



(Zoetwater) vismonitoring met onderwater-camerasysteem

Een pilotstudie in de vispassage te Lith

Auteur(s): A.B. Griffioen

Wageningen University &
Research rapport C051/21

(Zoetwater)vismonitoring met onderwater-camerasysteem

Een pilotstudie in de vispassage te Lith

Auteur(s): A.B. Griffioen

Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research
IJmuiden, mei 2021

Wageningen Marine Research rapport C051/21

Keywords: vismonitoring, onderwatercamera, vispassage, Lith

Opdrachtgever: RWS Water, Verkeer en Leefomgeving
T.a.v. Eddy Lammens
Postbus 2232
3500 GE Utrecht

Dit rapport is gratis te downloaden van : <https://doi.org/10.18174/547730>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Dr. ir. J.T. Dijkman, Managing director

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

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

A_4_3_1 V31 (2021)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Kennisvraag en doelstelling	6
3 Methoden	7
3.1 Locatie, camera en fuikopstelling	7
3.2 Fuikvangsten	7
3.3 Beeldanalyse	8
4 Resultaten	10
4.1 Stap 1: RUWE DATA - Registratie vangsten camera en fuik: soort, betrouwbaarheid en lengte	10
4.1.1 Vangsten en registraties	10
4.1.2 Betrouwbaarheidsklassen automatische beeldherkenning	11
4.1.3 Lengtemetingen fuikvangsten en beeldherkenning	12
4.1.4 Zwemrichting	13
4.2 Stap 2: visuele analyses videoregistratie	14
4.2.1 Soortherkenning	14
4.2.2 Zwemrichting	15
4.2.3 Betrouwbaarheidsinschatting automatische beeldherkenning	16
4.3 Stap 3: Detailvergelijking met fuikvangsten	17
4.3.1 Vergelijking van lengtemetingen	18
4.3.2 Registratie van scholen vis	18
4.4 Timing van registratie	19
4.5 Onderhoud camera	19
5 Impressie camerabeelden	20
6 Conclusies en aanbevelingen	22
6.1 Soortherkenning	22
6.2 Tellingen	22
6.3 Lengtemetingen	23
6.4 Betrouwbaarheidsinschatting automatische beeldherkenning	23
6.5 Zwemrichting	23
6.6 Algemene conclusie	24
6.6.1 Citizen science	24
6.6.2 Extra trainingsmodel	24
7 Kwaliteitsborging	25
Literatuur	26
Verantwoording	27
Bijlage 1 Gegevens camera registratie	28
Bijlage 2 Gegevens fuiken monitoring	29

Samenvatting

In het kader van wettelijke verplichtingen zoals de Kaderrichtlijn Water en ten behoeve van het visserij-beleid en het visstandbeheer is Rijkswaterstaat naast het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit verantwoordelijk voor het monitoren van de visstand in de zoete rijkswateren. Een onderdeel daarvan is het meten van de soortsaamenstelling van vis en de doortrekbaarheid van de rijkswateren voor trekvis door middel van fuikenmonitoring. De inzet van fuiken in samenwerking met de beroepvisserij heeft een aantal inherente nadelen, denk aan: mogelijke sterfte van vis, stroperij resp. hoge kosten, waardoor de overheid op zoek is naar nieuwe, kostenefficiënte technieken voor grootschalige toepassing. De vraag is of de inzet van camera's en geautomatiseerde software een alternatief zou kunnen zijn. De inzet van camera's is ook in het kader van dierenwelzijn voordeliger omdat hierbij, in tegenstelling tot traditionele monitoring, geen vissen uit het water hoeven te worden gehaald. Automatische beeldherkenning wordt wereldwijd toegepast door diverse aanbieders. Echter de kwaliteit van data is sterk afhankelijk van automatische beeldherkenning en *machine learning* op basis van voldoende referentiemateriaal.

Dit onderzoek betreft een pilotstudie bij de vispassage te Lith waarbij de inzet van cameratechniek (van KBTS) en automatische beeldherkenning worden getest op hun mogelijkheden bij de huidige stand van zaken. De studie toont aan dat de techniek de potentie heeft om, daar waar het qua locatie technisch haalbaar is om een cameraopstelling te realiseren, de bestaande fuikenmonitoring te vervangen. De techniek geeft goed inzicht in gedrag en timing van vissen, en zorgt ervoor dat individuen van vissoorten die normaliter niet of nauwelijks in fuiken terechtkomen, nu wel worden waargenomen (bv. houting, winde, salmoniden). Bijkomend voordeel is dat zij ongeschonden uit de registratie komen, wat wenselijk is voor het dierenwelzijn, voornamelijk van kwetsbare soorten. Uit de resultaten blijkt dat de determinatie van bekende soorten vrij goed gaat, maar de automatische beeldherkenning van soorten met weinig referentiemateriaal nog relatief veel aandacht behoeft. Er is een verbeteringslag in de *tracking* nodig om tot betere aantalsschattingen te komen en voor een correcte bepaling van aantal vis in een school incl. soortbepaling. Het onderzoek heeft helaas te beperkte gegevens weten te verzamelen die iets zouden kunnen aangeven over de betrouwbaarheid van lengtemetingen. Uit deze studie blijkt dat voor moeilijk te determineren soorten, sterk gelijkende soorten en voornamelijk voor kleine (juvenile) vissoorten fuikenmonitoring voorlopig noodzakelijk blijft.

1 Inleiding

In het kader van wettelijke verplichtingen zoals de Kaderrichtlijn Water (KRW) en ten behoeve van het visserijbeleid en het visstandbeheer is Rijkswaterstaat (RWS) naast het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) verantwoordelijk voor het monitoren van de visstand in de zoete rijkswateren. Onderdeel daarvan is het meten van de soortsaamenstelling en doortrekbaarheid voor trekvis van de rijkswateren. Sinds 2012 voert Wageningen Marine Research (WMR), in samenwerking met de lokale beroepvisserij, trendmonitoring uit in opdracht van LNV en RWS. Naast het vissen met fuiken worden er ook zalmsteken gebruikt om de trend van salmoniden te volgen in de grote rivieren. De inzet van fuiken in samenwerking met de beroepvisserij heeft een aantal inherente nadelen, denk aan: mogelijke sterfte van vis, stroperij resp. hoge kosten, waardoor de overheid op zoek is naar nieuwe, kostenefficiënte technieken voor grootschalige toepassing. De inzet van camera's en geautomatiseerde software zou een alternatief kunnen zijn. Ook in het kader van dierenwelzijn is de inzet camera's voordeliger omdat hierbij, in tegenstelling tot traditionele monitoring, geen vissen uit het water hoeven te worden gehaald. De techniek om vissen te identificeren via camera's en bijbehorende software is de laatste jaren sterk verbeterd en biedt op termijn misschien de mogelijkheid om netten te vervangen door camerasystemen. Echter, uit een recente marktverkenning blijkt dat automatische beeldherkenning afhankelijk is van *machine learning* in combinatie met voldoende referentiemateriaal van de lokale soortenrijkdom. In deze pilotstudie is onderzocht in hoeverre de automatische beeldherkenning nauwkeurig werd uitgevoerd door de softwareresultaten te vergelijken met de vangsten van een achter de camerabox geplaatste fuik.

Dit onderzoek betreft een vervolg op het onderzoek dat in 2017 is uitgevoerd op het Noordzeekanaal met een camera en een fuik (Griffioen et al. 2019), en is parallel uitgevoerd aan een marktverkenning van camerasystemen als alternatief voor fuikenmonitoring (Griffioen and Scholl 2021). Het onderzoek geeft nieuw inzicht in de stand van zaken voor de inzet van deze techniek op de grote rivieren.

2 Kennisvraag en doelstelling

Dit onderzoek is bedoeld om de gebruiksmogelijkheden van onderwatercamera's te verkennen als alternatief voor fuiken. Hiervoor is de volgende kennisvraag geformuleerd:

Kunnen passerende vissen (hier: in een vispassage) aan de hand van automatisch gemaakte camerabeelden worden geteld en gedetermineerd? En: Is cameratechniek een (volwaardig) alternatief voor fuikenmonitoring?

Het project was gericht op één locatie. Bij de vispassage bij Lith werden vissen met behulp van een onderwatercamera gefilmd en softwarematig geïdentificeerd.

Het voorliggende rapport geeft een overzicht van de beeldregistraties die gedurende de veldwerkperiode zijn gemaakt. De analyse van deze beelden was gericht op:

- soortensamenstelling
- per soort een grootteverdeling; hier is dat een indeling in lengteklassen
- per soort een zwemrichting: stroomopwaarts of -afwaarts
- per soort een uitwerking in de tijd

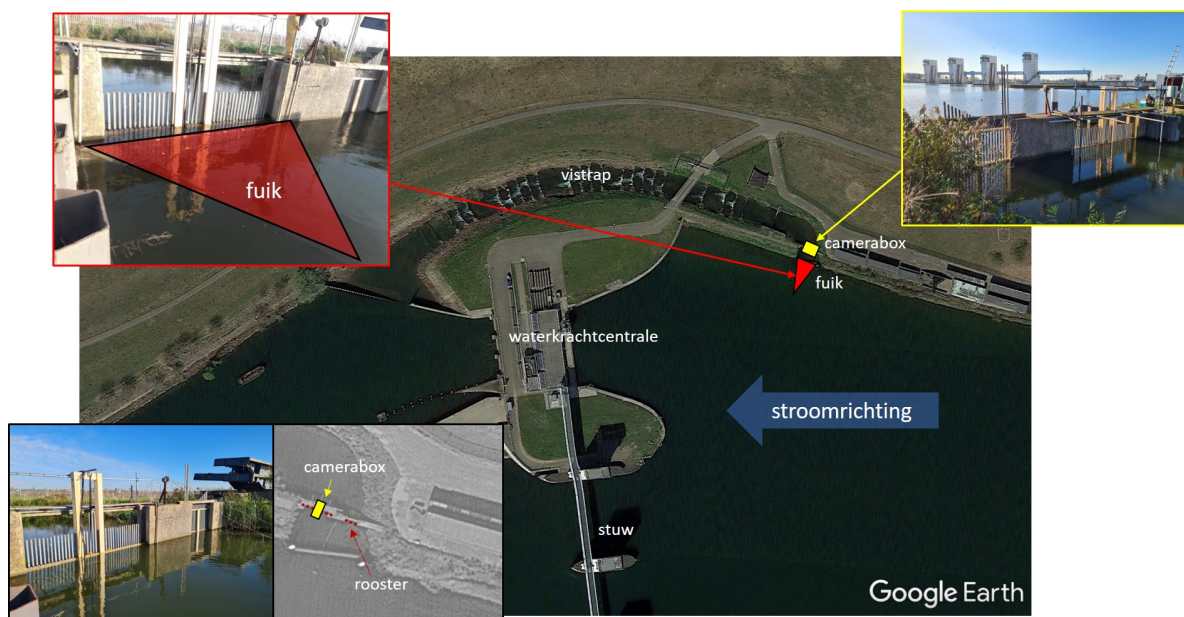
Het betreft een pilotstudie waarbij de stand van zaken van de automatische beeldherkenning wordt getoetst gedurende een korte periode. De omvang van de studie was beperkt tot drie maanden, waarbij één maand in detail is geanalyseerd in combinatie met een fuik achter de camerabox.

Deze pilot geeft ook een inkijkje in technische vereisten zoals de noodzaak voor frequente schoonmaak.

3 Methoden

3.1 Locatie, camera en fuikopstelling

Het veldwerk met de camera dat is uitgevoerd door KBTS, was gericht op de vispassage bij Lith (Figuur 3-1). De camera werd op 5 november 2020 geplaatst aan de bovenstroomse zijde van de vispassage. Op deze locatie is een betonnen constructie aanwezig waar een frame met spijlen werd geplaatst. De ruimte tussen de spijlen betrof 4cm. Op deze wijze werden vissen die migreren en een lichaamsdikte hebben van dikker dan 4cm, gedwongen om via de camerabox de bovenstroomse zijde van het complex te bereiken (of om te keren).



Figuur 3-1 Schets van de locatie waar het cameraonderzoek heeft plaatsgevonden in het najaar van 2020. Gedurende één maand is een fuik achter de camera geplaatst ter validering van de automatische beeldherkenning.

3.2 Fuikvangsten

Op 23 november 2020 is een fuik achter de camera geplaatst (gereed om 9:30), die vissen in opwaartse stroming opving (periode 1). Op 3 december 2020 is deze fuik aangepast (rond 9:00) om een nauwkeurigere link te maken met de vis die door de camera werd geregistreerd (periode 2). In periode 1 was het namelijk mogelijk dat kleine vis in de fuik terecht kwam die niet via de camerabox was gezwommen. Op 21 december 2020 (12:30) is de fuik verwijderd. De fuik werd om de 2-4 dagen gecontroleerd.

De fuikvangsten zijn minimaal tweemaal per week beoordeeld waarbij de vangst op soort is gedetermineerd en gemeten. De fuikenvisserij is uitgevoerd door Visserij Service Nederland (VSN). De betrokken medewerkers worden regelmatig door Wageningen Marine Research getoetst op hun soortenkennis, waarbij meerdere malen hoog is gescoord (90-97% juiste herkenning over dertig algemene en zeldzame soorten).

3.3 Beeldanalyse

In de periode 5 november 2020 – 31 januari 2021 zijn videofragmenten gemaakt. Deze zijn gemaakt en softwarematig geanalyseerd door KBTS. Voor het verwerken van grote hoeveelheden data/videoclips heeft KBTS software die is gebaseerd op een architectuur van *machine learning*. Het door KBTS gebruikte programma Migrator is ontworpen voor data die worden gegenereerd in de speciale camerabox. Migrator geeft op basis van de camerabeelden:

- geautomatiseerde tellingen en determinatie van vissen
- een vaststelling van de zwemrichting
- een vaststelling van de tijdstippen waarop migratie plaatsvindt
- een schatting van de lengte

Alle data werden uiteindelijk in een geautomatiseerd csv-bestand gesorteerd waarbij per videofragment de bestandsnaam van de video, datum, tijd, soort, betrouwbaarheid van schatting, zwemrichting en lengteklasse werden vastgesteld. Het bestand vormde de basis voor het maken van grafieken en tabellen, waaronder:

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

Bij de start van het onderzoek zijn de algoritmes via *deep learning* getraind met beelden afkomstig van uiteenlopende veldlocaties waarbij de volgende vissoorten op soortniveau goed te herkennen zijn: aal (onderverdeeld naar glasaal, pootaal, rode aal), baars, beekforel, bittervoorn, blankvoorn, brasem, driedoornige stekelbaars, gibel, karper, kleine modderkruiper, kolblei, pos, ruisvoorn, snoek, snoekbaars, spiering, zeelt.

Een vis wordt geregistreerd door de software. De software kent altijd een soortnaam (uit bovenstaande namen) aan de beelden toe, en een betrouwbaarheid. Bij een lage betrouwbaarheid kan het derhalve een andere soort betreffen dan in werkelijkheid en worden de beelden visueel gecontroleerd. Deze beelden en soortnamen worden vervolgens toegevoegd aan de software. Onzekerheden in soortherkenning worden daarmee geduid in de software, zodat dergelijke detecties achteraf visueel te beoordelen zijn en evt. het model hierop nogmaals wordt getraind.

In deze rapportage wordt gebruik gemaakt van de semi-ruwe gegevens. Dat wil zeggen: registraties met onbekende zwemrichting zijn vooraf verwijderd uit de analyse. Echter, bij de visuele analyse ter validatie van de softwareanalyse duiken deze registraties weer op, bijvoorbeeld als 'vals negatief'. Op deze wijze worden nut en noodzaak van visuele checks ook inzichtelijk. (zie ook box 1 voor meer informatie over de betrouwbaarheid van gegevens).

Validatie beeldanalyse

De fuikvangstregistratie en de beeldanalyses (incl. clipjes) zijn onafhankelijk van elkaar uitgevoerd en naar WMR gestuurd. Voor de periode dat de fuik achter de camera heeft gestaan, zijn de filmclips gecontroleerd op de volgende aspecten:

- Soortherkenning: de soort is door de software wel of niet goed herkend.
- Vals positief: er wordt een vis herkend door de software, maar dit bleek niet het geval
- Vals negatief: er is een vis gemist in de analyse door KBTS
- Dubbeltellingen: het clipje wordt beoordeeld op mogelijke dubbeltellingen
- Zwemrichting: het clipje wordt beoordeeld op de zwemrichting van de vis.

De gegevens worden in deze rapportage gepresenteerd zoals aangeleverd door VSN en KBTS. Hierbij worden de volgende stappen gehanteerd:

Stap 1: Presenteren ruwe data: soorten, aantallen, lengte en richting

Stap 2: Vergelijken data door visuele controle van videoregistratie: soorten en richting

Stap 3: Vergelijking met fuikvangsten

Box 1. Beeldanalyse en betrouwbaarheid data

Het model voor beeldherkenning zoals gebruikt in deze pilot, had van een aantal vissen voldoende referentiemateriaal om een goede schatting te geven van de soort. De kracht van deze techniek is zo sterk als de hoeveelheid aan referentiemateriaal. Het referentiemateriaal wordt verzameld op basis van videoclipjes die bestaan uit frames. Deze frames worden handmatig gelabeld. Een label wordt ook wel een 'annotatie' genoemd. Elk frame/beeld heeft twee type annotaties:

Type 1: detectie: Is het een vis?

Eerst moet het beeld herkend worden als een vis. Dit is een 'detectie'. Zodra een beeld als 'vis' wordt herkend door de software volgt stap 2.

Type 2: soortherkenning: Welke vis is het?

Indien een vis herkend wordt als een vis, dan gaat de software beoordelen wat voor soort vis het is.

Om de software te trainen is het van belang dat er zoveel mogelijk annotaties zijn van beide type annotaties. Annotaties voor de software worden zowel in een gecontroleerde omgeving verzameld als in het veld. Hoe meer beeld van een vissoort beschikbaar is hoe meer de vis vanuit verschillende hoeken kan worden gezien en hoe betrouwbaarder automatische beeldherkenning zal zijn.

De meeste van deze annotaties zijn uitgevoerd met beeldmateriaal van algemene soorten (brasem, blankvoorn, baars, pos) opgenomen in een stroomgoot (gecontroleerde omgeving) van KBTS. Hiermee is een basis gelegd voor de soortherkenning en daarbij horende parameters. Echter, beeldmateriaal vanuit het veld met een groter variatie aan doorzicht, ander gedrag en zeldzame soorten is ten alle tijden noodzakelijk om de software te trainen. Met andere woorden, hoe vaker deze techniek wordt ingezet in het veld hoe meer referentiemateriaal, wat de betrouwbaarheid van de soortendeterminatie door automatische beeldherkenning ten goede komt. Idealiter zijn dit tenminste 300-500 handmatige annotaties per soort om een goede betrouwbaarheid te krijgen, uitgaande van referentiemateriaal in uiteenlopende omstandigheden. Dit is nog niet het geval voor alle soorten, in het bijzonder voor de nieuw toegevoegde soorten.

In deze pilot (dit rapport) is gebruik gemaakt van ruwe data waarbij de betrouwbaarheid per soort varieert afhankelijk van het onderliggende referentiemateriaal en de gekoppelde annotaties. Met de resultaten van deze pilot is het model uitgebreid met soorten kesslers grondel, pontische stroomgrondel, rivierprik, houting, winde, zalm, zeeforel, wolhandkrab, zwartbekgrondel en bever. Training van het model is uitgevoerd met de video's die er van deze soorten zijn verzameld in de onderzoeksperiode (verwerkte data: t/m 22 januari 2021). Het aantal annotaties per nieuwe soort is relatief laag. De dataset die is vergaard gedurende de onderzoeksperiode, is nagenoeg zonder aanvullende annotaties / trainingsronden door het neurale netwerk geanalyseerd. Het verwerken van de resultaten voor studies met deze camerasystemen gebeurt daarom altijd met een verouderde toestand van het model. Het is goed om de resultaten in dit rapport in dat licht te beoordelen. Het model is niet getraind op voorbij stromend vuil en schoonmaakhandelingen. In deze voor het model onbekende situaties kunnen ook soortvoorspellingen worden gedaan (vals positief). In de praktijk worden videoclips van het schoonmaken niet meegemomen bij de dataprocessing.

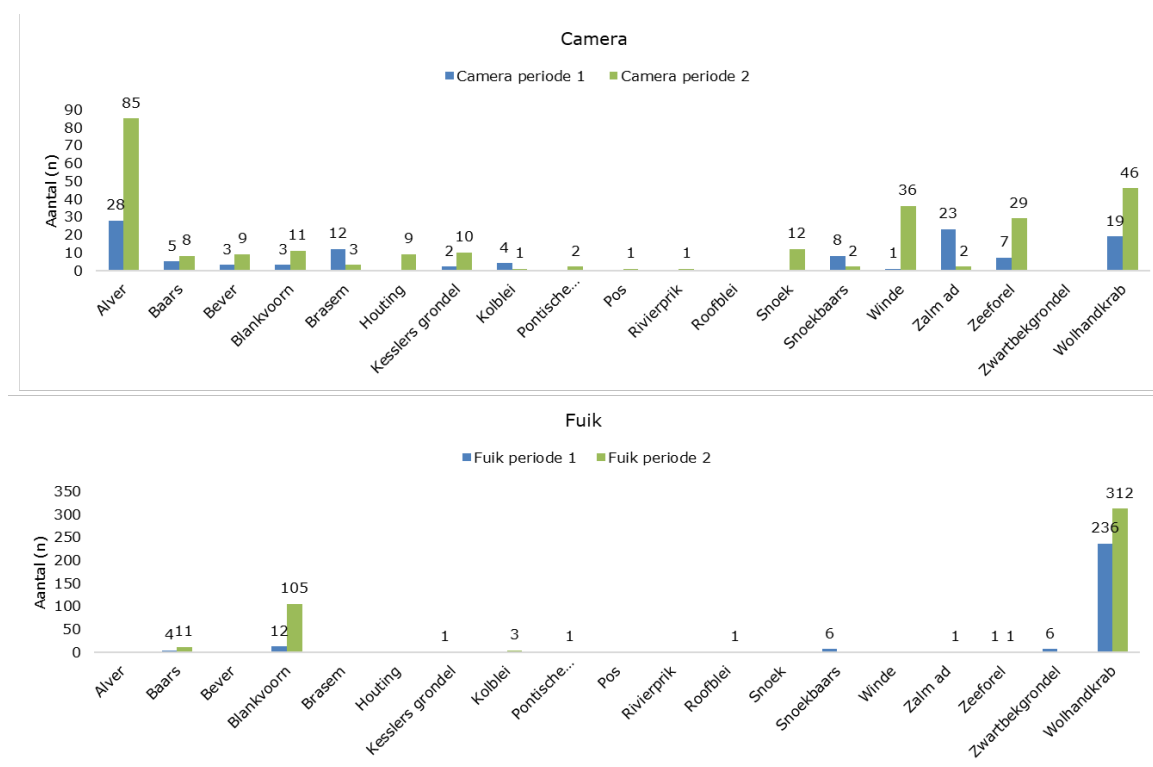
4 Resultaten

4.1 Stap 1: RUWE DATA - Registratie vangsten camera en fuik: soort, betrouwbaarheid en lengte

4.1.1 Vangsten en registraties

In de fuik zijn totaal tien soorten gevangen over 28 fuikdagen. Blankvoorn (n=117), gevolgd door baars (n=15), werden het meeste gevangen aan vissoorten (Figuur 4-1). In totaal zijn twee forellen en één zalm gevangen. Ook zijn er 548 wolhandkrabben gevangen in de fuik.

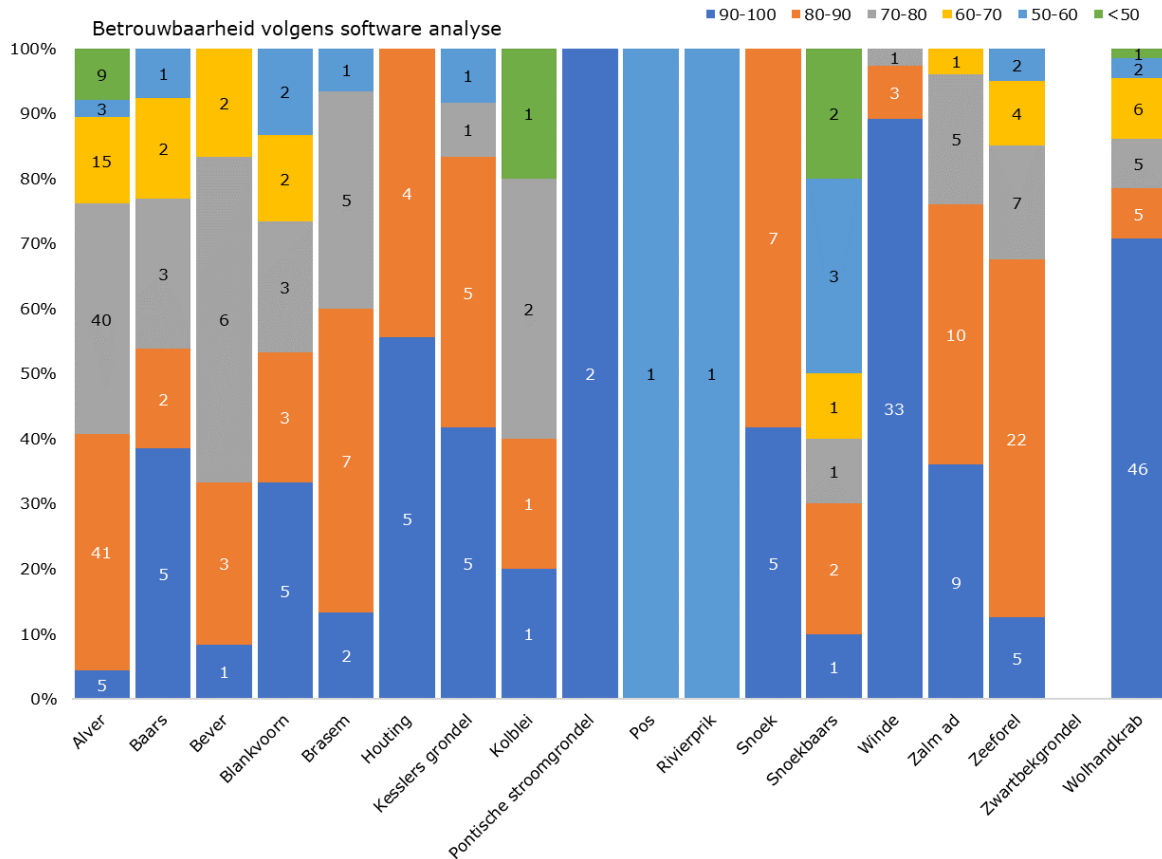
Met de cameraregistratie zijn in dezelfde periode totaal 18 soorten geregistreerd en 'gezien' door de software (Figuur 4-1). Alver (n=113), zeeforel (n=40) en winde (n=37) werden het meeste geregistreerd. Ook zijn er 65 wolhandkrabben gezien. NB. dit betreft ruwe data en daarbij zijn dubbeltellingen zeker aanwezig als vissen heen en weer zwemmen. Registraties met onbekende zwemrichting zijn verwijderd door KBTS.



Figuur 4-1 Vangsten met de fuik over de periode 23 november 2020 (9:30) t/m 21 december 2021 (12:00). NB. voor de cameraregistratie betreft dit ruwe data en daarbij zijn dubbeltellingen, vals positieven en vals negatieven zeker aanwezig. Er is onderscheid gemaakt in periode 1 (23 november – 3 december) en periode 2 (3 – 21 december).

4.1.2 Betrouwbaarheidsklassen automatische beeldherkenning

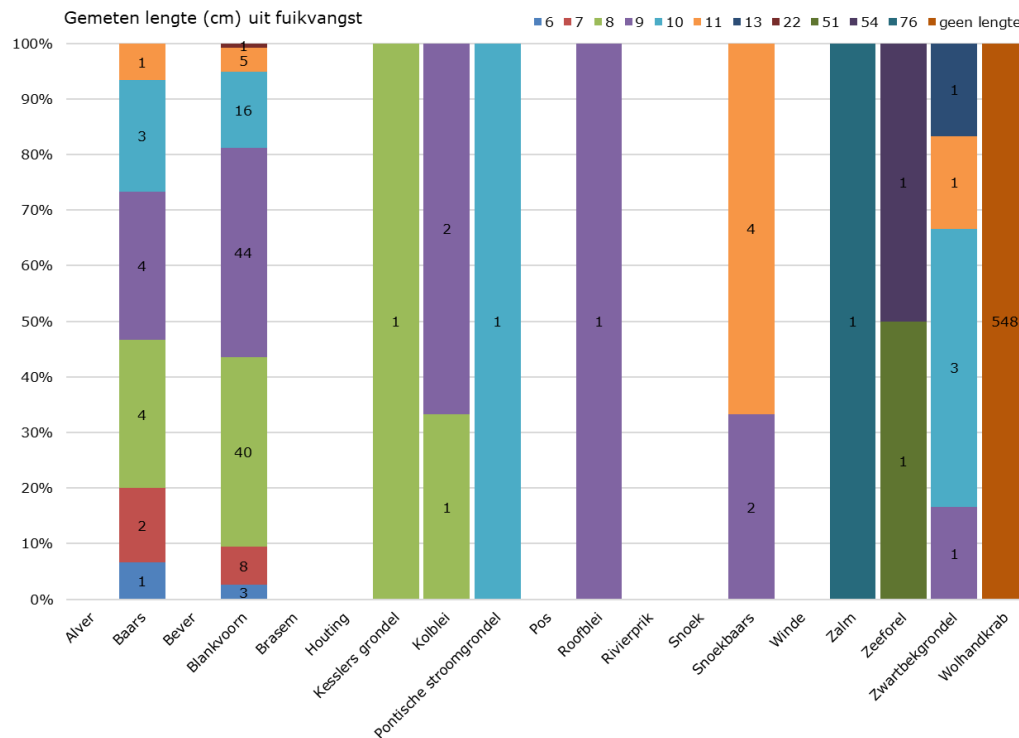
Voor dezelfde periode als Figuur 4-1, is de betrouwbaarheid gepresenteerd zoals aangegeven door de software (Figuur 4-2). De betrouwbaarheid van determinatie per soort heeft een relatie met referentiemateriaal (*machine* en *deep learning*). Pos en rivierprik zijn hier laag ingeschat <50%. Ook snoekbaars betrof naar verhouding relatief veel registraties met een lage betrouwbaarheid.



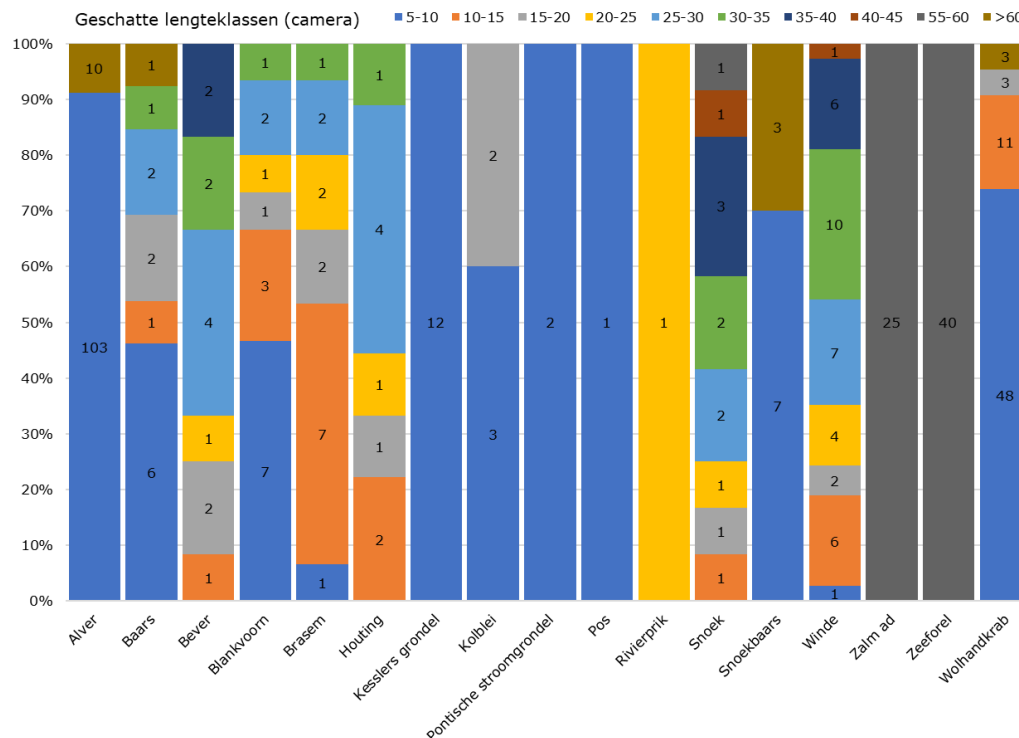
Figuur 4-2 Betrouwbaarheidsanalyse voor registraties (ruwe gegevens) over de periode 23 november 2020 (9:30) t/m 21 december 2021 (12:00). N=aantal registraties per betrouwbaarheids categorie. NB. Voor de cameraregistratie betreft dit ruwe data en daarbij zijn dubbeltellingen zeker aanwezig als vissen heen en weer zwemmen, evenals verkeerde determinatie en vals negatief/positief.

4.1.3 Lengtemetingen fuikvangst en beeldherkenning

De lengte in de fuikvangst is gemeten op hele cm per soort (Figuur 4-3). Het grootste aandeel vissen betrof <15cm. Er is één blankvoorn van 22cm gevangen. Verder was één zeeforel 51cm en één 54cm en de zalm was 76cm. Bij de camera-analyse is de lengte in klassen ingedeeld. Ook hier betrof het grootste aandeel in de 'vangst' kleine vis van <15cm. De zalm en zeeforel zijn geschat op >60cm.



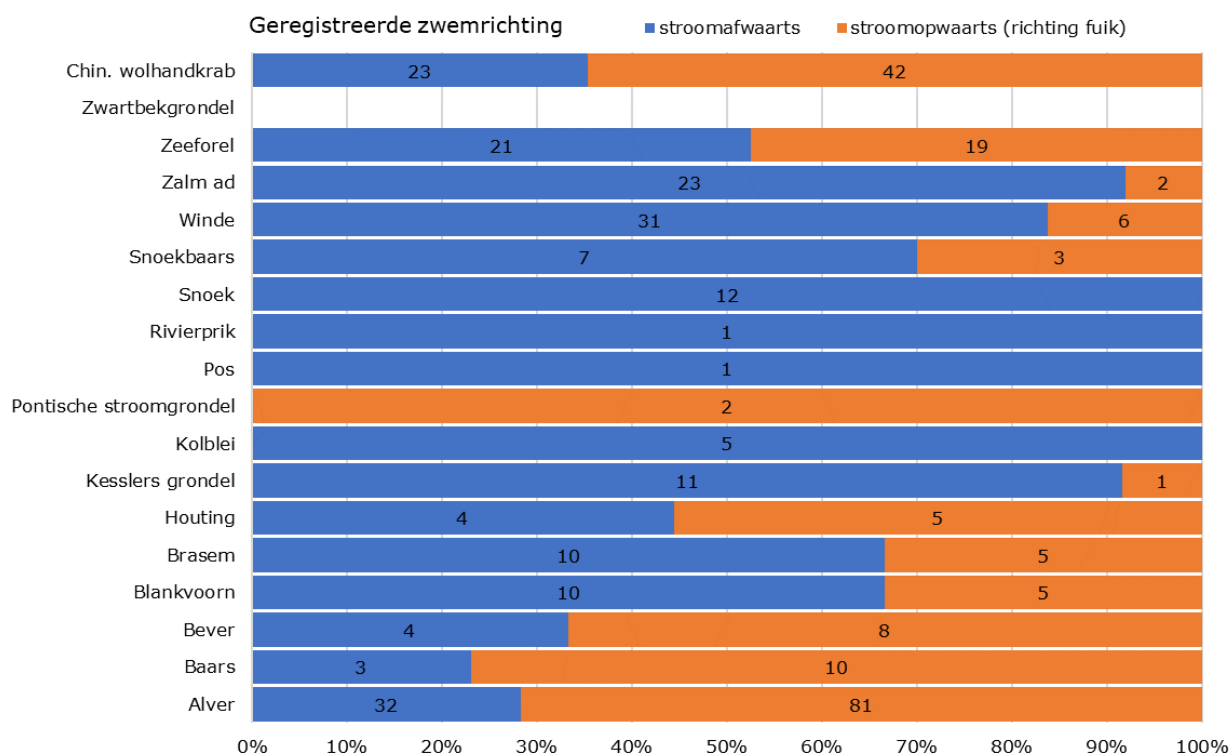
Figuur 4-3 Lengte (cm) gemeten door VSN. N=aantal registraties per lengte welke is aangegeven in de balk.



Figuur 4-4 Lengteklassen geschat door softwareanalyse. N=aantal registraties per lengteklasse categorie welke is aangegeven in de balk. NB. Voor de cameraregistratie betreft dit ruwe data en daarbij zijn dubbeltellingen zeker aanwezig als vissen heen en weer zwemmen, evenals verkeerde determinatie en vals negatief/positief.

4.1.4 Zwemrichting

De gegevens van de automatische beeldherkenning met betrekking tot zwemrichting zoals geregistreerd door de automatische beeldherkenning. Het merendeel van de registraties was in stroomafwaartse richting (Figuur 4-5). Dit kunnen vissen die: 1) stroomafwaarts bewegen 2) uit de fuik zwemmen en 3) door aarzelsgedrag heen en weer zwemmen waarvan een deel stroomafwaarts.



Figuur 4-5 Softwareregistratie van zwemrichting van vissen (n=aantal registraties). NB. Voor de cameraregistratie betreft dit ruwe data en daarbij zijn dubbeltellingen zeker aanwezig als vissen heen en weer zwemmen, evenals verkeerde determinatie en vals negatief/positief.

4.2 Stap 2: visuele analyses videoregistratie

Om te bepalen wat de waarde is van de ruwe gegevens van KBTS is een visuele analyse uitgevoerd voor de periode dat er een fuik achter de camera heeft gestaan. Alle videoclipjes zijn visueel gecontroleerd zoals gesteld in de methode. Het is vooraf goed om op te merken dat de data aangeleverd door KBTS is voorgeselecteerd op zwemrichting. Registraties met onduidelijke zwemrichting zijn verwijderd uit de aangeleverde data. Hierdoor is het aantal vals negatieve (gemiste registraties) naar alle waarschijnlijkheid te hoog ingeschat.

4.2.1 Soortherkenning

De visuele analyses van soortherkenning leverde 14-16 soorten op. In de softwareanalyse zijn 17 soorten herkend. In de visuele analyses zijn vele clipjes met wolhandkrabben die niet waren opgenomen in de dataset van KBTS (vals negatief), niet in beschouwing genomen. De wolhandkrabben die de software wel heeft geregistreerd zijn wel gecontroleerd. In de visuele analyse waren sommige vissen niet of nauwelijks te determineren, voornamelijk de vissen <15cm. Hoewel het zeer waarschijnlijk is dat het merendeel van al deze twijfelgevallen blankvoorns betreffen is niet uit te sluiten dat er ook alvers of andere kleine gelijkende soorten tussen hebben gezeten (bv. kleine roofblei). Bij de grondels is de kenmerkende zwarte vlek in de rugvin van de zwartbekgrondel niet altijd (duidelijk) zichtbaar. Bij kleine kolblei en brasem is determinatie op basis van het grotere oog bij de kolblei niet duidelijk in een videoclip. Opvallend in Tabel 1 is de diversiteit van determinatie van wolhandkrab volgens de softwareanalyse. Wolhandkrabben blijven vaak langdurig in beeld of half in beeld (alleen poten zichtbaar), wat deze variatie mogelijk verklaart. De soorten die door de software zijn gedetermineerd als pos of rivierprik (lage betrouwbaarheid, Figuur 4-2) betroffen in werkelijkheid respectievelijk een wolhandkrab en een periode van onderhoud/hand/touw, wat aantoont dat het toekennen van de lage betrouwbaarheidsklasse in deze gevallen goed werkt. NB. Normaal gesproken worden de data van onderhoudsbeurten verwijderd uit de dataset.

Op basis van Tabel 1 is van de registraties 74% correct gedetermineerd (gemiddelde van 'percentage correct' in Tabel 1). Dit wil zeggen: de soorten waarvan er een duidelijke zwemrichting bekend was en er een correcte determinatie was (163 van de 231 vissen met juiste visuele determinatie, Tabel 1). Echter, van 77 vissen kon de juistheid van de determinatie na visuele analyse niet goed worden uitgevoerd, waardoor het onbekend is of de software het hier goed had. Het betrof hier veelal kleine vis die als alver werd gemarkeerd. Op basis van uiterlijke kenmerken, aangevuld met fuikregistratie, betrof een deel hiervan blankvoorn. Hiermee rekening houdende is de juistheid van determinatie vastgesteld op: 53-78% goed, 22-47% verkeerd. Van de soorten waarvan de soort visueel gecontroleerd kon worden varieerde de betrouwbaarheid van de softwarematige determinatie van 0% (zwartbekgrondel) tot 100% (diverse soorten). Van alle vissoorten waarvan de soort kon worden vastgesteld, lag de betrouwbaarheid van determinatie boven de 62%. In minimaal 26% (106 van de 414 vissen) was het een vals negatief, waarbij diverse soorten zijn gemist als gevolg van een zwemrichting 'onbekend' waarbij de data van automatische beeldherkenning vooraf was verwijderd. Er zou hiermee één soort zijn gemist in de data: zwartbekgrondel.

Tabel 1 Vergelijking in soortherkenning tussen visuele en softwarematige determinatie van de videoregistraties. In groen: correcte determinatie. NB. sommige vissen worden door de software twee keer herkend als een (nieuwe) vis en worden daarmee opnieuw beoordeeld op soort. Met andere woorden: een zelfde vis, die dubbel wordt beoordeeld op soort. Deze tweede registratie is in Tabel 1 niet opgenomen.

			Software analyse																		
Visuele analyse		Vals negatief	Alver	Baars	Bever	Blankvoorn	Brasem	Houting	Kesslers grondel	Kolblei	Pontische stroomgrondel	Pos	Rivierprik	Snoek	Snoekbaars	Winde	Wolhandkrab	Zalm	Zeeforel	percentage correct	
	Determinatie																				
	Baars	8	5	8																62%	
	Bever	1			1		2													33%	
	Blankvoorn	3	1			7										1				78%	
	Houting	2			1			9												90%	
	Kesslersgrondel	1							8											100%	
	Pontische stroomgrondel	4									2									100%	
	Snoek									1				11						92%	
	Snoekbaars	1													2					100%	
	Winde	22					2										35			95%	
	Wolhandkrab	28	25	1			6		1	4		1			5			23		35%	
	Zalm	6			2														24	92%	
	Zeeforel	1	2															5	1	33	80%
	Zwartbekgrondel	2							2												0%
	onzekere determinatie																				
	Alver/Blankvoorn*	24	73				2														
	Kesslersgrondel/zwartbekgronde	3																			
	Kolblei/Brasem		2																		
	andere registratie																				
	Vuil				1													34			
Onderhoud/fuiklichting			2	3	8	3	3						1		3		2		3		

4.2.2 Zwemrichting

Van elk clipje is beoordeeld, zowel visueel als via softwareanalyse, wat de zwemrichting is geweest. Bij de software analyse waren er twee categorieën:

1. Naar rechts: de vis zwemt richting de fuik, stroomopwaarts en verdwijnt uit beeld;
2. Naar links: de vis komt uit de fuik en passeert de camerabox stroomafwaarts en verdwijnt uit beeld.

Bij de visuele analyse zijn de volgende categorieën onderscheiden:

1. Naar links: de vis komt uit de fuik en passeert de camerabox stroomafwaarts en verdwijnt uit beeld;
2. Naar rechts: de vis zwemt stroomopwaarts, richting de fuik en verdwijnt uit beeld;
3. Links naar rechts: de vis komt uit de fuik en passeert de camerabox stroomafwaarts, maar zwemt vervolgens weer naar rechts richting de fuik;
4. Rechts naar links: de vis zwemt stroomopwaarts, richting de fuik maar verdwijnt uit beeld stroomafwaarts;
5. Stationair: de vis of krab blijft gedurende de gehele videoclip in beeld op vrijwel dezelfde plek.

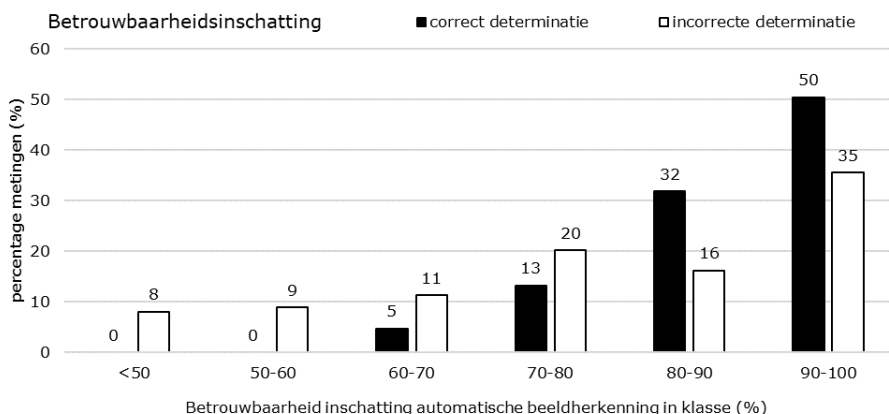
Totaal zijn er 224 registraties in Tabel 2. In 66 (13+53) is de richting van de registratie correct 29%. Echter, indien we hierbij ook de oranje vlakken in tabel 2 bij nemen die gedeeltelijk correct zijn, dan is de zwemrichting in 151 (13+53+67+18) van de gevallen correct 67%. Totaal betekent dit 29-67% correcte registratie en 33-71% verkeerde registratie (in werkelijkheid stationair of verkeerde richting). Indien de wolhandkrab, het vuil en de bever niet worden meegerekend in deze analyse komt het percentage uit op 7-45% naar links is correct, 30-40% naar rechts correct en totaal 37-85% correct en 15% verkeerd.

Tabel 2 Vergelijking van analyse zwemrichting ('tracking') tussen visuele en softwarematige determinatie van de videoregistraties. In groen: correcte registratie zwemrichting. In oranje: correcte laatste registratie van richting van vis/krab. In rood: verkeerde registratie. *getallen tussen haakjes is een analyse-tabel zonder wolhandkrab, bever en vuil.

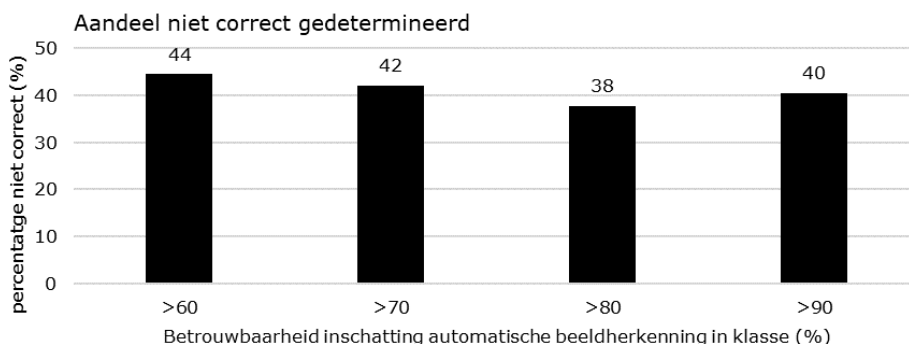
		Software	
		Naar links	Naar rechts
Visueel	naar links	13	1
	naar rechts	6	53
	links naar rechts	3	18
	rechts naar links	67	11
	stationair*	39 (2)	13 (3)

4.2.3 Betrouwbaarheidsinschatting automatische beeldherkenning

De automatische beeldherkenning kent een inschatting toe van de soortdeterminatie (Figuur 4-2). Op basis van de visuele sootherkenning is beoordeeld in hoeverre de betrouwbaarheid van de softwarematige analyse ook daadwerkelijk terecht hoog of laag wordt ingeschat (Figuur 4-6). Hierbij zijn alleen correcte en niet correcte gevallen meegenomen (dus geen vals positieven, vals negatieven, twijfelgeval etc). In de gevallen waarbij de determinatie hoog is geschat door de automatische beeldherkenning (90-100%), was dit in werkelijkheid in 50% van de gevallen ook correct, en in 35% van de gevallen niet. Voor de klasse 80-90% was dit respectievelijk 32 en 16%. Een inschatting door de automatische beeldherkenning van <60% is op basis van deze resultaten inderdaad geen betrouwbare inschatting en betreft het geen juiste soort. Een betrouwbaarheidsklasse van >60% heeft een aandeel van werkelijk niet correcte determinatie van 44% (Figuur 4-7). Boven de 70, 80 of 90% is er altijd een aandeel van 38% of hoger aan verkeerd ingeschatte soorten.



Figuur 4-6 Het percentage van correcte of niet correcte metingen in relatie tot betrouwbaarheidsinschattingen van de automatische beeldherkenning (n=253 registraties). Het betreft hier geselecteerde data die visueel gecontroleerd konden worden op juistheid van determinatie.



Figuur 4-7 Andere weergave van Figuur 4-6. Het aandeel (%) niet correcte automatisch gedetermineerde soorten binnen de onderscheiden betrouwbaarheidsklassen. Het betreft hier geselecteerde data die handmatig gecontroleerd konden worden op juistheid van determinatie.

4.3 Stap 3: Detailvergelijking met fuikvangsten

In totaal heeft de fuik 10 perioden van 2-4 dagen achter de camera gestaan (Tabel 3 en bijlage voor datum van fuiklichtingen). In periode 4-10 is de fuik aangepast, waardoor ingeschat werd dat ontsnapping minder goed mogelijk was of vissen niet via een andere weg de fuik in konden zwemmen. Een vergelijking met fuikvangsten en visuele analyse laat zien dat sommige soorten in de videoregistratie wel zijn gezien, maar niet in de fuik terecht zijn gekomen (oranje cellen in Tabel 3). Andersom geldt ook dat er vissen wel in de fuik zijn gevangen, maar niet zijn waargenomen met de visuele analyse van de video's (paarse cellen in Tabel 3). Deze vissen zijn dus via een andere route de fuik in gezwommen, via het spijlenrooster in de fuik, of niet vastgelegd met de camera. In de analyse is ook zichtbaar dat sommige vissen herhaaldelijk worden waargenomen (Tabel 3). Dit is voornamelijk zichtbaar voor houting, zalm, zeeforel, snoek en winde. Bij deze vissen is zichtbaar dat ze aarzelen door herhaaldelijk hun kop in beeld te hebben of via de camerabox de fuik weer uit te zwemmen.

*Tabel 3 Detailvergelijking per fuikperiode (n=10) in soortherkenning tussen softwarematige en visuele determinatie. Bij de visuele determinatie is een schatting gemaakt van dubbeltellingen door het werkelijk aantal vissen te schatten op basis van de videoregistraties. In de laatste regel per fuikperiode is de fuikvangst weergegeven. *=schatting van het werkelijke aantal individuele vissen. Bever- en wolhandkrab-registraties zijn weggelaten uit deze tabel. NB. In deze tabel zijn alle registraties opgenomen in tegenstelling tot in Tabel 1. Om deze reden kan het aantal vissen welke is geregistreerd door de software verschillen tussen Tabel 1 en Tabel 3.*

	fuikperiode	Baars	Brasem	Houting	Pontische stroomgrondel	Pos	Rivierprik	Roofblei	Snoek	Snoekbaars	Winde	Zalm ad	Zeeforel	Alver	Blankvoorn	Alver/Blankvoorn	Kassiers grondel	Kassiersgrondel/zwartbekgrondel	Zwartbekgrondel	Kolbie	Kolbie/Brasem
software	1	5	2							2	1	23		4	3	8	2				
visueel - totaal		5								2	3	31			9			2	2		
visueel - werkelijk*		3								1	2	2				8		1	1		
fuikvangst		1								4						1		1	1		
software	2		2											3							
visueel - totaal																					
visueel - werkelijk*																					
fuikvangst		1								1					6				1		
software	3												7	10						1	
visueel - totaal													9			2					
visueel - werkelijk*													3								
fuikvangst		2								1			1		5				3		
software	4	1	8							6				11						3	
visueel - totaal		2								1						3					
visueel - werkelijk*		2								1						4		3			
fuikvangst																					
software	5	3				1			2				7	1							
visueel - totaal		8															58				
visueel - werkelijk*		5															42				
fuikvangst		2					1							65						1	
software	6			9								1		43	3						
visueel - totaal		2		12								1			5	80					
visueel - werkelijk*				1								1			4	24					
fuikvangst		3											1		27					1	
software	7	1	1										3	26	2		1				
visueel - totaal		3													2	50					2
visueel - werkelijk*		3													1	38					1
fuikvangst															5					1	
software	8	4		2	1								24	5	1						
visueel - totaal		3		6									28			1					
visueel - werkelijk*		3		2									1			1					
fuikvangst		1		1									1								
software	9		2						12		36	1	2	1	4					1	
visueel - totaal									11		55		3		5						
visueel - werkelijk*									3		6		1		2						
fuikvangst																					
software	10													3			9				
visueel - totaal		1														14	9				
visueel - werkelijk*		1														9	1				
fuikvangst		5												8							

	verkeerde determinatie door software analyse
	gezien met camera, maar niet in fuik
	niet gezien met camera, maar wel in fuik
	Vaak soortdeterminatie onduidelijk

4.3.1 Vergelijking van lengtemetingen

In de fuikvangsten was het merendeel van de vangst 13cm of kleiner. Een zinvolle vergelijking is daarmee niet goed te maken. De blankvoorn (22cm) is niet gezien met de cameraregistratie. Verder is de zalm (werkelijk 74cm) groter dan 60cm geschat (grens voor automatische lengtemeting). De twee zeeforellen waren 54 en 51cm en allebei overschat met de automatische lengtemeting van >60cm.

4.3.2 Registratie van scholen vis

Er zijn in de fuikperiode drie scholen vis gezien (5, 9 en 10 december). Het aantal vis binnen zo'n school wordt onderschat in de automatische beeldherkenning. In de scholen blankvoorn zaten soms ook baarsjes die gemist werden in de automatische determinatie. Het aantal vissen/blankvoorns op 5 december werd onderschat met 2 (automatische beeldherkenning) tegenover 12 blankvoorns en 2 baarzen (telling); op 9 december was dit 11 tegenover 24 en 1 baars (telling). In de derde school op 10 december was dit 10 tegenover 18 en 2 baarzen.



Figuur 4-8 Automatische registratie van dit schoolje geeft 11x alver. In werkelijkheid betreft dit een schoolje van minimaal 24 blankvoorns en 1 baars. Dit schoolje zwom van links (uit de fuik) naar rechts (weer in de fuik). NB. Het is niet uit te sluiten dat er ook alver of andere soorten tussen zaten.



Figuur 4-9 Automatische registratie van dit schoolje geeft 10x alver. In werkelijkheid betreft dit een schoolje van minimaal 18 blankvoorns en 2 baarzen. NB. Het is niet uit te sluiten dat er ook alver of andere soorten tussen zaten.

4.4 Timing van registratie

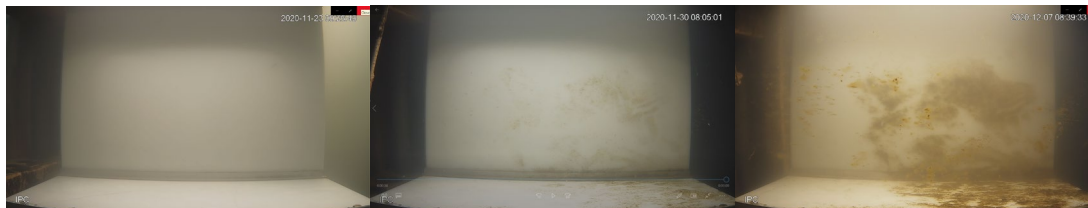
Op basis van de visuele registratie is een overzicht gemaakt van het tijdstip van registratie. Vrijwel alle vissen zijn in de donker- of schemerperiode geregistreerd behalve de winde, zeeforel en een enkele baars en blankvoorn.

Tabel 4 Tijdstip van de registratie op basis van visuele registratie. N=events (geen aantallen vis). Zwart is donkerperiode, grijs is schemer-/donkerperiode, wit is dagperiode.

	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
alver/bankvoorn	24	1	1	2	1	2		11	19					1		15		3	3	1	11	4	5	4
baars				1				4	4					1		6	2	1			1			
blankvoorn				2	1			5	1									2		1				
houting				7			4	1																
kesslers of zwartbekgrondel	2		1																					
kesslersgrondel								9																
kolblei/brasem																	2							
snoek								4								8								
snoekbaars						1											2							
winde							2	6	7	10	16	3	11						1	2				
wolhandkrab	7	5	1	2	4	3												1	9	8	3	13	12	11
zalm	10	7	2												1								4	8
zeeforel	1							3	1	2	6	15	3	8									1	
zwartbekgrondel																			1		2			
pontische stroomgrondel					5													1						

4.5 Onderhoud camera

Gedurende de pilot is de camera meerdere malen schoongemaakt om de beeldherkenning zo effectief mogelijk te maken. In de periode van 23 november – 7 december 2020 is er aanzienlijke algengroei zichtbaar (Figuur 4-10). Hierna is de camerabox wekelijks schoongemaakt (Figuur 4-11 en Figuur 4-12).



Figuur 4-10 Ontwikkeling van algengroei (van links naar rechts toenemend) in de periode 23 november – 7 december 2020 (14 dagen)



Figuur 4-11 Ontwikkeling van algengroei (van links naar rechts toenemend) in de periode 7 december – 14 december 2020 (7 dagen)



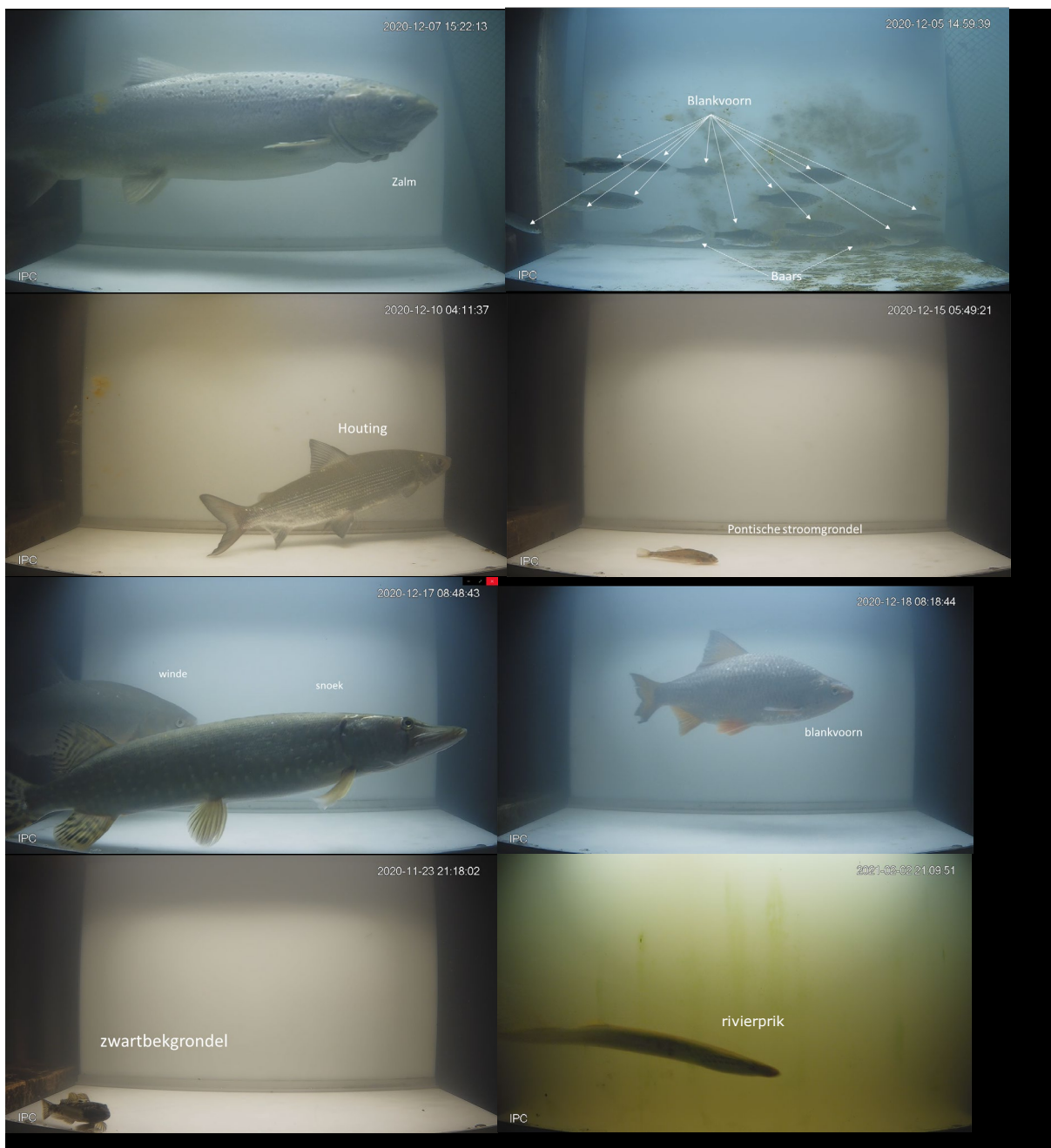
Figuur 4-12 Ontwikkeling van algengroei ((van links naar rechts toenemend) in de periode 14 december – 21 december 2020 (7 dagen)

5 Impressie camerabeelden

Om de kracht van de cameratechniek te illustreren zijn enkele voorbeelden van soorten weergegeven in de onderstaande foto's (Figuur 5-1).



Figuur 5-1 Voorbeelden van vissoorten die zijn geregistreerd door de camerabox gedurende het onderzoek.



Figuur 5-1 (vervolg) Voorbeelden van vissoorten die zijn geregistreerd door de camerabox gedurende het onderzoek.

6 Conclusies en aanbevelingen

De vooraf gestelde onderzoeksvraag van deze pilot was of *passerende vissen (hier: in een vispassage te Lith) aan de hand van automatisch gemaakte camerabeelden kunnen worden geteld en gedetermineerd. En: Is cameratechniek een (volwaardig) alternatief voor fuikenmonitoring?*

6.1 Soortherkenning

Deze pilot heeft uitgewezen dat cameratechniek een kansrijke techniek is om vissen te determineren en te tellen. Voor een aantal soorten met weinig referentiemateriaal is de automatische beeldherkenning niet betrouwbaar. De studie toont aan dat 53-78% van de registraties goed wordt gedetermineerd en 22-47% verkeerd. Dit ligt voornamelijk aan grote groepen kleine vis die ook visueel moeilijk tot niet te determineren zijn. De inzet van cameratechniek toont ook aan dat meerdere soorten of individuen wel op beeld vastgelegd maar niet in de fuik terecht gekomen zijn (bv. snoek, houting, winde, zeeforel en zalm). De camera levert dus meerwaarde op voor de bepaling van de soortensamenstelling. Andersom zijn er ook soorten of individuen in de fuik terecht gekomen, die niet door de camera zijn opgepikt (bv. blankvoorn, baars, snoekbaars, zwartbekgrondel, roofblei en kolblei). Hiervoor zijn twee verklaringen: 1) de vissen zijn via een andere weg de fuik in gezwommen 2) de vissen zijn moeilijk onderscheidbaar van andere soorten, zeker als deze <15cm zijn zoals de roofblei. Echter, afgezien van de roofblei en kolblei zijn de soorten wel op diverse andere momenten gezien waardoor het effect op de totale soortensamenstelling beperkt is. Van de houting en salmoniden (en wellicht ook winde) is bekend dat deze moeilijker in fuiken terecht komen omdat ze veelvuldig omkeergedrag vertonen, waardoor zalmsteken voor deze soorten van belang zijn. Juist deze soorten, die indicatorsoorten zijn voor de maatlaten in grote rivieren (Van der Molen et al. 2020), worden dus goed opgepikt door de camera en software.

De validatie en betrouwbaarheid van de *automatische* beeldherkenning van soorten met weinig referentiemateriaal verdient aandacht, voornamelijk voor de kleine vissen <15 cm. Deze zijn over het algemeen moeilijk van elkaar te onderscheiden en hebben uiterlijke kenmerken die op camerabeeld moeilijk zichtbaar zijn (bv. stand van de bek). Toch kunnen we op basis van de fuikvangsten stellen dat het merendeel van deze kleine vissen verkeerd is gedetermineerd door de automatische beeldherkenning; het betrof voornamelijk blankvoorn in plaats van alver.

Aanbeveling

Training en aanvulling met correct gedetermineerd beeld-/referentiemateriaal zal noodzakelijk zijn om cameratechniek als een waardige vervanging of aanvulling van fuikenmonitoring te laten zijn. Daarnaast is het van belang dat beelden worden geselecteerd in periodes van onderhoud en zoveel mogelijk wordt voorkomen dat vuil in de camerabox blijft hangen. Dit voorkomt vals positieven of verkeerde determinatie.

6.2 Tellingen

Automatische beeldherkenning binnen de periode van deze pilot geeft een overschatting van het totaal aantal vissen. Door aarzelinggedrag van vissen zoals bijvoorbeeld houting, winde, snoek, zeeforel en zalm, worden individuen meerdere malen geteld (6-28 keer dubbeltelling op basis van Tabel 3 voor winde, houting, zalm en zeeforel). Door het weglaten van de registraties met onbekende *tracking*, wordt normaal gesproken getracht deze dubbeltellingen, van vissen die niet volledig passeren, te verminderen. Echter, deze *tracking* wordt nog niet altijd juist weergegeven. Binnen dit onderzoek is de fuikopstelling mogelijk een artefact geweest in deze inschatting, omdat een fuik aarzelinggedrag kan stimuleren. Echter, buiten de fuikperiode om is ook aarzelinggedrag zichtbaar, maar dit lijkt wel minder zonder fuik (bijvoorbeeld bij snoek). Dit wordt mogelijk veroorzaakt door de onnatuurlijke situatie: aanwezigheid

van camerabox en spijlenrooster. Meer onderzoek is nodig om te weten in hoeverre het gebruik van licht van invloed is op het gedrag van deze vissen. Daar staat tegenover dat het aantal vissen die in een school langs de camera zwemmen, onderschat wordt. Training van software is hiervoor noodzakelijk.

Aanbeveling

Het voorkomen van dubbeltellingen door aarzelgedrag van grote vis kan mogelijk worden voorkomen door de techniek te trainen op individuele visherkenning op basis van stippen- of schubbenpatronen, silhouet of littekens. Voor kleinere vissen die in scholen aanwezig zijn, zal de software beter getraind moeten worden om een onderschatting te voorkomen. Hierbij is het ook van belang om soorten binnen een school beter te determineren.

6.3 Lengtemetingen

Omdat de fuikenmonitoring een overgroot aandeel kleine vis betrof is binnen deze pilot geen goede validatie mogelijk van lengtemetingen. Van de drie grote vissen is de lengte tweemaal te groot ingeschat ($n=2$) of niet goed genoeg vastgesteld ($>60\text{cm}$). Op basis hiervan is het vermoeden dat de lengtemetingen te hoog worden ingeschat. Echter, de gegevens zijn te beperkt om hier goede uitspraken over te doen.

Aanbeveling

Aanbevolen wordt om hier aanvullend onderzoek op uit te voeren om hiervan de nauwkeurigheid vast te stellen. Echter, voor de kennisbehoefte ten aanzien van de soortensamenstelling (denk aan: EKR-score in M en R-watertypen) zijn, behalve voor snoekbaars, lengtemetingen niet van belang.

6.4 Betrouwbaarheidsinschatting automatische beeldherkenning

De automatische beeldherkenning geeft een schatting mee van de betrouwbaarheid van de soortherkenning. Op basis van visuele checks is een betrouwbaarheidsschatting lager dan 60% terecht 'verdacht'. Schattingen daarboven betreffen in circa 40% van de gevallen alsnog een verkeerde determinatie.

Aanbeveling

Training en aanvulling met correct gedetermineerd beeldmateriaal zal noodzakelijk zijn om de determinatieschatting nauwkeuriger te maken. Een en ander zal ook afhangen van de soort en het beschikbare referentiebeeldmateriaal.

6.5 Zwemrichting

De zwemrichting wordt door de automatische beeldherkenning nog onvoldoende goed vastgesteld. De automatische beeldherkenning herkent geen aarzelingsgedrag. Dat wil zeggen dat gedrag van vissen die in het beeld komen, maar weer in dezelfde richting als die van aankomst verdwijnen, niet goed herkend wordt. Hier wordt automatisch 'naar rechts' of 'naar links' aan toegekend. Echter de zwemrichting is in deze gevallen in werkelijkheid 'naar rechts, naar links' of 'naar links, naar rechts'. In 29% van de gevallen wordt de zwemrichting correct geregistreerd.

Aanbeveling

Aanbevolen wordt om de automatische beeldherkenning en de *tracking* van de vis uit te breiden met meerdere klassen, zoals met de visuele analyse is gedaan, waardoor de betrouwbaarheid van de *tracking* hoger uitvalt. Hiermee is het wellicht ook mogelijk om dubbeltellingen, door aarzelgedrag van vissen, te voorkomen.

6.6 Algemene conclusie

Dit onderzoek heeft uitgewezen dat cameratechniek potentie heeft, maar dat de automatische beeldherkenning nog wel aangescherpt en verbeterd moet worden om de fuikenmonitoring te kunnen vervangen. De resultaten van deze pilot geven daarvoor nog onvoldoende zekerheid. Aan de andere kant, de cameratechniek geeft goed (soms: beter) inzicht in gedrag en timing van vissen. Dit zorgt ervoor dat vissen die niet of nauwelijks in fuiken terechtkomen, middels deze techniek wel worden waargenomen. Hiermee is de cameratechniek dus al een waardevolle toevoeging aan de fuikenmonitoring. Een verbeteringslag wat betreft de determinatiebetrouwbaarheid en *tracking* is nodig om verkeerde determinaties te voorkomen, maar ook om aantallen mogelijk beter in te schatten. Het onderzoek heeft helaas te beperkte gegevens laten zien die iets kunnen aangeven over de betrouwbaarheid van lengtemetingen.

6.6.1 Citizen science

De visuele analyses van de videoregistraties blijken binnen deze pilot van grote waarde om de gegevens te valideren, zeker in het geval van soorten met weinig referentiemateriaal. Echter, het controleren van grote hoeveelheden videoregistratie is een tijdrovende aangelegenheid. Om deze reden kan *citizen science* een uitkomst bieden. Aanbevolen wordt om de mogelijkheid van *citizen science* te verkennen. Omdat soortherkenning voor een aantal soorten zeer moeilijk is, blijft het van belang om voldoende checks uit te voeren om de data verkregen door *citizen science* te valideren. Te bedenken valt hierbij dat elke clip driemaal wordt beoordeeld door drie verschillende personen, en dat er bij een verschillende interpretatie (bv. 1 maal soort "x" en 2 maal soort "y") een check door een expert wordt uitgevoerd. Daarnaast zou er in elke set videoclip, die aan *citizens* worden aangeboden, een set referentiebeelden kunnen worden toegevoegd om te controleren of de beelden voldoende goed worden beoordeeld door de betreffende persoon. Deze zouden te allen tijde een 100%-score moeten geven. Ook kan gedacht worden aan een persoonlijke training of een toets om de viskennis vooraf te beoordelen.

6.6.2 Extra trainingsmodel

De verwachting is dat de gebruikte software beter wordt naarmate deze langdurig wordt ingezet in een bepaald gebied zodat er 'gebiedseigen' data worden vergaard die kunnen worden geïmplementeerd in een model voor vissoortherkenning, de tracking etc. Er is tot op heden nog geen standaardoplossing in staat om de meest voorkomende vissoorten met een zekerheid van >80% te voorspellen. De ontwikkeling hiervan betreft een iteratief proces waarbij grote hoeveelheden data benodigd zijn om de werking te verbeteren. Algoritmes worden voortdurend getraind waardoor deze steeds beter worden. In dat opzicht zou het goed zijn om in Lith meer videodata te verzamelen en daarmee de algoritmes verder te trainen. Deze pilot is een mooie referentie om na te gaan wat de verbetering kan zijn in soortherkenning en tellingen.

7 Kwaliteitsborging

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

Literatuur

- Griffioen, A. B., P. Deitzelzweig, and M. J. Kroes. 2019. Alternatives for trap monitoring in large rivers and lakes : Camera monitoring and eDNA sampling as alternative for conventional trap monitoring. Stichting Wageningen Research, Centre for Fisheries Research (CVO), IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and M. Scholl. 2021. Verkenning m.b.t. onderwatercamera-systemen annex analysesoftware voor (zoetwater)vismonitoring. Wageningen Marine Research Wageningen University & Research rapport C022/21.
- Van der Molen, D. T. r., R. Pot, C. H. M. Evers, F. C. J. van Herpen, and L. L. J. Nieuwerburgh. 2020. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kader Richtlijn Water 2021-2027. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer rapportnummer 2018-49.

Verantwoording

Rapport C051/21

Projectnummer: 4312100121

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

Akkoord: P.J.A. de Bruijn
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 9 juni 2021

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 9 juni 2021

Bijlage 1 Gegevens camera registratie

year	month	day	Alver	Baars	Bever	Blankvoorn	Brasen	Chin. wolhandkrab	Houting	Keslersgrondel	Kolblei	Kopvoorn	Pontische stroomgrondel	Pos	Rivierprik	Snoek	Snoekbaars	Winde	Zalm ad	Zeeforel	Zwartbelgrondel
2020	11	5				1															
2020	11	7				43	1			1							1	1			
2020	11	8		1		6	2										3				
2020	11	9		11		4												6			3
2020	11	10		12														19			
2020	11	11	1	1																	
2020	11	12																1			1
2020	11	13				1															1
2020	11	15																2			
2020	11	16		1								1								3	
2020	11	17		1		2												43			
2020	11	18	9	2			1	2		1								1			
2020	11	19	4	1						1							1				
2020	11	20	6		2	1											1				
2020	11	21	3	1	2	1	2										1				
2020	11	22	7	4						1											
2020	11	23	2	3			2			2								1	4		
2020	11	24	3	1	2			1									2		19		
2020	11	25				3															
2020	11	26	1																		
2020	11	27	6		1		2	1													
2020	11	28	3					3			1									2	
2020	11	29	1																	5	
2020	11	30	2					2													
2020	12	1	5					5									3				
2020	12	2	5	1			6	7			3										
2020	12	3	1	1			2	1									3				
2020	12	4	1			1															
2020	12	5	6																		
2020	12	6		1				2													
2020	12	7		1	3										1		2		1		
2020	12	8	23			3															
2020	12	9	18																		
2020	12	10	12		1				9												
2020	12	11	8																		
2020	12	12	1			2															
2020	12	13	4					1		1											
2020	12	14	5	3	5	1	1	38												27	
2020	12	15	2	1				4					2	1							
2020	12	16	1	1							1					7					
2020	12	17	1													5		33	1	2	
2020	12	18	3			4	2											3			
2020	12	20								9											
2020	12	21																		4	
2020	12	22	2			1															
2020	12	23	5		1		7														
2020	12	24	5	3		1	11				2			1				1	1		
2020	12	25	18	2		4	1	2							1						
2020	12	26		3		4															
2020	12	27		3		2		1													
2020	12	28				1		1								1					
2020	12	29	1	16	1		2														
2020	12	30		1																	
2020	12	31	1			1		1													
2021	1	1			3		1	1													
2021	1	2																	1		
2021	1	3				1	1														
2021	1	4			1																
2021	1	5		1																	
2021	1	6			1	2															
2021	1	7			1		1														
2021	1	8			2																
2021	1	10					1								3						
2021	1	12			4																
2021	1	13					1														
2021	1	14														1					
2021	1	15			3		2														
2021	1	16			1		4														
2021	1	18			2		1														
2021	1	21				1													1		
2021	1	23					1										1				
2021	1	24		2	1	2	3							1					1		
2021	1	25			1		1														
2021	1	26		1	3		1	1													
2021	1	27				1	2														
2021	1	28			1	6		3													
2021	1	29			2		1				1										
2021	1	30									1										
2021	1	31				1															

Bijlage 2 Gegevens fuiken monitoring

Datum	Vissoort	Lengte	fuikdagen	Aantal	Fotonummer	lichting
11/23/2020	plaatsing fuik					
11/25/2020	Baars	8	2	1	104-0005	1
11/25/2020	Blankvoorn	22	2	1	104-0001	1
11/25/2020	Kesslers grondel	8	2	1	104-0009	1
11/25/2020	Snoekbaars	9	2	2	104-0002/104-0003	1
11/25/2020	Snoekbaars	11	2	2	104-0004/104-0006	1
11/25/2020	Zwartbekgrondel	10	2	2	104-0007/104-0008	1
11/25/2020	Wolhandkrab		2	59		1
11/27/2020	Baars	10	2	1	104-0016	2
11/27/2020	Blankvoorn	8	2	4	104-0011/104-0014/104-0018/104-0019	2
11/27/2020	Blankvoorn	10	2	2	104-0015/104-0017	2
11/27/2020	Snoekbaars	11	2	1	104-0012	2
11/27/2020	Zwartbekgrondel	10	2	1	104-0013	2
11/27/2020	Wolhandkrab		2	86	104-0010	2
11/30/2020	Baars	9	3	1	104-0020/104-0021	3
11/30/2020	Baars	11	3	1		3
11/30/2020	Blankvoorn	6	3	2		3
11/30/2020	Blankvoorn	7	3	1		3
11/30/2020	Blankvoorn	8	3	2		3
11/30/2020	Snoekbaars	11	3	1		3
11/30/2020	Zeeforel	51	3	1		3
11/30/2020	Zwartbekgrondel	9	3	1		3
11/30/2020	Zwartbekgrondel	11	3	1		3
11/30/2020	Zwartbekgrondel	13	3	1		3
11/30/2020	Wolhandkrab		3	91		3
12/3/2020	fuik aangepast					4
12/3/2020	Wolhandkrab		3	297		4
12/7/2020	Baars	8	4	2		5
12/7/2020	Blankvoorn	7	4	4		5
12/7/2020	Blankvoorn	8	4	21		5
12/7/2020	Blankvoorn	9	4	27		5
12/7/2020	Blankvoorn	10	4	9		5
12/7/2020	Blankvoorn	11	4	4		5
12/7/2020	Kolblei	8	4	1		5
12/7/2020	Roofblei	9	4	1		5
12/7/2020	Wolhandkrab		4	6		5
12/10/2020	Baars	6	3	1		6
12/10/2020	Baars	7	3	2		6
12/10/2020	Blankvoorn	6	3	1		6
12/10/2020	Blankvoorn	7	3	2		6
12/10/2020	Blankvoorn	8	3	8		6
12/10/2020	Blankvoorn	9	3	12		6
12/10/2020	Blankvoorn	10	3	4		6
12/10/2020	Kolblei	9	3	1		6
12/10/2020	Zalm	76	3	1	104-0023/104-0024	6
12/14/2020	Blankvoorn	7	4	1		7
12/14/2020	Blankvoorn	8	4	1		7
12/14/2020	Blankvoorn	9	4	3		7
12/14/2020	Kolblei	9	4	1		7
12/14/2020	Wolhandkrab		4	7		7
12/16/2020	Baars	9	2	1		8
12/16/2020	Pontische stroomgrondel	10	2	1	105-0001	8
12/16/2020	Zeeforel	54	2	1	105-0002/105-0003/105-0004	8
12/18/2020	Wolhandkrab		2	2		9
12/21/2020	Baars	8	3	1		10
12/21/2020	Baars	9	3	2		10
12/21/2020	Baars	10	3	2		10
12/21/2020	Blankvoorn	8	3	4		10
12/21/2020	Blankvoorn	9	3	2		10
12/21/2020	Blankvoorn	10	3	1		10
12/21/2020	Blankvoorn	11	3	1		10

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

Bezoekers adres:

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

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



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