

Onderzoek naar de habitatgeschiktheid voor vis in De Kleine Dommel

Veldstudie en data-analyse naar aanwezigheid potentieel habitat voor doelvissoorten in stromend water na uitvoeren van beekherstel.



Onderzoek naar de habitatgeschiktheid voor vis in De Kleine Dommel

Plaats: Boxtel, Grave

Datum: 8-6-2020

Auteur: Lars Bellekom

In opdracht van: Aeres hogeschool, Almere

In samenwerking met: Waterschap De Dommel, Boxtel

Opleiding: HBO Bachelor Toegepaste Biologie

Afstudeerdocent: Erwin Roze

Externe begeleiding: Mark Scheepens & Michiel Cornelis

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Ik schrijf dit afstudeerwerkstuk als een ware bekroning van mijn studie. Dit afstudeerwerkstuk is een onderdeel van de afstudeerfase binnen de HBO-studie Toegepaste Biologie aan de Aeres Hogeschool te Almere. Dit onderzoek is in samenwerking met Waterschap De Dommel die mij de mogelijkheid hebben gegeven om dit vraagstuk te gebruiken voor het schrijven van mijn afstudeerwerkstuk. Eenieder die geïnteresseerd is staat het vrij om deze scriptie te lezen maar het uiteindelijke advies zal vooral gericht zijn aan de ecologen binnen Waterschap De Dommel.

Ik wil graag Erwin Roze bedanken voor zijn begeleiding vanuit Aeres Hogeschool en de extra moeite die hij nog heeft gestoken in het leveren van feedback tot zelfs in de weekenden. Verder wil ik ook Mark Scheepens en Michiel Cornelis bedanken voor de begeleiding die zij mij hebben vanuit Waterschap De Dommel. Naast de vakkundige begeleiding die ik heb gehad wil ik ze ook graag bedanken voor de gemoedelijkheid die ik ervaren heb gedurende mijn stage bij het Waterschap. Ik heb met plezier de afgelopen maanden aan mijn opdrachten gewerkt.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Abstract	5
1. Inleiding	6
1.1. Breder kader en relevantie van het onderzoek.....	6
1.2. Probleemstelling van De Kleine Dommel	7
1.3. De doelsoorten	8
1.4. Onderzoeksvragen en hypothese.....	9
1.5. Indeling rapport.....	9
2. Materiaal en methode.....	11
2.1. Gebiedsbeschrijving	11
2.2. Dataverzameling.....	12
2.2.1. Veldmetingen	12
2.2.2. Gebruik van database Waterschap De Dommel	13
2.3. Verwerken van informatie.....	14
3. Resultaten.....	15
3.1. Optimale habitat per vissoort	15
3.2. Uitkomsten geschiktheid per traject	16
3.3. Ecologie	17
3.4. Fysisch-chemisch	20
4. Discussie	22
4.1. Optimale habitat	22
4.2. Ecologie	22
4.3. Fysisch-chemisch	23
4.4. Habitatgeschiktheid Kleine Dommel	24
5. Conclusie & aanbevelingen	25
5.1. Conclusies deelvragen	25
5.1.1. Conclusie deelvraag 1.....	25
5.1.2. Conclusie deelvraag 2.....	26
5.1.3. Conclusie deelvraag 3.....	26
5.2. Conclusie hoofdvraag	27

5.2. Aanbevelingen	28
Literatuurlijst	30
Bijlagen	36
Bijlage I: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Beekprik <i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784).....	36
Bijlage II: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Kopvoorn <i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	37
Bijlage III: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Kwabaal <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758).....	39
Bijlage IV: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Rivierdonderpad <i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758).....	41
Bijlage V: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Serpeling <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758).....	43
Bijlage VI: HOW-tabel traject 211: traject Sterkselsche Aa.....	44
Bijlage VII: Alle gevonden literatuur voor bepalen van optimale habitat	45
Bijlage VIII: Inge vulde antwoorden voor het optimale habitat van Beekprik <i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784).....	46
Bijlage IX: Inge vulde antwoorden voor het optimale habitat van Kopvoorn <i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758).....	47
Bijlage X: Inge vulde antwoorden voor het optimale habitat van Kwabaal <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) ..	49
Bijlage XI: Inge vulde antwoorden voor het optimale habitat van Rivierdonderpad <i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758)	51
Bijlage XII: Inge vulde antwoorden voor het optimale habitat van Serpeling <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	53

Samenvatting

Dit onderzoek is ontstaan uit een vraagstuk van Waterschap De Dommel en heeft plaatsgevonden aan de laaglandbeek De Kleine Dommel in het zuidoosten van de provincie Noord-Brabant. Na de oplevering van het beekherstel van De Kleine Dommel in mei 2017 was er nog niet bekend of dit gebied daadwerkelijk geschikt was voor enkele stromingsminnende vissoorten. Deze vissoorten zijn de Beekprik (*Lampetra planeri*), Kopvoorn (*Squalius cephalus*), Kwabaal (*Lota lota*), Rivierdonderpad (*Cottus gobio*) en Serpeling (*Leuciscus leuciscus*). Voor het bepalen van de geschiktheid van het habitat voor deze doelvissoorten is er gebruik gemaakt van kennissleutels voor beekvissen die ontwikkeld zijn door Wageningen Universiteit (WUR). Deze sleutels zijn ingevuld met behulp van gegevens die in het veld verzameld zijn en gegevens die verkregen zijn uit de database van Waterschap De Dommel. Er is gebruik gemaakt van ecologische data en fysisch-chemische data. In de huidige situatie van De Kleine Dommel is er nog geen volledig geschikt habitat vastgesteld voor één van de doelvissoorten binnen het onderzoek. De Rivierdonderpad had het minst aantal beperkende trajecten binnen het onderzochte deel van De Kleine Dommel. Voor de Beekprik bleek De Kleine Dommel momenteel volledig ongeschikt te zijn en om die reden lijkt het niet reëel om maatregelen te treffen voor deze vissoort. Voor de andere vier vissoorten zijn er echter wel degelijk mogelijkheden om De kleine Dommel meer te laten voldoen aan de habitateisen. Voor deze soorten lijkt het voornaamste dat er meer holle oevers en ophopingen van hout in de beek komen. Daarnaast zou de aanwezigheid van grovere substraten ook een positief effect hebben op de habitatgeschiktheid. Tot slot is het voor Kopvoorn en Serpeling nog van belang dat het doorzicht van de beek verbeterd wordt tot op het punt dat de bodem zichtbaar is.

Abstract

In commission of Waterboard De Dommel this research was carried around the lowland brook De Kleine Dommel, which is in the Dutch province North-Brabant. After fulfilling the restoration of the brook in May 2017 it was not clear yet if this area was clearly suitable for some rheophilic fish species. These fish species are Brook Lamprey (*Lampetra planeri*), Chub (*Squalius cephalus*), Burbot (*Lota lota*), European Bullhead (*Cottus gobio*) and Dace (*Leuciscus leuciscus*). To determine the suitability of the habitat for these target fish species, knowledge keys have been used. These keys were developed by the Wageningen University & Research (WUR). These keys were filled in with data derived from the field as well as data which was derived from the database of Waterboard De Dommel. Ecological data was used during the research as well as physical-chemical data. In the current situation of De Kleine Dommel there has not been determined a completely suitable habitat for one of the target fish species within this research yet. De European Bullhead had the least amount of limitative sections. However, for the Brook Lamprey it appeared that De Kleine Dommel was completely unsuitable and for that reason it does not seem wise to take further measures to improve De Kleine Dommel. However there seem to be possibilities to make De Kleine Dommel more suitable for the other four target fish species indeed. The main measures for these species are to create more hollow banks and accumulations of wood in the brook. In addition, it would have positive effects on the habitat suitability if more coarser substrates will be present in the brook. Finally, for Chub and Dace it is important that the turbidity will be improved to the point that the bottom of the brook is visible.

1. Inleiding

1.1. Breder kader en relevantie van het onderzoek

In het begin van de 20e eeuw zijn een groot aantal waterlopen in Nederland gekanaliseerd (Eekhout & Hoitink, 2014). Dit gebeurde voornamelijk met het oog op het voorkomen van wateroverlast en om ervoor te kunnen zorgen dat ook in droge periodes water snel aangevoerd kon worden (Fijnland, 2011; de Klein & Brinkman, 2007). Deze mogelijkheden tot het reguleren van het waterpeil waren vooral ten behoeve van de landbouw die in de 20e eeuw zeer belangrijk was (Waterschap De Dommel, z.d.). De kanalisatie had echter ook negatieve gevolgen, bijvoorbeeld dat de ecologische kwaliteit van deze wateren in verval raakte (Verdonschot, Verdonschot & Besse-Lototskaya, 2015; Costa & Schulz, 2010; Didderen *et al.*, 2009; Malcolm *et al.*, 2010). Zo is bekend dat kanalisatie vaak een negatieve impact heeft op het visbestand in het betreffende waterlichaam (Liew *et al.*, 2018). Naast het kanaliseren van wateren werden veel afvalstoffen ook rechtstreeks via beken, sloten en rivieren afgevoerd. Mensen werden ziek nadat zij in aanraking waren geweest met oppervlaktewater en visstanden daalden aanzienlijk (Maasdam, 1999; Dorenbosch *et al.*, 2014). Zodoende werd men zich er in de loop der jaren steeds bewuster van dat er iets moest gebeuren om de waterkwaliteit te verbeteren. Tussen de jaren '60 en '80 van de afgelopen eeuw heeft er langzaam een kentering plaatsgevonden wat betreft de waterkwaliteit en is deze in heel Europa weer stap voor stap verbeterd (Brouwer, z.d.; Maasdam, 1999; Dorenbosch *et al.*, 2014). Vanaf deze periode laat de visstand in Nederland ook weer een herstel zien (Grift, 2001). De visie op de waterhuishouding in Nederland is ook veranderd, waar vroeger vooral werd gekeken naar de landbouwsector wordt er nu gestreefd naar een waterhuishouding waar ook de natuurwaardes in geïntegreerd zijn (Fijnland, 2011). Hiernaast wordt er ook aandacht besteed aan het langer vasthouden van water zodat dit ook tijdens droge periodes, als gevolg van klimaatverandering, nog gebruikt kan worden (Stuijzand *et al.*, 2007).

Naar aanleiding van een aantal grote incidenten waarbij ernstige vervuiling van, voornamelijk grote, wateren plaats vond, is in het jaar 2000 de Kaderrichtlijn Water (KRW) in het leven geroepen (Groene ruimte, z.d.). De KRW is een internationale richtlijn met als doel om de Europese wateren in een 'goede toestand' te laten verkeren. Er wordt naar gestreefd om dit vanuit verschillende invalshoeken te realiseren, zo wordt er naar water gekeken vanuit het chemische-, fysische- en ecologische perspectief. Wanneer er gekeken wordt naar het fysisch-chemische aspect zal de focus voornamelijk liggen op de stoffen die in het water aanwezig zijn en dat hierin, vooraf vastgestelde waarden, niet overschreden worden. Het ecologische aspect wordt bepaald door de aanwezige flora, macrofauna, de vissen worden als aparte groep meegenomen in de waardering van een waterlichaam. In de huidige fase worden er vooral maatregelen getroffen die ervoor zorgen dat deze goede toestand bereikt wordt (van der Molen, Boers & Evers, 2006; Van der Wal, 2018). De KRW werkt hierin als een soort gids om deze toestand daadwerkelijk te creëren. De KRW is opgedeeld in verschillende watertypen (Siebelink & van der Wal, 2005) en voor elk type zijn criteria opgesteld. Op basis van deze criteria wordt bepaald of het betreffende waterlichaam in 'goede toestand' verkeert of niet. Deze criteria worden opgedeeld in flora, enkele groepen macrofauna, de vissen en chemische eigenschappen van het water. Onderscheid wordt gemaakt in stromende (R-type) en stilstaande (M-type) wateren. Door de grote verschillen tussen deze watertypen zal een goede toestand van het ene watertype er heel anders uitzien dan een goede toestand bij het andere watertype.

Stromende wateren worden over het algemeen gekenmerkt door een grotere biodiversiteit dan stilstaande wateren. Dit komt onder andere door de variatie in habitat die gecreëerd wordt door de stroming in het water (Jacobsen, Schultz & Encalada, 1997; Knouft & Ficklin, 2017; van der Meulen, Brils & de Hoog, 2011). Stromende wateren, zoals beken, zijn in Nederland vooral te vinden in het zuiden en oosten van het land aangezien hier het meeste reliëf is (Clement & van Puijenbroek, 2010). Eén van de aspecten waarin stromende wateren duidelijk verschillen van stilstaande wateren is de visgemeenschap (Zorn, Seelbach & Rutherford, 2012; Dorenbosch *et al.*, 2014). Vissen zijn wellicht, samen met de flora, de

meest tot de verbeelding sprekende soortgroep die de effecten ondervindt van de kwaliteit in een waterlichaam. Vaak zijn mensen namelijk geneigd om eerder om te kijken naar grotere organismen (Schouten, 2009).

1.2. Probleemstelling van De Kleine Dommel

Binnen dit onderzoek is voornamelijk aandacht besteed aan de vissen die voorkeur hebben voor stromende wateren. Het onderzoek heeft plaats gevonden in het stroomgebied van De Kleine Dommel (figuur 2), een laaglandbeek die ontstaat uit de samenloop van de Groote Aa en de Sterkselsche Aa en na 14,5 kilometer uitmondt in De Dommel. Het KRW-type waar deze watergang onder valt is R5, onder dit type vallen de langzaam stromende middenlopen en benedenlopen van rivieren (Altenburg *et al.*, 2018). In tabel 1 staat aangegeven welke waarden voor specifieke indicatoren leiden tot verschillende beoordelingen van de KRW-score bij een R5-watertype. De afgelopen jaren zijn er door Waterschap De Dommel een aantal beekherstelprojecten uitgevoerd aan De Kleine Dommel, zo zijn er op verschillende plaatsen meanders gegraven zodat de beek een natuurlijker verloop kreeg (Waterschap De Dommel, z.d.). Het doel van het beekherstel was om de ecologische kwaliteit van het hele beekdal van De Kleine Dommel naar een hoger niveau te tillen. Tijdens de werkzaamheden is er ook gewerkt met regelbare stuwen die het mogelijk maken dat vissen kunnen passeren. In het grootste deel van De Kleine Dommel kunnen vissen nu vrij migreren.



Figuur 1. De Opwettense watermolen. Bron: http://www.waterradmolens.nl/NrdBrabant/Opwettense_molen.htm

Tabel 1. Fysisch-chemische eigenschappen van een R5-watertype en de bijbehorende scores (Altenburg *et al.*, 2018).

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Thermische	dagwaarde	°C	≤23	≤25	25 - 27,5	27,5 - 30	> 30
Omstandigheden							
Zuurstofhuishouding	Verzadiging	%	70 - 110	70 - 120	60 - 70 120 - 130	50 - 60 130 - 140	< 50 > 140
Zoutgehalte	Chloriniteit	mg Cl/L	≤20	≤150	150 - 200	200 - 250	> 250
Verzuringsgraad	pH	-	5,5 - 7,5	5,5 - 8,5	8,5 - 9,0 < 5,5	9,0 - 9,5	> 9,5
Nutriënten	Totaal-P	mgP/L	≤ 0,06	≤ 0,11	0,11 - 0,22	0,22 - 0,33	> 0,33
	Totaal-N	mgN/L	≤ 2,0	≤ 2,3	2,3 - 4,6	4,6 - 6,9	> 6,9

Wat betreft deze vismigratie doet zich in De Kleine Dommel echter een probleem voor in het buurtschap Opwetten, nabij het dorp Nuenen. In het buurtschap ligt de Opwettense watermolen op De Kleine Dommel en hier is voor vissen geen mogelijkheid om te passeren (Lemmers & Verhees, 2020) (Figuur 1.). Door de watermolen is er een groot verval in het betreffende stuk van De Kleine Dommel en daarbij is er nog geen mogelijkheid voor het aanleggen van een vispassage. De eigenaar van het land rondom de Opwettense

watermolen is namelijk niet bereid om deze te laten realiseren op zijn terrein. Dit maakt het voor vissen niet mogelijk om vanuit De Dommel verder stroomopwaarts te migreren dan de betreffende watermolen, terwijl bij soorten van stromend water wel de behoefte is om stroomopwaarts te migreren voor de paaiperiode (Emmerik & de Nie, 2006).

1.3. De doelsoorten

Voor De Kleine Dommel zijn vanuit Waterschap De Dommel een aantal doelsoorten aangewezen waarvan aangenomen wordt dat de beek geschikt een habitat biedt. Deze doelsoorten zijn onderverdeeld in verschillende taxa, waarvan in dit onderzoek de focus zal liggen op vissen die kenmerkend zijn voor een R5 watertype. Vissoorten die tot deze doelsoorten behoren zijn; Beekprik (*Lampetra planeri* (Bloch, 1784)), Kopvoorn (*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)), Rivierdonderpad (*Cottus gobio* (Linnaeus, 1758)), Riviergrondel (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)) en Serpeling (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)). Uit eerdere inventarisaties, uitgevoerd door Waterschap De Dommel, is gebleken dat de Riviergrondel reeds in grote aantallen aanwezig is in De Kleine Dommel. Op basis van deze gegevens is besloten om de Riviergrondel niet mee te nemen in het onderzoek aangezien het habitat al voldoende geschikt lijkt. Aanvullend is vanuit het Waterschap de vraag gekomen om de Kwabaal (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)) mee te nemen in dit onderzoek. De Kwabaal is een soort waar Waterschap De Dommel zich specifiek voor inzet, zo is deze soort reeds geïntroduceerd in De Beerze (Coenen *et al.*, 2013; Beelen, 2010). Met dit onderzoek wordt er gekeken welke aspecten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel geschikt zijn voor het habitat waarin de Kwabaal zich eventueel kan vestigen. De resultaten van dit onderzoek kunnen daarmee bijdragen aan de mogelijke introductie van de Kwabaal in De Kleine Dommel.

Op de Kwabaal na zijn alle doelsoorten al waargenomen in De Dommel. Aangezien het allemaal soorten zijn van stromende wateren zullen zij van nature stroomopwaarts migreren ten behoeve van de voortplanting (Emmerik & de Nie, 2006; Lintlop & Youson, 1983; Hladík & Kubečka, 2003). Op het moment dat deze vissen stroomopwaarts willen migreren bij De Kleine Dommel stuiten zij op de barrière van de Opwettense watermolen. Hierdoor is nog niet vast te stellen of het uitgevoerde beekherstel in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel het gewenste effect heeft voor de doelsoorten.

Voor al de bovengenoemde vissoorten zijn vanuit Wageningen Universiteit zogenoemde kennissleutels ontwikkeld (OBN, z.d.). Deze sleutels voor beekvissen zijn ontwikkeld op basis van een grote literatuurdatabank over de habitatvoorkeuren die de doelsoorten hebben. Stap voor stap worden vragen gesteld over de uitgekozen trajecten in de betreffende beek en hieruit volgt uiteindelijk een geschiktheid voor de betreffende vissoort, per levensstadium. Deze geschiktheid wordt gecategoriseerd als; geschikt, vrij geschikt, matig geschikt, weinig geschikt of ongeschikt. Voor de levensstadia wordt er onderscheid gemaakt in de geschiktheid van habitat voor de ei afzet, opgroefase en volwassen fase. De opgroefase van de Beekprik bestaat alleen uit de larvefase, bij de andere soorten is het larve en juveniele stadium meegenomen in de kennissleutels. De vragen van de beekvissensleutels staan uitgeschreven in bijlagen I tot en met V. De resultaten van dit onderzoek en het aansluitende advies aan het Waterschap zullen de mogelijkheid bieden om extra onderbouwing te verschaffen over de noodzaak van het aanleggen van een vispassage bij de Opwettense watermolen. Met de uitkomsten van dit onderzoek kan het Waterschap met de eigenaar van het land rondom de Opwettense watermolen in gesprek om te kijken naar de mogelijkheden.

1.4. Onderzoeksvragen en hypothese

De uitgevoerde maatregelen tot beekherstel zijn allen uitgevoerd aan de bovenstroomse kant van de Opwettense watermolen. Het is echter niet met zekerheid te zeggen dat al deze maatregelen volledig geschikt zijn voor de doelsoorten omdat zij vanuit De Dommel niet vrij stroomopwaarts kunnen migreren. Het doel van dit onderzoek is dan ook om met behulp van de beekvissensleutels te achterhalen of er voldoende potentieel habitat is in het bovenstroomse gedeelte van De Kleine Dommel voor de doelsoorten van een R5 watertype. Er zal uiteindelijk een advies gevormd worden over hoe de geschikte toestand te bereiken en/ of te handhaven is en voor welke vissoorten het voorkomen in het bovenstroomse deel het meest waarschijnlijk is. Dit wordt onderzocht met de volgende onderzoeksvraag: *“Voor welke aspecten volstaan de genomen maatregelen in de bovenstroomse Kleine Dommel voor de genoemde doelsoorten in het voorjaar van 2020?”*.

Deze vraag zal beantwoord worden met behulp van de volgende deelvragen;

“1) Wat zou het optimale habitat zijn per geselecteerde vissoort op basis van de beekvissensleutels?”

“2) Aan welke ecologische aspecten uit de beekvissensleutels wordt voor de geselecteerde vissoorten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel voldaan?”

“3) Aan welke fysisch-chemische aspecten uit de beekvissensleutels wordt voor de geselecteerde vissoorten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel voldaan?”

Hypothese deelvraag 1: *“Het optimale habitat zal per vissoort verschillen. Om voor de meeste vissoorten een optimaal habitat te creëren is de verwachting dat er meer dood hout in de beek aangebracht zal moeten worden. Verder zijn er vermoedelijk te weinig holle oevers en zal het belangrijk zijn om het water gedurende een lange periode helder te houden. Hiermee is de verwachting dat een optimaal habitat voor de doelsoorten gerealiseerd kan worden (Emmerik & de Nie, 2006).”*

Hypothese deelvraag 2: *“De verwachting is dat een groot deel van de bovenstroomse Kleine Dommel wat betreft ecologische aspecten geschikt is. Het grootste knelpunt wordt verwacht in de afwezigheid van dood hout, holle oevers en harde substraten. Deze zijn gedurende eerdere inventarisatie slechts in kleine mate waargenomen wat als beperkende factor zou werken voor een groot deel van de doelsoorten (Emmerik & de Nie, 2006).”*

Hypothese deelvraag 3: *“Verwacht wordt dat het doorzicht van De Kleine Dommel de grootste beperkende factor zal zijn voor de doelsoorten. Tijdens eerdere veldbezoeken viel op dat het water nog troebel was. Dit is over het algemeen een negatieve parameter in een stromende beek (Altenburg *et al.*, 2018).”*

De algemene verwachting is dat het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel nog niet volledig geschikt zal zijn voor alle doelsoorten die in laaglandbeken voor kunnen komen. De oorzaken hiervan zullen waarschijnlijk per vissoort verschillend zijn en ook niet voor alle soorten op te lossen. Het advies dat gegeven zal worden houdt rekening met de soorten waarvoor de eisen het meest overeen komen. Met behulp van dit advies kan er in de toekomst, na mogelijke aanleg van een vispassage bij de Opwettense watermolen, verder gewerkt worden aan het bereiken van een zo hoog mogelijke diversiteit aan vissoorten in de bovenloop van De Kleine Dommel.

1.5. Indeling rapport

Volgend op dit inleidende hoofdstuk zal in hoofdstuk 2 ingegaan worden op de materialen en methoden die gebruikt worden de onderzoeksvragen te beantwoorden. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek weergegeven. In hoofdstuk 4 wordt in de discussie dieper ingegaan op de resultaten en zal er met behulp van literatuur naar verklaringen en bijzonderheden gekeken worden. Tot slot zal er in hoofdstuk 5 een conclusie worden getrokken met betrekking tot de onderzoeksvragen. Verder worden er

in hoofdstuk 5 ook aanbevelingen gedaan aan het Waterschap over nog mogelijk te nemen maatregelen en het beheer in De Kleine Dommel.

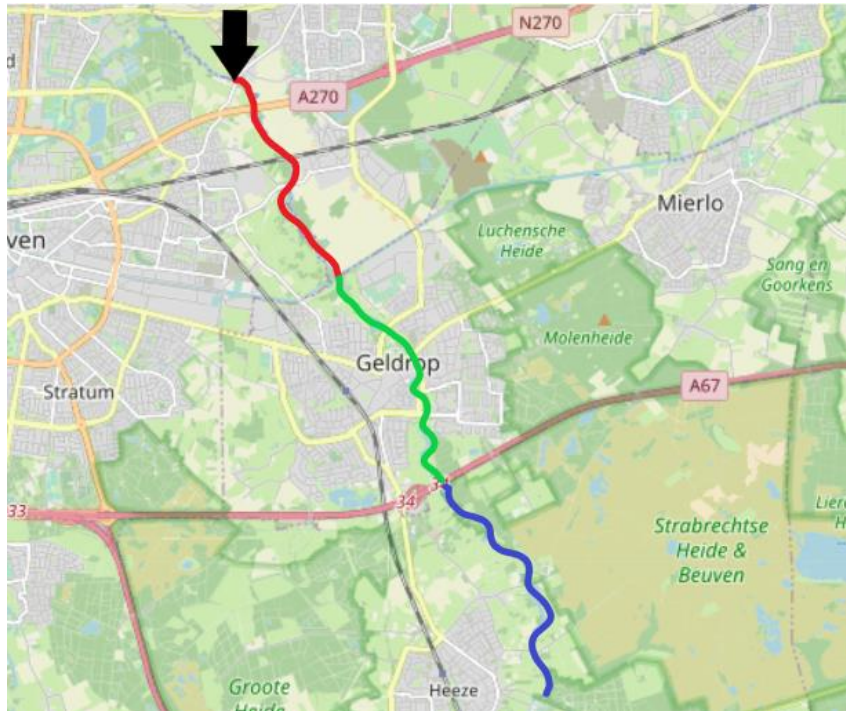
2. Materiaal en methode

2.1. Gebiedsbeschrijving

De Kleine Dommel is een laaglandbeek die ontstaat uit de samenloop van de Groote Aa en de Sterkselsche Aa. Naast het water dat afkomstig is uit deze twee beken wordt De Kleine Dommel ook gevoed door kwel die afkomstig is van de Strabrechtse Heide. Het KRW-type waar deze watergang onder valt is R5, onder dit type vallen de langzaam stromende middenlopen en benedenlopen van rivieren. Het stroomgebied van De Kleine Dommel ligt in het zuidoosten van de provincie Noord-Brabant. De totale lengte van de Kleine Dommel is ongeveer 14.5 kilometer (Google Maps meettool). Voor het onderzoek is de beek opgedeeld worden in drie trajecten. Traject 1 begint bij het punt waar de Sterkselsche Aa en Groote Aa samen komen en eindigt ongeveer 4.5 kilometer stroomafwaarts bij de stuw naast de Rijksweg A67. Het tweede traject begint bij de stuw naast de Rijksweg A67 en loopt door tot aan het Eindhovens Kanaal, dit traject is 4.1 kilometer lang. Traject 3 begint bij het Eindhovens Kanaal en eindigt vervolgens bij de Opwettense watermolen, dit traject heeft een lengte van 4.1 kilometer. Na de Opwettense watermolen gaat de Kleine Dommel nog 1.8 kilometer door voordat deze in de Dommel uitmondt. Dit stuk is echter niet meegenomen in het onderzoek aangezien de vissen vrij stroomopwaarts kunnen migreren van de Dommel tot aan de Opwettense watermolen. In figuur 2 is het stroomgebied van De Kleine Dommel te zien en in figuur 3 is er aangegeven waar de verschillende trajecten liggen. In de rest van het verslag zullen de trajecten genummerd worden als volgt; blauw is "Traject 1", groen is "Traject 2" en rood is "Traject 3". De volgorde van deze trajecten is bepaald door ze stroomafwaarts te nummeren.



Figuur 2. Het stroomgebied van De Kleine Dommel in het zwart omcirkelde deel.



Figuur 3. Bij de zwarte pijl ligt de Opwettense watermolen. De verschillende onderzoekstrajecten zijn in kleur weergegeven.

2.2. Dataverzameling

Voor het verkrijgen van de informatie die nodig is om de beekvissen sleutels in te vullen zijn er verschillende activiteiten, waaronder veldwerk uitgevoerd. Overige gegevens zijn via verschillende computerprogramma's uit de database van Waterschap De Dommel verkregen. In bijlagen I tot en met V is per vissoort te zien welke vragen beantwoord dienen te worden per levensstadium. Het optimale habitat per vissoort is met behulp van literatuur achterhaald. Hiervoor is het boek *“De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken”* van Emmerik & de Nie, 2006 gebruikt. Aanvullend is er met Google Scholar nog gezocht op de Latijnse soortnaam van elke doelsoort om aanvullende informatie te verkrijgen op het bovengenoemde boek.

2.2.1. Veldmetingen

In het veld hebben, in de periode van maart 2020 tot en met mei 2020, drie verschillende veldbezoeken plaats gevonden om een goed beeld te krijgen van de omstandigheden rondom de beek gedurende het voorjaar. Doordat het veldwerk verspreid is over deze drie maanden kunnen de vragen van de beekvissensleutels zo betrouwbaar mogelijk ingevuld worden. De maanden maart, april en mei worden voor een aantal factoren namelijk ook als cruciale periode gezien.

Voor het beantwoorden van de tweede deelvraag is er over de verschillende trajecten gekeken welke substraten er op de bodem te vinden zijn en of er bijvoorbeeld voldoende puin aanwezig is. Wanneer het doorzicht in de beek voldoende was om tot de bodem te kijken is er op het zicht bepaald welke substraten er allemaal aanwezig waren op de bodem. Indien het water troebel was, dan werd er aanvullend elke 200 meter geschept om te kijken welke substraten aanwezig waren. Daarnaast is er aandacht besteed aan de hoeveelheid dood hout en holle oevers die verspreid over de trajecten aanwezig waren. Dit is gebeurd op zicht van de onderzoekers in het veld. De substraten op de bodem, dood hout en de aanwezigheid van holle oevers zijn een aantal ecologische aspecten die belangrijk zijn voor een groot deel van de doelsoorten (Emmerik & de Nie, 2006).

Voor het beantwoorden van de derde deelvraag is er tijdens de veldbezoeken gekeken naar het doorzicht van het water om te achterhalen of de beek gedurende het hele voorjaar helder blijft. Het is namelijk voor enkele van de doelsoorten belangrijk dat er in het gehele voorjaar vrij zicht op de bodem is. Verder is de minimale breedte en diepte per traject gemeten met behulp van een baak (lengte: 3 meter). Een baak is een uitklapbare meetlat die ook normaal gesproken gebruikt wordt in de bouw en bij landmetingen, ze zijn echter ook geschikt voor het inmeten van waterlopen. Voor de breedte van de beek is het belangrijk dat deze niet smaller is dan drie meter, de baak wordt daarvoor tussen de oevers gestoken en wanneer deze niet beide oevers raakt, is de beek, ook op het smalste stuk, geschikt. Wat betreft de diepte is het belangrijk om te weten wat de minimale diepte is. Daarom is de baak op ondiepe plekken in de beek, in het midden geplaatst en afgelezen.

2.2.2. Gebruik van database Waterschap De Dommel

Voor het beantwoorden van de tweede deelvraag is er met behulp van de Nationale Databank Flora en Fauna (ndff, z.d.) gekeken naar reeds waargenomen vissoorten en rivierkreeften in de periode na mei 2018 in De Kleine Dommel. Als onderdeel van de deelvraag over de ecologische aspecten is het namelijk van belang om te achterhalen of deze soortgroepen aanwezig zijn. Zo is het voor de Kwabaal noodzakelijk dat er andere vissoorten in het watersysteem aanwezig zijn die kunnen dienen als voedsel (Bijlage III). Voor de Rivierdonderpad moest achterhaald worden of er rivierkreeften aanwezig zijn in hetzelfde waterlichaam. Rivierdonderpadden maken namelijk gebruik van holtes in de oever om zich daarin te verschuilen. Wanneer er echter rivierkreeften in het systeem aanwezig zijn zullen zij de concurrentie aangaan met de Rivierdonderpad, meestal delft de Rivierdonderpad het onderspit in deze confrontatie (Bubb *et al.*, 2009). Om incidentele waarnemingen van rivierkreeften te filteren is de vraag over de aanwezigheid van rivierkreeften pas beantwoord met “aanwezig” vanaf vijf waarnemingen of meer per traject. Ook met vijf waarnemingen kan het nog gaan om incidentele waarnemingen, echter is er, in het belang van de Rivierdonderpad, voor gekozen om een laag aantal te hanteren.

Het interne computerprogramma “TMX”, van Waterschap De Dommel levert met behulp van ongeveer 500 meetpunten, verspreid over het hele beheergebied van Waterschap De Dommel, 24 uur per dag gegevens. Voor dit onderzoek naar De Kleine Dommel is er gebruik gemaakt van acht van deze meetpunten op verschillende locaties in de beek verspreid over de drie trajecten. Deze gegevens betreffen het debiet, de stroomsnelheid en de waterstand ten opzichte van Nieuw Amsterdams Peil. Dit programma is binnen dit onderzoek gebruikt om te achterhalen of er in de verschillende trajecten van De Kleine Dommel periodes zijn waarin deze droog valt. Verder is er ook gekeken of er piekafvoeren zijn in het voorjaar. Deze aspecten vallen zowel onder het ecologische perspectief, als het fysisch-chemische perspectief. Daarmee draagt de met behulp van TMX verkregen data dus bij aan het beantwoorden van zowel deelvraag twee als drie. Hiervoor is de data van de jaren 2019 en 2020 gebruikt aangezien deze jaren representatief zijn voor de nieuwe, huidige inrichting van de beek.

Voor het verkrijgen van de fysisch-chemische data die nodig waren voor het invullen van de beekvissensleutels is gebruik gemaakt van een ander computerprogramma. In het, eveneens interne, computerprogramma “Zicht”, van Waterschap De Dommel staan alle fysisch-chemische gegevens die maandelijks verzameld worden uit de peilbuizen binnen het beheergebied van Waterschap De Dommel. Binnen het onderzochte traject waren er twee peilbuizen beschikbaar, hiervan bevond zich één peilbuis in traject 1 en één peilbuis in traject 3. Bij deze analyse is specifiek gebruik gemaakt van de data over het zuurstofgehalte gedurende de cruciale maanden, maart tot en met mei, en de watertemperatuur over het hele jaar. Daarnaast is er gekeken naar het doorzicht op de locaties van de peilbuizen ter aanvulling van de waarnemingen die tijdens de veldbezoeken gedaan zijn.

Binnen dit onderzoek is gebruikt gemaakt van alle data die na mei 2018 is verkregen. Het project van het beekherstel van De Kleine Dommel was namelijk gereed in mei 2018. Data van de periode daarvoor zouden niet representatief zijn voor de huidige situatie van de beek.

Aanvullend op de gegevens uit het computerprogramma “Zicht” is er ook gebruik gemaakt van HOW-tabellen, HOW staat voor Handreiking Ontwikkeling Waterlopen. Hierin staan per HOW-traject, deze zijn reeds ingedeeld door het Waterschap, verschillende fysisch-chemische parameters uitgewerkt met de waarden die gemeten zijn in oktober 2019. Een voorbeeld van een HOW-tabel staat in bijlage VI.

2.3. Verwerken van informatie

Voor het beantwoorden van de eerste deelvraag is er, zoals eerder genoemd, door middel van literatuuronderzoek achterhaald wat het optimale habitat is. Dit literatuuronderzoek heeft op twee manieren plaats gevonden. Ten eerste is er informatie verkregen uit het boek *“De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken”* (Emmerik & de Nie, 2006). Ten tweede is er aanvullend literatuuronderzoek gedaan, dit is gebeurd op de volgende wijze. Per doelsoort is de Latijnse naam ingevoerd bij Google Scholar, hiervan zijn voor elke doelsoort de eerste tien zoekresultaten doorgenomen. Hierbij werd de gevonden informatie over de verschillende doelvissoorten (zie par. 1.3. voor het overzicht) gescreend op aanwezigheid van aanvullende gegevens vergeleken met het genoemde boek. Op deze manier zal er voldoende kennis zijn over de doelsoorten en kan daarmee het optimale habitat vastgesteld worden.

Het verwerken van de informatie is gebeurd met de beekvissensleutels van Wageningen Universiteit. Deze sleutels werken door middel van het beantwoorden van vragen over een specifieke levensfase van elke soort. Al deze vragen staan per doelsoort en per levensstadium uitgeschreven in bijlagen I tot en met V. Met behulp van het uitgevoerde veldonderzoek en de verzamelde data uit de database van Waterschap De Dommel konden de vragen met zekerheid ingevuld worden. Over de periode van maart tot en met mei zijn er namelijk maandelijks veldbezoeken geweest om te monitoren op aspecten die in de beekvissensleutels benoemd worden. Verder worden de metingen van Waterschap De Dommel maandelijks uitgevoerd op dezelfde wijze, deze gegevens worden dan ook gebruikt om de KRW-scores per meetpunt te berekenen. Op deze manier wordt er gemonitord of het water van goede kwaliteit blijft. Door het gebruiken van deze gegevens zijn de vragen op een betrouwbare wijze beantwoord. Wanneer alle vragen voor een levensstadium per vissoort behandeld zijn werd de mate van geschiktheid gegeven door de ingevoerde beekvissensleutels. Dit proces is voor elke doelsoort binnen dit onderzoek volledig uitgevoerd en stap voor stap vastgelegd zodat het exact vast staat hoe de vragen ingevuld zijn. Op deze manier is ervoor gezorgd dat ingevulde antwoorden waarin een interpretatie gevraagd werd, altijd voor handen zijn voor een eventuele herhaling van het onderzoek.

Op het moment dat alle deelvragen beantwoord waren, is de koppeling gemaakt tussen het optimale habitat per soort en de aspecten in de bovenloop van De Kleine Dommel die nog niet aan dit optimale habitat voldeden. Hieruit is uiteindelijk de hoofdvraag beantwoord en is er een advies opgesteld voor het Waterschap over hoe verder te handelen om het meest optimale scenario te creëren.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zal als eerste aangegeven worden welke literatuur er is gevonden om het optimale habitat per doelvissoort te bepalen. Vervolgens wordt in paragraaf 3.2. toegelicht wat de scores van de beekvissensleutels van de onderzochte doelvissoorten zijn per traject in de huidige situatie. In 3.3. worden de resultaten gedeeld over de ecologische aspecten van De Kleine Dommel. Vervolgens wordt er in paragraaf 3.4. gekeken naar de fysisch-chemische aspecten van de beek. Tot slot is er nog een korte samenvatting gegeven over de belangrijkste resultaten die verkregen zijn door middel van de veldbezoeken die plaats hebben gevonden gedurende dit onderzoek.

3.1. Optimale habitat per vissoort

Voor het achterhalen van het optimale habitat per vissoort, zijnde Beekprik, Kopvoorn, Kwabaal, Rivierdonderpad en Serpeling, is er een literatuurstudie uitgevoerd. Uiteindelijk zijn er voor de Rivierdonderpad en de Serpeling de meeste relevante bronnen uitgekomen, beide zes (zie tabel 2 voor een overzicht). Bronnen werden als relevant geclassificeerd wanneer deze informatie bevatten over de habitatvoorkeuren van de geselecteerde vissoort. Het literatuuronderzoek naar de Beekprik leverde de minste relevante artikelen op, hier zijn er twee gevonden die bij hebben gedragen bij het bepalen van het optimale habitat per vissoort. In bijlage VII is een volledig overzicht te zien van alle gevonden literatuur per vissoort.

Tabel 2. Overzicht van de relevante literatuur die gebruikt is in de literatuurstudie naar het optimale habitat van de doelvissoorten.

Zoekmachine	Zoekterm	Aantal relevante artikelen	Bronnen
Google scholar	Lampetra planeri	2	Hardisty, 1944; Malmqvist, 1980
Google scholar	Squalius cephalus	3	Cragg-Hlne & Jones, 1969; Podrug & Raspor, 2009; Hellawell, 1971
Google scholar	Lota lota	4	Van Houdt, Hellemans & Volckaert, 2003; Bailey, 1972; Ryder & Pesendorfer, 1992; Chen, 1969
Google scholar	Cottus gobio	6	Smyly, 1957; Hänfling <i>et al.</i> , 2002; Morris, 1955; Mills & Mann, 1983; Volckaert <i>et al.</i> , 2002; Utzinger, Roth & Peter, 1998
Google scholar	Leuciscus leuciscus	6	Clough & Ladle, 1997; Mann & Mills, 1985; Baras & Nindaba, 1998; Cragg-Hlne & Jones, 1969; Mann & Bass, 1997; Mills, 1981

Op basis van de in tabel 2 genoemde literatuur en informatie uit het boek “*De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken*” (Emmerik & de Nie, 2006) zijn de beekvissensleutels ingevuld voor het optimale habitat per vissoort. De antwoorden die hierbij gegeven zijn voor alle vragen staan gegeven in bijlagen VIII tot en met XII. Bij de meeste vissoorten is uit de ingevulde sleutels op te maken dat het belangrijk is dat tenminste tien procent van het beektraject bestaat uit holle oevers, houtwallen of andere vormen van hout in de beek. Daarnaast prefereren alle beekvissoorten ook een afwisseling van substraat, stroomsnelheid en dieptes in de beek waar zij leven. Ook is te zien dat in een optimale situatie de beek gedurende het hele jaar bodemzicht heeft, dit is ongeacht de diepte waarop de bemonstering plaats vindt. Piekafvoeren met een oververzadiging (OV) groter dan vier zijn niet wenselijk in een beek. Een OV groter dan vier houdt in dat het normale debiet met factor 4 overschreden wordt gedurende een periode van meer dan zes uur (Verdonschot, Siedlecka & Lototskaya, 2010).

3.2. Uitkomsten geschiktheid per traject

Na het invoeren van de beekvissensleutels voor de huidige situatie in De Kleine Dommel is er voor elk van de drie onderzochte trajecten (zie figuur 3), per vissoort en per levensstadium, een score wat betreft geschiktheid uit voortgekomen. In tabel 3 is te zien welke scores de trajecten hebben gekregen op basis van de huidige situatie. Het valt hierbij op dat alle onderzochte trajecten van het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel ongeschikt zijn voor de Beekprik. De Rivierdonderpad is de vissoort waarvoor gemiddeld genomen over alle levensstadia en alle drie de trajecten, de huidige situatie het meest geschikt is. Van deze trajecten valt echter alleen traject 2, voor eiafzet, in de categorie 'vrij geschikt' en is daarmee meer dan matig geschikt. Voor de Kopvoorn komt een heel wisselend beeld naar voren wat betreft de habitatgeschiktheid voor zowel de drie trajecten als voor de verschillende levensstadia. Alle drie trajecten zijn voor Kwabaal 'ongeschikt' voor de levensstadia van eiafzet en volwassen vissen terwijl het voor larven (matig geschikt) en juvenielen (vrij geschikt) veel beter lijkt te voldoen aan de habitateisen. Voor de Serpeling tot slot blijkt dat alle drie trajecten ongeschikt zijn voor het stadium van de larven en juvenielen. De drie trajecten zijn echter wel matig geschikt voor de levensstadia eiafzet en volwassen vis. Binnen de huidige situatie van De Kleine Dommel is er voor nog geen enkel levensstadium van de beekvissoorten een volledig geschikt traject, waarbij voldaan wordt aan alle criteria, aanwezig.

Tabel 3. Overzicht van de scores die alle trajecten hebben gekregen op het gebied van habitatgeschiktheid per vissoort en per levensstadium.

Vissoort	Levensstadium	Ongeschikt	Weinig geschikt	Matig geschikt	Vrij geschikt	Geschikt
Beekprik	Eiafzet	1&2&3	-	-	-	-
	Larven	1&2&3	-	-	-	-
	Volwassen	1&2&3	-	-	-	-
Kopvoorn	Eiafzet	1	3	2	-	-
	Larven en juvenielen	3	-	1	2	-
	Volwassen	1	-	2&3	-	-
Kwabaal	Eiafzet	1&2&3	-	-	-	-
	Juvenielen	-	-	1&2&3	-	-
	Larven	-	-	-	1&2&3	-
Rivierdonderpad	Volwassen	1&2&3	-	-	-	-
	Eiafzet	-	-	1&3	2	-
	Larven en juvenielen	-	-	1&2&3	-	-
Serpeling	Volwassen	-	-	1&2&3	-	-
	Eiafzet	-	-	1&2&3	-	-
	Larven en juvenielen	1&2&3	-	-	-	-
	Volwassen	-	-	1&2&3	-	-

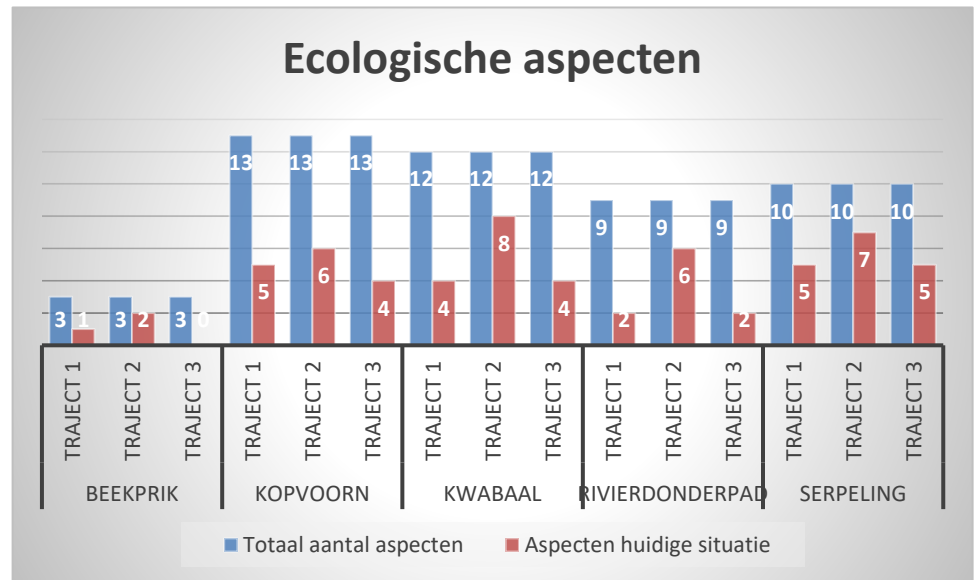
3.3. Ecologie

In grafiek 1 is te zien hoeveel verschillende ecologische aspecten er in totaal voor alle levensstadia gevraagd werden per vissoort. Zo zijn er voor de Kopvoorn bijvoorbeeld 13 verschillende ecologische aspecten die in de beekvissensleutels gevraagd werden. Hiervan voldoet traject 2 in de huidige situatie aan de meeste aspecten, te weten zes (zie grafiek 1). Het is duidelijk dat in geen enkel van de onderzochte trajecten alle ecologische aspecten volledig aansluiten bij één van de vissoorten.

Voor alle vissoorten geldt dat traject 2 het beste scoort als het gaat om de ecologische aspecten, die aan bod komen in de beekvissensleutels, waaraan in de huidige situatie wordt voldaan. Voor de Kwabaal zijn in traject 2 absoluut gezien de meeste aspecten geschikt om de vissoort te kunnen huisvesten. Wanneer relatief wordt gekeken geldt wederom dat traject 2 aan de meeste aspecten voldoet, echter betreft de vissoort dan de Serpeling.

Om een duidelijk overzicht te geven van de ecologische aspecten binnen de huidige situatie van De Kleine Dommel, staat in tabel 4 per traject weergegeven welke aspecten reeds voldoen voor het eerder genoemde optimale habitat. In de tabel is te zien dat traject 2 over het algemeen afwijkt van trajecten 1 en 3. In traject 2 werden meer variatie in substraten en een hogere bedekking met stenen, puin, holle oevers en ophopingen van houtige materialen aangetroffen. Dit zijn de voornaamste eigenschappen waarmee traject 2 zich onderscheidt van de andere trajecten en daarmee ook aan meer aspecten voldoet zoals te zien in grafiek 1. Bij sommige parameters is te zien dat er verschillende scores toebedeeld zijn aan verschillende levensstadia van dezelfde soort. Dit komt doordat sommige vissoorten bijvoorbeeld voor de eiafzet een lagere stroomsnelheid prefereren terwijl zij in het adult stadium de voorkeur geven aan hogere stroomsnelheden. Dit is ook de reden dat het totaal aantal aspecten (parameters) in tabel 4 lager kan zijn dan het totaal aantal aspecten dat aangegeven is in grafiek 1. In de grafiek zijn de aspecten voor alle levensstadia per vissoort samen genomen en in de tabel staan de levensstadia afzonderlijk.

Gedurende de veldbezoeken aan De Kleine Dommel viel het op dat het water op de meeste locaties troebel was en er dus niet gedurende het hele jaar bodemzicht was. Dit is één van de punten die een negatief effect hebben gehad op de scores die alle trajecten hebben gekregen voor de habitatgeschiktheid van alle doelvissoorten (zie tabel 4). Verder is er gedurende deze veldbezoeken ook geconstateerd dat zowel holle oevers, kiezels en puin in alle drie de onderzochte trajecten van De Kleine Dommel aanwezig waren wat als een positief aspect wordt beschouwd. In trajecten 1 en 3 bedekten deze ecologische aspecten echter minder dan tien procent van het totale traject waardoor de invloed van deze aspecten niet maximaal was bij het invullen van de beekvissensleutels. Bij traject 2 hadden deze aspecten een bedekking van meer dan



Grafiek 1. Per traject en voor elke vissoort is in het blauw het totaal aantal ecologische aspecten dat gevraagd werd in de beekvissensleutels aangegeven. In het rood staat het aantal aspecten aangegeven waaraan in de huidige situatie wordt voldaan.

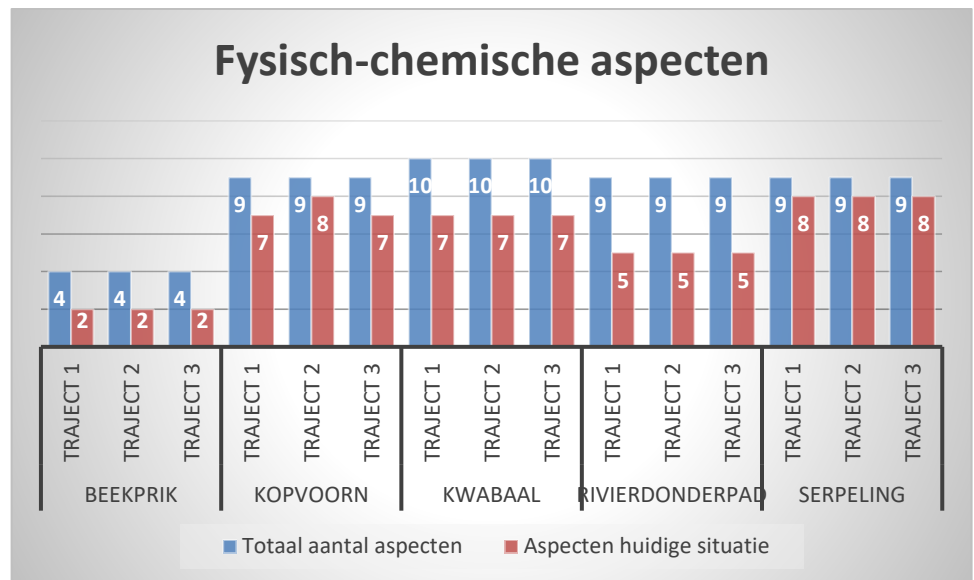
tien procent waardoor dit traject over het algemeen aan meerdere aspecten voldeed (zie grafiek 1). Tot slot is er ook vastgesteld dat De Kleine Dommel rijk is aan waterplanten. Dit gegeven is voor sommige soorten een positief aspect aan De Kleine Dommel maar voor andere soorten is het juist een belemmering omdat de planten een hoge abundantie hebben.

Tabel 4. Ecologische aspecten op basis waarvan de beekvissensleutels zijn ingevuld. Per vissoort zijn de levensstadia aangegeven; a = adult, p = eiafzet, l = larven en j = juvenielen. Per vissoort en per levensstadium is aangegeven of de huidige situatie in de Kleine Dommel voldoet aan de ecologische aspecten; + = voldoet, +/- = voldoet deels en - = voldoet niet. Aan de rechterkant van de tabel is aangegeven voor welk traject de scores zijn ingevuld.

Parameter	Beekprik			Kopvoorn				Kwabaal				Rivierdonderpad				Serpeling				Traject 1
	a	p	l	a	p	l	l + j	a	p	l	j	a	p	l	l + j	a	p	l	l + j	
Connectiviteit										(+)	(+)									
Stroomsnelheid	(+)		(+)	(+)	(-)	(+/-)			(+)	(+)		(-)	(+)	(-)		(-)	(-)	(+)		
Holle oevers				(+/-)		(+/-)		(+/-)			(+/-)	(+/-)		(+/-)						
Doorzicht				(-)	(-)	(-)										(-)	(-)	(-)		
Beschaduwing				(+)		(+)		(+)			(+)	(+)		(+)						
Stenen/puin								(+/-)			(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)						
Grind/kiezelbedden	(-)	(+/-)	(-)	(+/-)	(-)											(+/-)	(+)	(+/-)		
Zand	(+/-)		(+/-)	(+/-)	(+)											(-)		(-)		
Slib/organisch materiaal	(+/-)		(+/-)	(+)					(-)								(+)			
Hout/boomwortels				(-)		(-)		(+/-)			(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)						
Veralging substraat												(+)	(+)	(+)			(+)			
Waterplanten				(+)	(-)	(+)				(-)		(-)		(-)				(+)		
Rivierkreeften											(-)	(-)	(-)	(-)						
Andere vissoorten								(+)												
Connectiviteit										(+)	(+)									
Stroomsnelheid	(+)		(+)	(+)	(-)	(+)			(+)	(+)		(-)	(+)	(-)		(-)	(-)	(+)		
Holle oevers				(+)		(+)		(+)			(+)	(+)		(+)		(-)	(-)	(-)		
Doorzicht				(-)	(-)	(-)										(-)	(-)	(-)		
Beschaduwing				(+)		(+)		(+)			(+)	(+)		(+)						
Stenen/puin								(+)			(+)	(+)	(+)	(+)						
Grind/kiezelbedden	(+)	(+)	(+)	(+)	(+/-)											(+)	(+)	(+)		
Zand	(+/-)		(+/-)	(+/-)	(+)											(+/-)		(+/-)		
Slib/organisch materiaal	(+/-)		(+/-)	(+)					(-)								(+)			
Hout/boomwortels				(+)		(+)		(+)			(+)	(+)	(+)	(+)						
Veralging substraat												(+)	(+)	(+)			(+)			
Waterplanten				(+)	(-)	(+)				(-)		(-)		(-)				(+)		
Rivierkreeften											(-)	(-)	(-)	(-)						
Andere vissoorten								(+)												
Connectiviteit										(+)	(+)									
Stroomsnelheid	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)			(+)	(+)		(-)	(+)	(-)		(-)	(-)	(+)		
Holle oevers				(+/-)		(+/-)		(+/-)			(+/-)	(+/-)		(+/-)						
Doorzicht				(-)	(-)	(-)										(-)	(-)	(-)		
Beschaduwing				(+)		(+)		(+)			(+)	(+)		(+)						
Stenen/puin								(+/-)			(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)						
Grind/kiezelbedden	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)											(+/-)	(+)	(+/-)		
Zand	(+/-)		(+/-)	(+)	(+)											(-)		(-)		
Slib/organisch materiaal	(+/-)		(+/-)	(+)					(-)								(+)			
Hout/boomwortels				(+/-)		(+)		(+/-)			(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)						
Veralging substraat												(+)	(+)	(+)			(+)			
Waterplanten				(+)	(-)	(+)				(-)		(-)		(-)				(+)		
Rivierkreeften											(-)	(-)	(-)	(-)						
Andere vissoorten								(+)												

3.4. Fysisch-chemisch

Grafiek 2 toont dat, evenals de voor ecologische aspecten, geen van de trajecten alle aspecten op fysisch-chemisch gebied volgens de optimale situatie kan evenaren. Verder valt op dat bij de drie trajecten per vissoort aan hetzelfde aantal fysisch-chemische aspecten wordt voldaan. Alleen bij de Kopvoorn heeft traject 2 één criterium meer dan trajecten 1 en 3. Voor de fysisch-chemische gegevens geldt in ieder geval dat, per vissoort, alle trajecten 50% of meer voldoen aan dat van een optimaal habitat.



Grafiek 2. Per traject en voor elke vissoort is in het blauw het totaal aantal fysisch-chemische aspecten dat gevraagd werd in de beekvissensleutels aangegeven. In het rood staat het aantal aspecten aangegeven waaraan in de huidige situatie wordt voldaan.

In tabel 5 is per traject van De Kleine Dommel voor de fysisch-chemische aspecten weergegeven in welke mate zij voldoen aan het optimale habitat voor de onderzochte vissoorten. In de tabel is te zien dat een groot aantal van de aspecten al voldoen aan het optimale habitat van de doelvissoorten. Voor de Beekprik, Kwabaal en Rivierdonderpad lijkt het dat de watertemperatuur niet optimaal is. Verder lijkt voor Kopvoorn voornamelijk de breedte van de watergang een negatieve invloed te hebben op de score die deze heeft gekregen. Tot slot is te zien dat de huidige situatie in De Kleine Dommel voor de vissoorten Beekprik, Kwabaal en Serpeling niet volledig voldoet aan de eisen van het aspect 'piekafvoeren'.

Tabel 5. Fysisch-chemische aspecten op basis waarvan de beekvissensleutels zijn ingevuld. Per vissoort zijn de levensstadia aangegeven; a = adult, p = eiafzet, l = larven en j = juvenielen. Per vissoort en per levensstadium is aangegeven of de huidige situatie in de Kleine Dommel voldoet aan de ecologische aspecten; + = voldoet, +/- = voldoet deels en - = voldoet niet. Aan de rechterkant van de tabel is aangegeven voor welk traject de waarden zijn ingevuld.

Parameter	Beekprik			Kopvoorn			Kwabaal				Rivierdonderpad			Serpeling			
	a	p	l	a	p	l + j	a	p	l	j	a	p	l + j	a	p	l + j	
Piekafvoeren		(-)	(-)			(+)		(-)				(+)			(+)	(-)	Traject 1
Watertemperatuur		(+)	(-)		(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+/-)	(-)	(-)	(-)		(+)		
Breedte				(-)	(-)	(-)	(+)							(+)	(+)	(+)	
Diepte				(+)	(+)	(+)			(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
Droogval	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
Zuurstofgehalte							(+)	(+)	(+)	(+)	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)	(+)	(+)	
Piekafvoeren		(-)	(-)			(+)		(-)				(+)			(+)	(-)	Traject 2
Watertemperatuur		(+)	(-)		(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+/-)	(-)	(-)	(-)		(+)		
Breedte				(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)							(+)	(+)	(+)	
Diepte				(+)	(+)	(+)			(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
Droogval	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
Zuurstofgehalte							(+)	(+)	(+)	(+)	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)	(+)	(+)	
Piekafvoeren		(-)	(-)			(+)		(-)				(+)			(+)	(-)	Traject 3
Watertemperatuur		(+)	(-)		(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+/-)	(-)	(-)	(-)		(+)		
Breedte				(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)							(+)	(+)	(+)	
Diepte				(+)	(+)	(-)			(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
Droogval	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	
Zuurstofgehalte							(+)	(+)	(+)	(+)	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+)	(+)	(+)	

4. Discussie

Het doel van dit onderzoek was om te achterhalen welke aspecten binnen het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel reeds voldoen aan de habitateisen voor de beekvissoorten; Beekprik, Kopvoorn, Kwabaal, Rivierdonderpad en Serpeling. De behaalde resultaten bieden de mogelijkheid voor Waterschap De Dommel om heel gericht nog enkele aanvullende maatregelen uit te voeren in De Kleine Dommel met als doel de habitatgeschiktheid voor (een deel van) de onderzochte vissoorten te vergroten. Daarnaast zou deze verbetering van het habitat in de beek als extra onderbouwing gebruikt kunnen worden in de overleggen voor een, nog te realiseren, vispassage aan de Opwettense watermolen. De resultaten zoals deze verkregen zijn binnen dit onderzoek zijn voortgekomen met de weersomstandigheden van het voorjaar van 2020. Het voorjaar van 2020 kende een lange periode met veel neerslag, wat doorgaans niet bevorderlijk is voor het doorzicht van een beek (Shuler *et al.*, 2019; Malik, 2018). Voor de Kopvoorn en Serpeling was dit een belangrijk aspect in de beekvissensleutels waar niet aan voldaan is. Het is mogelijk dat bij een eventueel vervolgonderzoek met minder neerslagen andere resultaten verkregen worden omdat er een beter doorzicht is in de drie onderzochte trajecten.

4.1. Optimale habitat

“Wat zou het optimale habitat zijn per geselecteerde vissoort op basis van de beekvissensleutels?”

Voor het bepalen van het optimale habitat is er voldoende betrouwbare informatie verkregen om de beekvissensleutels dusdanig in te vullen dat de score van de habitatgeschiktheid als “geschikt” geclassificeerd werd. Hierbij is het boek *“De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken”* (Emmerik & de Nie, 2006) van grote waarde geweest. Verder was het voldoende om per vissoort de eerste tien resultaten van één zoekmachine te gebruiken om habitatvoorkeuren te achterhalen. Uit de resultaten van het literatuuronderzoek bleek dat het belangrijk is voor de meeste doelvissoorten dat holle oevers en ophopingen van hout aanwezig zijn in het waterlichaam. Daarnaast werd bij de meeste onderzochte beekvissoorten ook een variatie aan substraten, met name aanwezigheid van grovere substraten, gezien als een belangrijk aspect in het optimale habitat. Verder was het belangrijk dat er gedurende cruciale levensstadia geen piekafvoeren plaats zouden vinden. De holle oevers, houtophopingen en variatie in substraten zijn relatief eenvoudige ingrepen waarmee de habitatgeschiktheid verbeterd zou kunnen worden. Piekafvoeren daarentegen zijn lastig te reguleren en zullen daardoor altijd, vooral negatieve, invloed blijven houden op de habitatgeschiktheid. Uit de verschillende optimale habitats blijkt dat het onwaarschijnlijk is dat één watersysteem voor alle doelvissoorten een volledig geschikt habitat kan zijn aangezien sommige soorten tegenovergestelde eisen stellen aan eenzelfde parameter. Zo is het voor de Kopvoorn van belang dat een watersysteem meer dan 40% ondergedoken waterplanten heeft terwijl de Rivierdonderpad een systeem met minder dan 40% waterplanten geschikt vindt.

4.2. Ecologie

“Aan welke ecologische aspecten uit de beekvissensleutels wordt voor de geselecteerde vissoorten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel voldaan?”

Uit de resultaten voor de ecologische aspecten is gebleken dat er een viertal aspecten reeds voldoen aan de habitateisen die gesteld worden. Zo is er voldoende beschaduwing over de drie onderzochte trajecten wat vaak een positief effect heeft op beeksystemen (Verdonschot *et al.*, 2016). Zo kan beschaduwing door bomen bijvoorbeeld zorgen voor het bufferen van de watertemperatuur, beperken van de lichtinval en het bieden van habitat door vallende takken en bladeren. Verder is uit de resultaten gebleken dat de aanwezigheid van substraten zonder algen positief bijdragen aan de habitatgeschiktheid voor Rivierdonderpad en Serpeling. Verder zijn er nog twee ecologische aspecten specifiek voor de Kwabaal, namelijk de aanwezigheid van andere vissoorten en de connectiviteit van het watersysteem. Aan beide

aspecten wordt in alle drie onderzochte trajecten van De Kleine Dommel voldaan. Uit de resultaten blijkt ook dat het eerder genoemde doorzicht nog niet voldoet voor de Kopvoorn en Serpeling die een habitat prefereren waarbij gedurende het hele jaar bodemzicht is. Uit de resultaten bleek dat er een groot aantal aspecten binnen De Kleine Dommel al deels voldoen aan de eisen die de doelvissoorten stellen aan het habitat. Enkele aspecten voldoen bijvoorbeeld in één of een aantal trajecten terwijl andere aspecten juist voor één of enkele levensstadia voldoen. De voornaamste aspecten die reeds deels voldoen in De Kleine Dommel zijn de aanwezigheid van holle oevers, houtophopingen en grovere substraten. Holle oevers en houtophopingen zijn bijvoorbeeld belangrijk als schuilplaatsen voor opgroeiende vis (Fischer, 1999; Legalle, Mastrotrillo & Céréghino, 2008), maar ook als bron van voedsel (Brugmans *et al.*, 2017). Grovere substraten worden door soorten als Kopvoorn, Rivierdonderpad en Serpeling gebruikt voor de eiafzet (Knaepkens *et al.*, 2004; Le Louarn & Bagliniere, 1996; Mills, 1981) en door de Kwabaal als schuilplaats (Fischer, 1999). Wanneer, voornamelijk trajecten 1 en 3 nog voorzien worden van een grotere hoeveelheid van deze aspecten zou De Kleine Dommel al meer geschikt worden voor de vier bovengenoemde doelvissoorten.

4.3. Fysisch-chemisch

“Aan welke fysisch-chemische aspecten uit de beekvissensleutels wordt voor de geselecteerde vissoorten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel voldaan?”

Binnen de fysisch-chemische aspecten van De Kleine Dommel lijken de droogval en diepte reeds te voldoen aan de eisen die de beekvissen stellen. De Kleine Dommel valt namelijk gedurende het hele jaar niet droog wat positief is voor de vissen die in dat systeem leven (Elliott, 2006). Voor de diepte geldt bij de meeste soorten dat deze in ieder geval dieper moet zijn dan 20 centimeter en dit wordt in alle trajecten van De Kleine Dommel wel aangetroffen, dit maakt dat aan het aspect diepte ook voldaan wordt (Lamouroux *et al.*, 1999; Erős, Botta-Dukát & Grossman, 2003; Legalle *et al.*, 2005; Garner & Clough, 1996; Fischer & Eckmann, 1997). Voor de Beekprik, Kwabaal en Rivierdonderpad bleek uit de resultaten dat de watertemperatuur een belemmerend aspect was in de huidige situatie van De Kleine Dommel. Dit komt waarschijnlijk voornamelijk omdat de watertemperatuur in de zomer hoog oploopt waardoor het habitat, voornamelijk in die periode, minder geschikt wordt voor de genoemde vissoorten (Abdoli, Pont & Sagnes, 2007; Reyjol *et al.*, 2009; Hofmann & Fischer, 2002; Stapanian *et al.*, 2010; Hardisty, 1961; Lewis & Potter, 1977). Voor de Kopvoorn lijkt de breedte van de watergang een beperkende factor te zijn in de huidige situatie. De Kleine Dommel heeft een minimale breedte die kleiner is dan tien meter. Uit verschillende bronnen is echter gebleken dat Kopvoorn de voorkeur geeft aan watergangen die breder zijn dan tien meter (Grossman *et al.*, 1987; Grossman & De Sostoa, 1994; Vitali & Braghieri, 1984). Uit de resultaten valt ook op te maken dat het aspect zuurstof deels voldoet voor de Rivierdonderpad. Het lijkt er echter niet op dat hier direct voor ingegrepen dient te worden aangezien de Rivierdonderpad reeds aanwezig is in De Kleine Dommel. Daarnaast voldoet het deels omdat in een optimale situatie het zuurstofpercentage meer dan 75% zou zijn (Sutela & Vehanen, 2010; Elliot, 2006; Legalle, Mastrotrillo & Céréghino, 2008), echter in De Kleine Dommel ligt deze tussen de 69% en 72%. Hiermee lijkt de Rivierdonderpad voldoende zuurstof in het water te hebben om geschikt habitat te hebben. Verder is het zuurstofgehalte in De Kleine Dommel ook goed genoeg voor de Kwabaal en Serpeling, twee soorten die zuurstof als fysisch-chemisch parameter binnen de habitateisen hebben. Tot slot blijkt dat piekafvoeren negatief zijn in cruciale levensstadia voor alle vissoorten (Polinski *et al.*, 2010; Naghibi & Lence, 2012). Aangezien deze cruciale periode niet voor alle onderzochte doelvissoorten hetzelfde is zijn de effecten hiervan ook niet voor alle vissoorten hetzelfde beoordeeld.

4.4. Habitatgeschiktheid Kleine Dommel

“Voor welke aspecten volstaan de genomen maatregelen in de bovenstroomse Kleine Dommel voor de genoemde doelsoorten in het voorjaar van 2020?”

In de resultaten was te zien dat nagenoeg alle trajecten hetzelfde aantal geschikte fysisch-chemische aspecten hebben in de huidige situatie. In tegenstelling tot de ecologische aspecten waar meer variatie te zien is. Traject 2 scoort hier bij alle vissoorten hoger dan de andere trajecten. Dit kan verklaard worden door een aantal verschillende dingen. Ten eerste zijn de fysisch-chemische gegevens afkomstig van twee peilbuizen die in de trajecten 1 en 3 geplaatst zijn, hierdoor is er minder referentie. Vooral de chemische gegevens zijn achterhaald met de data die afkomstig is uit deze twee peilbuizen. Een groot deel van de fysische vragen konden namelijk beantwoord worden aan de hand van het verrichtte veldwerk. Ondanks dat er slechts twee peilbuizen gebruikt zijn kan er toch gesteld worden dat de resultaten betrouwbaar zijn. De peilbuizen stonden namelijk nagenoeg aan beide uiteinden van het volledige beektraject, waardoor de eventuele veranderingen waargenomen zouden zijn (Josephson *et al.*, 2019; Harry *et al.*, 2016). Het is echter bekend dat, wanneer er geen externe factor aanwezig is, dat de chemische samenstelling van het water in een beek geen absolute verandering zal doormaken. Een externe factor zou bijvoorbeeld een rioolwaterzuivering kunnen zijn. Ten tweede waren de antwoordmogelijkheden van de fysisch-chemische gegevens vaak gegeven in relatief brede ranges. Dit maakt dat bijvoorbeeld een watertemperatuur van twaalf graden Celsius dezelfde score kan geven als een watertemperatuur van 16 graden Celsius. In tegenstelling tot de meeste ecologische aspecten waarbij de antwoorden vaak “ja” of “nee” zijn en daarmee een duidelijker verschil creëren tussen de scores. Tot slot kan de grotere variatie in de ecologische aspecten ook verklaard worden door het feit dat De Kleine Dommel in traject 2 door het dorp Geldrop gaat. Hierdoor zijn er een aantal extra elementen aanwezig die een positief effect hebben op de scores voor de verschillende vissen als het gaat om het ecologische perspectief.

Uit de resultaten kwam ook naar voren dat er voor de Beekprik alleen ongeschikte trajecten waren binnen het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel. Na vergelijking van de huidige situatie in de drie onderzochte trajecten met het optimale habitat van de Beekprik bleek dat dit kwam doordat slechts een klein aantal van alle aspecten voldoen voor de Beekprik in de huidige situatie. Voor de Beekprik zou het geen effect hebben om holle oevers te creëren of om houtophopingen aan te brengen in de beek. Aangezien dit voor andere vissoorten wel een geschikte manier is om de habitatgeschiktheid te verbeteren lijkt het meest realistische scenario voor De Kleine Dommel een scenario waarin niet geïnvesteerd wordt in de habitatgeschiktheid van de Beekprik.

Als er gekeken wordt naar de resultaten van dit onderzoek valt het op dat er voornamelijk ecologische aspecten zijn die nog niet voldoen aan het optimale habitat van de verschillende beekvissoorten. Een groot deel van de fysisch-chemische aspecten voldoet al wel voor de onderzochte doelvissoorten in de drie trajecten. Voor het verbeteren van de habitatgeschiktheid voor de Kopvoorn, Kwabaal, Rivierdonderpad en Serpeling is het dus van belang om voornamelijk ingrepen te doen die gericht zijn op het verbeteren van de ecologie in de beek. Hierbij kan gedacht worden aan het creëren van holle oevers, houtophopingen en kiezelbedden op verschillende plekken in de beek. Daarnaast wordt doorzicht voor de Kopvoorn en de Serpeling ook aanschouwt als een belangrijk aspect waaraan De Kleine Dommel binnen dit onderzoek niet voldoet.

5. Conclusie & aanbevelingen

In dit hoofdstuk zullen in eerste instantie de conclusies gegeven worden die op basis van de resultaten uit dit onderzoek geformuleerd kunnen worden. Deze conclusies bevatten de antwoorden op de vragen die gesteld zijn om te achterhalen op welke aspecten de huidige situatie van de bovenstroomse Kleine Dommel geschikt is voor de vijf verschillende doelvissoorten. Eerst zullen de conclusies van de deelvragen gegeven worden om vervolgens de conclusie van de hoofdvraag binnen dit onderzoek te verwoorden. Tot slot worden er in de aanbevelingen verschillende adviezen gegeven over de manier waarop het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel verbeterd zou kunnen worden voor enkele vissoorten.

5.1. Conclusies deelvragen

Deze paragraaf is opgedeeld in de conclusies per deelvraag om vervolgens de conclusie te geven van de hoofdvraag binnen dit onderzoek.

5.1.1. Conclusie deelvraag 1

“Wat zou het optimale habitat zijn per geselecteerde vissoort op basis van de beekvissensleutels?”

Over het algemeen zou het optimale habitat een brede variatie hebben aan substraten waarvan verschillende vissoorten gebruik kunnen maken. Belangrijk is dat de beek gedurende het hele jaar helder is, dat wil zeggen dat de bodem ten allen tijden zichtbaar is. Verder vinden er in een optimaal habitat geen piekafvoeren plaats omdat dit ervoor kan zorgen dat eitjes van de vissen uit het systeem verdwijnen. Daarnaast is het voor beekvissoorten ook van belang dat over het hele traject tussen de 30 en 60% beschaduwde is door bomen, struiken of houtwallen. Tot slot zijn er per vissoort nog enkele specifieke habitateisen die hieronder staan weergegeven.

Beekprik

- Maximale watertemperatuur in de zomer van 15 °C
- Aanwezigheid van zand met een bedekking van meer dan 30%
- Aanwezigheid van slib of organisch materiaal met een bedekking van meer dan 30%

Kopvoorn

- Stroomsnelheden van meer dan 50 centimeter per seconde
- Minder dan 50% van het beektraject wordt gedomineerd door waterplanten in de periode april-juli
- Waterdiepte tussen de 10 en 100 centimeter

Kwabaal

- Maximale watertemperatuur tussen de 15 °C en 18 °C
- Maximale watertemperatuur in de winter van 6 °C
- Overstromingsgebied aangrenzend aan de beek dat in de periode april-juni tenminste voor 50% bedekt is met water-of moerasplanten
- Minimale zuurstofconcentratie van 6 milligram per Liter

Rivierdonderpad

- Aanwezigheid van substraten met een diameter groter dan 64 millimeter en een bedekking van tenminste 10%
- Substraten moeten vrij zijn van algen
- Maximale watertemperatuur van 17 °C

Serpeling

- Minimale waterdiepte van 25 centimeter
- Minimale zuurstofconcentratie van 6 milligram per Liter
- Grind- of kiezelbedden die vrij zijn van slib of algen

5.1.2. Conclusie deelvraag 2

“Aan welke ecologische aspecten uit de beekvissensleutels wordt voor de geselecteerde vissoorten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel voldaan?”

Er zijn binnen het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel nog geen ecologische aspecten die voldoen voor alle doelvissoorten binnen dit onderzoek. Hieronder staat echter wel aangegeven welke ecologische aspecten in de huidige situatie reeds voldoen aan de habitateisen van de afzonderlijke vissoorten binnen De Kleine Dommel.

Beekprik

- De stroomsnelheid voldoet in 2 van de 3 trajecten
- De hoeveelheid zand, slib en organisch materiaal voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel

Kopvoorn

- Beschaduwning voldoet in alle trajecten
- Het aspect van de waterplanten voldoet voor 2 van de 3 levensstadia
- De hoeveelheid holle oevers, zand, slib en organisch materiaal voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel

Kwabaal

- Beschaduwning voldoet in alle trajecten
- De connectiviteit van alle trajecten is voldoende
- De stroomsnelheden zijn geschikt in alle drie trajecten
- De hoeveelheid holle oevers, stenen en puin, hout en boomwortels voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De aanwezigheid van andere vissoorten is voldoende in alle trajecten

Rivierdonderpad

- Beschaduwning voldoet in alle trajecten
- De hoeveelheid holle oevers, stenen en puin, hout en boomwortels voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De Kleine Dommel voldoet in alle drie trajecten aan het aspect dat substraten vrij zijn van algen

Serpeling

- De hoeveelheid grind- en kiezelbedden, slib en organisch materiaal voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De Kleine Dommel voldoet in alle drie trajecten aan het aspect dat substraten vrij zijn van algen
- De hoeveelheid waterplanten voldoet in alle drie de trajecten van De Kleine Dommel

5.1.3. Conclusie deelvraag 3

“Aan welke fysisch-chemische aspecten uit de beekvissensleutels wordt voor de geselecteerde vissoorten in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel voldaan?”

De fysisch-chemische aspecten diepte en droogval voldoen in de huidige situatie van De Kleine Dommel aan de habitateisen van de doelvissoorten. Voor de andere aspecten is er nog ruimte voor verbetering bij verschillende soorten. Hieronder staat in ieder geval weergegeven welke aspecten per vissoort al wel voldoen in de huidige situatie.

Beekprik

- Droogval is het enige aspect dat volledig voldoet voor de Beekprik

Kopvoorn

- De afwezigheid van piekafvoeren in cruciale maanden voldoet aan de eisen van de Kopvoorn

- De watertemperatuur voldoet in alle drie trajecten

Kwabaal

- De watertemperatuur voldoet voor 2 van de 4 levensstadia
- Het zuurstofgehalte voldoet in alle drie trajecten
- De breedte van de watergang is geschikt in alle drie de trajecten

Rivierdonderpad

- De afwezigheid van piekafvoeren in cruciale maanden voldoet aan de eisen van de Rivierdonderpad
- Het zuurstofpercentage in De Kleine Dommel voldoet nagenoeg aan de eisen van de Rivierdonderpad

Serpeling

- De watertemperatuur voldoet in alle drie trajecten
- De breedte van de watergang is geschikt in alle drie de trajecten
- Het zuurstofgehalte voldoet in alle drie trajecten

5.2. Conclusie hoofdvraag

“Voor welke aspecten volstaan de genomen maatregelen in de bovenstroomse Kleine Dommel voor de genoemde doelsoorten in het voorjaar van 2020?”.

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag kunnen de antwoorden van deelvragen 2 en 3 samengevoegd worden. Voor alle vissoorten geldt dus dat diepte en droogval voldoen aan de eisen die gesteld worden aan de habitats van deze doelvissoorten. Hieronder staan per doelvissoort de aspecten benoemd waar in de huidige situatie aan voldaan wordt.

Beekprik

- De stroomsnelheid voldoet in trajecten 1 en 2
- De hoeveelheid zand, slib en organisch materiaal voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel

Kopvoorn

- Beschaduwning voldoet in alle trajecten
- Het aspect van de waterplanten voldoet voor 2 van de 3 levensstadia
- De hoeveelheid holle oevers, zand, slib en organisch materiaal voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De afwezigheid van piekafvoeren in cruciale maanden voldoet aan de eisen van de Kopvoorn
- De watertemperatuur voldoet in alle drie trajecten

Kwabaal

- Beschaduwning voldoet in alle trajecten
- De connectiviteit van alle trajecten is voldoende
- De stroomsnelheden zijn geschikt in alle drie trajecten
- De hoeveelheid holle oevers, stenen en puin, hout en boomwortels voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De aanwezigheid van andere vissoorten is voldoende in alle trajecten
- De watertemperatuur voldoet voor 2 van de 4 levensstadia
- Het zuurstofgehalte voldoet in alle drie trajecten
- De breedte van de watergang is geschikt in alle drie de trajecten

Rivierdonderpad

- Beschaduwning voldoet in alle trajecten
- De hoeveelheid holle oevers, stenen en puin, hout en boomwortels voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De Kleine Dommel voldoet in alle drie trajecten aan het aspect dat substraten vrij zijn van algen
- De afwezigheid van piekafvoeren in cruciale maanden voldoet aan de eisen van de Rivierdonderpad
- Het zuurstofpercentage in De Kleine Dommel voldoet nagenoeg aan de eisen van de Rivierdonderpad

Serpeling

- De hoeveelheid grind- en kiezelbedden, slib en organisch materiaal voldoet deels in de bovenstroomse Kleine Dommel
- De Kleine Dommel voldoet in alle drie trajecten aan het aspect dat substraten vrij zijn van algen
- De hoeveelheid waterplanten voldoet in alle drie de trajecten van De Kleine Dommel
- De watertemperatuur voldoet in alle drie trajecten
- De breedte van de watergang is geschikt in alle drie de trajecten
- Het zuurstofgehalte voldoet in alle drie trajecten

5.2. Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek en de daaruit voortgekomen conclusies zullen er een aantal aanbevelingen gedaan worden om de habitatgeschiktheid voor de onderzochte doelvissoorten te verbeteren. Er is voor gekozen om hierbij te richten op vier van de vijf onderzochte soorten. De aanbevelingen staan hieronder weergegeven:

- Het aanleggen van dood hout, voornamelijk in de trajecten 1 en 3, zal een positief effect hebben op een groot deel van de onderzochte vissoorten.
- De aanleg van holle oevers in de trajecten 1 en 3 zal een positief effect hebben op de geschiktheid van het habitat in het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel.
- Trajecten 1 en 3 voorzien van een grotere hoeveelheid grove substraten met een oplopende diameter (16 tot 100 millimeter).
- De Kleine Dommel geschikt maken voor de Beekprik lijkt geen reëel scenario, het lijkt daarom verstandiger om de focus te leggen op de andere soorten.

Met het uitvoeren van de bovengenoemde maatregelen zou het bovenstroomse deel van De Kleine Dommel al vrij geschikt gemaakt kunnen worden voor de soorten Kwabaal en Rivierdonderpad. Om de beek ook geschikter te maken voor Kopvoorn en Serpeling is het noodzakelijk om het doorzicht van de beek te verbeteren. Dit kan bijvoorbeeld door kratten met, het liefst inheemse, mosselsoorten op verschillende locaties in de beek te plaatsen (Dutch Water Tech, 2015). Mosselen filteren namelijk het water in de directe omgeving (Ouellette-Plante *et al.*, 2017; Vaughn & Hoellein, 2018). De kratten kunnen ook meteen gebruikt worden als locaties waar houtophopingen plaats kunnen vinden.

Een aanbeveling voor een eventueel vervolgonderzoek is om het onderzoek op dezelfde manier plaats te laten vinden maar gedurende een volledige jaargang. Wanneer dit gedaan wordt kan er ook voor het interne computerprogramma “Zicht” nog een extra meetpunt aangevraagd worden in het centrum van Geldrop. Geldrop is namelijk het middelpunt van traject 2 en van het gehele onderzochte deel van De Kleine Dommel. Op deze manier kan er gekeken worden dat er tussen trajecten 1 en 3 geen uitzonderlijke waarden zijn voor de fysisch-chemische gegevens. Dit zou een eventueel vervolgonderzoek nog

betrouwbaarder maken omdat er voor traject 2 met meer zekerheid gesteld kan worden wat de waarden zijn voor verschillende fysisch-chemische aspecten.

Literatuurlijst

Abdoli, A., Pont, D., & Sagnes, P. (2007). Intrabasin variations in age and growth of bullhead: the effects of temperature. *Journal of Fish Biology*, 70(4), 1224-1238.

Altenburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J. G., van den Berg, M. S., van den Broek, T., Buskens, R., ... & Evers, C. H. M. (2018). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027 (No. 2018-49). Stowa.

Bailey, M. M. (1972). Age, growth, reproduction, and food of the burbot, *Lota lota* (Linnaeus), in southwestern Lake Superior. *Transactions of the American Fisheries Society*, 101(4), 667-674.

Baras, E., & Nindaba, J. (1998). Seasonal and diel utilisation of inshore microhabitats by larvae and juveniles of *Leuciscus cephalus* and *Leuciscus leuciscus*. In *When do fishes become juveniles?* (pp. 183-197). Springer, Dordrecht.

Beelen, P. (2010). Kwabaal in de Beerze. *RAVON*, 12(3), 46-49.

Brouwer, I. (z.d.) De wettelijke aspecten van de strijd tegen de waterverontreiniging in Frankrijk. *H twee O: tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling*, 229-231.

Brugmans, B., Verdonshot, R. C. M., Kempen, M., & Barten, I. (2017). Grote ecologische winst door kleinschalige maatregelen?. *Water Matters: Kenniskatern voor Waterprofessionals-Dutch edition*, (juni), 12-15.

Bubb, D. H., O'Malley, O. J., Gooderham, A. C., & Lucas, M. C. (2009). Relative impacts of native and non-native crayfish on shelter use by an indigenous benthic fish. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19(4), 448-455.

Chen, L. C. (1969). *The biology and taxonomy of the burbot, Lota lota leptura, in interior Alaska*. University of Alaska. Institute of Arctic Biology.

Clement, J., & van Puijenbroek, P. (2010). Basiskaart Aquatisch: de Watertypenkaart Het oppervlaktewater in de TOP10NL geclassificeerd naar watertype.

Clough, S., & Ladle, M. (1997). Diel migration and site fidelity in a stream-dwelling cyprinid, *Leuciscus leuciscus*. *Journal of Fish Biology*, 50(5), 1117-1119.

Coenen, J., M. Antheunisse, J. Beekman & M. Beers (2013). Handreiking Vispassages in Noord-Brabant. Waterschap De Dommel, waterschap Aa en Maas & waterschap Brabantse Delta.

Costa, P. F., & Schulz, U. H. (2010). The fish community as an indicator of biotic integrity of the streams in the Sinos River basin, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70(4), 1195-1205.

Cragg-Hlne, D., & Jones, J. W. (1969). The growth of dace *Leuciscus leuciscus* (L.), roach *Rutilus rutilus* (L.) and chub *Squalius cephalus* (L.) in Willow Brook, Northamptonshire. *Journal of Fish Biology*, 1(1), 59-82.

de Klein, J. J. M., & Brinkman, A. G. (2007). *Effecten van hydromorfologische ingrepen op nutriëntenconcentraties en overige fysisch-chemische grootheden in oppervlaktewater* (No. 1416). Alterra.

Didderen, K., Verdonshot, P. F. M., Knegtel, R. M. A., & Lototskaya, A. A. (2009). *Enquête beek (dal) herstelprojecten 2004-2008: evaluatie van beekherstel over de periode 1960-2008 en analyse van effecten van 9 voorbeeldprojecten* (No. 1858). Alterra.

Dorenbosch, M., Kessel, N. V., Kranenbarg, J., Spikmans, F., Verberk, W. C. E. P., & Leuven, R. S. E. W. (2014). Het belang van nieuwe uiterwaardwateren als kraamkamer voor riviervissen.

Dutch Water Tech. 2015. Quaggamosselen tegen blauwalg Kronenburgerpark Nijmegen. Geraadpleegd op 7-6-2020: <http://www.dutchwatertech.nl/projecten-waterpartijen/quaggamosselen-tegen-blauwalg-kronenbrugerpark-nijmegen/>.

Eekhout, J. P. C., & Hoitink, A. J. F. (2014). Morfodynamiek van Nederlandse laaglandbeken (No. 2014-15). Stowa.

Elliott, J. M. (2006). Periodic habitat loss alters the competitive coexistence between brown trout and bullheads in a small stream over 34 years. *Journal of Animal Ecology*, 75(1), 54-63.

Emmerik, W. A. M., & de Nie, H. W. (2006). *De zoetwatervissen van Nederland: ecologisch bekeken*. Vereniging Sportvisserij Nederland.

Erős, T., Botta-Dukát, Z., & Grossman, G. D. (2003). Assemblage structure and habitat use of fishes in a Central European submontane stream: a patch-based approach. *Ecology of Freshwater Fish*, 12(2), 141-150.

Fijnland. (2011). Samenvatting beleidsnota beekherstel. Geraadpleegd op 6-5-2020: <https://www.fijnland.nl/wp-content/uploads/2016/10/publieksversie-nota-beekherstel.pdf>

Fischer, P. (1999). Otolith microstructure during the pelagic, settlement and benthic phases in burbot. *Journal of fish biology*, 54(6), 1231-1243.

Fischer, P., & Eckmann, R. (1997). Spatial distribution of littoral fish species in a large European lake, Lake Constance, Germany. *Archiv für Hydrobiologie*, 140(1), 91-116.

Garner, P., & S. Clough, S. (1996). Habitat use by dace, *Leuciscus leuciscus* (L.), in a side channel of the River Frome, England. *Fisheries Management and Ecology*, 3(4), 349-352.

Grift, R. E. (2001). *How fish benefit from floodplain restoration along the lower River Rhine*.

Groene ruimte. (z. d.) Dossier kaderrichtlijn water. Geraadpleegd op 6-5-2020: <https://www.groeneruimte.nl/dossiers/krw/home.html>

Grossman, G. D., & De Sostoa, A. (1994). Microhabitat use by fish in the lower Rio Matarrana, Spain, 1984-1987. *Ecology of Freshwater Fish*, 3(3), 123-136.

- Grossman, G. D., De Sostoa, A., Freeman, M. C., & Lobón-Cerviá, J. (1987). Microhabitat use in a mediterranean riverine fish assemblage. *Oecologia*, 73(4), 490-500.
- Hänfling, B., Hellemans, B., Volckaert, F. A. M., & Carvalho, G. R. (2002). Late glacial history of the cold-adapted freshwater fish *Cottus gobio*, revealed by microsatellites. *Molecular Ecology*, 11(9), 1717-1729.
- Hardisty, M. W. (1944). The life history and growth of the brook lamprey (*Lampetra planeri*). *The Journal of Animal Ecology*, 110-122.
- Hardisty, M. W. (1961). Studies on an isolated spawning population of the brook lamprey (*Lampetra planeri*). *The Journal of Animal Ecology*, 339-355.
- Harry, I. S., Ameh, E., Coulon, F., & Nocker, A. (2016). Impact of treated sewage effluent on the microbiology of a small brook using flow cytometry as a diagnostic tool. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(2), 57.
- Hellawell, J. M. (1971). The autecology of the chub, *Squalius cephalus* (L.), of the River Lugg and the Afon Llynfi: II. Reproduction. *Freshwater Biology*, 1(2), 135-148.
- Hladík, M., & Kubečka, J. (2003). Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary. *Hydrobiologia*, 504(1-3), 251-266.
- Hofmann, N., & Fischer, P. (2002). Temperature preferences and critical thermal limits of burbot: implications for habitat selection and ontogenetic habitat shift. *Transactions of the American Fisheries Society*, 131(6), 1164-1172.
- Jacobsen, D., Schultz, R., & Encalada, A. (1997). Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: the influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology*, 38(2), 247-261.
- Josephson, D. C., Lawrence, G. B., George, S. D., Siemion, J., Baldigo, B. P., & Kraft, C. (2019). Response of water chemistry and young-of-year brook trout to channel and watershed liming in streams showing lagging recovery from acidic deposition. *Water, Air, & Soil Pollution*, 230(7), 144.
- Knaepkens, G., Bruyndoncx, L., Coeck, J., & Eens, M. (2004). Spawning habitat enhancement in the European bullhead (*Cottus gobio*), an endangered freshwater fish in degraded lowland rivers. *Biodiversity & Conservation*, 13(13), 2443-2452.
- Knouft, J. H., & Ficklin, D. L. (2017). The potential impacts of climate change on biodiversity in flowing freshwater systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 111-133.
- Lamouroux, N., Capra, H., Pouilly, M., & Souchon, Y. (1999). Fish habitat preferences in large streams of southern France. *Freshwater Biology*, 42(4), 673-687.
- Le Louarn, H., & Bagliniere, J.L., 1996. Caracteristiques biologiques et ecologiques du chevaine (*Leuciscus cephalus*) dans quelques rivières de la façade atlantique française. *Cybum*, 20, 55-57.

- Legalle, M., Mastrorillo, S., & Céréghino, R. (2008). Spatial distribution patterns and causes of decline of three freshwater species with different biological traits (white-clawed crayfish, bullhead, freshwater pearl mussel): a review. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 44, No. 2, pp. 95-104). EDP Sciences.
- Legalle, M., Mastrorillo, S., Santoul, F., & Céréghino, R. (2005). Ontogenetic microhabitat shifts in the bullhead, *Cottus gobio* L., in a fast flowing stream. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 90(3), 310-321.
- Lemmers, P & Verhees, J. (2020). Vier jaar telemetrisch onderzoek in de Geul. Migratiegedrag en - patronen van een rheofiele visgemeenschap in de periode 2015-2018.
- Lewis, S. V., & Potter, I. C. (1977). Oxygen consumption during the metamorphosis of the parasitic lamprey, *Lampetra fluviatilis* (L.) and its non-parasitic derivative, *Lampetra planeri* (Bloch). *Journal of Experimental Biology*, 69, 187-198.
- Liew, J. H., Giam, X., Clews, E., Tan, K. Y., Tan, H. H., Kho, Z. Y., & Yeo, D. C. (2018). Contrasting changes in freshwater fish assemblages and food webs follow modification of tropical waterways. *Ecology of freshwater fish*, 27(4), 1114-1125.
- Lintlop, S. P., & Youson, J. H. (1983). Concentration of triiodothyronine in the sera of the sea lamprey, *Petromyzon marinus*, and the brook lamprey, *Lampetra lamottenii*, at various phases of the life cycle. *General and comparative endocrinology*, 49(2), 187-194.
- Maasdam, R. (1999). De boezem als graadmeter voor natuurontwikkeling in Fryslân. *Twirre*, 10(1), 10-13.
- Malcolm, I. A., Middlemas, C. A., Soulsby, C., Middlemas, S. J., & Youngson, A. F. (2010). Hyporheic zone processes in a canalised agricultural stream: implications for salmonid embryo survival. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 176(4), 319-336.
- Malik, Q. H. (2018). Performance of alum and assorted coagulants in turbidity removal of muddy water. *Applied water science*, 8(1), 40.
- Malmqvist, B. (1980). Habitat selection of larval brook lampreys (*Lampetra planeri*, Bloch) in a south Swedish stream. *Oecologia*, 45(1), 35-38.
- Mann, R. H., & Bass, J. A. B. (1997). The critical water velocities of larval roach (*Rutilus rutilus*) and dace (*Leuciscus leuciscus*) and implications for river management. *Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management*, 13(3), 295-301.
- Mann, R. H., & Mills, C. A. (1985). Variations in the sizes of gonads, eggs and larvae of the dace, *Leuciscus leuciscus*. *Environmental biology of fishes*, 13(4), 277-287.
- Mills, C. A. (1981). Egg population dynamics of naturally spawning dace, *Leuciscus leuciscus* (L.). *Environmental Biology of Fishes*, 6(2), 151-158.
- Mills, C. A., & Mann, R. H. K. (1983). The bullhead *Cottus gobio*, a versatile and successful fish.

- Morris, D. (1955). The reproductive behaviour of the river bullhead (*Cottus gobio* L.), with special reference to the fanning activity. *Behaviour*, 7(1), 1-32.
- Naghibi, A., & Lence, B. (2012). Assessing impacts of high flow events on fish population: Evaluation of risk-based performance measures. *Ecological modelling*, 240, 16-28.
- Nationale Databank Flora en Fauna. (z.d.). Geraadpleegd op 13-5-2020: <https://www.ndff.nl/>
- OBN. (z.d.). Beekvisser sleutels. Geraadpleegd op 7-5-2020: <http://sleutels.natuurkennis.nl/beekvisser>
- Ouellette-Plante, J., Morden, A. L., Johnson, L. E., Martel, A. L., & Ricciardi, A. (2017). Acclimation by invasive mussels: spatiotemporal variation in phenotypic response to turbidity. *Freshwater Science*, 36(2), 325-337.
- Podrug, M., & Raspor, B. (2009). Seasonal variation of the metal (Zn, Fe, Mn) and metallothionein concentrations in the liver cytosol of the European chub (*Squalius cephalus* L.). *Environmental monitoring and assessment*, 157(1-4), 1.
- Polinski, M. P., Jensen, N. R., Cain, K. D., Johnson, K. A., & Ireland, S. C. (2010). Assessment of formalin and hydrogen peroxide use during egg incubation of North American burbot. *North American Journal of Aquaculture*, 72(2), 111-117.
- Reyjol, Y., Léna, J. P., Hervant, F., & Pont, D. (2009). Effects of temperature on biological and biochemical indicators of the life-history strategy of bullhead *Cottus gobio*. *Journal of Fish Biology*, 75(6), 1427-1445.
- Ryder, R. A., & Pesendorfer, J. (1992). Food, growth, habitat, and community interactions of young-of-the-year burbot, *Lota lota* L., in a Precambrian Shield lake. *Hydrobiologia*, 243(1), 211-227.
- Schouten, M. (2009). 'Al wat wemelt'—Evertrebraten in cultuur historische context. Nieuwsbrief European Invertebrate Survey—Nederland, 48(48), 8-10.
- Shuler, C. K., Dulai, H., DeWees, R., Kirs, M., Glenn, C. R., & El-Kadi, A. I. (2019). Isotopes, Microbes, and Turbidity: A Multi-Tracer Approach to Understanding Recharge Dynamics and Groundwater Contamination in a Basaltic Island Aquifer. *Groundwater Monitoring & Remediation*, 39(1), 20-35.
- Siebelink, B., & van der Wal, B. (2005). Overzicht natuurlijke watertypen. STOWA.
- Smyly, W. J. P. (1957, June). The life-history of the bullhead or miller's thumb (*Cottus gobio* L.). In *Proceedings of the Zoological Society of London* (Vol. 128, No. 3, pp. 431-454). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Stapanian, M. A., Paragamian, V. L., Madenjian, C. P., Jackson, J. R., Lappalainen, J., Evenson, M. J., & Neufeld, M. D. (2010). Worldwide status of burbot and conservation measures. *Fish and fisheries*, 11(1), 34-56.
- Stuijzand, S., van Ek, R., Belien, E., Beumer, V., Croese, E., Diggelen, R., ... & Jong, H. (2007). *Praktijkervaringen met waterberging in natuur (ontwikkelings) gebieden: hoofdrapport pilotprogramma waterberging en natuur* (No. 1632). RWS Waterdienst [etc.].

Sutela, T., & Vehanen, T. (2010). Responses of fluvial fish assemblages to agriculture within the boreal zone. *Fisheries management and Ecology*, 17(2), 141-145.

Uttinger, J., Roth, C., & Peter, A. (1998). Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *Journal of applied ecology*, 35(6), 882-892.

van der Meulen, S., Brils, J., & de Hoog, J. (2011). Ecosysteemdiensten als verbindende taal in gebiedsontwikkeling.

van der Molen, D., Boers, P., & Evers, N. (2006). KRW-normen voor algemene fysischchemische kwaliteitselementen in natuurlijke wateren. *H2O*, 39(25/26), 31.

van der Wal, B. (2018). KRW-doelen: begrijpen, afwegen, kiezen. *Water Governance*, 3.

van Houdt, J. K., Hellemans, B., & Volckaert, F. A. M. (2003). Phylogenetic relationships among Palearctic and Nearctic burbot (*Lota lota*): Pleistocene extinctions and recolonization. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 29(3), 599-612.

Vaughn, C. C., & Hoellein, T. J. (2018). Bivalve impacts in freshwater and marine ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 49, 183-208.

Verdonschot, P. F. M., Siedlecka, A. M., & Lototskaya, A. A. (2010). *Het effect van piekafvoeren op de levensgemeenschap in beekbovenlopen II Resultaten van twee veldexperimenten in een half-natuurlijke beek* (No. 2002). Alterra.

Verdonschot, P. F. M., Verdonschot, R. C. M., & Besse-Lototskaya, A. A. (2015). ESF stromende wateren en stroomgebiedsbrede ecologische systeemanalyse. *H2O online*, (28 augustus).

Verdonschot, R. C. M., Brugmans, B., Scheepens, M., Coenen, D., & Verdonschot, P. F. M. (2016). Invloed van beekbegeleidende bomen op de ecologische kwaliteit van Noord-Brabantse beken. *H2O online*, (28 juli).

Vitali, R., & Braghieri, L. (1984). Population dynamics of *Barbus barbus plebejus* (Valenciennes) and *Leuciscus cephalus cabeda* (Risso) in the middle River Po (Italy). *Hydrobiologia*, 109(2), 105-124.

Volckaert, F. A. M., Hänfling, B., Hellemans, B., & Carvalho, G. R. (2002). Timing of the population dynamics of bullhead *Cottus gobio* (Teleostei: Cottidae) during the Pleistocene. *Journal of Evolutionary Biology*, 15(6), 930-944.

Waterschap De Dommel. (z.d.). Kleine Dommel Heeze. Geraadpleegd op 7-5-2020:
<https://www.dommel.nl/kleinedommel>

Zorn, T. G., Seelbach, P. W., & Rutherford, E. S. (2012). A Regional-Scale Habitat Suitability Model to Assess the Effects of Flow Reduction on Fish Assemblages in Michigan Streams 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 48(5), 871-895.

Bijlagen

Bijlage I: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Beekprik *Lampetra planeri* (Bloch, 1784)

Beekprik ei afzet

- Is de maximale watertemperatuur van het beektraject in maart $<11^{\circ}\text{C}$?
- Zijn er binnen het beektraject in de periode maart-mei plekken met fijn grind of grovere substraten (korreldiameter $\geq 2\text{ mm}$) aanwezig?
- Valt het beektraject geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog in de periode maart-mei?
- Treden er in de periode maart-mei piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op?

Beekprik larven

- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen die langzaam stromen ($0\text{-}5\text{ cm/s}$), afgewisseld door delen met een hogere stroomsnelheid ($\geq 20\text{ cm/s}$)?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit substraten met zand ($>30\%$; korreldiameter $\geq 0.050\text{ mm}$), afgewisseld door secties gedomineerd door slib (korreldiameter $< 0.050\text{ mm}$) of fijne detritus ($>30\%$)?
- Wat is de maximale watertemperatuur van het beektraject in de zomer?
- Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Treden er gedurende het jaar piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op?

Beekprik volwassen

- Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen die langzaam stromen ($0\text{-}5\text{ cm/s}$), afgewisseld door delen met een hogere stroomsnelheid ($\geq 20\text{ cm/s}$)?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit substraten met zand of grover ($>30\%$; korreldiameter $\geq 0.050\text{ mm}$), afgewisseld door secties gedomineerd door slib (korreldiameter $< 0.050\text{ mm}$), fijne of grove detritus ($>30\%$)?

Bijlage II: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Kopvoorn *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)

Kopvoorn ei afzet

- Wat is de kleinste maximumbreedte van het beektraject in de periode april-juli?
- Wat is de maximale watertemperatuur in de periode april-juli?
- Zijn er binnen het beektraject in de periode april-juli grindbanken met fijn tot grof grind (korreldiameter 2-16 mm) of kiezelbedden (korreldiameter 16-64 mm) aanwezig?
- Wordt het bodemsubstraat van het beektraject in de periode april-juli gedomineerd (>50%) door zand (korreldiameter 0.05-2 mm)?
- Wordt het beektraject in de periode april-juli gedomineerd (>50%) door waterplanten?
- Wat is de laagste maximale stroomsnelheid binnen het beektraject in de periode april-juli?
- Wat is de kleinste maximale waterdiepte binnen het beektraject in de periode april-juli?
- Is het water van het beektraject helder (bodemzicht) in de hele periode april-juli?
- Valt het beektraject in de periode april-juli geheel of gedeeltelijk (beek verandert in een serie poelen) droog?

Kopvoorn larven en juvenielen

- Wat is de kleinste maximumbreedte van het beektraject gedurende het jaar (maandmediaan)?
- Treden er in de periode juni-september piekafvoeren ($\geq OV4$) op?
- Ligt de maximale watertemperatuur in de zomer boven de 12 °C?
- Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodemzicht)?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit langzaam stromende delen (0-5 cm/s) afgewisseld door delen met een relatief hoge stroomsnelheid (20-90 cm/s)?
- Is de kleinste minimale waterdiepte binnen het beektraject in de zomer <50 cm?
- Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig?
- Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal?
- Wat is het maximale percentage van het beektraject dat in het voorjaar en de zomer begroeid is met ondergedoken waterplanten?
- Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Zijn er gedurende het jaar binnen het beektraject ophopingen van takken of kluwens van boomwortels aanwezig?

Kopvoorn volwassen

- Wat is de kleinste maximumbreedte van het beektraject gedurende het jaar (maandmediaan)?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen met een waterdiepte tussen de 0.4 en 1 m afgewisseld door stroomkommen met een diepte >1 m?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen met een met een relatief hoge stroomsnelheid (20-90 cm/s), afgewisseld door delen die langzaam stromen (0-5 cm/s)?
- Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit substraten met zand-kiezels (>30%; korreldiameter 0.050-64 mm), afgewisseld door secties met slib (>30%; korreldiameter <0.050mm)?
- Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig?
- Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodemzicht)?
- Zijn er gedurende het jaar ondergedoken waterplanten (of emerse vegetatie in het water) aanwezig in het beektraject?
- Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal?

- Zijn er gedurende het jaar binnen het beektraject ophopingen van takken of kluwens van boomwortels aanwezig?

Bijlage III: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Kwabaal *Lota lota* (Linnaeus, 1758)

Kwabaal ei afzet

- Liggen er binnen het stroomgebied beektrajecten waar in de periode december-maart de watertemperatuur tot onder de 6°C daalt en binnen deze periode niet hoger wordt dan 8°C?
- Zijn er in de periode december-maart binnen het beektraject (stromingsluwe) delen met een maximale stroomsnelheid van 15 cm/s?
- Bestaat het substraat van het beektraject in de periode december-maart grotendeels uit fijn organisch materiaal/slib (>50%) of uit grove substraten die geheel bedekt zijn met slib?
- Ligt de zuurstofconcentratie van het water van het beektraject in de periode december-maart boven de 6 mg/L?
- Treden er piekafvoeren ($\geq$ OV4) op in februari-maart?

Kwabaal larven

- Is er binnen het beektraject of het aanliggende beekdal* in april-juni een ondiepe zone (<1 m) met geen tot weinig stroming (0-5 cm/s) aanwezig?
- Ligt de maximale watertemperatuur van het beektraject/overstromingsvlakte gedurende de periode april-juni tussen de 8 en 23 °C?
- Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water in de periode april-juni?
- Valt het beektraject in de periode april-juni geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Wordt het beektraject/overstromingsvlakte in de periode april-juni gedomineerd (>50 % bedekking) door een begroeiing van water- of moerasplanten?

Kwabaal juvenielen

- Wat is de maximale watertemperatuur van het beektraject gedurende het jaar?
- Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar?
- Zijn er uitgeholde oevers of holtes in de oever aanwezig?
- Zijn er gedurende het jaar op de bodem van het waterlichaam stenen* aanwezig?
- Zijn er langs de oevers kluwens van boomwortels aanwezig?
- Zijn er gedurende het jaar op de bodem van het waterlichaam ophopingen van houtig materiaal aanwezig?
- Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal?
- Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Zijn er rivierkreeften in het beektraject aanwezig?

Kwabaal volwassen vis

- Is de kleinste maximumbreedte van het stromende water gedurende het jaar $\geq$ 3 m?
- Zijn er uitgeholde oevers of holtes in de oever aanwezig?
- Zijn op de bodem van het waterlichaam stenen of vergelijkbare kunstmatige substraten (puin) aanwezig (diameter van $\geq$ 64 mm)?
- Zijn er gedurende het jaar op de bodem van het waterlichaam ophopingen van houtig materiaal?
- Zijn er langs de oevers kluwens van boomwortels aanwezig?
- Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal?
- Wat is in de zomer een maximale watertemperatuur?

- Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar?
- Zijn er andere vissoorten in het waterlichaam aanwezig die kunnen dienen als voedsel?
- Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?

Bijlage IV: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Rivierdonderpad *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758)

Rivierdonderpad ei afzet

- Zijn er in de periode maart-juni binnen het beektraject stenen of vergelijkbare kunstmatige substraten (puin) aanwezig met een diameter van ≥ 64 mm?
- Zijn er binnen het beektraject in de periode maart-juni takken, boomstammen of kluwens van boomwortels aanwezig?
- Treden er in de periode maart-juni piekafvoeren ($\geq$ OV4) op?
- Wat is de maximale watertemperatuur in de periode maart-juni?
- Valt het beektraject in de periode maart-juni geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Wat is de kleinste maximale waterdiepte van het beektraject in de periode maart-juni?
- Wat is de laagste maximale stroomsnelheid van het beektraject in de periode maart-juni?
- Wat is het laagste zuurstofverzadigingspercentage van het water in het beektraject gedurende de periode maart-juni?
- Zijn er binnen het beektraject rivierkreeften aangetroffen?

Rivierdonderpad larven en juvenielen

- Wat is de maximale watertemperatuur gedurende het jaar?
- Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Wat is de laagste maximale stroomsnelheid van het beektraject gedurende het jaar?
- Wat is het laagste zuurstofverzadigingspercentage van het water in het beektraject gedurende het jaar?
- Is er gedurende het jaar een afwisseling van delen met ondiep water (< 20 cm) en diepere gedeeltes (≥ 20 cm) binnen het beektraject?
- Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal?
- Wat is het maximale percentage van het beektraject dat gedurende het jaar begroeid is met waterplanten?
- Zijn er binnen het beektraject rivierkreeften aangetroffen?
- Zijn er binnen het beektraject gedurende het jaar substraten met kiezels en/of stenen aanwezig met een oplopende diameter van grofweg 16 tot 64 mm?
- Zijn er binnen het beektraject gedurende het jaar takken, boomstammen of kluwens van boomwortels aanwezig?
- Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig?

Rivierdonderpad volwassen

- Zijn er gedurende het jaar binnen het beektraject stenen of vergelijkbare kunstmatige substraten (puin) aanwezig met een diameter van ≥ 64 mm?
- Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig?
- Zijn er binnen het beektraject gedurende het jaar takken, boomstammen of kluwens van boomwortels aanwezig?
- Wat is de maximale watertemperatuur gedurende het jaar?
- Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Wat is gedurende het jaar de kleinste maximale waterdiepte binnen het beektraject?

- Wat is gedurende het jaar de laagste maximale stroomsnelheid binnen het beektraject?
- Wat is het laagste zuurstofverzadigingspercentage van het water in het beektraject gedurende het jaar?
- Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal?
- Wat is het maximale percentage van het beektraject dat gedurende het jaar begroeid is met waterplanten?
- Zijn er binnen het beektraject rivierkreeften aangetroffen?

Bijlage V: Vragen van de beekvissensleutels met betrekking tot de Serpeling *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)

Serpeling ei afzet

- Is in de periode maart-mei de kleinste maximumbreedte van het beektraject ≥ 3 m?
- Valt het beektraject in de periode maart-mei geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Zijn er in de periode maart-mei binnen het beektraject plekken met grind of grovere substraten (korreldiameter ≥ 2 mm) aanwezig?
- Wat is in de periode maart-mei het minimale percentage van het beektraject dat bestaat uit deze substraten terwijl het substraat vrij is van slib?
- Zijn deze substraten in de periode maart-mei bedekt met een algenmat?
- Wat is de kleinste maximale waterdiepte van het beektraject in de periode maart-mei?
- Wat is in de periode maart-mei de laagste maximale stroomsnelheid binnen het beektraject?
- Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water in de periode maart-mei?
- Is het water van het beektraject in de hele periode maart-mei helder (bodempzicht)?
- Is de maximale watertemperatuur van het beektraject in maart < 10 °C?
- Treden er in de periode maart-mei piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op?

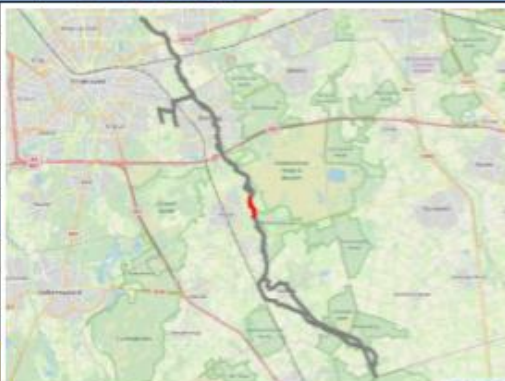
Serpeling larven en juvenielen

- Is gedurende het jaar de kleinste maximumbreedte van het beektraject ≥ 3 m?
- Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Zijn er binnen het beektraject het gehele jaar ondiepe delen aanwezig (< 0.5 m), die niet of langzaam stromen (< 10 cm/s)?
- Treden er gedurende het jaar piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op?
- Wordt het beektraject gedurende het jaar gedomineerd ($> 50\%$ bedekking) door zand of grovere substraten (korreldiameter ≥ 0.050 mm)?
- Zijn er gedurende het jaar waterplanten aanwezig in het beektraject met een maximale bedekking $> 5\%$?
- Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodempzicht)?
- Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar?

Serpeling volwassen

- Is gedurende het jaar de kleinste maximumbreedte van het beektraject ≥ 3 m?
- Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog?
- Wat is gedurende het jaar de laagste maximale stroomsnelheid?
- Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar?
- Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodempzicht)?
- Wat is de kleinste maximale waterdiepte van het beektraject gedurende het jaar (maandmediaan)?
- Wordt het beektraject gedurende het jaar gedomineerd ($> 50\%$ bedekking) door zand of grovere substraten (korreldiameter ≥ 0.050 mm)?

Bijlage VI: HOW-tabel traject 211: traject Sterkselsche Aa

Informatie traject 211: Kleine Dommel/Sterkselse Aa (NL99_BRA_01_KD_2_2)						
Trajectnaam	Kleine Dommel vanaf instroom Groote Aa tot aftakking Rul					
Trajectcode	211					
Watertype (KRW)	R5 - Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand					
Doelstelling	Natuur					
Lengte traject	1182 m					
Huidige toestand						
Fytoplankton	Niet gemeten					
Overige waterflora	Niet gemeten					
Macrofauna	Niet gemeten					
Vis	0.22 EKR					
ESF	Stuurvariabele	Huidig niveau	Na maatregelen 2021	Na maatregelen 2027	Na maatregelen max	Grenswaarde
 Afvoerdynamiek	Debietfluctuatie (-)	6	6	6	5	4
 Grondwater	Stroomsnelheid zgm (cm/s)	7.3	14	14	18	18
 Grondwater	Stikstof totaal zgm (mg N/l)*	3.08	3.08	2.9	2.3	2.3
	Fosfor totaal zgm (mg P/l)*	0.23	0.23	0.22	0.11	0.11
 Connectiviteit	Vispasseerbaar	Goed	Goed	Goed	Goed	Goed
 Belasting	Stikstof totaal zgm (mg N/l)	3.08	3.08	2.9	2.3	2.3
	Fosfor totaal zgm (mg P/l)	0.23	0.23	0.22	0.11	0.11
 Belasting	BZV zgm (mg/l)	1.5	1.5	1.5	1.5	3
	O ₂ zgm (%)	76.5	76.5	76.5	70	70
	Laagste O ₂ (%)	66	66	66	66	40
	Ammonium zgm (mg N/l)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.304
	Ammonium max (mg N/l)	0.61	0.61	0.608	0.608	0.608
 Toxiciteit	Hoogste msPAF (%)	3.5	3.5	0.35	0	0.5
	Top 5 tox. probleemstoffen	zink & nikkel				
 Natte doorsnede	Profielvorm	Vervallen cultuurtechnisch profiel	Vervallen cultuurtechnisch profiel	V-vormig profiel	Vrij meanderend	Natuurlijke situatie/Vrij meanderend
	Sinusiteit (-)	1.08	1.08	1.1	1.15	1.25
	Sedimentatie/erosie (%)	90	90	90	100	75
 Bufferzone	Beschaduwing (%)	15	15	30	40	40
 Waterplanten	Gemaaid profiel (%)	67	67	67	50	50
 Stagnatie	Verstuwing (%)	0	0	0	0	0

* betreft gemeten concentraties in het oppervlaktewater bij gebrek aan metingen van grondwater

Bijlage VII: Alle gevonden literatuur voor bepalen van optimale habitat

Auteurs	Publicatie jaar	Titel	Zoekmachine	Zoekdatum	Zoekterm	Relevantie
Espanhol, R., Almeida, P. R., & Alves, M. J.	2007	Evolutionary history of lamprey paired species <i>Lampetra fluviatilis</i> (L.) and <i>Lampetra planeri</i> (Bloch) as inferred from mitochondrial DNA variation	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Hardisty, M. W.	1944	The life history and growth of the brook lamprey (<i>Lampetra planeri</i>).	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Relevant
Moore, J. W., & Potter, I. C.	1976	Aspects of feeding and lipid deposition and utilization in the lampreys, <i>Lampetra fluviatilis</i> (L.) and <i>Lampetra planeri</i> (Bloch).	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Schreiber, A., & Engelhorn, R.	1998	Population genetics of a cyclostome species pair, river lamprey (<i>Lampetra fluviatilis</i> L.) and brook lamprey (<i>Lampetra planeri</i> Bloch).	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Malmqvist, B.	1980	Habitat selection of larval brook lampreys (<i>Lampetra planeri</i> , Bloch) in a south Swedish stream.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Relevant
Schober, A., Malz, C. R., Schober, W., & Meyer, D. L.	1994	NADPH-diaphorase in the central nervous system of the larval lamprey (<i>Lampetra planeri</i>).	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Huggins, R. J., & Thompson, A.	1970	Communal spawning of brook and river lampreys, <i>Lampetra planeri</i> Bloch and <i>Lampetra fluviatilis</i> L.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Stanley, H. P.	1967	The fine structure of spermatozoa in the lamprey <i>Lampetra planeri</i>	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Bird, D. J., & Potter, I. C.	1979	Metamorphosis in the paired species of lampreys, <i>Lampetra fluviatilis</i> (L.) and <i>Lampetra planeri</i> (Bloch): 1. A description of the timing and stages.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Malmqvist, B.	1983	Breeding behaviour of brook lampreys <i>Lampetra planeri</i> : experiments on mate choice.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lampetra planeri</i>	Niet relevant
Mann, R. H. K.	1976	Observations on the age, growth, reproduction and food of the chub <i>Squalius cephalus</i> (L.) in the River Stour, Dorset.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Cragg-Hlne, D., & Jones, J. W.	1969	The growth of dace <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.), roach <i>Rutilus rutilus</i> (L.) and chub <i>Squalius cephalus</i> (L.) in Willow Brook, Northamptonshire	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Relevant
Duman, F., & Kar, M.	2012	Temporal variation of metals in water, sediment and tissues of the European Chub (<i>Squalius cephalus</i> L.).	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Dehais, C., Eudeline, R., Berberi, P., & Argillier, C.	2010	Microgeographic genetic isolation in chub (Cyprinidae: <i>Squalius cephalus</i>) population of the Durance River: estimating fragmentation by dams.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Hellawell, J. M.	1971	The autecology of the chub, <i>Squalius cephalus</i> (L.), of the River Lugg and the Afon Llynfi: III. Diet and feeding habits.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Pavlica, M., Štambuk, A., Malović, L., Mladinić, M., & Ćurković, M.	2011	DNA integrity of chub erythrocytes (<i>Squalius cephalus</i> L.) as an indicator of pollution-related genotoxicity in the River Sava.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Bucke, D., & Andrews, C.	1985	Vertebral abnormalities in chub, <i>Leuciscus</i> (<i>Squalius</i>) <i>cephalus</i> L.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Podrug, M., & Raspor, B.	2009	Seasonal variation of the metal (Zn, Fe, Mn) and metallothionein concentrations in the liver cytosol of the European chub (<i>Squalius cephalus</i> L.).	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Relevant
Sunjog, K., Kolarević, S., Kračun-Kolarević, M., Gačić, Z., & Hladik, M.	2014	Variability in DNA damage of chub (<i>Squalius cephalus</i> L.) blood, gill and liver cells during the annual cycle.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Niet relevant
Hellawell, J. M.	1971	The autecology of the chub, <i>Squalius cephalus</i> (L.), of the River Lugg and the Afon Llynfi: II.	Google scholar	27-5-2020	<i>Squalius cephalus</i>	Relevant
Muir, D. C., Ford, C. A., Grift, N. P., Metner, D. A., & Leach, J. A.	1990	Geographic variation of chlorinated hydrocarbons in burbot (<i>Lota lota</i>) from remote lakes and rivers in Canada.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Niet relevant
Van Houdt, J. K., Hellemans, B., & Volckaert, F. A. M.	2003	Phylogenetic relationships among Palearctic and Nearctic burbot (<i>Lota lota</i>): Pleistocene extinctions and recolonization.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Relevant
Bailey, M. M.	1972	Age, growth, reproduction, and food of the burbot, <i>Lota lota</i> (Linnaeus), in southwestern Lake Superior.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Relevant
Carrie, J., Wang, F., Sanei, H., Macdonald, R. W., & O'Brien, J.	2010	Increasing contaminant burdens in an Arctic fish, burbot (<i>Lota lota</i>), in a warming climate.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Niet relevant
Beatty, D. D.	1969	Visual pigments of the burbot, <i>Lota lota</i> , and seasonal changes in their relative proportions.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Niet relevant
Fisher, S. J., Willis, D. W., & Pope, K. L.	1996	An assessment of burbot (<i>Lota lota</i>) weight-length data from North American populations.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Niet relevant
Ghan, D., & Sprules, W. G.	1993	Diet, prey selection, and growth of larval and juvenile burbot <i>Lota lota</i> (L.).	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Niet relevant
Flock, A., & Russell, I.	1976	Inhibition by efferent nerve fibres: action on hair cells and afferent synaptic transmission in the lateral line canal organ of the burbot <i>Lota lota</i> .	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Niet relevant
Ryder, R. A., & Pesendorfer, J.	1992	Food, growth, habitat, and community interactions of young-of-the-year burbot, <i>Lota lota</i> L., in a Precambrian Shield lake.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Relevant
Chen, L. C. (1969).	1969	The biology and taxonomy of the burbot, <i>Lota lota</i> Leptura, in interior Alaska.	Google scholar	27-5-2020	<i>Lota lota</i>	Relevant
Smyly, W. J. P.	1957	The life-history of the bullhead or miller's thumb (<i>Cottus gobio</i> L.).	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Relevant
Andersson, K. G., Brönmark, C., Herrmann, J., Malmqvist, B., & Nilsson, G.	1986	Presence of sculpins (<i>Cottus gobio</i>) reduces drift and activity of <i>Gammarus pulex</i> (Amphipoda).	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Niet relevant
Bisazza, A., & Marconato, A.	1988	Female mate choice, male-male competition and parental care in the river bullhead, <i>Cottus gobio</i> L.(Pisces, Cottidae).	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Niet relevant
Marconato, A., & Bisazza, A.	1986	Males whose nests contain eggs are preferred by female <i>Cottus gobio</i> L.(Pisces, Cottidae).	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Niet relevant
Hänfling, B., Hellemans, B., Volckaert, F. A. M., & Canham, C. D.	2002	Late glacial history of the cold-adapted freshwater fish <i>Cottus gobio</i> , revealed by microsatellites.	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Relevant
Engbrecht, C. C., Freyhof, J., Nolte, A., Rassmann, K., & Hanel, A.	2000	Phylogeography of the bullhead <i>Cottus gobio</i> (Pisces: Teleostei: Cottidae) suggests a pre-Pleistocene origin of the major central European populations.	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Niet relevant
Morris, D.	1955	The reproductive behaviour of the river bullhead (<i>Cottus gobio</i> L.), with special reference to the fanning activity.	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Relevant
Mills, C. A., & Mann, R. H. K.	1983	The bullhead <i>Cottus gobio</i> , a versatile and successful fish.	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Relevant
Volckaert, F. A. M., Hänfling, B., Hellemans, B., & Canham, C. D.	2002	Timing of the population dynamics of bullhead <i>Cottus gobio</i> (Teleostei: Cottidae) during the Pleistocene.	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Relevant
Uttinger, J., Roth, C., & Peter, A.	1998	Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead <i>Cottus gobio</i> with particular consideration of the effects of obstructions.	Google scholar	27-5-2020	<i>Cottus gobio</i>	Relevant
Crowden, A. E., & Broom, D. M.	1980	Effects of the eyefluke, <i>Diplostomum spathaceum</i> , on the behaviour of dace (<i>Leuciscus leuciscus</i>).	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Niet relevant
Clough, S., & Ladle, M.	1997	Diel migration and site fidelity in a stream-dwelling cyprinid, <i>Leuciscus leuciscus</i> .	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Relevant
Mann, R. H., & Mills, C. A.	1985	Variations in the sizes of gonads, eggs and larvae of the dace, <i>Leuciscus leuciscus</i> .	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Relevant
Baras, E., & Nindaba, J.	1998	Seasonal and diel utilisation of inshore microhabitats by larvae and juveniles of <i>Leuciscus cephalus</i> and <i>Leuciscus leuciscus</i> .	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Relevant
Mann, R. H. K.	1968	Observations on the age, growth, reproduction and food of the dace, <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.), in two rivers in southern England.	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Niet relevant
Kennedy, C. R.	1968	Population biology of the cestode <i>Caryophyllaeus laticeps</i> (Pallas, 1781) in dace, <i>Leuciscus leuciscus</i> L., of the River Avon.	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Niet relevant
Cragg-Hlne, D., & Jones, J. W.	1969	The growth of dace <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.), roach <i>Rutilus rutilus</i> (L.) and chub <i>Squalius cephalus</i> (L.) in Willow Brook, Northamptonshire.	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Relevant
Kennedy, C. R., & Walker, P. J.	1969	Evidence for an immune response by dace, <i>Leuciscus leuciscus</i> , to infections by the cestode <i>Caryophyllaeus laticeps</i> .	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Niet relevant
Mann, R. H. K., & Bass, J. A. B.	1997	The critical water velocities of larval roach (<i>Rutilus rutilus</i>) and dace (<i>Leuciscus leuciscus</i>) and implications for river management.	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Relevant
Mills, C. A.	1981	Egg population dynamics of naturally spawning dace, <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.).	Google scholar	27-5-2020	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Relevant

Bijlage VIII: Ingevulde antwoorden voor het optimale habitat van Beekprik *Lampetra planeri* (Bloch, 1784)

Beekprik eiafzet optimaal

Is de maximale watertemperatuur van het beektraject in maart <11°C? **Ja**

Zijn er binnen het beektraject in de periode maart-mei plekken met fijn grind of grovere substraten (korreldiameter ≥ 2 mm) aanwezig? **Ja, $\geq 10\%$**

Valt het beektraject geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog in de periode maart-mei? **Nee**

Treden er in de periode maart-mei piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op? **Nee**

Beekprik larven

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen die langzaam stromen (0-5 cm/s), afgewisseld door delen met een hogere stroomsnelheid (≥ 20 cm/s) ? **Ja**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit substraten met zand (>30%; korreldiameter ≥ 0.050 mm), afgewisseld door secties gedomineerd door slib (korreldiameter <0.050mm) of fijne detritus (>30%)? **Ja**

Wat is de maximale watertemperatuur van het beektraject in de zomer? **<15 graden Celsius**

Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Treden er gedurende het jaar piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op? **Nee**

Beekprik volwassen

Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog ? **Nee**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen die langzaam stromen (0-5 cm/s), afgewisseld door delen met een hogere stroomsnelheid (≥ 20 cm/s) ? **Ja**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit substraten met zand of grover (>30%; korreldiameter ≥ 0.050 mm), afgewisseld door secties gedomineerd door slib (korreldiameter <0.050mm), fijne of grove detritus (>30%)? **Ja**

Bijlage IX: Ingevulde antwoorden voor het optimale habitat van Kopvoorn *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)

Kopvoorn eiafzet optimaal

Wat is de kleinste maximumbreedte van het beektraject in de periode april-juli? **>10m**

Wat is de maximale watertemperatuur in de periode april-juli? **>14 graden celsius**

Zijn er binnen het beektraject in de periode april-juli grindbanken met fijn tot grof grind (korreldiameter 2-16 mm) of kiezelbedden (korreldiameter 16-64 mm) aanwezig? **Ja >=50 %**

Wordt het bodemsubstraat van het beektraject in de periode april-juli gedomineerd (>50%) door zand (korreldiameter 0.05-2 mm)? **Nee**

Wordt het beektraject in de periode april-juli gedomineerd (>50%) door waterplanten? **Nee**

Wat is de laagste maximale stroomsnelheid binnen het beektraject in de periode april-jul? **> 50 cm/s**

Wat is de kleinste maximale waterdiepte binnen het beektraject in de periode april-jul? **10-100 cm**

Is het water van het beektraject helder (bodemzicht) in de hele periode april-jul? **Ja**

Valt het beektraject in de periode april-juli geheel of gedeeltelijk (beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Kopvoorn larven en juvenielen

Wat is de kleinste maximumbreedte van het beektraject gedurende het jaar (maandmediaan)? **>= 5 m (Antwoord 2 en 3 voldoen)**

Treden er in de periode juni-september piekafvoeren ($\geq OV4$) op? **Nee**

Ligt de maximale watertemperatuur in de zomer boven de 12 °C? **Ja**

Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodemzicht)? **Ja**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit langzaam stromende delen (0-5 cm/s) afgewisseld door delen een met een relatief hoge stroomsnelheid (20-90 cm/s)? **Ja**

Is de kleinste minimale waterdiepte binnen het beektraject in de zomer <50 cm? **Ja**

Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig? **Ja >= 10%**

Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal? **>= 30%, <60%**

Wat is het maximale percentage van het beektraject dat in het voorjaar en de zomer begroeid is met ondergedoken waterplanten? **>40%**

Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Zijn er gedurende het jaar binnen het beektraject ophopingen van takken of kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja, >= 10%**

Kopvoorn volwassen

Wat is de kleinste maximumbreedte van het beektraject gedurende het jaar (maandmediaan)? **>10 m**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen met een waterdiepte tussen de 0.4 en 1 m afgewisseld door stroomkommen met een diepte >1 m? **Ja**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit delen met een met een relatief hoge stroomsnelheid (20-90 cm/s), afgewisseld door delen die langzaam stromen (0-5 cm/s)? **Ja**

Bestaat het beektraject gedurende het jaar uit substraten met zand-kiezel (>30%; korreldiameter 0.050-64 mm), afgewisseld door secties met slib (>30%; korreldiameter <0.050mm)? **Ja**

Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig? **Ja, >=10%**

Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodemzicht)? **Ja**

Zijn er gedurende het jaar ondergedoken waterplanten (of emerse vegetatie in het water) aanwezig in het beektraject? **Ja, >= 10%**

Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal? **>= 30%, < 60%**

Zijn er gedurende het jaar binnen het beektraject ophopingen van takken of kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja >= 10%**

Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk droog? **Nee**

Bijlage X: Ingevulde antwoorden voor het optimale habitat van Kwabaal *Lota lota* (Linnaeus, 1758)

Kwabaal eiafzet optimaal

Liggen er binnen het stroomgebied beektrajecten waar in de periode december-maart de watertemperatuur tot onder de 6°C daalt en binnen deze periode niet hoger wordt dan 8°C? **Ja**
Zijn er in de periode december-maart binnen het beektraject (stromingsluwe) delen met een maximale stroomsnelheid van 15 cm/s? **Ja**
Bestaat het substraat van het beektraject in de periode december-maart grotendeels uit fijn organisch materiaal/slib (>50%) of uit grove substraten die geheel bedekt zijn met slib? **Nee**
Ligt de zuurstofconcentratie van het water van het beektraject in de periode december-maart boven de 6 mg/L? **Ja**
Treden er piekafvoeren (≥OV4) op in februari-maart? **Nee**

Kwabaal larven

Is er binnen het beektraject of het aanliggende beekdal* in april-juni een ondiepe zone (<1 m) met geen tot weinig stroming (0-5 cm/s) aanwezig? **Ja**
Ligt de maximale watertemperatuur van het beektraject/overstromingsvlakte gedurende de periode april-juni tussen de 8 en 23 °C? **Ja**
Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water in de periode april-juni? **>6 mg/L**
Valt het beektraject in de periode april-juni geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**
Wordt het beektraject/overstromingsvlakte in de periode april-juni gedomineerd (>50 % bedekking) door een begroeiing van water- of moerasplanten? **Ja**

Kwabaal juvenielen

Wat is de maximale watertemperatuur van het beektraject gedurende het jaar? **12-18 Graden**
Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar? **>6 mg/L**
Zijn er uitgeholde oevers of holtes in de oever aanwezig? **Ja, >= 10%**
Zijn er gedurende het jaar op de bodem van het waterlichaam stenen* aanwezig? **Ja, >= 10%**
Zijn er langs de oevers kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja, >= 10 %**
Zijn er gedurende het jaar op de bodem van het waterlichaam ophopingen van houtig materiaal aanwezig? **Ja, >= 10%**
Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal? **>30%, < 60%**
Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**
Zijn er rivierkreeften in het beektraject aanwezig? **Nee**

Kwabaal volwassen vis

Is de kleinste maximumbreedte van het stromende water gedurende het jaar ≥3 m? **Ja**
Zijn er uitgeholde oevers of holtes in de oever aanwezig? **Ja, >= 10%**
Zijn op de bodem van het waterlichaam stenen of vergelijkbare kunstmatige substraten (puin) aanwezig (diameter van ≥64 mm)? **Ja, >= 10%**
Zijn er gedurende het jaar op de bodem van het waterlichaam ophopingen van houtig materiaal? **Ja, >= 10%**
Zijn er langs de oevers kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja, >= 10 %**
Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal? **>= 30%, <60%**
Wat is in de zomer een maximale watertemperatuur? **<15 graden**

Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar? **> 6 mg/L**

Zijn er andere vissoorten in het waterlichaam aanwezig die kunnen dienen als voedsel? **Ja**

Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Bijlage XI: Ingevulde antwoorden voor het optimale habitat van Rivierdonderpad *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758)

Rivierdonderpad eiafzet optimaal

Zijn er in de periode maart-juni binnen het beektraject stenen of vergelijkbare kunstmatige substraten (puin) aanwezig met een diameter van ≥ 64 mm? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn deze substraten in de periode maart-juni geheel bedekt met een dichte algenmat? **Nee**

Zijn er binnen het beektraject in de periode maart-juni takken, boomstammen of kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn deze substraten in de periode maart-juni geheel bedekt met een dichte algenmat? **Nee**

Treden er in de periode maart-juni piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op? **Nee**

Wat is de maximale watertemperatuur in de periode maart-juni? **11-17 graden**

Valt het beektraject in de periode maart-juni geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Wat is de kleinste maximale waterdiepte van het beektraject in de periode maart-juni? **≥ 20 cm**

Wat is de laagste maximale stroomsnelheid van het beektraject in de periode maart-juni? **< 30 cm/s**

Wat is het laagste zuurstofverzadigingspercentage van het water in het beektraject gedurende de periode maart-juni? **$> 75\%$**

Zijn er binnen het beektraject rivierkreeften aangetroffen? **Nee**

Rivierdonderpad larven en juvenielen

Wat is de maximale watertemperatuur gedurende het jaar? **11-17**

Valt het beektraject periodiek geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Wat is de laagste maximale stroomsnelheid van het beektraject gedurende het jaar? **≥ 30 cm/s**

Wat is het laagste zuurstofverzadigingspercentage van het water in het beektraject gedurende het jaar? **$> 75\%$**

Is er gedurende het jaar een afwisseling van delen met ondiep water (< 20 cm) en diepere gedeeltes (≥ 20 cm) binnen het beektraject? **Ja**

Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal? **$\geq 30\%$, $< 60\%$**

Wat is het maximale percentage van het beektraject dat gedurende het jaar begroeid is met waterplanten? **$\leq 40\%$**

Zijn er binnen het beektraject rivierkreeften aangetroffen? **Nee**

Zijn er binnen het beektraject gedurende het jaar substraten met kiezels en/of stenen aanwezig met een oplopende diameter van grofweg 16 tot 64 mm? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn deze substraten in de periode maart-juni geheel bedekt met een dichte algenmat? **Nee**

Zijn er binnen het beektraject gedurende het jaar takken, boomstammen of kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn deze substraten in de periode maart-juni geheel bedekt met een dichte algenmat? **Nee**

Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig? **Ja, $\geq 10\%$**

Rivierdonderpad volwassen

Zijn er gedurende het jaar binnen het beektraject stenen of vergelijkbare kunstmatige substraten (puin) aanwezig met een diameter van ≥ 64 mm? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn deze substraten in de periode maart-juni geheel bedekt met een dichte algenmat? **Nee**

Zijn er binnen het beektraject holle oevers aanwezig? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn er binnen het beektraject gedurende het jaar takken, boomstammen of kluwens van boomwortels aanwezig? **Ja, $\geq 10\%$**

Zijn deze substraten in de periode maart-juni geheel bedekt met een dichte algenmat? **Nee**

Wat is de maximale watertemperatuur gedurende het jaar? **11-17 graden**

Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Wat is gedurende het jaar de kleinste maximale waterdiepte binnen het beektraject? **≥ 20 cm**

Wat is gedurende het jaar de laagste maximale stroomsnelheid binnen het beektraject? **≥ 30 cm/s**

Wat is het laagste zuurstofverzadigingspercentage van het water in het beektraject gedurende het jaar? **$>75\%$**

Welk percentage van het waterlichaam wordt beschaduwd door bomen of een houtwal? **$\geq 30\%$, $<60\%$**

Wat is het maximale percentage van het beektraject dat gedurende het jaar begroeid is met waterplanten? **≤ 40**

Zijn er binnen het beektraject rivierkreeften aangetroffen? **Nee**

Bijlage XII: Ingevulde antwoorden voor het optimale habitat van Serpeling *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)

Serpeling eiafzet optimaal

Is in de periode maart-mei de kleinste maximumbreedte van het beektraject ≥ 3 m? **Ja**

Valt het beektraject in de periode maart-mei geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Zijn er in de periode maart-mei binnen het beektraject plekken met grind of grovere substraten (korreldiameter ≥ 2 mm) aanwezig? **Ja**

Wat is in de periode maart-mei het minimale percentage van het beektraject dat bestaat uit deze substraten terwijl het substraat vrij is van slib? $\geq 10\%$

Zijn deze substraten in de periode maart-mei bedekt met een algenmat? **Nee**

Wat is de kleinste maximale waterdiepte van het beektraject in de periode maart-mei? ≥ 25 cm

Wat is in de periode maart-mei de laagste maximale stroomsnelheid binnen het beektraject? ≥ 20 cm/s

Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water in de periode maart-mei? > 6 mg/L

Is het water van het beektraject in de hele periode maart-mei helder (bodemzicht)? **Ja**

Is de maximale watertemperatuur van het beektraject in maart < 10 °C? **Ja**

Treden er in de periode maart-mei piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op? **Nee**

Serpeling larven en juvenielen

Is gedurende het jaar de kleinste maximumbreedte van het beektraject ≥ 3 m? **Ja**

Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Zijn er binnen het beektraject het gehele jaar ondiepe delen aanwezig (< 0.5 m), die niet of langzaam stromen (< 10 cm/s)? **Ja**

Treden er gedurende het jaar piekafvoeren ($\geq \text{OV4}$) op? **Nee**

Wordt het beektraject gedurende het jaar gedomineerd ($> 50\%$ bedekking) door zand of grovere substraten (korreldiameter ≥ 0.050 mm)? **Ja**

Zijn er gedurende het jaar waterplanten aanwezig in het beektraject met een maximale bedekking $> 5\%$? **Ja**

Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodemzicht)? **Ja**

Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar? > 6 mg/L

Serpeling volwassen

Is gedurende het jaar de kleinste maximumbreedte van het beektraject ≥ 3 m? **Ja**

Valt het beektraject gedurende het jaar geheel of gedeeltelijk (waardoor de beek verandert in een serie poelen) droog? **Nee**

Wat is gedurende het jaar de laagste maximale stroomsnelheid? ≥ 10 cm/s

Wat is de minimale zuurstofconcentratie van het water gedurende het jaar? > 6 mg/L

Is het water van het beektraject gedurende het hele jaar helder (bodemzicht)? **Ja**

Wat is de kleinste maximale waterdiepte van het beektraject gedurende het jaar (maandmediaan)?

Wordt het beektraject gedurende het jaar gedomineerd ($> 50\%$ bedekking) door zand of grovere substraten (korreldiameter ≥ 0.050 mm)? **Ja**