

JAARVERSLAG 2019

SAMENWERKINGSOVEREENKOMST BETREFFENDE HET UITVOEREN VAN ONDERZOEKSOPDRACHTEN TER ONDERSTEUNING VAN DE RATTENBESTRIJDING, HET ECOLOGISCH WATERBEHEER, DE BEPALING VAN DE EKOLOGISCHE KWALITEITSCOËFFICIËNT VOOR GETIJGEBONDEN WATERLICHAMEN EN DE BEPALING VAN DE KRITISCHE LASTEN

Project 2. Onderzoek in het kader van ecologisch waterbeheer

David Buysse & Johan Coeck

Intern Rapport

Inhoudstafel

Lijst van figuren.....	3
Lijst van tabellen	4
1 Algemene situering	5
2 Onderzoekopdrachten	6
2.1 Beoordelingsmethodiek van het ecologisch afvoerregime (Eflow) van oppervlaktewaterlichamen	6
2.1.1 Doelstellingen	6
2.1.2 Stand van zaken	6
2.1.3 Tijdsinvestering 2019.....	6
2.2 Ecologische onderbouwing droogtecrisis.....	7
2.2.1 Doelstellingen	7
2.2.2 Stand van zaken	7
2.2.3 Tijdsinvestering 2019.....	9
2.3 Beekherstelproject Zwarte Beek in Lummen	10
2.3.1 Doelstellingen	10
2.3.2 Stand van zaken	10
2.3.3 Tijdsinvestering 2019.....	21
2.4 Evaluatie van het Duivelsputgemaal in vinderhoute	21
2.4.1 Doelstellingen	21
2.4.2 Stand van zaken	21
2.4.3 Tijdsinvestering 2019.....	28
3 Totale tijdsinvestering	29
4 Overlegvergaderingen	30
5 Deelname aan studiedagen, congressen en cursussen.....	31
6 Adviesverlening	32
7 Personeel	33

Lijst van figuren

Figuur 1. Maatregelenreeks voor waterlopen met een zeker verhang in periodes van langdurige droogte ((beekprik (BP), rivierprik (RP), zeeprik (ZP), grote modderkruiper (GM), kleine modderkruiper (KM) en rivierdonderpad (RD)).	8
Figuur 2. Maatregelen voor polderwaterlopen, kanalen en kunstmatige waterlopen in periodes van langdurige droogte ((beekprik (BP), rivierprik (RP), zeeprik (ZP), grote modderkruiper (GM), kleine modderkruiper (KM) en rivierdonderpad (RD)).	8
Figuur 3. Maatregelen voor grote rivieren, zeer grote rivieren en getijrivieren in periodes van langdurige droogte.	9
Figuur 4. Maatregelen bij vissterfte, botulisme of cyanobacteriebloei.	9
Figuur 5. De vangst van o.a. gibel, kopvoorn en riviergrondel in herstelde trajecten van de Zwarte Beek.	11
Figuur 6. Lengtefrequentiedistributies van de riviergrondels gevangen in het deelgebied 'Bocht van Laren' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.	13
Figuur 7. Lengtefrequentiedistributies van de berrmpjes gevangen in het deelgebied 'Bocht van Laren' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.	14
Figuur 8. Lengtefrequentiedistributies van de riviergrondels gevangen in het deelgebied 'Schurfert' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.	15
Figuur 9. Lengtefrequentiedistributies van de berrmpjes gevangen in het deelgebied 'Schurfert' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.	16
Figuur 10. Lengtefrequentiedistributies van de riviergrondels gevangen in het controletraject in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.	17
Figuur 11. Lengtefrequentiedistributies van de berrmpjes gevangen in het controletraject in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.	18
Figuur 12. Vorming van stroomribbels in een met ijzerzandsteen aangezande binnenbocht van de Zwarte Beek ter hoogte van Deelgebied 'Bocht van Laren'.	19
Figuur 13. Vorming van een diepe poel in een buitenbocht van de Zwarte Beek die gepaard gaat met erosie van de oever.	20
Figuur 14. Ongeschonden palingvrouwkje in goede conditie na een doorvoerverproef bij 550 rpm.	22
Figuur 15. Overlevings- en sterftepercentages voor paling bij herhaalde geforceerde doorvoerverproeven en een controleproef bij 550 rpm.	22
Figuur 16. Overlevings- en sterftepercentages voor blankvoorn bij herhaalde geforceerde doorvoerverproeven en een controleproef bij 550 rpm.	23
Figuur 17. Overlevings- en sterftepercentages voor brasem bij een geforceerde doorvoer- en controleproef bij 550 rpm.	23
Figuur 18. Overlevings- en sterftepercentages voor paling bij herhaalde geforceerde doorvoerverproeven en een controleproef bij 468 rpm.	24
Figuur 19. Overlevings- en sterftepercentages voor blankvoorn bij herhaalde geforceerde doorvoer- en controleproeven bij 468 rpm.	24
Figuur 20. Overlevings- en sterftepercentages voor brasem bij herhaalde geforceerde doorvoer- en controleproeven bij 468 rpm.	25
Figuur 21. Tijdsreeks van de drukmaximum- en drukminimumgrenzen gemeten door de BDS sensors (n = 51) en druk-tijdsreeksen van de palingen uitgerust met een sensor (n = 5) tijdens passage van de F/n pomp bij 550 rpm. De palingensensor-druk-tijdsreeksen blijven binnen de drukmaximum- en drukminimumgrenzen gemeten door de BDS sensors tot na de passage van de terugslagklep waarna werd vastgesteld dat palingen dicht tegen het oppervlak kwamen of op diepte bleven.	26
Figuur 22. Sensor bevestigd op de flank van een verdoofde paling.	27

Lijst van tabellen

- Tabel 1 Overzicht van het totaal aantal gevangen vissen en biomassa in de twee deelgebieden waar rivierherstelmaatregelen werden uitgevoerd (i.e. Schurfert en Bocht van Laren) en in het controle-traject tijdens de T-1 en de T+2 densiteitsbevissingen (i.e. elk traject werd 3 maal na elkaar bevestigd). 11
- Tabel 2 Overzicht van het totaal aantal gevangen vissen en biomassa in het pand stroomopwaarts van de stuw Bervoets en in het pand stroomopwaarts van de Gestelse molen tijdens de T-1 en de T+2 densiteitsbevissingen (i.e. elk traject werd 3 maal na elkaar bevestigd). 12
- Tabel 3 Overzicht van de geschatte gemiddelde overleving met 95% betrouwbaarheidsinterval per soort en per scenario (LLCI = lower limit confidence interval; ULCI = upper limit confidence interval). 25

1 ALGEMENE SITUERING

Uitvoeren van onderzoeksopdrachten in het kader van ecologisch waterbeheer. Onder impuls van internationale en Vlaamse wetgeving, zoals de Palingverordening, de Europese Kaderrichtlijn Water, de Benelux beschikking met betrekking tot vrije vismigratie en het decreet integraal waterbeleid, gaan waterbeheerders de uitdaging aan om de ecologische- en structuurkwaliteit van onze waterlopen te herstellen.

2 ONDERZOEKSOPDRACHTEN

2.1 BEOORDELINGSMETHODIEK VAN HET ECOLOGISCH AFVOERREGIME (EFLOW) VAN OPPERVLAKTEWATERLICHAMEN

2.1.1 Doelstellingen

De Europese commissie vraagt Vlaanderen een methodiek uit te werken voor de beoordeling van het Eflow regime van waterlichamen. In het eindrapport wordt een aanpak van het thema Eflows voorgesteld i.v.m. de rapportering voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) die tegelijk een afwegingskader vormt voor andere beleidsdoelstellingen zoals die in de Speciale Beschermingszones van de Habitatrichtlijn (HR). De bedoeling van de opdracht was om een beoordelingskader voor het Eflow regime uit te werken zodat op basis van bestaande meetgegevens hydrometrie een verklaring gevonden kan worden voor slechte Ecologische Kwaliteits Coëfficiënt (EKC)-scores hydromorfologie en biologische kwaliteitselementen.

Er wordt voorgesteld de beoordeling van het Eflow regime in eerste instantie aan te wenden ter ondersteuning van de rapportering van hydromorfologie en de biologische kwaliteitselementen i.f.v. de KRW en de HR-doelen en dus niet als een op zichzelf staande rapportering of beoordeling.

2.1.2 Stand van zaken

In de eerste helft van het jaar werd het eindrapport *'Ontwikkelen van potentiële maatlatten voor de beoordeling van ecologische afvoerregimes (eflows) in onbevaarbare oppervlaktewateren'* afgewerkt en doorgestuurd naar de opdrachtgever.

Onderzoeksitem	Planning	Status	Opmerking
Rapportage: opmerkingen opdrachtgever verwerken	Januari-juni 2019	Afgewerkt	(1)

Opmerkingen bij tabel: (1) Eindrapport

Het beoordelingskader bestaat uit een combinatie van twee deelmaatlatten:

- Een hydrologische maatlat
- Een maatlat verstuwings

2.1.3 Tijdsinvestering 2019

	Onderzoeker	Deskundige
Opmerkingen VMM verwerken	5	-
Totaal (in dagen)	5	

2.2 ECOLOGISCHE ONDERBOUWING DROOGTECRISIS

Vlaanderen werd zowel in 2017 als in 2018 geconfronteerd met langdurige periodes van droogte. Ook in de eerste maanden van 2019 was er onvoldoende neerslag om de waterreserves en grondwaterpeilen op te krikken naar een normaal niveau voor de tijd van het jaar.

Maatregelen werden in 2017 pas genomen nadat er op onder meer de Rivierbeek, de Herstbergebeek en de Heulebeek nagenoeg volledige droogval was en er ecologische schade werd geleden. Voor andere waterlopen werden geen maatregelen genomen ondanks lage peilen en debieten (vb. Grote en Kleine Nete, Zwalm, Zuunbeek, enz.) en was het onduidelijk of ook hier maatregelen wenselijk waren i.f.v. de aquatische fauna en flora. Ook in 2018 had de aanhoudende droogte duidelijk merkbare gevolgen voor meerdere waterlopen. Enkele voorbeelden: de Bosbeek, een zijbeek van de Maas en een speerpuntgebied van het stroomgebiedbeheerplan 2016-2021, werd geconfronteerd met bijna droogval van de bovenloop, de Warmbeek moest gevoed worden via 'taplopen' om een zeker debiet te kunnen blijven waarborgen, de Kemmelbeek had op een gegeven moment een waterpeil dat 1 m lager was dan het gewenste stuwpeil en de Zwarte Beek werd op een bepaalde locatie extra opgestuwd waardoor er stroomafwaarts van de stuw over een bepaalde lengte van de beek droogval optrad. In 2019 zagen verscheidene waterbeheerders zich in het voorjaar reeds genoodzaakt om maatregelen te nemen om een zo groot mogelijke waterbuffer aan te leggen.

2.2.1 Doelstellingen

Het voorkomen van onomkeerbare schade aan aquatische ecosystemen en de doelsoorten in het bijzonder moet één van de belangrijkste criteria zijn voor waterreservatie in tijden van droogte. Er wordt samen met de VMM gewerkt aan een voorstel op basis van (minimale) ecologische vereisten waaraan de lage afvoeren moeten voldoen om de negatieve gevolgen van langdurige droogte op de ecologische toestand en zijn biologische kwaliteitselementen zoveel mogelijk te beperken.

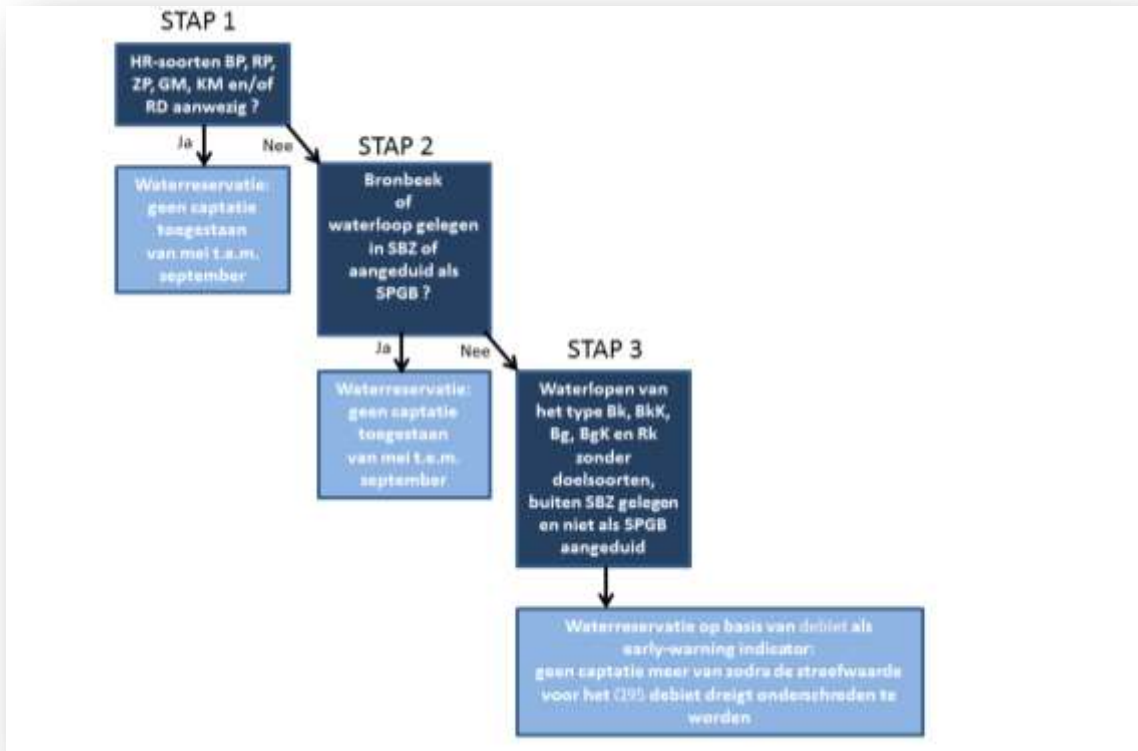
2.2.2 Stand van zaken

Er werd een wetenschappelijk onderbouwd voorstel gedaan voor de opmaak van een beleidskaart voor waterreservatie waarin maatregelenreeksen zijn opgenomen voor verschillende waterlooptypes, met name voor:

- waterlopen met een zeker verhang en voor (Figuur 1);
- polderwaterlopen, kanalen en kunstmatige waterlopen (Figuur 2);
- grote rivieren, zeer grote rivieren en getijrivieren (Figuur 3).

Onderzoeksitem	Planning	Status	Opmerking
Rapport met onderbouwing voor een beleidskaart waterreservatie	April – juni	Afgerond	(1)

- (1) Ontwerprapport: Voorstel voor het ontwikkelen van een potentiële beleidskaart voor waterreservatie in waterlopen in functie van aquatische ecosystemen in periodes van langdurige droogte



Figuur 1. Maatregelenreeks voor waterlopen met een zeker verhang in periodes van langdurige droogte ((beekprik (BP), rivierprik (RP), zeeprik (ZP), grote modderkruiper (GM), kleine modderkruiper (KM) en rivierdonderpad (RD)).



Figuur 2. Maatregelen voor polderwaterlopen, kanalen en kunstmatige waterlopen in periodes van langdurige droogte ((beekprik (BP), rivierprik (RP), zeeprik (ZP), grote modderkruiper (GM), kleine modderkruiper (KM) en rivierdonderpad (RD)).



Figuur 3. Maatregelen voor grote rivieren, zeer grote rivieren en getijrivieren in periodes van langdurige droogte.

Een afwijking van het ecologisch afwegingskader is van kracht voor alle waterlooptypes wanneer er duidelijke indicaties zijn van ernstige ecologische schade zoals (beginnende) vissterfte, botulisme of cyanobacteriebloei, ook als zijn de voorgestelde streef- en drempelwaarden respectievelijk voor debiet of waterdiepte nog niet onderschreden. Onder deze omstandigheden wordt een captatieverbod ingesteld.



Figuur 4. Maatregelen bij vissterfte, botulisme of cyanobacteriebloei.

2.2.3 Tijdsinvestering 2019

	Onderzoeker	Deskundige
Droogte-Rapportage	16	-
Totaal (in dagen)	16	

2.3 BEEKHERSTELPROJECT ZWARTE BEEK IN LUMMEN

2.3.1 Doelstellingen

In het najaar van 2016 startte VMM het beekherstelproject in de Zwarte Beek te Lummen op. De doelstelling van het project is de sanering van de vismigratieknelpunten in de Zwarte beek, de verhoging van de structuurkwaliteit van de waterloop, het herstel van het waterbergend vermogen van het valleigebied en het verhogen van de landschappelijke en ecologische waarde van de waterloop en de vallei. Om een evaluatie van dit beekherstelproject mogelijk te maken heeft INBO in de zomer van 2016 de T(-1) toestand (= vóór uitvoering van de rivierherstelmaatregelen die in september 2016 werden opgestart) en in de zomer van 2019 de T(+2) toestand (= meer dan twee jaar na de uitvoering van de rivierherstelmaatregelen) opgemeten voor wat betreft het biologisch kwaliteitselement 'vissen' alsook het fysisch habitat van de beek.

Het meetnet-ontwerp heeft als doel de morfologische en ecologische veranderingen die kunnen optreden zo goed mogelijk in beeld te brengen en te evalueren.

2.3.2 Stand van zaken

De dataverwerking werd in november en de rapportage in december opgestart. Door het grote personeelsverloop binnen het team Aquatisch Beheer heeft de rapportage voor een draft rapport enige vertraging opgelopen (voorgestelde deadline was voorzien voor December 2019). De verdere afwerking van het draft rapport zal in januari en februari 2020 gebeuren. Een overzicht van de vangstresultaten tijdens de T-1 en de T+2 meting wordt gegeven in Tabellen 1 en 2.

Onderzoeksitem	Planning	Status	Opmerking
Afvissingen, habitatopmetingen, data-invoer	Juli – oktober 2019	afgerond	(1)
Dataverwerking en rapportage	November 2019 - februari 2020	lopend	(1)

(1) Draft rapport



Figuur 5. De vangst van o.a. gibel, kopvoorn en riviergrondel in herstelde trajecten van de Zwarte Beek.

Tabel 1 Overzicht van het totaal aantal gevangen vissen en biomassa in de twee deelgebieden waar rivierherstelmaatregelen werden uitgevoerd (i.e. Schurfert en Bocht van Laren) en in het controle-traject tijdens de T-1 en de T+2 densiteitsbevissingen (i.e. elk traject werd 3 maal na elkaar bevestigd).

	Schurfert		Schurfert		Controle		Controle		Laren		Laren	
	T -1		T +2		T -1		T +2		T -1		T +2	
	Aantal	Biom.	Aantal	Biom.	Aantal	Biom.	Aantal	Biom.	Aantal	Biom.	Aantal	Biom.
Am. hondsvij	47	89	0	0	1	10	1	4	0	0	0	0
baars	18	53	0	0	13	188	0	0	16	306	0	0
bermpje	960	2209	75	139	61	162	131	281	184	519	396	790
bittervoorn	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
blankvoorn	91	99	1	112	79	147	0	0	214	496	0	0
blauwbandgrondel	200	191	65	80	25	48	43	83	180	361	44	71
br Am. dwergmeerval	0	0	2	336	0	0	0	0	1	20	0	0
driedoorn	1	0	2	0	2	2	3	1	17	19	19	5
gibel	46	1770	23	1114	23	1184	3	74	39	1495	4	107
kopvoorn	1	23	11	1041	0	0	13	1412	9	397	4	245
paling	10	1387	7	1739	6	2317	5	1621	17	4801	5	1622
rietvoorn	1	2	9	143	2	6	3	50	2	8	0	0
riviergrondel	1033	4519	311	1602	232	1922	202	1240	889	5391	555	2159
snoek	0	0	1	4	2	584	1	52	6	1189	0	0
tiendoorn	26	7	0	0	3	8	0	0	0	0	1	1
vetje	0	0	3	3	0	0	6	7	0	0	0	0
zonnebaars	39	110	1	18	6	29	1	18	227	1486	2	33
Totaal	2473	10458	512	6333	455	6608	412	4843	1801	16487	1030	5032

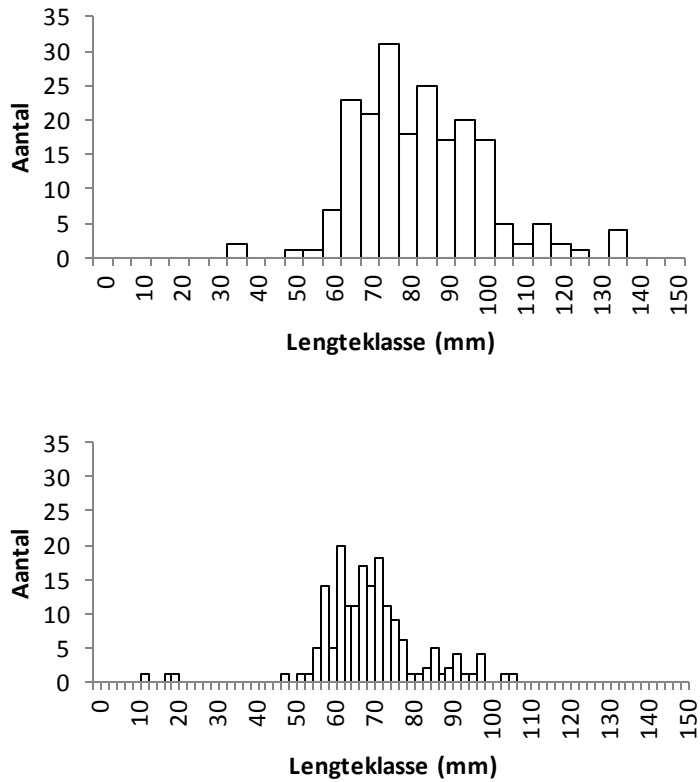
Tabel 2 Overzicht van het totaal aantal gevangen vissen en biomassa in het pand stroomopwaarts van de stuw Bervoets en in het pand stroomopwaarts van de Gestelse molen tijdens de T-1 en de T+2 densiteitsbevissingen (i.e. elk traject werd 3 maal na elkaar bevestigd).

	Bervoets		Bervoets		Molen		Molen	
	T-1		T+2		T-1		T+2	
	Aantal	Biomassa	Aantal	Biomassa	Aantal	Biomassa	Aantal	Biomassa
Am. hondsviss	0	0	2	17	0	0	0	0
baars	0	0	0	0	0	0	0	0
bermpje	509	1557	105	237	325	1070	297	740
bittervoorn	0	0	4	9	0	0	5	11
blankvoorn	0	0	1	2	0	0	23	44
blauwbandgrondel	186	229	37	58	2	5	31	66
br Am. dwergmeerval	8	272	0	0	1	64	0	0
driedoorn	83	26	269	99	48	48	307	127
giebel	124	653	14	1011	1	5	0	0
kopvoorn	0	0	7	414	0	0	6	61
paling	7	2572	0	0	0	0	0	0
rietvoorn	0	0	0	0	0	0	0	0
riviergrondel	537	2728	139	604	18	169	190	1766
snoek	0	0	0	0	0	0	0	0
tiendoorn	27	8	18	9	14	24	21	8
vetje	2	3	0	0	0	0	2	4
zonnebaars	124	391	2	39	1	4	0	0
Totaal	1607	8437	598	2498	410	1389	882	2828

Een vergelijking van de lengtefrequentiedistributies van de dominante soorten tussen de T-1 en de T+2 metingen wordt gegeven in figuren 4 t.e.m. 10.

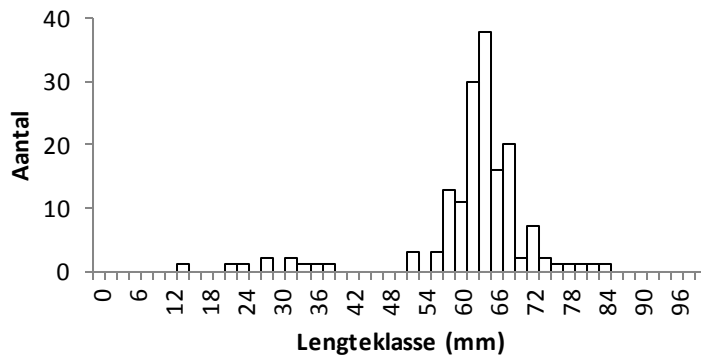
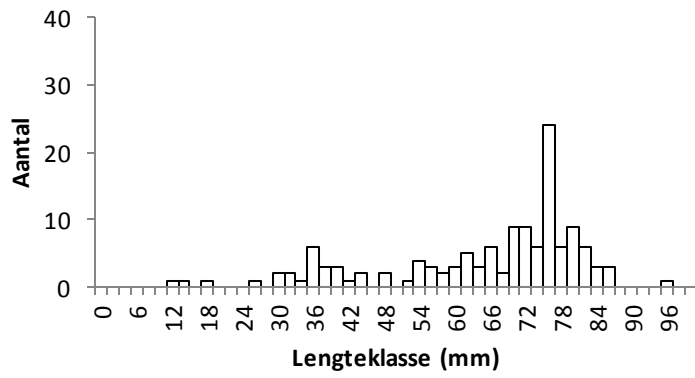
Deelgebied 'Bocht van Laren'

Riviergrondel



Figuur 6. Lengtefrequentiedistributies van de riviergrondels gevangen in het deelgebied 'Bocht van Laren' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.

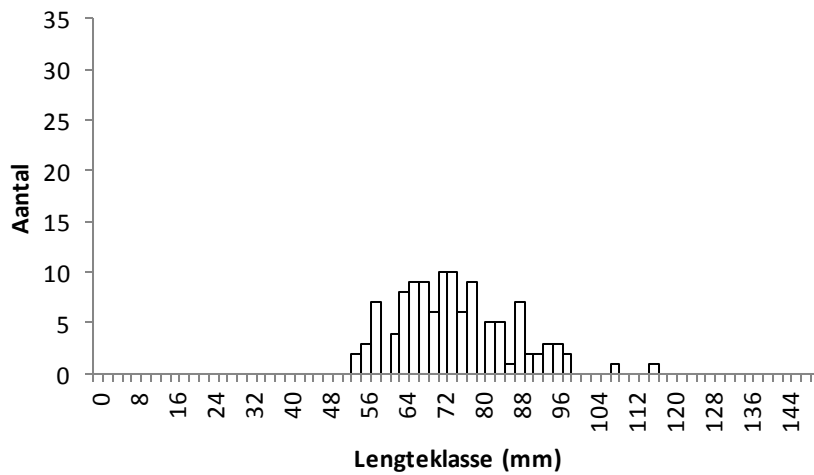
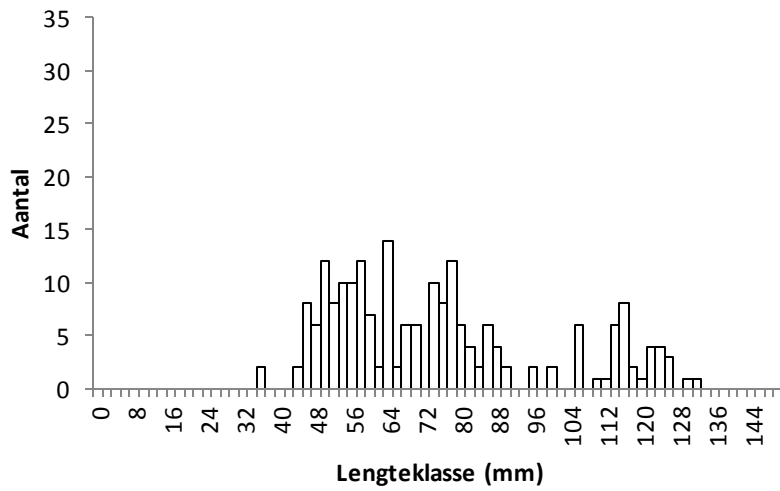
Bermpje



Figuur 7. Lengtefrequentiedistributies van de bermpjes gevangen in het deelgebied 'Bocht van Laren' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.

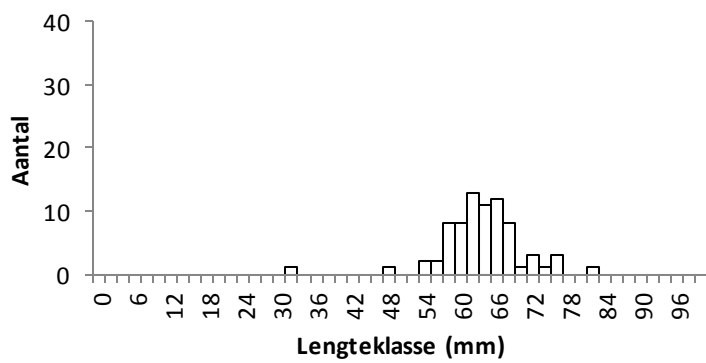
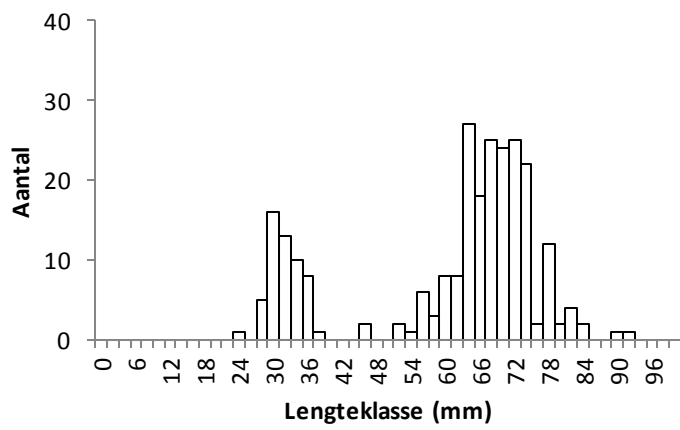
Deelgebied 'Schurfert'

Riviergrondel



Figuur 8. Lengtefrequentiedistributies van de riviergrondels gevangen in het deelgebied 'Schurfert' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.

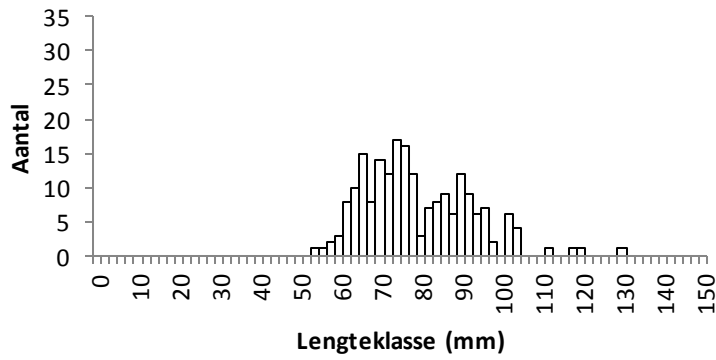
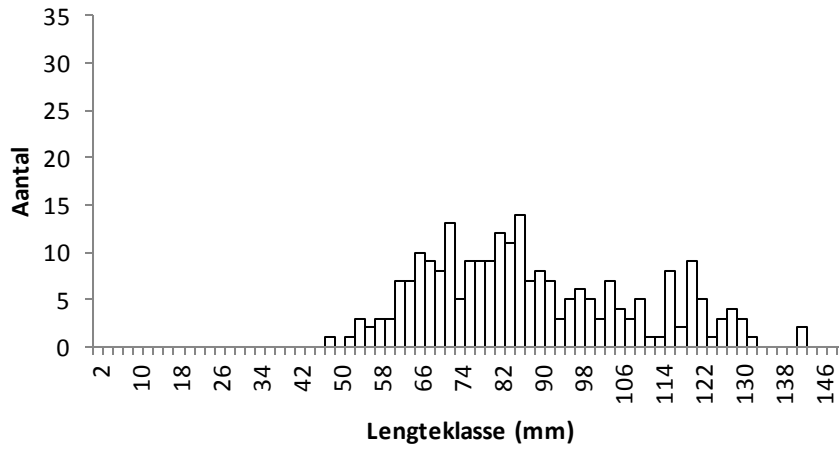
Bermpje



Figuur 9. Lengtefrequentiedistributies van de bempjes gevangen in het deelgebied 'Schurfert' in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.

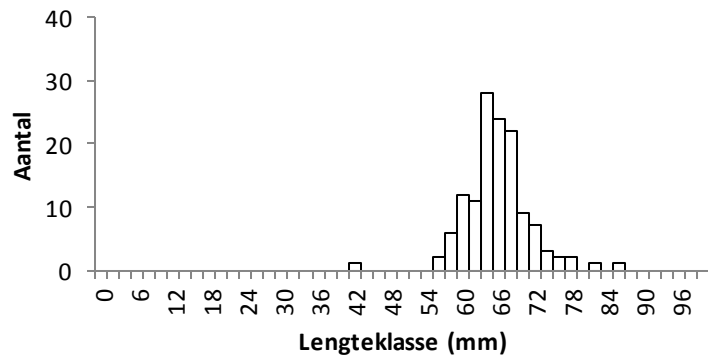
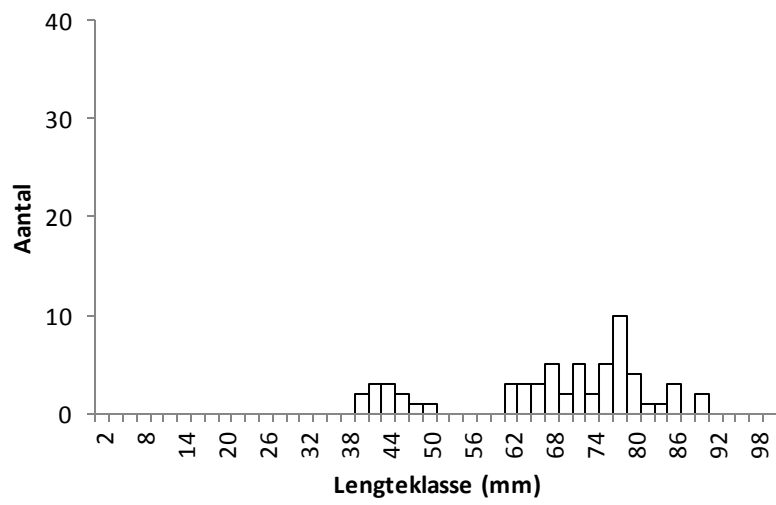
Controletraject

Riviergrondel



Figuur 10. Lengtefrequentiedistributies van de riviergrondels gevangen in het controletraject in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.

Bermpje



Figuur 11. Lengtefrequentiedistributies van de bermpjes gevangen in het controletraject in de Zwarte Beek tijdens de T-1 (boven) en de T+2 (onder) metingen.

Hydromorfologie

In de bedding van de Zwarte Beek merkten we en maten we kleinere en grotere beddingvormen op die het gevolg zijn van actieve sedimentatie- en erosieprocessen. Een voorbeeld hiervan wordt gegeven in onderstaande figuur 11 en 12 en betreft de vorming van stroomribbels in een binnenbocht en de vorming van een diepe poel en erosie van een buitenbocht. Voor het ontstaan van stroomribbels is een zandig substraat nodig. IJzerzandsteen is het dominant substraat in de opgemeten deelgebieden.



Figuur 12. Vorming van stroomribbels in een met ijzerzandsteen aangezande binnenbocht van de Zwarte Beek ter hoogte van Deelgebied 'Bocht van Laren'.



Figuur 13. Vorming van een diepe poel in een buitenbocht van de Zwarte Beek die gepaard gaat met erosie van de oever.

2.3.3 Tijdsinvestering 2019

	Onderzoeker	Deskundige
Afvissingen	6	47
Habitatopmetingen	12	29
Data-invoer	-	6
Dataverwerking biota	4	-
Dataverwerking abiota	2	-
Rapportage	2	-
Subtotaal	26	82
Totaal (in dagen)	108	

2.4 EVALUATIE VAN HET DUIVELSPUTGEMAAL IN VINDERHOUTE

2.4.1 Doelstellingen

In het Duivelsputgemaal in Vinderhoute werden recent werken uitgevoerd (2017 –2018). Het gemaal bezit na de ombouw twee nieuwe pompen (Pentair-Nijhuis) en drie oude (klassieke) pompen. Het doel van het project was een kwantitatieve evaluatie uit te voeren van de effecten van de werking van een nieuwe visveilige pomp en een gereviseerde klassieke axiaal pomp in het Duivelsputgemaal in Vinderhoute op vissen.

2.4.2 Stand van zaken

Dataverwerking en rapportage

Onderzoeksitem	Planning	Status	Opmerking
Ecologisch afwegingskader droogte	2018		
- Dataverwerking	- Januari-maart	- afgerond	
- Rapportage	- April-mei	- afgerond	

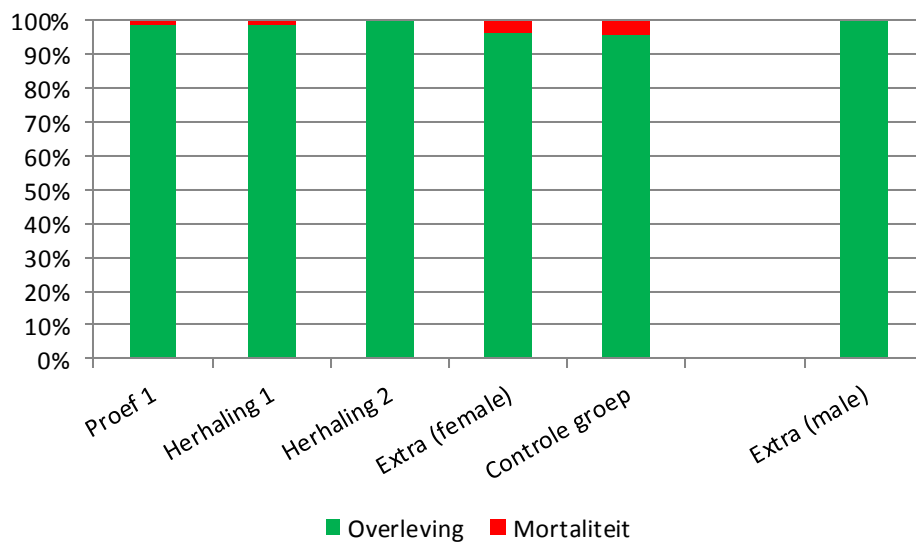
Proeven bij het normaal toegepaste toerental: 550 rpm

Paling

In functie van de evaluatie van de visveiligheid van de F/N pomp bij het 550 rpm toerental werden er vier identieke proeven uitgevoerd. Het overlevingspercentage voor de vier proeven met vrouwelijke palingen schommelt tussen 96% en 100% en bedroeg respectievelijk 99%, 99%, 100% en 96%. Van de 28 ingezette kleine mannetjes werden er 16 teruggevangen waarvan er 13 onbeschadigd en 3 licht beschadigd waren, resulterend in een overlevingspercentage van 100% (Tabel 6 en Figuur 9).



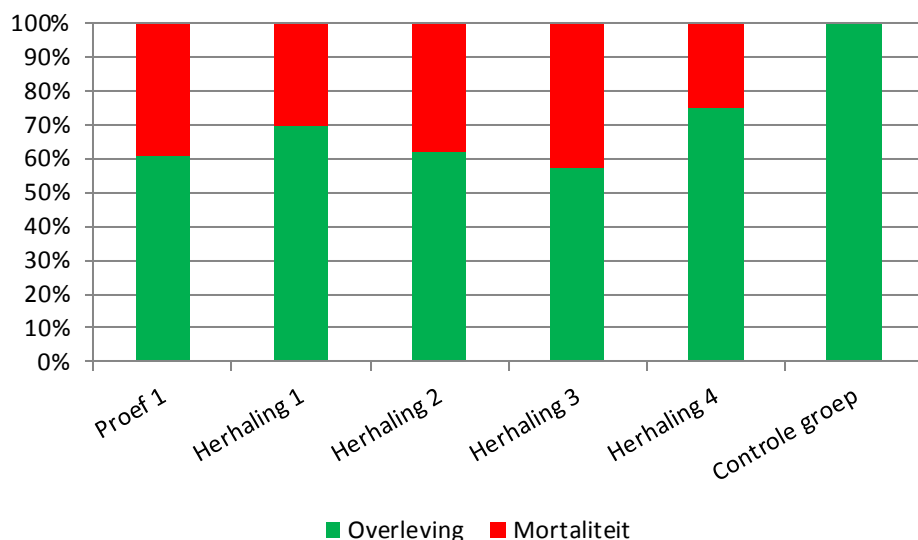
Figuur 14 Ongeschonden palingvrouwtje in goede conditie na een doorvoervoerproef bij 550 rpm.



Figuur 15 Overlevings- en sterftepercentages voor paling bij herhaalde geforceerde doorvoervoerproeven en een controleproef bij 550 rpm.

Blankvoorn

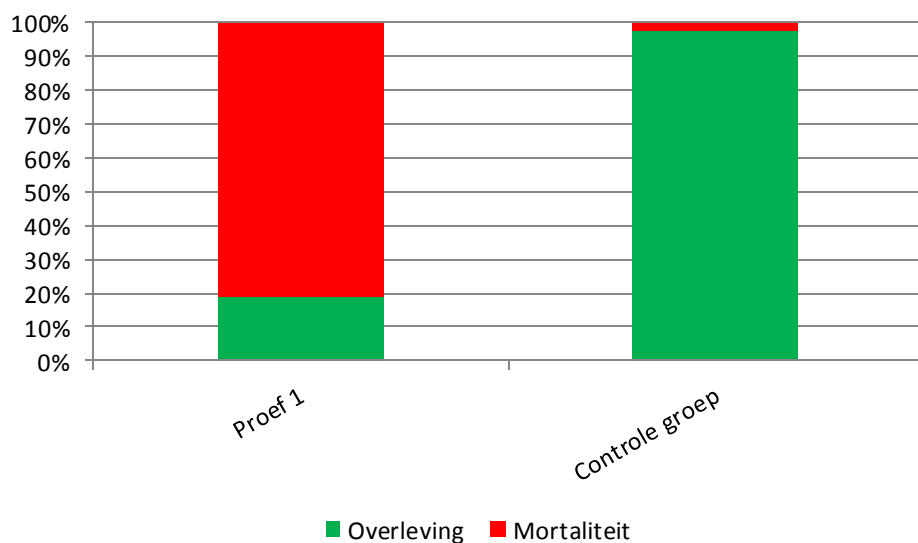
Bij de vijf proeven werden telkens 100 blankvoorns in de pompkelder uitgezet. De overleving per proef varieert van 54 tot 67 individuen, 18 tot 28 dieren werden als stervend beoordeeld en twee tot negen blankvoorns werden dood aangetroffen. De uitgestelde sterfte variëerde tussen nul en zeven individuen per proef. Op basis van deze resultaten werden overlevingspercentages voor de vijf proeven berekend die schommelen tussen 57% en 75% (Tabel 8).



Figuur 16 Overlevings- en sterftepercentages voor blankvoorn bij herhaalde geforceerde doorvoerproeven en een controleproef bij 550 rpm.

Brasem

Alle 52 brasems werden achteraf geïncubeerd uit het Noors leefnet achter de pomp (hervangstpercentage = 100%). Tien individuen overleefden de proef, 18 dieren waren stervend en 24 dieren waren dood. Het overlevingspercentage bedroeg 19%.

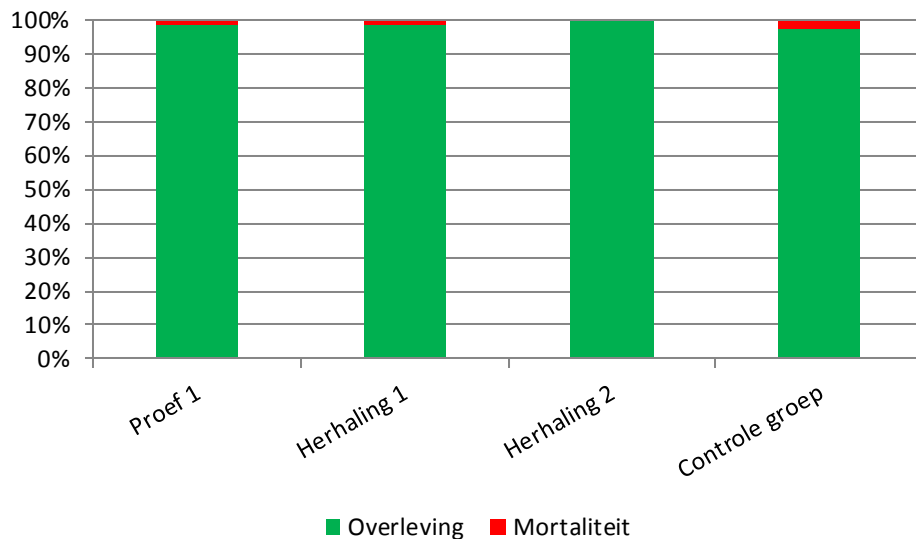


Figuur 17 Overlevings- en sterftepercentages voor brasem bij een geforceerde doorvoer- en controleproef bij 550 rpm.

Proeven bij gereduceerd toerental: 468 rpm

Paling

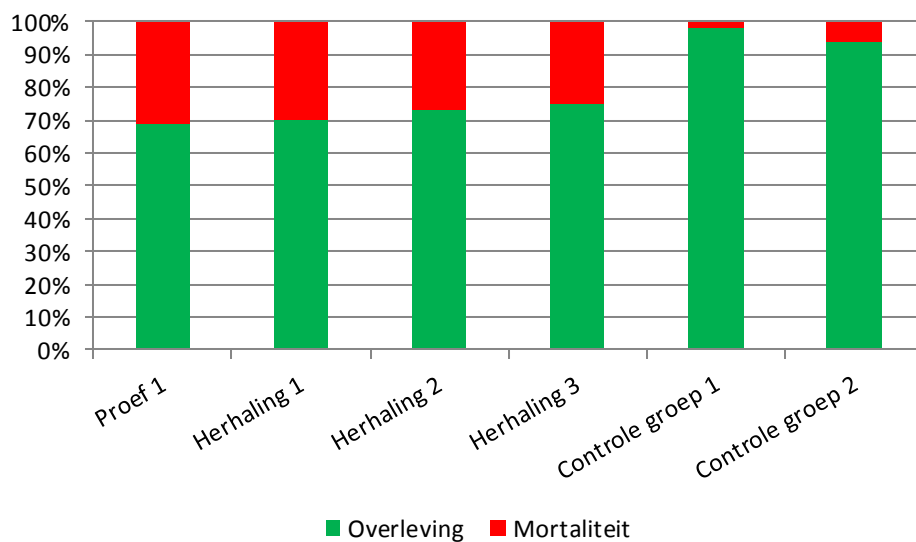
Bij elk van de drie identieke proeven werden 100 vrouwelijke palingen ingezet (Proef 1 en Herhaling 1 & 2). Het overlevingspercentage voor de drie proeven met grote vrouwelijke palingen bedroeg respectievelijk 99%, 99% en 100%. Rekening houdend met de uitgestelde sterfte van 1 individu werd een overlevingspercentage van 98% voor de controlegroep berekend (Tabel 12 en Figuur 15).



Figuur 18 Overlevings- en sterftepercentages voor paling bij herhaalde geforceerde doorvoerproeven en een controleproef bij 468 rpm.

Blankvoorn

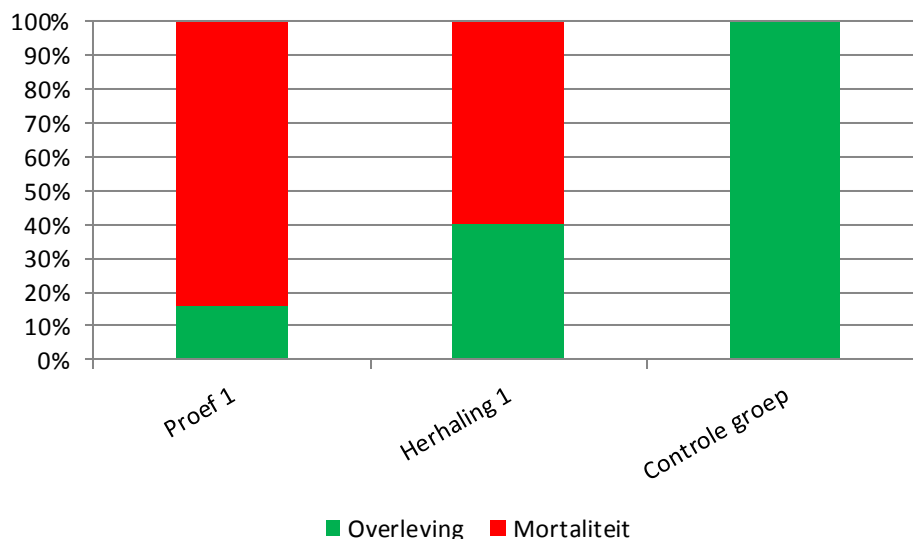
Bij de vier proeven werden telkens 100 blankvoorns in de pompkelder uitgezet. De overlevingspercentages voor de vier proeven schommelen tussen 69% en 75% (Tabel 14 en Figuur 17).



Figuur 19 Overlevings- en sterftepercentages voor blankvoorn bij herhaalde geforceerde doorvoer- en controleproeven bij 468 rpm.

Brasem

Bij de twee proeven met brasem werden respectievelijk 100 en 55 dieren in de pompkelder uitgezet. De overlevingspercentages bedragen respectievelijk 16% en 40% (zie foto's uit Bijlage 4: Schadeprofielen brasem) (Tabel 16 en Figuur 19).



Figuur 20 Overlevings- en sterftepercentages voor brasem bij herhaalde geforceerde doorvoer- en controleproeven bij 468 rpm.

Gemiddelde overleefbaarheid

Er werd gebruik gemaakt van een binomial GLM (generalized linear model) waarbij eerst een model gefit werd voor elke soort afzonderlijk. Daaruit blijkt dat er enkel voor blankvoorn een significant effect is van het toegepaste toerental. Vervolgens werd er een model gefit voor alle drie de soorten, waaruit de schatting voor gemiddelde overleving per toerental en per soort met 95% betrouwbaarheidsintervallen afgeleid werd.

Tabel 3 Overzicht van de geschatte gemiddelde overleving met 95% betrouwbaarheidsinterval per soort en per scenario (LLCI = lower limit confidence interval; ULCI = upper limit confidence interval).

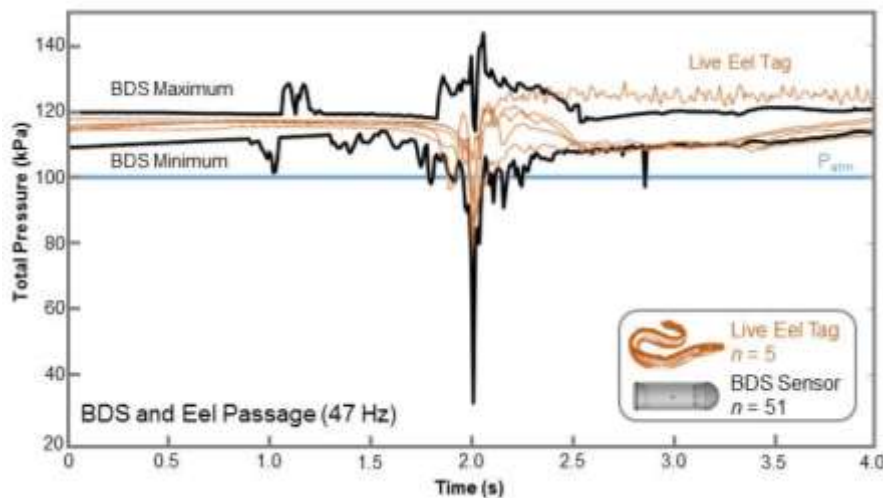
Soort	Scenario	Overleving (%)	LL 95 CI (%)	UL 95 CI (%)
blankvroom	468 rpm	72,6	66,9	77,8
brasem	468 rpm	24,7	18,3	31,9
paling	468 rpm	99,2	97,5	99,9
blankvroom	550 rpm	64,6	60,4	68,6
brasem	550 rpm	15,4	7,3	26,8
paling	550 rpm	98,6	97,1	99,5

Drukveranderingen gemeten door sensors

We kunnen uit de resultaten afleiden dat in alle drie de geteste scenario's snelle drukveranderingen werden gemeten door de sensors bij passage van zowel de F/N pomp als bij de oude axiaalpompe. Het drukprofiel van de F/N pomp en de klassieke axiaalpompe vertoont veel gelijkenissen met het drukprofiel van een typische turbine passage, met name een stijging in druk wanneer een sensor/vis op een diepte de turbine-intake passeert gevolgd door een snelle decompressie (typisch significant lager dan de druk aan het oppervlak en dit in een

fractie van een seconde) bij het passeren van de turbinebladen en een traag terugkeren naar de oppervlaktespanning doorheen de afvoerbuï (Brown et al., 2014). Bij de klassieke axiaalpom is dit het meest extreem vanwege een drukpiek tot 1250 mbar en daarna een decompressie tot 850 mbar (=drukdieptepunt). Bij 850 mbar kan cavitatie optreden. Dit betekent dat wanneer een vis niet geraakt wordt door de waaiersbladen van de klassieke axiaalpom dat er toch een zeer hoog risico is op verwondingen ten gevolge van de blootstelling aan deze zeer snelle drukverandering in een fractie van een seconde en het extreem lage drukdieptepunt. Bij het normale werkpunt (550 rpm) van de F/N pom is er een snelle drukverandering van ~240 mbar rond het drukdieptepunt. Bij het gereduceerde toerental (468 rpm) van de F/N pom is de maximale drukverandering ~270 mbar rond het drukdieptepunt. De pressure rate of change is het hoogste bij de klassieke axiaalpom en is vergelijkbaar bij beide scenario's van de F/N pom. De gemiddelde pressure ROC voor de drie testscenario's bedraagt respectievelijk 1679, 2000 en 2505 kPa/s bij het 40 en 550 rpm toerental van de F/N pom en bij het vaste toerental van de klassieke axiaalpom. Het gemiddelde drukdieptepunt bedraagt respectievelijk 95,3; 91,6 en 84,1 kPa re 1 Atm bij het 40 en 550 rpm toerental van de F/N pom en bij het vaste toerental van de klassieke axiaalpom. Uit literatuur weten we dat een drukdieptepunt lager dan 90 kPa re 1 Atm tot barotrauma kan leiden (i.e. 90 kPa is een druk waarbij cavitatie kan optreden bij water met een temperatuur van ongeveer 5°C) (Engineering ToolBox, 2003). De verschillende drukresultaten tonen dat het gemiddelde drukdieptepunt het minst ongunstig is voor het 468 rpm scenario van de F/N pom alsook dat de gemiddelde pressure ROC lager is bij de F/N pom dan bij de klassieke axiaalpom.

In dit onderzoek werden vijf levende palingen voorzien van een kleine druksensor. Een belangrijke waarneming is dat bij de vijf palingsensors steeds een karakteristieke snelle decompressie wordt gemeten tot een drukdieptepunt.



Figuur 21 Tijdsreeks van de drukmaximum- en drukminimumgrenzen gemeten door de BDS sensors ($n = 51$) en druk-tijdsreeksen van de palingen uitgerust met een sensor ($n = 5$) tijdens passage van de F/n pom bij 550 rpm. De palingsensor-druk-tijdsreeksen blijven binnen de drukmaximum- en drukminimumgrenzen gemeten door de BDS sensors tot na de passage van de terugslagklep waarna werd vastgesteld dat palingen dicht tegen het oppervlak kwamen of op diepte bleven.



Figuur 22. Sensor bevestigd op de flank van een verdoofde paling.

Fairbanks / Nijhuis pomp

Met overlevingspercentages voor paling die variëren tussen 96% en 100% bij 550 rpm en tussen 99% en 100% bij 468 rpm en de op basis van deze uitgevoerde herhalingen geschatte gemiddelde overlevingspercentages van 98,6% met 95% CI [97.1, 99,5] en van 99,2% met 95% CI [97.5, 99,9] respectievelijk scoort de F/N pomp zowel bij het normale toerental (550 rpm) als bij het gereduceerde toerental (468 rpm) goed voor wat de overleving van palingvrouwtjes betreft. Een proef met een beperkt aantal kleine palingmannetjes resulteerde in $100 \pm 0,00$ % overleving. De meeste palingen passeerden dus zonder of enkel met lichte verwondingen. Slechts een drietal vrouwtjes kregen een klap van de bewegende delen wat resulteerde in een zware kneuzing of inwendige bloeding en sterfte.

Blankvoorn heeft met geschatte gemiddelde overlevingspercentages van 64,6% met 95% CI [60.4, 68.6] en van 72,6% met 95% CI [66.9, 77.8] bij respectievelijk 550 rpm en 468 rpm een grotere kans om de F/N pomp levend te passeren in vergelijking met klassieke axiaalpompen waar de overleving doorgaans een stuk lager ligt dan 50 % (Buysse et al., 2010). Bij de stervende en dode blankvoorns werden zware verwondingen vastgesteld van het type: aanzienlijk schubverlies >20%, insnijdingen, doorsnijdingen, afgesneden lichaamsdelen, zwaar beschadigde of ontbrekende ogen, zwaar beschadigde kieuwen/kieuwdeksels en abnormale zwembewegingen.

Zeer grote brasems hebben met geschatte gemiddelde overlevingspercentages van 15,4% met 95% CI [7.3, 26.8] bij 550 rpm en met 24,7% met 95% CI [18.3, 31.9] bij 468 rpm geen betere kans om de F/N pomp levend te passeren in vergelijking met klassieke axiaalpompen (Buysse et al., 2010). Niettegenstaande dit niet kon worden getest in deze studie ligt het overlevingspercentage voor kleinere brasem na passage door de F/N pomp vermoedelijk

hoger. Bij de stervende en dode brasems werden zware verwondingen vastgesteld van het type: aanzienlijk schubverlies >20%, insnijdingen, doorsnijdingen, afgesneden lichaamsdelen, zwaar beschadigde of ontbrekende ogen, zwaar beschadigde kieuwen/kieuwdeksels en abnormale zwembewegingen.

Op basis van een binomial GLM (generalized linear model) blijkt dat er enkel voor blankvoorn een significant effect is van het toegepaste toerental, met name dat er significant lagere sterfte optreedt bij het 468 rpm scenario. Omwille van ethische redenen werd de proef met 468 rpm slechts één maal herhaald met een beperkter aantal proefdieren en werd er maar een beperkte proef gedaan bij 550 rpm. Het vermoeden bestaat dus dat als er voldoende herhalingen met brasem uitgevoerd werden dat er dan potentieel wel een significant effect vastgesteld zou worden van het toegepaste toerental.

In vergelijking met de klassieke axiaalpompe worden er voor de F/N pomp gunstigere waarden gemeten voor wat betreft pressure ROC en drukdieptepunten. Daarenboven zijn bij het 468 rpm scenario de gemiddelde waarden voor pressure ROC en drukdieptepunt gunstiger voor vissen dan bij het 550 rpm scenario wat naast de biologische resultaten een bijkomend pleit is voor toepassing van het draaien van de F/N pompen op het 468 rpm toerental.

Mocht een overlevingspercentage voor vissen van >95 % worden geëist om als visveilig bestempeld te worden dan is de F/N pomp visveilig voor paling maar niet visveilig voor blankvoorn en brasem.

2.4.3 Tijdsinvestering 2019

	Onderzoeker	Deskundige
Dataverwerking, Rapportage, Verwijderen van de vangconstructie en ontmantelen ponton, ...	31	8
Totaal (in dagen)	39	

3 TOTALE TIJDSINVESTERING

	Onderzoeker	Deskundige
<i>Tijd geraamd (in dagen)</i>	-80	-90
Tijd geïnvesteerd (in dagen)		
Eflows	5	-
Droogte-indicator	16	-
Zwarte Beek	26	82
Duivelsputgemaal	31	8
Jaarverslag en planning 2018	2	-
Jaarverslag en planning 2019	2	-
Onderhoud materiaal	-	2
Subtotaal	82	92
Totaal (in dagen)	174	

4 OVERLEGVERGADERINGEN

09/05/2019 | Overleg verziltingsproblematiek polders | VMM, buitendienst Oostende (David Buysse).

16/05/2019 | Skype meeting met Universiteit Tallinn rond onderzoek met sensoren gebruikt in het onderzoek rond de visveiligheid van het Duivelsputgemaal in Vinderhoute | INBO, Brussel (David Buysse).

22/08/2019 | Overleg rond verziltingsproblematiek van de IJzer met VMM, DVW, INBO en Bekkensecretariaat | VAC Gent (David Buysse).

5 DEELNAME AAN STUDIEDAGEN, CONGRESSEN EN CURSUSSEN

Deelname aan vergaderingen, studiedagen, congressen en cursussen in het breder kader van dit project, maar die niet gebudgetteerd werden op dit project:

19/02/2019 | Interne workshop Water en Ecohydrologie | INBO | Brussel.

21/02/2019 | Studiedag hydromorfologisch functioneren van beken | Sint-Oedenrode, Nederland.

01/03/2019 | Vissennetwerk | Salmonids in the Meuse Basin | 's-Gravenvoeren.

13/03/2019 | CIW Netwerkmoment | Brussel.

04/04/2019 | Excursie vispassage op de Roer | Roermond, Nederland.

12/09/2019 | Excursie vispassage op de Maas | Lixhe.

24/10/2019 | De IPKC netwerkdag 'water' | David Buysse gaf een toelichting en begeleidde mee de workshop over E-flows i.s.m. Bianca Veraart (projectverantwoordelijke provincie Antwerpen, dienst Integraal Waterbeleid) en Maarten Van Aert (VMM afdeling operationeel waterbeheer) | Titel presentatie: Toepassing van ecologische afvoerregimes (e-flows). Wat is het en hoe kunnen we hier aan werken in onze provinciale waterlopen? | Leuven.

29/11/2019 | Vissennetwerk | Klimaatverandering (o.a. droogte) en vis | Utrecht, Nederland.

Meerdere dagen | CIW Ecologisch waterbeheer | VAC, Brussel.

Meerdere dagen | Horizontale werkgroep integraal waterbeheer | INBO, Brussel.

6 ADVIESVERLENING

Advies betreffende het ontwerp van actieplan droogte en overstromingen. INBO.A.3750. Erika Van den Bergh, Stijn Van Hoey, Dries Adriaens, Jan Wouters, David Buysse, Toon Van Daele, Floris Vanderhaeghe & Maud Raman. Advies in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM, t.a.v. Bernard De Potter).

7 PERSONEEL

Coördinatie vanuit INBO voor dit onderzoeksthema:
Johan Coeck, teamcoördinator

Inbreng INBO-personeel:

David Buysse, wetenschappelijk attaché

Jeroen Van Wichelen, wetenschappelijke attaché (**verliet het team in de loop van 2019**)

Toon Westra, wetenschappelijke attaché, i.h.k.v. Duivelsputrapportering

Sophie Vermeersch, wetenschappelijke attaché

Ine Pauwels, wetenschappelijke attaché

Lore Vandamme, wetenschappelijke attaché

Raf Baeyens, deskundige (**verliet het team in de loop van 2019**)

Nico De Maerteleire, technicus

Emilie Gelaude, deskundige

Sebastien Pieters, technicus

Karen Robberechts, technicus (**verliet het team in de loop van 2019**)

Coördinatie vanuit VMM:
Koen Martens, AOW