de vismigratieschuif Maertensas op de Noordede (10 spui-cycli in periode maart-april).

- Formuleren van aanbevelingen voor de optimalisatie van de intrek van glasaal en het omgekeerd spui-beheer.



### 2.2.3 Studiegebied

De getijdenbarrière wordt gevormd door het Maertensas aan de monding van de Noordede en bestaat uit 7 spuiopeningen van elk 2 m breed (Figuur 4). Deze regelen de afvoer van overtollig polderwater bij laagtij en zijn elk voorzien van twee schuiven om te verhinderen dat zeewater bij opkomend getij de polder binnendringt. Het beheer van de eerste spuiopening aan de rechteroever werd specifiek ingericht als vismigratiespui om trekvis voorbij dit vismigratieknelpunt te kunnen loodsen.

De werking van de vismigratiespui is daarbij als volgt ingesteld:

Bij afgaand tij:

zeewaarts peil zakt tot 20 cm boven polderpeil => beide schuiven open (10cm), zeewater stroomt binnen

zeewaarts peil zakt onder polderpeil => polderwater stroomt naar buiten

zeewaarts peil zakt tot 20 cm onder polderpeil => beide schuiven dicht

Bij opgaand tij:

zeewaarts peil stijgt tot 20 cm onder polderpeil => beide schuiven open (10cm), polderwater stroomt naar buiten

zeewaarts peil stijgt boven polderpeil => zeewater stroomt naar binnen

zeewaarts peil stijgt tot 20 cm boven polderpeil => beide schuiven dicht

Het polderpeil bedraagt doorgaans ong. 1,5 m. Er stroomt dus tweemaal water naar binnen en naar buiten per tijcyclus. Uit voorgaand onderzoek bleek het tijdsvenster waarin de vismigratiespui van het Maertensas wordt geactiveerd zich in de buurt (-3 tot +3 uur) van laagwater te bevinden (Van Wichelen et al. 2019).





**Figuur 4. Situering van het Maertensas op de Noordede te Oostende (a,b). Tijdens springtij kan de stroomafwaartse zijde van het Maertensas gedeeltelijk droogvallen (c, foto Maarten Goegebeur (VMM), 30/03/2017).**

## 2.2.4 Werkwijze

Glasalen die via de vismigratiespui binnenkwamen werden tijdens 10 vooraf geselecteerde getijcycli (maart-april 2019) opgevangen door middel van een gemaalnet van 10,5 m lang met maaswijdtes van 1 mm<sup>2</sup>. Dit net was met de opening van 2x2m aan een ijzeren frame bevestigd dat telkens met behulp van een katrol in de sponningen aan de stroomopwaartse zijde van de spuiconstructie werd geplaatst (Figuur 5).

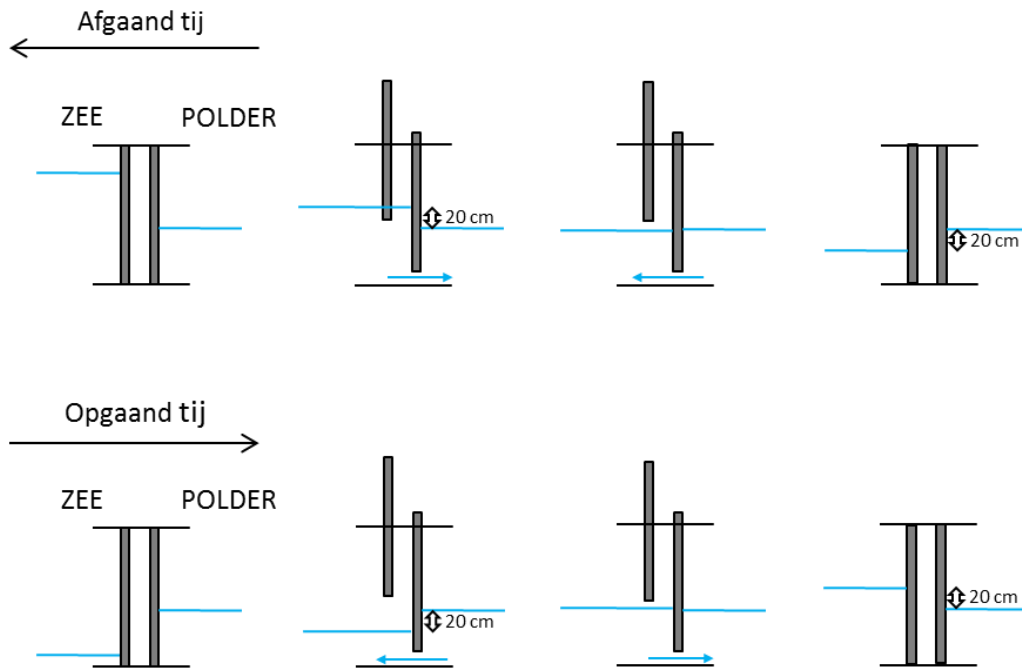


**Figuur 5. Zicht op de stroomopwaartse zijde van het Maertensas tijdens de bemonsteringen van 2019. Het in de sponningen van de vismigratiespui aangebrachte gemaalnet is hierbij in werking waarbij alle binnenkomende glasalen (en andere organismen) werden afgevangen.**

Vlak voor elke bemonstering werd overgeschakeld van automatische naar manuele besturing van de vismigratiespui. Vervolgens werd tijdens afgaand tij het gemaalnet in de vismigratiespui geïnstalleerd. Op het moment dat het waterpeil aan de zeewaartse kant was gezakt tot 20 cm boven het polderpeil werd de zeewaartse schuif van de vismigratiespui volledig geopend en de schuif aan de polderzijde voor 20 cm geopend waarbij er zeewater doorheen het net de polder binnenstroomde (Figuur 6). Op basis van een voorafgaande try-out ter plaatse (1 maart 2019) werd uiteindelijk voor deze opstelling gekozen opdat hevige turbulenties in het spuikanaal worden vermeden en het water rustig en gelijkmatig het net binnenloopt. Gezien de korte termijn van waterinlaat en in lijn met voorgaand onderzoek aan de Ganzepoot (Ieper) werd geopteerd om de spuiopening tijdens dit onderzoek te verdubbelen tot 20 cm. Op het moment van gelijke waterstand tussen het bovenstroomse en benedenstroomse pand werd de polderschuif opnieuw gesloten en de vangst binnengehaald. Bij het volgende opgaande tij werd de polderschuif opnieuw geopend op het moment dat het zeewater was gestegen tot 20 cm onder het polderpeil waarbij polderwater naar buiten stroomde. Op het moment van gelijke waterstand (wegvallen stroming) werd het net opnieuw in de spuiopening geïnstalleerd, waarna opnieuw zeewater doorheen het net naar de polder vloeyde. Op het moment dat het zeewaterpeil verder was gestegen tot 20 cm boven het polderpeil werden beide schuiven van de vismigratiespui gesloten, de vangst van het net binnengehaald en de besturing van de vismigratiespui opnieuw naar automatisch geschakeld. Er werd bijgevolg bij elk van de 10 geselecteerde spuicycli tweemaal water gefilterd en binnenkomende glasaa

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

gekwantificeerd. Gezien de mogelijke diurnale verschillen in glasaalactiviteit werden zowel een aantal dag- als nachtcycli bestudeerd. De bemonsteringen werden daarbij zo ingericht dat op één etmaal zowel een bemonstering in het licht als in het donker kon worden uitgevoerd.



**Figuur 6. Ingestelde werking van de vismigratiespui t.h.v. het Maertensas tijdens de bemonsteringen van 2019.**

De vangsten werden ter plaatse getrieerd waarbij alle organismen werden geïdentificeerd en gekwantificeerd. Van alle gevangen glasalen, werd telkens van 100 individuen de lengte, het gewicht, de pigmentatiegraad en de hoeveelheid opgenomen voedsel bepaald. Ze werden hiervoor verdoofd met een kruidnagel/ethanol oplossing (10 ml kruidnagelolie op 90 ml ethanol 96%, 4 ml oplossing/L water – De Meyer et al. 2015). Na de metingen konden ze recupereren in een met zuurstof beluchte emmer met polderwater. Het totaal aantal gevangen glasalen werd geschat op basis van het gemiddeld gewicht van de gewogen glasalen (N = 100) en het totaalgewicht van alle gevangen glasalen samen. Alle glasalen werden na de metingen in de Noordede stroomopwaarts het Maetensas vrijgelaten.

Met behulp van de lengte en het gewicht van elke opgemeten glasaal kon de conditiefactor (Kn) geschat worden met behulp van volgende formule:

$$Kn = (W/L^3) * 1000$$

Bij het begin van elke bemonstering (voordat het water begon te stromen) werd m.b.v. een emmer water geschept aan de afwaartse en opwaartse zijde van het spuicomplex. In elke emmer werd de watertemperatuur, zuurstofconcentratie en -verzadiging, conductiviteit en pH gemeten. Met een secchi-schijf werd tevens het doorzicht gemeten aan beide zijden van het spuicomplex. Om mogelijke effecten van het aangepaste spuibeheer op het polderwater in kaart te brengen, werd op drie stroomopwaartse locaties in de polder (Maertensas, Blauwe sluis en Clemensheule) de conductiviteit met behulp van CTD-divers permanent geregistreerd.

## 2.2.5 Resultaten

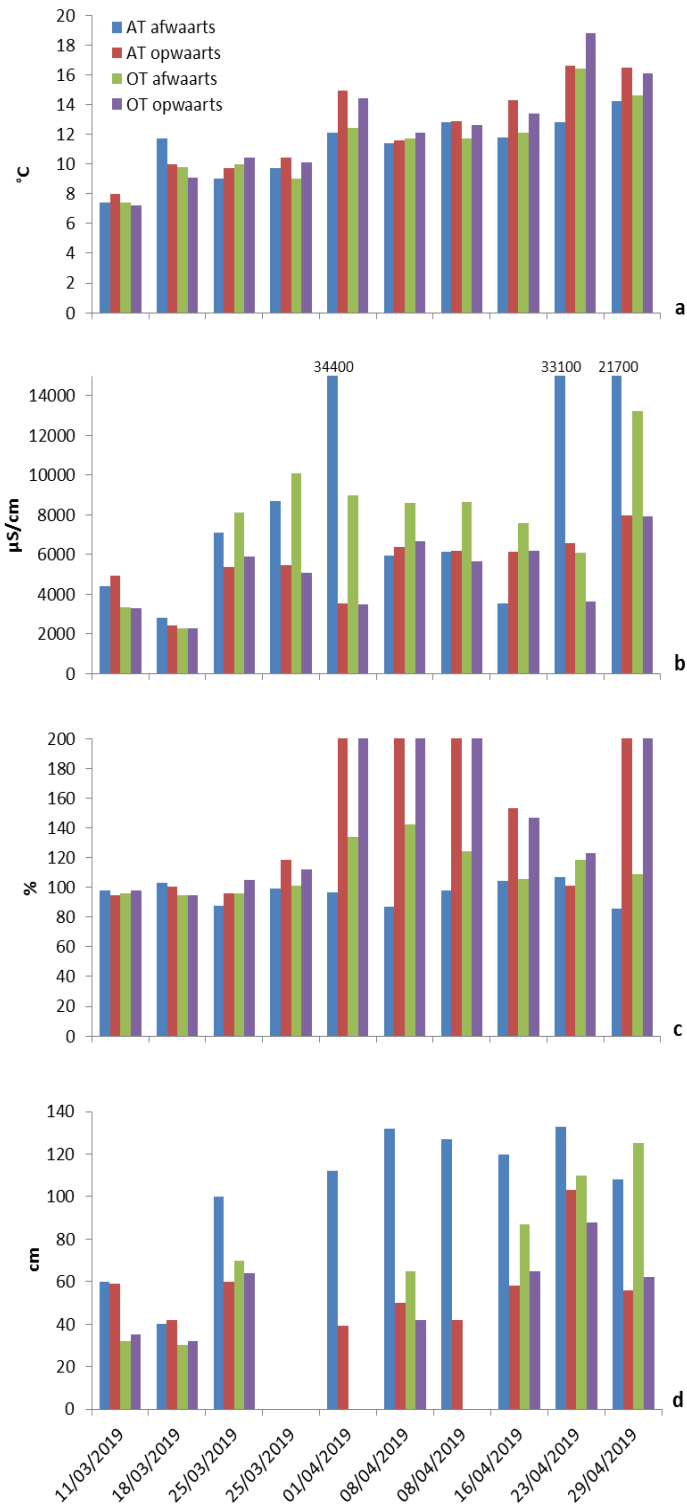
### 2.2.5.1 Abiotiek

Het water aan beide kanten van het Maertensas was zoals te verwachten sterk verschillend (Figuur 7). De verschillen waren vooral uitgesproken voor conductiviteit die vanzelfsprekend meestal hoger was aan de zeewaartse kant en vanaf begin april ook voor zuurstofverzadiging die veel hoger was in het polderwater. Het zeewater was meestal ook helderder wat vooral bij afgaand tij goed te merken was. Doorgaans was de watertemperatuur aan de stroomopwaartse zijde iets hoger.

De tijdsduur van het aangepaste spuibeheer varieerde van 4-27 minuten. Ze bedroeg gemiddeld 14,5 minuten tijdens afgaand tij en 21,3 minuten tijdens opgaand tij.

De permanente conductiviteitsmetingen in de polder tonen aan dat de conductiviteit vanaf april sterk steeg op de drie plaatsen waar loggers werden geïnstalleerd (Figuur 8). In vergelijking met het Maertensas werden fors hogere waarden waargenomen verder stroomopwaarts in de polder. In Clemensheule werden waarden tot 25 mS/cm gemeten (brak water). Ook later in het jaar zijn sterke toenames in conductiviteit waar te nemen op alle drie de locaties. Vanaf oktober dalen de waarden opnieuw tot normale waarden (zoet water).

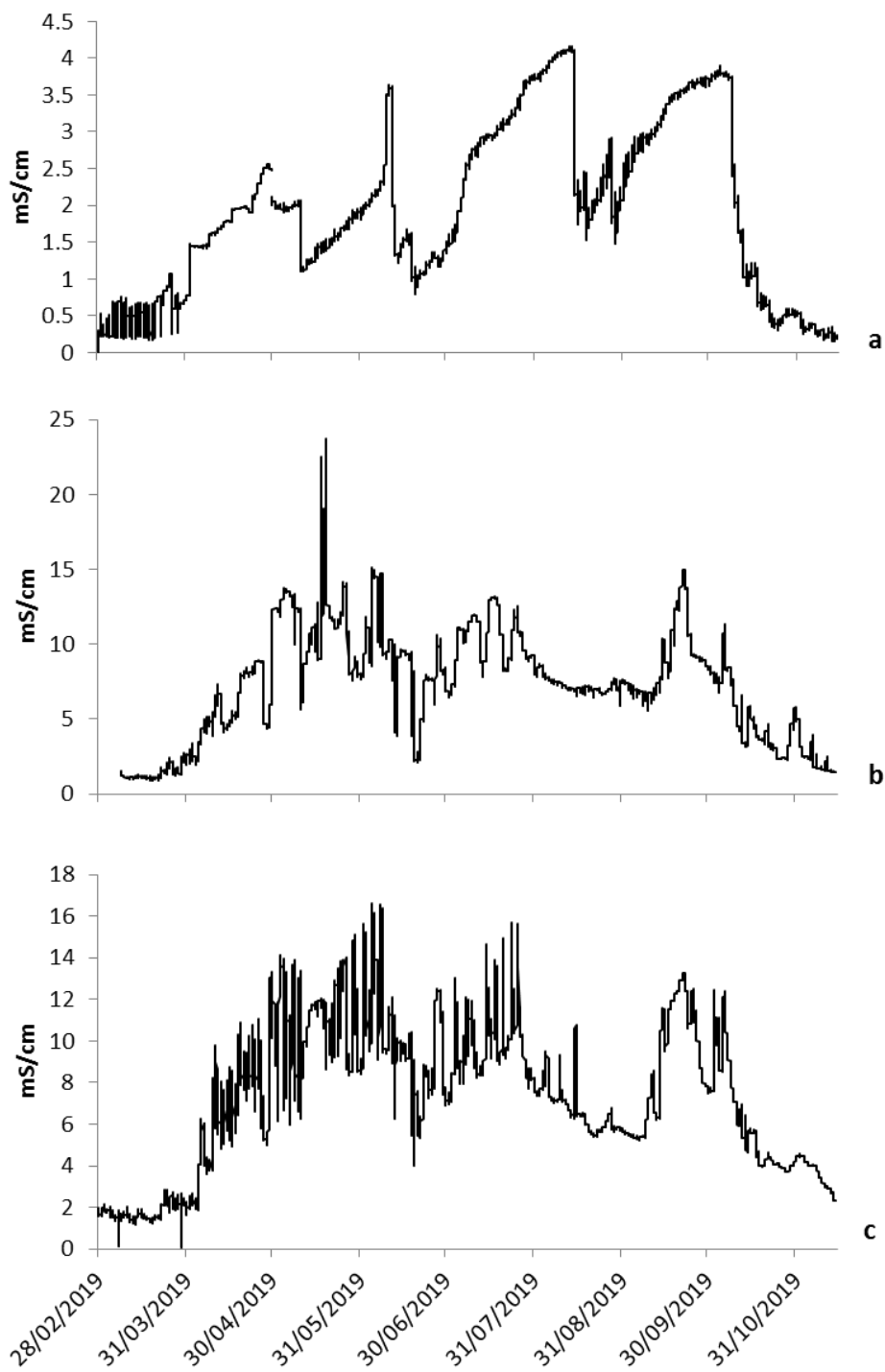




**Figuur 7. Fysicochemische opmetingen tijdens de bemonsteringen aan de opwaartse en afwaartse kant van het Maertensas bij afgaand (AT) en opgaand tij (OT) met a. watertemperatuur, b. conductiviteit, c. zuurstofverzadiging (maximaal bereik van de meter 200%) en d. secchi-diepte.**







**Figuur 8. Seizoenaal verloop van de conductiviteit in de Noordede opgemeten met dataloggers net stroomopwaarts het Maertensas (a), ter hoogte van Clemensheule (b) en de Blauwe sluis (c).**

### 2.2.5.2 Werking vismigratieschuif

De oorspronkelijke instellingen waarop de werking van de vismigratiespui is gebaseerd, werden op basis van de preleminaire testen licht gewijzigd. Het betreft volgende aanpassingen die zorgden voor een efficiëntere werking van de vismigratiespui:

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

- de opening werd verdubbeld van 10 cm naar 20 cm
- de zeewaartse schuif werd volledig geopend tijdens aangepast spuibeheer
- de ingestelde peilverschillen werden verhoogd van 20 naar 30 cm

Eerder onderzoek aan de Ganzepoot te Nieuwpoort toonde aan dat het voorzien van meerdere openingen tot meer glasaalintrek leidt en dat het efficiënter was om één schuif verder te openen dan het openen van meerdere schuiven met een kleinere opening (Mouton et al. 2010, 2013). Gezien slechts één spui van het Maertensas is ingesteld als vismigratieschuif en het beperkte tijdsvenster (zie verder) werd geopteerd om de opening te verdubbelen naar 20 cm in navolging wat er aan de andere getijdenovergangen aan de Belgische kust momenteel gangbaar is.

De manier van openen van beide schuiven van de vismigratiespui had een effect op de stroming van het binnenkomende zeewater. De combinatie van een volledig geopende polderschuif en een op 20 cm geopende zeeschuif veroorzaakte hevige turbulenties in het binnenkomende zeewater. Om een geleidelijke en efficiëntere inwaartse stroming van zeewater doorheen de openstaande spuiconstructie te verkrijgen bleek het beter om de zeeschuif volledig open te zetten en de polderschuif op 20 cm.

Bij het werken met peilverschillen van 20 cm tussen opwaarts en afwaarts peil bleek het tijdsvenster van effectieve instroom in de praktijk dikwijls veel kleiner te zijn dan 20 minuten. Het zeewater begint namelijk pas binnen te lopen bij een peilverschil van  $\pm 5$  cm waardoor tot de helft van de tijd waarin de schuif openstaat geen zeewater binnenstroomt. Dit kon worden opgevangen door het hanteren van peilverschillen tussen opwaarts en afwaarts peil van 25-30 cm.

### 2.2.5.3 Vangsten

Na elke bemonstering werden in het gemaalnet glasalen aangetroffen (Tabel 1). Voor alle bemonsteringen samen betrof het 12.853 stuks in totaal. Bij gelijkaardige omstandigheden werden er doorgaans meer glasalen gevangen tijdens opgaand tij (tot 10x meer op 25/03). De intrek verliep duidelijk volgens een diurnaal patroon waarbij 's nachts veel hogere glasaalaantallen werden vastgesteld dan overdag (in totaal 12.455 vs. 398 stuks). De hoogste aantallen werden in de periode einde maart/begin april waargenomen (migratiepiek). Naast glasaal maakten ook elvers, gele paling en andere diadrome vissen zoals bot en driedoornige stekelbaars gebruik van de vismigratiespui (Tabel 2), net zoals een aantal eerder mariene vissoorten (bv. zeebaars, zwarte grondel, groene zeedonderpad, sprat, zeenaald). Ook kwallen en garnalen kwamen veelvuldig in de netten terecht, soms met duizenden tegelijk (bv: steurgarnaal). Tijdens de laatste campagne waren de netten volledig verstopt omwille van schuimalgbloei (*Phaeocystis globosus*) waardoor ze nog moeilijk hanteerbaar waren (wegens de grote hoeveelheid achtergebleven water in het net).



**Tabel 1. Glasaalvangsten in functie van de verschillende bemonsteringsmodaliteiten tijdens 10 getijcycli (1 maart fungeerde als test) ter hoogte van de vismigratiespui van het Maertensas op de Noordede.**

<b>Datum</b>	<b>getij</b>	<b>dag/nacht</b>	<b>spuiduur (min.)</b>	<b>N glasalen</b>
01/03/2019	afgaand	D	17	8
11/03/2019	afgaand	D	20	56
11/03/2019	opgaand	D	27	31
18/03/2019	afgaand	D	4	1
18/03/2019	opgaand	N	23	2167
25/03/2019	afgaand	D	10	9
25/03/2019	opgaand	D	20	26
25/03/2019	afgaand	N	8	309
26/03/2019	opgaand	N	21	3750
01/04/2019	afgaand	D	16	17
01/04/2019	opgaand	N	22	3827
08/04/2019	afgaand IN	D	12	21
08/04/2019	opgaand IN	D	22	69
08/04/2019	afgaand IN	D	12	88
09/04/2019	opgaand IN	N	15	2014
16/04/2019	afgaand IN	D	20	40

16/04/201					
9	opgaand IN	N	23		300
<hr/>					
23/04/201					
9	afgaand IN	D	18		12
<hr/>					
23/04/201					
9	opgaand IN	D	19		39
<hr/>					
29/04/201					
9	afgaand IN	D	23		9
<hr/>					
29/04/201					
9	opgaand IN	D	21		60
<hr/>					

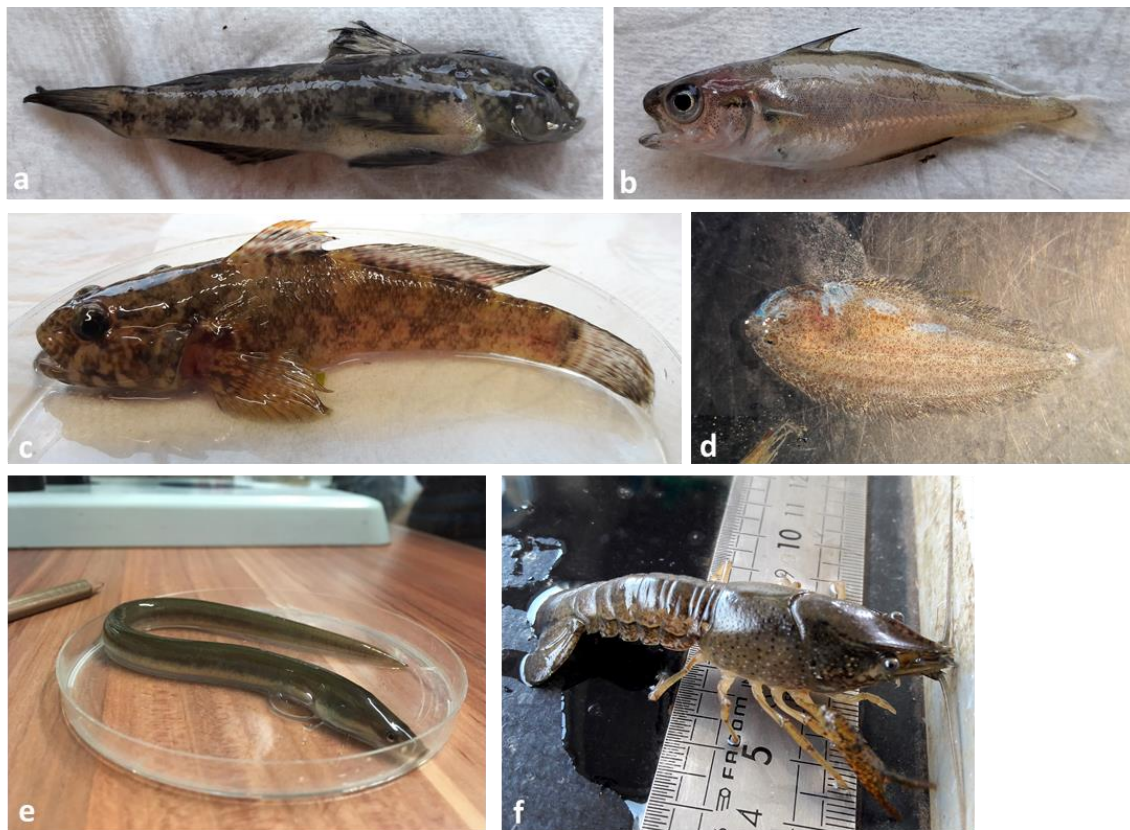


**Tabel 2. Overzicht van de bijvangsten tijdens de studie naar de glasaalintrek aan het Maertensas tijdens het voorjaar van 2019. Van sommige vangsten zijn de densiteiten categorisch ingedeeld volgens x: weinig, xx: veel, xxx: zeer veel.**

datum tij (afgaand/opgaand) dag/nacht	1-mrt	11-mrt	11-mrt	18-mrt	18-mrt	25-mrt	25-mrt	25-mrt	26-mrt	1-apr	1-apr	8-apr	8-apr	8-apr	9-apr	16-apr	16-apr	23-apr	23-apr	29-apr	29-apr
	A	A	O	A	O	A	O	A	O	A	O	A	O	A	O	A	O	A	O	A	O
	D	D	D	D	N	D	D	N	N	D	N	D	D	D	N	D	N	D	D	D	D
zandspiering															xxx						
harder (juvenielen)			xx		x		xx	xxx	xxx		xx	x			xx						
brasem	1				x																
giebel					x				1												
ansjovis								1													
paling					1 (65 cm)																
paling (elver)								2		3											
zeebaars								1	1												
zwarte grondel																				1	1
blankvoorn					x		1		1											1	
groene zeedonderpad																					3
sprot/haring (juvenielen)		2	xx		x									2		x					
sprot			2					1											1	1	
10-D stekelbaars		1			2			1	1						1						
zeenaald															1				1	3	3
botervisje																				4	6
tong (juvenielen)																				1	12
steenbolk																		4		7	3
3-D stekelbaars f leiurus		1			4				1	3							1				
3-D stekelbaars f trachurus			2		4		6		9	4		1		1							
3-D stekelbaars f semi-armatus			4		13		3		9	8		1		3			2		4		
brakwatergrondel																					34
glasgrondel								1	1	1	1	7	1	12	x	8	1	54	1	1	1
bot										1								1		8	28
dikkop					x				2	5	14	1	5	10	8	11	14	13	23	31	>100
zeedruif	x					x				x		x		x							
schijfkwal						x				xx		x		x			x			x	x
steurgarnaal*	x		x		xxx			x	xxx	x		xx	xxx	xxx		xx		xx	xxx	xx	xx
Chinese wolhandkrab										x					1						
Amerikaanse rivierkreeft sp.																				1	
krab (juvenielen)						x		x		x	x			xx	x					5	

\* soms werden ook enkele grijze garnalen en aasgarnalen in het gemaalnet aangetroffen



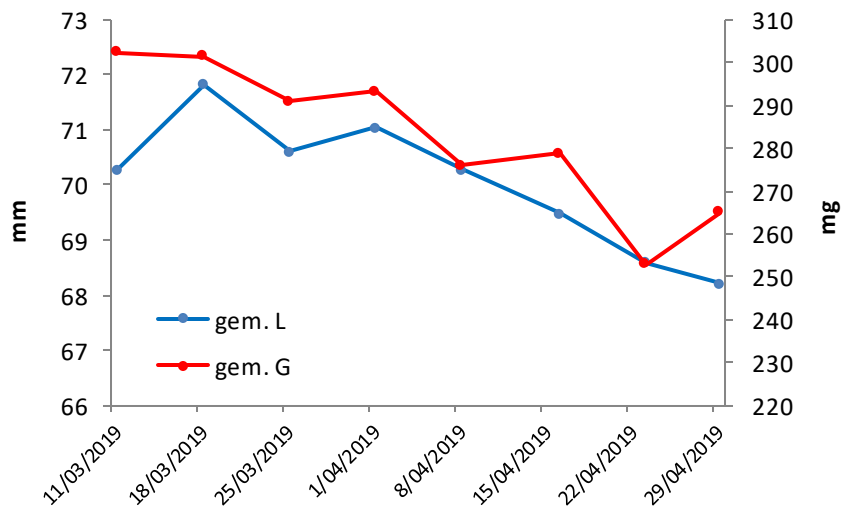


**Figuur 9.** Bijvangsten die tijdens de studie in het gemaalnet van de vismigratieschuif op de Noordede werden aangetroffen; a. zwarte grondel, b. steenbolk, c. groene zeedonderpad, d. juveniele tong, e gele paling en f. juveniel van een Amerikaanse rivierkreeft.

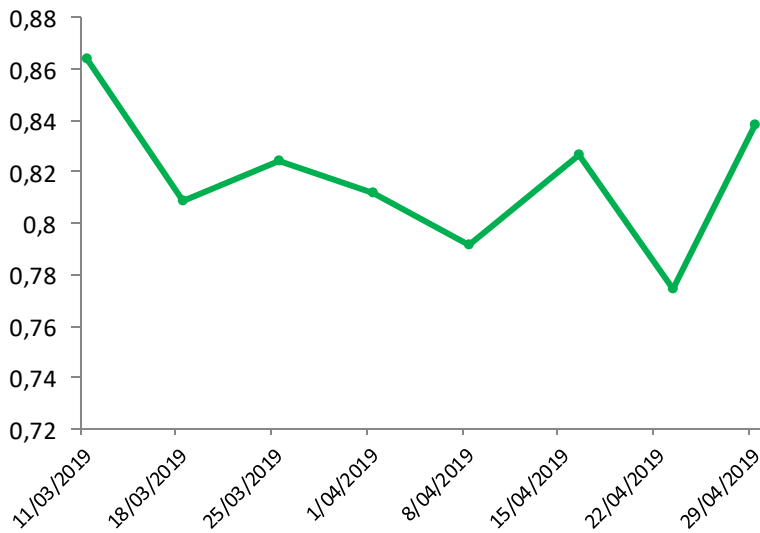
#### 2.2.5.4 Conditie

De grootste en zwaarste glasalen werden in het begin van het seizoen waargenomen (Figuur 10). Nadien namen het gewicht en de lengte stelselmatig af. De algemene conditie tijdens de onderzoeksperiode nam eerst lichtjes af om vervolgens wat te fluctueren (Figuur 11). Er werden nauwelijks glasalen met morfologische afwijkingen (bv. kwetsuren) waargenomen.





**Figuur 10. Seizoensdynamiek in gemiddelde lengte en gewicht van de opgemeten glasalen uit de Noordzee.**

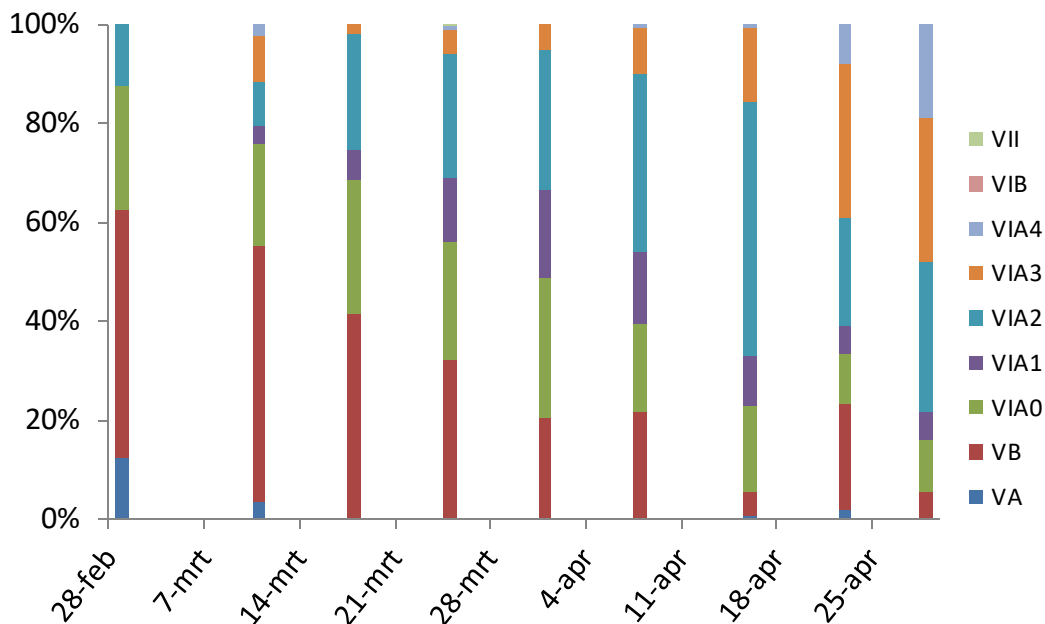


**Figuur 11. Seizoensdynamiek in algemene conditie (Kn) van de opgemeten glasalen.**

### 2.2.5.5 Pigmentatiegraad

In het begin van de studieperiode waren de gevangen glasalen niet ( $V_A$ ) tot weinig ( $V_B, VI_{A0}$ ) gepigmenteerd (Figuur 12). Met het voortschrijden van het seizoen nam de pigmentatiegraad toe en op het einde van de studieperiode domineerden sterker gepigmenteerde glasalen (stadia  $VI_{A2}$ - $VI_{A4}$ ) de glasaalpopulatie.





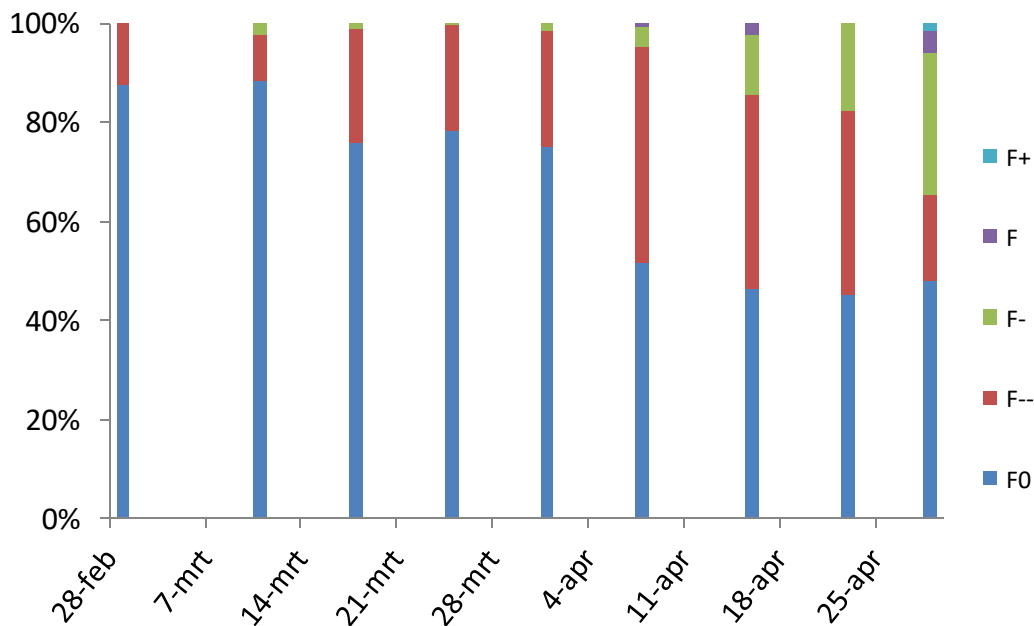
**Figuur 12. Seizoens dynamiek in pigmentatiegraad van de opgemeten glasalen uit de Noordzee variërend van minimale (VA) tot volledige pigmentatie (VII).**

#### 2.2.5.6 Voedselopname

De meeste glasalen die in maart werden gevangen hadden nog geen voedsel opgenomen (Figuur 13). Pas vanaf april begonnen de glasalen zich te voeden en had ongeveer de helft van de populatie minstens een beetje voedsel in de maag. Dit bestond vooral uit detritus (F-, F-). Af en toe waren in iets meer gevulde magen roeipootkreeftjes (copepoden) zichtbaar (F).







**Figuur 13. Seizoens dynamiek in voedselopname van de onderzochte glasalen uit de Noordede variërend van geen (F0) tot veel (F+) voedsel in het maag/darmkanaal.**

### 2.2.6 Discussie

Op basis van de waargenomen vangstaantallen kan de werking van de vismigratiespui als zeer succesvol worden beschouwd. De jaarlijkse glasaalmonitoring door vrijwilligers aan het IJzersas te Nieuwpoort heeft aangetoond dat de piek in glasaalmigratie zich in 2019 te situeren tussen 23 maart en 14 april. Tijdens de 4 proeven gehouden tussen 18 maart en 9 april aan het Maertensas konden 's nachts op een tijdspanne van ongeveer 20 minuten tijdens opgaand getij telkens minstens 2000 tot maximaal bijna 4000 glasalen deze barrière passeren. Dit betreft aanzienlijke aantallen gegeven de korte tijdsduur en het minder gunstige tijvenster.

De aantallen die via het Maertensas d.m.v. aangepast spuibeheer binnenkwamen waren hoger in vergelijking met eerder onderzoek aan Sas Slijkens waar het gebruik van twee gelijkaardige gemaalnetten (in combinatie met een kier van 10 cm en een spuiduur van 2-3,5 uur) maximaal 1900 glasalen opleverde (Buysse et al. 2012). Aan de Ganzepoot werden in het verleden met hetzelfde net en een spuiopening van 20 cm gelijkaardige aantallen gevangen (tot maximaal 5200 overdag) maar de spuiduur betrof toen wel 4,25 uur (Mouton et al. 2013). Ook in het spuicomplex van Zeebrugge (Afleidingskanaal van de Leie) werden tijdens eerder onderzoek bij een spuiopening van 10 cm tot 5100 glasalen per getij gevangen maar de vangstconstructie was toen 2,5x zo groot en de spuiduur bedroeg toen ook minstens 3 uur (Buysse et al. 2015).

Eerder onderzoek aan de Ganzepoot in Nieuwpoort toonde aan dat de aantallen van via de spuiopening binnentrekende glasalen het hoogst zijn rond hoogwater (Mouton et al. 2009, 2013) waarbij geconcludeerd werd dat aangepast spuibeheer het best (minstens) wordt toegepast in de periode één uur voor tot één uur na hoogwater. Glasaal maakt nl. bij de stroomopwaartse migratie doorheen estuaria gebruik van de getijstroom tijdens hoogwater om zo op een passieve manier, en dus zo min mogelijk verbruik van energie, het binnenland in te trekken (Harrison et al. 2014). Ter hoogte van knelpunten kan er aldus een concentratie van glasalen plaatsvinden die een maximum kent rond hoogwater. Bij aftrekkend water zullen de glasalen zich nabij of in de bodem verschuilen tot een volgend hoogtij. Het onderzoek aan het



Maertensas bevestigde het gebruik van selectief getijdetransport door glasaal in de Noordede want tijdens opkomend getij kwam er meestal (veel) meer glasaal binnen in vergelijking met afgaand tij. Ook blijkt een tijdstip vroeger dan 1 uur vóór hoogwater reeds geschikt om glasaal via de vismigratieschuif van het Maertensas binnen te laten. Blijkbaar kan zich tijdens de eerste fase van opkomend getij (tot aan de gelijkstand tussen zeewaarts- en polderpeil) reeds een grote hoeveelheid glasaal ophopen voor het knelpunt die vervolgens bij het openen van de vismigratieschuif de polder kan binnentrekken. Het feit dat bij opkomend water altijd eerst polderwater wordt geloosd kan ook hebben bijgedragen tot de hogere aantallen die dan worden waargenomen omdat de zoete lokstroom mogelijk extra glasaal (de reeds actief zwemmende fractie) kan hebben aangetrokken. Anderzijds weerhoudt het doorgaans heldere water (Figuur 7d) en het gebrek aan schuilmogelijkheden (gladde bodem en oeverbekleding) het ter plaatse blijven van 'gestrande' glasaal vlak voor het Maertensas bij aftrekkend water.

Aan het Maertensas was een groot dag/nacht verschil in binnentrekkende glasaalaantallen merkbaar. Uit eerder onderzoek ter hoogte van de getijdensluizen op de IJzer bleken de glasaaldichtheden 's nachts ook doorgaans hoger te zijn (Mouton et al. 2009). Uitzonderlijk werden er toen overdag aan de Ganzepoot soms hogere dichtheden aangetroffen dan 's nachts maar dat kan verklaard worden door het turbulente, troebele karakter van de Ganzepoot in tijden van overvloedige afvoer. Ook tijdens 24-uursbemonsteringen ter hoogte van het pompgebied Veurne-Ambacht bleek glasaal bijna enkel 's nachts rond hoogwater de daar geïnstalleerde glasaalgoten op te trekken (Van Wichelen et al. 2019). Glasalen zijn inderdaad negatieffototactisch (lichtschuw) wat wordt verondersteld een predatievermijdend gedrag te zijn (Tesch 2003).

De seizoenale patronen in afmetingen, pigmentatiegraad en voedselopname zijn heel gelijkaardig aan hetgeen aan de Ganzepoot, maar ook elders in Europa, wordt waargenomen (Van Wichelen et al. 2018, 2019). Vooral de hoge bijdrage van nauwelijks gepigmenteerde glasalen in het begin van het seizoen toont aan dat glasaal zich relatief snel, met behulp van het getij, van de kust tot aan het Maertensas kan begeven. Vanaf het moment (bij hogere temperaturen) dat het voedselweb aanwakkert, beginnen glasalen zich naast detritus ook met copepoden te voeden.

Vanaf april wordt een sterke verzilting van de polder waargenomen. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat de werking van de vismigratieschuif hiervan de oorzaak is. Er wordt per tijdcyclus slechts gedurende korte tijd ( $\pm 2 \times 20$  min.) beperkt zeewater binnengelaten wat bovendien tijdens afgaand tij steeds gevolgd wordt door een ongeveer even lange periode van waterafvoer. Bovendien werden ook tijdens de zomer perioden van sterke verzilting waargenomen. Net als beide voorgaande jaren werd 2019 gekenmerkt door een extreem lange droogteperiode. De hogere conductiviteitswaarden die verder stroomopwaarts in de Noordede werden opgetekend doen een toegenomen invloed van verzilt grondwater onder deze uitzonderlijk droge omstandigheden vermoeden. Vooral voor de poldergebieden waar er zich brak tot zout water dicht tegen het maaiveld bevindt (waaronder het studiegebied), kan dit tot verzilting van het oppervlaktewater leiden (zie Figuur 14).





**Figuur 14. Diepteligging (m onder het maaiveld) van het zoet-brak grensvlak in de Vlaamse poldergebieden (overgenomen uit Delsman et al. 2019).**

### 2.2.7 Aanbevelingen

De uitgevoerde testen hebben duidelijk aangetoond dat een aangepast spuibeheer aan het Maertensas in staat is om grote hoeveelheden - in hun stroomopwaartse migratie geblokkeerde - glasaal voorbij het knelpunt te krijgen. Het strekt tot aanbeveling om de huidige werking verder te optimaliseren door het toepassen van de tijdens deze proeven gehanteerde wijzigingen, nl. de activatie van de vismigratiespui vanaf een peilverschil tussen opwaarts en afwaarts pand van 30 cm en daarbij het openen van de polderschuif op 20 cm in combinatie met het volledig openen van de zeeschuif. Het aangepaste spuibeheer dient hierbij minimaal te worden toegepast in de periode 1 maart - 1 mei (de belangrijkste intrekperiode van glasaal ter hoogte van onze kust).

De mogelijke zoutinvasie van de polder dient verder jaarrond te worden opgevolgd op een aantal strategisch gekozen plaatsen in de Noordede. Mocht er nood zijn om het aangepaste spuibeheer te reduceren wegens verhoogd risico op verzilting van het oppervlaktewater in de polder kan geopteerd worden om het beheer enkel 's nachts toe te passen tijdens opgaand getij.

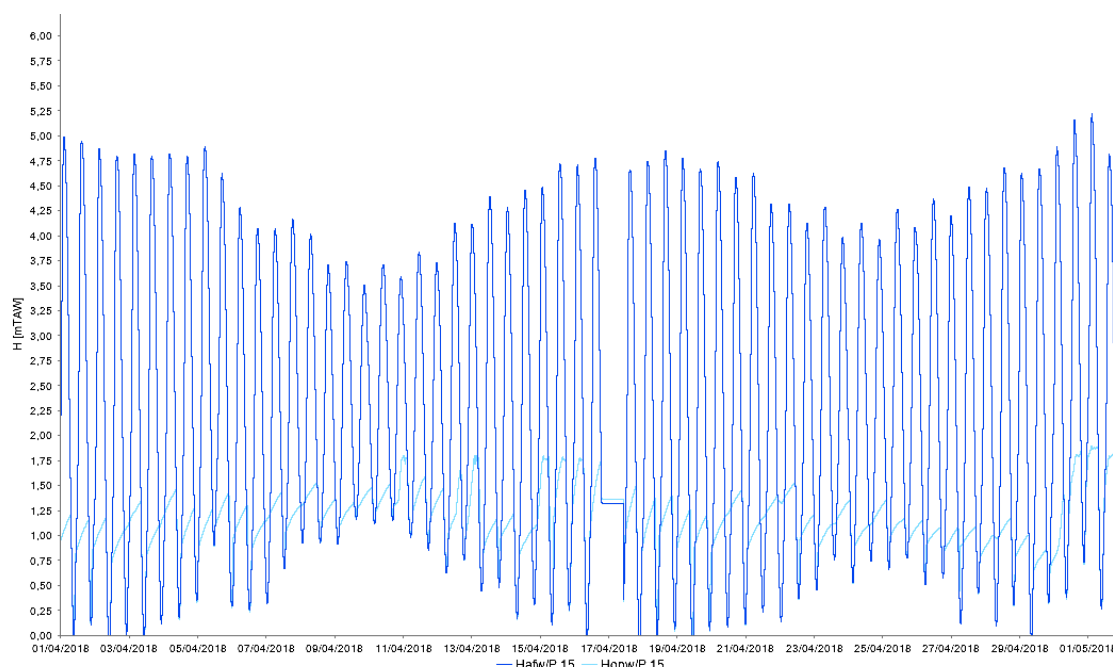
## 2.3 INTREK VAN GLASAAL TER HOOGTE VAN HET CAEMERLINCKXGEMAAL

### 2.3.1 Situering

Een ander belangrijk migratieknelpunt betreft het Caemerlinckxgeleed in Oostende, dat uitmondt in de haven nabij de monding van het Kanaal Gent-Oostende via het Caemerlinckxcomplex (pompstation bestaande uit twee oude en twee grotere nieuwe dompelpompen: 1,5 m<sup>3</sup>/s, beperkte werking in tijd). Het Caemerlinckxgeleed vormt de samenvloeiing van het Provinciegeleed en de Gouwelozekeek. Net stroomop de samenvloeiing bevindt er zich een complex met terugslagkleppen en een vuilrooster (Figuur 16) waarna het Caemerlinckxgeleed na een drietal meter eerst een duiker van enkele meter breed passeert om vervolgens een tiental meter verder onder de grond te duiken tot aan het



pompstation op een afstand van ongeveer één km. Aan de uitstroom ter hoogte van het Caemerlinckxcomplex in zee is in principe geen intrek van glasaal mogelijk want bij hoogwater worden de twee spuischuiten automatisch gesloten. Het Caemerlinckxgeleed is als waterloop 'prioriteit 2' opgenomen in de prioriteringskaart vismigratie (Stevens & Coeck 2010) waar in de toekomst een aangepast spui-beheer zou kunnen worden uitgevoerd, bv. door één of twee schuiten beperkt open te zetten tijdens hoogwater (Stevens et al. 2013). Dagelijkse peilverschillen van 20 cm in het Caemerlinckxgeleed (Figuur 15) zijn evenwel indicatief voor instromend zeewater via lekken in de constructie. Glasaal kan hiervan gebruik maken om binnen te trekken maar wordt alsnog geconfronteerd met de ondergrondse koker en het complex van de terugslagkleppen waar passage zo goed als onmogelijk is. Hier zou een palinggoot een oplossing kunnen bieden waardoor glasaal toegang krijgt tot de gehele polder ten zuiden van Oostende. De uittrek van zilverpaling is mogelijk omdat het water voornamelijk gravitair wordt afgevoerd. Uittrekkende zilverpaling wordt wel nog geconfronteerd met een krooshek met automatische reiniging ter hoogte van de terugslagkleppen.



**Figuur 15. Dagelijkse waterpeilfluctuaties in het Caemerlinckxgeleed opwaarts (haven, donkerblauwe lijn) en afwaarts (lichtblauwe lijn) het Caemerlinckxgemeal tijdens april 2018. Bron: Waterinfo.be**

### 2.3.2 Doelstelling

Het onderzoek omvat volgende delen:

Monitoren van de huidige toestand (T0) door de intrek van glasaal doorheen het pompgemeal na te gaan via het plaatsen van een glasaalgoot vlak voor het complex met terugslagkleppen. De opgevangen glasaal kan vervolgens stroomopwaarts de terugslagkleppen in het Caemerlinckxgeleed worden uitgezet zodat de gehele polder ten zuiden van Oostende gekoloniseerd kan worden. Deze studie kan als referentie



dienen om de invloed van het toepassen van een aangepast spui-beheer volgend voorjaar (2021) te evalueren.

De uittrek van zilverpaling uit het achterliggende gebied wordt verondersteld mogelijk te zijn omdat het water voornamelijk gravitair wordt afgevoerd. Er dient een inschatting gemaakt te worden op basis van expertkennis of de spijlen van het krooshekken ter hoogte van de terugslagkleppen (incl. het huidige beheer van spijlen en kleppen) zodanig zijn geconcipeerd dat de stroomafwaartse migratie van zilverpaling naar zee mogelijk is.

Formuleren van concrete onderzoeksvoorstellen voor het uitvoeren van een omgekeerd spui-beheer dat kan toegepast worden na afloop van de werken aan het pompemaal (T1).

Formuleren van aanbevelingen voor de optimalisatie van de intrek van glasaal.

### 2.3.3 Werkwijze

Om de intrek van glasaal ter hoogte van de spuischuiven van het Caemerlinckxcomplex en de daaropvolgende doortocht doorheen de ondergrondse koker te evalueren, werd aan de stroomafwaartse zijde van het complex met terugslagkleppen enerzijds een palinggoot geïnstalleerd tegen de rechteroeverwand (Figuur 16) en anderzijds drie drijvende substraten in het water geplaatst aan de linkeroever vlak voor de kokeringang (Figuur 17).

De palinggoot met een lengte van 3 m werd op 5 maart 2019 met een helling van 28° tegen de betonnen damwand van het complex met terugslagkleppen vastgemaakt. Om praktische redenen (hogere waterstanden) kon de basis van de goot niet dieper dan 1,40 m TAW worden geplaatst. De goot werd in werking gesteld op 15 maart waarbij ook de drie artificiële substraten in het kanaal werden te drijven gelegd.

Zowel de flottangs als de opvangbak van de palinggoot werden tussen 15 maart en 21 mei 2019 éénmaal per week leeggemaakt. Alle gevangen glasalen werden verdoofd met kruidnagelolie waarna een aantal biometrische metingen werden verricht (zie 1.2.4). Nadien werden alle glasalen in de polder vrijgelaten.

Tijdens elke controle van de vangstaantallen werd m.b.v. een emmer water geschept aan de afwaartse en opwaartse zijde van het complex met terugslagkleppen. Hierin werd de watertemperatuur, conductiviteit, zuurstofconcentratie en pH gemeten. Met behulp van een Secchi-schijf werd tevens het doorzicht bepaald aan elke zijde van het complex.

Aan de stroomopwaartse zijde van het complex met terugslagkleppen (Gauwelozeekreek) werd de conductiviteit permanent opgemeten door middel van een logger.







**Figuur 17.** Zicht op het begin van de ondergrondse koker vanop de duiker net stroomafwaarts het terugslagkleppencomplex van het Caemerlinckxgeleed. De artificiële substraten werden tussen de trap en de bakstenen oever geplaatst (rode cirkel).

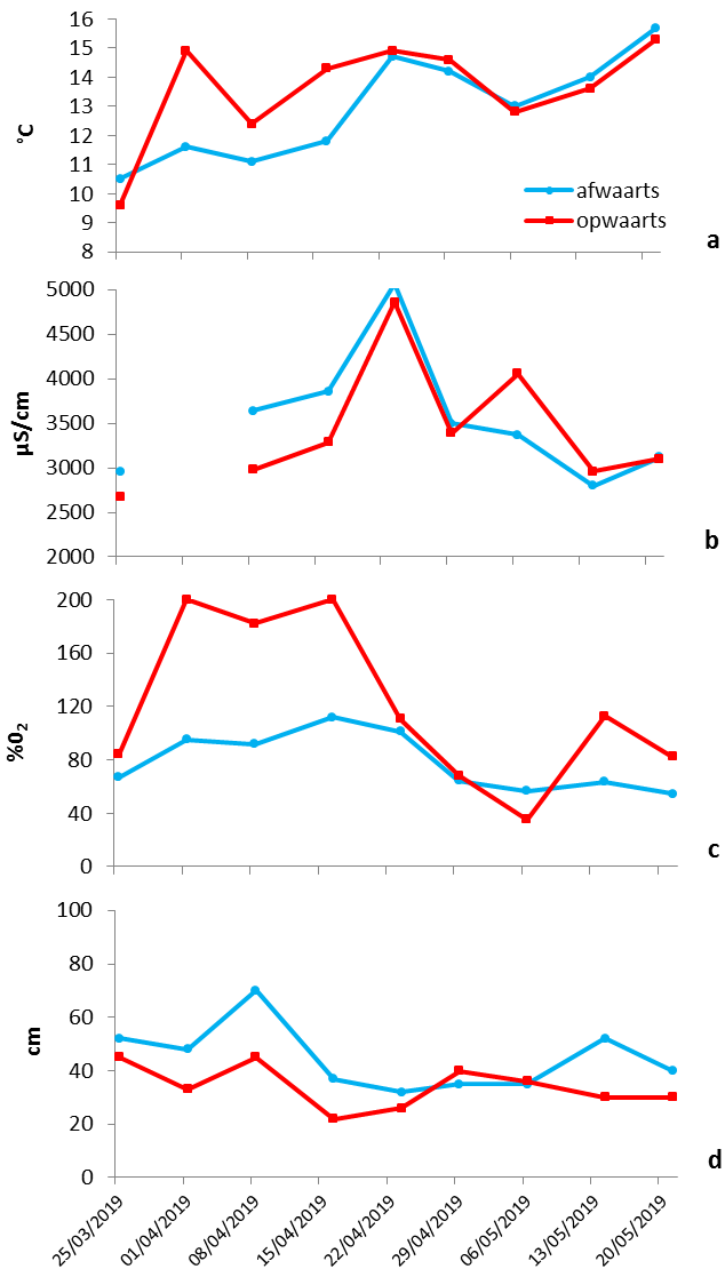
## **2.3.4 Resultaten glasaalintrek**

### **2.3.4.1 Abiotische metingen**

In de eerste maand van het onderzoek was het water aan de stroomopwaartse zijde enkele graden warmer en sterker verzadigd met zuurstof (Figuur 18 a,c). In dezelfde periode was de conductiviteit en het doorzicht er lager in vergelijking met de stroomafwaartse zijde (Figuur 18 b,d). Eind april/begin mei is er vooral een sterke daling van de zuurstofconcentratie merkbaar aan de stroomopwaartse zijde, net zoals een tijdelijke toename in conductiviteit.

Op basis van de permanente conductiviteitsmetingen (Figuur 19) blijkt tijdens maart en april de conductiviteit substantieel toe te nemen. Gelijkaardige sterke toenames zijn ook tijdens de zomermaanden zichtbaar.

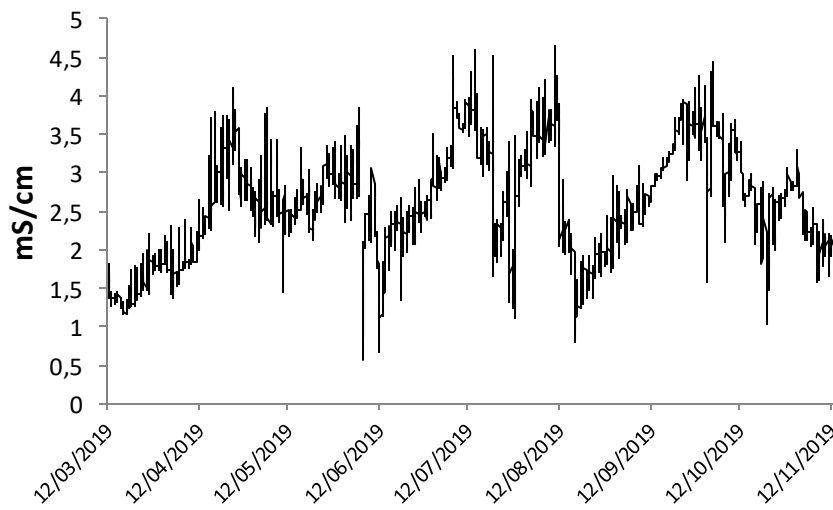




**Figuur 18.** Seizoenaal verloop van de watertemperatuur (a), conductiviteit (b), zuurstofconcentratie (c) en secchi-diepte (d) aan de stroomopwaartse en stroomafwaartse zijde van het complex met terugslagkleppen van het Caemerlinckxgeleed wekelijks gemeten tijdens het legen van de vangstconstructies.





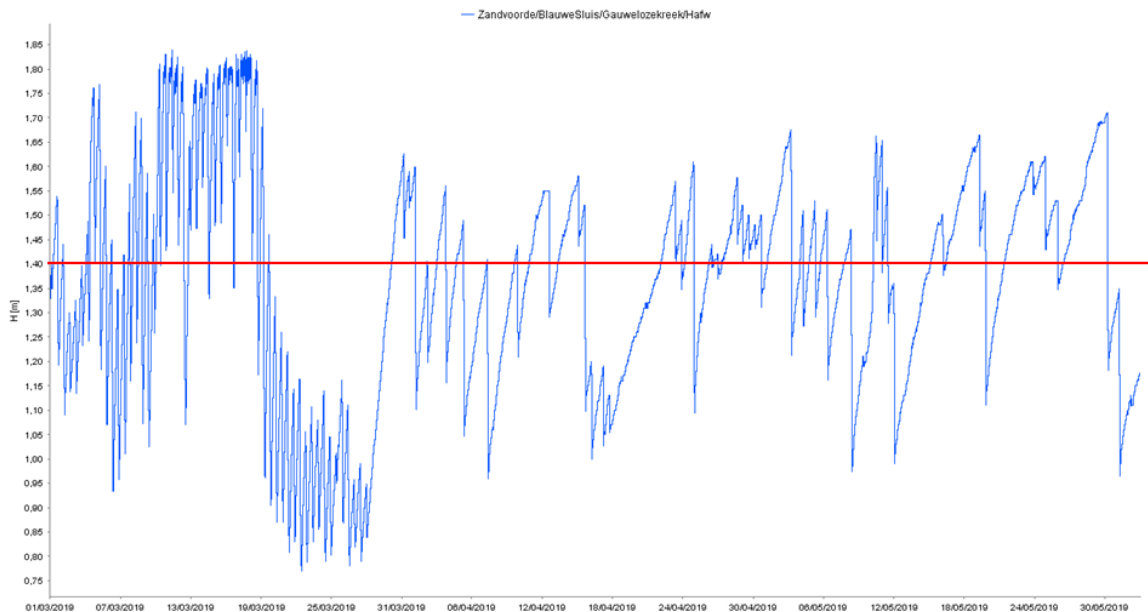


**Figuur 19. Seizoenaal verloop van de conductiviteit gemeten net stroomopwaarts het terugslagkleppencomplex aan het Caemerlinckxgeleed tussen maart en november 2019.**

#### **2.3.4.2 Werking palinggoot**

Uit het verloop van de waterpeilen van de Gauwelozeekreek (waterpeilen van het Caemerlinckxgeleed zijn voor de onderzochte periode niet beschikbaar) blijkt dat de palinggoot wegens de hoge plaatsing zich elke dag doorgaans slechts voor korte tijd onder water bevond rond hoogwater (Figuur 20). Op sommige dagen kwam de goot zelfs nooit onder water te staan. Tussen 20 en 28 maart werd het peil kunstmatig laag gehouden en was de palinggoot zelfs voor een volledige week niet functioneel. Ondanks de afscherming van de pomp (m.b.v. een kooi uit traliewerk) geraakte de aanvoerdarm van de pomp ook regelmatig verstopt waardoor de bevoeiing van de goot stilviel en de goot dus niet meer functioneel was. Dit werd vastgesteld op 18 maart, 1 april, 6 mei (kranen zelfs vermoedelijk dichtgedraaid) en op 21 mei (pomp defect).





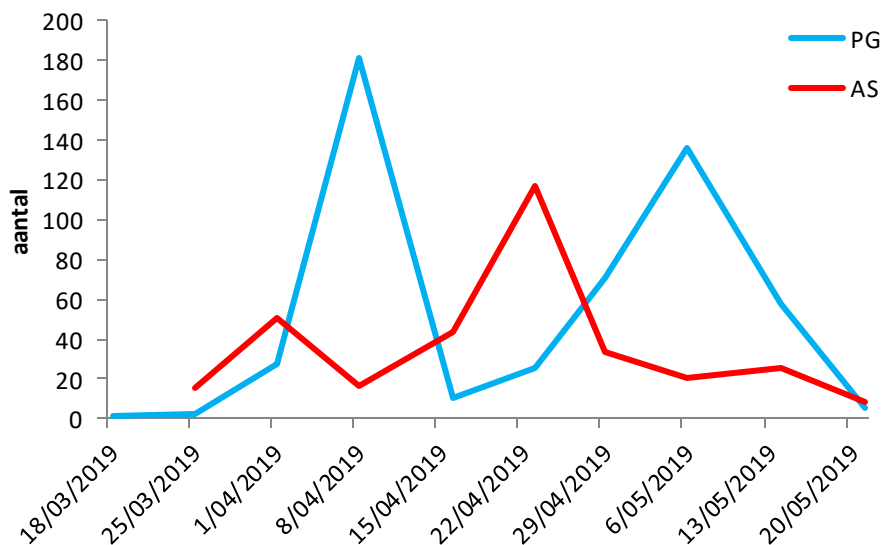
**Figuur 20. Dagelijkse peilfluctuaties (mTAW) van de Gauwelozeekreek tijdens de onderzoeksperiode (maart-mei 2019, waterinfo.be). De rode lijn geeft de hoogte weer waar zich de ingang van de glasaalgoot bevond.**

### 2.3.4.3 Vangstaantallen

Beide methoden bleken succesvol in het vangen van glasaal ter hoogte van het complex van de terugslagkleppen in het Caemerlinckxgeleed. Ondanks de beperkte werking van de palinggoot (zie hoger) werden er in totaal toch 516 glasaaltjes gevangen tijdens de studieperiode. Met de artificiële substraten werden in totaal 330 glasalen bovengehaald. De vangsten van beide onderzoekstechnieken vertonen daarbij een omgekeerd evenredig patroon (Figuur 21). Mogelijks hebben de nauwelijks functionerende goten tijdens de 2<sup>de</sup> helft van april (te lage waterstanden) geleid tot verhoogde glasaalvangsten in de substraten.

Naast glasalen werden met de substraten ook zes elvers en twee tiendoornige stekelbaarzen gevangen naast een occasionele krab.





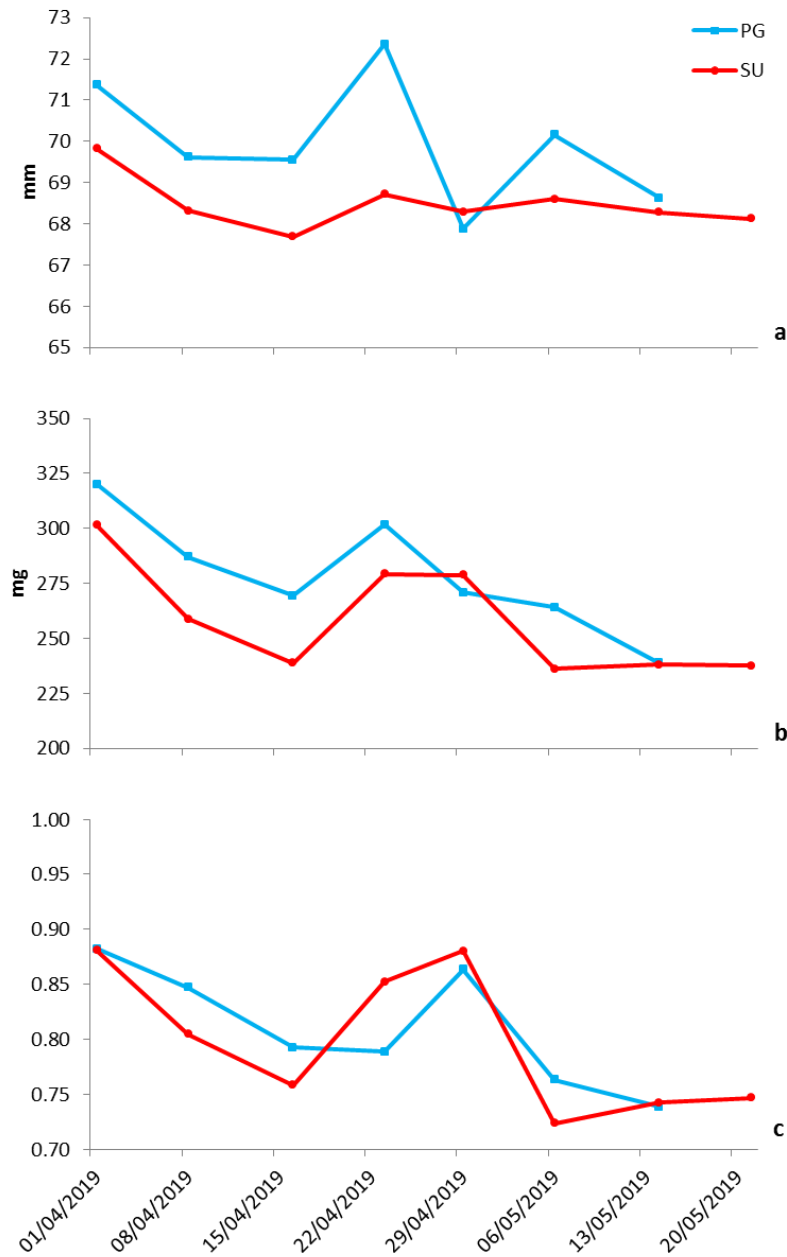
**Figuur 21. Seizoenaal verloop van de aantallen glasaal gevangen met een palinggoot (PG) en artificiële substraten (AS) ter hoogte van het complex met terugslagkleppen van het Caemerlinckxgeleed.**

#### 2.3.4.4 Conditie

Er is een licht dalende trend zichtbaar in gemiddelde lengte, gewicht en conditie van de met beide methoden gevangen glasalen ondanks een tijdelijke verbetering in de tweede helft van april (Figuur 22). Globaal gezien zijn de glasalen in de palinggoot iets groter en zwaarder en verkeren ze aldus in een iets betere conditie behalve tijdens de tweede helft van april.

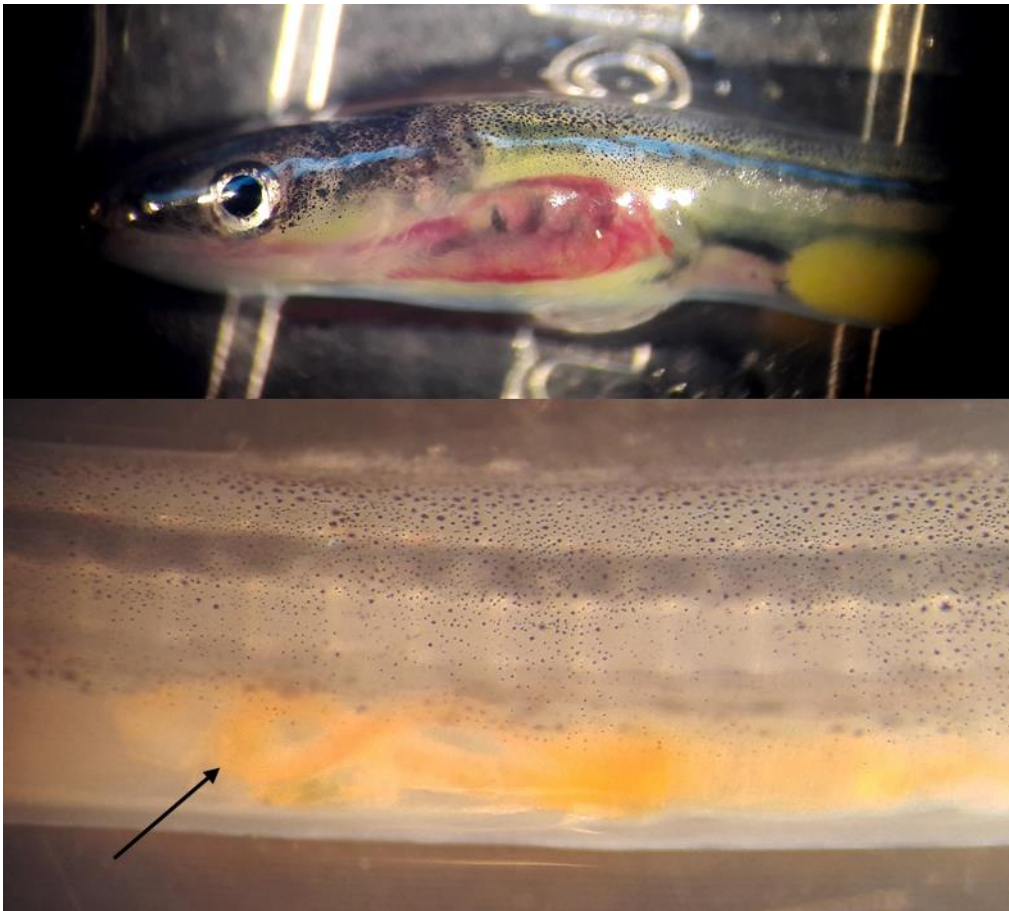
Er werden quasi geen afwijkingen in de morfologie of kwetsuren vastgesteld. Op 29 april werd in de darm van een glasaaltje dat werd gevangen met de palinggoot evenwel een levende rondworm waargenomen die zich voedde met de darminhoud. Dit glasaaltje had opvallende bloeditstortingen ter hoogte van de mondholte en kieuwen langswaar de parasiet mogelijk het lichaam was binnengedrongen (Figuur 23).





**Figuur 22. Seizoenaal verloop van de gemiddelde lengte (a), gewicht (b) en conditie (c) voor de d.m.v. de palinggoot (PG) en artificiële substraten (AS) gevangen glasalen in het Caemerlinckxgeleed.**





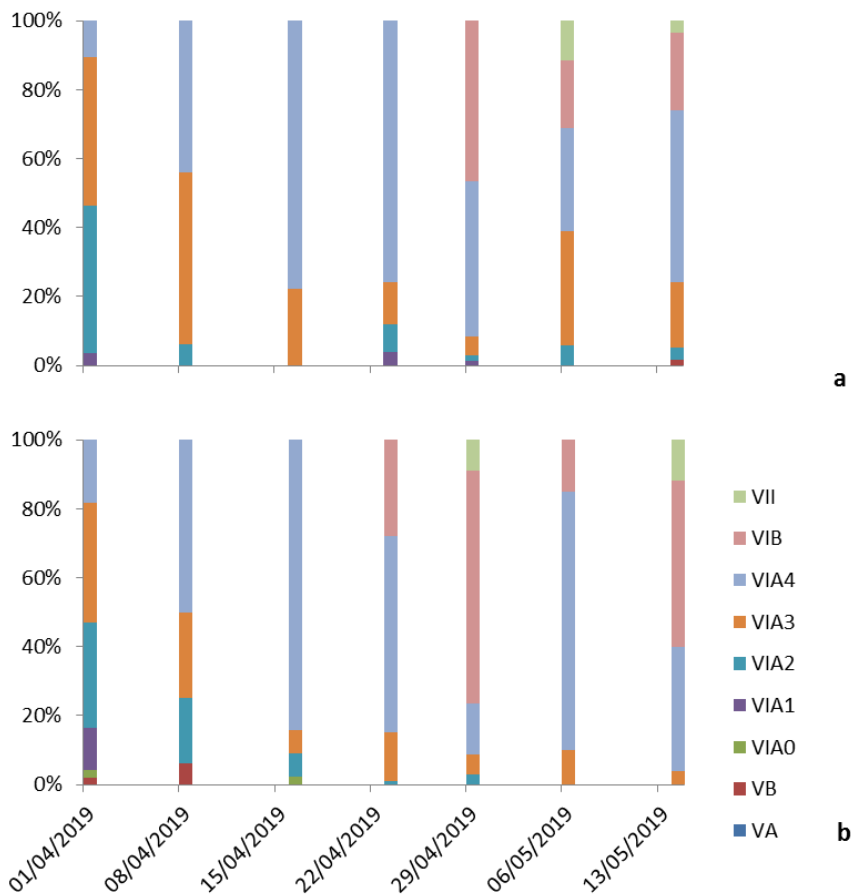
**Figuur 23. Glasaaltje geïnfecteerd met een endoparasiet (rondworm) in het maag/darmkanaal (pijlte). Bovenaan markeren de bloeditstoringen de weg (via de kieuwen en de mondholte) langs waar de parasiet vermoedelijk is binnengedrongen.**

#### **2.3.4.5 Pigmentatiegraad**

De glasalen zijn bij het begin van de studieperiode (begin april) reeds vrij ver gevorderd in pigmentatiegraad (stadia VIA2-VIA3). Tegen midden mei zijn zo goed als alle glasalen nagenoeg volledig gepigmenteerd (VIA4-VIB). Vanaf 22 april zijn de glasalen afkomstig uit de substraten duidelijk verder gevorderd in pigmentatiegraad in vergelijking met de glasalen uit de palinggoot. De vangsten van 6 mei toonden een opvallende terugval in pigmentatiegraad aan.

De glasalen uit het Caemerlinckxgeleed waren duidelijk verder gevorderd in pigmentatiegraad in vergelijking met de glasalen die in dezelfde periode (april) in de Noordede ter hoogte van het Maertensas werden gevangen (zie Figuur 12).





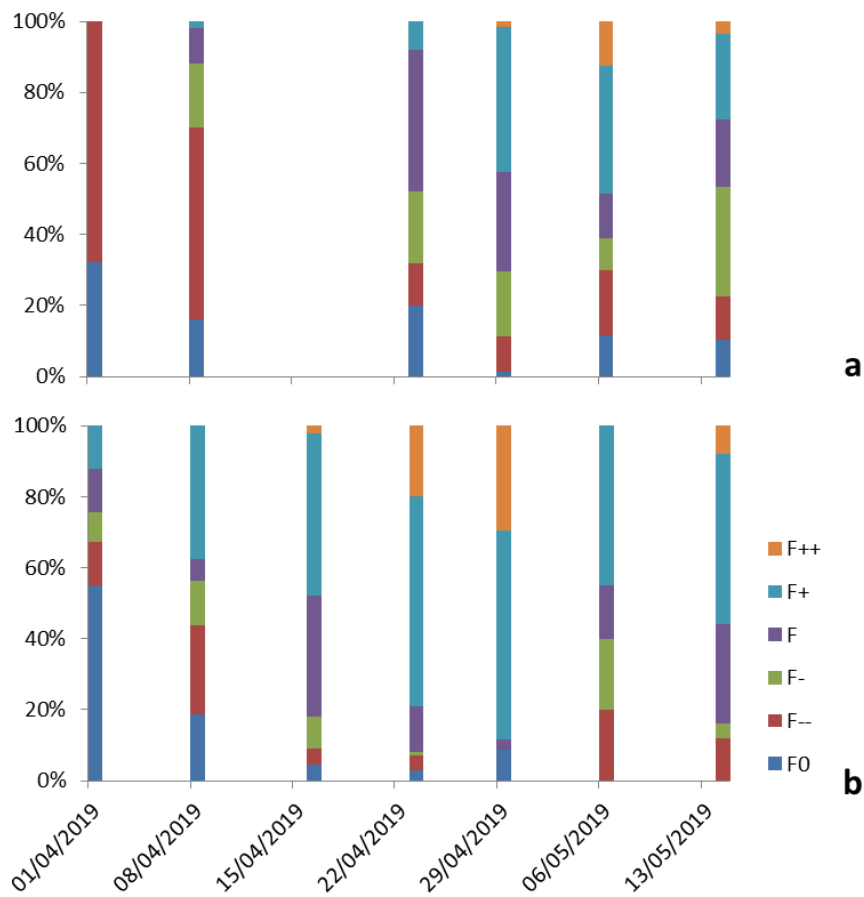
**Figuur 24. Seizoens dynamiek in pigmentatiegraad van de opgemeten glasalen uit het Caemerlinckxgeleed gevangen met de palinggoot (a) en de artificiële substraten (b) variërend van minimale (VA) tot volledige (VII) pigmentatie.**

#### 2.3.4.6 Voedselopname

Het aandeel glasalen zonder of met een minimale hoeveelheid voedsel in de maag/darmkanaal was het grootst in het begin van het seizoen. Nadien nam de voedselopname toe tot begin mei wanneer de meeste glasalen wel doorvoed waren. In mei was er een opvallende terugval in de voedselopname zichtbaar. Doorgaans waren de galsalen uit de substraten beter doorvoed dan de glasalen die met de palinggoot werden gevangen (Figuur 25).

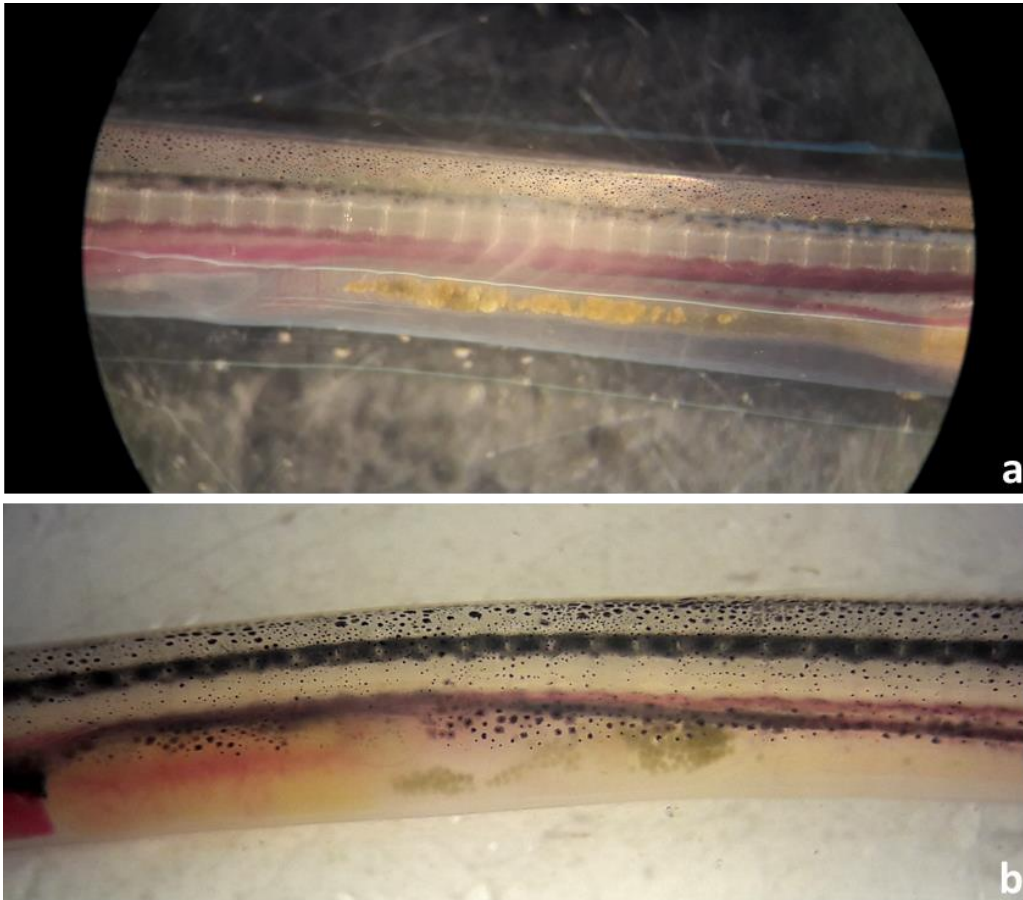
Naast detritus werden vanaf het einde van april frequent copepoden in het darmkanaal waarneembaar naast sporadisch een cladoceer (Chydoridae). Eenmaal werd ook een kop van een muggelarve waargenomen en een kolonie van groene celletjes die zeer sterk aan de cyanobacterie *Microcystis aeruginosa* deed denken (Figuur 26).





**Figuur 25. Seizoens dynamiek in voedselopname van de bestudeerde glasalen uit het Caemerlinckxgeleed gevangen met de palinggoot (a) en de artificiële substraten (b) variërend van geen (F0) tot zeer veel voedsel (F<sup>++</sup>) in het maag/darmkanaal.**





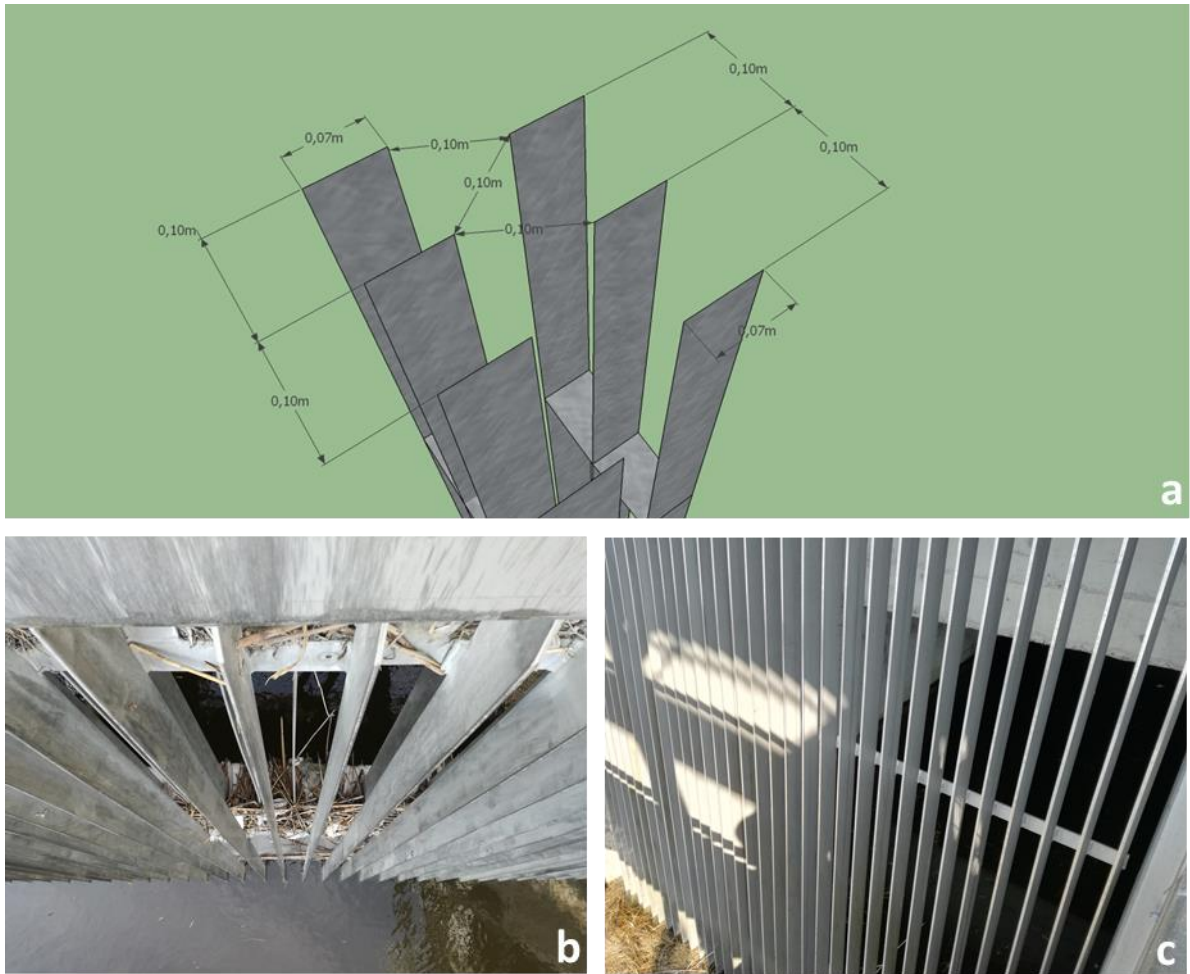
**Figuur 26. Glasaaltje met detrituspartikels (a) en micro-algen (mogelijks de cyanobacterie *Microcystis aeruginosa*) in het maag/darmkanaal.**

### **2.3.5 Inschatting mogelijkheden zilverpalinguittrek**

Een geoptimaliseerd beheer ter hoogte van de getijdebarrière ter bevordering van de glasaalintrek heeft pas zin als ook een veilige terugtocht van de zilverpaling naar zee wordt verzekerd. Wat dit betreft vormt het complex met terugslagkleppen een mogelijk knelpunt. Dit complex heeft aan de stroomopwaartse zijde namelijk een vuilrooster dat moet beletten dat er drijfvuil binnenkomt in het Caemerlinckxgeleed waar het schade kan veroorzaken aan de pompen van het gemaal (Figuur 27). Het vuilrooster is opgebouwd uit twee achter elkaar geplaatste schermen van verticale spijlen waarvan de spijlafstand 10 cm bedraagt. Doordat de twee schermen geschrant ten opzichte van elkaar zijn geplaatst, is de effectieve opening evenwel beperkt tot 5 cm (Figuur 27a,b).







**Figuur 27. Detail van het vuilrooster van het complex met terugslagkleppen op het Caemerlinckxgeleed te Oostende (a,b) en van het pompemaal van Veurne-Ambacht te Nieuwpoort (c).**

Palingen zijn evenwel heel flexibel en kunnen zich door openingen wringen die kleiner zijn dan hun eigen lichaamsdiameter. Om te beletten dat zilverpalingen (> 50 cm) in turbines terecht komen dienen roosters te worden geplaatst waarvan de spijlafstanden maximaal 1,5-2 cm bedragen (Sheridan et al. 2013). ICES (2007) stelt zelfs dat om zilverpalingen efficiënt tegen te houden een mechanische barrière met een maximum spijlafstand van 0,9 cm nodig is voor mannetjes en 1,5 cm voor vrouwtjes. Het lijkt dus mogelijk dat zilverpalingen effectief het vuilrooster van het Caemerlinckxgeleed kunnen passeren op hun weg naar zee. Ook voor het pompemaal van Veurne-Ambacht blijkt heel wat zilverpaling in staat om doorheen de gravitaire afvoerkanalen te trekken. Deze afvoerkanalen zijn voorzien van een krooshekken met spijlafstanden van 9 cm (Van Wichelen et al. 2019, Figuur 27c).

## 2.3.6 Discussie

### 2.3.6.1 Intrek glasaal

De glasalen die via het Caemerlinckxgeleed landinwaarts willen trekken op zoek naar geschikt opgroeihabitat worden geconfronteerd met een aantal knelpunten. Vooreerst dienen ze de getijdenbarrière aan het Caemerlinckxgemaal te passeren die onder huidige omstandigheden



volledig wordt afgesloten bij opkomend tij. Vervolgens dienen de glasalen die toch binnengeraken een ondergrondse koker van ongeveer één km door te komen wat op een actief zwemmende manier dient te gebeuren gezien de afwezigheid van getij. Indien ze daarin slagen komen ze opnieuw een knelpunt onder de vorm van een complex met terugslagkleppen tegen waar ze vervolgens een palinggoot dienen op te zwemmen.

De vangst van glasalen ter hoogte van het complex met terugslagkleppen op het Caemerlinckxgeleed toonde op zich al aan dat glasalen effectief in staat zijn om de getijdebarrière te passeren en vervolgens de lange ondergrondse koker door te zwemmen. Het idee om ook voor deze locatie de glasaalintrek met behulp van aangepast spui-beheer te verbeteren zoals gesuggereerd door Stevens et al. (2013) is dus gegrond. Net zoals bleek uit eerder onderzoek aan de Ganzepoot te Nieuwpoort (Mouton et al. 2009) en Sas Slijkens te Oostende (Buysse et al. 2012) kunnen er via insijpelend zeewater tijdens opgaand tij effectief een aantal glasalen binnengeraken via openingen (spleten/kieren) in de spuiconstructie van de getijdebarrière. De dagelijkse peilfluctuaties die dit insijpelend zeewater veroorzaken in het Caemerlinckxgeleed tonen aan dat het volume insijpelend zeewater aanzienlijk is.

De binnengekomen glasalen dienen zich aan de nieuwe omstandigheden aan te passen om zich verder stroomopwaarts te kunnen begeven. Ze kunnen daarbij geen gebruik meer maken van de getijstroom en dienen over te schakelen op een actieve migratiewijze. De verder gevorderde pigmentatiegraad in vergelijking met de glasalen die op hetzelfde moment aan het Maertensas op de Noordede worden aangetroffen, tonen aan dat ze daar een bepaalde aanpassingstijd voor nodig hebben. De in vergelijking hogere voedselopname van de glasalen in het Caemerlinckxgeleed geven aan dat ze zich tijdens deze vertraging reeds beginnen te voeden met detritus en zoöplankton (copepoden en cladoceren). Hun migratiedrang is blijkbaar voldoende groot om uiteindelijk de lange donkere koker door te zwemmen, vermoedelijk daartoe aangezet door de stroming (bij waterafvoer) en lokstoffen (aardgeur en/of de geur van soortgenoten) in het zoete water. Het is niet duidelijk of ze de koker daarbij in één keer doorzwemmen of dit eerder in een aantal etappes doen. Gezien de continue duisternis in de koker en dus het ontbreken van de noodzaak om zich overdag, ter voorkoming van predatie, te verschuilen doen ze dit waarschijnlijk in één keer.

Ter hoogte van het complex met terugslagkleppen vindt een opsplitsing van de glasaalpopulatie plaats. Glasalen met een mindere conditie zullen blijven pleisteren en eerder investeren in voedselopname om aldus voldoende/opnieuw conditie op te bouwen vooraleer eventueel verder te trekken. De glasalen die zich in de artificiële substraten bevinden kunnen tot deze groep worden gerekend. Deze glasalen worden gekenmerkt door een verder gevorderde pigmentatiegraad en een hogere voedselopname. Anderzijds zullen glasalen met een betere conditie meteen de palinggoten op zwemmen. Deze glasalen worden gekenmerkt door een minder ver gevorderde pigmentatiegraad en een lagere hoeveelheid opgenomen voedsel. Na een tijdje neemt de conditie van alle glasalen in het algemeen toe. Door het op gang komen van het voedselweb hebben ze ruim voedsel voorhanden. Het valt wel duidelijk op dat de zich reeds in het kanaal gevestigde glasalen hierin een voorsprong hebben en ze op de duur zelfs in een betere conditie verkeren dan de nieuwkomers. Deze patronen zijn bijna identiek aan hetgeen tijdens voorgaand onderzoek in het Veurne-Ambachtkanaal, een zeer gelijkaardig onderzoeksgebied, werd vastgesteld (Van Wichelen et al. 2019).

De toename in conditie wordt in mei evenwel abrupt onderbroken. Ook de algemene pigmentatiegraad laat een terugval optekenen in deze periode. Dit zou kunnen wijzen op de

passage van een nieuw contingent glasalen. Ook Briand et al. (2005) heeft in het Villaine-estuarium fluctuaties in pigmentatiegraad vastgesteld als gevolg van opeenvolgende glasaalmigratiepieken. Op basis van de vangstgegevens afkomstig van de palinggoten van het pompemaal van Veurne-Ambacht zijn twee grotere migratiegolven zichtbaar in 2019 (Figuur 21). Een eerste piek situeerde zich in de periode einde maart-begin april, een tweede kleinere piek was zichtbaar rond 20 april. Mogelijks heeft deze tweede piek wegens het ontbreken van aangepast spui-beheer ter hoogte van het Caemerlinckxgemaal het Caemerlinckxgeleed pas twee weken later bereikt ten opzichte van het Veurne-Ambachtkanaal. Het verloop van de abiotische gegevens laat evenwel een mogelijke alternatieve verklaring zien. In dezelfde periode is namelijk een sterke afname van de waterkwaliteit (vooral lage zuurstofwaarden en toenames in conductiviteit) zichtbaar. Op 23 april was een sterke rioolgeur aanwezig op de onderzoekssite en navraag bij VMM bracht een verstoppingsprobleem in de buurt aan het licht waardoor ongezuiverd rioolwater via het Caemerlinckxgeleed diende te worden afgevoerd. Deze tijdelijke ongunstige omstandigheden zouden de toenmalige glasaalpopulatie uit het kanaal kunnen hebben verdreven waarna die werd vervangen door een nieuw contingent glasalen uit de haven.

Het onderzoek toonde ook aan dat een palinggoot ter hoogte van het complex van terugslagkleppen effectief in staat is om glasaal af te vangen. In theorie zou het mogelijk zijn om de goten te verlengen om glasalen automatisch voorbij de terugslagkleppen te geleiden. Een andere (goedkopere) oplossing is, in navolging van het Veurne-Ambachtgemaal, deze locatie in te richten als een nieuw monitoringstation om de intrek van glasaal in de haven van Oostende elk jaar te monitoren met behulp van vrijwilligers. Wegens de beperkte breedte van het kanaal ter hoogte van dit complex is één palinggoot hiervoor voldoende.

Wegens de beperkte werking van de palinggoot in de tweede helft van het onderzoek is het echter aangewezen om de intrek van glasaal onder de huidige beheersomstandigheden (zonder aangepast spui-beheer) nogmaals opnieuw te meten, nadat de goot onderaan verlengd werd en dus ook bij lagere waterstanden toegankelijk is voor glasaal. Op die manier kan nadien een correcte inschatting van het effect van aangepast spui-beheer gemaakt worden.

### 2.3.6.2 Uittrek zilverpaling

De vuilroosters van het complex met terugslagkleppen lijken passeerbaar te zijn voor naar zee trekkende zilverpalingen. Het is daarbij wel aannemelijk dat de zeewaartse migratie op zijn minst voor een aantal dieren wordt vertraagd of zelfs onderbroken. Het is namelijk geweten dat niet alle zilverpalingen roosters passeren waar ze fysiek door kunnen (Gosset et al. 2005, Travade et al. 2010). Hun terughoudendheid in het passeren van deze obstructies gaat daarbij dikwijls gepaard met specifiek zoek- en terugkeergedrag (Bruijs & Durif 2009), zelfs bij vuilroosters waarvan de spijlafstanden 10cm bedragen (Haro et al. 1999). Bolland et al. (2018) namen waar dat 75% van de zilverpalingen terugkeergedrag vertoonden ter hoogte van een vuilrooster van een pompemaal met spijlafstanden van 55 mm. Piper et al. (2017) heeft met zenderonderzoek kunnen aantonen dat slechts 21% van de gezenderde palingen de weg van het hoogste debiet (67%) volgden doorheen een vuilrooster van een turbine (met spijlafstanden van 58 mm) wat aantoont dat een groot gedeelte effectief op zoek gaat naar een andere migratieweg.

Naast het vormen van een fysieke barrière heeft het complex van terugslagkleppen ook een stromingsonderbrekend effect waardoor de zilvertmigratie kan vertragen of stilvallen. De uittrek van zilverpaling wordt namelijk geïnitieerd en onderhouden door debietsverhogingen (Bruijs & Durif 2009). Getijdenbarrières onderbreken dit patroon, gezien er enkel bij laagtij



water kan worden afgevoerd. Er is reeds aangetoond dat dit significante vertragingen in de uittrek van zilverpaling met zich kan meebrengen wat gepaard gaat met energieverlies of een verhoogde kans op predatie (Wright et al. 2015).

### 2.3.7 Aanbevelingen

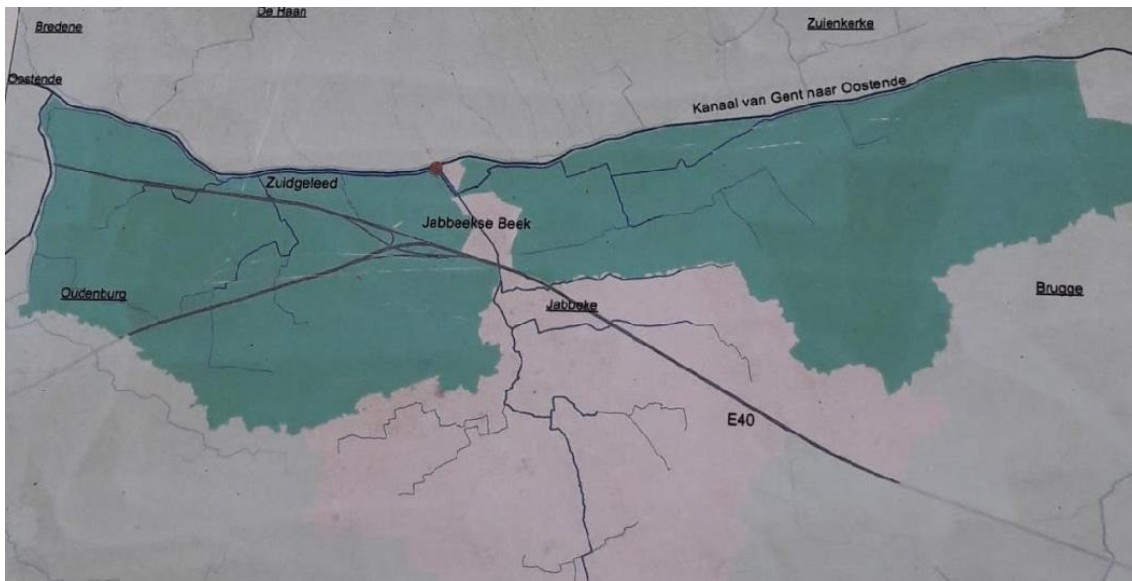
Het Caemerlinckxgeleed leent er zich toe om met behulp van een aangepast spuibeheer (opening laten van 20 cm bij opkomend getij) de glasaalintrek sterk te verbeteren. Om het effect van dit beheer te kwantificeren, is het echter aangewezen om de effectieve intrek van glasalen in het voorjaar nogmaals opnieuw te meten nadat de goot wat dieper in het water wordt geplaatst, zodat de werking van de goot gedurende de volledige periode van het onderzoek gegarandeerd is. In een vervolgstudie kan dan het effect van aangepast beheer nagegaan worden. Met behulp van de palinggoot kan de glasaal die zich aan het complex van terugslagkleppen concentreert worden weggevangen en overgeplaatst naar de polder. Ook de toevoerleiding voor polderwater naar de palinggoot dient nog te worden aangepast zodat verstoppingsproblemen in de toekomst kunnen worden vermeden. In de toekomst kan dan de optrekkende glasaal met de palinggoot en vrijwilligers verder worden opgevolgd.

Het krooshekken vormt een fysieke barrière waar de meeste zilverpaling wel doorheen kan, maar waar de migratie van een gedeelte van de zilverpalingen mogelijk vertraagd of zelfs verhinderd wordt. Indien niet absoluut noodzakelijk zou één spijlenrooster verwijderd kunnen worden waardoor de spijlafstand tot 10 cm kan worden beperkt. Het strekt tot aanbeveling om pompwerking zoveel mogelijk te vermijden en water via gravitaire weg naar zee te lozen.

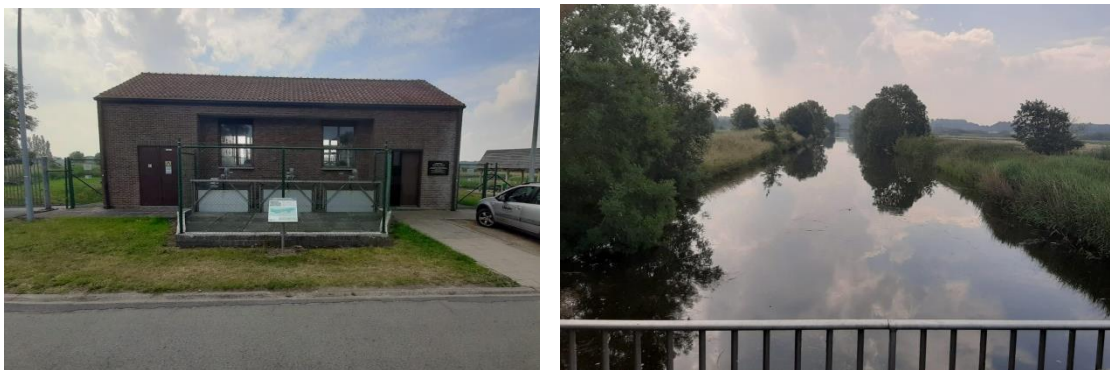
## 2.4 VERKENNEND ONDERZOEK NAAR MOGELIJKHEDEN VOOR DE INTREK VAN GLASAAL EN ELVERS TER HOOGTE VAN HET POMPGEMAAL KWETSHAGE-PADDEGAT

Een belangrijk knelpunt voor glasaalintrek in de buurt van Oostende betreft het pompemaal Kwetshage-Paddegat dat zich bevindt naast de monding van de Jabbeekse beek in het Kanaal Gent-Oostende (Figuur 28). Dit pompemaal bemaalt een polder van ongeveer 2.800 ha waar recent ecologisch herstelbeheer werd toegepast o.a. in functie van vissen (paaiplaatsen). Het is een ecologisch zeer waardevol opgroeigebied voor jonge paling, met een goede waterkwaliteit, maar momenteel wellicht niet optrekbaar voor glasaal en elvers vanuit het Kanaal Gent-oostende. Het pompemaal bestaat uit drie automatisch gestuurde open vijzels (1,2 m<sup>3</sup>/s elk) (Figuur 29). Het pompemaal is eigendom van de polder en het beheer ervan gebeurt door 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 28: Locatie pompemaal Kwetshage-Paddegat (rode bol)**



**Figuur 29: Pompemaal Kwetshage-Paddegat (links) ter hoogte van de monding van de Jabbeekse beek (rechts) in het Kanaal Gent-Oostende.**

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 (Figuur 30). 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 voorzien van 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 pompostation een overloopconstructie. Door het openen van een schuif in deze overloopconstructie kan water vanuit de hoger gelegen Jabbeekse beek de polder ingelaten worden. In de praktijk gebeurt dit echter nooit.

Aangezien glasaal via het aangepast spuibeheer in Oostende het Kanaal Gent-Oostende kan optrekken, stelt zich nu de vraag hoe glasalen en/of elvers de polder Kwetshage-Paddegat zouden kunnen intrekken om er op te groeien. Door de aanwezigheid van het gemaal op deze trekroute is dit nu 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. Via een gerichte monitoring dient uitgezocht te worden welke van beide uitstromen nu precies de grootste attractiviteit uitoefent op glasalen.



In principe zouden glasalen en elvers via een glasaalgoot ter hoogte van dit pompemaal in de polder kunnen worden geleid. Ook via een glasaalgoot in de monding van de Jabbeekse beek zou glasaal opgevangen kunnen worden en naar de polder geleid worden.

Alvorens beheersmaatregelen opgesteld kunnen worden om de polder te koloniseren met glasaal en elvers, dient te worden nagegaan welke locatie de meeste glasalen en elvers aantrekt.



**Figuur 30: Voorstel positie glasaalgoten (rode lijnen) en artificiële substraten (rode ruiten) ter hoogte van de Jabbeekse beek en het pompemaal Kwetshage-Paddegat.**

#### **2.4.1 Aanbevelingen**

Veldtesten in de periode maart-mei met behulp van artificiële substraten en glasaalgoten ter hoogte van het pompemaal en ter hoogte van de monding van de Jabbeekse beek dienen na te gaan of en hoeveel glasaal de polder wil binnenkomen en wat de meest geschikte locatie is om een permanente glasaalgoot op te stellen (Figuur 30).

### **2.5 INSCHATTING INTREK GLASAAL OP BOUDEWIJNKANAAL TER HOOGTE VAN DE RWZI**

Vermoedelijk komen er via de zeesluizen van het Boudewijnkanaal in de achterhaven van Zeebrugge heel wat glasalen binnen in dit kanaal. Het water in het Boudewijnkanaal is door de werking van deze zeesluizen ook vrij brak. Eens in het kanaal kunnen deze glasalen niet meer landinwaarts verder migreren, aangezien de verbinding van het Boudewijnkanaal met het Kanaal Gent-Oostende (Verbindingssluis in Brugge) niet over een vismigratiefaciliteit beschikt. Praktisch is het zeer moeilijk om op deze locatie (Verbindingssluis Brugge) de opportuniteit van



een glasaalgoot uit te testen omdat de aanvoer van het noodzakelijke zoetwater uit het Kanaal Gent-Oostende technisch zeer moeilijk realiseerbaar is.

In het Boudewijnkanaal is er ter hoogte van de RWZI Brugge (Rioolwaterzuiverings-installatie) echter een permanente uitstroom van gezuiverd (zoet) afvalwater waardoor potentieel verhoogde concentraties aan glasaal worden aangetrokken (Figuur 31). Indien glasaal op deze locatie gevangen en verzameld zouden kunnen worden, dan kunnen ze eventueel vanop deze locatie getransloceerd worden naar geschikte opgroeigebieden in de buurt. Vermoedelijk kunnen de glasalen de RWZI zelf niet bereiken door de aanwezigheid van een betonnen stuwtje in de uitstroom (Figuur 32).



**Figuur 31: Uitstroom van gezuiverd afvalwater (links) ter hoogte van het RWZI Brugge in het Boudewijnkanaal (rechts).**



**Figuur 32: (links) Uitstroom RWZI Brugge in het Boudewijnkanaal met betonnen stuwtje op de achtergrond (rechts) voorstel positie glasaalgoot (rode lijn) en artificiële substraten (rode ruiten) ter hoogte van de uitstroom RWZI Brugge in het Boudewijnkanaal.**

### 2.5.1 Aanbevelingen

Uitvoeren van veldtesten in de periode maart-mei met behulp van artificiële substraten en glasaalgoten ter hoogte van de uitstroom van de RWZI Brugge in het Boudewijnkanaal dienen na te gaan of en hoeveel glasaal aangetrokken wordt. Indien aanzienlijke hoeveelheden glasaal

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

wordt opgevangen, kan het nuttig zijn om deze glasalen elders in geschikte opgroeigebieden in de buurt uit te zetten – bijvoorbeeld in de Blankenbergse polder ter hoogte van Kwetsage-Paddengat.





### 3 SOORTHERSTEL

Heel wat stroomminnende vissoorten (bv: beekforel, kopvoorn en serpeling) zijn al geruime tijd plaatselijk of volledig verdwenen uit de Vlaamse waterlopen. Aan de basis hiervan liggen meestal een verslechterde 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. Ook de waterkwaliteit van tal van waterlopen verbeterde sterk door de uitbouw van de waterzuiveringsinfrastructuur.

De laatste jaren werkte het INBO in opdracht van het ANB reeds verschillende herstelprojecten uit, o.a. voor kopvoorn, serpeling en kwabaal. Op basis van de bevindingen van de haalbaarheidsstudies voerde het ANB herintroducties van deze soorten uit in verschillende waterlopen van het Vlaamse Gewest. Opvolging van uitgezette populaties op lange termijn is een belangrijk onderdeel van een herintroductieprogramma. Op deze manier kan het succes van de herintroductie bepaald worden en kunnen eventuele knelpunten opgespoord worden. Bovendien kan, indien nodig, de herintroductiestrategie bijgestuurd worden of andere herstelmaatregelen genomen worden, zoals bv. de aanleg of het opnieuw bereikbaar maken van typische paaigronden en opgroeihabitat.

Naast de lopende herstelprojecten wil het ANB ook nieuwe herstelprojecten opstarten, niet alleen op nieuwe locaties maar ook voor andere zeldzame of lokaal uitgestorven soorten.

#### 3.1 ONDERZOEK NAAR HET VOORTPLANTINGSSUCCES VAN KWABAAL

Kwabaal (*Lota lota* L. 1758) verdween in 1970 uit de Vlaamse waterlopen. Dit kan hoogstwaarschijnlijk worden toegeschreven aan het verslechteren van de waterkwaliteit, het verlies of onbereikbaar worden van de typische paaibiotopen en het verdwijnen van geschikt habitat in de waterlopen zelf (Coeck et al. 2008). In 2005 werd een herintroductieprogramma opgestart waarbij jaarlijks éénzomerige kwabaaljuvenielen worden uitgezet in de Grote Nete. Opvolgingsstudies tonen aan dat deze goed overleven en paairijp worden (Vught et al. 2015, Pauwels et al. 2016, Vandamme et al. 2017). Het INBO vond kwabaaljuvenielen in 2010, 2014 en 2015 in de Grote Nete en zijlopen. Kwabaallarven werden in 2014, 2015, 2016 en 2017 aangetroffen in een poel aan de Asbeek. Dit toont aan dat kwabaal zich tevens voortplant in het gebied.

De herintroductie van kwabaal kan echter nog geen succes worden genoemd in Vlaanderen. Tot op heden heeft er zich nog geen duurzame kwabaalpopulatie weten te vestigen (Vught et al. 2015). Net als voorgaande jaren, werd in 2019 in het stroomgebied van de Grote Nete gezocht naar kwabaallarven en –juvenielen.

Het falen van herintroductieprogramma's wereldwijd is te wijten aan gebrekkige kennis rond de soort (McPhail 1997). Vaak blijkt het habitat (habitatstructuur, voedsel, predatoren, parasieten...) waar de dieren worden uitgezet toch niet volledig te voldoen aan de eisen die de soort stelt aan de omgeving voor het doorlopen van diens levenscyclus (Pauwels et al. 2016). Bijgevolg is het noodzakelijk de biologie en ecologie van het dier en de relaties met diens omgeving gedurende elk levensstadium goed te begrijpen. Bovendien is dit niet enkel



drijfnetten zijn. Ook lichtvallen of een combinatie van beide worden soms aangewend. In Vandamme et al. (2017) werden zowel lichtvallen als visuele inspectie gebruikt op verschillende locaties ter vergelijking van de methodiek. Daaruit bleek visuele inspectie een stuk efficiënter in het bemonsteren van kwabaallarven. Bijgevolg werd in 2017 en ook in 2018 enkel gebruik gemaakt van visuele inspectie. In 2019 werd daarnaast ook gebruik gemaakt van een fijnmazig planktonnet.

Het visueel waarnemen van kwabaallarven is mogelijk omdat zij gedurende enkele weken in het begin 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 33). Larven worden gevangen en bekeken om zeker te zijn dat het om kwabaallarven gaat. Daarna worden deze op dezelfde locatie teruggezet. De visuele inspectie wordt uitgevoerd op selectieve basis. Plaatsen in de waterloop of poel die op basis van expertkennis er veelbelovend uitzien, worden in detail bekeken. De duur van de zoektocht per potentiële locatie is afhankelijk van de grootte van het oppervlak. Deze is doorgaans tussen een half uur en één uur per locatie.



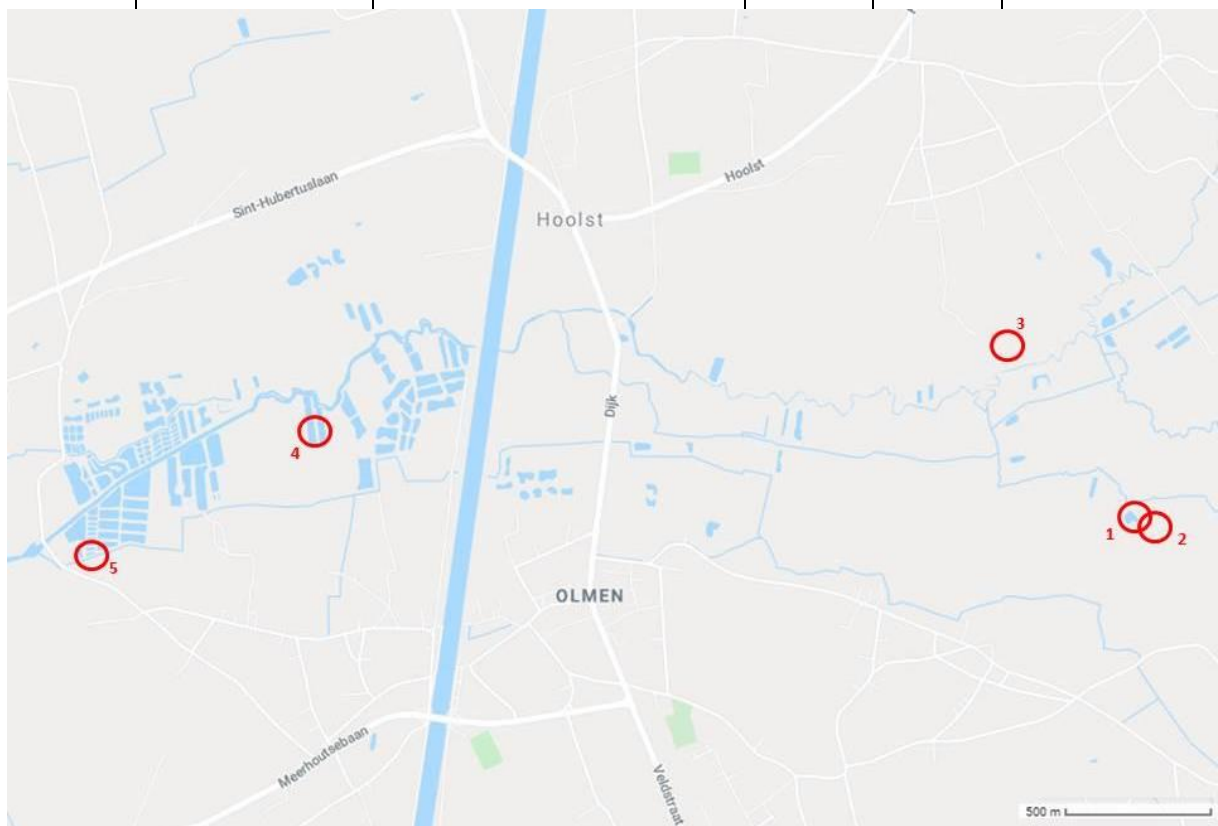
**Figuur 33 Visueel waarnemen van kwabaallarven in maart.**

Larven werden op verschillende plaatsen in het stroomgebied van de Grote Nete gezocht in de tweede helft van maart 2019. Tabel 3 en Figuur 34 geven een overzicht van de bezochte locaties. Er werd gezocht in (1) de poel aan de Asbeek (Figuur 35), (2) het nabijgelegen overstroomd weiland (Figuur 36), (3) poelen nabij de straalmolen (Figuur 37), (4) de vijvers van Natuurpunt te Griesbroek (Figuur 38), en te (5) Heynsbergen (Figuur 37). Stroomopwaarts van de straalmolen gebeuren momenteel geen uitzettingen meer. Er kan bijgevolg worden gesteld dat de larven en juvenielen die daar worden gevonden, afkomstig zijn van natuurlijke reproductie.



**Tabel 3 Locaties waar natuurlijke reproductie werd bemonsterd in 2019.**

Nummer	Waterloop	Locatie	Datum		
			21/03	28/03	30/03
1	Asbeek	Poel Asbeek	21/03	28/03	30/03
2	Asbeek	Overstroomd weiland	21/03	28/03	30/03
3	Grote Nete	Heynsbergen	21/03	28/03	30/03
4	Grote Nete	Vijvers Natuurpunt	21/03	28/03	30/03
5	Heilooop	Poelen aan staalmolen	21/03	28/03	30/03



**Figuur 34 Locaties waar larven werden gezocht in 2019: Poel nabij de Asbeek (1), Overstroomd weiland nabij de Asbeek (2), Heynsbergen langs de Grote Nete (3), vijvers Natuurpunt langs de Grote Nete (4) en poelen aan de staalmolen langs de Heilooop (5).**



**Figuur 35 Poel nabij de Asbeek in 2019.**



**Figuur 36 Geïndeerd weiland nabij de Asbeek in 2019.**





**Figuur 37 Heynsbergen langs de Grote Nete in 2019.**



**Figuur 38 Vijvers nabij de Grote Nete te Griesbroek in 2019.**





**Figuur 39** Een van de aangetakte poelen langs de vistrap aan de Straalmolen in 2019.

### 3.1.2.1.2 Voedsel en fysicochemische parameters

Om na te gaan hoeveel potentieel voedsel aanwezig is voor kwabaallarven in de verschillende staalnamepunten, werden per poel vijf zooplanktonstalen genomen met een fijnmazig net (30 µm). Volumes van de stalen varieerden per staalnamepunt (zie Tabel 4). De stalen werden in één mengstaal per poel bewaard op formol. Stalen werden later op F-solv bewaard en aanwezige macro-invertebraten werden onder de binoculair gedetermineerd en gekwantificeerd.

Op drie verschillende punten per staalnameplaats werden eveneens enkele parameters gemeten, namelijk de watertemperatuur (°C), zuurstofconcentratie (% en mg/L), conductiviteit (µS/cm), en pH. Te Heynsbergen werd niet op drie, maar op vijf punten gemeten vanwege de grotere omvang van het gebied.

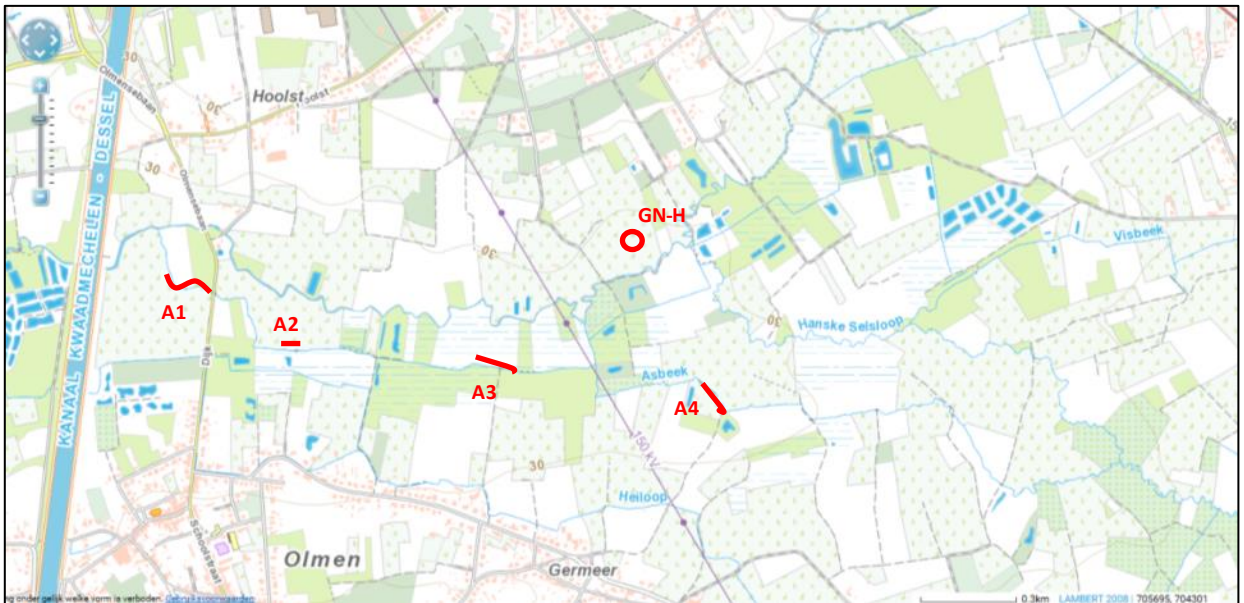
**Tabel 4** Volume van macro-invertebraten stalen per waterloop en locatie.

Nr	Waterloop	Locatie	Staalvolume (L)
1	Asbeek	Poel1	3
2	Asbeek	Poel 2	5
3	Asbeek	Langdurig geïnundeerd weiland naast de Asbeek	2
4	Heiloo	Poelen aan straalmolen	3
5	Grote Nete	Vijvers Natuurpunt	2
6	Grote Nete	Heynsbergen	5

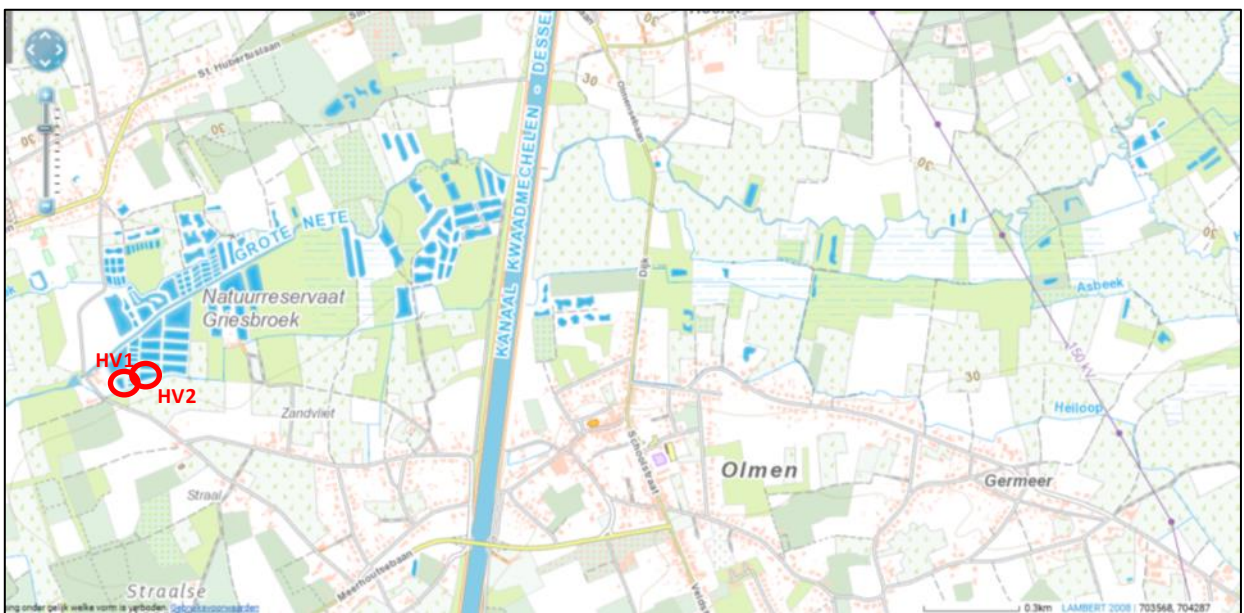








**Figuur 40** Ligging van de in 2019 afgeviste trajecten langs de Asbeek (A1-14) en de poel op weiland te Heysbergen (GN-H).



**Figuur 41** Ligging van de in 2019 afgeviste poelen langs de Heilooop (HV1 en HV2).





**Figuur 42 Ligging van de in 2019 afgeviste trajecten op de Kleine Hoofdgracht en de Grote Nete in de Vennen en de Most: Kleine Hoofdgracht vlakbij poel (KH-M), Kleine Hoofdgracht aan de grote baan (KH-GB), Kleine Hoofdgracht aan Peer Luytendijk (KH-P) en de Grote Nete aan Peer Luytendijk (GN-P).**

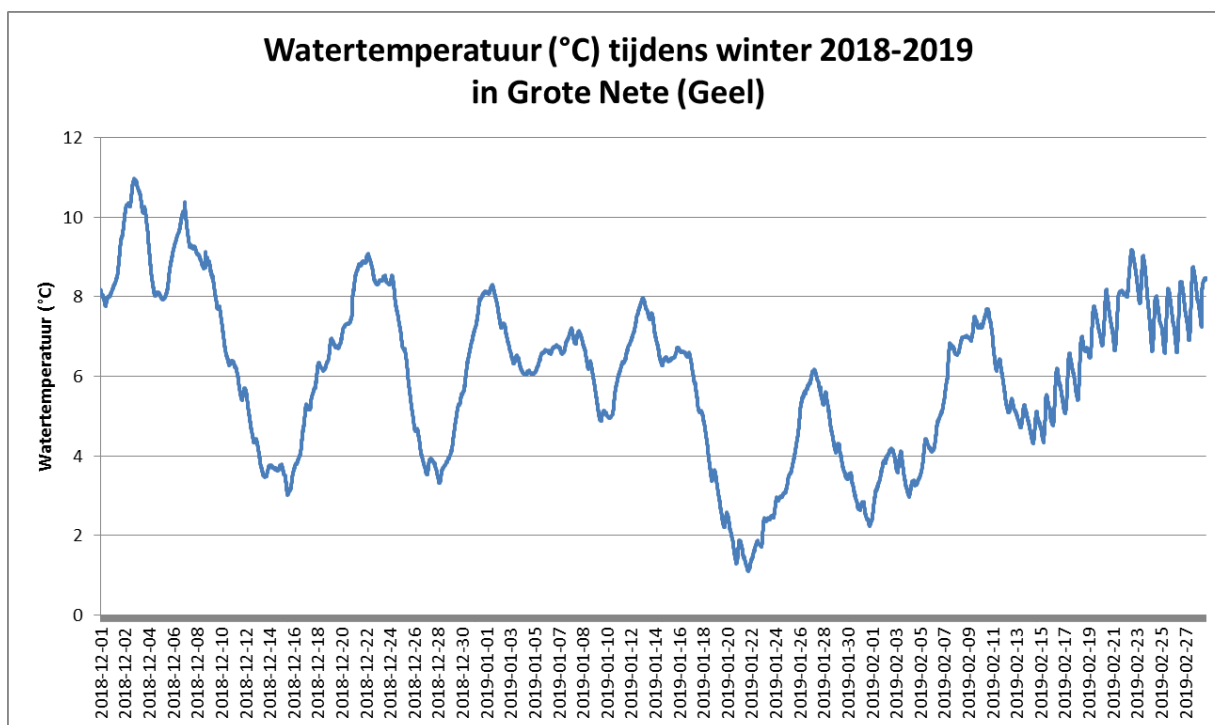


### 3.1.3 Resultaten en bespreking

#### 3.1.3.1 Larven

##### 3.1.3.1.1 Zoektocht naar larven

In het voorjaar van 2019, meerbepaald in de periode maart - april, werden kwabaallarven gezocht door middel van visuele inspectie. Indien geen kwabaallarven werden aangetroffen, werd a.d.h.v. een fijnmazig schepnet (30  $\mu\text{m}$ ) bemonsterd. Enkel in de poelen aan de straalmolen werden kwabaallarven waargenomen d.m.v. visuele inspectie (Tabel 6). De stalen die werden genomen met het net leverden geen kwabaallarven op waar deze niet visueel reeds werden gevonden. De aanwezigheid van kwabaallarven in deze aangetakte poelen wijst op de natuurlijke reproductie van kwabaal in de winter van 2018-2019. Het is niet mogelijk te zeggen waar de paai precies heeft plaatsgevonden. Opvallend was het verschil in grootte bij de aangetroffen larven (Figuur 44, Figuur 45, Figuur 46). Larven hadden een lengte tussen de 6 en 9 mm. Mogelijks zijn de larven niet afkomstig van hetzelfde paai-event, maar heeft er meer dan één keer paai plaatsgevonden in het gebied. Tijdens de winter van 2018-2019 zijn er twee momenten waarbij de watertemperatuur onder de 4°C zakte midden en eind december 2018 (Figuur 38). Ook in de tweede helft van januari en begin februari 2019 bedroeg de watertemperatuur minder dan 4°C. Paai vindt doorgaans plaats rond eind december.



**Figuur 43** Watertemperatuur (°C) in de Grote Nete in Geel van 1 december 2018 tot en met 28 februari 2019 (waterinfo.be).

Voor de andere locaties waar geen larven werden gevonden, is het niet mogelijk te concluderen dat daar geen larven aanwezig zouden zijn. De kans bestaat namelijk dat de larven niet werden gevonden, maar wel aanwezig waren. Het is mogelijk dat de paai- of overlevingsomstandigheden tijdens de winter van 2018-2019 of het voorjaar 2019 niet optimaal waren voor kwabaal. Anderzijds is het ook mogelijk dat de larven reeds



gemetamorfoseerd waren tot juveniel en zij reeds hun benthische levenswijze hadden aangenomen.

Het vinden van kwabaallarven is sterk afhankelijk van zonnig weer, en dus ook het moment van de dag dat er wordt gezocht. Kwabaallarven werden aan de straalmolen niet gevonden op 21 maart, maar wel tijdens de daaropvolgende bemonsteringen. Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het eerdere tijdstip (ochtend i.p.v. namiddag) waarop deze locaties werden bezocht tijdens de twee overige zoektochten en daarmee ook een verschil in stand van de zon.

In 2019 werden geen kwabaallarven aangetroffen in de poel langs de Asbeek. Dit staat in schril contrast met de hoge densiteit die in maart 2017 nog werd aangetroffen in de poel aan de Asbeek. Daar werden toen tijdens de visuele inspectie gemiddeld 11 individuen waargenomen per m<sup>2</sup>. Bij het scheppen naar larven werden zo'n 30 individuen gevangen in een maatbeker met een volume van één L. Het was het vierde jaar op rij dat er kwabaallarven werden aangetroffen in deze poel naast de Asbeek. In 2014 werden er vijf larven gevonden, in 2015 13 kwabaallarven op één m<sup>2</sup>, en in 2016 slechts twee larven (troebele condities). Ook in het weiland wat verderop, naast een gracht die uitkomt in de Asbeek, werden in 2017 kwabaallarven gevangen. Er werd een betere connectie voorzien tussen de gracht en het weiland en dit bleek meteen de winter na de ingreep reeds te lonen. Op de overige locaties werden nog geen kwabaallarven gevonden, maar dit jaar is hier verandering in gebracht.

**Tabel 6 Locaties waar kwabaallarven afkomstig van natuurlijke reproductie in het stroomgebied van de Grote Nete werden gezocht door visuele inspectie.**

Nummer	Waterloop	Locatie	Aantal
1	Asbeek	Poel Asbeek	0
2	Asbeek	Langdurig onderwaterstaande weiland naast de Asbeek	0
3	Grote Nete	Heynsbergen	0
4	Grote Nete	Vijvers Natuurpunt	0
5	Heilooop	Poelen aan de straalmolen	11





**Figuur 44 Kwabaallarve gevonden in een met de waterloop geconnecteerde poel aan de straalmolen in 2019.**



**Figuur 45 Twee kwabaallarven (in rode cirkel) van verschillende grootte gevangen in een met de waterloop geconnecteerde poel aan de sraalmolen in 2019.**



**Figuur 46 Twee kwabaallarven van verschillende grootte gevangen in een met de waterloop geconnecteerde poel aan de sraalmolen in 2019.**

#### 3.1.3.1.2 Voedsel en fysicochemische parameters

Op elke locatie werden fysicochemische parameters opgemeten (Tabel 7). Op alle staalnelocaties zijn het gemiddelde en de standaardafwijking gebaseerd op drie meetpunten, behalve te Heynsbergen waar vijf metingen werden uitgevoerd. De locaties werden niet allemaal op hetzelfde tijdstip bemonsterd. Eerst werden de locaties aan de Asbeek bezocht, gevolgd door Heynsbergen, de straalmolen en als laatste de vijvers van natuurland te Griesbroek. Zoals te verwachten, steeg de watertemperatuur naarmate de dag vorderde.

Opvallend was de zeer lage zuurstofconcentratie in de poel (poel 1) en het weiland aan de Asbeek (2,9% of 0,3 mg/L en 2,3% of 0,2 mg/L respectievelijk). De poel was in sterke mate dichtgeslibd en er was slechts weinig voedsel te zien. De andere locaties vertoonden een meer geschikte zuurstofverzadiging. De conductiviteit en pH bevonden zich binnen de te verwachten waarden.



**Tabel 7 Omgevingsvariabelen per locatie (gemiddelde watertemperatuur in °C, gemiddelde zuurstofconcentratie in % en mg/L, gemiddelde conductiviteit in µS/cm en pH, telkens met bijhorende standaarddeviatie).**

Nr	Waterloop	Locatie	Water-temperatuur (°C)	Zuurstof - concentratie (%)	Zuurstof - concentratie (mg/L)	Conductiviteit (µS/cm)	pH
1	Asbeek	Poel1	9,5 ± 0,5	2,9 ± 2,8	0,3 ± 0,3	433,7 ± 98,2	7,1 ± 0,7
2	Asbeek	Poel 2	11,0 ± 0,5	73,5 ± 30,8	8,1 ± 3,3	230,7 ± 4,5	7,6 ± 0,1
3	Asbeek	Langdurig geïnuundeerd weiland naast de Asbeek	11,7 ± 0,9	2,3 ± 2,1	0,2 ± 0,2	287,7 ± 44,0	6,6 ± 0,5
4	Heilooop	Poelen aan straalmolen	12,2 ± 0,9	95,5 ± 20,9	7,9 ± 6,7	197,9 ± 27,5	7,8 ± 0,5
5	Grote Nete	Vijvers Natuurpunt	13,7 ± 0,1	75,9 ± 64,0	10,4 ± 2,2	255,3 ± 34,0	7,2 ± 0,1
6	Grote Nete	Heynsbergen	10,4 ± 0,8	50,4 ± 41,7	5,6 ± 4,7	244,6 ± 53,7	7,9 ± 1,1



**Tabel 8** Verekend aantal organismen per volume-eenheid (liter) per staalnamepunt.

Nummer	Waterloop	Locatie	Totaal organismen/L
1	Asbeek	Poel 1	244
2	Asbeek	Poel 2	205
3	Asbeek	Langdurig onderwaterstaande weiland naast de Asbeek	142
4	Heiloo	Poelen aan straalmolen	55
5	Grote Nete	Vijvers Natuurpunt	111
6	Grote Nete	Heynsbergen	243

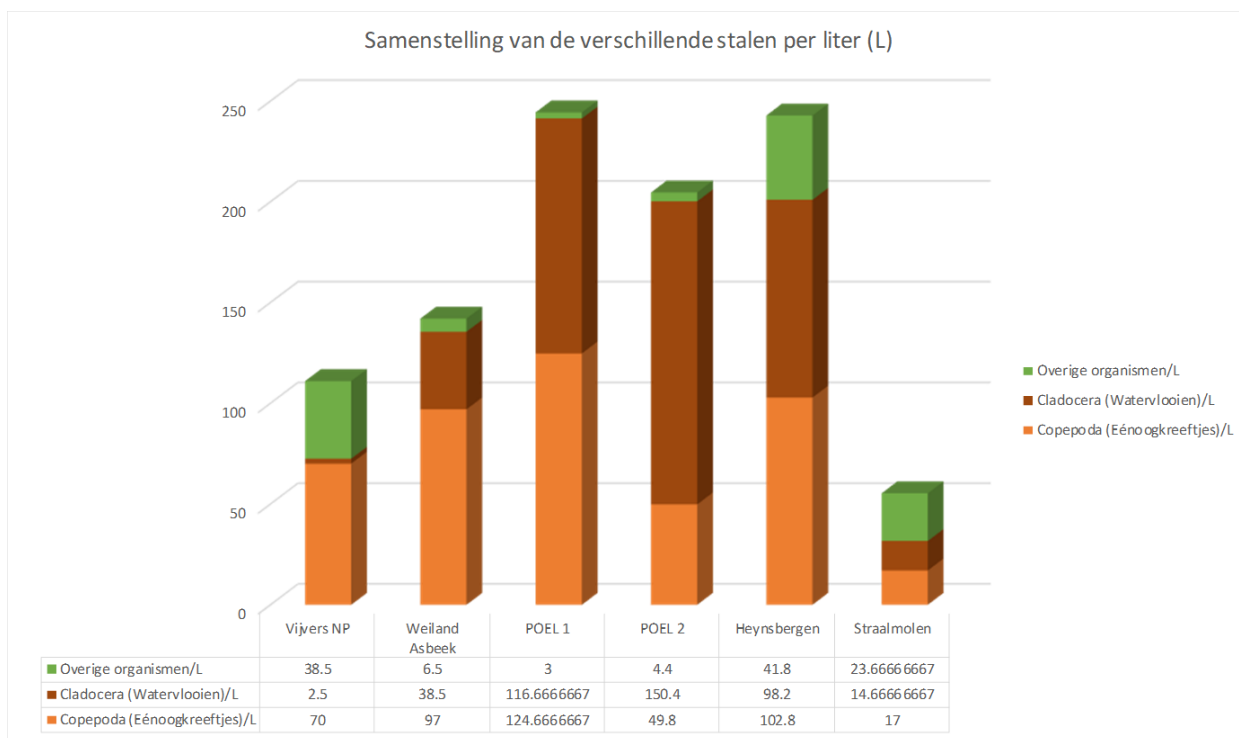
Het merendeel van de aangetroffen organismen kon in drie grote groepen worden opgedeeld (Figuur 47); enerzijds cladoceren of copepoden, anderzijds een groep waarin overige organismen gegroepeerd zijn. Organismen ondergebracht in 'overige organismen' maakten deel uit van volgende groepen: Gastropoda (Slakken), Cnidaria (Neteldieren), Trichoptera (Schietsmotten), Arachnida (Spinachtigen), Nematoda (Rondwormen), Ostracoda (Mosselkreeftjes), Odonata (Libellen), Coleoptera (Kevers), Ephemeroptera (Haften of Eéndagsvliegen), Diptera (Tweevleugeligen) en Oligochaeta (Ringwormen).

De grootste hoeveelheden invertebraten werden teruggevonden in het Poel 1-, Poel 2- en Heynsbergen staal (respectievelijk 244, 205 en 243; Tabel 8). De kleinste hoeveelheid organismen werd geteld in het straalmolen-staal. Er moet echter worden opgemerkt dat dit staal een mengstaal is van twee met de waterloop aangetakte poelen en het nabijgelegen verzamelbekken. In de aangetakte poelen werden kwabaallarven teruggevonden. Het is onzeker of het lage aantal macro-invertebraten toegeschreven kan worden aan deze aanwezigheid, waardoor potentieel voedsel reeds geconsumeerd werd, of door de slechts relatief recente uitgraving en aanleg van de poelen.

Het overzicht van de samenstellingen van de overige gevonden organismen (Figuur 48) toont een opvallend groot aantal teruggevonden oligochaeten in het Natuurpunt vijvers-staal in vergelijking met de andere stalen. Mogelijks kan dit verklaard worden door een laag waterpijl op het moment van de staalname. De bodem kon hierbij makkelijk worden omgewoeld waardoor het bijna onmogelijk was om 'contaminatie' door bodemorganismen te voorkomen.

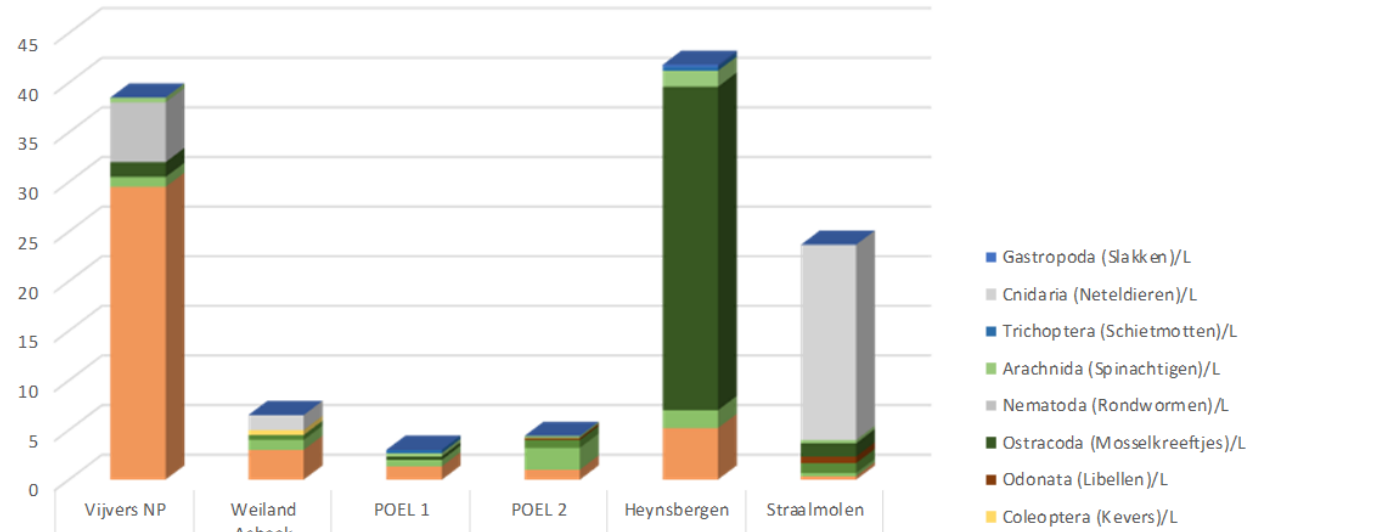






**Figuur 47** Overzicht van de gekwantificeerde invertebraten per staal en per liter.

Overige organismen in de verschillende stalen per liter (L)

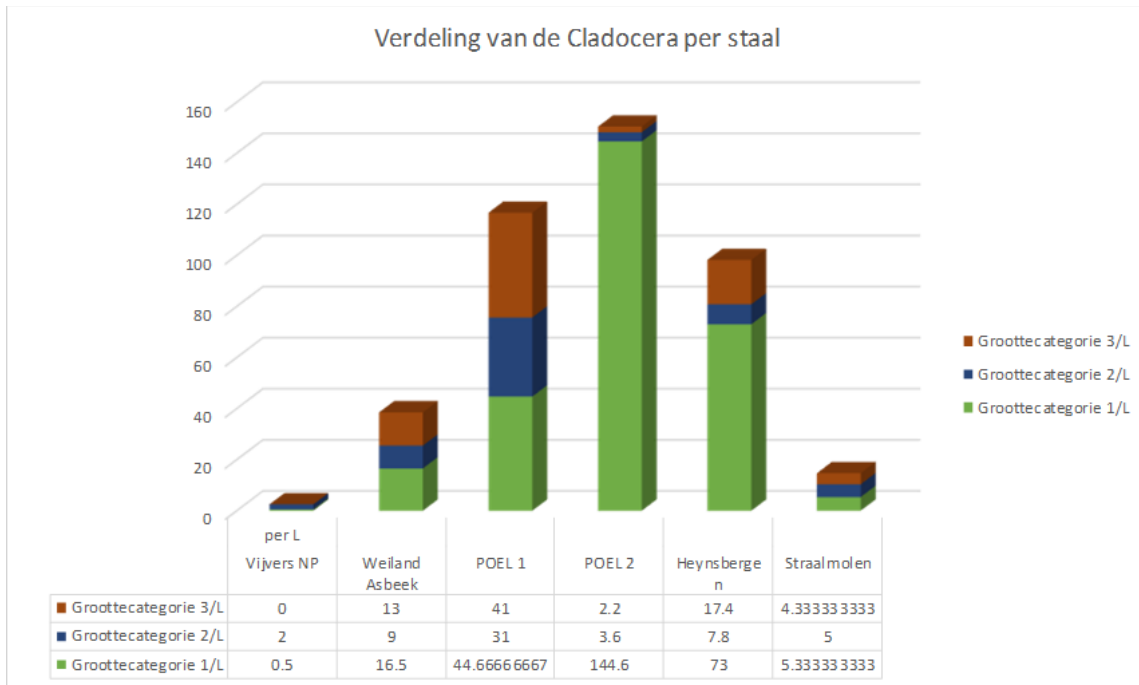


	Vijvers NP	Weiland Asbeek	POEL 1	POEL 2	Heynsbergen	Straalmolen
■ Gastropoda (Slakken)/L	0	0	0	0	0.2	0
■ Cnidaria (Neteldieren)/L	0	1.5	0	0	0	19.66666667
■ Trichoptera (Schiemotten)/L	0	0	0.333333333	0	0.4	0
■ Arachnida (Spinachtigen)/L	0.5	0	0.333333333	0.2	1.6	0.333333333
■ Nematoda (Rondwormen)/L	6	0	0	0	0	0
■ Ostracoda (Mosselkreeftjes)/L	1.5	0	0.333333333	0	32.6	1.333333333
■ Odonata (Libellen)/L	0	0	0	0.2	0	0.666666667
■ Coleoptera (Kevers)/L	0	0.5	0	0	0	0
■ Ephemeroptera (Haften of Eéndagsvliegen)/L	0	0.5	0	0.8	0	1
■ Diptera (Tweevleugeligen)/L	1	1	0.666666667	2.2	1.8	0.333333333
■ Oligochaeta (Ringwormen)/L	29.5	3	1.333333333	1	5.2	0.333333333

**Figuur 48** Overzicht van de overige organismen gevonden in de verschillende stalen met respectievelijk gevonden aantallen

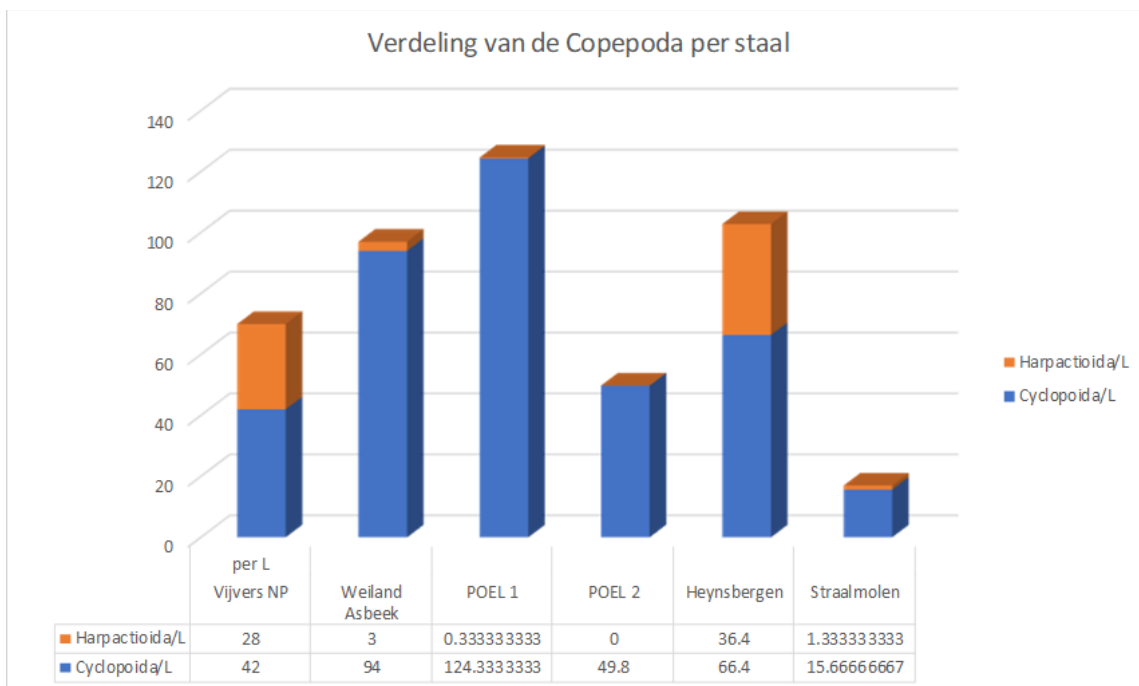
////////////////////////////////////

Individue van de tweede grote groep, de cladoceren of watervlooien, werden bij kwantificatie opgedeeld in drie groottecategorieën; categorie 1 (< 0,25 mm), categorie 2 (0,25 - 0,50 mm) en categorie 3 (> 0,50 mm). Deze werden gedefinieerd bij een vergroting van 2,0 van de binoculair. Het is opmerkelijk dat er in Poel 2 een erg hoge abundantie is van zeer kleine cladoceren uit groottecategorie 1 (Figuur 49).



**Figuur 49** Overzicht van de groottecategorieën bij de Cladocera per staalnamepunt per liter.

Tenslotte werd een derde grote groep teruggevonden, de Copepoda of roeipootkreeftjes. Het gaat om individuen behorende tot de Cyclopoida en Harpactioida (Figuur 50).



**Figuur 50** Overzicht van gevonden Copepoda (roeipootkreeftjes) in de verschillende stalen.



Ryder en Pesendorfer (1992) bekeken de voornaamste voedselbronnen voor kwabaallarven per lengteklasse. De kwabaallarven die werden gevonden aan de straalmolen in 2019 hadden een lengte tussen de 6 en 9 mm. Zij voedden zich op dat moment volgens Ryder en Pesendorfer (1992) voornamelijk met copepoden en cladoceren. In alle stalen van de verschillende locaties waren deze twee groepen het meest talrijk vertegenwoordigd. De laagste hoeveelheid prooidieren werd echter aangetroffen op dezelfde locatie als de kwabaallarven, met name in de poelen aan de straalmolen. Het aantal prooidieren dat nodig is om een bepaald aantal kwabaallarven te kunnen doen opgroeien is echter nog niet beschreven in de literatuur. Het is bijgevolg moeilijk te zeggen in welke mate de hoeveelheid voedsel een limiterende factor is op het aantal kwabaallarven dat er in slaagt om op te groeien. Bovendien is het mogelijk dat het lage aantal prooidieren te wijten is aan de predatie van de kwabaallarven.

**Tabel 9 Voornaamste prooi van kwabaallarven volgens lengteklasse (Ryder en Pesendorfer 1992).**

Lengte kwabaallarven (mm)	Voornaamste voedselbron
3 – 10	Copepoden en cladoceren
11 – 20	Zooplankton en Diptera (tweevleugeligen)
21 – 30	60% zooplankton en 30% amphipoden
31 - 40	85% amphipoden



### 3.1.3.1.3 Zoektocht naar juvenielen

In het stroomgebied van de Grote Nete werden 13 vissoorten gevangen, en twee amfibieën (Tabel 10). Net als in 2016, 2017 en 2018 werden in 2019 geen kwabaaljuvenielen gevangen. Wel werden twee adulte kwabalen waargenomen op twee verschillende staalnamedagen (Tabel 10). Hiervan kon slechts één individu gevangen worden (Figuur 51). Er wordt echter vermoed dat het om twee waarnemingen van hetzelfde individu gaat. De waarnemingen gebeurden namelijk op dezelfde locatie (Peer Luytendijk, Grote Nete) maar op verschillende data. Dit vermoeden wordt gesterkt door de geschatte en daardoor slechts beperkte informatie van het ongevange individu waargenomen op 10/09/2019. De kwabaal die op 18/06/2019 wel gevangen kon worden had een lengte van 23 cm. Adulte kwabaal wordt volgens de literatuur geslachtsrijp bij een lengte van 25 cm (Sandlund et al. 1985). Er kan dus besloten worden dat de kwabaal van 23 cm de geslachtsrijpheid benaderde.

Kleinere vissen kunnen zich beter schuilhouden tussen stenen en hout. Hierdoor zijn ze moeilijker bereikbaar voor vissers en dus ook moeilijker te vangen bij het elektrisch vissen in vergelijking met adulte exemplaren. Bovendien ondervinden zij een geringer potentiaalverschil door hun kortere lengte vergeleken met een adult. Deze factoren zouden er toe kunnen bijgedragen dat er geen kwabaaljuvenielen werden gevangen.

Begin oktober 2019 werd i.h.k.v. een ander project in de Grote Nete gevist m.b.v. fuiken onder de stuw van Maelesbroek (Tabel 11). Daar werden verschillende kwabalen gevangen. Ook stroomafwaarts van de watermolen in Meerhout en stroomafwaarts van de samenvloeiing van de Molse Nete met de Grote Nete werd toen gevist, maar daar werd geen kwabaal aangetroffen. Kort voor deze afvissingen werden kwabaaljuvenielen uitgezet te Maelesbroek. De gevangen individuen zijn hoogstwaarschijnlijk uitgezette kwabalen en niet afkomstig van natuurlijke reproductie.



**Tabel 10 Het aantal aangetroffen kwabaal en bijvangst op de 9 locaties. Aanwezigheid wordt aangegeven met een 'X', '+' of '\*' naargelang de datum. Voor kwabaal worden de waargenomen aantallen weergegeven. De bijvangst werd niet geteld of gemeten. In de kolom uiterst rechts wordt aangegeven op hoeveel van de afgeviste locaties een bepaald taxon werd aangetroffen. De rij onderaan toont het aantal taxa die aanwezig waren per locatie.**

Taxa	Trajecten										Aantal trajecten per taxon
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· X = 17/06/2019</li> <li>· + = 18/06/2019</li> <li>· * = 10/09/2019</li> </ul>										
	A 1	A2	A3	A4	GN-P	GN-H	KH-M	KH2	KH3	HV 1 + HV 2	
Amerikaanse hondvis			X				+		*		3
Baars					*						1
Beekprik					+						1
Bermpje					+en*		+				3
Blankvoorn	X		X				+	+	*		5
Blauwbandgrondel										X	1
Karper									*		1
Kikker										X	1
Kwabaal					2						2
Paling					*						1
Rietvoorn									+		1
Riviergrondel					+en*		+		*		4
Salamander						+					1
Snoek								+	*	X	3
Zonnebaars	X							+		X	3
Aantal taxa per traject	1	0	2	0	9	1	4	3	6	4	





**Figuur 51** Adulte kwabaal gevangen en opgemeten op 18/06/2019.

**Tabel 11** Kwabaal aangetroffen in oktober 2019.

Datum	Locatie	Lengte (cm)	Aantal
02/10/2019	Stuw van Maelesbroek	25	1
03/10/2019	Stuw van Maelesbroek	17	1
08/10/2019	Stuw van Maelesbroek	20	1
09/10/2019	Stuw van Maelesbroek	10 – 15	3
09/10/2019	Stuw van Maelesbroek	15 – 20	4
09/10/2019	Stuw van Maelesbroek	25	1

### 3.1.4 Conclusie

Kwabaallarven werden aangetroffen in de poelen nabij de vistrap aan de straalmolen. Het is bijgevolg mogelijk met zekerheid te zeggen dat er paai heeft plaatsgevonden in de winter van 2018-2019. Op de overige locaties werden geen larven gevonden. Het is mogelijk dat hier geen paai heeft plaatsgevonden, of dat de larven over het hoofd zijn gezien. Net als voorgaande jaren werden geen juveniele kwabalen gevangen. Er werden wel enkele grotere exemplaren aangetroffen.



Uit de zoöplanktonstalen blijkt dat potentieel voedsel voor de kwabaallarven en juvenielen aanwezig is in de onderzochte poelen. Het blijft echter de vraag of de gevonden hoeveelheden voldoende groot zijn. De kennis over de behoeftes van de larven en juvenielen is nog steeds schaars.

### 3.1.5 Aanbevelingen

Er zijn reeds verschillende geschikte locaties bekend, waar reeds voortplanting werd aangetroffen, of waar dit wel kan worden verwacht vanwege het hoge potentieel als paai- of opgroeiplaats. Sommige locaties dienen echter te worden beheerd, zoals de poel aan de Asbeek en het weiland te Heynsbergen. De poel aan de Asbeek waar reeds verschillende opeenvolgende jaren kwabaallarven werden aangetroffen, was bijna volledig dichtgeslibd en bevatte nagenoeg geen zuurstof. De kans dat deze plek geschikt is voor de ontwikkeling van larven is zeer klein. Ook de toegang tot de grachten in het weiland te Heynsbergen dient te worden open gehouden. Idealiter worden de grachten wat verdiept en verbreed en worden de buizen verwijderd. Bovendien is het aan te raden om jaarlijks (eind november) het weiland grondig schoon te maken.

Het aantal locaties dat in het voorjaar kan worden bezocht bij het zoeken naar larven is beperkt. Er moeten voldoende zonnige dagen zijn en er kunnen slechts een klein aantal locaties worden bezocht per dag. Zo worden veel mogelijks interessante locaties gemist. Alternatieve manieren om larven op te sporen moeten worden bekeken opdat de natuurlijke reproductie van kwabaal in het gehele stroomgebied in kaart zou kunnen worden gebracht. Een ruimer beeld van de door kwabaal aangewende paai- en opgroeilocaties in het stroomgebied zal meer inzicht geven in de specifieke habitateisen die ze stellen. Daardoor zullen ook de aanbevelingen nog meer op maat van het stroomgebied kunnen worden opgesteld. Het elektrisch vissen naar juvenielen blijft eveneens een moeilijke opdracht. Ook hier dient te worden gekeken naar alternatieve mogelijkheden om de natuurlijke recrutering van de populatie na te gaan.

## 3.2 ONDERZOEK NAAR HET PAAISUCCES VAN STROOMMINNENDE VISSOORTEN OP RIFFLES

### 3.2.1 Situering

Zoetwaterecosystemen zijn reeds lange tijd sterk onderhevig aan anthropogene invloeden door hun noodzakelijkheid voor de mens en hun relatief kleine oppervlak. De mens heeft op veel plaatsen niet alleen gezorgd voor een achteruitgang van de waterkwaliteit, het rechtekken van waterlopen en het verbreken van connectiviteit (zowel longitudinaal als lateraal) tussen waterlichamen, maar heeft ook vaak de mogelijkheden tot reproductie doen afnemen door het verdwijnen van stenig bodemsubstraat. Stenig substraat is in de meeste Vlaamse laaglandrivieren van nature schaars, en daar waar het wel aanwezig is, is de beschikbaarheid ervan in veel gevallen achteruit gegaan door de constructie van stuwen die de aanvoer van stenen vanuit de bovenlopen verhinderen bij piekdebieten. Daarenboven wordt door deze constructies de gradiënt van de rivier verkleind alsook de stroomsnelheid sterk verminderd in de verstuwde panden, waardoor fijn sediment bovenop eventueel aanwezig stenig substraat accumuleert (Gordon et al. 1992). Bovendien wordt de aanvoer van dit fijn sediment nog versterkt door erosie van omliggende akkers en het rechtekken en kanaliseren van de waterloop (Buysse et al. 2015b). Daarnaast wordt soms ook natuurlijk stenig substraat verwijderd bij het uitdiepen van waterlopen of grindwinning (Freedman et al. 2013).





Verschillende vissoorten, zoals kopvoorn (*Squalius cephalus* L. 1758), serpeling (*Leuciscus leuciscus* L. 1758) en beekforel (*Salmo trutta fario* L. 1758), zijn echter sterk afhankelijk van stenig materiaal in de waterlichamen, en worden daardoor lithofiele of rheofiele vissoorten genoemd. Ze hebben voornamelijk nood aan stenig materiaal onder de vorm van paairiffles om zich te kunnen voortplanten, waarbij ze hun eitjes afzetten bij het paaien tussen de stenen. Daar worden de eitjes voorzien van voldoende zuurstof door de relatief hoge stroomsnelheid (Grabowski en Isley 2007). In veel gevallen is de kwaliteit en het aanbod van deze riffles in veel rivieren of stromen sterk achteruit gegaan, en door het rechtekken en verstuwen van de waterloop is de stroomsnelheid en variatie, en ook zuurstoftoevoer namelijk sterk afgenomen.

Om de rivieren en vissoorten te helpen, wordt de laatste tijd meer en meer aan rivierherstel gedaan (Sondergaard & Jeppesen 2007). Aangezien het substraat van de rivierbedding een belangrijke rol speelt in het ecologisch functioneren van een rivier (Boulton et al. 1998), is het verbeteren van de substraatkwaliteit voor de doelsoorten een cruciaal element voor rivierherstel. Aanpassingen aan bestaande riffles, of de aanleg van nieuwe riffles zijn twee maatregelen die de habitatkwaliteit, en daarmee de status van lithofiele soorten opnieuw kunnen verbeteren.

In het kader van het visserijbeleid werden in 2013 kunstmatige paairiffles in de IJse, de Laan, de Zwalm en de Vleterbeek beoordeeld op hun geschiktheid als paaihabitat voor kopvoorn en serpeling. Eind 2013 werden de riffles in de IJse voorzien van een verse laag grind. De evolutie van deze riffles werd aan de hand van een nulmeting voor de aanleg, en een opmeting na de aanleg in 2014 geëvalueerd. Deze riffles werden in 2015, 2016 en 2017 verder opgevolgd met betrekking tot de evolutie van hun morfologie (diepte, lengte, uitspoeling en/of bedekking van het grind met sediment), en daarmee hun geschiktheid als paaiplaats voor lithofiele vissen.

De paairiffles in de IJse hebben echter de neiging om dicht te slibben en overwoekerd te worden door algen. Beide factoren zijn nefast voor de afzet en ontwikkeling van de eitjes van lithofiele vissoorten (Kerle et al. 2002). De laatste jaren worden riffles in de IJse daarom geharkt. Hierbij wordt het dichtgeslibde substraat jaarlijks losgewoeld om het in optimale conditie te brengen kort voor de paaiplaatsvindt. In 2017 werd gekeken naar het effect van dit harken op een nog nooit eerder onder handen genomen riffle. Er werd tevens een protocol opgesteld om het harken van riffles in Vlaanderen uniform te laten gebeuren.

Daarenboven werd in Vandamme et al 2017 een literatuurstudie uitgevoerd naar een mogelijke methodiek om de paaiactiviteit van de doelsoorten op een bepaalde riffle na te gaan. Het vinden van eitjes en/of larven geeft namelijk informatie over het gebruik ervan door de doelsoorten. Naar de toekomst toe zou dit kunnen worden uitgebreid naar een strategie om overige eventuele knelpunten in de levenscyclus van een populatie van deze doelsoorten te achterhalen. Enkele van de in de literatuurstudie vooropgestelde methoden werden in 2017 dan ook getest op de Grote Nete te Meerhout. Daaruit bleek dat het aanbrengen van paaimatten de meest efficiënte methode is om eitjes van deze doelsoorten te verzamelen.

In 2019 werd vervolgens met behulp van paaimatten het paaisucces van kopvoorn nagegaan op verschillende riffles in de IJse. Er werd daarbij ook gekeken naar de aantrek van de matten als paaisubstraat op zich, door zowel de matten te bekijken, als kicksamples te nemen naast deze matten.

In 2019 werd in functie van dit onderzoek een combinatie van methoden opgezet om het paaisucces van kopvoorn te kunnen achterhalen op verschillende riffles in de IJse. Enerzijds werden paaimatten en kicksamples uitgevoerd om eitjes te verzamelen indien aanwezig, en het resultaat van beide methoden in de IJse te vergelijken. Daarnaast werden er ook matten



uitgelegd en kicksampling uitgevoerd, zowel op riffles (geacht als interessant paaihabitat voor de doelsoorten) en in pools (niet geschikt als paaihabitat voor de doelsoorten) met als doel het verkrijgen van inzicht omtrent gebruik als paaihabitat, alsook het valideren van de paaimatten als methode om eitjes te bekomen. De verzamelde eitjes werden in een volgende stap genetisch geanalyseerd om te kunnen achterhalen van welke soorten deze afkomstig waren.

Aanvullend hierbij werden in parallel waterstalen verzameld over dezelfde bemonsteringsperiode heen, om te onderwerpen aan eDNA-onderzoek. eDNA-metabarcoding is een niet-invasieve methode waarmee de soortendiversiteit en de relatieve abundantie van de aanwezige vissoorten kan worden geschat (Antognazza et al. 2020). In rivieren brengt het stromende karakter een aantal extra aandachtspunten met zich mee die nog verder moeten worden bestudeerd (Deiner et al. 2014, Shaw et al. 2016, Mauvisseau et al. 2018). Zo is het met deze methode niet mogelijk een onderscheid te maken tussen dode of levende organismen, de aanwezige levensstadia en hybride soorten (Thomsen & Willerslev 2015), maar biedt het anderzijds een enorm voordeel om in dit soort onderzoek de aanwezigheid van doelsoorten in kaart te brengen zonder het habitat en de aanwezige soorten te verstoren.

### **3.2.2 Doelstelling**

Om een soort optimaal te kunnen beschermen, is er kennis nodig van diens levenscyclus en habitatvereisten. Er wordt reeds jaren juveniele serpeling en kopvoorn gevangen in Vlaamse waterlopen. Waar de adulten precies paaien is echter niet altijd geweten. Het doel van dit onderzoek is het opsporen van paaisucces onder de vorm van de aanwezigheid van eitjes van de doelsoort op een daarvoor (volgens de literatuur en expertkennis) gunstige riffle. Het aantreffen van eitjes toont namelijk aan dat de vissoort weldegelijk gebruik maakt van de locatie met het stenig substraat. Daarenboven laat dit onderzoek toe de correctheid van de paaimatten als methode om paaisucces op te sporen, te testen.

### **3.2.3 Materiaal en methode**

#### **3.2.3.1 Doelsoort en studieperiode**

Als doelsoort werd, net zoals twee jaar geleden in de Grote Nete, kopvoorn geselecteerd. Deze soort paait in de periode mei-juni, van zodra de watertemperatuur 15 °C overschrijdt.

#### **3.2.3.2 Studiegebied**

Zoals hierboven reeds aangegeven, worden de stenige trajecten in de IJse reeds verschillende jaren opgevolgd. Grindbedden werden aangelegd, waarvan meerdere onderworpen werden aan opeenvolgende evaluatie-opmetingen, en andere jaarlijks worden omgewoeld. Dit alles gebeurt met als doel de paaimogelijkheden voor stroomminnende vissoorten, zoals beekforel, kopvoorn en serpeling, te optimaliseren. Naast deze acties, is ook de waterkwaliteit in de IJse de laatste jaren aanzienlijk verbeterd. Los daarvan hebben de stenen op de riffles echter nog steeds de neiging om begroeid te geraken met algen en waterplanten, en vast te slibben door sedimentatie.

De grindbedden die binnen deze studie werden bezocht, werden geselecteerd op basis van literatuur en expertkennis. Hierbij werd gekeken naar hun geschiktheid als paaihabitat voor de doelsoorten, de aanwezigheid van een duidelijke pool stroomopwaarts van de riffle, en de mogelijkheid om de kabels te bevestigen die nodig zijn om de paaimatten op hun plaats te houden. Dit resulteerde in volgende locaties: 1) stroomopwaarts van de Beekstraat, 2) stroomafwaarts van Bertelsheide, 3) stroomafwaarts van Elsenstraat en 4) stroomafwaarts van de Loonbeekmolen. Hun karakteristieken werden opgemeten en worden hieronder besproken (Figuur 52).





**Figuur 52** In groen aangeduid de riffles waar werd bemonsterd met paaimatten en kicksamplling. In roze omcirkeld de locaties waar enkel d.m.v. kicksamplling eitjes worden gezocht. De gele ster toont aan waar elke keer een eDNA staal werd genomen.

### 3.2.3.3 Proefopstelling

Er werden twee locaties geselecteerd waarbij er zich telkens een uitgesproken pool stroomopwaarts bevond van een potentieel geschikte riffle. Op elke riffle en in elke pool werden zes paaimatten geplaatst. Met het plaatsen van paaimatten op een riffle en een stroomopgelegen pool, willen we onderzoeken of beide habitats een verschil in paaisucces van de doelsoort vertonen. Het is daarbij belangrijk dat de pool stroomopwaarts ligt van de riffle, om te vermijden dat eitjes die worden afgezet op de riffles maar er loskomen, zouden terechtkomen in een pool indien deze stroomafwaarts van deze riffles zou gelegen zijn. Op zowel de riffle als de pool werden ook tien kicksamples genomen.

Daarnaast werden twee locaties gekozen waar enkel d.m.v. een gelijkaardige kicksamplling procedure een riffle werd bemonsterd. Door ook riffles te onderzoeken, kan vergeleken worden of paaimatten als paaisubstraat een grotere preferentie vertonen bij de doelsoort. Dit is mogelijk door kicksamples genomen op riffles waar paaimatten aanwezig zijn te vergelijken met kicksamples waar deze matten niet werden geplaatst.

In parallel aan bovenvermelde staalnames, werden eveneens waterstalen op dezelfde locaties genomen voor eDNA-onderzoek. Dit laat toe de aanwezigheid van de doelsoorten in de rivier na te gaan op het ogenblik dat het onderzoek werd uitgevoerd. Het is namelijk mogelijk dat we geen paai activiteit kunnen waarnemen, maar dat de doelsoort wel effectief aanwezig is, omdat bijvoorbeeld de paicondities niet geschikt zijn.



### 3.2.3.4 Methode

#### 3.2.3.4.1 Bemonstering

De matten werden geplaatst midden mei 2019 op de daarvoor geselecteerde locaties. Vervolgens werden deze twee maal per week gecontroleerd op de aanwezigheid van eitjes (Figuur 53). Op dezelfde dagen werden ook telkens tien kicksamples per riffle of pool genomen (Figuur 54). De laatste bemonstering vond plaats in de tweede week van juni, waarna de constructies opnieuw werden weggehaald. In totaal werd op deze manier het paaisucces gedurende vijf weken opgevolgd.

De aangetroffen eitjes werden per locatie en per methode in tubes bewaard op pure ethanol. Er werden mengstalen genomen van alle kicksamples op een riffle of pool en van alle zes matten per riffle of pool. In totaal werden dus zes kicksamplestalen en vier paimatstalen genomen per bemonsteringsronde. Door de lage aantallen eitjes die konden worden bekomen, werden de eitjes achteraf gemengd per week. In het labo werden de eitjes vermalen en gemixed, waarna het DNA werd geëxtraheerd uit elk van deze mengstalen. Per mengstaal werden dan in een volgende stap metabarcoding uitgevoerd, om te kunnen achterhalen van welke soorten de eitjes afkomstig zijn. Op twee locaties werden eveneens telkens waterstalen in parallel genomen en gefilterd, om m.b.v. eDNA-metabarcoding na te gaan welke vissoorten in het water aanwezig waren op het moment van de bemonstering van de eitjes. Zowel de eitjes als elk van de waterstalen werden geanalyseerd aan de hand van Teleo primers die een kort DNA fragment amplificeren dat gelegen is op het mitochondriaal 12S fragment. Dit zijn generalistische primers die alle vissen in kaart brengen, wanneer deze aanwezig zijn.

Bijkomend werden enkele basiskarakteristieken van elk van de riffles opgemeten bij elke bemonsteringsronde (Figuur 55). Hiervoor werd op tien random gekozen punten op de riffle of in de pool, een metalen ring met diameter 40 cm geplaatst. Binnen deze ring werd de stroomsnelheid (cm/s) en diepte (cm) gemeten. Aansluitend werd ook de korrelgrootte van het dominante en subdominante substraat ingeschat alsook het percentage waarmee deze vertegenwoordigd waren binnen de ring. De partikelgrootte werd onderverdeeld in slib, zand, grind of steen. Bij de laatste twee categorieën werd de lengte van de intermediaire as (in cm) gespecificeerd. Vervolgens werd de ingebedheid van het dominante substraat genoteerd indien dit niet bestond uit zand of slib.





**Figuur 53** Inspectie van de paaimatten.





**Figuur 54** Viseitjes zoeken in de kicksamples.





**Figuur 55 Habitatkarakteristieken opmeten.**

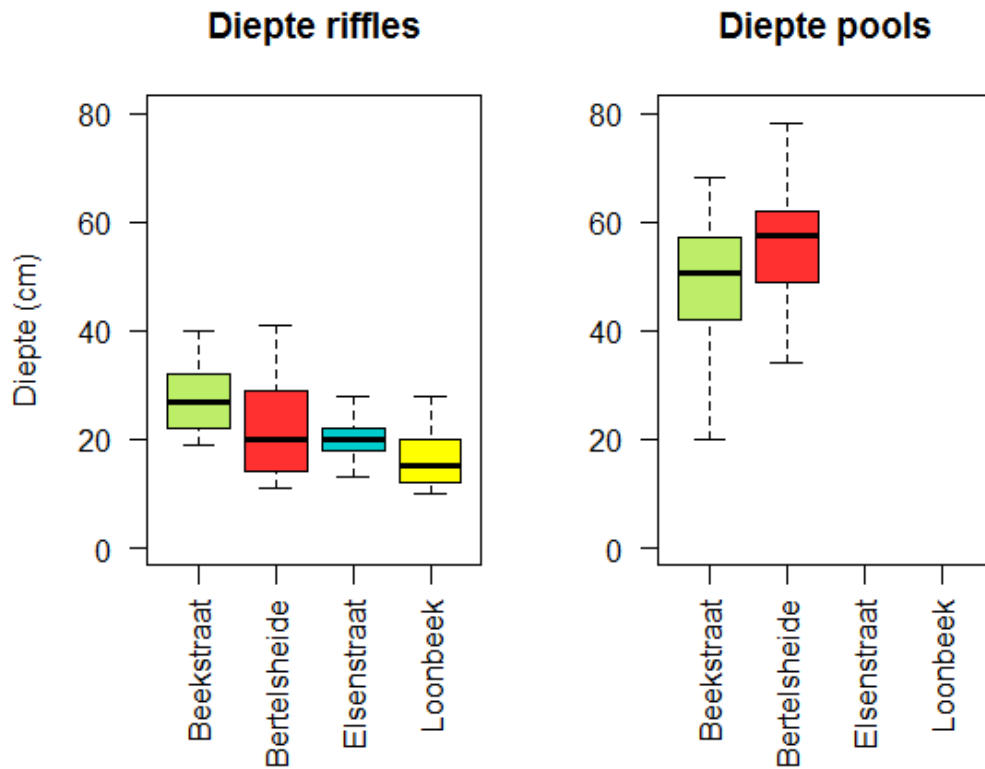
### **3.2.4 Resultaten en bespreking**

#### **3.2.4.1 Karakteristieken geselecteerde riffles en pools**

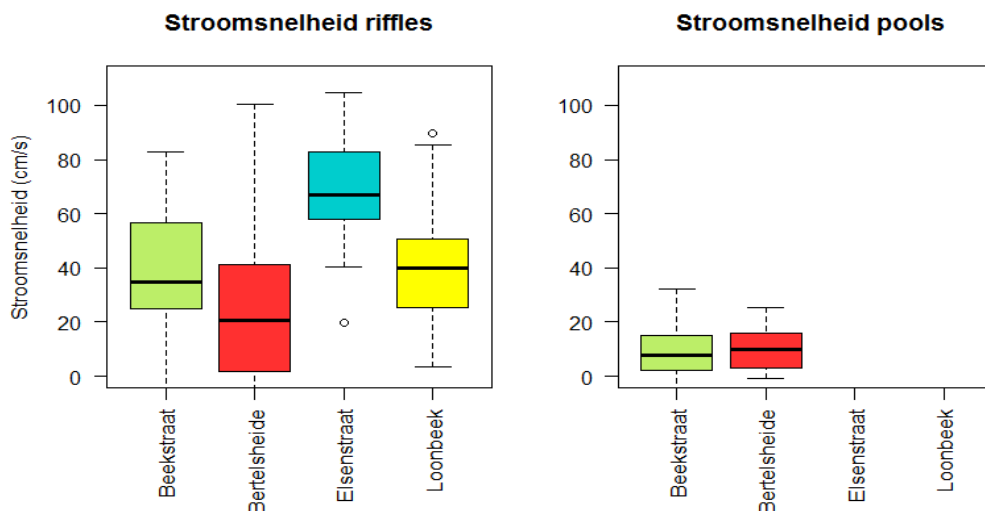
##### **3.2.4.1.1 Waterdiepte en stroomsnelheid**

Twee keer per week werd op elk van de geselecteerde locaties naar eitjes gezocht. Op diezelfde locaties werden ook enkele karakteristieken van de bemonsterde riffles én pools opgemeten. De riffles hadden gemiddeld een diepte van  $21,5 \text{ cm} \pm 7,4 \text{ cm}$  (Figuur 56). De pools waren beduidend dieper met een diepte van gemiddeld  $52,4 \text{ cm} \pm 10,7 \text{ cm}$ . De variatie in diepte was groter in de pools dan op de riffles. De stroomsnelheid op de riffles was gemiddeld hoger dan deze op de pools. Voor de pools bedroeg dit gemiddeld  $10,0 \text{ cm/s} \pm 8,1 \text{ cm/s}$ , terwijl dit voor de riffles gemiddeld  $44,4 \text{ cm/s} \pm 28,8 \text{ cm/s}$  was (Figuur 57). De gemiddelde stroomsnelheid op de riffles varieerde van minimum  $20 \text{ cm/s}$  voor Bertelsheide tot maximaal  $65 \text{ cm/s}$  aan de Elsenstraat. De grote variatie zoals te zien op de boxplot van de stroomsnelheid op de riffle bij de Bertelsheide bijvoorbeeld, is deels te verklaren door de soms terugkerende stroming waardoor er een negatieve waarde werd gemeten. De stroomsnelheid leek hier echter niet hoger dan op de overige locaties (Pers. Obs.). Een andere factor die verantwoordelijk is voor de variatie in de diepte en stroomsnelheid is de waterafvoer (Figuur 65). De riffles voldoen allen aan de volgens de literatuur gekende habitatvereisten van paaihabitat voor kopvoorn (Vandamme et al. 2017).





**Figuur 56** De diepte in cm op de riffles (links) en pools (rechts) gebaseerd op de metingen over de gehele bemonsteringsperiode.



**Figuur 57** De stroomsnelheid (cm/s) op de riffles (links) en pools (rechts) gebaseerd op de metingen over de gehele bemonsteringsperiode.

### 3.2.4.1.2 Korrelgrootte dominant en subdominant substraat

De substraatpartikels werden onderverdeeld in slib, zand, grind en steen (Figuur 66 en Figuur 67 in Bijlage B). Op de riffles werden stenen met een intermediaire as van gemiddeld  $16,1 \text{ cm} \pm 7,7 \text{ cm}$  of meer waargenomen, afgewisseld met kleiner grind. De partikels van het dominante substraat waren het grootst aan Bertelsheide en de Beekstraat, en het kleinst aan de





Elsenstraat en de Loonbeekmolen. Het dominante substraat in de pools bestond voornamelijk uit zand, grote stenen (langs de oevers) en in beperktere mate grind. Het subdominante substraat had een gelijkaardige samenstelling als het dominante substraat.

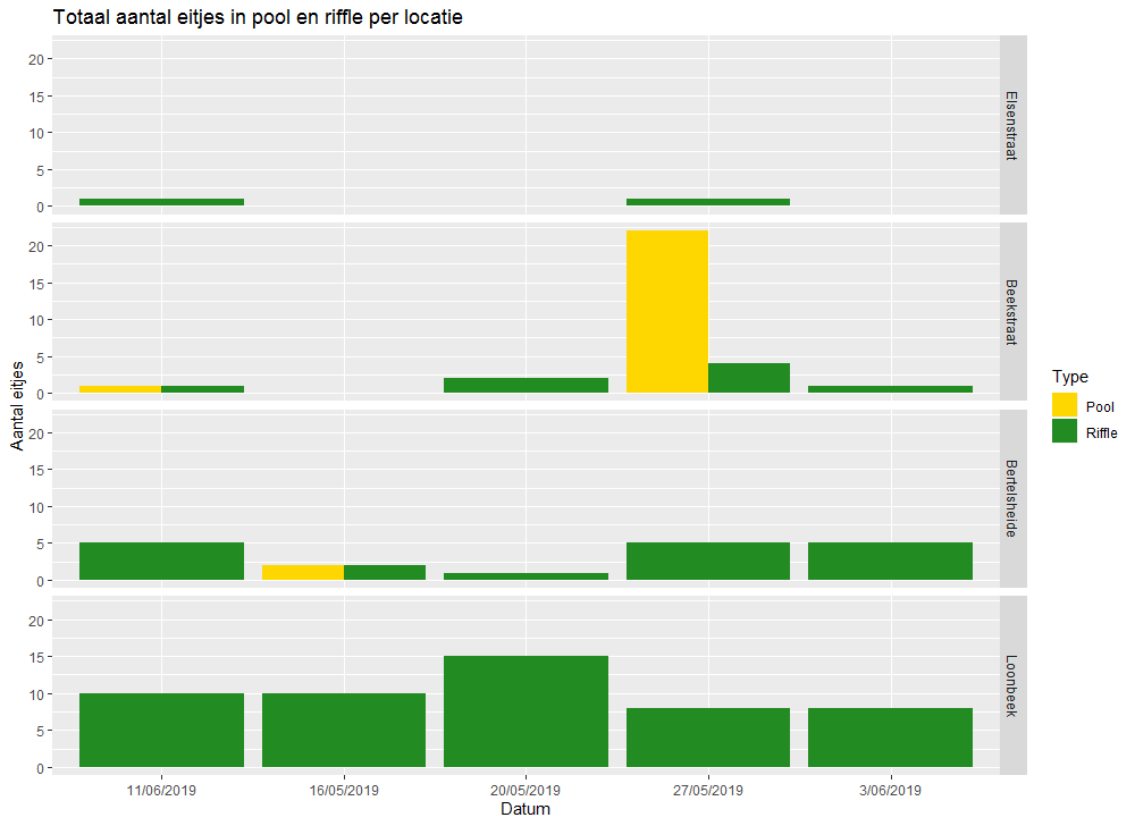
#### 3.2.4.1.3 Ingebedheid

Het dominante substraat op de riffles was sterk tot matig ingebed (Figuur 68 in Bijlage B), terwijl dit in de pools sterk tot volledig ingebed was. Daar waar het dominante substraat bestond uit zand of slib, werd geen ingebedheid bepaald. Op beide types habitat (zowel op de riffles als in de pools) was de ingebedheid aanzienlijk. Dit bleek ook reeds uit jaarlijkse evaluaties uitgevoerd tussen 2013 en 2018 van de riffles t.h.v. de Elsenstraat en de Beekstraat (Vught et al. 2015, Pauwels et al. 2016, Vandamme et al. 2017, Van Wichelen et al. 2018). Door de nutriënten aanwezig in het water, is er veel algengroei op de stenen. Ook groeien er veel waterplanten, dewelke sediment vangen en doen neerslaan op de riffle. De stroomsnelheid is nochtans voldoende hoog om in theorie als geschikt paaihabitat voor kopvoorn te fungeren. Een hogere stroomsnelheid zou het neerslaan van sediment en dus de ingebedheid van het substraat kunnen verminderen. Ook harken kan dit verbeteren. Dit is echter een beheerstrategie waarbij jaarlijks moet worden ingegrepen. Volgens Van Wichelen et al. (2018) slibden de geharkte riffles namelijk opnieuw dicht en waren deze na drie maanden terug naar af. Een meer natuurlijke en duurzame manier zou bijgevolg de voorkeur krijgen.

#### 3.2.4.2 Genetische analyse eitjes

Er werden in totaal 128 eitjes gevonden, verspreid over vijf weken. 95 daarvan werden aangetroffen met behulp van kicksampling. De overige 33 bevonden zich op de paaimatten. In de pools werden in totaal 28 eitjes gevonden (Figuur 58). Op de riffles waren het er 100. In de pool aan de Beekstraat werd op 27 mei op de paaimatten het hoogste aantal eitjes gevonden over heel de bemonsteringscampagne, namelijk 22 stuks. Op twee andere dagen tijdens het begin van de staalnamecampagne werden enkele eitjes gevonden in de pools aan de Beekstraat en Bertelsheide. Over de gehele periode werd het hoogste aantal eitjes gevonden aan de Loonbeekmolen. Op de riffle aan de Elsenstraat werd slechts tweemaal één eitje aangetroffen d.m.v. kicksampling (er werden geen paaimatten geplaatst aan de Elsenstraat en Loonbeekmolen).



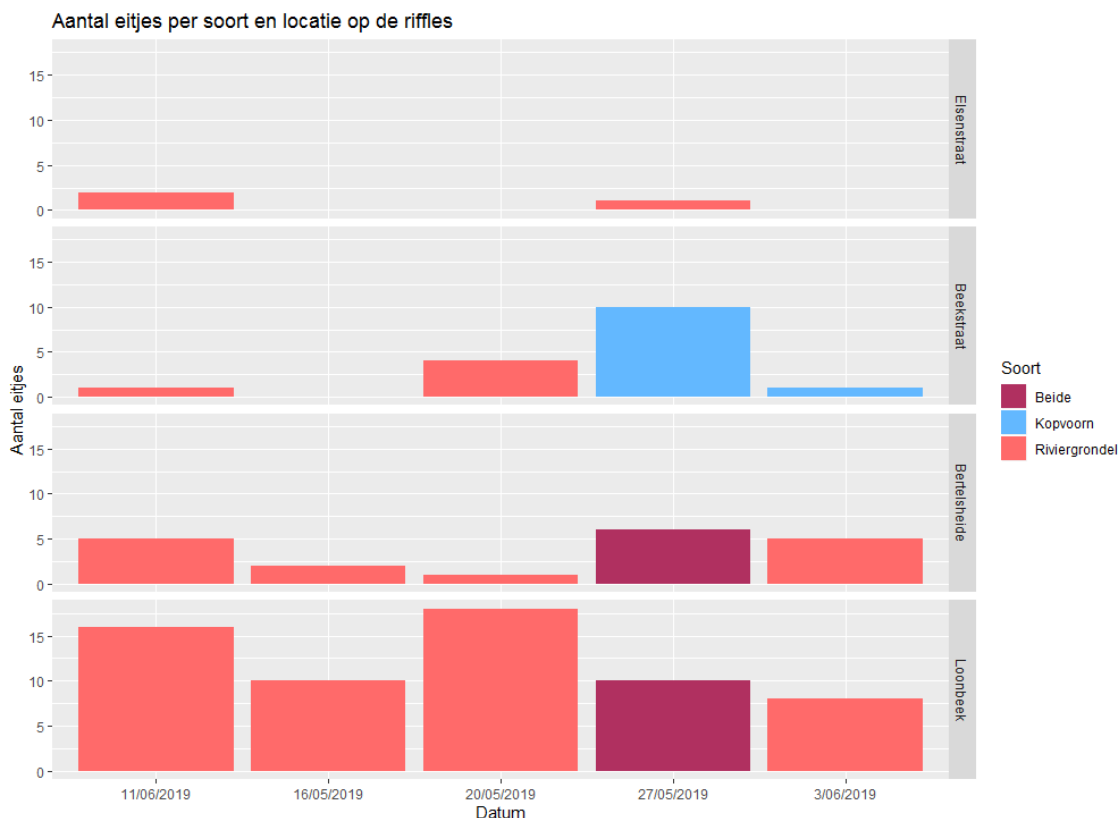


**Figuur 58** Totaal aantal eitjes in de pools (geel) en riffles (groen) per bemonsterde locatie en week.

Genetische identificatie van de eitjes toonde aan dat deze afkomstig waren van slechts twee soorten. Het grootste deel van de stalen (65%) waren eitjes afkomstig van riviergrondel (*Gobio gobio*, Figuur 59). Een aantal stalen (19%) bestond enkel uit eitjes van kopvoorn (*Squalius cephalus*), terwijl in vier stalen de eitjes uit een mengeling van beide soorten bestonden. Het is niet mogelijk om voor deze stalen te bepalen hoeveel eitjes van elke soort aanwezig waren. De metabarcoding leert ons enkel de relatieve DNA-hoeveelheden per staal en niet de absolute, maar geeft bij de mengstalen toch een ruwe inschatting van het aandeel van beide soorten.

Het valt op dat pas in de laatste twee weken van de staalnameperiode eitjes van kopvoorn werden aangetroffen (Figuur 54). Eitjes van kopvoorn werden gevonden zowel ter hoogte van de Beekstraat, Bertelsheide als de Loonbeekmolen. Op de laatste twee locaties werden een mengeling van eitjes van kopvoorn als riviergrondel aangetroffen. Op de riffle t.h.v. de Beekstraat werden geen eitjes van riviergrondel meer gevonden van zodra er kopvoorn eitjes waren afgezet. Er werd die week wel een sterke toename in het aantal riviergrondeleitjes in de nabijgelegen bemonsterde pool waargenomen. Om uitspraken te kunnen doen over concurrentie voor paaiplaatsen zijn er echter te weinig gegevens beschikbaar.



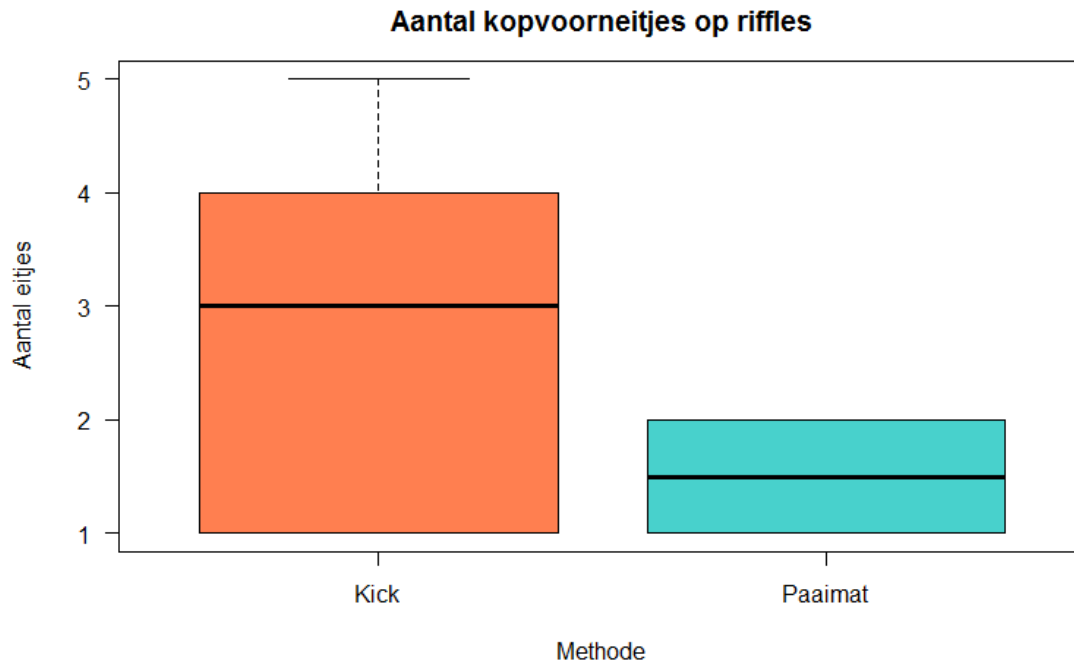


**Figuur 59** Aantal eitjes dat werd aangetroffen op riffles per soort (kopvoorn in blauw, riviergrondel in roze en beide tezamen in paars) voor elke bemonsterde locatie en week.

Er werden geen kopvoorn eitjes aangetroffen in de pools, noch bij het kicksamplen, en eveneens niet bij het inspecteren van de paaimatten. Dit is in overeenstemming met de verwachting dat kopvoorns enkel zouden paaien op de riffles, waar inderdaad kopvoorn eitjes werden aangetroffen en dit zowel met behulp van de paaimatten als met de kicksampling (Figuur 60).

Het niet waarnemen van kopvoorn eitjes in de pools toont aan dat de paaimatten op zich niet worden aanzien als interessant paaihabitat door kopvoorn, maar dat het weldegelijk kan worden gebruikt om het paaien op een riffle aan te tonen. Er werden wat meer eitjes gevonden met behulp van het kicksamplen in vergelijking met de paaimatten. Deze aantallen zijn echter te laag om eenduidig te kunnen afleiden welke methode nu het beste wordt aangewend naar de toekomst toe voor het uitvoeren van dergelijke studies.

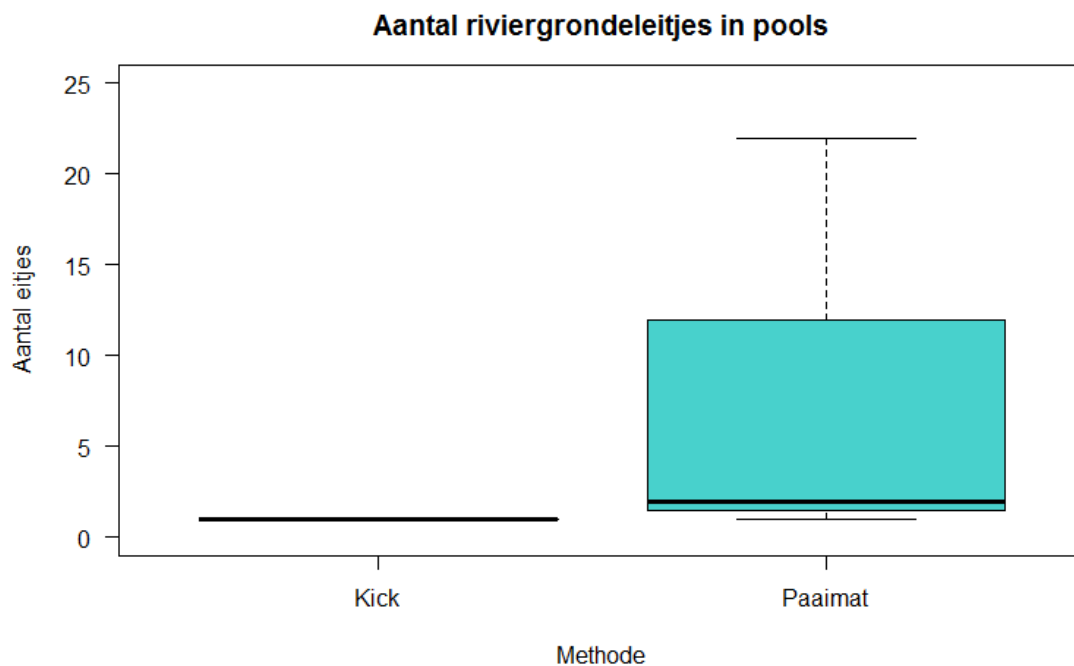




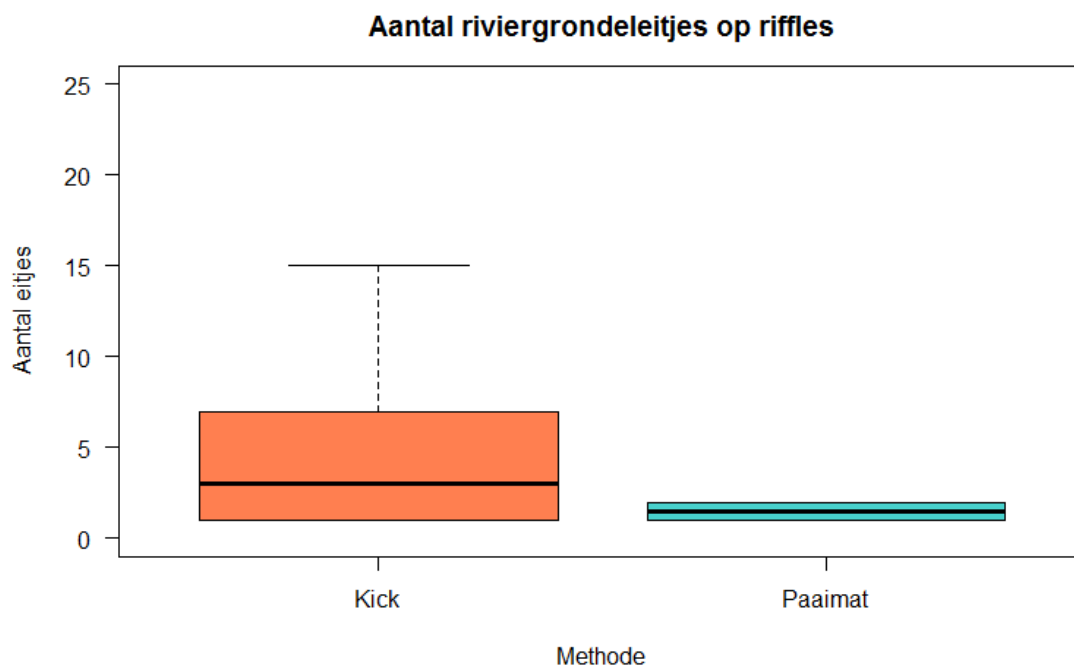
**Figuur 60 Aantal eitjes van kopvoorn op de riffles bekomen met enerzijds kicksampling (links) of paaimatten (rechts).**

Riviergrondeitjes werden gevonden zowel in de pools als op de riffles. Deze werden waargenomen aan de hand van beide methoden. In de pools werden op één na alle eitjes aangetroffen m.b.v. paaimatten (Figuur 61). Op de riffles blijkt uit de beschikbare gegevens dat kicksampling meer eitjes oplevert (Figuur 62). De aantallen gevonden eitjes waren ook hier echter meestal laag. Enkele keren werden hogere aantal eitjes aangetroffen, wat leidt tot een hoge variatie. Een hoger aantal eitjes werd waargenomen in de pools bij het bekijken van de paaimatten, terwijl op de riffles meer eitjes werden gevonden d.m.v. kiksamplingen.





**Figuur 61** Aantal eitjes van riviergrondel in pools bekomen met enerzijds kicksamplng (links) of paaimatten (rechts).



**Figuur 62** Aantal eitjes van riviergrondel op de riffles bekomen met enerzijds kicksamplng (links) of paaimatten (rechts).

### 3.2.4.3 eDNA-analyse van de waterstalen

Zowel aan de Beekstraat als aan Bertelsheide werd voorafgaand aan het zoeken naar eitjes en het opmeten van de riffles telkens een waterstaal genomen dat vervolgens werd onderworpen aan metabarcoding om na te gaan welke vissoorten er in het water aanwezig waren op het moment van bemonstering. Uit deze waterstalen werden eDNA-sporen opgepikt van 24

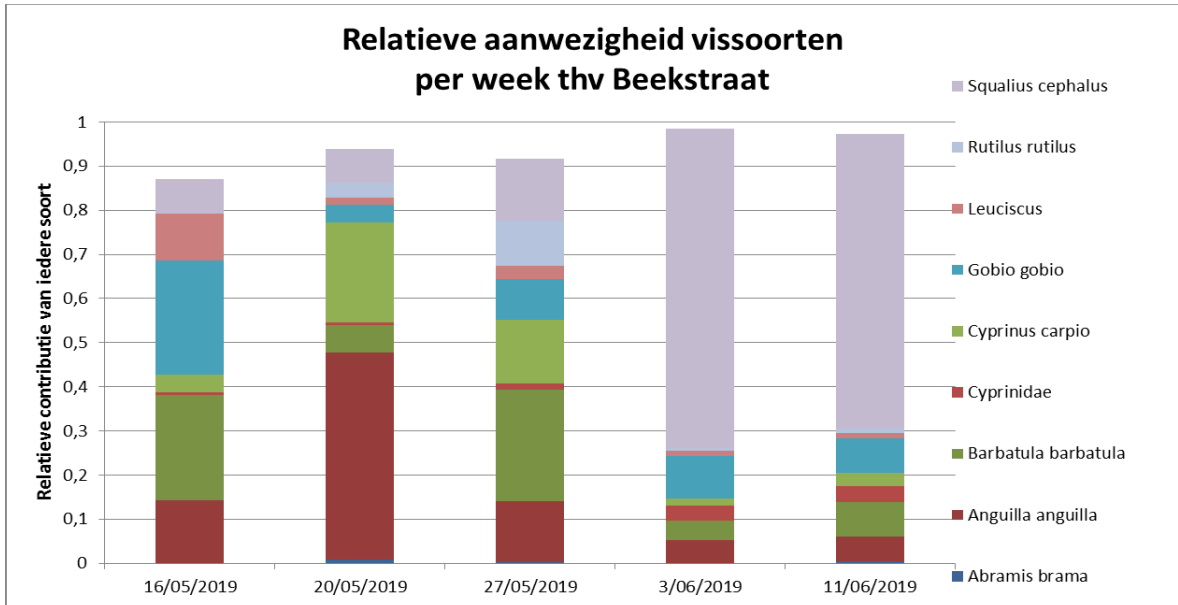
////////////////////////////////////

soorten (Figuur 70 en Figuur 71 in Bijlage B). Van deze soorten kan worden aangenomen dat deze zich ergens in de rivier, al dan niet dicht bij de plaats van bemonstering, ophielden. Echter, om pcr artefacten en signalen van soorten zoals tonijn of zalm - die via de mens in de waterloop terecht zijn gekomen - uit te sluiten, werden enkel de soorten in beschouwing genomen die in minstens één van de stalen aanwezig waren voor meer dan 0,05% van het totaal waargenomen vissequenties. Alle soorten die onder deze grenswaarde vielen, werden niet in rekening gebracht bij de verdere data-analyse. Van de overgebleven 9 soorten kan worden aangenomen dat deze aanwezig waren in het bemonsterde traject.

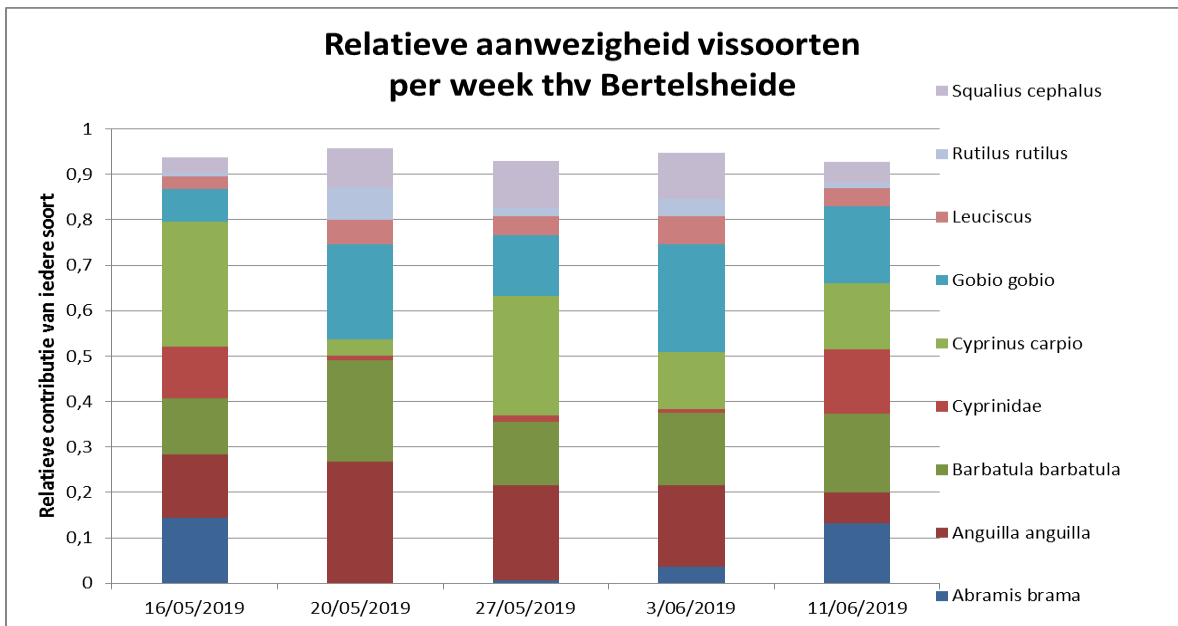
Organismen laten kleine DNA-fragmenten achter onder de vorm van uitwerpselen en huidschilfers. In de bodem blijven deze partikels erg lang intact. In water daarentegen, degraderen deze in enkele dagen of weken (Antognazza et al. 2020; Brys et al. 2020). Dit maakt het een uiterst geschikte methode voor het bepalen van de huidig aanwezige biodiversiteit en soortbehoud (Dejean et al. 2011). Wanneer een soort via eDNA-methoden wordt gedetecteerd, is het m.a.w. erg waarschijnlijk dat deze op dat moment nabij het staalnamepunt aanwezig was. Soorten die weken geleden zich in het segment van de rivier ophielden, maar niet aanwezig waren op het moment van de bemonstering of kort daar voor, worden bijgevolg niet meer opgepikt (Thomsen & Willerslev 2015).

Het stromende karakter van rivieren brengt een extra uitdaging met zich mee. Het DNA wordt namelijk getransporteerd met de stroming. Bij het nemen van een staal wordt bijgevolg informatie bekomen over de soortensamenstelling nabij het staalnamepunt, maar ook van wat er zich stroomopwaarts bevindt (Antognazza et al. 2020). De afstand tot waar de partikels worden gedetecteerd in de analyse, is afhankelijk van de stroomsnelheid die de tijd bepaalt die nodig is om het DNA af te breken en de kans beïnvloed dat het eDNA voordien al neerslaat. In die tijd kan het DNA een afstand van enkele honderden meters tot een tiental kilometers hebben afgelegd (Thomsen & Willerslev 2015). Dit proces waarbij DNA degradeert is afhankelijk van diverse biotische en abiotische factoren, en is op heden nog onvoldoende bestudeerd (Antognazza et al. 2020).

Op beide locaties werd relatief veel biermpje (*Barbatula barbatula*), Europese paling (*Anguilla anguilla*), Europese karpers (*Cyprinus carpio*) en riviergrondel aangetroffen. Ter hoogte van de Beekstraat werd rond 20 mei 2019 relatief meer paling aangetroffen in vergelijking met de overige soorten. In de tweede helft van de studieperiode blijkt er beduidend meer kopvoorn in de rivier aanwezig te zijn geweest (Figuur 63). Ook ter hoogte van Bertelsheide was kopvoorn aanwezig, hetzij in mindere mate relatief ten opzichte van de andere soorten (Figuur 64). Het temporele gedrag van vissen kan eveneens een invloed hebben op de detectie ervan (Antognazza et al. 2020). Zo kan worden verwacht dat verhoogde zwemactiviteit of het tegen de stenen schuren tijdens het paaien, alsook de afzet van van sperma en eicellen, kan bijdragen tot een relatief hogere hoeveelheid DNA-partikels in de waterkolom. Verhoogde relatieve aanwezigheid van een soort kan dus wijzen op een hoger aantal individuen, maar kan eveneens te wijten zijn aan een hogere activiteit bvb door paaitrek of paaiactiviteit.

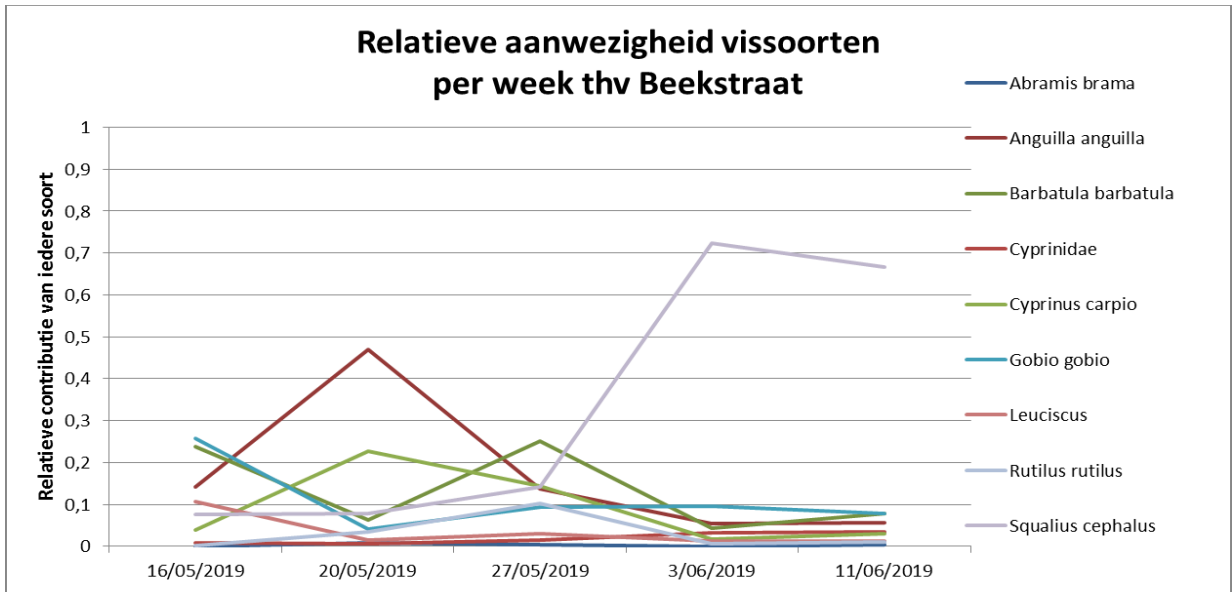


**Figuur 65** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten (>0,05%) aangetroffen t.h.v. de Beekstraat met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.

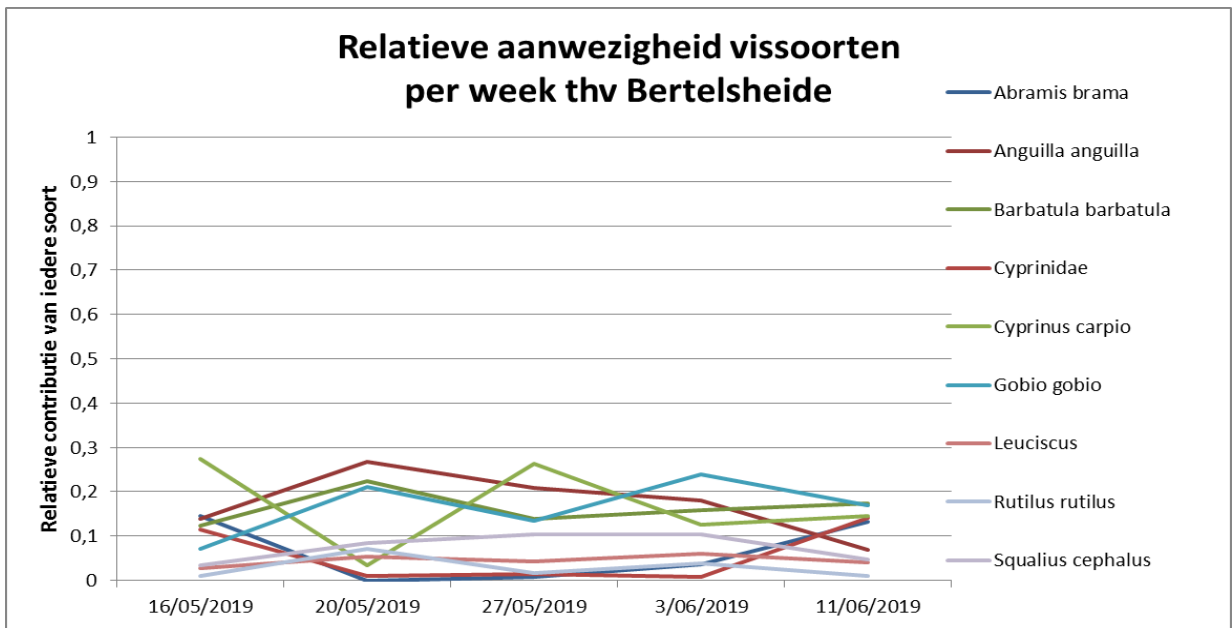


**Figuur 66** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten (>0,05%) aangetroffen t.h.v. de Bertelsheide met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.





**Figuur 63** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten (>0,05%) aangetroffen t.h.v. de Beekstraat met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.



**Figuur 64** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten (>0,05%) aangetroffen t.h.v. de Bertelsheide met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.

Tussen 27 mei en 5 juni nam de hoeveelheid DNA partikels van kopvoorn in de waterstalen t.h.v. de Beekstraat sterk toe. De gemiddelde watertemperatuur schommelde toen reeds enkele dagen rond de 15°C en er waren maxima waar te nemen van om en bij de 17°C (Figuur 69 in Bijlage B). Uit de literatuur blijkt dat kopvoorn in de periode mei-juni paait bij watertemperaturen vanaf ±16°C (Coeck et al. 2000, Colazzo et al 1997, Dillen et al. 2005b). Volgens Phillipart (1976) reproduceert kopvoorn bij een watertemperatuur tussen 15 en 18°C.

Deze studie toont dus aan dat de paai-activiteit en het afzetten van eitjes door kopvoorn sterk gelinkt blijkt, zowel op de riffles t.h.v. de Beekstraat, als op deze aan Bertelsheide en de Loonbeekmolen. De eDNA analyse bevestigt een verhoogde relatieve aanwezigheid van kopvoorn rond het moment dat de eerste kopvoorneitjes worden gevonden. Dat

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



kopvoornitjes enkel op riffles werden aangetroffen, bevestigt ook de nood aan snelstromende ondiepe grindbedden voor de reproductie van deze vissoort. Het is op basis van deze resultaten niet mogelijk om uitspraken te doen omtrent de overleving van deze eitjes, noch op de grindbedden noch meer stroomafwaarts van de pailocaties. Het zou interessant zijn om een inzicht te krijgen in de overleving van de eitjes, alsook de mate waarin de sterke ingebedheid van het substraat op de riffles een invloed heeft op de retentie en ontwikkeling van de kopvoornitjes.

### 3.2.5 Besluit

Op alle bemonsterde riffles in de IJse werden eitjes gevonden. Er kan dus gesteld worden dat alle riffles worden aangewend om te paaien. De aantallen eitjes die werden aangetroffen per bemonstering waren echter laag. Genetische identificatie van de eitjes toonde aan dat deze afkomstig zijn van riviergrondel en kopvoorn. Zowel op de riffles aan de Beekstraat, Bertelsheide en de Loonbeekmolen werden eitjes van kopvoorn gevonden. Op de laatste twee locaties was dit een mengeling met eitjes van riviergrondel. De relatieve aanwezigheid van kopvoorn steeg sterk t.h.v. de Beekstraat wanneer de watertemperatuur voldoende hoog was om de reproductie bij deze soort op gang te trekken (15 – 18°C). De toename in eDNA van kopvoorn loopt t.h.v. de Beekstraat mooi gelijk met de vondst van kopvoornitjes. Te Bertelsheide was de relatieve aanwezigheid van kopvoorn beperkter. Op de riffles te Bertelsheide en Loonbeekmolen werden minder eitjes gevonden van kopvoorn en dit tezamen met eitjes van riviergrondel.

Deze studie toont paai-activiteit en het afzetten van eitjes door kopvoorn op de riffles t.h.v. de Beekstraat, Bertelsheide en de Loonbeekmolen. Het bevestigt ook de nood aan snelstromende ondiepe grindbedden voor de reproductie van deze vissoort aangezien er geen kopvoornitjes werden gevonden in de pools.

### 3.2.6 Aanbevelingen

Het blijft van belang om in de IJse te werken aan minder algengroei op en ingebedheid van het substraat op de riffles. Harken is hierbij een mogelijkheid, maar het effect hiervan is slechts drie maanden voelbaar zoals bleek uit Van Wichelen et al. 2018. Uit de eDNA resultaten en de vondst van kopvoornitjes op de riffles blijkt dat kopvoorn wel paait op de riffles t.h.v. de Beekstraat, Bertelsheide en de Loonbeekmolen. Het is op basis van deze resultaten echter niet mogelijk om uitspraken te doen omtrent de overleving van deze eitjes. Zowel op de grindbedden als meer stroomafwaarts van de pailocaties kunnen zich nog mogelijke problemen voordoen die de ontwikkeling en overleving van de eitjes en/of larven in de weg staan. Het zou interessant zijn om een inzicht te krijgen in de mate waarin de sterke ingebedheid van het substraat op de riffles een invloed heeft op de retentie en ontwikkeling van de kopvoornitjes.

Daarnaast zou het ook goed zijn om dergelijke studie te herhalen voor andere stroominnende vissoorten zoals serpeling of beekforel.



















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 visserij-beleid en het visstandbeheer-Onderzoeksprogramma visserij 2014: Eindrapport. INBO.R.2015.11373725. Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek. 208p.

Walsh C.T. & Pease B.C. (2002). The use of clove oil as an anaesthetic for the longfinned eel, *Anguilla reinhardtii* (Steindachner). *Aquaculture Research* 33: 627-635.

Watz J., Nilsson P. A., Degerman E., Tamario C. & Calles O. (2019). Climbing the ladder: an evaluation of three differentanguillid eel climbing substrata and placement of upstream passage solutions at migration barriers. *Animal Conservation*, doi.org/10.1111/acv.12485.



## Bijlage

### Bijlage A

#### Duiding bij Figuur 48.

##### Gevonden Gastropoda (Slakken)

Enkel het Heynsbergenstaal bevatte een gastropode. Deze werd gedetermineerd als Physella.

##### Gevonden Cnidaria (Neteldieren)

Zowel het Weiland Asbeek- en het Straalmolen-staal bevatten neteldiertjes, ondergebracht in het geslacht Hydra. De grote hoeveelheid Cnidaria aanwezig in het Straalmolen-staal is echter een mogelijke overschatting. Elk poliepje werd namelijk geteld zonder rekening te houden met de mogelijkheid dat verschillende poliepjes afkomstig konden zijn van eenzelfde 'moederorganisme'.

##### Gevonden Trichoptera (Schietsmotten)

Schietsmotten uit de familie Limnephilidae werden teruggevonden in de stalen van Poel 1 en Heynsbergen.

##### Gevonden Arachnida (Spinachtigen)

Araneae (Echte spinnen) en Hydracarina (Watermijten) werden beiden teruggevonden in het Heynsbergen-staal. Een enkele watermijt werd teruggevonden in de Poel 1-, Poel2- en Straalmolen-stalen. Het Natuurpunt vijver-staal bevatte 1 spin.

##### Gevonden Nematoda (Rondwormen)

Enkel in het Natuurpunt vijvers-staal werden nematoden teruggevonden. Deze konden niet verder gedetermineerd worden.

##### Gevonden Ostracoda (Mosselkreeftjes)

Met uitzondering van de Weiland Asbeek- en Poel 2-stalen, werden in elk staal Ostracoda teruggevonden.

##### Gevonden Odonata (Libellen)

Er werden enkel libellearven gevonden in de Poel 2- en Straalmolen-stalen. Deze behoorden tot de Aeshnidae.

##### Gevonden Coleoptera (Kevers)

Slechts één staal, het Weiland Asbeek-staal, bevatte één Dytiscidae-keverlarve.

##### Gevonden Ephemeroptera (Haften of Eéndagsvliegen)

Larven van eéndagsvliegen werden teruggevonden in de stalen van Weiland Asbeek, Poel 2 en Straalmolen.

##### Gevonden Diptera (Tweevleugeligen)

Zowel Chironomidae, Ceratopogonidae als Culicidae werden teruggevonden in de stalen.

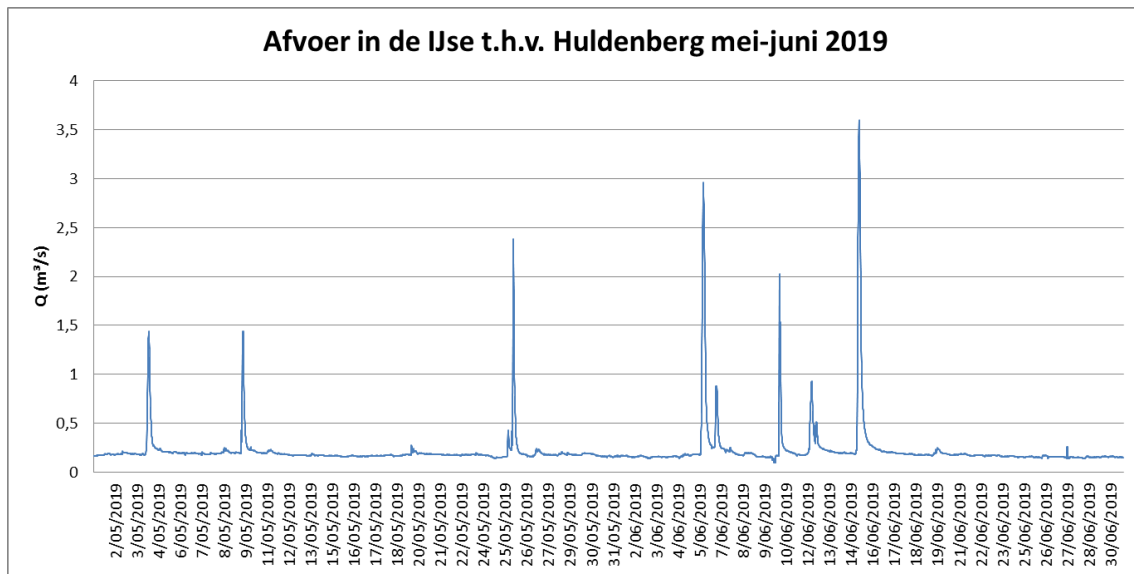
////////////////////////////////////

## Gevonden Oligochaeta (Ringwormen)

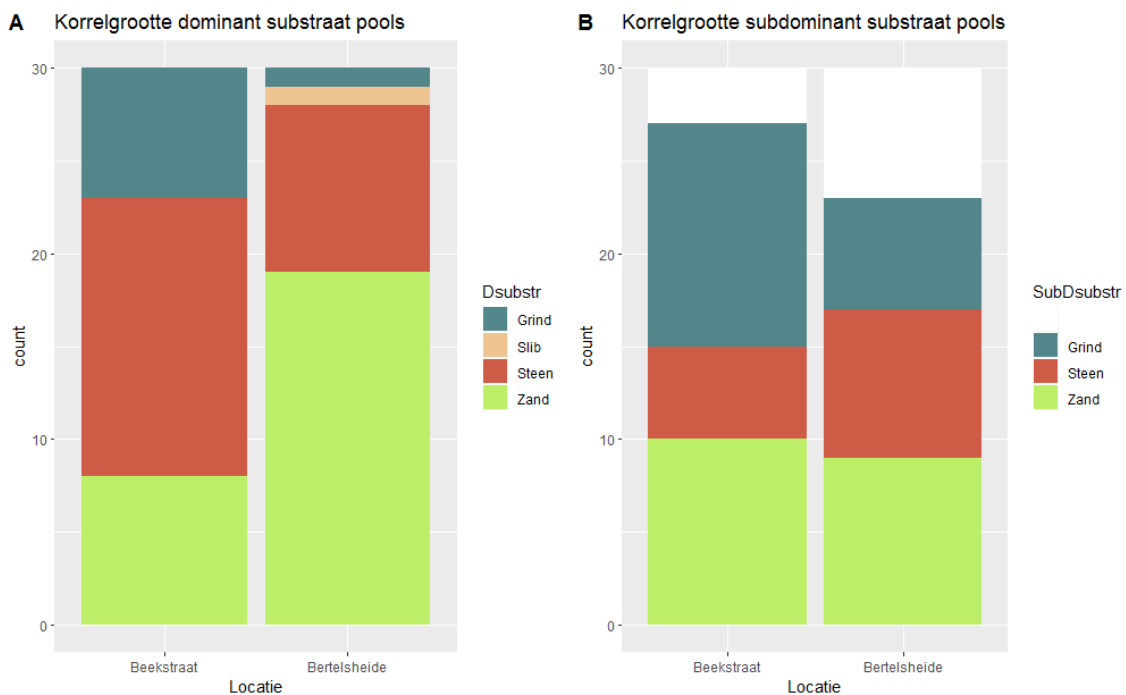
In alle stalen werden oligochaeten teruggevonden. Deze werden gedetermineerd als leden van de Naididae, Enchytraeidae en Tubificidae.



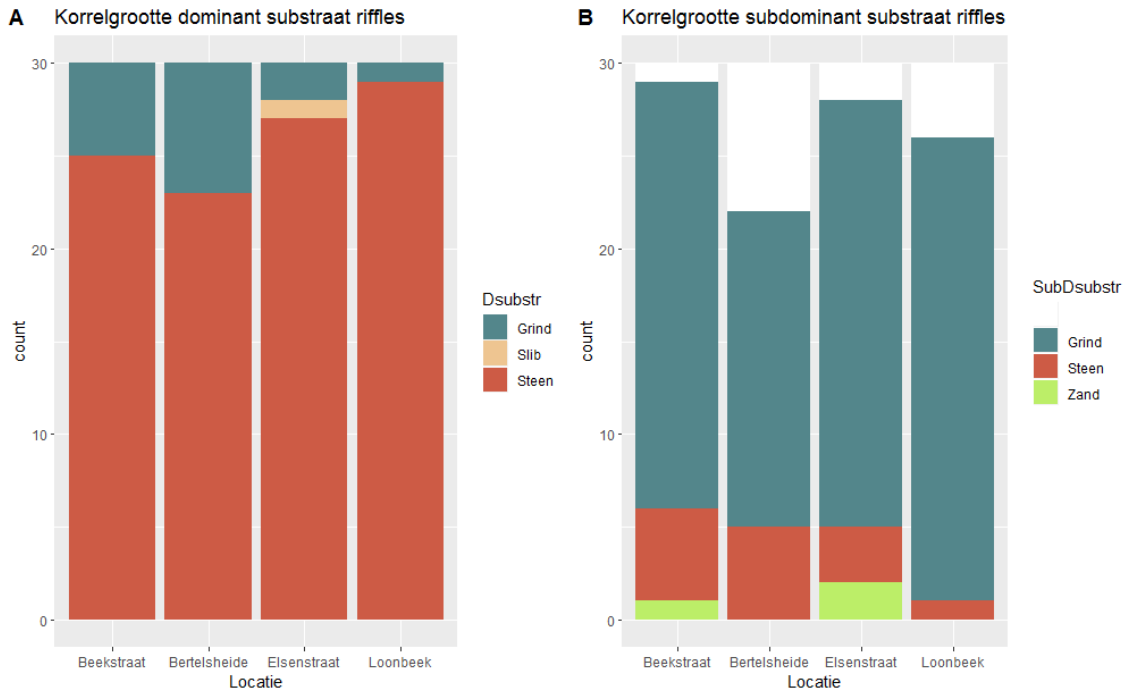
## Bijlage B



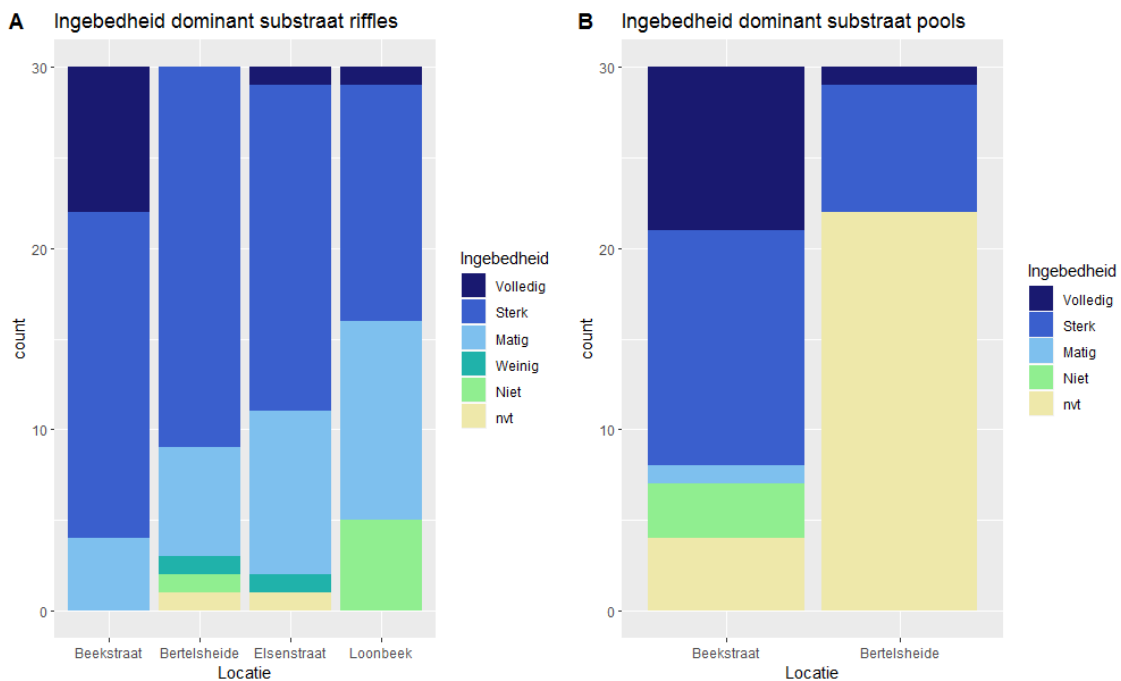
Figuur 67 Overzicht van de afvoer ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) in de IJse t.h.v. Huldenberg gedurende de studieperiode.



Figuur 68 De korrelgrootte van het dominante (links) en subdominante (rechts) substraat in de pools onderverdeeld in enkele klassen (grind in blauw, slib in oranje, steen in rood en zand in groen).

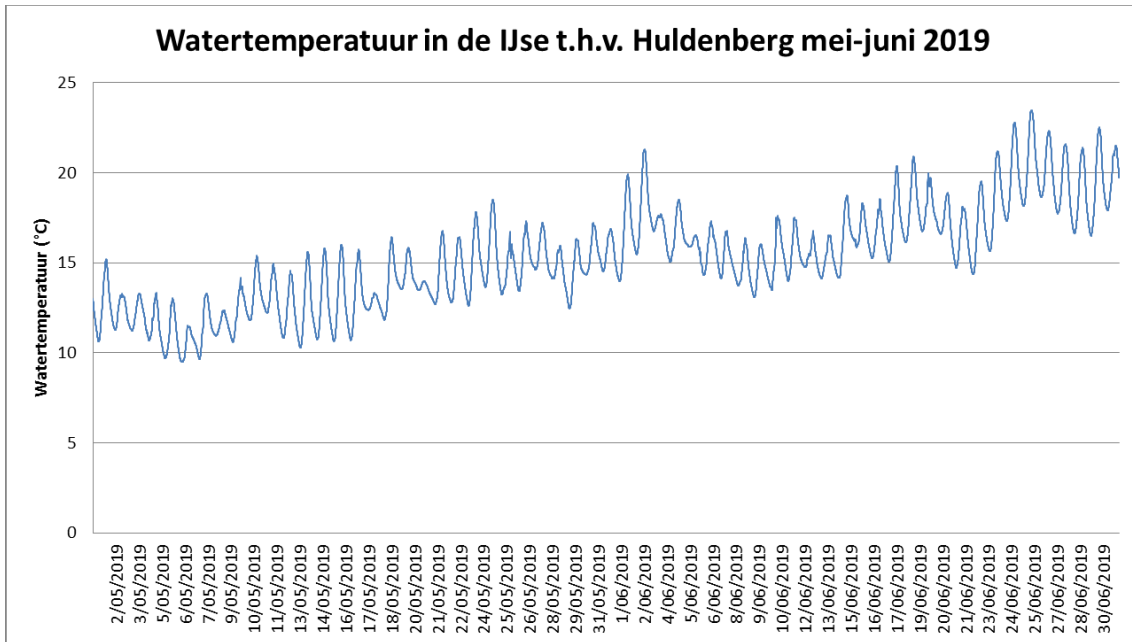


**Figuur 69** De korrelgrootte van het dominante (links) en subdominante (rechts) substraat op de riffles onderverdeeld in enkele klassen (grind in blauw, slib in oranje, steen in rood en zand in groen).

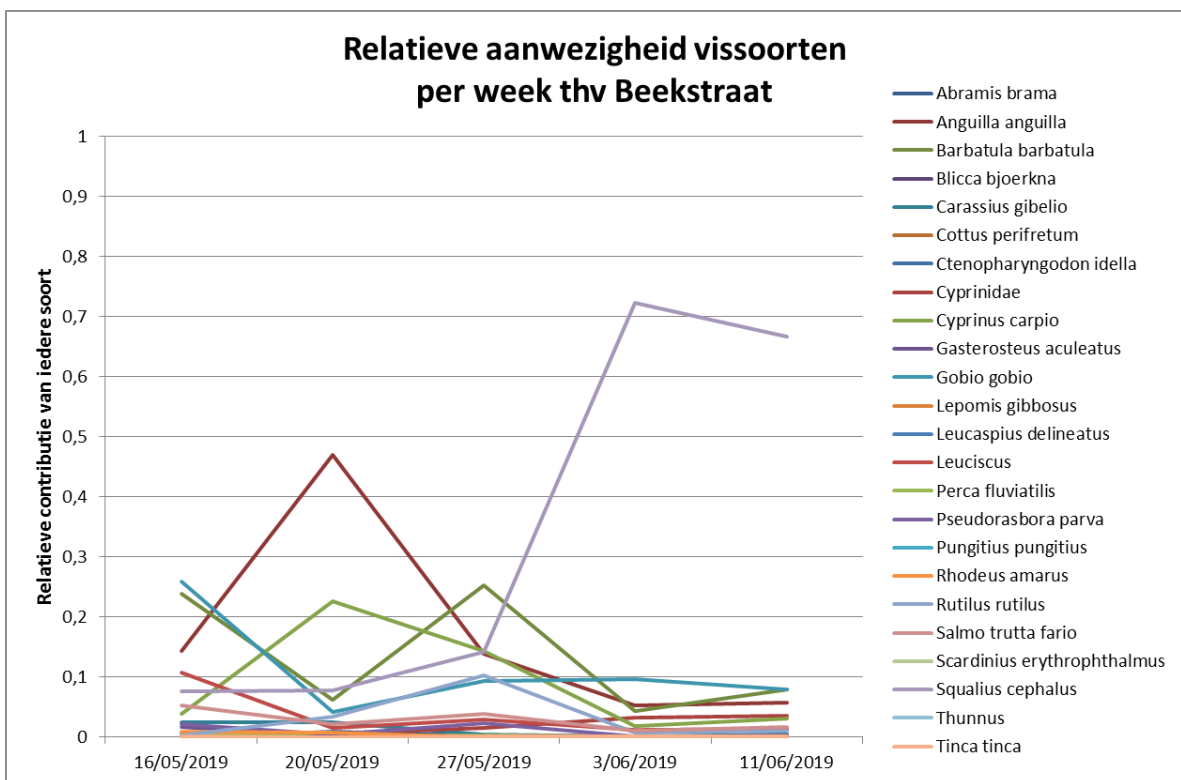


**Figuur 70** De ingebedheid van het dominante substraat op de riffles (links) en pools (rechts) die overgaat van volledig ingebed (donkerblauw) bovenaan naar niet ingebed (groen) onderaan. In geel is het aantal opgemeten cirkels weergegeven waarvoor geen ingebedheid kon worden bepaald (dominante substraat was daar slib of zand).



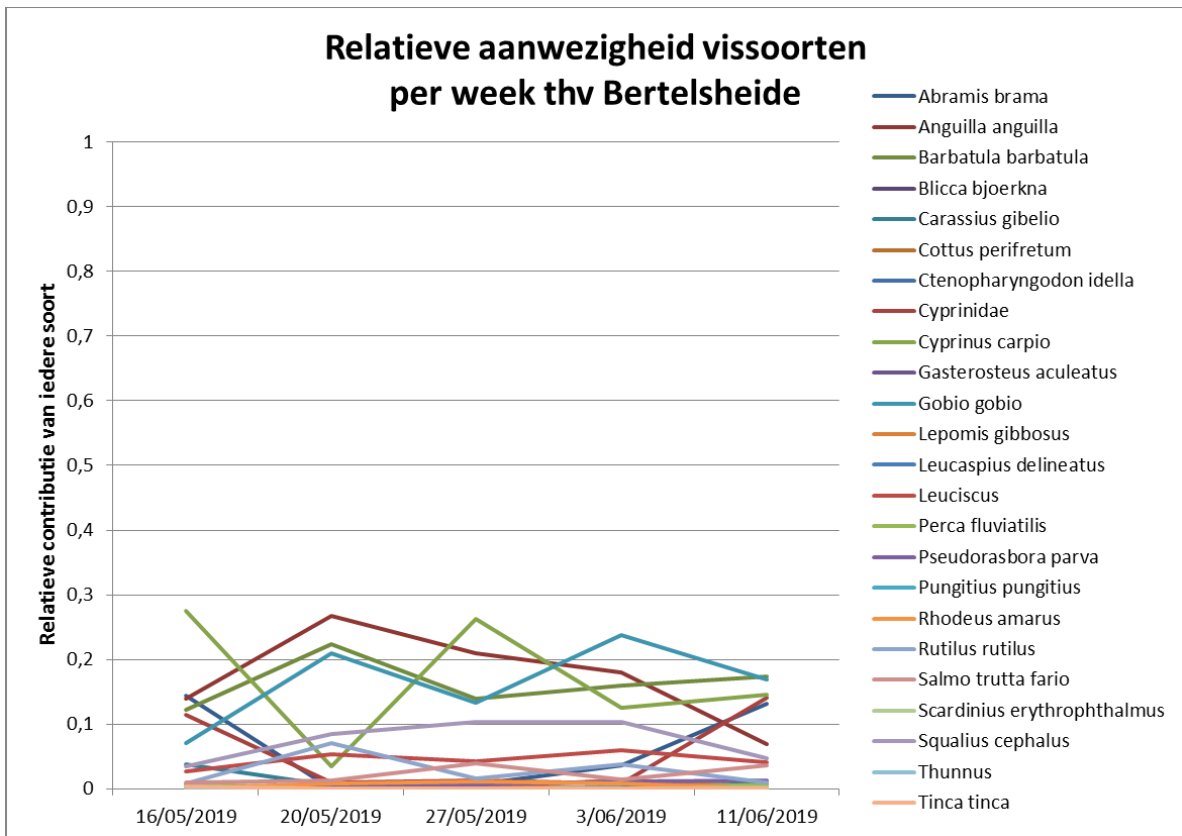


**Figuur 71** Overzicht van de watertemperatuur (°C) in de IJse t.h.v. Huldenberg gedurende de studieperiode.

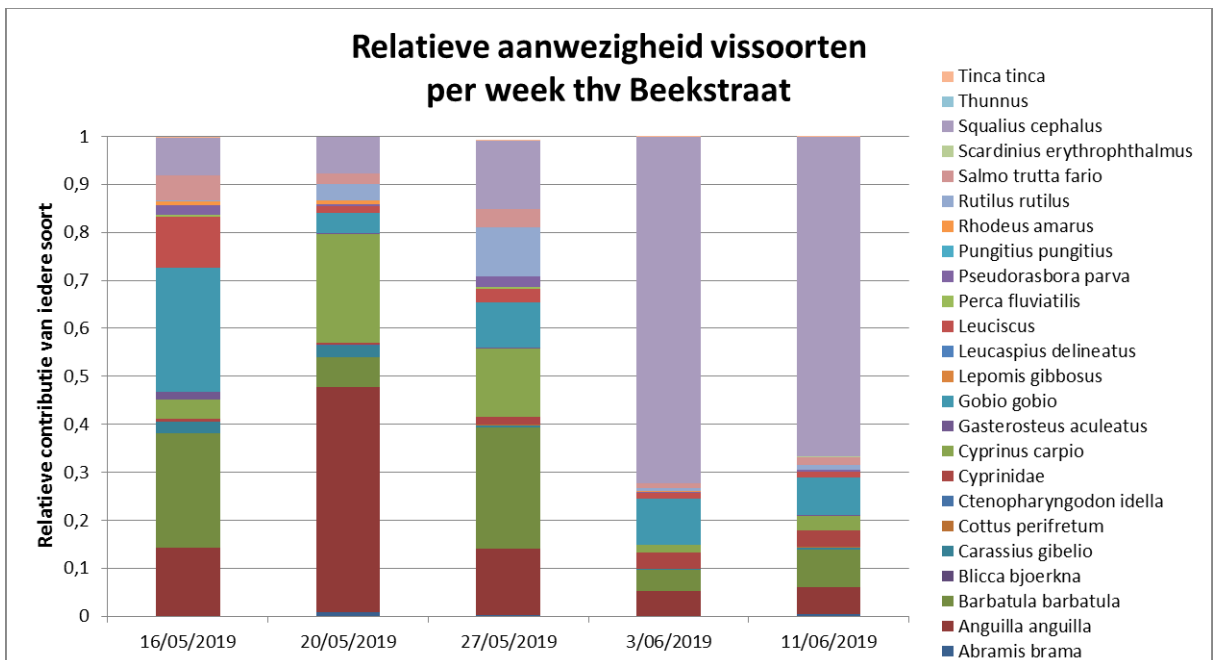


**Figuur 72** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten aangetroffen t.h.v. de Beekstraat met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.



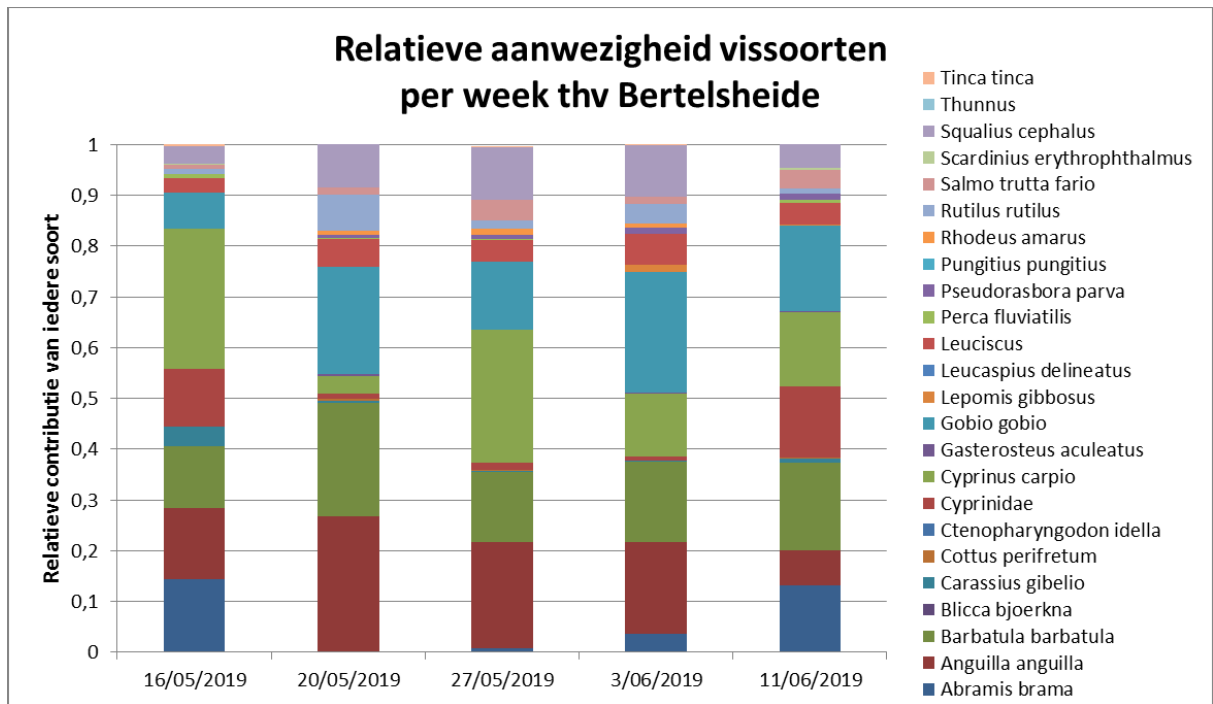


**Figuur 73** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten aangetroffen t.h.v. de Bertelsheide met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.



**Figuur 74** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten aangetroffen t.h.v. de Beekstraat met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.





**Figuur 75** Relatieve aanwezigheid van de vissoorten aangetroffen t.h.v. Bertelsheide met behulp van eDNA doorheen de bemonsteringsperiode.

