

Vervolgonderzoek vismigratie Malesbroek – 2023 – Monitoring met behulp van onderwatercamera



Wijze van citeren:

Zoeter Vanpoucke M., Boets P. & Poelman E. (2024). Vervolgonderzoek vismigratie Malesbroek – 2023 – Monitoring met behulp van onderwatercamera. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Agentschap Natuur en Bos (Vlaamse Overheid) – 2024. 78p.

Contactgegevens uitvoerders:

Pieter Boets
Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek
Godshuizenlaan 95, 9000 Gent
pieter.boets@oost-vlaanderen.be



Mechtild Zoeter Vanpoucke
Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek
Godshuizenlaan 95, 9000 Gent
mechtild.zoeter.vanpoucke@oost-vlaanderen.be

Contactgegevens Opdrachtgever:

Kristof Vlietinck - Beleidsthemabeheerder Visserij
Agentschap voor Natuur en Bos
kristof.vlietinck@vlaanderen.be

Bestek ANB-VF/ 2021/1 – perceel 1 – aanvullende dienst
(Leidend ambtenaar Kristof Vlietinck)

AGENTSCHAP
NATUUR & BOS



Dankwoord

Graag willen we de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) bedanken voor de vlotte samenwerking. De ondersteuning van onze collega's staalnemers van het PCM werd zeer geapprecieerd evenals het tomeloze enthousiasme van Luc Van den Bergh en Luk Omloop, vrijwilligers van de lokale afdeling van Natuurpunt. Dankzij hun inzet bij onderhoudsmomenten konden we de duurtijd van het project een aantal maanden verlengen. Ook collega Eline verdient een vermelding voor haar hulp bij de opvolging en verwerking van de peilmetingen.

Samenvatting

De Europese Kaderrichtlijn Water en het daaruit voortvloeiende “decreet Integraal Waterbeleid” zijn een van de belangrijkste milieurielichten voor water. Om te voldoen aan de vereisten voor een “goede ecologische toestand” spelen naast de chemische waterkwaliteit ook de hydromorfologie en vrije vismigratie een rol. Vrije vismigratie is immers een belangrijk aspect in de levensloop van vissen, maar dit wordt frequent verhinderd door stuwen en andere knelpunten. De stuw aan het Malesbroek vormde op de Grote Nete de eerste belangrijke barrière op de vismigratieroute vanuit de Zeeschelde. Een natuurlijk ingerichte meander werd aangelegd om de stuw heen en combineert zo een functie als vispassage met rivierherstel en het creëren van bijkomend interessant habitat voor stroomminnende vissoorten. In 2022 werd de werking van deze vispassage een eerste maal onderzocht door het Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek (PCM) met behulp van fuiken en elektrovisen (Boets et al., 2022). In 2023 gaf Agentschap Natuur en Bos (ANB) de opdracht aan het PCM om de vismigratie in de meander nogmaals te onderzoeken. Deze keer met behulp van een automatische camera met bewegingsdetectie en bijhorend algoritme voor automatische herkenning en telling van de vissen. Het doel van dit onderzoek was tweeledig. Enerzijds meer informatie verzamelen over de vismigratie en soortensamenstelling aan de vispassage, maar anderzijds ook het uittesten van deze innovatieve onderzoeksmethode. In totaal werden 547 passages geregistreerd: 516 passages van 19 vissoorten (incl. een rondbek) en 31 passages van andere dieren. Tijdens vorig (2021-2022, Boets et al., 2022) en huidig onderzoek (2023) samen werden 26 verschillende vissoorten (rondbekken incl.) aangetroffen in de vispassage. Deze hoge soortenrijkdom en toch relatief lage dichtheid is kenmerkend voor waterlopen zoals de Grote Nete. Dankzij de onderzoeksmethode met automatische camera is een lange monitoringsperiode mogelijk (hier: 239 dagen) wat de kans verhoogt dat ook zeldzamere soorten worden opgemerkt. Dit resulteerde o.a. in de waarneming van Europese meerval en rivierprik. Daarnaast is er bijkomende data over het precieze moment waarop een vis migreert, ondervinden vissen geen hinder en beduidend minder stress in vergelijking met fuikenonderzoek en wordt de camera, in tegenstelling tot fuiken, niet ontweken door bijvoorbeeld snoek. Er lijken veel ecologische, economische en ethische voordelen te zijn aan een automatische monitoring op basis van camerabeelden en een AI algoritme. Wanneer dergelijk algoritme goed werkt kan met een relatief beperkte tijdsinspanning een lange periode continu gemonitord en geanalyseerd worden. De resultaten van dit pilootproject waren echter niet eensluidend positief. De automatisering van de analyse is in het Malesbroek niet gelukt. Dit lijkt te wijten aan de locatiespecifieke omstandigheden en dan met name de lage waterstand waardoor de cameratunnel niet volledig onder water kon. De voorgestelde methode oogt echter nog steeds veelbelovend voor toepassing op andere locaties in Vlaanderen op voorwaarde dat deze hindernissen uitgeschakeld kunnen worden en analyse van de videodata automatisch kan verlopen.

Inhoud

Dankwoord	3
Samenvatting.....	3
1. Inleiding	6
2. Studiegebied.....	8
3. Materiaal en Methoden	10
Vismigratieonderzoek	10
Frame.....	10
Cameraopstelling.....	10
Werking	13
Onderhoud	13
Gegevensverwerking en data-analyse	13
Temperatuur en waterpeil	14
Neerslaghoeveelheden.....	15
4. Optimalisatie	15
Algemeen.....	15
Opstuwing	17
Stroomstoringen.....	19
5. Resultaten.....	21
Vismigratieonderzoek	21
Stroomsnelheid ter hoogte van de cameratunnel	32
Watertemperatuur en waterstand.....	34
6. Discussie	38
Conclusie	55
7. Prognose toekomstige inzet in Merelbeke.....	56
8. Referenties	57
9. Appendices	61
1) Lijst met afkortingen	61
2) Kalender	62
3) Tabel met wijzigingen.....	63
4) Geplande verwerkingsmethode voor videodata via AI	64
5) Aanvullende data.....	67
Detecties per dag.....	67
Grafieken peilmetingen.....	69

6) Handleiding onderhoud.....	72
Opstelling.....	72
Opdracht vrijwilligers	73
Opdracht PCM	75
Back-up maken van de data	75

1. Inleiding

Vrije vismigratie is een belangrijk aspect in de levensloop van vissen. Zowel op kleine als grote schaal voeren vissen verplaatsingen uit wanneer ze op zoek gaan naar geschikte opgroei- en paaigebieden, of bij hun zoektocht naar voedsel en schuilplaatsen (Coeck et al., 2000). Dit kan over relatief beperkte afstanden gebeuren zoals bij de stroomminnende kopvoorn of serpeling die voor hun voortplanting op zoek gaan naar een geschikte paairiffel binnen de rivier of het bekken, (Kottelat en Freyhof, 2007) of over zeer lange afstanden zoals bij paling, die van zijn opgroeigebieden in de bovenloop van beken en rivieren migreert naar de Sargassozee om zich daar voort te planten. Juveniele palingen leggen dan opnieuw het omgekeerde traject af naar geschikte opgroeigebieden in zoet water (Van Wichelen et al., 2018). Ook bij een calamiteit kan het levensreddend zijn om tijdelijk te kunnen migreren naar een (deel van een) waterlichaam waar betere condities heersen. Naast de verplaatsingen die vissen zelf doelbewust uitvoeren, kan het ook gebeuren dat de dieren door hevige regenval uitgespoeld worden en zo stroomafwaarts van een stuw terecht komen. Dergelijke stuw vormt dan een fysieke barrière waardoor vissen niet terug stroomop kunnen migreren. Waterlopen in Vlaanderen werden door de eeuwen heen echter meer en meer in een keurslijf gedwongen wat op vele plaatsen leidde tot een rechtgetrokken bedding en de plaatsing van één of meerdere stuwen om het verval te breken (o.a. Parasiewicz et al., 2023). Zo ook op de Grote Nete tussen Meerhout en het Albertkanaal (zie verder).

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, sinds 2000) is één van de belangrijkste milieuriichtlijnen voor water. Dit werd met het “decreet Integraal Waterbeleid” (2003, www.integraalwaterbeleid.be) omgezet naar Vlaamse wetgeving. Om te voldoen aan de vereisten van een goede ecologische toestand binnen de Europese KRW, speelt naast de chemische waterkwaliteit ook de hydromorfologie en vrije vismigratie een rol. Waterbeheerders werden bijgevolg verantwoordelijk gesteld voor het oplossen van vismigratieknelpunten. In eerste instantie ligt de focus hierbij op een selectie van prioritaire waterlopen voor vismigratie. De Grote Nete kreeg prioriteit 1 toegewezen. Recent toonden de resultaten van Panagiotopoulos et al. (2024) aan dat goedwerkende vispassages zelfs van nóg groter belang zijn voor het in stand houden van de visdiversiteit dan werd gedacht ten tijde van het opstellen van de KRW. Intussen heeft Europa via de biodiversiteitsstrategie 2030 (onderdeel van de Europese Green Deal) ook het streefdoel vastgelegd om tegen 2030 minstens 25000 km rivieren terug natuurlijk te laten stromen. Voor dit rivierherstel moeten o.a. barrières verwijderd worden en overstromingsvlaktes hersteld worden (www.op.europa.eu).

De stuw aan het Malesbroek vormde op de Grote Nete de eerste belangrijke barrière op de vismigratieroute vanuit de Zeeschelde, al bestaat er nog enige twijfel of de duiker onder het Albertkanaal voor sommige soorten ook een migratieknelpunt vormt (Boets et al., 2022). Een natuurlijk ingerichte meander werd aangelegd om te fungeren als vispassage om de stuw heen en tegelijk bijkomend interessant habitat te creëren voor stroomminnende vissoorten.

In 2022 werd de werking van deze vispassage onderzocht door Boets et al. (2022) in opdracht van Agentschap Natuur en Bos (ANB, Bestek ANB-VF/2021/1 (perceel 2)). Toen werd de stroomsnelheid en het debiet in de vistrap gemeten en beoordeeld en werden de aangelegde paairiffels geëvalueerd volgens het protocol beschreven in Pauwels et al. (2016). De hoofdmoot van het onderzoek was evenwel beoordeling van de vispassage zelf: hoeveel vissen van welke soorten gebruiken de vispassage en kunnen succesvol stroomop migreren. Hiertoe werd op twee manieren gemonitord. Enerzijds werd de volledige (vismigratie-)meander elektrisch afgevist om een beeld te krijgen van de aanwezige soorten, anderzijds werd een klassiek onderzoek met fuik uitgevoerd om de stroomopwaartse migratie

te evalueren. Hiertoe werd een op maat gemaakte fuik geplaatst aan stroomopwaartse zijde van de meander. Zo wist men zeker dat vissen die in de fuik terechtkwamen, de volledige meander reeds hadden doorzwommen en dus succesvol een stroomopwaartse migratie konden voltooien om de stuw heen (Boets et al., 2022).

De klassieke monitoringsmethode met een fuik die telkens voor 24u geplaatst en gelegeerd moet worden, vergt een grote tijdsinspanning. Naast tijdrovend, houdt de methode ook fysiek zwaardere arbeid in. Hierdoor kan door 1 ploeg slechts 1 locatie tegelijk onderzocht worden. In het onderzoek van Boets et al. (2022) werd op vraag van opdrachtgever ANB gewerkt met 30 vangstdagen die zorgvuldig gekozen werden op basis van meteorologische voorspellingen. Dit houdt in dat er naast de fysieke actie ter plaatse om de fuik te plaatsen en 24u later op te halen en de vangst te verwerken (individueel determineren, meten en wegen), er ook voorafgaand de weersvoorspellingen en watertemperatuur dient opgevolgd te worden. Aan de hand van die gegevens en verwachtingen kan op basis van de literatuur immers een inschatting worden gemaakt van het moment waarop verschillende vissoorten stroomopwaarts zouden trekken. Hierin schuilt het risico dat een minder optimale keuze van vangstdag, leidt tot een onrepresentatieve vangst en uiteindelijk onrepresentatief beeld van de migratie. Bij een klassiek onderzoek met fuik of elektrisch afvissen, gebeurt de dataverzameling door elke vis te vangen, determineren, wegen en meten. Deze handelingen zijn stressvol voor de vissen. Een systeem dat vissen automatisch kan registreren, identificeren, tellen en indien mogelijk ook nog een lengte inschatting kan geven, kan dus een aanzienlijke tijdswinst opleveren, reduceert de stress voor de onderzochte vissen drastisch en kan de mogelijkheid bieden om meerdere locaties per jaar of zelfs simultaan te onderzoeken. Idealiter is er zo méér en bétère data beschikbaar over meer locaties en over een langere periode.

Er is dan ook een zekere nieuwsgierigheid naar andere monitoringsmethodes die de werklust verminderen zonder afbreuk te doen aan de kwaliteit van de data. Het was dan ook vanuit dat oogpunt dat de opdrachtgever (ANB) vroeg om de vismigratie aan de vispassage in het Malesbroek te Geel opnieuw te monitoren in 2023 met een andere methodiek. Het PCM ging reeds in 2018 op zoek naar een minder arbeidsintensieve methode om vismigratie doorheen een passage efficiënt te kunnen onderzoeken (Zoeter Vanpoucke et al., 2020). Die zoektocht leidde richting zogenaamde *fish counters* en (al dan niet geïntegreerde) camerasystemen met bewegingsdetectie (Zoeter Vanpoucke et al., 2020). Deze kunnen passerende vissen op basis van bewegingsdetectie automatisch registreren en tellen. Hierdoor krijgt de onderzoeker waardevolle bijkomende data zoals precieze tijdstip van passage waardoor deze beter naast omgevingsvariabelen kan vergeleken worden (Zoeter Vanpoucke et al., 2020). Daarenboven kunnen camerabeelden aanvullende informatie geven over het gedrag van de passerende vissen (alleen of in school? Aarzelend en ontwijkend of niet?). Het is bijvoorbeeld bekend dat sommige vissoorten zoals bv. salmoniden of snoek bij helder water fuiken kunnen herkennen en gaan vermijden wat een vertekend beeld kan opleveren, terwijl zij wel geregistreerd worden door een camera-systeem (Martin Kroes (KBTS) en Tim Vriese (ATKB), pers. comm., 2018). Ook Frid en Dill (2002, geciteerd in Ditria et al., 2020 b) halen aan dat de aanwezigheid van onderzoekers en hun materiaal ontwijkingsgedrag bij dieren kan uitlokken waardoor de ingezamelde data een vertekend beeld kan opleveren. Bij het gebruik van een automatisch camera-systeem veronderstelt men dan ook dat de aanwezigheid van dit niet-invasieve toestel minder aanleiding geeft tot ontwijkingsgedrag. Daarenboven is het zo dat vissen voor onderzoek met een camera (of andere soort *fish counter*) níét gevangen noch vastgehouden moeten worden en de stress voor de onderzochte dieren dus sterk gereduceerd wordt.

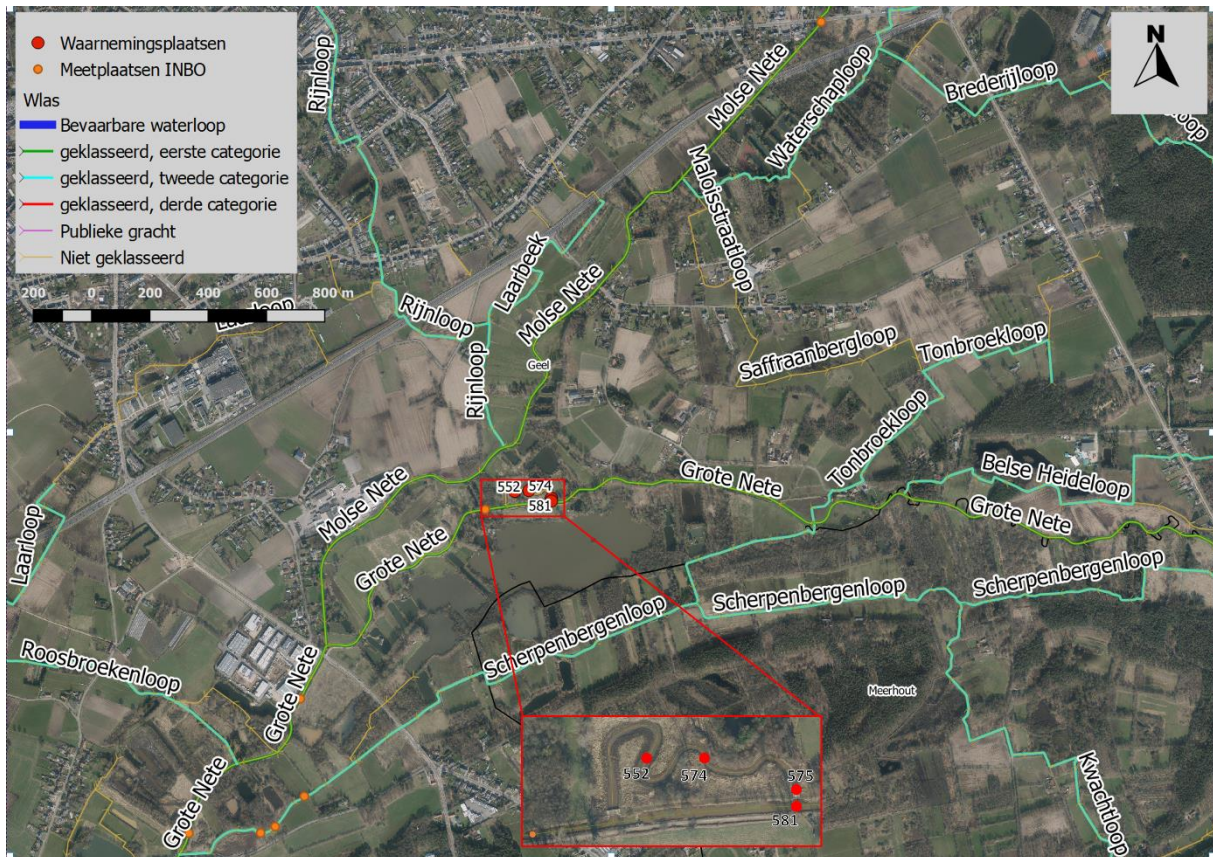
Er zijn echter grote verschillen tussen de beschikbare *fish counters* en welke gegevens ze kunnen aanleveren. Voor een kort overzicht van de beschikbare modellen en hun voor- en nadelen anno 2018 wordt verwezen naar Zoeter Vanpoucke et al. (2020). Toen werd op basis van de beschikbare opties gekozen voor een camerasysteem (automatisch met bewegingsdetectie) en bijhorende software van KBTS. Die software was toen in volle ontwikkeling en zou uiteindelijk de beelden kunnen analyseren, de soorten op naam brengen, de aantallen tellen in elke richting en een inschatting maken van de lengteklasse van de vissen. Het PCM voerde in 2018 een pilootproject uit in samenwerking met Kroes Brugman *Technical Solutions* (KBTS) om dergelijk camerasysteem uit te testen in de Zwalmbeek te Brakel (Zoeter Vanpoucke et al., 2020). Op basis van onder andere dat pilootproject werd het concept van KBTS verder afgesteld en verbeterd.

De recente grote wereldwijde vooruitgang op vlak van artificiële intelligentie (AI) en het gebruik van neurale netwerken daartoe, betekent dat ook andere onderzoeksgroepen wereldwijd volop inzetten op automatische monitoring en herkenning van en in aquatische milieus met behulp van een camera en AI gestuurd algoritme (bv. *obsidentify* (waarnemingen.be)). Het is het gebruik van het algoritme die de enorme tijdswinst oplevert bij een dergelijk onderzoek. Daarenboven toonde Ditria et al. (2020 a) aan dat menselijke (expert)beoordeling van aquatische videobeelden en afbeeldingen minder consistent is dan computergestuurde beoordeling. In hun experiment bleek het algoritme op nieuwe fotodatasets tot 7.1% accurater dan menselijke expertbeoordeling en tot 13.4% accurater dan een burgerpanel (*citizen science*). Bij analyse van nieuwe videodatasets lag de nauwkeurigheid van de mens slechts 1.5% lager bij experten en 7.8% bij burgers in vergelijking met het algoritme. Daarnaast is er ook nog een onderling verschil tussen verschillende experten. Banno et al. (2022, geciteerd in Barbedo, 2022) toonde aan dat telresultaten op eenzelfde set videobeelden tot 20% kunnen afwijken afhankelijk van welke expert de telling doet. Herhaalde tellingen door eenzelfde expert kunnen ook inconsistent zijn. Wanneer een computerprogramma de analyse doet daarentegen, is er wel consistentie in de tellingen.

Het doel van het cameraonderzoek in 2023 ligt dus niet louter op de monitoring van de werking van de vispassage, een goede werking ervan werd immers al in Boets et al. (2022) aangetoond, maar ook op het uittesten van deze nieuwe monitoringsmethode met camera en de daaropvolgende analyse van de videodata met behulp van een algoritme. Hiervoor werd het PCM ingeschakeld dat in onderaanneming samenwerkte met KBTS die de opstelling leverde en de analyse van de videobeelden verzorgde. De beschikbaarheid van recente data (één jaar eerder) van een relatief uitgebreid onderzoek op dezelfde locatie (Boets et al., 2022), maakt dat de resultaten van het huidige pilootproject met de camera vergeleken kunnen worden met de data van 2022. Op die manier kan de werking van de cameraopstelling beter ingeschat worden.

2. Studiegebied

Het onderzoek vond plaats in de meander (bypass) die als vismigratierivier werd aangelegd ter hoogte van de stuw van het Malesbroek in Geel. (Figuur 1) Het Malesbroek is onderdeel van habitatrichtlijngebied “Bovenloop van de Grote Nete met Zammelsbroek, Langdonken en Goor” en de turfputten getuigen van het verleden als turfwinningengebied. Zo ook de grote centrale vijver de Lange Zille die privébezit is en momenteel wordt uitgebaut als visvijver.



Figuur 1: Overzichtskartaal met aanduiding van de onderzochte locaties door PCM (rode bollen) en INBO (oranje bollen). Data van een aantal van deze locaties wordt besproken in de discussie. Voorliggend onderzoek vond plaats op locatie 581.

Deze vistrap werd door de VMM als meander aangelegd op percelen die in beheer zijn bij Natuurpunt (afdeling Geel-Meerhout) in kader van het LIFE+ project “Grote Netewoud”. Binnen dit project had de VMM in 2016 enkele scenario’s voorgesteld om de vallei van de Grote Nete te herstellen met waardevol broekbos en vrije vismigratie. De aanleg van de meander gebeurde eind 2019 - begin 2020. In de lente van 2020 werd de nieuwe meander aangesloten op de Grote Nete en zo het migratieknelpunt aan de stuw opgelost. Kort voordien werd ook al het migratieknelpunt aan de Straalmolen te Balen opgelost binnen het LIFE+ project (Natuurpunt.be (1)). De eerste voorontwerpen van rivierherstel in het gebied werden reeds in 2004 door de VMM opgesteld. Het plan was om door hermeandering de rivierlengte te verlengen en zo het verval van de stuwen uit te vlakken. Dit door opnieuw aanschakelen van oude meanders en het graven van nieuwe meanders zoals bijvoorbeeld deze vispassage aan het Malesbroek. In de jaren 1970 was de Grote Nete, die voorheen een sterk meanderende rivier was, immers rechtgetrokken tussen de watermolen van Meerhout en het Albertkanaal. In dat traject werden toen ook 2 klepstuwen geplaatst om het verhang te breken. Hierdoor ontstond een getrappt verhang wat de natuurlijke waterloop dynamiek (*e-flow*) ernstig verstoortte en vismigratie verhinderde. Het is zeer aannemelijk dat door deze ingrepen destijds veel habitat voor stroomminnende soorten verloren ging. De natuurlijke inrichting van de migratierivier brengt dit nu deels terug.

De plannen zijn tot op heden nog niet volledig uitgevoerd omdat het huidige landgebruik en de versnipperde eigendomssituatie, maar ook de infrastructuur in het valleigebied, de situatie bemoeilijken.

De doelstellingen bij aanleg van de meander aan de stuw van het Malesbroek zijn als volgt samen te vatten: herstellen van het habitat “laaglandrivier” (habitattype 3260), herstellen van het leefgebied voor beekprik, kleine modderkruiper en rivierdonderpad en het vrijwaren van vrije vismigratie. Het grootste deel van de meanderende bypass kent een natuurlijk verhang en volgt een lengteprofiel dat rekening houdt met een toekomstige volledige hermeandering. Om de resthoogte langs de stroomop- en stroomafwaartse kant van de meander met de rechtgetrokken loop op te vangen, werden begin 2020 twee stenen vishellingen aangelegd. Deze werden afgewerkt met grind zodat ze ook dienst kunnen doen als paaiplaats voor rheofiele soorten. De stroomafwaartse paairiffel is intussen reeds bedolven onder een laag sediment en heeft zo deze functie als paaiplaats verloren. De paairiffel aan stroomopwaartse zijde van de meander werd in 2022 nog positief geëvalueerd (Boets et al., 2022). De meander is voorzien op het verwerken van het basisdebiet van de Grote Nete, maar er stort quasi altijd nog wat water over de stuw. Enkel in droge periodes gaat het volledige debiet van de Grote Nete door de meander.

3. Materiaal en Methoden

Tijdens het onderzoek werd enerzijds de vismigratie gemonitord met behulp van een cameraopstelling en anderzijds werd de watertemperatuur en het waterpeil in de vistrap gemonitord met behulp van een diver. Daarnaast is ook aanvullende data beschikbaar uit meetstations van de VMM.

Vismigratieonderzoek

Frame

Voor dit onderzoek werd het frame van het onderzoek in 2022 (Boets et al., 2022) grotendeels hergebruikt. Dit frame in gegalvaniseerd staal werd destijds door Van Raak op maat gemaakt en geplaatst door middel van gegalvaniseerde bouten. Hierbij werd niet in de hoofdconstructie van de brug geboord. Het hoofdframe bevat sponningen waarin 3 panelen kunnen geschoven worden. Aan de reling van de brug werden katrollen bevestigd zodat de panelen met behulp van een staakabel omhoog gehesen konden worden en dan door middel van een musketon tijdelijk aan de reling konden blijven hangen. De hoofdconstructie van het frame en de twee zijpanelen met volièregaas die hierin schuiven konden integraal hergebruikt worden wat ook de kosten drukt. Het middelste inschuifbare paneel waar tijdens vorig onderzoek de fuik aan werd bevestigd, werd in 2023 vervangen door een nieuw centraal stuk dat in de oorspronkelijke sponning van het hoofdframe past. KBTS vervaardigde hiervoor een roestvrijstalen (RVS) kader van 2m breed waarin 2 geleiders zijn bevestigd die via een lier de camerabox en -tunnel op hun plaats kunnen brengen. Deze camerabox -en tunnel nemen circa 0.95m van de breedte van dit centrale paneel in. De overige ruimte van het centrale paneel werd afgesloten met een draadgaas met maaswijdte 10x10mm dat tot circa 0.45m hoog komt.

Een aantal meter stroomopwaarts van het frame, net voor de instroomopening, werden drijfbalken geplaatst. Dit gebeurde op zo'n manier dat oppervlakkig drijvend vuil werd afgeleid richting de stuw (Foto op voorblad en Figuur 8).

Cameraopstelling

De cameraopstelling in dit onderzoek is een camerasysteem dat KBTS standaard toepast. De enige afwijking t.o.v. de standaardformaten van KBTS was dat de breedte van de doorzwemtunnel wat beperkt werd tijdens dit onderzoek. Hierdoor werden vissen gedwongen om dicht bij het glas en dus ook de lens te zwemmen. Dit om te anticiperen op de soms troebele omstandigheden met bijgevolg

beperkt doorzicht die af en toe voorkomen op de Grote Nete. Het camerasysteem bestaat uit losse componenten:

- Cameratunnel voorzien van witte bodemplaat en achterwand. Afmeting (250x400x600) mm (BxHxL). De gebruikte tunnel in dit onderzoek was smaller t.o.v. de basisconfiguratie om te anticiperen op het soms beperkte doorzicht in de Grote Nete in Geel. In normale omstandigheden zou de cameratunnel 300mm breed zijn i.p.v. 250mm.
- Cameracompartiment gevuld met leidingwater, voorzien van onderwatercamera, afgeschermd met glas. Afmeting (650x600x600) mm (BxHxL).
- In de bovenzijde van de cameratunnel is een uitsparing waarin een waterdichte LED-lamp hangt. Deze LED-lamp is voorzien van een dimmer.
- Geëigende bekabeling naar de schakelkast.

De correcte werking van de cameraopstelling en bijgevolg dus ook van de stroomvoorziening werd dagelijks vanop afstand gecontroleerd door het PCM. (Zie ook volgende paragraaf "*Schakelkast*.) De installatie gebeurde op 21 februari 2023 en afbraak gebeurde op 8 november 2023, een aantal dagen na einde van het onderzoek.

Schakelkast

Aan de achterzijde van de brug (kant van de vispassage) werd uit het zicht een metalen kast met technische voorzieningen ((300x600x800) mm (BxHxL)) gemonteerd die de randapparatuur huisvestte (Figuur 2). De boorgaten die hiervoor gemaakt werden bevinden zich ruim boven de waterlijn en werden op 12 maart 2024 vakkundig gedicht door KBTS (Figuur 3).

In deze schakelkast bevonden zich:

- 4G Router voorzien van KPN Datasimkaart
- 2 st. 4G antennes
- PoE (*Power over Ethernet*) injector
- Omvormer
- NAS (*Network Attached Storage*) voorzien van 3 TB HDD (*hard disk drive*)
- Twee lithium accu's (nadere toelichting in paragraaf "*Stroomvoorziening*")
- Geëigende bekabeling.
- Extra USB-stick (100 GB)

Door te werken met een NAS, 4G antennes en een 4G router, kon de correcte werking van de opstelling ten allen tijde vanop afstand gecontroleerd worden. Zo kon dagelijks vanop kantoor gecontroleerd worden of 1) de verbinding nog actief was, 2) de camera nog werkte 3) de glaswand van de cameratunnel nog schoon genoeg was en 4) of er in de laatste 24uur videobeelden waren opgeslagen (en de bewegingssensor dus getriggerd werd). Storingen konden zo telkens al in een vroeg stadium opgemerkt worden en indien nodig gesignaleerd worden aan KBTS voor een interventie. Tabel 6 in Appendix 3 geeft een overzicht van storingen en hun oplossingen. Daarnaast bood deze werkwijze ook de mogelijkheid om back-ups van de data vanop afstand te starten. Zo werd een deel van het beeldmateriaal (bv. 2 weken) gekopieerd naar de USB-stick die dan tijdens het onderhoudsmoment gewisseld kon worden door een andere. De data van de USB-stick werd dan op de servers van het PCM bewaard als back-up.



Figuur 2: De metalen kast met technische voorzieningen. © KBTS.



Figuur 3: De nodige boorgaten (links) voor het ophangen van de schakelkast (Figuur 2) werden in maart 2024 vakkundig gestopt door KBTS (midden en rechts). © KBTS.

Stroomvoorziening

Er was op de site geen vaste stroomvoorziening aanwezig. Daarom moest een *off-grid* systeem voorzien worden dat autonoom kon functioneren gedurende de looptijd van het project. Hiertoe werden twee fotovoltaïsche panelen (elk 345Wp) aan de reling van de brug bevestigd. Dit aan de zijde van de Grote Nete teneinde voldoende zonlicht te krijgen. De bevestiging gebeurde door middel van RVS klembanden nadat de reling een beschermlaag kreeg door een aantal wikkelingen *duct tape* op de plaats waar de klembanden zouden komen.

De opgewekte stroom wordt vanuit de zonnepanelen via geëigende bekabeling onder de brug door naar de schakelkast geleid. Hierin stond een laadregelaar (60A Maximum Power Point Tracking (MPPT) laadregelaar EPEVER, Tracer 6415 AN 12/24/36/48v) die het opgewekte voltage opzet naar een constante stroom (voeding?) van 12V. Deze wordt gebruikt om de 2 parallel geschakelde lithium accu's

(Rebel Cell, 12V, 140 Ah lithium accu) op te laden. Het zijn deze 2 parallel geschakelde accu's die ervoor zorgen dat er 24/7 een continue 12V stroomvoorziening is voor de werking van de opstelling.

Het gehele systeem in de schakelkast wordt beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting door middel van een steekzekering van het type "Maxi" van initieel 60A en later 70 A (Tabel 6 in Appendix 3)

Werking

Vissen werden door het frame naar de cameratunnel geleid en dit aan beide zijden van het frame. Met andere woorden, zowel in stroomopwaartse als in stroomafwaartse migratierichting. Eens in de cameratunnel werden de vissen, maar dus ook passerend debris, door middel van bewegingsdetectie op beeld vastgelegd. Deze beelden werden als MP4-bestand opgeslagen op de HDD van de NAS. Omdat de lage waterstand op deze onderzoekslocatie betekende dat de cameratunnel nooit volledig gevuld was met water, werd het bovenste deel van het detectieveld uitgeschakeld. Zo werd de camera niet continu getriggerd door bijvoorbeeld wervelingen in het wateroppervlak in de tunnel. Gedurende het onderzoek zijn de instellingen hiervoor een aantal keren gewijzigd. Ook de lage zonnestand in het vroege voorjaar speelde het detectiesysteem parten door o.a. schitteringen op het wateroppervlak in de cameratunnel (zie ook verder bij "*Problemen en Oplossingen*"). De kleureninstellingen van het camerasysteem werden aangepast om optimale weergave te realiseren. Hiertoe werd de witbalans diverse keren bijgesteld.

Onderhoud

Het wekelijkse onderhoud van de opstelling hield in dat zowel de zijpanelen als de camerabox (glaswand, lamp en tunnel) werden schoongemaakt. Dit met behulp van een straatveger, afwasborstel, schuursponsje en vochtige doek. Er werden geen reinigingsproducten gebruikt. Om het schoonmaken te vereenvoudigen konden de zijpanelen (met behulp van staalkabels en katrol) en de camerabox (met behulp van een lier) omhoog getakeld worden.

De uitvoerige handleiding die hiervoor werd opgesteld voor de collega's en de vrijwilligers is te vinden in Appendix 6.

Gegevensverwerking en data-analyse

Aanvankelijk was het plan om alle ingezamelde videoclips geautomatiseerd door een algoritme (neuraal netwerk) te laten analyseren. Enkel succesvolle passages door de cameratunnel werden geteld en verwerkt in de data.

KBTS ontwikkelde hiervoor het online dataplatform *Migrator* waarop de gegevens worden weergegeven en raadpleegbaar zijn. Via getrainde algoritmes kunnen in *Migrator* geautomatiseerde detectie en classificatie (gecombineerde *task chain*) plaatsvinden. In eerste instantie wordt hierbij softwarematig gekeken of er effectief een vis aanwezig is in het opgeslagen beeldmateriaal. De bewegingsdetector kan immers ook getriggerd worden door voorbijstromend debris of plantenmateriaal. Indien er een vis aanwezig is in het beeldmateriaal, wordt een uitsnede gemaakt door middel van een zogenaamde *bounding box*. In deze uitsnede die de vis bevat, wordt zoveel mogelijk onbruikbaar beeldmateriaal verwijderd. Op basis hiervan vindt vervolgens de classificatie / soortherkenning plaats. Het algoritme kent ook een lengteklasse toe aan de gedetecteerde vissen en verwerkt dit alles in een CSV-bestand. Normaliter kan dit van het platform gedownload worden als PDF-bestand. Een meer uitgebreide uitleg over deze beoogde werkwijze is te vinden in Appendix 5.

Helaas bleek deze geplande werkwijze niet haalbaar binnen dit pilootproject. Daarom moest men in de loop van het onderzoek overschakelen op een andere methode.

In eerste instantie werden de camerabeelden uit het onderzoek met het bestaande model van KBTS geanalyseerd. Reeds in de planfase van het onderzoek werden de lage waterstand op de monitoringslocatie en de soms troebele omstandigheden besproken als potentieel knelpunt. In een vroege fase van het onderzoek doken bezorgdheden op dat het stromingspatroon in de tunnel problemen zou kunnen geven bij de analyse van de beelden. Het was immers zo dat wanneer er enige opstuwung plaatsvond het water met zo'n sterke stroming door de tunnel raasde dat dit veel wervelingen veroorzaakte. De hoofdoorzaak van het probleem blijft echter bij de lage waterstand waardoor de tunnel niet volledig onder water stond en er dus ook bij gelijkmatige stroming altijd een zekere werveling aan het wateroppervlak was.

Na verscheidene analysepogingen bleek het bestaande model niet in staat om kwalitatieve correcte voorspellingen te doen. Er werden geen beelden van voorliggend onderzoek in de Grote Nete gebruikt om het bestaande algoritme verder te trainen. Dit omdat deze onderzoeksituatie met een slechts halfgevolle cameratunnel geen normale onderzoeksituatie is. Dit zou het neurale netwerk "vervuild" hebben en algemeen slechter toepasbaar gemaakt hebben (*dixit* KBTS). Initieel werd geopteerd om een afzonderlijk model te trainen voor het project op de Grote Nete. Hiertoe zette KBTS een eigen neuraal netwerk op dat getraind werd met beelden vanuit het onderzoek om zo tot een eigen locatiespecifiek model te komen. Hiervoor werden in totaal 1984 annotaties verricht op aanwezige soorten en werden ca. 15 trainingsrondes doorlopen om tot een bruikbaar model voor in het dataplatform te komen. Ook deze uitkomsten bleken echter nog onvoldoende betrouwbaar. Om toch binnen de looptijd van dit project betrouwbare data te kunnen aanleveren werd door KBTS overgegaan op manuele analyse van alle camerabeelden.

De uitkomsten hiervan werden als CSV-bestand aangeleverd aan het PCM die hier meerdere steekproefsgewijze controlerondes op uitvoerde waarna KBTS een aantal aanpassingen doorvoerde om fouten uit de dataset te halen. De resultaten werden ook in het online Migrator platform opgeladen. Elke lijn in de CSV geeft een detectie weer. Met passage of detectie wordt een passerend dier door de cameratunnel bedoeld dat een succesvolle migratie doet. Met andere woorden dat het de cameratunnel verlaat aan de andere kant dan waar deze binnenkwam. Beide termen betekenen in deze tekst hetzelfde. Ongeacht of de migratie in stroomopwaartse of stroomafwaartse richting gebeurt. PCM deed vervolgens in MS Excel verdere analyses op de data. In de weergave van de data werd *Lampetra sp.* in de groep "vissen" ingedeeld ook al is dit taxonomisch gezien geen vis maar een rondbek.

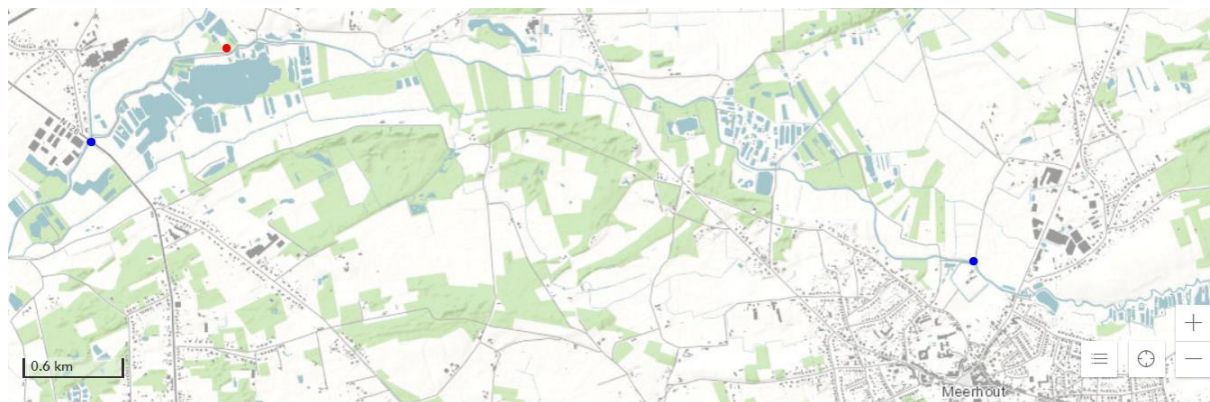
Temperatuur en waterpeil

Aan de vistrapzijde van de brug werd reeds tijdens voorgaand vismigratieonderzoek een peilbuis bevestigd door middel van snelbinders met een kastanjehouten paal als versteviging. Hiervoor werd niet in de brug geboord. In deze peilbuis werd bij start van het onderzoek opnieuw een diver (TD-diver, Van Essen Instruments, Figuur 4) geplaatst die om het halfuur een meting uitvoert van de watertemperatuur (°C) en het waterpeil (op basis van druk). De data hiervan werd om de 6-8 weken uitgelezen. Bij uitlezen gebeurde ook een handmeting van het waterpeil in de peilbuis. De data werd verwerkt in MS Excel.



Figuur 4: Links: stroomafwaartse zijde van brug met links de peilbuis en centraal de kast met technische voorzieningen. Foto van beginperiode van het onderzoek met opstuwning door verstopping van de gaaspanelen. Rechts: de diver die in de peilbuis hing. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

Daarnaast werd ook de data op www.waterinfo.be geraadpleegd van twee stations: in Geel en in Meerhout. Het station in Geel (L10_077, Geel/Grote Nete) ligt circa 1.1km stroomaf van de onderzoekslocatie en bevindt zich op het punt dat de Molse Nete uitmondt in de Grote Nete. Het station in Meerhout (L10_078, Meerhout/Grote Nete) ligt circa 5.4km stroomop van de onderzoekslocatie (vogelvlucht circa 4.6km) (Figuur 5). Deze data werd door VMM ingezameld door automatische ultrasone metingen van bovenaf om het kwartier. De data werd ter beschikking gesteld door VMM via www.waterinfo.be en verwerkt in MS Excel.



Figuur 5: Kaart met aanduiding van de onderzoekslocatie (rode bol) en de twee meetstations van VMM waarvan peilmetingen geraadpleegd werden (blauwe bollen). Links: station Geel, rechts: station Meerhout. Kaart aangepast van www.waterinfo.be.

Neerslaghoeveelheden

De hoeveelheid neerslag werd bekomen op basis van de gegevens beschikbaar op www.waterinfo.be. We gebruikten de beschikbare data (pluviometer, totale neerslag (mm) per uur) van het station in Retie. Dit station bevindt zich op circa 9km in vogelvlucht (noordelijke richting) van de vispassage.

4. Optimalisatie

Algemeen

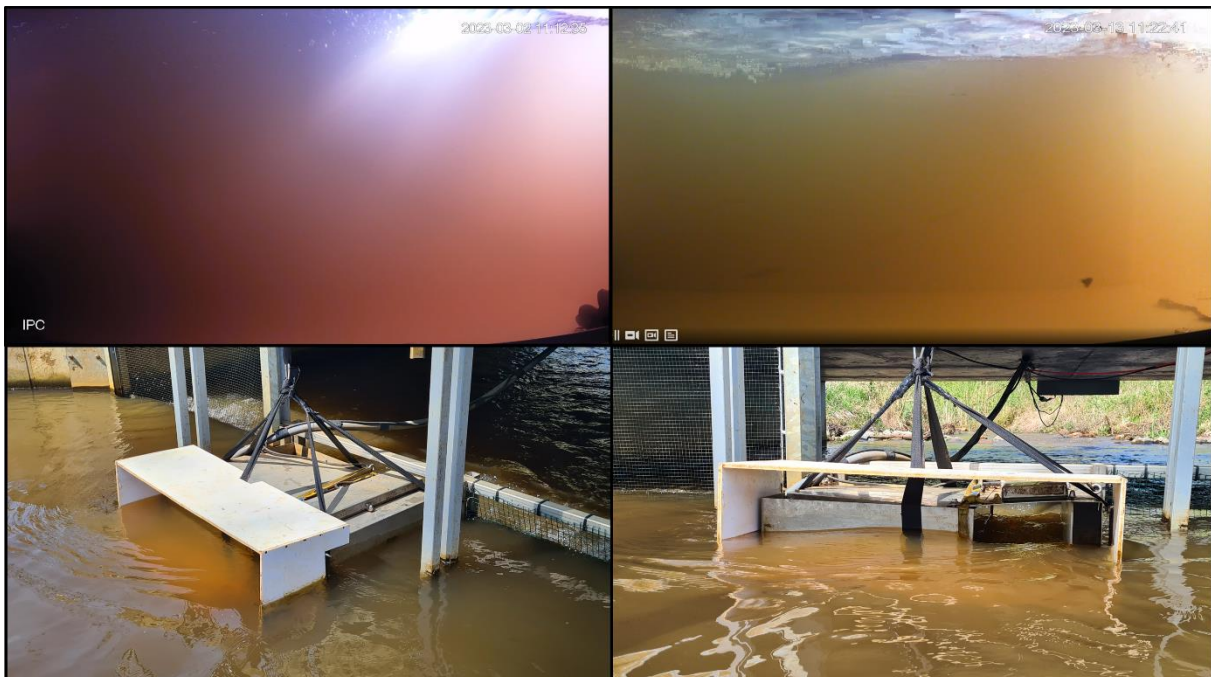
Normaliter maakt KBTS gebruik van een extra frame rond de camerabox zelf die deze verstevigt en beschermt bij het omhoog lieren. Door de lage waterstand op de onderzoekslocatie was dit in Geel

niet mogelijk waardoor de camerabox aan meer krachten werd onderworpen bij onderhoud. Bij het omhoog lieren tijdens het onderhoud merkte het PCM op dat de camerabox en tunnel ietwat doorbogen en naar voren kantelden. Om te voorkomen dat dit op langere termijn voor problemen en eventueel zelfs schade zou zorgen, werd door KBTS op 30 maart 2023 een extra verstevigende band geplaatst (Figuur 6, Figuur 42).



Figuur 6: Links en midden: doorbuigende camerabox en tunnel tijdens onderhoud op 9 maart en 13 april 2023. Rechts: De camerabox en tunnel werden verstevigd door toevoegen van een extra draagriem die dwars werd gelegd. Foto genomen tijdens onderhoud op 30 augustus 2023. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

De lage zonnestanden in het voorjaar zorgden ervoor dat er te veel instraling was in de cameratunnel waardoor het water een rode kleur had en beeldherkenning werd bemoeilijkt (Figuur 7). Om dit te verhelpen werd uit geschuimd PVC een zonneklep vervaardigd die aan stroomopwaartse zijde op de camerabox werd bevestigd door deze er deels over te schuiven en op de bodem een steen te plaatsen om het zonnenscherm op zijn plaats te houden. Het zonnenscherm werd geplaatst op 9 maart 2023.



Figuur 7: Linksboven: voor de plaatsing van het zonnenscherm was er in de late voormiddag een storende rode gloed zichtbaar. Rechtsboven: na plaatsing van het zonnenscherm, ook in de late voormiddag, maar dankzij het zonnenscherm met beter doorzicht. Onderaan: foto's van het geplaatste zonnenscherm. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

Opstuwing

Op 1 maart 2023 werden de oorspronkelijke drijfbalken geplaatst om oppervlakkig drijvend vuil zoals bladval en andere plantenresten weg te leiden van de onderzoekopstelling. Deze bleken nog onvoldoende effect te hebben, waardoor besloten werd deze uit te breiden. Op 9 maart 2023 werden de drijfbalken verdubbeld (Figuur 8). Dit houdt in dat er een bijkomende plank bovenop de eerste kwam waardoor de drijfbalk tot circa 20 cm onder water kwam. Het was immers opgevallen dat de meeste plantenresten die de roosters verstopten oude bladval was die niet op het wateroppervlak dreef, maar in de waterkolom zweefde.



Figuur 8: Foto's van de drijfbalken bij de opstelling. Links met enkele drijfbalk, rechts met dubbele. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

Bij aanvang van het onderzoek waren de zijpanelen volledig gevuld met het volièregas (Figuur 9). Tijdens het onderzoek werd besloten het gas in de zijpanelen te verlagen zodat het opstuwende effect van het frame beperkt kon worden (Figuur 10). Deze verlaging vond een eerste maal plaats op 27 april 2023. Nadien werd de hoogte van het gas nog verschillende malen aangepast om de hoogte van de waterkolom te volgen (Zie Tabel 6 in Appendix 3). Zo werd ervoor gezorgd dat wanneer het volièregas tussen de onderhoudsmomenten in onverhoopt verstopt zou geraken, bijvoorbeeld door bladval of wilgenpluis, het water na een kleine opstuwing van een tweetal centimeter kon overstorten over het gaspaneel. Dit met het oog op het beperken van het opstuwend effect van de constructie en behouden van normale stroomsnelheden in de cameratunnel. Ondanks dit gekende risico op verstoppingen bij het gebruik van volièregas, werd dit toch verkozen boven het alternatief van verticale spijlen in de panelen om zeker te zijn dat ook kleinere vissen richting de cameratunnel geleid zouden worden.



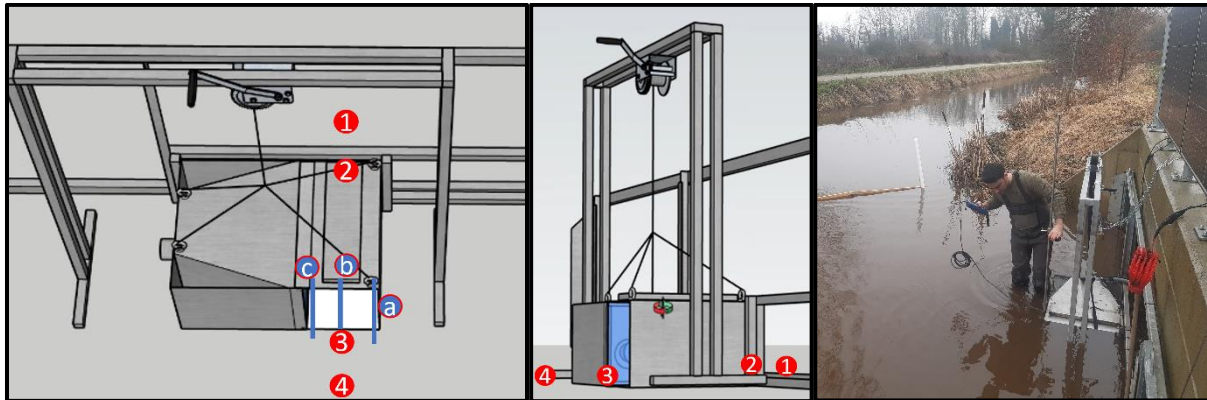
Figuur 9: Beelden van opstuwung bij verstopping van het gaas. Boven: verstopping van het gaas in april 2023 zorgt voor een opstuwung van circa 20cm en turbulente, snelle stroming in de cameratunnel. Onder: turbulente stroming met te hoge stroomsnelheden (zie verder) in de cameratunnel wat migratie bemoeilijkt en de bewegingssensor van de het camerasysteem activeert. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.



Figuur 10: Zijpanelen en gelijkmatige stroming na aanpassing. Door verlaging van de sectie gaas in de 2 zijpanelen, wordt het opstuwend effect van de constructie quasi volledig verholpen en bekomt men een gelijkmatigere stroming over de volledige breedte, inclusief in de cameratunnel. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

Op 9 maart 2023 werden de stroomsnelheden voor de instroomopening van de tunnel gemeten. Op 13 april 2023 en 7 juni 2023 werd de stroomsnelheid vóór, in en ná de cameratunnel gemeten. Dit telkens op eigen initiatief van het PCM dat wou nagaan of een opstuwung door de constructie een negatieve impact op de migratiemogelijkheden voor vissen kon hebben. Tijdens periodes van opstuwung werden immers schijnbaar hogere stroomsnelheden visueel waargenomen in de tunnel en “kolkend” water (Figuur 9).

Stroomsnelheid werd gemeten met behulp van een debietmeter (OTT MF Pro) en dit op verschillende dieptes in 3 verschillende verticale doorsnedes (linkerzijde tunnel (c), midden van de tunnel (b) en rechterzijde van de tunnel (a)), circa 20 cm voor de instroom (4), aan de instroom (3), vlak aan de uitstroom (2) van de cameratunnel en even stroomafwaarts van de cameratunnel waar visueel de ergste kolkingen werden waargenomen (1) (Figuur 11). De locatieaanduidingen in Tabel 3 (zie "Resultaten") verwijzen hiernaar.



Figuur 11: Links en midden: aanduiding van de verticale doorsnedes (a, b en c) en de locaties aan de instroomopening (3), uitstroomopening (2) en iets stroomaf ervan (1). Rechts: illustratieve foto van meting aan de instroom van de tunnel (3). ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

De metingen uitgevoerd op locaties 0 en 1 konden niet gebruikt worden in de analyses. Het was immers zo dat er op die locaties onvoldoende ruimte was om het meettoestel correct te gebruiken wat resulteerde in onbetrouwbare metingen die een onderschatting bleken van de effectieve stroomsnelheid. Om dezelfde reden konden de metingen niet in de tunnel zelf gebeuren.

Stroomstoringen

Over de volledige duur van het project heeft de stroombron ruim 92% van de tijd correct gefunctioneerd waardoor quasi de hele looptijd lang 24 uur per dag, 7 dagen per week gemonitord werd. Toch zijn er, zoals eerder vermeld, ook een aantal storingen geweest (Tabel 6 in Appendix 3).

In het begin van het onderzoek ging de tracer (MPPT) stuk door een technisch defect. Dit defect werd opgemerkt door PCM op 04/03/2024 en onmiddellijk aan KBTS doorgegeven. KBTS kwam op 09/03/2023 en 21/03/2023 ter plaatse om het probleem te onderzoeken. Bij het eerste bezoek werden 2 nieuwe accu's geplaatst om het onderzoek te kunnen laten verdergaan in afwachting van een nieuwe tracer. Tijdens het tweede bezoek werd dit onderdeel te vervangen door een nieuw exemplaar. De defecte tracer werd voor onderzoek naar de leverancier gestuurd. Tot op moment van dit schrijven is de oorzaak van het defect niet bekend.

Op 28/03/2023 werd opnieuw een storing opgemerkt door het PCM. Een plaatsbezoek wees uit dat de 60A zekering doorgebrand was wegens overbelasting. KBTS verving deze zekering op 30/03/2023 door een exemplaar van 70A. Voor de zekerheid werd nog een reservezekering van 70A achtergelaten in de schakelkast zodat bij een eventuele herhaling van het probleem, de medewerkers van het PCM zelf de zekering zouden kunnen vervangen in afwachting van een plaatsbezoek van KBTS. Het probleem heeft zich echter niet meer opnieuw voorgedaan.

Halverwege juli 2023 werd opgemerkt dat 1 van de zonnepanelen sterk beschadigd was (Figuur 12). De aard van de beschadiging laat vermoeden dat het om vandalisme ging. Hierdoor leverde dit zonnepaneel minder stroom dan gewoonlijk tot het eind van het project. Er werd besloten om het paneel niet te vervangen daar de accu's nog voldoende goed oplaadden. In het najaar zijn er echter minder zonne-uren. Dit zowel door het slechtere weer, als door het verkorten van de daglengte. Dit leidde er midden oktober toe dat de accu's onvoldoende opgeladen geraakten wat zorgde voor tijdelijke stroomtekorten en dus uitvallen van de cameraopstelling (Tabel 6 in Appendix 3). KBTS wisselde de accu's op 19/10/2023 voor een stel volgeladen exemplaren om uit te sluiten dat het om een storing in de accu's zelf ging. Na verloop van tijd waren deze echter ook leeg door de verminderde stroomproductie van het beschadigde zonnepaneel. Hierdoor werkte de opstelling op 2 en 3 november enkel in de ochtend.



Figuur 12: Beschadigd zonnepaneel. Links: overzichtsfoto. Rechts detailfoto's waarop het verbrijzelde glas duidelijk zichtbaar is en op de onderste foto de transparante tape die als doel had het risico op insijpelend vocht te beperken. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

In totaal werden gedurende de looptijd van het onderzoeksproject de accu's 4 maal gewisseld door KBTS om de stroomvoorziening te borgen.

Het mobiele bereik op de onderzoekslocatie liet, in combinatie met de APN instellingen van tijd tot tijd te wensen over. Bij momenten was de opstelling onbereikbaar vanop afstand zonder dat er een storing in de stroomtoevoer was. Controle achteraf bewees dat de opstelling tijdens die onbereikbare

periodes wel telkens correct had gefunctioneerd. (Tabel 6 in Appendix 3) Het grootste deel van de tijd was het camerasysteem wel vanop afstand bereikbaar om de status en onderhoudstoestand vast te stellen.

5. Resultaten

Vismigratieonderzoek

In totaal werden 547 succesvolle passages geregistreerd. Het betrof in 516 gevallen vissen (94%) en in 31 gevallen andere dieren (6%) (Tabel 1 en Figuur 13).

De groep “vissen” bestond uit 20 categorieën: 19 soorten en een verzamelcategorie “visbroed”. Deze laatste categorie werd slechts aan 4 juveniele vissen toegekend omdat het beeldmateriaal niet toeliet deze met voldoende zekerheid aan een soort toe te wijzen. Alle overige vissen werden tot op soortniveau geïdentificeerd. Van deze 19 vissoorten kwamen er 6 frequent voor. Kopvoorn was de meest geziene soort met 141 detecties wat overeenkomt met 27% van de viswaarnemingen (Tabel 2, Figuur 16 en Figuur 18). Baars komt met 93 (18%) detecties op de tweede plaats en blankvoorn met 65 detecties (13%) op de derde plaats. Daarna zijn ook riviergrondel en zonnebaars goed vertegenwoordigd in de dataset met elk 57 detecties (11%) en karper met 53 (10%) succesvolle passages. Deze 6 soorten vertegenwoordigen samen 90% van de visdetecties. In de overige 10% van de visdetecties komen nog 12 vissoorten (+ de categorie “visbroed”) aan bod. Het gaat dan om paling (“aal” in de gegevensverwerking), brasem, bruine Amerikaanse dwergmeerval, Europese meerval, gibel, kolblei, kwabaal, pos, rietvoorn, rivierprik, snoek, snoekbaars en zeelt. Bruine Amerikaanse dwergmeerval en zonnebaars zijn invasieve uitheemse soorten. De gibel en snoekbaars worden als ingeburgerd beschouwd en de overige 15 soorten zijn inheems. Eén van de meest opvallende waarnemingen tijdens dit onderzoek was de rivierprik. Die passeerde op 15 mei 2024, iets voor middernacht, in stroomopwaartse richting.

De groep “andere dieren” bestond uit 27 Chinese wolhandkrabben, 2 uitheemse rivierkreeften, 1 groene kikker en 1 muskusrat (Tabel 2 en Figuur 17). Het valt op dat deze groep pas vanaf juli in de data voorkomt (Figuur 13). Dan passeerde de eerste rivierkreeft. De Chinese wolhandkrabben werden vanaf augustus gedetecteerd met een piek in september en op 1 uitzondering in oktober na, gingen ze allemaal in stroomafwaartse (linkse) richting. De kikker en de muskusrat passeerden beiden in oktober (Tabel 2).

Over de hele periode worden ruim meer passages in stroomopwaartse richting (rechts) waargenomen dan in stroomafwaartse richting (links) (Tabel 1, Tabel 2, Figuur 18 en Figuur 19). Bij de initiële dataverwerking werd niet bijgehouden hoe vaak de stroomafwaartse passage met kop in stroomafwaartse richting gebeurde (wijzend op bewuste stroomafwaartse migratie waarin de vis stroomafwaarts zwemt) dan wel met de kop in stroomopwaartse richting (waarbij de vis zich dus stroomafwaarts laat drijven). Van de 45 vissen die zich in stroomafwaartse richting bewogen werden er 15 geselecteerd die opnieuw bekeken werden: 1 riviergrondel, 1 kwabaal, 2 baarzen, 3 karpers en 8 kopvoorns. Deze selectie van clips gebeurde zo dat quasi elke stroomafwaarts migrerende soort erin vertegenwoordigd was, maar binnen elke soort gebeurde de selectie van de specifieke clips willekeurig. Hierbij viel op dat beide baarzen (respectievelijk op 20 mei om 5u48 en op 11 juni om 5u24) de box binnenkwamen met kop in stroomafwaartse richting en zich dan in de box omdraaien en zich trager laten afdrijven met hoofd in stroomopwaartse richting. De kwabaal leek meegespoeld te

worden met de stroming. Eén kopvoorn doorzwom de box met de kop in stroomafwaartse richting. De drie karpers en de overige 7 kopvoorns lieten zich gecontroleerd afdrijven in met de kop in stroomopwaartse richting.

Tabel 1: Aantal waarnemingen per maand in totaal, totaal per groep ("vis" of "andere") en per groep per richting. "L"= Links, stroomafwaarts. "R"=Rechts, stroomopwaarts. "# "= Aantal.

Maand	# Totaal	# Vis	# Vis L	# Vis R	# Andere	# Andere L	# Andere R
Februari (2)	3	3	1	2	0	0	0
Maart (3)	34	34	1	33	0	0	0
April (4)	94	94	0	94	0	0	0
Mei (5)	184	184	23	161	0	0	0
Juni (6)	69	69	12	57	0	0	0
Juli (7)	42	41	3	38	1	0	1
Augustus (8)	39	30	4	26	9	9	0
September (9)	51	35	0	35	16	16	0
Oktober (10)	31	26	1	25	5	3	2
Totaal	547	516	45	471	31	28	3

In de maanden april, mei en juni worden de meeste passages waargenomen. In die periode passeren 347 vissen de camera waarvan 35 in stroomafwaartse richting en 313 in stroomopwaartse richting (Tabel 1). Er is een duidelijke piek in mei met 184 succesvolle passages waarvan er 161 in stroomopwaartse richting zijn (Tabel 1 en Figuur 13). Het totale aantal vissen is relatief beperkt in verhouding tot de duurtijd van het onderzoek. Figuur 14 geeft met het aantal detecties per week een meer genuanceerd en gedetailleerd beeld van de fluctuaties in aantal passages. Hierop (Figuur 14) zien we een geleidelijke stijging in de eerste 6 weken van het onderzoek (weken 8-14) tot er in week 15 (april) 33 detecties (allen stroomopwaarts) worden geregistreerd. In week 16 volgt een dip met slechts 13 detecties die week. Vanaf dan stijgt het geleidelijk tot opnieuw hetzelfde niveau behaald wordt in week 18. De grootste pieken liggen in weken 19 en 20 (beiden mei) met respectievelijk 63 en 40 detecties per week. In week 25 tot en met 27 is er opnieuw een sterke dip in de detecties van vismigratie en opnieuw een toename in week 28 (juli). Vanaf week 29 worden ook andere dieren gedetecteerd in de cameratunnel en stijgt het aantal visdetecties geleidelijk tot 14 in week 32 (augustus). Daarna volgt nog een dip met een dieptepunt in week 34 (1 vis en 2 andere dieren), een geleidelijke stijging richting week 40 (28 detecties) en nadien bijna geen detecties meer. Figuur 15 geeft het aantal detecties per dag weer wat voor verdere nuance van de data zorgt. De drukste dag qua vismigratie was op 5 oktober (een dag in week 40). Die dag passeerden 22 vissen de camera in 24u. Een aantal dat voornamelijk te wijten is aan 2 scholen blankvoorn die stroomop migreerden. Op 12 en 14 mei (respectievelijk dagen in week 19 en week 20) detecteerde de camera 19 vissen. Op 10 april (in week15) passeerden 14 vissen waaronder 11 riviergrondels en op 9 juli (in week 28) passeerden 11 vissen (allen kopvoorn).

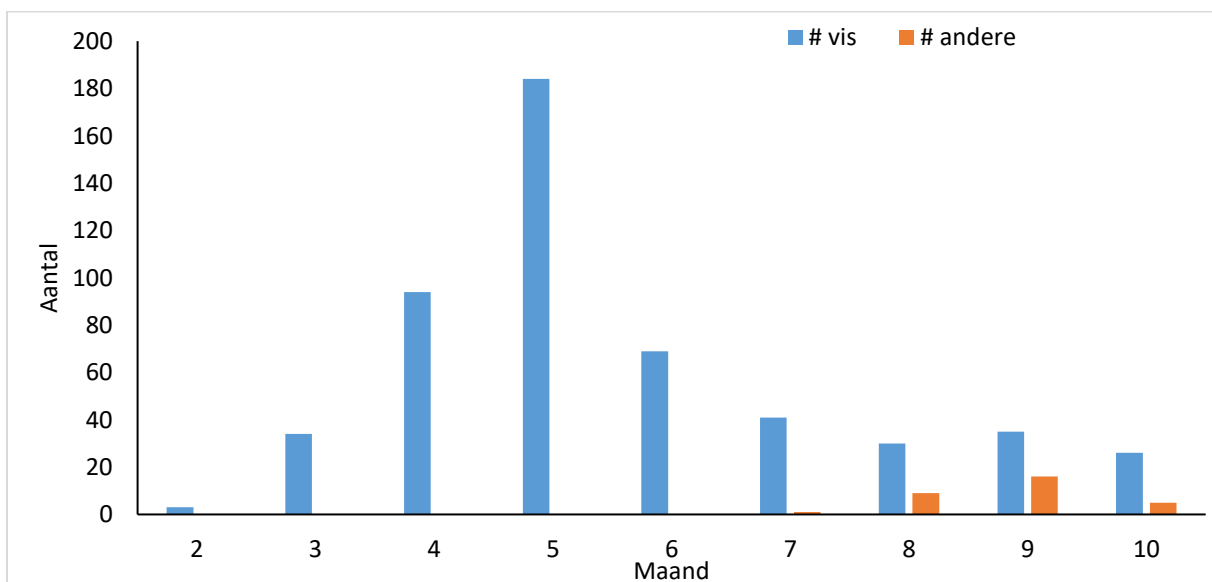
Van de 6 meest voorkomende soorten (kopvoorn, baars, blankvoorn, riviergrondel, zonnebaars en karper; samen goed voor 90% van de totale detecties) wordt in Figuur 20 weergegeven hoeveel detecties er per soort per week zijn. Hieruit kunnen we afleiden dat baars vooral eind maart en begin april passeert en ook riviergrondel heeft al een piek in week 15 (midden april). Zonnebaars komt daarentegen pas vanaf midden april in de data voor en neemt dan toe tot een piek midden juni. De

aantallen kopvoorn nemen toe vanaf begin mei (week 18) en kennen een piek in week 21 (mei). Nadien blijft kopvoorn een frequente passant tot het einde van het onderzoek met nog een late piek in week 28 (midden juli). De piek voor karper ligt iets vroeger dan deze voor kopvoorn, namelijk in week 19 (2^{de} week van mei). Blankvoorn werd vooral begin april tot midden mei waargenomen, maar in week 40, begin oktober, passeerden een aantal scholen blankvoorn de camera waardoor daar de hoogste piek ligt in de waarnemingen voor deze soort.

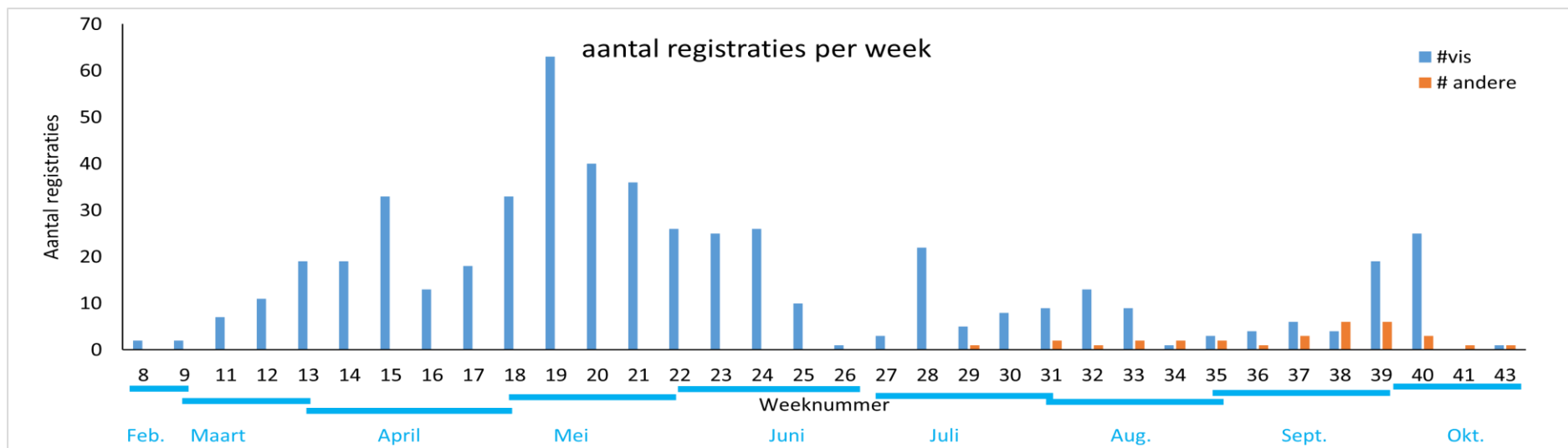
Van de 8 meest voorkomende soorten werd een lengteklasseverdeling opgemaakt (Figuur 21 en Figuur 22). Het gaat hier om de 6 eerder genoemde soorten plus gibel en snoek die elk circa 2.5% van de totale viswaarnemingen uitmaken. Dit toont ons dat er binnen elk van deze soorten verschillende leeftijdsgroepen aanwezig zijn. Van alle soorten die hier weergegeven worden behalve karper, maken zowel juveniele als adulte exemplaren gebruik van de vispassage. Van karper werden enkel adulte exemplaren waargenomen (de kleinste was 30-35cm lang, de grootste 55-60cm) waarbij de grootste lengteklasse (55-60cm) het meest aanwezig was. Ook bij snoek was de grootste lengteklasse (langer dan 60 cm) het meest abundant in de data. Toch kan ook jonge snoek van 10-15cm de cameratunnel succesvol passeren. Bij kopvoorn zijn de meeste individuen 10-30cm lang en bij riviergrondel gaat het vooral over vissen van 5-10cm lang. Er worden amper baarzen van langer dan 15cm waargenomen en de meeste baarzen werden in de lengteklasse van 5 tot 10 cm ingedeeld.

Wanneer men kijkt naar op welk uur van de dag de meeste migraties voorkomen (Figuur 23), zien we dat hier fluctuaties in zijn. Figuur 24 geeft dit weer voor de 6 vaakst voorkomende soorten. Hierbij zien we dat riviergrondel voornamelijk 's nachts migreert, kopvoorn de hele dag door maar met een piek in de vroege ochtend. Bij baars en zonnebaars lijkt het zwaartepunt eerder in de namiddag en avond te liggen.

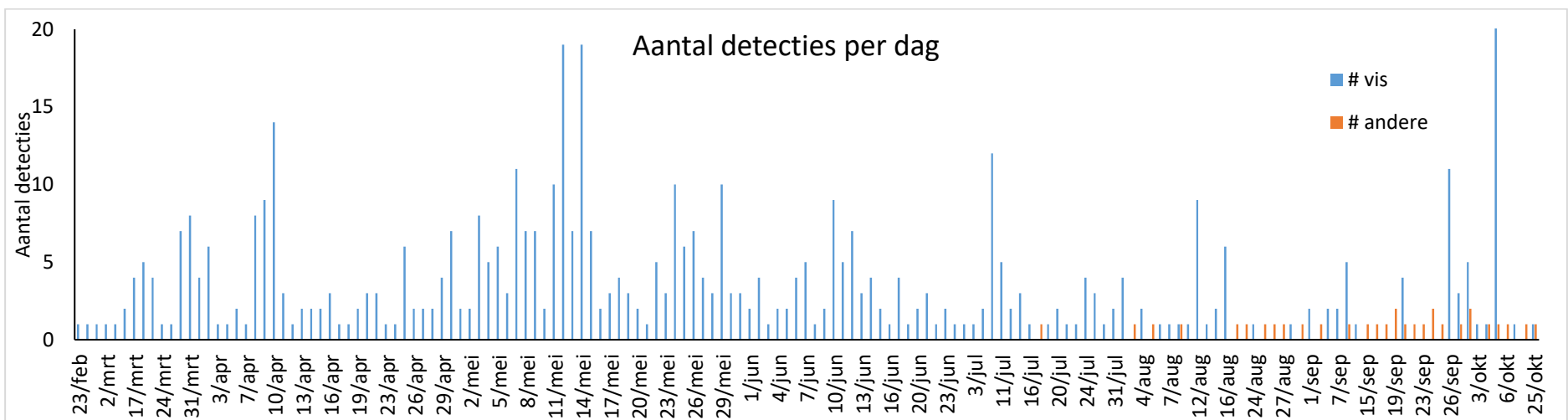
Op 24 mei 2023 en 7 juni 2023 werden tijdens het onderhoud visuele observaties gedaan van paaiende karpers net stroomop van de vispassage.



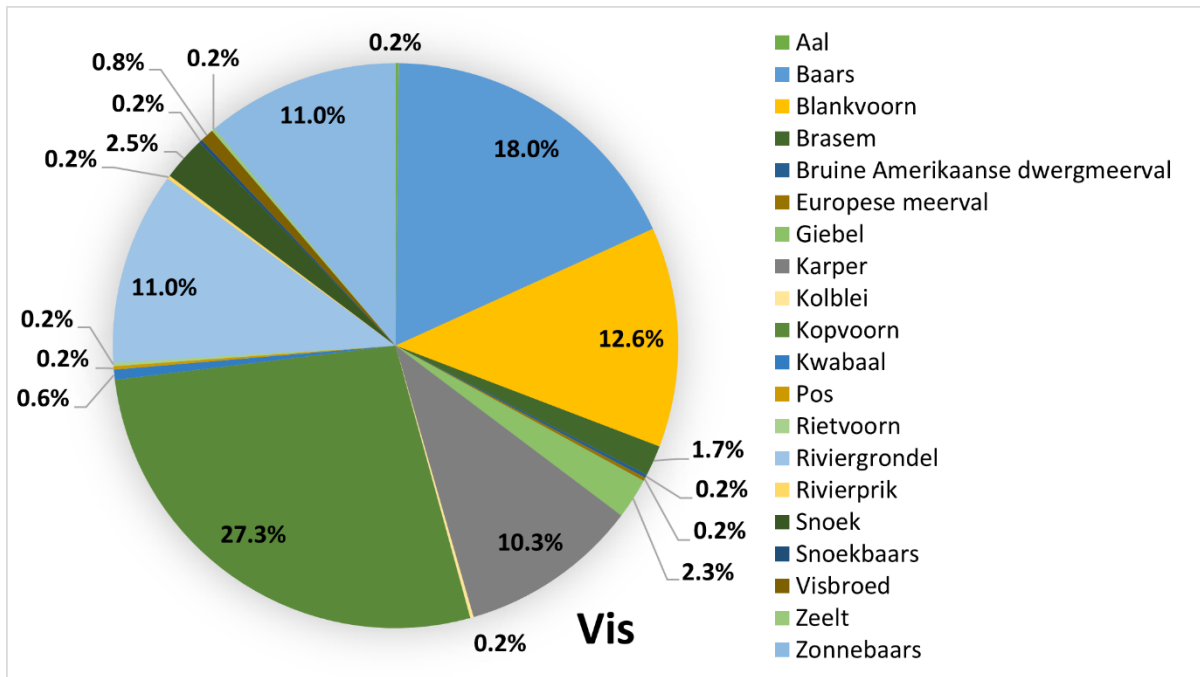
Figuur 13: Aantal detecties per maand (weergegeven door nummers).



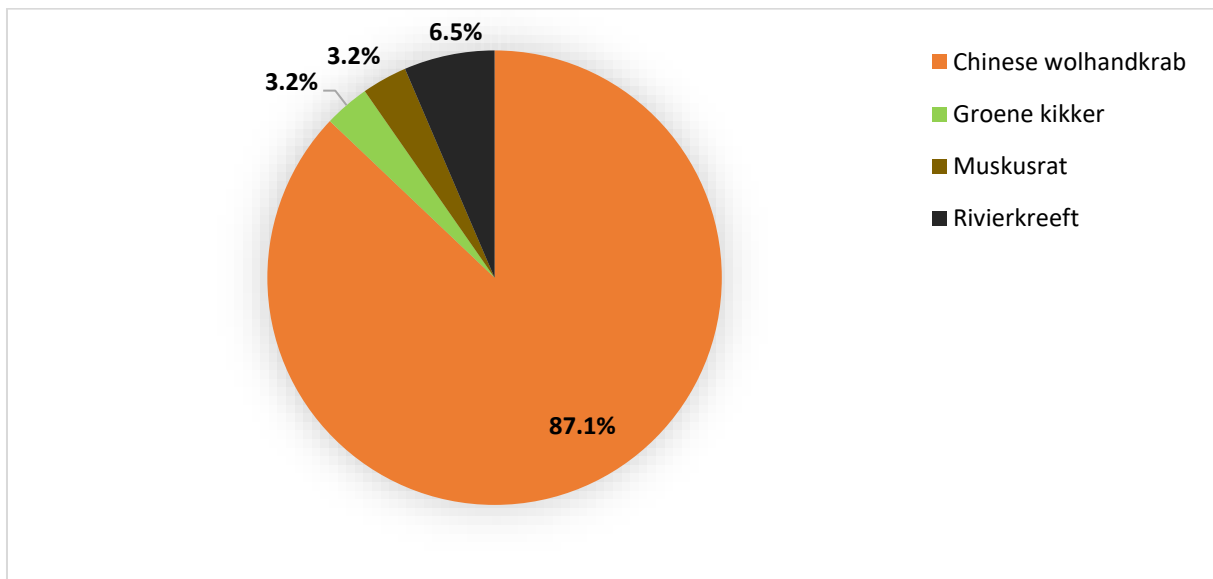
Figuur 14: Aantal detecties per week (weergegeven door weeknummers). Onder de x-as werd door middel van balkjes de corresponderende maand toegevoegd. Meestal valt de overgang tussen 2 maanden echter niet gelijk met een grens tussen 2 weken.



Figuur 15: Aantal detecties per dag over de duurtijd van het project. Wegens plaatsgebrek werden dagen zonder detecties weggelaten uit de grafiek. Data: zie Tabel 8 in Appendix 5.



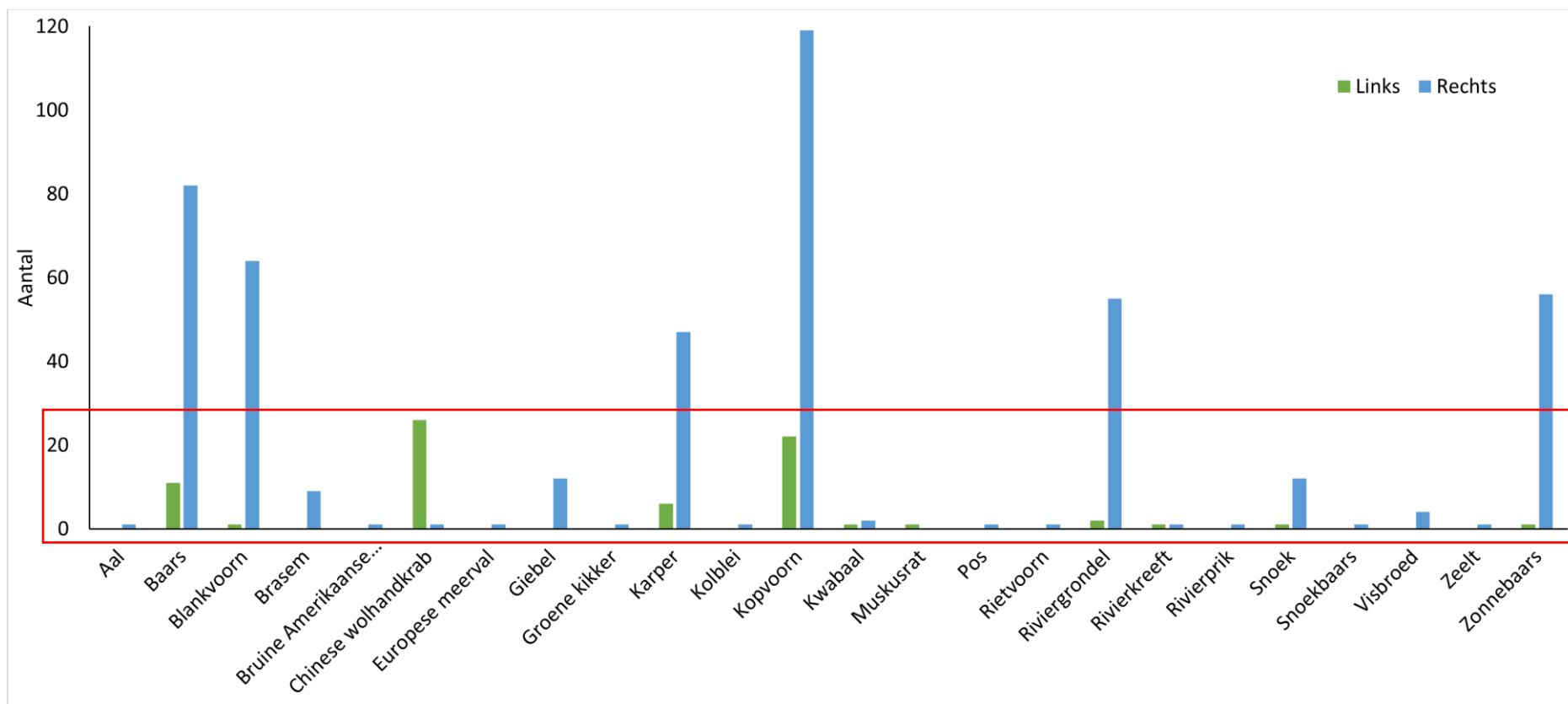
Figuur 16: Soortenverdeling van de geregistreerde vissen



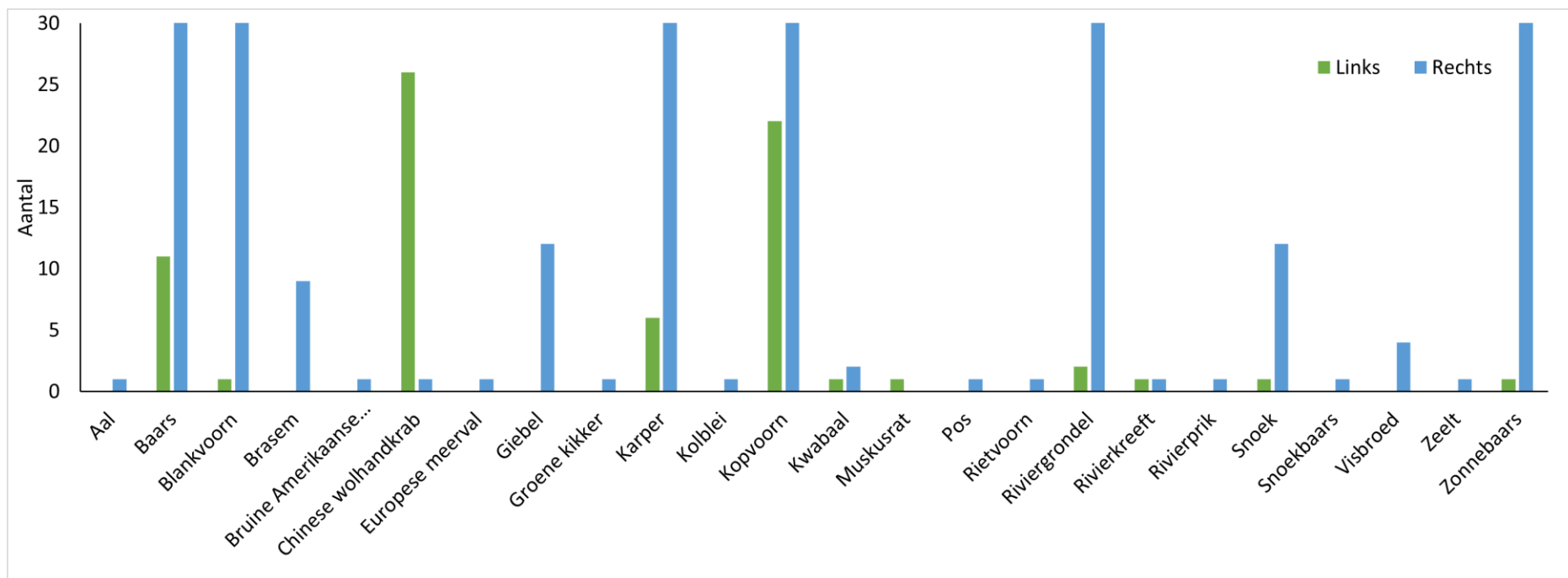
Figuur 17: soortenverdeling in de groep "Andere" waarmee "andere dieren dan vissen (of rondbekken)" wordt bedoeld.

Tabel 2: Aantal detecties naar links en rechts per soort per maand (Februari = 6 dagen monitoring. "L"= Links, stroomafwaartse richting. "R"= Rechts, stroomopwaartse richting. VET= Totalen .

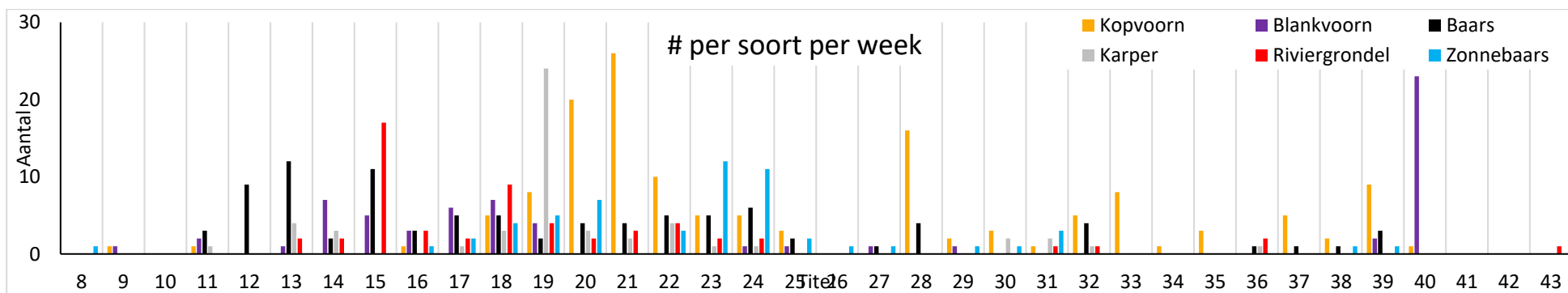
Soort	Hele periode			Februari		Maart		April		Mei		Juni		Juli		Augustus		September		Oktober	
	L	R	Tot.	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
Aal	0	1	1														1				
Baars	11	82	93				24		23	4	13	7	7		5		4		6		
Blankvoorn	1	64	65				4		23		9		2	1	1				2		23
Brasem	0	9	9								9										
Bruine Amer. dwergmeerval	0	1	1								1										
Chinese wolhandkrab	26	1	27													9		15		2	1
Europese meerval	0	1	1														1				
Giebel	0	12	12						2		9										1
Groene kikker	0	1	1																		1
Karper	6	47	53				1		8	2	30	1	5	1	2	2			1		
Kolblei	0	1	1												1						
Kopvoorn	22	119	141		1		1		2	17	51	3	10	1	20	1	15		18		1
Kwabaal	1	2	3								1				1	1					
Muskusrat	1	0	1																		1
Pos	0	1	1										1								
Rietvoorn	0	1	1														1				
Riviergrondel	2	55	57			1	1		26		19		5				2		2	1	
Rivierkreeft	1	1	2												1			1			
Rivierprik	0	1	1								1										
Snoek	1	12	13	1			2		7						2		1				
Snoekbaars	0	1	1												1						
Visbroed	0	4	4																4		
Zeelt	0	1	1										1								
Zonnebaars	1	56	57		1				3		18	1	26		5		1		2		
Totaal	73	474	547	1	2	1	33	0	94	23	161	12	57	3	39	13	26	16	35	4	27



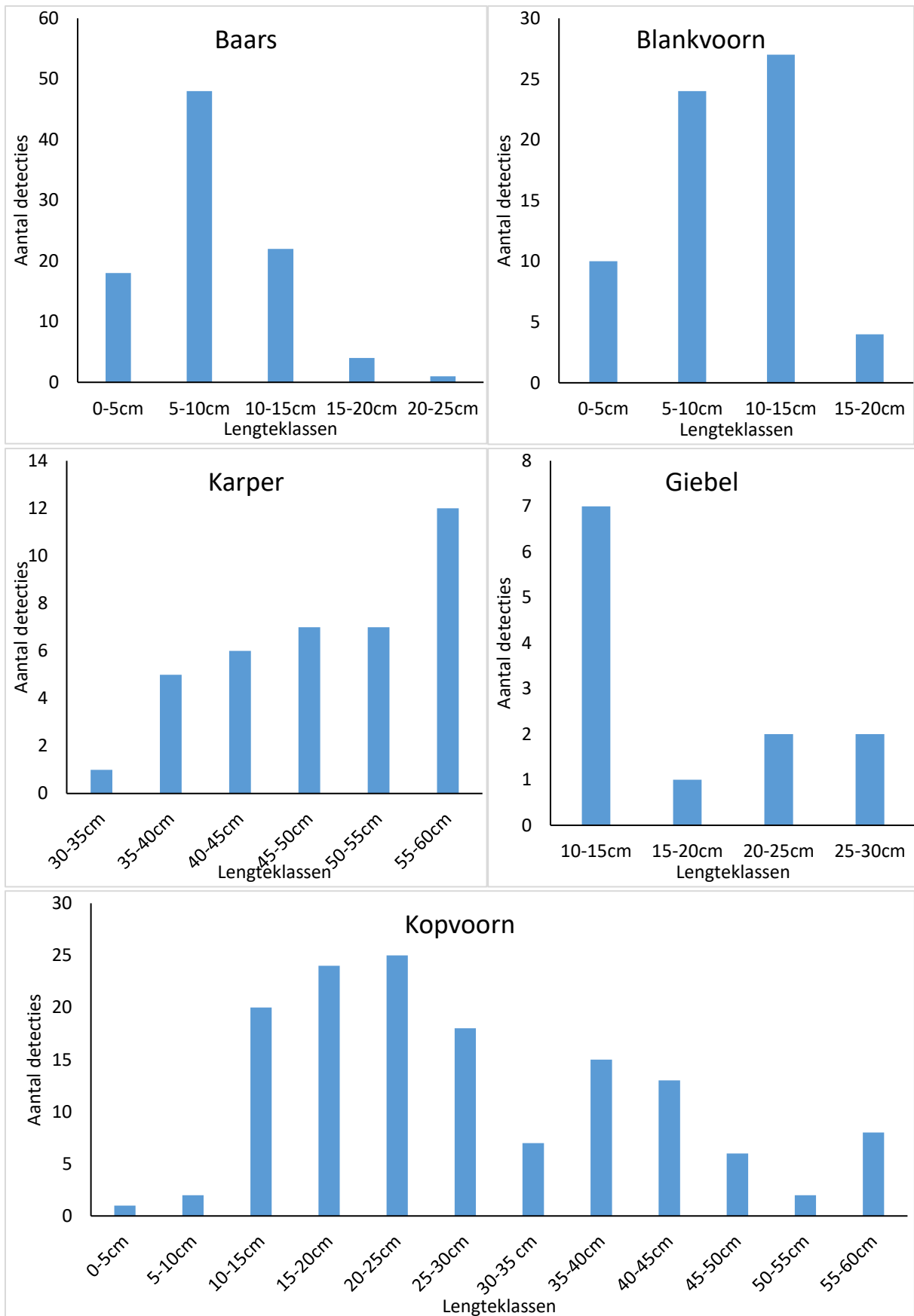
Figuur 18: Aantal detecties in linkse en rechtse richting per soort over de hele periode. Zie ook Tabel 2. Sectie in de rode kader is uitvergroot te zien in Figuur 19.



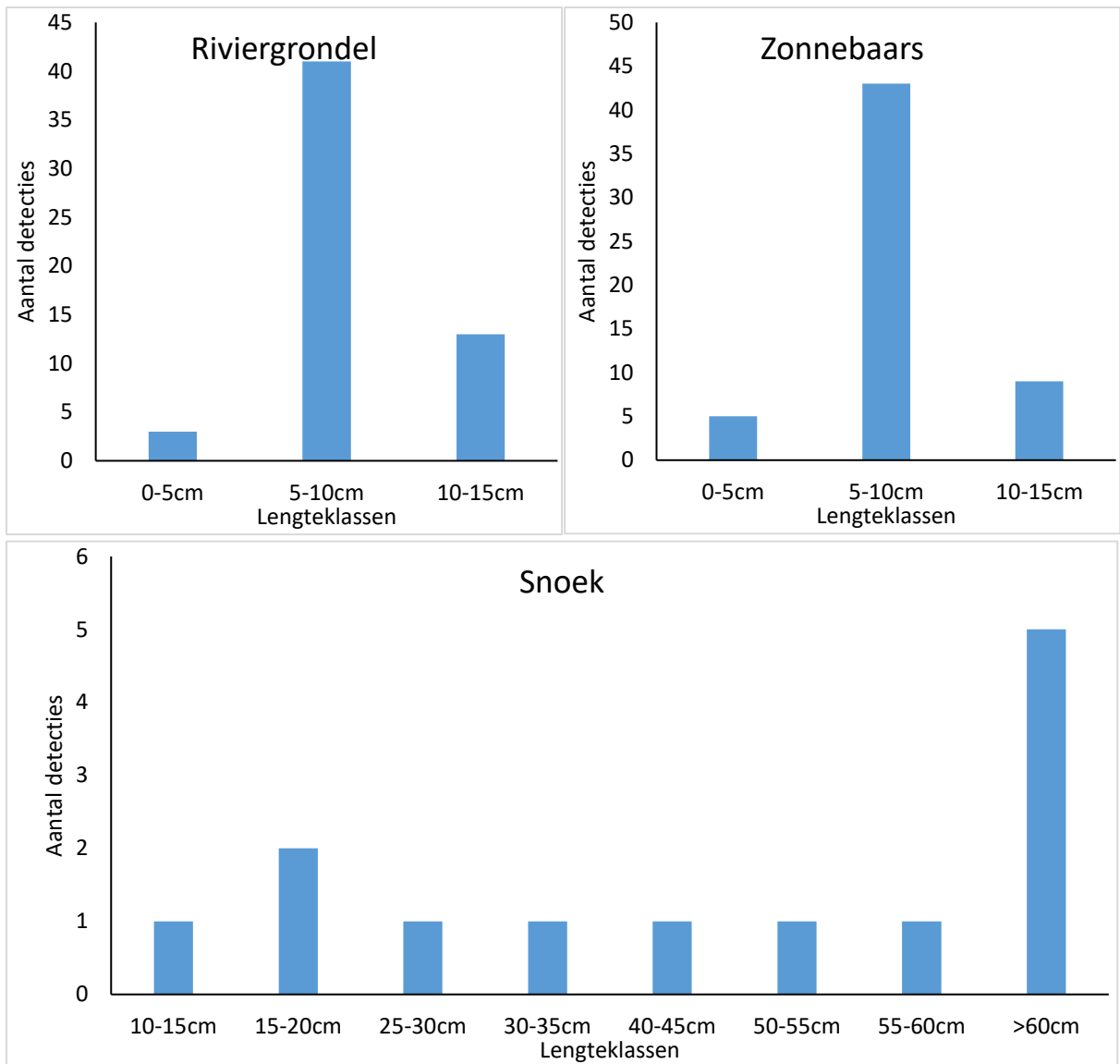
Figuur 19: Detail van Figuur 18 (het deel in de rode kader). Aantal detecties in linkse en rechtse richting per soort over de hele periode met y-as afgetopt op aantal=30.



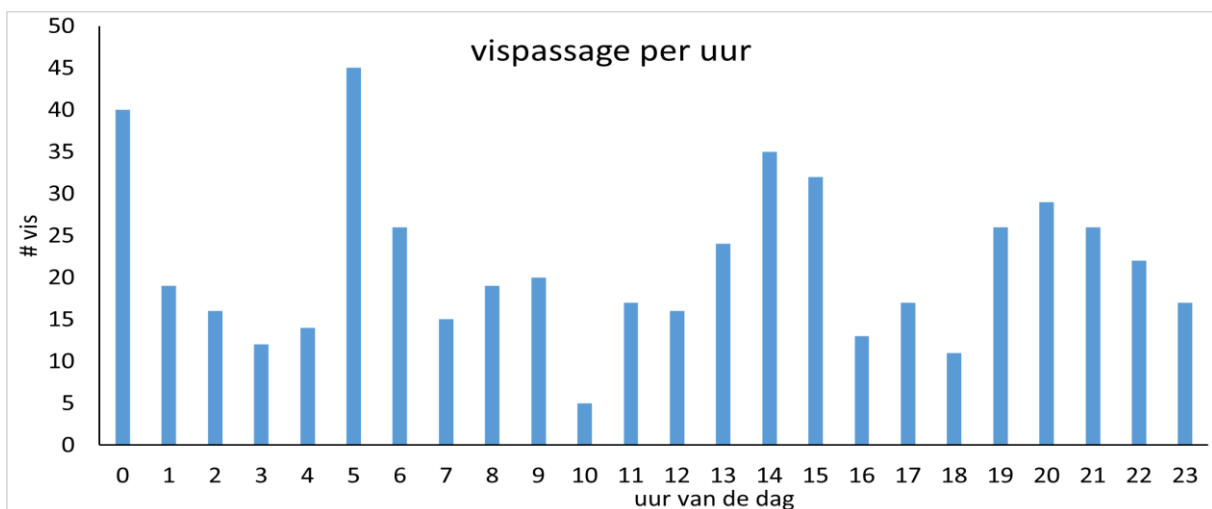
Figuur 20: Aantal detecties voor de 6 vaakst voorkomende soorten, weergegeven per week.



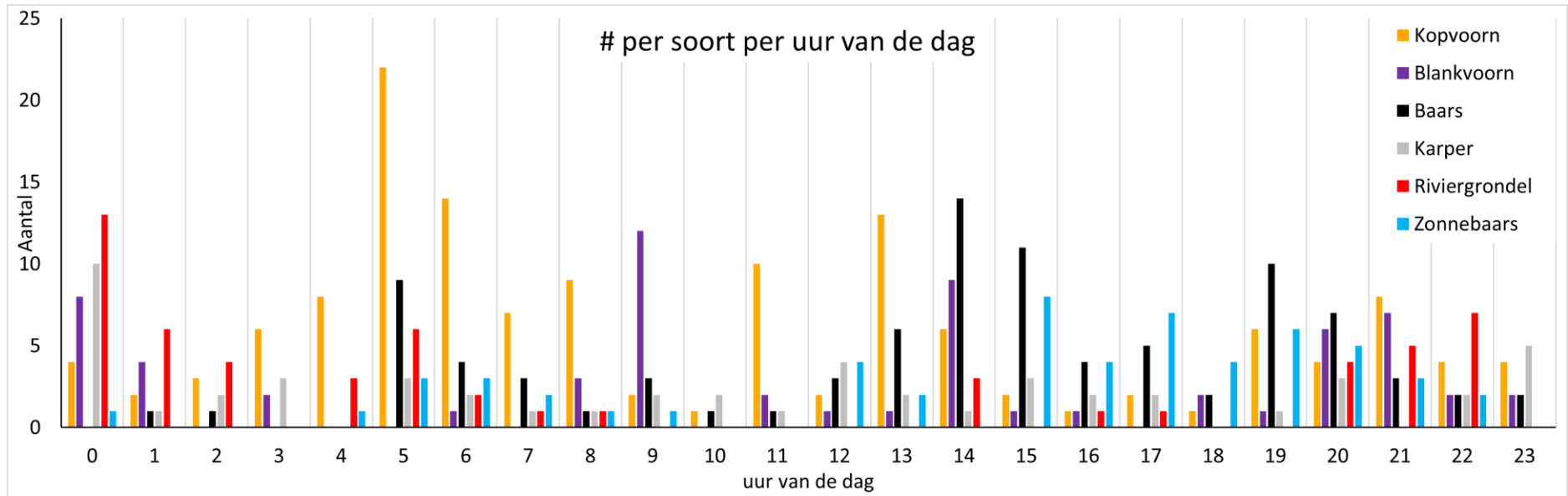
Figuur 21: Lengteklasseverdeling en frequentie van de geregistreerde individuen van de meest voorkomende soorten gedurende het monitoringsonderzoek met behulp van een camera in 2023. DEEL 1 – Deel 2 in Figuur 22. Let op de verschillende schaal in de respectievelijke grafieken.



Figuur 22: Lengteklasseverdeling en frequentie van de geregistreerde individuen van de meest voorkomende soorten gedurende het monitoringsonderzoek met behulp van een camera in 2023. DEEL 2 – Deel 1 in Figuur 21. Let op de verschillende schaal in de respectievelijke grafieken.



Figuur 23: Aantal detecties per uur van de dag over de volledige periode van het onderzoek.



Figuur 24: Aantal detecties per uur van de dag over de hele duurtijd van het onderzoek voor de 6 vaakst voorkomende vissoorten.

Stroomsnelheid ter hoogte van de cameratunnel

Bij de eerste opmeting van de stroomsnelheid op 9 maart 2023 werd enkel aan de instroomopening van de tunnel gemeten (locaties 3.a, 3.b en 3.c) en circa 20cm centraal voor de instroomopening (locatie 4.b)(Tabel 3, Figuur 11). Hier werden enkel relatief lage stroomsnelheden tussen 0.032 en 0.438 m/s gemeten. Ook bij latere meetmomenten bleek de snelheid aan de instroomopening van de tunnel geen probleem te vormen. Daarom werd de focus van de stroomsnelheidsmetingen verlegd naar de uitstroomopening van de tunnel.

Aan de instroomopening van de tunnel, locatie 3, werd nooit een stroomsnelheid hoger dan 0.374 m/s gemeten en circa 20cm stroomop van de instroomopening (locatie 4.b) was 0.438 m/s de hoogste gemeten stroomsnelheid.

Wanneer opstuwning veroorzaakt werd door het verstopt geraken van de gaaspanelen, overschreed de stroomsnelheid de kritische waarde van 0.8m/s (Baeyens et al., 2017) aan de uitstroomopening van de tunnel (locatie 2, Figuur 11). Op 13 april werd een overschrijding gemeten bij 6 van de 10 metingen aan de uitstroomopening (locatie 2.a, 2.b en 2.c) vóór het reinigen van de panelen. Na reinigen van de panelen en bijgevolg quasi volledig verdwijnen van de opstuwning werden stroomsnelheden gemeten tussen 0.396 en 0.409 m/s. Na de verlaging van de zijpanelen (zie ook hoofdstuk “Optimalisatie”) werd er circa 6 weken lang geen problemen meer vastgesteld met de stroomsnelheden. Visueel zag men een gelijkmatige, vlakke stroming, zowel tijdens onderhoudsmomenten als in de video-opnames. Door het zakken van de algemene waterstand begin juni kregen de verlaagde zijpanelen opnieuw een licht opstuwend effect waarbij aan de panelen een verval van circa 10cm ontstond. Op 7 juni werd daarom opnieuw de stroomsnelheid gemeten. Slechts 1 van de 9 metingen op locatie 2 overschreed toen de kritische waarde wat nog steeds wijst op een betere toestand dan voor de aanpassing aan de panelen. Na reinigen van de panelen (7 juni 2023) werden stroomsnelheden tussen 0.229 en 0.369 m/s gemeten aan de uitstroomopening. Bij een volgende onderhoud werden de gaaspanelen verder verlaagd om het gedaalde waterpeil te volgen en opnieuw een gelijkmatige stroming te verzekeren.

Tabel 3: Stroomsnelheden gemeten aan de opstelling te Geel. Grijs tekst: meting kon niet correct uitgevoerd worden waardoor de weergegeven waarde een onderschatting is. Oranje gearceerde vakken: metingen gedaan vóór reinigen van de zijpanelen en dus met de hoogste stroomsnelheden. Blauw gearceerde vakken: metingen na reinigen van de zijpanelen. Waarden hoger dan 0.8m/s worden op basis van Baeyens et al. (2017 als kritisch beschouwd en staan vetgedrukt.

Datum	Locatie	Diepte (m)	Snelheid (m/s)	Opmerking
9 maart 2023	3.a	0.200	0.21	Vóór reinigen zijpanelen → hoogste stroming INSTROOMOPENING (SO)
	3.b	0.373	0.196	
	3.b	0.376	0.268	
	3.b	0.350	0.254	
	3.b	0.340	0.293	
	3.b	0.330	0.227	
	3.b	0.320	0.298	
	3.b	0.310	0.305	

	3.b	0.261	0.303	
	3.b	0.210	0.329	
	3.b	0.160	0.344	
	3.b	0.110	0.318	
	3.b	0.050	0.233	
	3.c	0.248	0.374	
	4.b	0.360	0.032	
	4.b	0.300	0.3	
	4.b	0.255	0.438	
	4.b	0.200	0.409	
	4.b	0.150	0.331	
	4.b	0.100	0.329	
	4.b	0.050	0.38	
	4.b	0.037	0.069	
	0.b	0.150	1.241	
	2.a	0.280	0.130	
	2.a	0.100	1.083	
	2.a	0.000	0.703	
	2.b	0.000	0.647	
	2.b	0.050	1.129	
	2.b	0.150	0.896	
	2.c	0.150	0.606	
	2.c	0.080	0.925	
	2.c	0	1.146	
	2.b	0.070	0.989	
	3.a	0.330	0.240	
	3.b	0.332	0.264	
	3.b	0.070	0.318	
	3.c	0.325	0.189	
13 april 2023	2.a	0.228	0.406	Vóór reinigen zijpanelen → hoogste stroming UITSTROOM (SA)

13 april 2023	2.b	0.233	0.401	Ná reinigen zijpanelen UITSTROOM (SA)
	2.b	0.248	0.396	
	2.b	0.070	0.409	
	2.c	0.020	0.396	
7 juni 2023	2.a	0.226	0.269	Vóór reinigen zijpanelen → hoogste stroming UITSTROOM (SA)
	2.a	0.1	0.800	
	2.a	0.02	0.717	
	2.b	0.025	0.355	
	2.b	0.085	0.793	
	2.b	0.221	0.701	
	2.c	0.219	0.731	
	2.c	0.096	1.043	
	2.c	0.018	0.719	
7 juni 2023	2.a	0.053	0.229	Ná reinigen zijpanelen. UITSTROOM (SA)
	2.a	0.107	0.281	
	2.a	0.211	0.262	
	2.b	0.213	0.292	
	2.b	0.109	0.354	
	2.b	0.025	0.309	
	2.c	0.026	0.36	
	2.c	0.096	0.366	
	2.c	0.14	0.297	

Watertemperatuur en waterstand

In deze sectie zullen slechts 2 grafieken besproken worden. De overige grafieken op basis van de diverdata en peilmetingen zijn te vinden in Appendix 5.

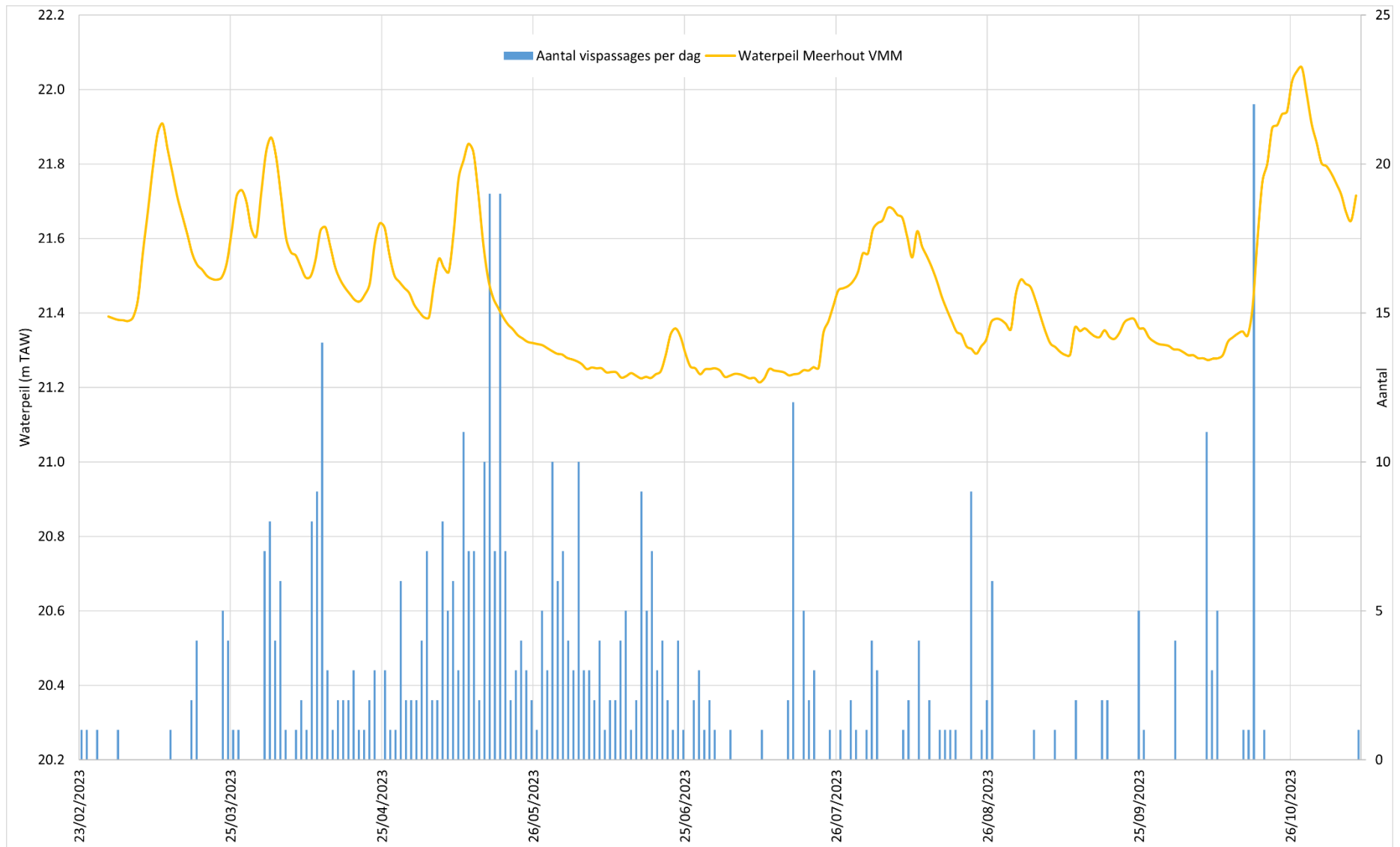
Figuur 25 toont de fluctuaties van het waterpeil in de Grote Nete (data VMM station Meerhout, eigen metingen in Appendix 5) en het aantal vispassages per dag. Figuur 26 toont dan weer de watertemperatuur met duidelijke diurnale schommelingen, de cumulatieve neerslag en het aantal vispassages per dag. Hieruit lijkt dat watertemperatuur een rol speelt als stimulans voor vismigratie. Om dit verder te onderzoeken werd het daggemiddelde berekend van de watertemperatuur. Vanaf 1 mei 2023 (begin week 18) tot 15 oktober 2023 (week 41) bleef het daggemiddelde boven de 13°C. Op 8 mei 2023 (week 19) werd de kaap van 15°C (daggemiddelde) voor het eerst overschreden en vanaf

21 mei 2023 (eind week 20) tot 23 september 2023 (week 38) bleef de daggemiddelde watertemperatuur boven de 15°C. Er is geen duidelijke link te zien tussen neerslaghoeveelheden of waterpeil en het aantal passerende vissen.

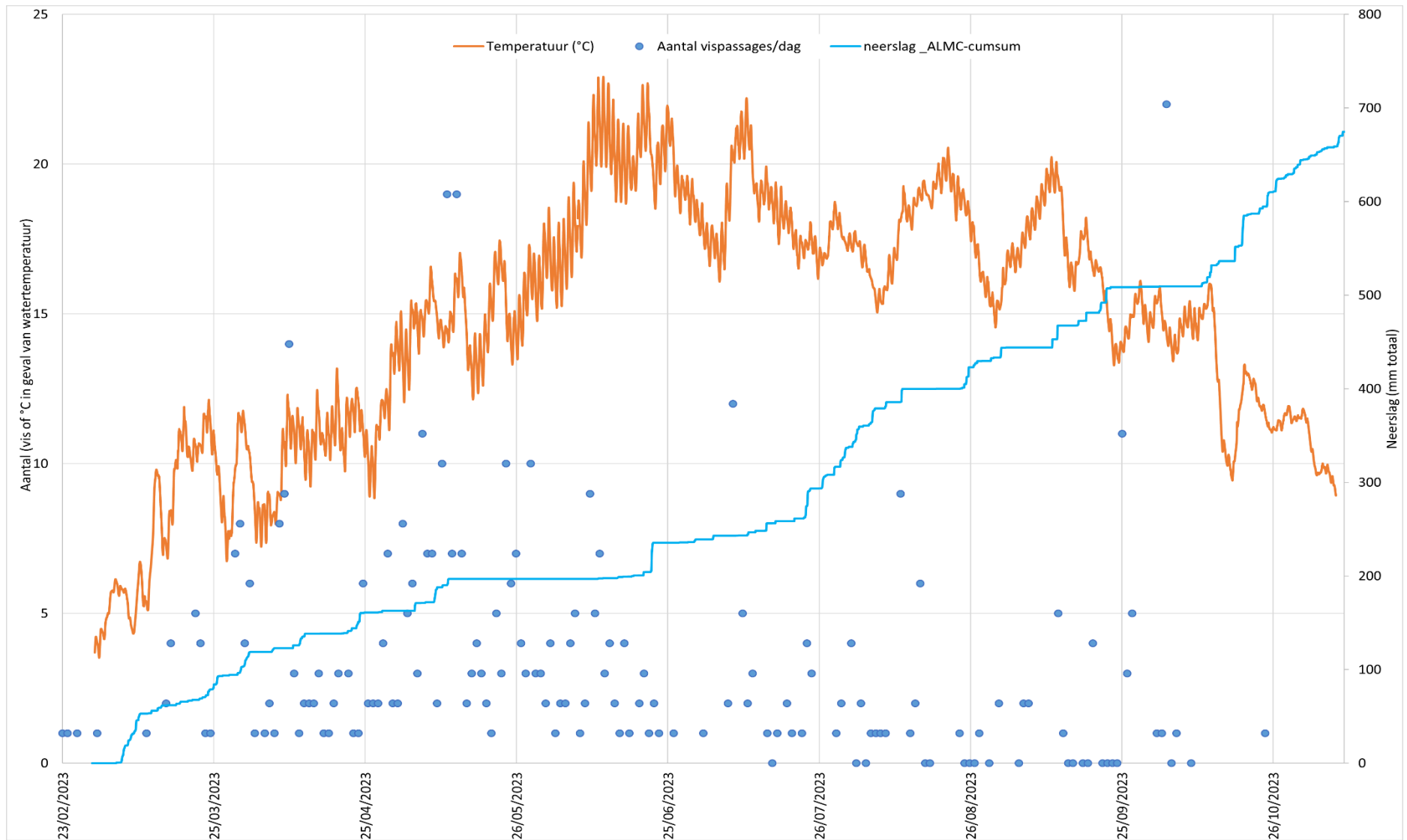
Deze correlatie tussen aantal migraties en watertemperatuur (daggemiddelde) werd niet bevestigd door statistische testen. Er werd geen statistisch significante ($p \leq 0.05$) correlatie gevonden tussen watertemperatuur (daggemiddelde) of hoeveelheid neerslag (dagtotaal) en het aantal vissen dat die dag migreerde. (Getest in R met Spearman correlatie en $N=246$.) Hierbij werd de volledige datareeks getest. Er werd geopteerd om de data niet op te delen (bv. per seizoen) om manipulatie te vermijden.

Bij de start van de monitoring lag de watertemperatuur rond de 3.5°C en was er zeer weinig migratie. De hoogst gemeten watertemperatuur tijdens het onderzoek was 22.9°C op 12 juni 2023. Op 2 mei 2023 komt de watertemperatuur voor een eerste maal op het warmste moment boven de 15°C. Vanaf 27 juni tot 23 september 2023 ligt de watertemperatuur quasi de hele tijd boven de 15°C. Op het eind van de monitoring bedroeg de watertemperatuur slechts 8.9°C.

De data van de waterhoogte (Figuur 36 en Figuur 38 in Appendix 5) geeft aan dat de constructie in de beginperiode van het onderzoek telkens geleidelijk aan voor een opstuwning zorgde. Dit leidde immers tot een daling in het waterpeil aan stroomafwaartse zijde van de brug waar de diver hing. Wanneer bij een onderhoud de gaspanelen dan werden geopend en schoongemaakt, is een plotse stijging in het waterpeil dan ook te zien in de meetreeks als een scherpe piek. De data (en visuele observaties) ondersteunen ook de stelling dat het verlagen van de zijpanelen dit probleem grotendeels verhelpt (zie hoofdstuk "Optimalisatie").



Figuur 25: Aantal vispassages/dag (alle datums, ook deze waarin geen vis geregistreerd werd) (secundaire Y-as) en waterpeil fluctuaties in het VMM meetstation te Meerhout (primaire Y-as)



Figuur 26: Temperatuur (oranje lijn, °C) in de vistrap, aantal vissen door de tunnel (blauwe bol) (beiden primaire Y-as) en cumulatieve neerslag (blauwe lijn, totaal aantal mm, secundaire Y-as). Wanneer géén blauwe bol op 0 staat, werd die dag geen enkele passage vastgelegd. Op dagen met een blauwe bol op 0, werd geen vis, maar wel (een) ander(e) dier(en) geregistreerd.

6. Discussie

Tijdens het cameraonderzoek in 2023 werden 547 succesvolle passages geregistreerd waarvan 516 vissen (incl. rivierprik). Die 516 succesvolle vispassages omvatten 19 verschillende soorten. Sommigen kwamen slechts één (bv. paling, rivierprik, snoekbaars, zeelt,...) of enkele (bv. kwabaal, Figuur 27) keren voor, terwijl andere soorten vaak passeerden (bv. baars, blankvoorn, kopvoorn,...). Deze hoge soortenrijkdom versterkt het beeld van de hoge biodiversiteit dat uit vorig onderzoek kwam (Boets et al., 2022). Tijdens vorig (2021-2022) en huidig onderzoek (2023) samen werden 26 verschillende vissoorten (rondbekken incl.) aangetroffen in de vispassage. Deze hoge soortenrijkdom en toch relatief lage densiteit is kenmerkend voor dergelijke waterlopen (zie verder). Tabel 4 geeft een overzicht van historische visdata in de buurt van de vispassage (INBO) en in de vispassage zelf die door het PCM werd onderzocht (elektrisch onderzoek in 2021 en 2022 (Nervo et al., 2021 en 2022) en fuikonderzoek in 2022 (Boets et al., 2022)).

Op basis van de onderzoeken die het PCM in 2021 (EF, Nervo et al., 2021), 2022 (EF, Nervo et al., 2022 en fuik, Boets et al., 2022) en 2023 (camerasysteem) uitvoerde, kan men stellen dat de vispassage voor minstens 24 vissoorten passeerbaar is en door nog minstens 2 bijkomende soorten (beekprik en winde) gebruikt wordt als habitat (Tabel 4). Op basis van de vismigratieonderzoeken (Boets et al., 2022 + voorliggend onderzoek) gebruiken dus 24 van de 26 aanwezige soorten (92.3%) de vistrap om stroomop te geraken. Als we ook soorten meetellen die INBO in de buurt waarnam, maar nog niet in de vispassage zelf zijn gevonden (zie verder), gaat het om 89% van de aanwezige vissoorten. Dit ligt in lijn met de bevindingen van Panagiotopoulos (2024) die vond dat 92% van inheemse vissoorten die in de buurt van Nederlandse vistrappen voorkwamen, de vistrappen ook werkelijk gebruikten voor migraties.



Figuur 27: Kwabaal geregistreerd op 13 juli 2023 om 2u53.

Twee soorten die de camera detecteerde, waren nog niet eerder in deze zone gezien (Tabel 4): Europese meerval (Figuur 28) en rivierprik. Bij eerder onderzoek door INBO werden deze soorten wel al elders in de Grote Nete aangetroffen. INBO trof in september 2023 voor het eerst een Europese

meerval aan in de Grote Nete in Geel. In oktober 2023 werd de soort ook in Hulsthout en Westerlo op de Grote Nete waargenomen (vis.inbo.be). Rivierprik werd door INBO enkel nog maar in 2014 waargenomen op de Grote Nete in Westerlo. Universiteit Antwerpen zou bij een recente monitoringscampagne voor Chinese wolhandkrab aan het Zammelsbroek accidenteel een rivierprik gevangen hebben (pers. comm. Rudi Yseboodt, ANB). Dat deze soorten in het huidige onderzoek werden gedetecteerd draagt bij aan de meerwaarde van de gebruikte methode. Een langere monitoringsperiode biedt immers meer kansen om (relatief) zeldzame soorten waar te nemen (Panagiotopoulos et al., 2024) (zie ook verder).



Figuur 28: (Jonge) Europese meerval, geregistreerd op 14 augustus 2023 om 23u29.

Andere soorten zoals brasem en snoekbaars werden eerder waargenomen in naburige onderzoeken op de Grote Nete, maar werden nog niet eerder aangetroffen in de vispassage (Tabel 4, Boets et al., 2022, Nervo et al., 2021 en Nervo et al. 2022). Met Europese meerval, rivierprik, brasem en snoekbaars, detecteerde het camerasysteem dus vier soorten die met het fuikonderzoek in 2022 (Boets et al., 2022) niet gevangen werden.

Daarnaast leert de vergelijking met het fuikonderzoek van vorig jaar ons ook dat een aantal soorten uitblinken in afwezigheid in de detecties. Minder goede zwemmers zoals bittervoorn en biermpje werden in 2023 niet opgemerkt met het cameraonderzoek. Ook blauwbandgrondel, kleine modderkruiper en serpeling werden in tegenstelling tot het fuikenonderzoek in 2023 niet waargenomen. Boets et al. (2022) toonde reeds aan dat bovengenoemde soorten de vispassage kunnen gebruiken om zich stroomopwaarts te verplaatsen. De afwezigheid van bovengenoemde soorten is wellicht grotendeels toe te wijzen aan de verderop beschreven problemen met opstuwning, turbulentie en (tijdelijk) hoge stroomsnelheden in de cameraatunnel die vooral in het begin van het onderzoek voorkwamen. Zoals verderop in de tekst uitgebreider aan bod zal komen, waren er wel (minstens wekelijks) tijdsvensters waarin er geen sprake was van verhoogde stroomsnelheid en/of turbulentie. Daarnaast is serpeling een stroomminnende soort die hier waarschijnlijk minder hinder van ondervindt. Er dient dan ook opgemerkt te worden dat het in troebelere omstandigheden moeilijk is om serpeling van blankvoorn te onderscheiden op camerabeelden. Er bestaat dan ook een kans dat

een enkele serpeling die passeerde tijdens troebele omstandigheden foutief ingedeeld zou zijn. Bij helder water is het onderscheid tussen serpeling en blankvoorn wel eenvoudig te maken, o.a. op basis van de oranje iris bij blankvoorn (pers. comm. Martin Kroes, KBTS). Serpeling kwam in het vorige onderzoek (fuik, Boets et al., 2022) slechts in lage aantallen voor dus in dat opzicht is de afwezigheid in 2023 niet vreemd.

Wat betreft bierpje en kleine modderkruiper, is het mogelijk dat het laatste stuk van de vispassage deze soorten afschrikt. Dit laatste stuk bestaat immers uit de betonnen bodemplaat van de brug. Vissen moeten hier circa 4 tot 6 meter in relatief ondiep water over deze betonnen plaat zwemmen zonder structurelementen. Pas daarna kunnen de vissen zich aanbieden aan de camerabox (of fuik). Ook na de camerabox loopt de betonnen bodemplaat nog ruim 2 meter verder. Het lijkt dan ook aangewezen om met behulp van een aantal stortstenen de betonnen plaat onder de brug te verruwen. Deze betonnen bodemplaat lijkt (aan de instroom van de vispassage) daarenboven iets hoger te liggen dan de rivierbedding dan de Grote Nete. Dit draagt mee bij aan de lage waterstand over de betonnen bodemplaat en de debietsverdeling over de vispassage en de stuw. Deze lage waterstand leverde tijdens dit onderzoek een aantal problemen op die verderop besproken zullen worden.

Net zoals in 2022 (Boets et al., 2022) werd heel wat zonnebaars geregistreerd. Slechts 1 zonnebaars migreerde stroomafwaarts, terwijl er 56 in stroomopwaartse richting gedetecteerd werden. Dit versterkt het vermoeden (Boets et al., 2022) dat deze soort toch meer migreert in de Grote Nete dan wat op basis van de literatuur verwacht zou worden. Tomeček et al. (2007) schrijft immers dat de soort over het algemeen weinig migratiegedrag vertoont, maar dat grotere individuen soms wel migreren.

Tabel 4: Historische data uit afvissingen van het INBO (nabijgelegen punten, zie ook Figuur 1.) en PCM (vismigratiemeander uitgedrukt in CPUE (aantal/100m). Voor het onderzoek met fuik en camera werd enkel aanwezigheid (X) weergegeven aangezien geen vergelijking met de CPUE van elektrisch onderzoek mogelijk is. INBO data verkregen via databank Vis Informatie Systeem (vis.inbo.be). "EF"= Electrisch gevist. Loc.1: Scherpenbergenloop nabij monding in Grote Nete ("SH13kwab_Scherp") Loc.2: Scherpenbergenloop nabij monding in Grote Nete ("Wildersedijk SO brug"). Loc.3: "200m SA monding Molse Nete". Loc.4: Net SA stuw Malesbroek, "Malesbroek". Loc.5 Molse Nete "t.h.v. Molseweg", ±3 km stroomop van monding. Merk op; Locaties INBO verschillen van degene die gebruikt werden in Boets et al. (2022).

Soort	Loc.1	Loc.2	Loc.3		Loc.4	Loc.5	(vismigratie-)Meander Malesbroek			
	EF						EF		Fuik	Camera
	Wanneer	2013	2021	2017	2020	2020	2018	2021	2022	2022
	INBO						PCM			
baars	0.33	4.00	9.50	2.50	7.00	3.00	8.3	0.95	X	X
beekprik	-	-	-	0.50	13.00	-	-	8.25		
bierpje	-	-	0.50	1.50	-	-	21.0	24.13	X	
bittervoorn	-	-	-	-	-	-	1.3	0.32	X	
blankvoorn	0.33	3.00	2.00	3.00	57.00	5.00	19.4	5.71	X	X
Blauwband-grondel	0.33	4.00	-	-	-	-	22.9	0.32	X	
brasem	-	1.00	-	-	3.00	-	-	-		X
bruine Am. dwergmeerval	0.33	-	-	0.50	-	1.00	0.3	-	X	X
Chinese wolhandkrab	-	1.00	5.50	-	-	1.00	-	-	X	X
Europ. meerval	-	-	-	-	-	-	-	-		X

Giebel	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
karper	0.33	-	-	-	-	-	-	-	X	X
Kleine modderkruiper	0.67	1.00	-	0.50	3.00	5.00	1.6	2.54	X	
kolblei	-	-	-	0.50	-	-	-	-	X	X
kopvoorn	-	-	2.50	2.50	8.00	-	44.8	22.86	X	X
kwabaal	-	-	-	3.00	3.00	4.00	5.4	9.52	X	X
paling	-	-	3.00	2.00	5.00	3.00	3.2	0.63	X	X
pos	-	-	-	-	1.00	-	-	-	X	X
rietvoorn	-	-	-	-	4.00	-	-	-	X	X
riviergrondel	0.33	105.00	35.5	2.00	54.00	4.00	138.1	102.54	X	X
<i>rivierkreeft</i>	-	1.00	-	2.00	8.00	-	-	-		X
rivierprik	-	-	-	-	-	-	-	-		X
serpeling	-	-	-	-	1.00	-	0.3	-	X	
snoek	0.33	9.00	2.00	2.00	8.00	4.00	4.8	0.63	X	X
snoekbaars	-	1.00	0.50	-	-	-	-	-		X
vetje	-	-	-	-	1.00	-	-	-		
winde	-	-	-	-	-	-	-	0.32		
zeelt	0.33	-	-	-	1.00	1.00	-	-	X	X
zonnebaars	-	2.00	0.50	1.5	25.00	4.00	8.3	6.35	X	X
Totaal#/100m	3.31	132.0	61.5	22.0	202.0	35.0	279	185.08	/	/
#vissoorten +...	9	8+2	9+1	13+1	16+1	10+1	14	14	20+1	19+2

Opvallend is dat snoek, een soort waarvan bekend is dat ze fuiken gaan vermijden (zie "*Inleiding*") in verhouding tot vorig jaar veel meer werd waargenomen en dit terwijl het totale aantal vissen wel lager lag. Dit toont een meerwaarde aan van onderzoek met camera in plaats van fuiken. Boets et al. (2022) ving 2 maal een snoek in het fuikonderzoek. Nu werd snoek 13 maal gedetecteerd waarbij het vaak ging om grote individuen. Op 8 april (om 11u37) werden 2 grote snoeken (groter dan 60cm) gefilmd die samen (de één vlak na de ander) door de cameratunnel zwommen om stroomop te migreren (één ervan is zichtbaar in Figuur 29). Een fenomeen dat wel vaker door KBTS werd vastgelegd op camera bij verscheidene onderzoeken (pers. comm. Jeffrey Brugman, KBTS).



Figuur 29: Grote snoek in de cameratunnel op 8 april 2023 om 11u38. Het dier is langer dan de tunnel zelf en gaat stroomopwaarts.

Vetje werd door INBO (vis.inbo.be) in 2023 waargenomen net stroomaf de stuw aan het Malesbroek en dus ook net stroomaf van de vispassage, maar werd nog niet in de vispassage zelf aangetroffen (noch met EF, noch met fuik, noch met camera). Rivierdonderpad, één van de doelsoorten waarvoor leefgebied hersteld wordt, werd vooralsnog niet waargenomen ter hoogte van de vispassage. Het voorkomen van deze soort lijkt de laatste 15 jaar gestaag uit te breiden vanuit de Kleine Nete richting de Grote Nete. Vooralsnog werden geen waarnemingen van de soort gedaan op de Grote Nete stroomop van de monding van de Grote Laak (te Zammel, Geel) (pers. comm. Rudi Yseboodt – ANB – visserijbioloog). Dit laat vermoeden dat de duiker die de Grote Nete onder het Albertkanaal leidt een knelpunt kan zijn voor de migratie van rivierdonderpad.

Behalve vissen werden ook Chinese wolhandkrabben en uitheemse rivierkreeften aangetroffen. De detecties van de krabben komen overeen met wat uit de literatuur verwacht kan worden: namelijk een stroomafwaartse trek in de late zomer en het najaar. Dan trekken volwassen individuen van de Chinese wolhandkrab immers zeewaarts om zich voort te planten (www.ecopedia.be). De rivierkreeft kon op basis van de videobeelden niet tot op soortniveau gedetermineerd worden, maar op basis van historische data lijkt de kans groot dat het om de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft gaat. Ook werden een kikker en een muskusrat gedetecteerd. Deze detecties zetten een bijkomend voordeel van de methode in het licht: amfibieën kunnen (net zoals de vissen) de opstelling voorbij zwemmen zonder vast te komen zitten in een fuik. In het geval van amfibieën zou dit immers tot een verdrinkingsdood leiden. In het geval van de muskusrat bestaat er nog een kans zijn dat deze een gat bijt in het fuiknet om te kunnen ontsnappen, maar ook hierbij is er verdrinkingsgevaar. Het PCM had in haar eerdere pilootproject aan de Boembekemolen in Zwalm ook meermaals een meerkoet die door de cameratunnel zwom (Zoeter Vanpoucke et al., 2020). De cameraopstelling zat toen volledig onder water en de meerkoet had dus gedoken om erdoorheen te kunnen zwemmen.

Onderzoek met behulp van een camera is semi-kwantitatief. Dit houdt in dat eenzelfde individu meermaals aan de camera kan passeren en zo meermaals geregistreerd en geteld. Met andere

woorden, de methode maakt geen onderscheid tussen individuele vissen binnen eenzelfde soort en lengteklasse. Daarvoor zijn er bij vissen onvoldoende karakteristieke uitwendig zichtbare kenmerken aanwezig om verschillende individuen binnen dezelfde soort en lengteklasse van elkaar te kunnen onderscheiden. In uitzonderlijke gevallen kan dit wel door bijvoorbeeld een aantal ontbrekende schubben of littekenen, of het schubpatroon bij bijvoorbeeld een spiegelkarper, maar hier werd in deze methode dus geen rekening mee gehouden. Het is dus goed mogelijk en zelfs zeer waarschijnlijk, dat enkele vissen meermaals gedetecteerd werden door het systeem in zowel stroomop- als stroomafwaartse richting of (zie ook verder) meermaals in stroomopwaartse richting. Fuikonderzoek is daarentegen wel kwantitatief daar een vis tijdens 1 vangstperiode slechts 1 maal in de fuik kan zwemmen en daar dan vast zit tot deze door de onderzoekers wordt vrijgelaten. Tijdens een volgende vangstinspanning kan eenzelfde vis wel opnieuw gevangen worden. Daarnaast werd ook al aangehaald dat zichtbare fuiken een afschrikkend effect kunnen hebben op vissen (zie *“Inleiding”*).

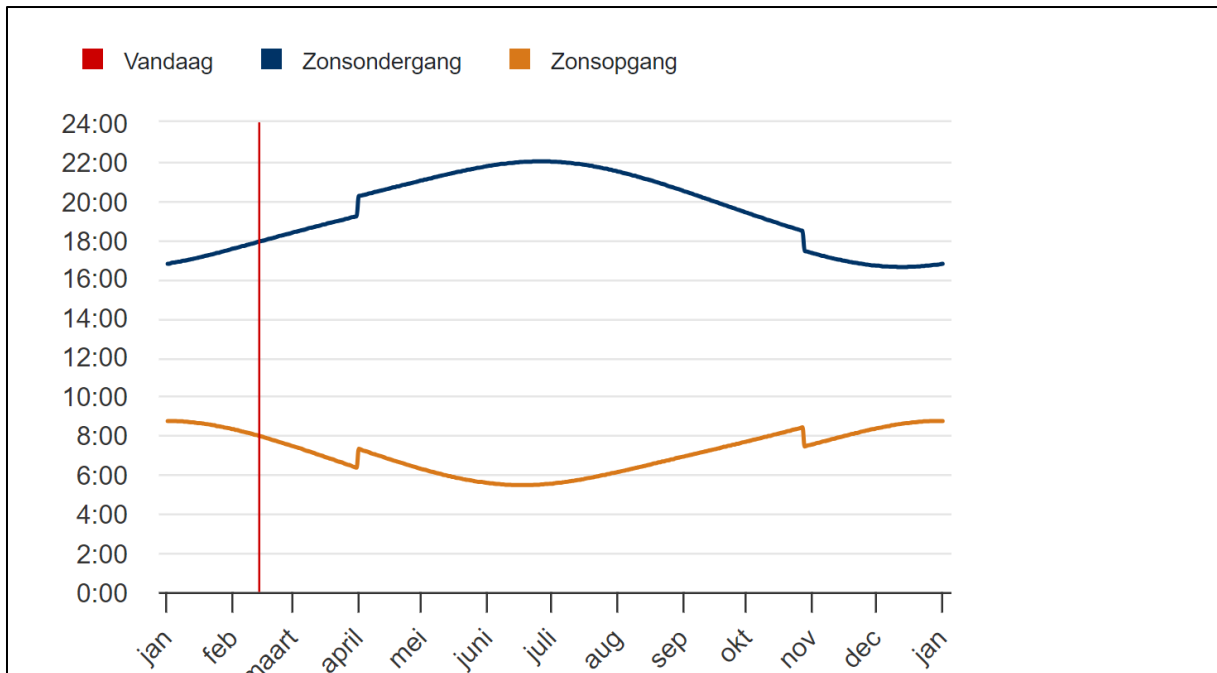
Als gevolg van het semi-kwantitatieve aspect van deze onderzoeksvorm én het feit dat de vissen niet gewogen worden, kunnen slechts weinig uitspraken gedaan worden over de aanwezige biomassa. Beoordeling van de biomassa behoort dan ook niet tot de doelstellingen van deze methode. Gezien de abundantie van kopvoorn en de aanwezigheid van een aantal grotere exemplaren in deze populatie kunnen we veronderstellen dat deze een belangrijk deel van de biomassa uitmaakt. Toch is het plausibel dat snoek, door de aanwezigheid van enkele grote exemplaren waaronder 5 individuen langer dan 60cm (Figuur 29) en karper (19 stuks groter geschat dan 50cm) het grootste deel van de biomassa vormen van de geregistreerde passages. De indeling in lengteklassen is op dit moment nog niet nauwkeurig genoeg om op basis van lengte-gewichtsrelaties een inschatting te maken van de biomassa (zie ook verder).

Uit de data blijkt dat het meermaals registreren van eenzelfde individu slechts een beperkt aantal keren kan voorgevallen zijn. Globaal gezien werd tijdens de monitoringsperiode immers veel meer stroomopwaartse migratie (471 vissen) waargenomen dan stroomafwaartse migratie (45 vissen). De verklaring voor deze ogenschijnlijke discrepantie in de cijfers ligt waarschijnlijk in de verdeling van het debiet over de stuw en de vispassage. Hoewel het oorspronkelijke plan was om de waterloop volledig door de vispassage te sturen en slechts sporadisch bij extreem hoge waterstanden te laten overstorten over de stuw, is dit in de praktijk anders. Quasi jaarrond gaat er ook een deel van het debiet over de stuw. Enkel bij langdurige droge periodes en bijgevolg verlaagde waterstand gaat het volledige debiet door de vispassage. Vissen die zich stroomaf laten meedrijven of stroomaf zwemmen, kunnen dus gemakkelijk voorbij de instroomopening van de vispassage afdrijven tot zij aan de stuw komen. Het is dan ook waarschijnlijk dat een deel van de stroomafwaartse migratie over de stuw heen gebeurt.

Tijdens de stuurgroep (februari 2024) werd door één van de leden meegegeven ook bij de vispassage aan de Meerhoutse weg (verder stroomop op de Grote Nete) niet het ganse debiet over de vispassage gaat. Daar is het zelfs in die mate dat de vispassage te weinig doorstroming heeft en deels aan het verlanden is. Voorlopig lijkt hier in het Malesbroek geen risico op. Wel is de stroomafwaartse paairiffel al verdwenen onder een sedimentlaag (Boets et al., 2022) en is het aangewezen de evolutie van de stroomopwaartse paairiffel op te volgen zodat tijdig kan ingegrepen worden moest ook deze onder sediment bedolven geraken.

Watertemperatuur lijkt op basis van het huidige onderzoek de meest belangrijke factor in het uitlokken van vismigratie. Eens de gemiddelde watertemperatuur hoog genoeg was, lijkt vooral het opnieuw toenemen van de temperatuur na een tijdelijke dip effect te hebben. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar tijdens en na de dip van 17-20 mei waar migratie-intensiteit daalt bij dalende temperatuur en terug opflakkert wanneer de temperatuur terug boven de 15°C komt. In een hoger temperatuursinterval begin juli zien we een gelijkaardig scenario. Bij Boets et al. (2022) zag men een eerste toename in de migratie rond 13 april 2022 wanneer de watertemperatuur (daggemiddelde) 11°C bereikte. Nadien nam de migratie terug af hoewel de gemiddelde dagtemperatuur van het water stabiel bleef. De echte piek in de migratie werd waargenomen vanaf 10 mei wanneer de gemiddelde dagtemperatuur van het water 16.5°C bereikte met een maximum op 11 en 12 mei 2022 wanneer de watertemperatuur (daggemiddelde) 17.4°C bereikte. Het huidige onderzoek startte echter al in februari toen de watertemperatuur rond de 3.5°C lag. Pas vanaf 18 maart 2023 was de daggemiddelde watertemperatuur voor het eerst hoger dan 10°C, maar daalde de temperatuur opnieuw naar het einde van de maand toe. Op 29 april 2023 (week 17) wordt voor het eerst een daggemiddelde van meer dan 12°C geregistreerd (op 19 april kwam de dagtemperatuur kortstondig al aardig in de buurt met 11.8°C). Vanaf 1 mei 2023 (begin week 18) tot 15 oktober 2023 (week 41) bleef het daggemiddelde boven de 13°C. Op 8 mei 2023 (week 19) werd de kaap van 15°C (daggemiddelde) voor het eerst overschreden en vanaf 21 mei 2023 (eind week 20) tot 23 september 2023 (week 38) bleef de daggemiddelde watertemperatuur boven de 15°C. Boets et al. (2022) zag een piek in de migratie in het Malesbroek vanaf 15°C (daggemiddelde watertemperatuur) terwijl uit Baeyens et al. (2017) naar voren komt dat vismigratie piekt bij watertemperaturen vanaf 13°C. Tijdens voorliggende onderzoek piekte de migratie vanaf week 18 met de hoogste piek in week 19. Met andere woorden vanaf een daggemiddelde watertemperatuur vanaf 13°C met een piek eens deze watertemperatuur boven de 15°C stijgt. Zoals beschreven in de sectie “Resultaten” werd deze correlatie niet statistisch significant bevonden. Dit werd echter op de volledige dataset (februari tot november 2023) getest en niet per seizoen. Dit om manipulatie van de data te vermijden.

Er zijn duidelijke fluctuaties in het aantal detecties op elk tijdstip van de dag, maar men moet er ook rekening mee houden dat het tijdstip van zonsopgang en zonsondergang ook wijzigde gedurende het project. Figuur 30 geeft de jaarlijkse fluctuering van zonsopgang en zonsondergang weer. De fluctuering van het startuur van de ochtendschemering en einduur van de avondschemering gaan hiermee mee. Er lijkt een migratiepiek in de vroege ochtend, een daling in de late voormiddag, een toename in de vroege namiddag waarna migraties terug afnemen in de late namiddag en vroege avond om tijdens de schemering weer toe te nemen. Afhankelijk van de soorten zijn hier nog verdere nuances in te vinden. Zo trekt riviergrondel vooral 's nachts terwijl de vroege ochtendpiek rond 5uur vooral aan kopvoorn te wijten is, hoewel deze soort de hele dag door migreert. Baars en zonnebaars lijken meer de late namiddag en avond te prefereren.



Figuur 30: Grafiek met de tijden van zonsopgang en zonsondergang in onze regionen, data voor 2024. Bron: <https://www.zonsopgangzonsondergang.nl/hoe-laet-donker/>

Op 24 mei 2023 en 7 juni 2023 werden tijdens het onderhoud visuele observaties gedaan van paaiende karpers net stroomop van de vispassage. Later in de zomer werden karpers gezien die zich achterwaarts stroomaf lieten drijven door de cameratunnel (Figuur 31). Ook kopvoorn liet zich bijna elke keer achterwaarts stroomaf drijven door de tunnel. Zoals in de sectie “Resultaten” beschreven is, werd slechts één derde van videoclips van stroomafwaarts migrerende vissen opnieuw bekeken om te bepalen of dit met de kop in Stroomafwaartse of stroomopwaartse richting gebeurde. Hiervan liet circa 73% zich gecontroleerd afdrijven met de kop in stroomopwaartse richting.



Figuur 31: Karper in de cameratunnel. Detectie op 6 augustus 2023 om 0u29. Het dier migreert in stroomafwaartse richting (naar links).

In verhouding tot de gemonitorde tijd werd op het eerste zicht relatief weinig vis geregistreerd, namelijk 516 individuen. De cameraopstelling was immers actief van 21 februari tot begin november 2023. Wanneer men de periodes met storingsen weglaat, komt dit neer op 239 dagen (van de 260) dat er gemonitord werd. Het fuikonderzoek in 2022 (Boets et al., 2022) monitorde gedurende 30 vangstdagen en registreerde op die tijd 375 vissen. Deze cijfers zijn echter niet zomaar te extrapoleren. Het onderzoek in 2022 richtte zich immers gericht op dagen waarvan de omgevingsfactoren op basis van de literatuur het meest geschikt leken voor vismigratie en dus dagen waarop een grote vangst in de fuik verwacht werd. Dit staat in schril contrast met de cameramonitorring die reeds gestart werd bij zeer lage watertemperaturen (circa 3.5°C). De watertemperaturen stegen tijdens dit onderzoek pas vanaf week 17 boven de 12°C uit en pas vanaf week 18 bleef de daggemiddelde watertemperatuur boven de 13°C. Het is dan ook dan pas dat de piek in migratie zichtbaar was.

In de 3 drukste maanden samen werden 347 vissen geregistreerd (april 94, mei 184, juni 69), wat minder is dan de 375 vissen op 30 vangstdagen in 2022 (Boets et al., 2022). Dit kan er enerzijds op wijzen dat er in 2022 (Boets et al., 2022) goed gemonitord werd en een continue monitoring op vlak van aantallen vissen weinig meerwaarde biedt in dit habitat. Op vlak van monitoring van de biodiversiteit is hier wel een meerwaarde daar continue monitoring meer kansen biedt om zeldzamere soorten te detecteren (bv. de rivierprik en Europese meerval). Daarnaast is het ook zo dat vele factoren de visdensiteit en de migratie-intensiteit beïnvloeden waardoor er verschillen zijn tussen verschillende jaren.

Zoals gezegd lijkt het aantal gemonitorde vispassages op het eerste zicht relatief laag. Zeker wanneer men dit vergelijkt met een aantal monitoringscampagnes (fuikonderzoek) aan vispassages op de nabijgelegen Kleine Nete waarbij veel hogere aantallen gevangen werden in de voorbije jaren. Op de Kleine Nete kon een enkele fuiklichting in Herentals (2005) ruim 600 vissen bevatten (pers. comm. Maarten Van Aert – VMM) en tijdens een onderzoek in de vispassage in Kasterlee werden in 2017 op 21 dagen 2070 vissen gevangen. De grootste fuiklichting bedroeg toen ruim 500 vissen (Baeyens et al., 2017). Hoewel zowel Grote als Kleine Nete kempische rivieren zijn en de onderzoeken in de middenloop plaatsvonden, zijn deze twee waterlopen niet rechtstreeks met elkaar te vergelijken. De Kleine Nete is een voedselrijker systeem wat zich vertaalt in een hogere biomassa. De Grote Nete daarentegen heeft ijzerrijk, zuurder water en is algemeen een minder productief systeem. Hier is het kenmerkend dat er veel soorten voorkomen, maar dan wel in relatief lage densiteiten. Daarenboven werd tijdens de stuurgroep aangegeven dat de biomassa op de Grote Nete vooral lokale pieken kent en die pieken ook niet elk jaar waargenomen worden in monitoringscampagnes. Gezien de algemeen lagere biomassa op de Grote Nete in verhouding tot de Kleine Nete, is het dan ook niet verwonderlijk dat er minder vispassages geregistreerd worden (pers. comm. Rudi Yseboodt – ANB, Visserijbioloog en Chris Van Liefferinge – Provincie Antwerpen, hydrobioloog en voormalig visserijbioloog).

Hoewel de relatief lage aantallen detecties dus niet zo ongewoon lijken voor het onderzochte ecosysteem, bespreken we in wat volgt een aantal mogelijke knelpunten in de methodiek die in huidig onderzoek werd gehanteerd. Op basis van de ervaringen tijdens het onderzoek lijken dan twee mogelijke redenen voor de hand te liggen. Ten eerste de opstuwing die, vooral in het voorjaar, door de opstelling veroorzaakt werd en soms tot hoge stroomsnelheden in de cameratunnel leidde en ten tweede de toegepaste analysemethode van de camerabeelden (zie verder). Onderstaande Figuur 32 geeft een SWOT analyse van de gebruikte methode die de basis vormt voor de verdere discussie. Hierin zal ook de opstuwing en verhoogde stroomsnelheden aan bod komen. Later zullen op basis van onze

ervaringen in het pilootproject en de literatuur nog een aantal meer algemene opties besproken worden die een invloed kunnen gehad hebben op de registraties.

Sterktes		Zwaktes	
Automatisch	Weinig tot geen stress voor onderzochte vissen	Omhooglieren camerabox voor onderhoud kan zwaar zijn	
Geen verdrinkingsrisico voor andere dieren	Zowel in stroomopwaartse als stroomafwaartse richting	Tijdens dit project was wekelijks onderhoud nodig	
Langdurige monitoring met beperktere tijdsinvestering	Bijkomende info zoals precieze tijdstip, gedrag (bv. groepen), relatie met andere factoren zoals waterstand	Onvoldoende trainingsdata zeldzame soorten (bv. kwabaal)	
Beeldmateriaal van de vissen voor verder onderzoek of eventuele communicatiedoelinden	Geen (bekend) afschrikkend effect op vis (in tegenstelling tot fuiken)	Zorgzaamheid nodig bij onderhoud	Hoe hoog is het risico dat gelijkaardige soorten verward worden?
Hogere kans om zeldzamere soorten te detecteren door lange monitoring		Semi-kwantitatief	Geen gewicht -> Biomassa? Conditie?
Minder zwaar werk in vergelijking met fuiken of elektrisch vissen.	Vanop afstand te controleren of alles nog werkt en of opstelling nog schoon genoeg is	Als AI algoritme niet werkt, is het zeer tijdrovend om resultaten te destilleren uit de videodata	
Kansen		Bedreigingen	
Verder optimalisatie van de opstelling (hardware)	Meerdere locaties simultaan onderzoeken	Vandalisme	Diefstal onderdelen
Box die volledig onder water is, zal wellicht minder intensief onderhouden moeten worden.	Algoritme verder ontwikkelen met bijkomende stappen in werking en training	Opstuwung door constructie die leidt tot verhoogde turbulentie en stroming in de tunnel	
		Technische storingen en defecten	

Figuur 32: SWOT analyse van monitoring met cameraopstelling en AI op basis van de ervaring in dit pilootproject. SWOT staat voor "Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats" ofte "Sterktes, Zwaktes, Kansen en Bedreigingen".

Geautomatiseerde monitoring waarbij de videodata door een algoritme geanalyseerd wordt, biedt voordelen ten opzichte van klassiek onderzoek met fuiken of elektrisch afvissen. Het meest voor de hand liggende voordeel is dat het onderzoek vissen in zowel stroomopwaartse als stroomafwaartse richting kan detecteren i.p.v. slechts één richting (gewoonlijk stroomopwaarts). Dankzij de langere

monitoringsperiode die mogelijk is, kan aanvullende data ingezameld worden en verhoogt de kans om ook minder frequent voorkomende soorten te detecteren Panagiotopoulos et al. (2024).

Hoewel onderzoekers op deze manier op bepaalde vlakken net meer details te weten komen (bv. exact tijdstip), verliest de uiteindelijke dataset details op andere vlakken. De inschatting van de lengteklassen van de vissen vertelt ons minder nauwkeurig hoe de populatie is opgebouwd. Het ontbreken van een weging, maakt het quasi onmogelijk om een relevante inschatting te maken van de conditiefactoren van de vis. Op vlak van biomassa is er dus ook geen exacte data aanwezig. Stel dat het algoritme de lengte van een vis accuraat zou kunnen opmeten, dan zouden er schattingen kunnen gebeuren van de biomassa op basis van lengte-gewichtsverhoudingen die van vele soorten bekend zijn (Verreycken et al., 2011). Wanneer, zoals nu, lengteklassen van 5cm gebruikt worden, zit hier echter – tot nog toe – een te grote foutenmarge op om op basis van lengte-gewichtsrelaties een inschatting van de biomassa te maken. Het is echter wel ook zo dat de meting en weging van individuele vissen bij klassiek fuiken- of elektrisch onderzoek in het veld gebeuren wat suboptimaal is voor de nauwkeurigheid van de ingezamelde data. Een balans kan bijvoorbeeld niet waterpas staan en/of wordt verstoord door de wind en deze factoren verschillen van meetplaats tot meetplaats en van dag tot dag (Bravata et al., 2020, geciteerd in Barbedo, 2022). Ook bij klassiek fuikonderzoek is er dus een zekere foutenmarge in de data en dan met name de gewichtsdata.

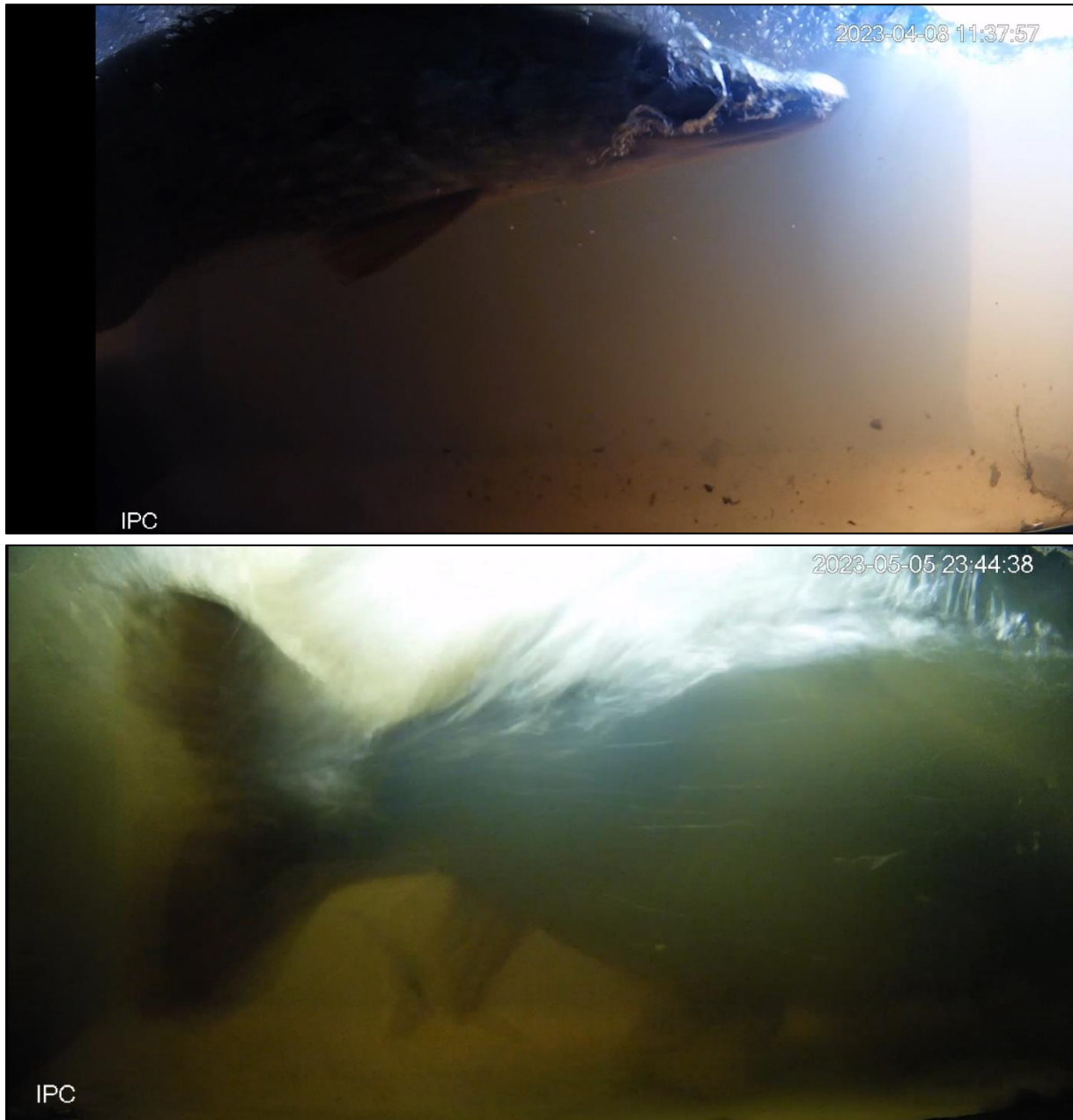
Hoewel dergelijke onderzoekshandelingen (meten en wegen) niet-lethaal zijn voor de onderzochte dieren, brengen deze wel een stress met zich mee die de vissen energie kost waardoor zij minder energie in andere zaken kunnen steken (o.a. Frid en Dill, 2002). In geval van onderzoek met een camera waarbij de vissen op eigen tempo door een voldoende ruime, verlichte tunnel zwemmen, worden de vissen deze stress quasi volledig bespaard wat hen een grotere overlevingskans kan opleveren. Los van het meten en wegen zelf, is ook het urenlang gevangen zitten in een fuik, al dan niet met andere vissen of andere dieren (bv. krabben), een bron van stress en soms fysieke verwondingen voor de gevangen vissen.

In de beginperiode van het onderzoek veroorzaakte de opstelling een opstuwung van het waterpeil stroomopwaarts van de camera, hoofdzakelijk omdat de gaaspanelen verstopt geraakten (voornamelijk met bladeren). De keuze voor het volièregaas i.p.v. spijlen werd gemaakt op basis van de discussies met de opdrachtgever en stuurgroep tijdens vorig onderzoek met de fuik (Boets et al., 2022) en naar aanloop van dit cameraonderzoek. Tijdens deze discussies werd de afweging gemaakt dat werken met verticale spijlen een risico inhield op het missen van bepaalde kleinere of smallere soorten (bv. beekprik, kleine modderkruiper,...) en kleinere individuen van andere soorten. Tijdens vorig onderzoek was ook gewerkt met hetzelfde gaas in de zijpanelen en had de fuik een maaswijdte van 8*8mm. Ook deze fuik gaf een opstuwend effect en bolde op naar binnen toe, waardoor een verval aan de ingang van de fuik kon ontstaan (Boets et al., 2022 en Figuur 33). Hoewel het gebruik van spijlen wel een vermindering zou kunnen teweeg brengen van de opstuwende effecten, geeft het geen garantie op totaal vermijden van opstuwung. Om deze redenen werd besloten om ook tijdens dit vervolgonderzoek te werken met panelen met volièregaas (maaswijdte 10*10mm).



Figuur 33: Foto van onderzoek in 2022 met fuik (Boets et al., 2022). Door verstopt geraken van gaaspanelen en fuik zelf, stuwde het water op en bolde de fuik op naar binnen toe wat voor een verval aan de ingang van de fuik zorgde. Let wel, deze foto's zijn van een extreme situatie in het begin van het onderzoek. Later werden stenen in de fuikopening gelegd om het opbollen te milderden, maar er bleef wel steeds een kleine opbolling en verval omdat de fuik bleef opstuwen. ©Mechtild Zoeter Vanpoucke.

De opstuwung die ontstond door het verstopte gaas betekende ook dat de stroming toenam in de relatief smalle cameratunnel, de enige plek (in de doorsnede van de bedding) waar het water ongehinderd door kon stromen. Dit leidde tot verhoogde stroomsnelheden (Tabel 3, Figuur 9 en Figuur 11), turbulentie en een verval aan de roosters. De maximale stroomsnelheid die gemeten werd in de tunnel bedroeg 1.146m/s (Tabel 3) wat ruim hoger is dan de 0.8m/s die als kritiek gezien wordt voor vismigratie (Baeyens et al., 2017). Daarnaast zorgde de combinatie van sterke stroming en geringe waterdiepte ervoor dat vissen soms op onnatuurlijke wijze de tunnel passeerden, met name grotere vissen als snoek en karper kwamen met hun lichaam deels boven water waarbij er extra wervelingen ontstaan (Figuur 34). Dit leverde niet-representatieve camerabeelden op wat analyse met behulp van AI (zie verder) bemoeilijkte. Dit zou nog veel inspanning vergen om het model accurater te krijgen.



Figuur 34: Door de geringe waterdiepte ontstonden soms onnatuurlijke situaties bij passage van grote vissen zoals volwassen snoek en karper.

Het aanpassen (verlaging) van de zijpanelen (begin op 27 april 2023, voor half april werd sowieso relatief weinig vismigratie verwacht) bleek effectief om deze opstuwning te beperken. Zo werd verhinderd dat de stroomsnelheid te hoog werd en werd de turbulentie in de tunnel zichtbaar gereduceerd. Het is echter aannemelijk dat de hoge stroomsnelheden en turbulentie die voordien in de tunnel ontstonden de migratiemogelijkheden van vissen reduceerde. In de video-opnames van de eerste 9 weken van het onderzoek kan men zien dat het opstuwende effect en dus ook verhoging van stroomsnelheid en wervelingen in de tunnel reeds snel na het onderhoud begint op te bouwen. Turbulentie kon in deze studie niet berekend worden binnen de tunnel. Turbulentie kan nochtans de zwemcapaciteit en het zwemgedrag van vissen beïnvloeden en wordt, net zoals de lucht die ermee wordt meegesleurd, als belemmerend beschouwd voor vismigratie door een vistrap (Towler et al.,

2015). Het is echter wel zo dat zowel de turbulentie als de verhoogde stroomsnelheden slechts in een kleine zone in en net stroomaf van de tunnel voorkwamen. Zowel vlak erna (SO) (zie metingen aan instroom opening) als vlak voor (SA) de tunnel is de stroomsnelheid zo laag dat men kan spreken van een rustzone voor de vissen ($v < 40$ cm/s, Baeyens et al., 2017). Dit houdt in dat de vissen maar voor een zeer korte afstand moeten “sprinten” om de cameratunnel door te komen. We zien in het beeldmateriaal dan ook dat zelfs tijdens periodes met veel opstuwning en hoge stroomsnelheden er nog steeds vissen de cameratunnel succesvol passeerden. Zo passeerden er bijvoorbeeld op 12/04/2023 om 19u01 nog 2 baarzen die succesvol stroomopwaarts migreerden. Kort daarna werden nochtans de hoogste stroomsnelheden in de tunnel gemeten en de videodata laat uitschijnen dat deze hoge stroomsnelheden ook al op 12 april bereikt waren.

Na de aanpassingen aan de panelen kunnen we veronderstellen dat dergelijke belemmeringen door turbulentie en snelle stroming slechts sporadisch optraden.

Tijdens dit pilootproject was wekelijks onderhoud noodzakelijk. Alles wees er echter op dat een volledig ondergedompelde cameratunnel en opstelling met spijlen die minder opstuwning veroorzaken, slechts om de 14 dagen reiniging zou nodig hebben. De hoofdreden van deze onderhoudsfrequentie was immers dat de roosters vrijgemaakt moesten worden. Daarnaast kunnen we ook veronderstellen dat bevuilding van het cameraglas trager verloopt wanneer de tunnel volledig onder water staat. De mogelijkheid tot verlagen van de onderhoudsfrequentie van het cameraglas werd in het begin van het onderzoek een aantal malen uitgetest. Deels om de werklast voor de vrijwilligers te beperken. Dit leverde nog steeds kwalitatieve beelden op. Daar een wekelijks bezoek echter noodzakelijk bleef door het verstopt geraken van de gaaspanelen, werd opnieuw overgeschakeld op wekelijks reinigen van de tunnel. Sowieso hangt de aangroei van het glas deels af van de watertemperatuur (algengroei). Beperken van de nodige onderhoudsinspanning is wenselijk bij toekomstige projecten, maar het lijkt erop dat ook dit bereikt kan worden door opstuwning te vermijden en de camerabox volledig onder water te plaatsen.

Vooraf werd een automatische analyse van alle videodata door een getraind algoritme beoogd wat zou resulteren in hapklare, correcte data waarbij elke detectie zou genoteerd zijn als een record met soortnaam, lengte, richting, datum en tijdstip. Hierbij zou ook zekerheidspercentage (van de identificatie) toegekend worden aan elke detectie waardoor het eenvoudig te zien was op welke waarnemingen er eventueel een grote(re) onzekerheid zou zijn en dus welke videoclips best nog handmatig worden bekeken ter controle en zo nodig correctie. KBTS paste deze methode al succesvol toe in eerdere onderzoeken, o.a. in de vispassage te Lith, Maas en vispassage te Spaarndam, Noordzeekanaal overgang Rijnlands boezem. Zoals beschreven staat in het hoofdstuk “*Materiaal en Methoden*” (paragraaf “*Gegevensverwerking en data-analyse*”), bleek die beoogde werkwijze, ondanks verscheidene pogingen, helaas niet mogelijk voor de specifieke situatie in Geel. De moeilijkheden leken vooral te wijten aan het lage waterpeil (in verhouding tot de hoogte van de cameratunnel). De turbulenties in de tunnel bij opstuwning, maar ook het licht wervelende wateroppervlak wanneer amper opgestuwd werd, waren niet compatibel met het algoritme. Dat “zag” bijvoorbeeld soms gelijkenissen met vissoorten in de vorm van de golven aan het wateroppervlak. Ook de poging tot het trainen (1984 annotaties in ± 15 trainingsrondes) van een afzonderlijk algoritme specifiek voor dit pilootproject bleek ontoereikende resultaten op te leveren. KBTS zorgde via een manuele omweg voor data die toch voldoende betrouwbaar en bruikbaar is, maar het deel

“automatisatie van de analyse” *an sich* is in dit pilootproject niet gelukt. Het verzamelen van de videodata is ondanks de suboptimale omstandigheden wel goed gelukt.

Dat alle videodata (ruim 662GB) manueel moest bekeken worden betekende een enorme tijdsinvestering voor KBTS en bijgevolg een vertraging in het opleveren van de data. Om het bekijken van alle videoclippen haalbaar te maken, speelde KBTS deze versneld af. Hierin schuilt echter een risico op fouten, al wordt dit risico door KBTS laag ingeschat. Hoewel sommige vissen traag door de tunnel gaan (bv. de meeste snoeken) zijn er ook vissen die dit zeer snel doen (sprint, vaak te zien bij baars). Als dergelijke vis dit dan ook nog op enige afstand van de camera doet of tijdens de doortocht verder van de camera af gaat, kan dit als gevolg hebben dat zo’n vis slechts enkele frames lang zichtbaar is in de videoclip. Wanneer men de videobeelden versneld bekijkt kan een korte onoplettendheid, ook al duurt die maar een fractie van een seconde, ertoe leiden dat een vis gemist wordt. Zo werd op 12/04/2023 om 19u01 bijvoorbeeld aanvankelijk slechts 1 baars geregistreerd door KBTS terwijl er in die clip 2 jonge baarzen snel na elkaar passeren. Bij de steekproefsgewijze controle werd bijvoorbeeld ook op 29/05/2023 om 6u54 nog bijkomende kopvoorn gezien die eerst niet geregistreerd waren door KBTS. Hoewel men kan veronderstellen dat er op die manier een aantal succesvolle passages onder de (menselijke) radar bleven, is het vooral belangrijk dat het camerasysteem deze wel correct gefilmd heeft. In een uitzonderlijk geval kwam tijdens de steekproeven op de dataset ook aan het licht dat een passage als succesvol was geregistreerd, terwijl in de video zichtbaar was dat de vis alsnog afstroomde (hetzij gewild of omdat de stroming/turbulentie te sterk bleek) voor deze het einde van de box kon bereiken (bv. kopvoorn op 10/06/2023 om 17u08). Gezien het hier om een kopvoorn ging, een stroomminnende soort waarvan uit de literatuur én de videodata blijkt dat deze algemeen geen problemen heeft met het passeren van de stroming zoals in de cameratunnel, is het aannemelijk dat de vis er zelf voor koos om zich terug te laten afdrijven. Desalniettemin wijst dit voorbeeld erop dat analyse door een passend algoritme mogelijks consequenter gebeurt dan wanneer deze door een menselijke expert gebeurt. Iets wat ook in de literatuur wordt aangehaald (zie verder). Daarnaast leidt de handmatige data-analyse ertoe dat aan alle detecties een betrouwbaarheid van 100% werd toegekend door KBTS. Bij versneld kijken van de data kan men echter al sneller een identificatiefout gemaakt worden bij soorten die op het eerste zicht op elkaar lijken (bijvoorbeeld een rivierprik en een paling). Als de betrouwbaarheid van alle detecties op 100% gezet wordt, is het echter onmogelijk om in een controleronde in te schatten bij welke van de detecties en bijhorende videoclips een controle het meest noodzakelijk is. Automatisering van de analyse kan dus tot betere analyses leiden. Als uit de analyse door dergelijk algoritme nog een deel determinaties komen met een lagere betrouwbaarheid die dus manueel moeten gecontroleerd worden door de onderzoekers, dan draagt dit verder bij aan een meer correcte en vooral veel minder arbeidsintensieve analyse. Een groot deel van de 662GB videodata waren videoclips zonder passage van vissen of andere dieren. Alleen al het uitfilteren van alle videoclips waar géén vis of ander dier in zichtbaar is, is al een enorme tijdsinstorting voor de onderzoekers. Te meer daar tijdens dit specifieke project de bewegingsdetectie ook vaak werd getriggerd door turbulentie aan het wateroppervlak. Dit laatste is iets wat amper voorkomt wanneer de cameratunnel volledig gevuld is met water. Dit probleem werd in voorliggend onderzoek grotendeels verholpen door het bovenste deel van het detectieveld uit te schakelen. Er zijn geen cijfers beschikbaar over hoe vaak de camera getriggerd werd door passerend debris zoals plantenresten, maar op basis van de visuele waarnemingen lijkt dit niet vaker dan in ander cameraonderzoek (van KBTS). De aanwezigheid van de drijfbalken leverden hierin een belangrijke bijdrage. Hoewel deze visloze videoclips uitgefilterd moeten worden om aan de data te komen, bestaat er wel een kans dat

dergelijke clips later een rol kunnen spelen in training van een nieuw algoritme of dat hier met later ontwikkelde technieken alsnog relevante info uitgehaald kan worden. Daarom kan het lonen om dergelijke videodata toch nog bij te houden (Barbedo, 2022). In dit geval zou het bijvoorbeeld kunnen gaan om een manier om de stroomsnelheid of turbulentie in de tunnel te kwantificeren op basis van de visloze beelden.

Op basis van de ervaringen in dit pilootproject aan het Malesbroek en de literatuur, komen er in het vervolg van de tekst een aantal suggesties om de methode van analyse van videomateriaal via AI verder op punt te stellen.

Barbedo (2022) geeft een overzicht van de knelpunten, uitdagingen en lacunes in de nodige kennis die er op moment van die publicatie nog zijn in aquatisch onderzoek met behulp van een camera en AI. Binnen ons pilootproject botsten we tegen de moeilijkheden die veroorzaakt leken te worden door de te lage waterstand en in tweede instantie door het soms troebele water. Hoewel KBTS wel al eerdere goede ervaringen had met hun algoritme, bleken de omstandigheden van het onderzoek in Geel te moeilijk.

In de literatuur lijkt er een consensus dat technieken met AI, en al zeker wanneer *deep learning* wordt toegepast, zeer geschikt zijn om informatie te halen uit videobeelden, ook wanneer die videobeelden *an sich* niet optimaal zijn (Villon et al., 2018 en Ovalle et al., 2022, beiden geciteerd in Barbedo (2022)) op voorwaarde dat de AI getraind is om met die suboptimale videodata om te gaan (Siddiqui et al., 2018 geciteerd in Barbedo (2022)). Met andere woorden, ook in de training horen videoclipen te zitten met troebeler water, suboptimale belichting,... De trainingsdata moet representatief zijn voor de omstandigheden in de werkelijke toepassing (Barbedo, 2022) Daarnaast moeten de verschillende soorten evenwichtig aanwezig zijn in de trainingsdataset (zie verder bij "*overfitting*").

Ditria et al. (2020 b) haalt voordelen aan van algoritmes te trainen voor verschillende habitats en omstandigheden. Tuhtan et al. (2022) suggereert dan weer dat de beoordeling door het algoritme in (meer) verschillende stappen moet gebeuren. In plaats van direct van bewegingsdetectie over te stappen op de aan- of afwezigheid van een vis en dan direct naar de soortdeterminatie, stellen zij voor dat het algoritme in eerste instantie moet vaststellen over welke omgevingssituatie het gaat. Helder water, hoge turbiditeit, slecht verlicht, bevuiling van het glas, overbelicht, waterstroom met debris of waterstroom met luchtbellen. Dit impliceert dat dit ook een aparte trainingsstap is voor het algoritme. Pas in een tweede module wordt beslist of de clip een vis bevat of niet. De derde stap is dan op basis van een neuraal netwerk de vis identificeren en een lengteklasse toebedelen en module 4 van hun voorstel bepaalt de richting en andere gegevens over de migratie van de passerende vis. Met dit in gedachten is het mogelijk dat er in de videodata van het project in het Malesbroek toch nog kansen liggen om verdere algoritme trainingen uit te voeren op verschillende condities (e.g. troebel). KBTS trainde (en traint) hun model op basis van data uit een veelheid aan locaties (grote en kleine rivieren, beken, polderwaterlopen, kanalen, zoet-zoutovergangen,...) en dit met beelden uit zowel helder als troebel water. Daarnaast beschikt KBTS ook over hun labo-opstelling waar zij hun cameraopstelling testen en soms trainingsmateriaal verzamelen onder gecontroleerde omstandigheden. Ook hier hebben zij reeds gewerkt met troebeler water en een licht bevuilde glasplaat i.p.v. kraaknet.

Verschillende auteurs (o.a. Kratzert en Mader, unpubl. 2018 en Ditria et al. (2020 a) en verschillende bronnen geciteerd in Barbedo (2022) zoals o.a. Xu et al., 2021; Lu et al., 2020 en Knausgård et al., 2022) halen ook het gevaar aan van te ver doorgedreven training van het algoritme of training op een

onevenwichtige dataset. Wanneer van algemene soorten zeer veel trainingsmateriaal beschikbaar is en zeldzamere soorten amper voorkomen in de trainingsdataset, ontwikkelt het algoritme een bias ten voordele van de meer algemene soorten. Daardoor bestaat de kans dat zeldzamere soorten foutief kunnen gedetermineerd worden als een vaker voorkomende soort. Daarom wordt (o.a.) door Kratzert en Mader (unpubl., 2018) voorgesteld om in de training datasets te gebruiken waarin elke vissoort ongeveer even vaak voorkomt. Dit impliceert dat wanneer van zeldzamere soorten logischerwijs minder beelden beschikbaar zijn, deze beelden vaker aan het algoritme getoond gaan worden tijdens de training. Hierin schuilt een risico op zogenaamd “*overfitting*” van het algoritme. Dit is het fenomeen waarbij het model hard getraind is op de oefendataset, maar te weinig algemeen is om te kunnen omgaan met nieuwe data en daardoor meer fouten begaat wanneer nieuwe onderzoeksdata geanalyseerd wordt (Bravata et al., 2020, geciteerd in Barbedo, 2020). Om dit te vermijden worden verschillende manieren voorgesteld om de data aan te passen zodat eenzelfde videoclip er toch anders uitziet in de trainingdataset (Krizhevsky et al., 2012). Dit kan bijvoorbeeld door de belichting, contrast of saturatie in de clip aan te passen of door de beelden gespiegeld aan het algoritme te tonen. Hoe dan ook is het belangrijk om de algoritmes vooral te trainen op datasets die gelijkaardig zijn aan wat men in de praktijk zal tegenkomen. Wanneer de training grotendeels gebeurt op video’s die onder gecontroleerde omstandigheden in een proefopstelling worden verzameld met kraaknette apparatuur, glashelder water en vissen op de juiste afstand van de lens, dan zal het algoritme meer moeite hebben om eenzelfde vis in natuurlijke omstandigheden te herkennen in troebel water (Salman et al., 2020, geciteerd in Barbedo, 2022). KBTS probeert overfitting tegen te gaan door bij elk project ook bijkomend te trainen met beelden van de nieuwe te onderzoeken locatie, tenzij deze beelden – zoals tijdens dit project in Geel – een te hoog risico op vervuiling van het algoritme inhouden. Dat de cameratunnel continu verlicht wordt en wordt vervaardigd uit witte panelen, zorgt er alvast voor dat contrast en lichtsterkte quasi continu blijven. De plaatsing van het zonnescherm hielp om instraling door de zon te beperken, maar idealiter zou dergelijke instraling volledig vermeden moeten worden. Variatie in lichtintensiteit en verstrooiing van dat licht in het water kan ervoor zorgen dat eenzelfde vis er wat anders uitziet (Saleh et al., 2022 geciteerd in Barbedo, 2022). Zeker als dat zonlicht zorgt voor een rode gloed in het water (Figuur 7). Als het algoritme hier niet op voorbereid is kan dit tot fouten leiden. Ook in dat opzicht schuilen er kansen om de ingezamelde videodata alsnog deels te gebruiken in toekomstige trainingen. Naast het zelf verzamelen en annoteren van trainingsmateriaal kan er ook beroep gedaan worden op andere databronnen en burgerwetenschapsprojecten (Barbedo, 2022) zoals de Visdeurbel in Nederland waar KBTS aan meewerkt (www.visdeurbel.nl/).

Een ander aspect waar het huidige systeem van KBTS nog moeilijkheden mee heeft, is het correct inschatten van de lengteklasse van passerende individuen. Ook in de literatuur wordt dit knelpunt aangehaald (o.a. Barbedo, 2022). Het omzetten van pixels op de foto of videodata tot een lengte-eenheid is niet evident. In eerste instantie moet de precieze afstand van de pixel tot de cameralens gekend zijn. Door de lichaamsvorm van de dieren en doordat niet elk dier perfect evenwijdig met de camera zwemt, is die afstand tot de camera bovendien voor elke pixel verschillend (Álvarez et al., 2020, geciteerd in Barbedo (2022)). Daarnaast is het ook zo dat de breedhoeklens die vaak door de camera gebruikt wordt, een zekere vervorming oplevert (Monkman et al., 2019, geciteerd in Barbedo (2022)). Eventueel kan de integratie van LIDAR in het systeem exacte data opleveren over de afstand van de verschillende pixels van de vis tot de lens.

Kratzert en Mader (ongepubliceerd) gebruiken een gekantelde spiegel in het plafond van de doorzwemtunnel zodat de vis steeds ook in bovenaanzicht te zien is (Figuur 35). In combinatie met

verschillende, alternerende aanduidingen op de bodem van de zwemtunnel, levert dit samen met het rechtstreekse beeld van de vis een betere inschatting van de lengteklasse van de passerende vis op. Ook de plaatsing van de verlichting, namelijk rond het glas dat de camera afschermt bij Kratzert en Mader (ongepubliceerd), lijkt een meerwaarde te bieden dat de flank van de vis gelijkmatiger belicht wordt dan met verlichting in het plafond van de tunnel zoals in de opstelling van KBTS.



Figuur 35: voorbeeld van inrichting cameratunnel bij Kratzert en Mader. Met lengte-aanduidingen op de bodem en gekantelde spiegel in het plafond van de tunnel. ©Kratzert en Mader, unpublished (pre-print version).

Conclusie

Er lijken veel voordelen te zijn aan een automatische monitoring op basis van camerabeelden en een AI algoritme. Wanneer dergelijk algoritme goed werkt kan met een relatief beperkte tijdsinspanning een lange periode continu gemonitord en geanalyseerd worden. Dit verhoogt ook de kansen op de detectie van zeldzamere soorten die slechts sporadisch passeren (in verhouding tot klassiek onderzoek met fuik of EF). De daling in tijdsbesteding en arbeidsintensiteit zijn substantieel in verhouding tot de gemonitorde periode en kan vanuit een management oogpunt een belangrijke drijfveer zijn. Vanuit een ethisch en ecologisch standpunt, is de drastische stressreductie voor de onderzochte vissen (en andere dieren) een zeer belangrijk argument.

Hoewel de resultaten van dit pilootproject niet eensluidend positief zijn over de geteste analysemethode (algoritme), lijkt dit hoofdzakelijk te wijten aan de specifieke omstandigheden in dit geval. Ondanks de suboptimale omstandigheden bleek de detectiemethode met de camera en bewegingssensor goed te functioneren. Hoewel ook het soms beperkte doorzicht de methode bemoeilijkt, was vooral de te ondiepe waterkolom een spelbreker voor een goede geautomatiseerde data analyse. Hierdoor was de cameratunnel nooit helemaal gevuld met water waardoor zeer veel turbulenties aan het wateroppervlak werden geregistreerd en automatische beeldherkenning met het bestaande algoritme niet mogelijk bleek. De voorgestelde methode oogt echter nog steeds veelbelovend als deze hindernissen uitgeschakeld kunnen worden. Met andere woorden, wanneer de waterdiepte voldoende is om de cameratunnel continu volledig gevuld te houden én de stroomsnelheid doorheen de cameratunnel niet wordt opgedreven door opstuwende effecten. Om dit laatste te vermijden wordt geadviseerd om met een minder fijnmazige afrastering te werken. Idealiter wordt gekozen voor spijlen op voldoende afstand van elkaar zodat bladval en andere plantenresten

erdoor kunnen. Als men de spijlen tot net onder het wateroppervlak laat komen (cfr. ingekort gaaspaneel in voorliggend onderzoek) kan debris en drijfvuil erover stromen. Als aan die voorwaarden voldaan wordt, wat op vele andere locaties in Vlaanderen mogelijk is, is het de moeite waard om deze methode nog eens toe te passen als test. Indien de conclusie van dergelijk tweede pilootproject dan wel eensluidend positief is, kan toepassen van deze methode in de toekomst op eenvoudige manier meer data opleveren dan klassiek fuikenonderzoek terwijl de methode minder arbeidsintensief is en minder invasief voor de onderzochte soorten. De inzetbaarheid van het cameraonderzoek staat of valt echter met het succesvol kunnen inzetten van een algoritme dat de beelden automatisch kan analyseren. Gezien de vele potentiële voordelen van de methode eens deze op punt staat tegenover klassiek fuikonderzoek, worden de evoluties in de ontwikkeling ervan idealiter opgevolgd om de methode later op een andere locatie opnieuw te testen.

7. Prognose toekomstige inzet in Merelbeke

Op vraag van de opdrachtgever wordt in wat volgt nog kort een ruwe inschatting gemaakt van de inzetbaarheid en haalbaarheid van cameramonitoring aan de toekomstige vistrap op de Schelde in Merelbeke. KBTS wordt graag vooraf gecontacteerd zodat zij eventueel verdere input kunnen geven op de ontwerpplannen zodat de geplande onderzoekszone (sponningen etc.) in de vispassage ook voor hun opstelling geschikt is. Wegens de drukte aan het begin van het veldwerkseizoen waren zij niet in staat om uitgebreide input zo kort dag aan te leveren voor oplevering van voorliggend rapport. Er wordt dan ook voorgesteld om rechtstreeks met hen verder contact op te nemen om de details te bespreken. Op basis van de ervaringen in Geel geeft het PCM wel al volgende aandachtspunten mee.

Sowieso is het wenselijk dat een stroompunt voorzien wordt in de monitoringszone. Cameramonitoring vereist immers elektriciteit en de aanwezigheid van een vast stroompunt vereenvoudigt implementatie. Anders moeten telkens zonnepanelen (incl. omvormer,...) geplaatst worden wanneer onderzoek wordt gedaan met een camera. De overige randapparatuur wordt normaliter in een schakelkast geplaatst (Zie "*Materiaal en Methoden*", paragraaf "*Schakelkast*"). Hoewel het niet noodzakelijk is om een vaste cabine te bouwen in/nabij de monitoringszone, is het wel wenselijk dat er al een plaats voorzien wordt waar dergelijke schakelkast veilig (toegelaten om te boren, komt niet onder water, toegankelijk en toch uit het zicht,...) kan worden opgehangen. Daarnaast is het ook wenselijk dat er ter hoogte van (één van) de (meest stroomopwaartse) sponningen een brug of vlonder over de volledige breedte van de vispassage wordt voorzien. De aanwezigheid van dergelijke brug betekent dat men op veilige manier de camerabox en delen van het frame omhoog kan lieren voor plaatsing, onderhoud en verwijdering. Op basis van de ervaringen in Geel (voorliggend rapport) en Brakel (Boembekemolen, Zoeter Vanpoucke et al., 2020) lijkt het ideaal dat dergelijke brug zo'n 10-20 cm stroomaf de sponning ligt. Als de brug verder ligt wordt het minder praktisch om te werken met een lier op het frame zelf. Dan is het vermoedelijk nodig om op de brug een lier te bevestigen die via een uitstekende arm tot boven het frame reikt. Tot slot is het wenselijk dat de bodem van de vispassage in de monitoringszone, of althans in het deel van de monitoringszone die aangepast wordt voor eventueel cameraonderzoek, vlak is. Dit zodat de cameratunnel volledig op een vlakke bodem kan rusten. De lengte van dit vlakke traject hoeft niet langer dan 1.5m te zijn. Uiteraard is het de bedoeling dat deze laatste twee wensen, vlakke bodem en brugje over de vispassage, aan dezelfde sponning worden uitgevoerd.

We raden aan om het doorzicht doorheen het jaar meermaals te bepalen op de locatie van de toekomstige vistrap. Dit kan nu al, terwijl deze nog in aanbouw is. Met dien verstande dat op het moment dat de werken het doorzicht in het water verstoren, de doorzichtmeting best elders gebeurt. Afhankelijk van de beschikbaarheid kan dit bijvoorbeeld gedurende 1 jaar maandelijks en extra tweewekelijkse meting van midden maart tot midden juni. Een alternatief is om met behulp van een multiparametersonde een continue meting uit te voeren. Aan de hand van die gegevens kan KBTS best inschatten of doorzicht op deze onderzoekslocatie een probleem zou kunnen vormen. Voor het project in Geel werd om die reden de doorzwemopening versmald. Dit lijkt in Merelbeke echter geen geschikte optie gezien het grote debiet dat normaliter door de vistrap zal gaan. Afhankelijk van dat verwachte debiet kan geopteerd worden om verschillende cameraboxen naast of boven elkaar te plaatsen. Dit moet met KBTS verder bekeken worden, o.a. op basis van de beschikbare waterdiepte.

Een belangrijk aspect bij het gebruik van de camera is dat het glas voldoende vaak gereinigd wordt. Dit vergt bij langdurige monitoring een grote tijdsinspanning. Om die reden kan het wenselijk zijn om ook in Merelbeke samen te werken met vrijwilligers uit de buurt. Dit impliceert dat de opstelling ook door vrijwilligers op een veilige manier toegankelijk moet zijn. Tijdens het project in Geel bleek wekelijkse reiniging van het glas ruim voldoende. Da aangroei van algen op het glas is echter afhankelijk van verschillende locatiespecifieke omstandigheden. Op basis van de literatuur lijkt er een optie om het glas te behandelen met een coating om aangroei te beperken. De voor- (minder onderhoud) en nadelen (potentieel schadelijke stoffen) hiervan moeten echter goed afgewogen worden alvorens een coating te gebruiken. Het gebruik van een automatische wisser die over het glas gaat (cfr. multiparametersondes) lijkt in deze niet geschikt aangezien dit de doorzwemopening kan vernauwen en de kans verhoogt dat debris blijft vasthaken aan de wisser. Manuele reiniging blijft dus noodzakelijk.

Op basis van de ervaringen in Geel lijkt het erop dat cameramonitoring zeer geschikt zou zijn voor de toekomstige monitoring in Merelbeke op voorwaarde dat de analyse van de videobeelden automatisch verloopt. In Geel werd dit doel niet bereikt. Daarom lijkt het aangewezen om de monitoringsopdracht voor Merelbeke in verschillende fases uit te schrijven waarbij een volgend deel pas toegekend wordt als de voorgaande fase succesvol bleek. Zo kan in een eerste periode de constructie uitgewerkt, geplaatst en correct afgesteld worden en kunnen hiermee videobeelden ingezameld worden. Met de videodata die de opstelling die eerste drie á vier maand inzamelt, kan het algoritme getest en bijgetraind worden. Als KBTS hiermee een goede analyse efficiëntie kan aantonen, kan de opdrachtgever dan groen licht geven om de monitoring verder te zetten met behulp van de cameraopstelling. Op basis van eigen ervaringen geeft het PCM het advies om regelmatig tussentijdse back-ups te nemen van de data.

8. Referenties

Álvarez Ellacuría, A.; Palmer, M.; Catalán, I.A.; Lisani, J.L. Image-based, unsupervised estimation of fish size from commercial landings using deep learning. *ICES J. Mar. Sci.* 2020, 77, 1330–1339.

Geciteerd in Barbedo, 2022.

Baeyens R., Buysse D., Demaerteire N., Pieters S., Robberechts K., Gelaude E., Pauwels I., Vandamme L., Vermeersch S., Van Wichelen J. & Coeck J.(2017). Evaluatie van de vismigratie door de visdoorgangen van de Kleine Nete in Grobbendonk en Kasterlee. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (40). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.13664670.

Barbedo, J.G.A. A. 2022. Review on the Use of Computer Vision and Artificial Intelligence for Fish Recognition, Monitoring, and Management. *Fishes* 2022, 7, 335. <https://doi.org/10.3390/fishes7060335>

Banno, K.; Kaland, H.; Crescitelli, A.M.; Tuene, S.A.; Aas, G.H.; Gansel, L.C. A novel approach for wild fish monitoring at aquaculture sites: Wild fish presence analysis using computer vision. *Aquac. Environ. Interact.* 2022, 14, 97–112. Geciteerd in Barbedo, 2022.

Boets P., Zoeter Vanpoucke M., Nervo M., Van Nieuwenhuyze W., Poelman E. (2022). Onderzoek naar de werking van de vispassage in het Malesbroek op de Grote Nete (Geel). Onderzoek in opdracht van Natuur & Bos. 37 p.

Bravata N., Kelly D., Eickholt J., Bryan J., Miehl S. & Zielinski D. Applications of deep convolutional neural networks to predict length, circumference, and weight from mostly dewatered images of fish. *Ecol. Evol.* 2020, 10, 9313–9325. Geciteerd in Barbedo, 2022.

Caluwaerts, S., and Coauthors, 2021: Engaging Schools to Explore Meteorological Observational Gaps. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 102, E1126–E1132, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0051.1>.

Coeck J., Colazzo S., Meire P., Verheyen R.F. (2000). Herintroductie en herstel van kopvoornpopulaties (*Leuciscus Cephalus*) in het Vlaamse Gewest. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2000.15. Brussel.

Ditria et al., 2020 a: Ditria E.M., Lopez-Marcano S., Sievers M., Jinks E.L., Brown C.J. & Connolly R.M. 2020. Automating the Analysis of Fish Abundance Using Object Detection: Optimizing Animal Ecology With Deep Learning. *Front. Mar. Sci.* 2020, 7.

Ditria et al., 2020 b: Ditria E.M., Sievers M., Lopez-Marcano S., Jinks E.L. & Connolly R.M. 2020. Deep learning for automated analysis of fish abundance: The benefits of training across multiple habitats. *Environ. Monit. Assess.* 2020, 192, 698.

Ecopedia.be: <https://www.ecopedia.be/dieren/chinese-wolhandkrab> Laatste geraadpleegd op 05/03/2024.

Frid, A. & Dill L. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, 6(1).

integraalwaterbeleid.be: <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/regelgeving/decreet-integraal-waterbeleid> Laatste geraadpleegd op 27/02/2024.

Kaderrichtlijn Water van de Europese Unie. EU Water Framework Directive (WFD). "Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy". 2000.

Kottelat, M., Freyhof J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp. ISBN: 978-2-8399-0298-4

Kratzert F. en Mader H. unpublished pre-print version - 2018. Fish species classification in underwater video monitoring using convolutional Neural Networks. <https://doi.org/10.31223/osf.io/dxwtz>

Krizhevsky, A., Sutskever, I., and Hinton, G. E.: ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks, *Advances In Neural Information Processing Systems*, pp. 1097–1105, 2012.

Monkman, G.G.; Hyder, K.; Kaiser, M.J.; Vidal, F.P. Using machine vision to estimate fish length from images using regional convolutional neural networks. *Methods Ecol. Evol.* 2019, 10, 2045–2056. Geciteerd in Barbedo, 2022.

Natuurpunt.be (1) <https://www.natuurpunt.be/nieuws?tag=695> Laatst geraadpleegd op 19/01/2024.

Nervo M., Boets P., Zoeter Vanpoucke M., Van Nieuwenhuyze W., Poelman E. 2021 Visstandsonderzoek van de visbypass-meander in het Malesbroek. Studie in opdracht van Natuur en Bos. 25p.

Nervo M., Boets P., Zoeter Vanpoucke M., Van Nieuwenhuyze W., Poelman E. 2022. Visstandsonderzoek van de visbypass-meander in het Malesbroek. Studie in opdracht van Natuur en Bos. 26p.

op.europa.eu: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0146a7ba-2f20-11ed-975d-01aa75ed71a1/language-nl> Laatst geraadpleegd op 27/02/2024.

Panagiotopoulos P., Buijse A. D., Winter H. V., Nagelkerke L.A.J. (2024). *A large-scale passage evaluation for multiple fish species: Lessons from 82 fishways in lowland rivers and brooks*. *Ecological Engineering*, Volume 199, 107158. ISSN 0925-8574. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2023.107158>.

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

Parasiewicz P., Belka K., Łapińska M., Ławniczak K., Prus P., Adamczyk M., Buras P., Szlakowski J., Kaczkowski Z., Krauze K., O’Keeffe J., Suska K., Ligięza J., Melcher A., O’Hanley J., Birnie-Gauvin K., Aarestrup K., Jones P.E., Jones J., Garcia de Leaniz C., Tummers J. S., Consuegra S., Kemp P., Schwedhelm H., Popek Z., Segura G., Vallesi V., Zalewski M. & Wiśniewolski W. 2023. Over 200,000 kilometers of free-flowing river habitat in Europe is altered due to impoundments. *Nature Commun* 14, 6289 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40922-6>

Salman, A.; Siddiqui, S.A.; Shafait, F.; Mian, A.; Shortis, M.R.; Khurshid, K.; Ulges, A.; Schwanecke, U. Automatic fish detection in underwater videos by a deep neural network-based hybrid motion learning system. *ICES J. Mar. Sci.* 2020, 77, 1295–1307. Geciteerd in Barbedo, 2022.

Tomeček J., Kováč V. & Katina S. (2007). Biological flexibility of pumpkinseed, a successful coloniser throughout Europe. 10.1007/978-1-4020-6029-8_16.

Towler B., Mulligan K. & Haro A. (2015). Derivation and application of the energy dissipation factor in the design of fishways. *Ecological Engineering*, 83, 208-217. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.06.014>

Tuhtan J., Dubrovinskaya E., Miasayedava L., Pattanaik V., Soom J., Mockenhaupt B., Schuetz C., Haas C. & Thumser P. (2022). Smart Fish Counter for Monitoring Species, Size, Migration Behaviour and Environmental Conditions.

Van Wichelen, J.; Belpaire, C.; Buysse, D.; Baeyens, R.; Verhelst, P.; Vergeynst, J.; Pauwels, I.; Van Thuyne, G.; De Meyer, J.; Stevens, M.; Vlietinck, K.; Mouton, A.; Coeck, J. (2018). Kan Vlaanderen het tij nog keren voor de Europese paling? Effecten van tien jaar Europese bescherming op het voortbestaan van de Paling in Vlaanderen. *Natuur.Focus* 17(1): 4-10

Verbeiren Marc. 2023. Waterkwaliteit en visbestand in de rivier de Nete, de Grote Nete en de Kleine Nete anno 2023. Opgesteld op basis van de schriftelijke parlementaire vraag gesteld door Vlaams volksvertegenwoordiger mevrouw Gwenny DE VROE in het Vlaams Parlement ; vraag gesteld aan de minister van Omgeving (Milieu) Zuhair DEMIR : “ Bulletin van Vragen en Antwoorden “ , Vlaams Parlement , zitting 2023-2024 , vraag nr. 1048 van 13 september 2023.

Verreycken H., Van Thuyne G., Belpaire C. (2011). Length-weight relationships of 40 freshwater fish species from two decades of monitoring in Flanders (Belgium). *Journal of Applied Ichthyology* 27. Pp. 1416-1421. doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01815.x

Visdeurbel.nl: <https://visdeurbel.nl/>

Laatst geraadpleegd op 14/02/2024.

Vlinder meetnetwerk <https://vlinder.ugent.be/dashboard/>

[Vis.inbo.be](https://vis.inbo.be) “Dagvangst”, “Aantal Individuen” en “Individuele Metingen” op de Grote Nete.
Verantwoordelijke: Gerlinde Van Thuyne

Laatst geraadpleegd op 06/02/2024.

www.waterinfo.be

Laatst geraadpleegd op 16/01/2024.

Zoeter Vanpoucke M. , Boets P., Poelman E. (2020). Monitoren van vismigratie met behulp van een onderwatercamera – Evaluatie van het concept – Vistrap Boembekemolen, Zwalm. 33p.

Zoeter Vanpoucke M. (2023). Handleiding onderhoud cameraopstelling Geel – Project vismigratie i.o.v. ANB. 10p

<https://www.zonsopgangzonsondergang.nl/hoe-laet-donker/>

Laatst geraadpleegd op 13/02/2024.

9. Appendices

1) Lijst met afkortingen

AI: Artificiële intelligentie

ANB: Agentschap Natuur en Bos

APN: *Access Point Name*

EF: *Electro Fishing*, elektrisch afvissen

GB: Gigabyte

HDD: *Hard Disk Drive*

INBO: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

KBTS: Kroes-Brugman *Technical Sollutions*

KPN: Naam van een Nederlands telecombedrijf waarvan een simkaart werd gebruikt.

KRW: Europese Kaderrichtlijn Water, ook wel *Water Framework Directive (WFD)*.

LIDAR: *Light Detection And Ranging of Laser Imaging Detection And Ranging*

Loc.: Locatie

MP4: MPEG-4

MPPT: *Maximum Power Point Tracking*

NAS: *Network Attached Storage*

PCM: Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek

PoE: *Power over Ethernet*

SA: stroomafwaarts

SO: stroomopwaarts

STOWA: Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

SWOT: *Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats*. Sterktes, Zwaktes, Kansen en Bedreigingen. Een analysemethode.

TB: Terrabyte

VMM: Vlaamse Milieumaatschappij

2) Kalender

Tabel 5: Overzicht van weeknummers in 2023 tijdens het onderzoek.

Weeknummer 2023	Begindatum	Einddatum	Weeknummer 2023	Begindatum	Einddatum
8	20-02-2023	26-02-2023	27	03-07-2023	09-07-2023
9	27-02-2023	05-03-2023	28	10-07-2023	16-07-2023
10	06-03-2023	12-03-2023	29	17-07-2023	23-07-2023
11	13-03-2023	19-03-2023	30	24-07-2023	30-07-2023
12	20-03-2023	26-03-2023	31	31-07-2023	06-08-2023
13	27-03-2023	02-04-2023	32	07-08-2023	13-08-2023
14	03-04-2023	09-04-2023	33	14-08-2023	20-08-2023
15	10-04-2023	16-04-2023	34	21-08-2023	27-08-2023
16	17-04-2023	23-04-2023	35	28-08-2023	03-09-2023
17	24-04-2023	30-04-2023	36	04-09-2023	10-09-2023
18	01-05-2023	07-05-2023	37	11-09-2023	17-09-2023
19	08-05-2023	14-05-2023	38	18-09-2023	24-09-2023
20	15-05-2023	21-05-2023	39	25-09-2023	01-10-2023
21	22-05-2023	28-05-2023	40	02-10-2023	08-10-2023
22	29-05-2023	04-06-2023	41	09-10-2023	15-10-2023
23	05-06-2023	11-06-2023	42	16-10-2023	22-10-2023
24	12-06-2023	18-06-2023	43	23-10-2023	29-10-2023
25	19-06-2023	25-06-2023	44	30-10-2023	05-11-2023
26	26-06-2023	02-07-2023	45	06-11-2023	12-11-2023

3) Tabel met wijzigingen

Tabel 6: Tabel met onderhoudsmomenten, observaties, pannes en wijzigingen aan de opstelling tijdens de looptijd van dit onderzoek. Niet gearceerde en rood gearceerde lijnen zijn acties van het PCM. Fuchsia arcering wijst op interventie van KBTS. Geel gemarkeerde lijnen duiden op onderhoud door de Vrijwilligers. Rode arcering duidt op een storing in de werking.

Datum	Week	Uitgevoerde taken	Opmerking m.b.t. taken & observaties	On-bereikbaar	Panne
21/02/23	8	Plaatsing			
1/03/23	9	O + plaatsing diver & drijfbalken + opleiding vrijwilligers			
3/03/23	9	PCM merkt vanop afstand een storing op. Storing houdt aan. KBTS besluit na aantal dagen om toch ter plaatse te gaan op 9/03/2023.		3-8 maart	3-8 maart
9/03/23	10	Interventie wegens aanhoudende storing - Tracer blijkt defect: wisselen accu's en bestellen nieuwe tracer	Bezoek vrijwilligers op 8/3 verplaatst wegens sneeuw en noodzaak dat KBTS komt.		
9/03/23	10	O + B + D, plaatsing extra drijfbalken en aantal verkennende stroomsnelheidsmetingen	extra bezoek		
11/03/22	11	O	vervanging 8/03		
16/03/23	11	O + B			
18/03/23	11	PCM merkt vanop afstand een storing op. Wellicht zijn de accu's die op 9/03/2023 geplaatst werden leeg. Deze konden immers niet bijladen via de zonnepanelen zonder een werkende tracer.		18-20 maart	18-20 maart
21/03/23	12	Plaatsing nieuwe tracer en wisselen accu's			
22/03/23	12	O (Enkel zijpanelen)	Test of cameraglas lang genoeg proper blijft. Heel snelle stroming en hoge waterstand -> regen vooraf.		
26/03/23	13	PCM merkt vanop afstand een storing op.			
30/03/23	13	Interventie wegens aanhoudende storing - Zekering blijkt doorgebrand en wordt vervangen door een exemplaar van 60A. Een extra verstevigende band wordt bevestigd aan de camerabox.	Door de extra verstevigende riem rond de box, past de zonneklep niet meer. Deze moet aangepast worden. Bezoek PCM op 30/03 geschrapt gezien KBTS kwam.	26-30 maart	28-29 maart
5/04/23	14	O (Enkel zijpanelen)	Test of cameraglas lang genoeg proper blijft.		
12/04/24	15	PCM merkt vanop afstand een storing op. Opstelling is niet meer vanop afstand te bereiken			-
13/04/23	15	O + B + D + stroomsnelheid + aanpassing en opnieuw plaatsen zonneklep	Ter plekke blijkt dat alles nog correct functioneert ookal is de opstelling niet meer vanop afstand te bereiken.	12-25 april	-
19/04/23	16	O	Vanaf hier terug tunnel (glas) & zijpanelen		-
25/04/23	17	Aanpassingen instellingen SIMkaart en toevoegen extra draagriem ter versteviging + B.			-
27/04/23	17	O + B + verlagen zijpaneel			
3/05/23	18	O		27 apr. - 16mei	
9/05/23	19	O + verlagen 2de zijpaneel			
16/05/23	20	Aanpassingen instellingen SIMkaart.			
17/05/23	20	O			
24/05/23	21	O + B	Veel vis net stroomop passage, lijken te paaien		
31/05/23	22	O			

7/06/23	23	O + B + D + stroomsnelheid	Waterpeil gedaald -> toch 10cm verval aan zijpaneel. Net stroomop passage grote paaiende karpers.		
14/06/23	24	O			
22/06/23	25	O + B			
28/06/23	26	O			
5/07/23	27	O + B + verdere verlaging zijpanelen			
12/07/23	28	O			
19/07/23	29	O + B + D + interview Vislijn			
26/07/23	30	O			
2/08/23	31	O + B	Accu's op 72 en 73%. Waterpeil gestegen door regen. Camerabox hoger gevuld dan normaal. Zijpanelen quasi gelijk met waterniveau.		
9/08/23	32	O			
16/08/23	33				
23/08/23	34	O			
30/08/23	35	O + B + D	Accu's op 23 en 60%. Moeilijk laden door beschadigd zonnepaneel? Waterpeil gestegen.		
6/09/23	36	O			
13/09/23	37	O	back-up niet gelukt.		
20/09/23	38	O			
26/09/23	39	O + B + verhogen zijpanelen			
4/10/23	40	O			
10/10/23	41	PCM merkt vanop afstand een storing op.		10 - 19 oktober	korte pannes
13/10/23	41	O + B + D	Gedeeltelijke back-up (tot 3 okt.) Accu's plat! Storing zonnepanelen! -> contact met KBTS Lamp in tunnel brandt nog.		13 okt. PM en 14 okt. PM tot 19 okt. AM
18/10/23	42	O			
19/10/23	42	Interventie wegens storing - wisselen accu's			
25/10/23	43	O			
1/11/23	44	O + controle: lamp in tunnel brandt, dus er is stroom.	Heel hoge waterstand		
6/11/23	45	PCM merkt vanop afstand een storing op.		6 - 8 november	6 - 8 november
8/11/23	45	KBTS & PCM: Afbraak + B + D			

4) Geplande verwerkingsmethode voor videodata via AI

Zoals aangehaald in de sectie “Materiaal en Methoden – Gegevensverwerking en data-analyse”, wou men in dit onderzoek aanvankelijk alle ingezamelde videobestanden geautomatiseerd door AI laten analyseren.

KBTS ontwikkelde hiervoor het online dataplatform Migrator waarop de gegevens worden weergegeven en raadpleegbaar zijn. Via getrainde algoritmes kunnen in Migrator geautomatiseerde detectie en classificatie (gecombineerde task chain) plaatsvinden. In eerste instantie wordt softwarematig gekeken of er effectief een vis aanwezig is in het opgeslagen beeldmateriaal. De bewegingsdetector kan immers ook getriggerd worden door voorbijstromend debris of plantenmateriaal. Indien er een vis aanwezig is in het beeldmateriaal, wordt een uitsnede gemaakt door middel van een zogenaamde bounding box. In deze uitsnede met de vis in, wordt zoveel mogelijk onbruikbaar beeldmateriaal verwijderd. Op basis hiervan vindt de classificatie / soortherkenning

plaats. Het algoritme kent ook een lengteklasse toe aan de gedetecteerde vissen en verwerkt dit alles in een CSV-bestand. Normaliter kan dit van het platform gedownload worden als PDF-bestand.

De output, zowel op het platform als in de CSV of PDF-bestanden, bevat volgende gegevens: datum, tijdstip, migratierichting, soort en lengteklasse. Het bestand vormt de basis voor het maken van grafieken en tabellen die online op het data platform worden weergegeven.

Het data platform beschikt over de volgende functionaliteiten:

- tabel: lengtesamenstelling vissen per soort;
- grafiek: tijdstip op de dag totaal vissen, met onderscheid naar soort, migratierichting/gedrag;
- grafiek: verloop in de tijd (periode onderzoek) totaal vissen, met onderscheid naar soort, migratierichting/gedrag.

Van bovenstaande functionaliteiten is het mogelijk om de gegevens van de camera naast elkaar te presenteren. Hiermee kan uitspraak worden gedaan over de effectiviteit van de vispassage voor alle soorten, maar tevens op het niveau van soorten. De algoritmes zijn niet in staat om individuele vissen te herkennen. Met andere woorden er wordt geen verder onderscheid gemaakt dan soort, lengteklasse en richting. Wel zijn sommige vissen individueel herkenbaar op basis van littekens of schubpatroon en kan zo op basis van manuele beoordeling uitspraak worden gedaan over de tijdsduur van aanbod tot volledige passage.

KBTS heeft in de afgelopen jaren camera monitoring uitgevoerd in uiteenlopende watersystemen, waaronder zoet/zoutovergangen, grote rivieren, kleine rivieren/beken, meren, kanalen en vaarten. Hierdoor konden de algoritmes via *deep learning* worden getraind met beelden van vissoorten in uiteenlopende veldlocaties. Hieronder wordt in Tabel 7 een overzicht gegeven van de soorten die in het getrainde model / algoritme zijn opgenomen.

Tabel 7: Overzicht van de soorten die in het getrainde model / algoritme zijn opgenomen. De kleuren geven aan hoeveel annotaties er werden verricht op die soort op basis van beeldmateriaal. Het aantal annotaties draagt bij aan de zekerheid waarmee de soortvoorspelling plaatsvindt. Groen= 500 – 1500 annotaties per soort, Oranje= 250 – 500 annotaties per soort en Rood= 50 – 250 annotaties per soort.

Zoet-zout migrerend	Rheofiel	Limnofiel	Eurytoop	Exoot
Aal/ Paling - glasaal	Barbeel	Bittervoorn	Alver	Blauwbandgrondel
Aal/ Paling - pootaal	Beekforel	Ruisvoorn	Baars	Blauwneus
Aal/ Paling – rode aal	Kopvoorn	Zeelt	Blankvoorn	Bruine Amerikaanse dwergmeerval
Driedoornige stekelbaars	Rivierdonderpad		Brasem	Kesslers grondel
Houting	Riviergrondel		Europese meerval	Pontische stroomgrondel
Rivierprik	Serpeling		Giebel	Roofblei

Spiering	Sneep		Karper - Schubkarper	
Zalm – juveniel (smolt)	Winde		Karper - Spiegelkarper	Zonnebaars
Zalm - adult			Kleine modderkuiper	Zwartbekgrondel
Zeeforel			Kolblei	
Zeeprik			Pos	
			Snoek	
			Snoekbaars	

Naast bovengenoemde vissoorten maakt het dataplatform ook onderscheid in visbroed, bever, rivierkreeft *sp.*, Chinese Wolhandkrab, vogel *sp.* en rat *sp.*

De lengte wordt berekend op basis van de afstand tot de camera in relatie tot het aantal pixels. Vissen worden ingedeeld in lengteklassen van 5 cm (0 – 5 cm, 5 – 10 cm, 10 – 15 cm etc.). Minder duidelijke vis kleiner dan 5 cm wordt aangeduid als visbroed.

Een vis wordt bij herkenning altijd geregistreerd door de algoritmes en verwerkt door de software. Vuil, blad of andere valse detecties worden genegeerd door de algoritmes en komen dus niet in het CSV bestand terecht. Aanvullend staan in het CSV bestand:

- betrouwbaarheid van de detectie in %;
- betrouwbaarheid van classificatie op soort %;

Daar waar lage betrouwbaarheden in relatie tot de soortvoorspelling wordt waargenomen zal KBTS middels manuele controles vaststellen om welke soort het gaat. In normale omstandigheden, dus bij volledig gevulde cameratunnel, kunnen indien nodig de algoritmes tussentijds en aanvullend worden getraind met videobeelden van de betreffende locatie om de resultaten te optimaliseren.

Afhankelijk van de te onderzoeken locatie wordt vooraf in samenspraak met de opdrachtgever een keuze gemaakt van de te verwachten soorten. Deze worden dan als mogelijke opties in het model gestoken voor de geautomatiseerde analyse. Voor het project de Grote Nete werden in eerste instantie onderstaande soorten gekozen voor onderstaande soorten die zijn gekozen voor de automatische beeldherkenning:

3 doornige stekelbaars, Aal, Baars, Beekforel, Blankvoorn, Brasem, Giebel, Kolblei, Kopvoorn, Europese Meerval, Pos, Rivierdonderpad, Riviergrondel, Rivierprik, Rietvoorn, Schubkarper, Serpeling, Sneep, Snoek, Snoekbaars, Spiegelkarper, Winde, Wolhandkrab, Zeelt, Zeeprik, Zonnebaars, Zwartbekgrondel. Daarnaast ook Chinese wolhandkrab en Rivierkreeft *sp.*

Eens het algoritme getraind is en om kan gaan met de data van de onderzoekslocatie kunnen tussentijdse onderzoeksresultaten reeds tijdens de duur van het project opgeladen worden in het online dataplatform. Hiervoor dient KBTS een back-up te nemen van de videodata. Eens op het online platform zijn de data door de opdrachtgever in te zien middels een eigen account/projectpagina. Naast

de rapportages worden ook interessante beelden met de opdrachtgever gedeeld (eventueel bruikbaar voor communicatiedoeleinden).

5) Aanvullende data

Detecties per dag

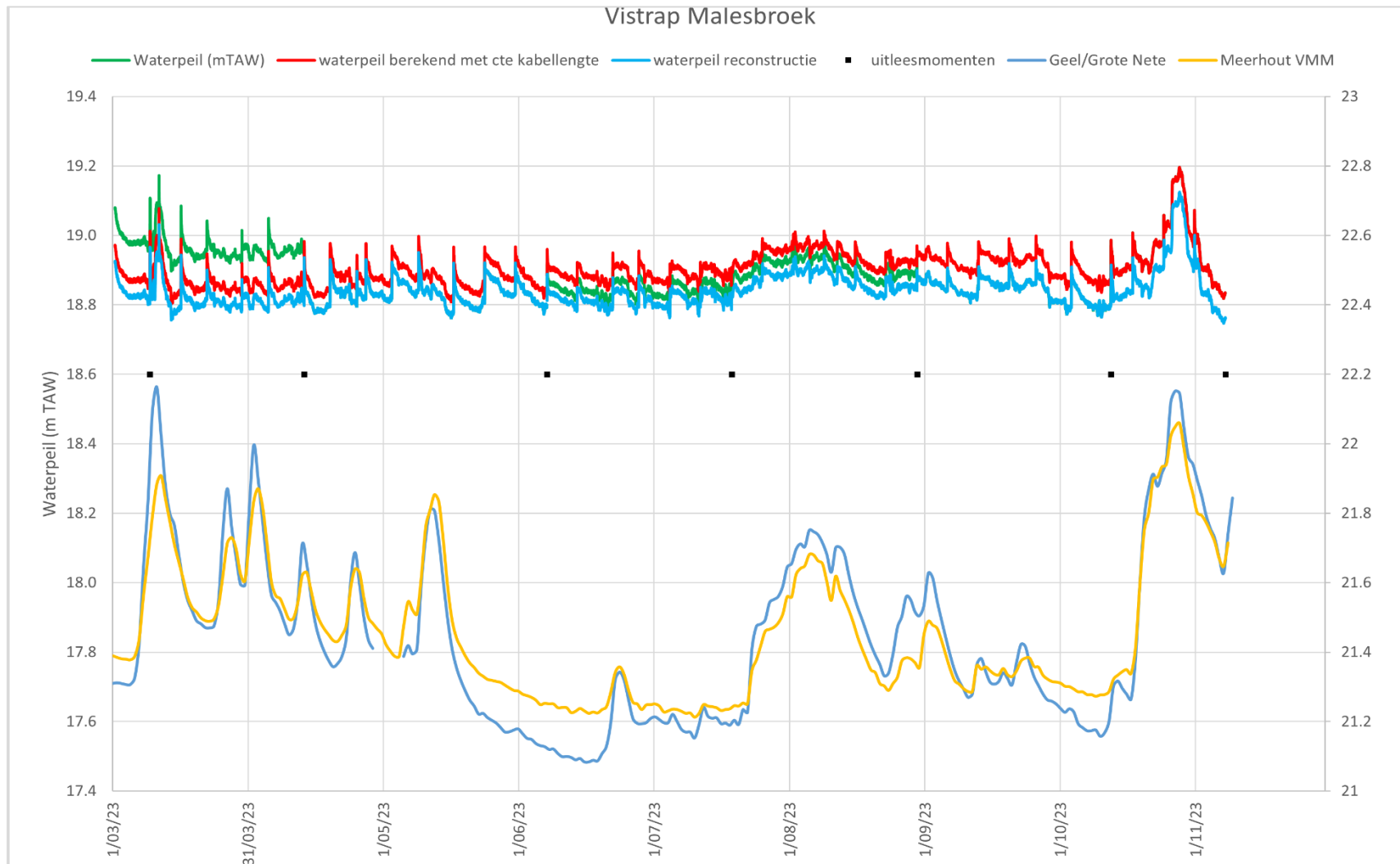
Onderstaande Tabel 8 geeft een overzicht van het aantal detecties per dag over de hele looptijd van het onderzoek. Dagen zonder detecties zijn niet opgenomen in de tabel.

Tabel 8: Achterliggende data voor Figuur 15. Merk op dat dagen zonder detecties niet werden opgenomen in de lijst. Rondbekken werden bij vissen geteld.

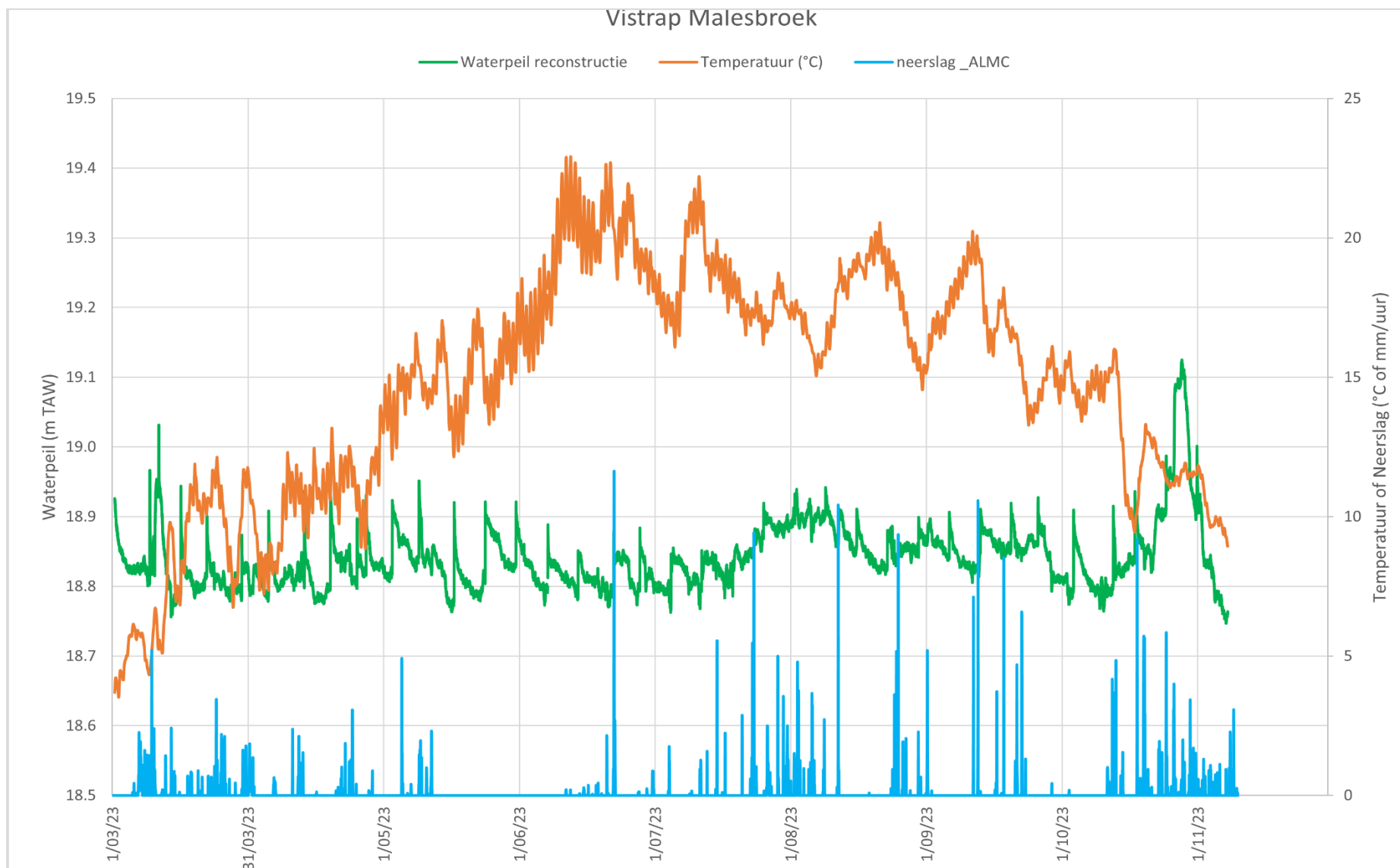
Datum	# passage	# vis	# andere	Datum	# passage	# vis	# andere
23/feb	1	1	0	25/apr	6	6	0
24/feb	1	1	0	26/apr	2	2	0
26/feb	1	1	0	27/apr	2	2	0
2/mrt	1	1	0	28/apr	2	2	0
12/mrt	1	1	0	29/apr	4	4	0
16/mrt	2	2	0	30/apr	7	7	0
17/mrt	4	4	0	1/mei	2	2	0
22/mrt	5	5	0	2/mei	2	2	0
23/mrt	4	4	0	3/mei	8	8	0
24/mrt	1	1	0	4/mei	5	5	0
25/mrt	1	1	0	5/mei	6	6	0
30/mrt	7	7	0	6/mei	3	3	0
31/mrt	8	8	0	7/mei	11	11	0
1/apr	4	4	0	8/mei	7	7	0
2/apr	6	6	0	9/mei	7	7	0
3/apr	1	1	0	10/mei	2	2	0
5/apr	1	1	0	11/mei	10	10	0
6/apr	2	2	0	12/mei	19	19	0
7/apr	1	1	0	13/mei	7	7	0
8/apr	8	8	0	14/mei	19	19	0
9/apr	9	9	0	15/mei	7	7	0
10/apr	14	14	0	16/mei	2	2	0
11/apr	3	3	0	17/mei	3	3	0
12/apr	1	1	0	18/mei	4	4	0
13/apr	2	2	0	19/mei	3	3	0
14/apr	2	2	0	20/mei	2	2	0
15/apr	2	2	0	21/mei	1	1	0
16/apr	3	3	0	22/mei	5	5	0
17/apr	1	1	0	23/mei	3	3	0
18/apr	1	1	0	24/mei	10	10	0
19/apr	2	2	0	25/mei	6	6	0
20/apr	3	3	0	26/mei	7	7	0
22/apr	3	3	0	27/mei	4	4	0
23/apr	1	1	0	28/mei	3	3	0
24/apr	1	1	0	29/mei	10	10	0

30/mei	3	3	0	6/aug	1	1	0
31/mei	3	3	0	7/aug	1	1	0
1/jun	2	2	0	8/aug	2	1	1
2/jun	4	4	0	9/aug	1	1	0
3/jun	1	1	0	12/aug	9	9	0
4/jun	2	2	0	14/aug	1	1	0
5/jun	2	2	0	15/aug	2	2	0
6/jun	4	4	0	16/aug	6	6	0
7/jun	5	5	0	17/aug	1	0	1
8/jun	1	1	0	18/aug	1	0	1
9/jun	2	2	0	24/aug	1	1	0
10/jun	9	9	0	25/aug	1	0	1
11/jun	5	5	0	26/aug	1	0	1
12/jun	7	7	0	27/aug	1	0	1
13/jun	3	3	0	28/aug	1	1	0
14/jun	4	4	0	30/aug	1	0	1
15/jun	2	2	0	1/sep	2	2	0
16/jun	1	1	0	5/sep	1	0	1
17/jun	4	4	0	6/sep	2	2	0
18/jun	1	1	0	7/sep	2	2	0
20/jun	2	2	0	13/sep	6	5	1
21/jun	3	3	0	14/sep	1	1	0
22/jun	1	1	0	15/sep	1	0	1
23/jun	2	2	0	16/sep	1	0	1
24/jun	1	1	0	18/sep	1	0	1
27/jun	1	1	0	19/sep	2	0	2
3/jul	1	1	0	20/sep	5	4	1
8/jul	2	2	0	22/sep	1	0	1
9/jul	12	12	0	23/sep	1	0	1
11/jul	5	5	0	24/sep	2	0	2
12/jul	2	2	0	25/sep	1	0	1
13/jul	3	3	0	26/sep	11	11	0
16/jul	1	1	0	27/sep	4	3	1
17/jul	1	0	1	28/sep	7	5	2
18/jul	1	1	0	3/okt	1	1	0
20/jul	2	2	0	4/okt	2	1	1
21/jul	1	1	0	5/okt	23	22	1
23/jul	1	1	0	6/okt	1	0	1
24/jul	4	4	0	7/okt	1	1	0
25/jul	3	3	0	10/okt	1	0	1
30/jul	1	1	0	25/okt	2	1	1
31/jul	2	2	0				
2/aug	4	4	0				
3/aug	1	0	1				
4/aug	2	2	0				
5/aug	1	0	1				

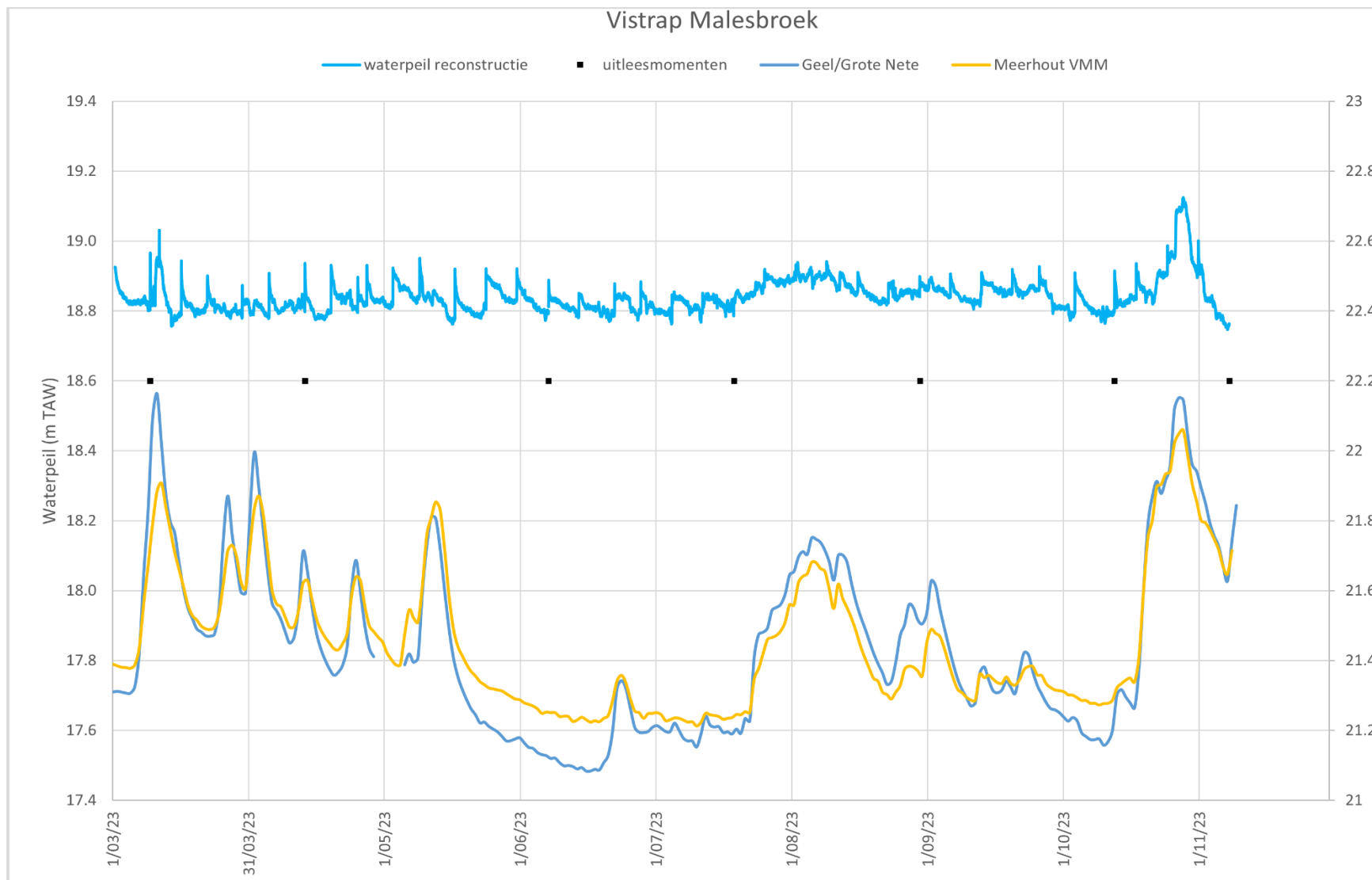
Grafieken peilmetingen



Figuur 36: Bovenaan: waterpeil in de vistrap op basis van de diver en correcties aan de hand van de handmetingen bij uitleesmomenten. De lichtblauwe lijn is de reconstructie op basis van de correcties. Onderaan: Waterpeil in VMM meetpunten Geel en Meerhout. Data van Meerhout (gele lijn) staat uitgezet t.o.v. rechtse y-as. De andere grafieken zijn op basis van de primaire y-as.



Figuur 37: Waterpeil in de vispassage (diver, reconstructie (Figuur 36)) en watertemperatuur (diver) gemeten in de vistrap en neerslag in de regio.



Figuur 38: Weergave van het gereconstrueerde waterpeil aan de cameraopstelling (kant vistrap) en de waterpeilen gemeten in de 2 VMM meetstations Geel en Meerhout. Data van Meerhout (gele grafiek) staat uitgezet t.o.v. de rechtse y-as. Alle andere grafieken zijn op basis van de primaire y-as

6) Handleiding onderhoud

Bron: Zoeter Vanpoucke M. (2023). Handleiding onderhoud cameraopstelling Geel – Project vismigratie i.o.v. ANB. 10p – Wat volgt is een vereenvoudigde versie van deze handleiding. Zaken zoals contactgegevens en opslaglocaties binnen het PCM werden weggelaten.

Opstelling



Figuur 39: Initiële opstelling, nog zonder zonnesherm en met enkele drijfbalk. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.



Figuur 40: Opstelling sinds 09/03/2023 met dubbele drijfbalken en zonnesherm op camerabox. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.

Opdracht vrijwilligers

Onderhoud

Schoonmaken cameratunnel met spons en afwasborstel

- Glaswand – idealiter enkel met zachte kant van de spons (opgelet voor zand!)
- Lamp bovenaan: alle aangroei van lamp verwijderen (tip: afwasborstel)
- Witte onder- en achterwand
- Sponsje en afwasborstel telkens terug meenemen

Schoonmaken zijpanelen én stuk draadgaas naast de camerabox

- Met straatveger (grove borstel)
- Straatveger blijft ter plaatse in opening van frame.

Correct terugplaatsen van camerabox met zonnewering en de zijpanelen.

Volgorde:

- Hangsloten van zijpanelen openen. Code = XXXXXXXXXX
- **In water stappen langs voorzijde van de brug**
- Rechterpaneel omhoog en vastklikken
- Linkerpaneel omhoog en vastklikken
- Camerabox aantal cm omhoog lieren
- Zonnewering verwijderen en op de oever leggen (Figuur 42, rechts)
- Camerabox voldoende omhoog lieren om te kunnen reinigen + reinigen
 - Om te wisselen tussen omhoog en naar beneden lieren, is er een klein klepje bij het tandwiel. Dit kan je in 2 standen zetten. De ene laat je toe omhoog te lieren, de andere laat je toe omlaag te lieren.
- Zijpanelen reinigen met straatveger – helemaal schoon maken! (Figuur 41)
- Stuk draadgaas in frame naast camerabox reinigen met straatveger
- Na reiniging de camerabox voorzichtig terug laten zakken tot aantal cm boven de grond.
 - Hiertoe wordt de lier in de andere stand gezet met behulp van het klepje
 - Handvat van de lier niet loslaten tijdens het neerlaten. Het gewicht van de box kan ervoor zorgen dat deze valt en het handvat ongecontroleerd ronddraait. Moet je de lier toch loslaten, blokkeer deze dan eerst door het klepje opnieuw in de andere stand te zetten.
- Zonnescherm terugplaatsen
 - Niet te ver erover schuiven, dan houdt het de zon immers niet meer tegen...
 - Aan de linkerkant van de box zit een kraantje die het zonnescherm belemmert om te ver te schuiven. Rechterzijde dus zeker niet verder schuiven.
- Camerabox volledig laten zakken en zo nodig verschuiven zodat deze op de juiste plaats staat: tussen het frame, helemaal naar achteren.
- Indien nodig: de zwarte riemen die rond de box hangen opnieuw in de juiste positie hangen.
- Gereinigde linkerpaneel laten zakken – goed tot op de bodem!
- Voorbij de box stappen naar de rechterkant.
- Stuk draadgaas naast box nog eens schoonmaken met straatveger.
- Straatveger terug in de houder
- Gereinigde rechterpaneel laten zakken – goed tot op de bodem!

- Uit het water stappen met zo min mogelijk opwoelen van de bodem
- Hangsloten opnieuw bevestigen aan zijpanelen.



Figuur 41: Omhooggetakelde zijpanelen. Links: onvoldoende gereinigd. Rechts: voldoende schoon. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.

Aandachtspunten:

- Eerst zand wegspoelen voor je begint te wrijven. Zo voorkom je krassen.
- Schuurzijde van de spons zo weinig mogelijk gebruiken. In principe zou wekelijks schoonmaken moeten lukken met enkel de sponszijde.
- Opletten bij het naar beneden lieren: hendel niet loslaten! Zo voorkom je dat de hendel doordraait en de box te snel zakt/valt. Naast materiële schade kan dit immers ook een fysiek letsel veroorzaken. Wil je de hendel toch loslaten? Blokkeer deze dan eerst door de lier terug in de andere stand te zetten.
- Zorg dat de camerabox op het einde weer op de juiste positie staat (tussen het frame, helemaal naar achteren), inclusief het zonnescherm.
- Zo min mogelijk rondstappen nadat zijpanelen terug beneden staan. Zijpanelen pas als laatste laten zakken.



Figuur 42: Links: omhooggetakelde camerabox die schuin hangt omdat de voorste draagriem naar achter is geschoven (oranje pijl). Rechts: neergelaten box met draagriem op correcte locatie en zonnewering over de box geplaatst. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.

Opdracht PCM

Materiaal: waadpak, blauwe bak met USB-stick, sleutel, poetsmateriaal etc.

Onderhoud

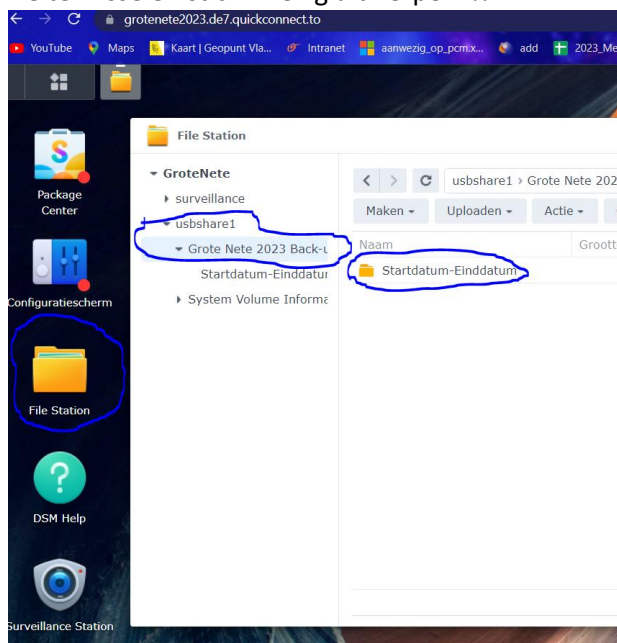
- zie uitleg bij opdracht vrijwilligers
 - opmerking: wie alleen gaat moet eerst de zijpanelen omhoog hangen en vastmaken alvorens in het water te gaan. Op het einde worden de zijpanelen pas neergelaten wanneer je op het droge staat.
- + (na ophalen zijpanelen, vóór je alles reinigt) met schop of door bewegingen met voeten sediment en bladval van de looproute in het water verwijderen -> dit zodat er bij volgende passage aan het einde van het onderhoud niet al direct te veel bladval zou opdwarrelen die de roosters op zijpanelen doet verstoppen.

Back-up maken van de data

Op PCM:

Start vanop afstand het maken van de back-up op de stick ter plaatse.

- inloggen via quickconnect – synology
- Figuur 43
- File Station
- Mapnaam = “startdatum-einddatum” van de te maken back-up.
 - Formaat YYYY-MM-DD-AM/PM (jaar-maand-dag-dagdeel)
 - Bv. 20230309AM-20230315PM
 - Enkel voltooide dagdelen! Als je de back-up start om 11u00 op 05/05, dan is het laatste voltooide dagdeel dus 20230504PM.
- De te wisselen stick “ veilig uitwerpen”!!



Figuur 43: screenshot quickconnect – synology File Station voor het starten van de back-up. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.

Ter plaatse:

- Ga het water in aan de kant van de meander, daar hangt de technische kast aan de achterzijde van de brug.
- Open met de rode sleutel **voorzichtig** de kast (Figuur 44)
- Raak niets onnodig aan.
- Zorg dat niets in de kast nat wordt. Let goed op bij regen!
- Centraal in de kast staat een zwart bakje op een houten plank. (Figuur 45)
 - Til die voorzichtig op zodat je de achterkant kan bereiken met je hand. (Figuur 46)
 - Haal de aanwezige USB stick eruit
 - Schuif de beschermende rand over de stick
 - Vervang door de 2^{de} USB stick
 - Zorg dat deze 2^{de} stick goed “geopend” is vóór je deze plaatst. Dit doe je door de beschermende rand naar achter te schuiven.
 - De sticks zijn genummerd om verwarring te vermijden (Figuur 44)
 - Zorg dat de sticks en de inhoud van de kast niet nat of vochtig worden.
 - Plaats de bak terug op het houten plankje
- Controleer visueel of alles nog OK (actief) is
- Sluit de kast – hierbij moet je wat op de deur duwen.

Aandachtspunten:

- Beschermen tegen water/regen
- Niets nodeloos aanraken of verplaatsen
- Zorg dat beschermkapje van de nieuwe stick ver genoeg naar achter is geschoven voor je de stick plaatst. Anders geeft deze geen goed contact en kan de volgende back-up niet gemaakt worden.
- Er hangt een lus aan de sleutel zodat je deze rond pols kan hangen of aan een musketon aan je waadpak. Maak hier gebruik van zodat je die niet verliest. (Figuur 44)
- Kast goed sluiten
- Bewaar de stick niet in een vochtig waadpak of vochtige jaszak...



Figuur 44: openen kast met rode sleutel (links) en genummerde USB-stick (rechts). © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.



Figuur 45: Binnenkant van de technische kast. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.



Figuur 46: Locatie van USB-poort voor de USB-stick. © Mechtild Zoeter Vanpoucke, PCM.

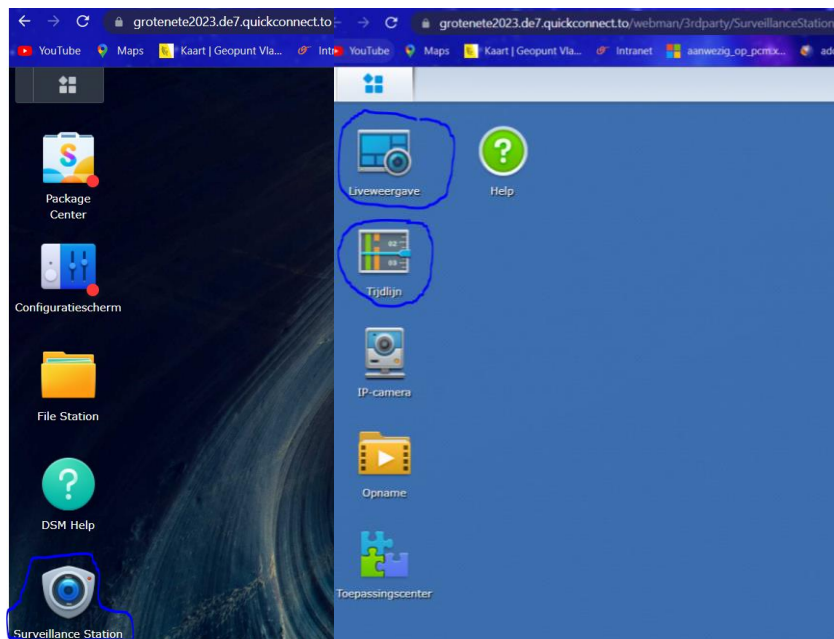
Terug op het PCM:

- bezorg de meegebrachte stick aan team Aquatische ecologie om deze bij de data op de archiefschijf te plaatsen.
- Bak materiaal terug op plaats zetten

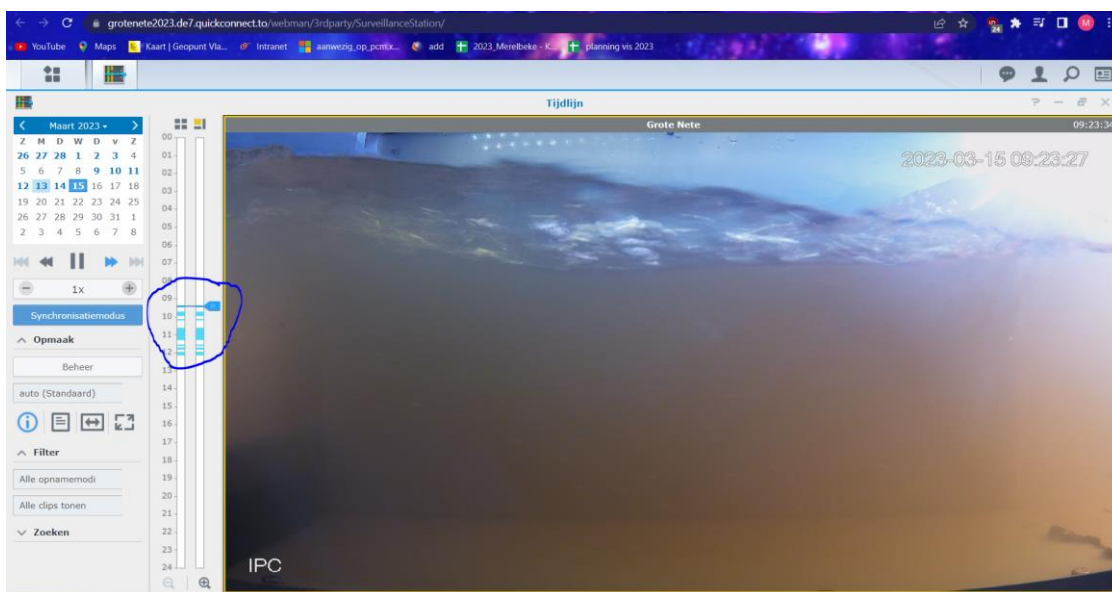
Dagelijks online controleren

- Mechtild controleert dagelijks met persoonlijke login.
- <https://grotene2023.quickconnect.to/>
 - Bij afwezigheid Mechtild:
 - inloggen via quickconnect – synology
 - Figuur 47

- Surveillance station
- Liveweergave → controleren
 - of camera werkt
 - glas niet te vuil is (bv. snelle algengroei)
 - er niets voor hangt (bv. plantenstengel die vast zit aan box en bv. voor de camera wappert en zo continu de bewegingsensor activeert...)
- Kort. Lang kijken verbruikt veel data.
- Tijdlijn
 - Figuur 48
 - Nakijken of er clips werden opgenomen sinds laatste controle: zijn er blauwe lijntjes in de verticale balk links van het videoscherm?
 - Niet alle clips afspelen!



Figuur 47: Screenshots quickconnect – synology



Figuur 48: screenshot tijdlijn. Let op de blauwe streepjes in de verticale balken.