



Effectiviteit van natuur- vriendelijke oevers voor vis in het Omval-Kolhorn Kanaal

J.E. Herder, & J. Kranenbarg



RAVON

Effectiviteit van natuurvriendelijke oevers voor vis in het Omval-Kolhorn Kanaal

Jelger Herder en Jan Kranenbarg

Colofon

Rapportnummer:	2017-052
Datum uitgave:	20-12-2018
Titel:	Effectiviteit van natuurvriendelijke oevers voor vis in het Omval-Kolhorn Kanaal
Samenstellers:	Jelger Herder & Jan Kranenbarg
Statistische analyses:	Mark Groen
Te citeren als:	Herder J.E. & J. Kranenbarg, 2018. Effectiviteit van natuurvriendelijke oevers voor vis in het Omval-Kolhorn Kanaal. RAVON rapportnummer 2017-052.
Foto's op cover:	Jonge zeelt & NVO2 vanuit de lucht © Jelger Herder & Blikonderwater
Foto's binnenwerk:	© Jelger Herder & Blikonderwater
Aantal pagina's incl. bijlagen:	46
Projectnummer:	2017.052
Kenmerk Provincie Noord-Holland	895534-921460
Projectleider:	Jelger Herder
Naam en contact opdrachtgever(s):	Provincie Noord-Holland dhr N. Jonker jonkern@noord-holland.nl Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier Mvr S. Roodzand S.Roodzand@hhnk.nl

1 INLEIDING

1.1 Kader

Ecologische verbindingen zijn een belangrijk onderdeel van het natuurnetwerk. In de Kop van Noord-Holland is het Omval-Kolhorn Kanaal zo'n verbinding. Het betreft een typisch kanaal met steile beschoeide oevers waardoor er weinig ruimte is voor de ontwikkeling van waterplanten en er weinig schuilplaatsen zijn voor vissen. Langs het vijftientig kilometer lange kanaal tussen Alkmaar en Kolhorn zijn in het noordelijk deel tussen 2007 en 2012 op tien plaatsen moerasjes, grasland, plasbermen en natuurvriendelijke oevers (NVO's) aangelegd.

De aanleg van ondiepe plantenrijke aquatische zones langs kanalen (NVO's) vormt voor waterbeheerders een belangrijk middel om te werken aan het behalen van de doelen van de Kaderrichtlijn Water. Sinds 2009 is inmiddels zo'n 2500 kilometer natuurvriendelijke oever aangelegd in Nederland, de kosten hiervoor bedragen ruim 110 miljoen euro. De komende jaren zullen nog vele honderden kilometers natuurvriendelijke oever aangelegd worden.

De langs het Omval-Kolhorn kanaal aangelegde NVO's hebben meerdere jaren de tijd gehad om zich te ontwikkelen. Ze zijn in 2015 en 2016 onderzocht op macrofyten en macrofauna volgens de KRW-methodiek. Over het functioneren van deze oevers voor de visstand is weinig bekend. De periodieke KRW-bevissingen in het kanaal zijn uitgevoerd in 2009 en 2016 maar geven geen direct inzicht in het functioneren van deze oevers voor vis. NVO's worden algemeen gezien als paaiplaats en opgroeigebied voor vis (referentie). Toch is naar deze kraamkamerfunctie nog maar weinig onderzoek verricht. Vragen die leven zijn: Waar zetten de verschillende soorten hun eitjes af? Waar groeit de jonge vis op? Welke elementen van de natuurvriendelijke oever zijn van belang? Wat zijn succesvolle maatregelen en wat niet? Wat valt er te verbeteren aan de bestaande inrichting en beheer? Hoeveel draagt de NVO bij aan de visstand van het waterlichaam? Deze kennis is nodig voor de evaluatie van de huidige kwaliteit. De opgedane kennis kan als input dienen voor het beheer van de NVO's, kleine aanpassingen en als les voor toekomstige inrichtingsprojecten.

Om meer kennis over het functioneren van NVO's te verkrijgen hebben de provincie Noord-Holland (als eigenaar van het kanaal) en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (als beheerder van het boezemwater en de visstand) Stichting RAVON opdracht verleend om een tweejarig onderzoek naar de effectiviteit van de NVO's voor vissen langs het Omval-Kolhorn kanaal. Deze rapportage beschrijft de bevindingen.

1.2 Vraagstelling

Voor het onderzoek zijn één hoofdvraag en zes deelvragen geformuleerd:

Hoofdvraag

Wat is de bijdrage van de verschillende typen (zie paragraaf 2.2) natuurvriendelijke oevers (NVO's) in het Omval-Kolhorn kanaal aan de visstand, hoe kunnen de oevers het beste worden beheerd en ingericht en wat betekent dit voor de verbetering van het waterlichaam als geheel in termen van de Kaderrichtlijn Water.

Deelvragen hierbij zijn:

1. Welke visfauna (soorten, aantallen en leeftijdsklassen) is aanwezig in de natuurvriendelijke oevers?
2. Wat is de functie van de onderscheiden natuurvriendelijke oevertypen voor de verschillende vissoorten gedurende hun levenscyclus (paaigebied, opgroeigebied, foerageergebied).
3. Wat is de bijdrage van de vis in de natuurvriendelijke oevers aan de vispopulatie in het Omval-Kolhorn Kanaal?
4. Dienen de natuurvriendelijke oevers als kraamkamer dan wel brongebied voor het Omval-Kolhorn Kanaal? En is het areaal aan natuurvriendelijke oevers hiervoor voldoende?
5. Is er verschil tussen de aanwezigheid van vissoorten in habitattypen van de natuurvriendelijke oevers (zoals de schoeiing, helofyten, waterplanten en kale bodem) ? En welke 'stapsteen' scoort hierbij het beste?
6. En in navolging op vraag 5, welke beheer- en inrichtingsmaatregelen kunnen bijdragen aan de verbetering van de vispopulatie en welke typen natuurvriendelijke oevers scoren hierbij het best?

2 Onderzoekslocaties

In dit hoofdstuk worden het onderzoeksgebied en de onderzoekslocaties hierbinnen beschreven.

2.1 Het Omval-Kolhorn Kanaal

Het Omval-Kolhorn Kanaal is een middelgroot kanaal van 24,6 kilometer lang. Het betreft een aftakking van het Noord-Hollands Kanaal (bij Omval/Alkmaar) en loopt naar het Kolhornerdiep. Het kanaal is aangelegd tussen 1935 en 1938 en circa dertig meter breed en 2 tot 2,5 meter diep. Het grootste deel van het kanaal heeft een harde (steile) beschoeiing. Er zijn echter (naast de te onderzoeken NVO's) ook delen van het kanaal met meer natuurlijke oevers. Zo liggen er bijvoorbeeld in de bocht van het kanaal bij Oudkarspel enkele eilandjes (bij Het Waardje) en is er ter hoogte van Nieuwe Niedorp een verbreding in het kanaal met eveneens natuurlijke oevers (de Rijd). Daarnaast staat het kanaal in open verbinding met meerdere kleinere zijwateren (bijvoorbeeld de Boomervaat, Kromme Gouw en de Westerlangreis). Tussen 2007 en 2012 zijn in het noordelijk deel langs het kanaal op tien plaatsen moerasjes, grasland, plasbermen en natuurvriendelijke oevers aangelegd.



Figuur 1: het Omval-Kolhorn Kanaal (december 2016)

2.2 Onderzoekslocaties natuurvriendelijke oevers

Eind december 2016 is een veldbezoek gebracht waarbij de verschillende NVO's langs het Omval-Kolhorn kanaal in beeld zijn gebracht. Hierbij zijn drie typen NVO's onderscheiden op basis van eigenschappen met betrekking tot de verbinding met het kanaal (geheel open, via smalle doorgangen, via duikers of geïsoleerd), de diepte, het doorzicht, de oevervegetatie, ondergedoken waterplanten. Het belangrijkste verschil tussen de verschillende NVO's was de connectiviteit met het kanaal. Parameters als

diepte, vegetatiebedekking, bodem- en oevertype verschillenden niet heel sterk. Voor het onderzoek zijn op basis hiervan de volgende drie typen NVO's onderscheiden:

1. Open verbinding, over de hele lengte breed aangetakt aan kanaal
 - Dit gaat om oevers die langs de hele lengte van het kanaal zijn uitgegraven en feitelijk voor een verbreding van het kanaal zorgen (zie figuur 2A).
2. Open verbinding via 1 of 2 smalle doorgangen naar het kanaal
 - Dit gaat om oevers die middels smalle doorgang(en) van circa 8 meter breed in open verbinding staan met het kanaal. (zie figuur 2B).
3. Open verbinding, aangetakt via 2 duikers naar het kanaal
 - Dit gaat om oevers die middels 2 grote betonnen duikers in open verbinding staan met het kanaal (zie figuur 2C)



Figuur 2A t/m 2C: onderscheiden NVO-type: A) Over de hele lengte breed aangetakt aan het kanaal, B) open verbinding met kanaal via smalle doorgang van circa 8 meter breed (zie rode pijl, C) open verbinding via twee duikers.

Voor het onderzoek zijn van elk verbindingstype (breed aangetakt over hele lengte, aangetakt via smalle doorgang en aangetakt via duikers) twee NVO's geselecteerd (zie tabel 1).

Tabel 1: overzicht van de zes onderzochte NVO's.

Locatie	Type verbinding	Diepte	Max Lengte	Doorzicht	Bodem	Oevervegetatie
NVO1	Via 2 duikers	10 cm tot 60 cm	195m	troebel	zand/slib	geen
NVO2	Via 2 duikers	10 cm tot > 1m	430m	matig	zand/slib	5% lisdodde
NVO3	Breed aangetakt	10 cm tot > 1m	170m	goed	zand/slib	70% riet/lisdodde
NVO4	Smalle doorgang (1)	10 cm tot > 1m	40m	goed	zand/slib	100% riet
NVO5	Smalle doorgang (2)	10 cm tot > 1m	125m	goed	zand/slib	90% riet
NVO6	Breed aangetakt	10 cm tot > 1m	210m	goed	zand/slib/puin	70% riet

2.3 Onderzoekslocaties kanaal

2.3.1 Referentielocaties

Om de waarde van de NVO's, en hun bijdrage aan het watersysteem, te kunnen bepalen zijn ook visinventarisaties in het kanaal zelf uitgevoerd. In het kanaal zijn de volgende drie typen referentielocaties onderscheiden:

1. Locaties in kanaal ter hoogte van NVO
 - voor bepaling effect NVO op visstand in het kanaal in de directe omgeving van een NVO en het doen van een kwantitatieve inschatting van de bijdrage van niet natuurlijke kanaaloevers aan de vispopulatie
2. Locaties in beschoeid stuk kanaal op >1 km van NVO's af
 - voor bepaling effect NVO op visstand in het kanaal op grotere afstand van NVO en het doen van een kwantitatieve inschatting van de bijdrage van niet natuurlijke kanaaloevers aan de vispopulatie
3. Locaties in delen van het kanaal met relatief natuurlijke oevers
 - voor bepaling effect relatief natuurlijke kanaaloevers op visstand in het kanaal en het doen van een kwantitatieve inschatting van de bijdrage van relatief natuurlijke kanaaloevers aan de vispopulatie

Tabel 2: overzicht van de zes onderzochte trajecten in het kanaal.

Locatie	Type verbinding	Diepte	Max Lengte	Doorzicht	Bodem	Oevervegetatie
KAN1	Ter hoogte NVO	2 tot 2,5m	250m	gering	slib	5% riet
KAN2	> 1km afstand NVO	2 tot 2,5m	250m	matig	slib	10% riet
KAN3	> 1km afstand NVO	2 tot 2,5m	250m	goed	slib	5% riet
KAN4	Ter hoogte NVO	2 tot 2,5m	250m	goed	slib	5% riet
KAN6 *	Natuurlijke oever	10 tot 50cm*	250m	goed	zand/slib/puin	20% riet
KAN8 *	Natuurlijke oever	1m*	250m	goed	slib	100% lisdodde

* deze trajecten zijn enkel langs de oever bevist

2.3.2 Nulmeting door integratie bestaande trajecten periodieke KRW-bevissing

Het deel van het Omval-Kolhorn Kanaal tussen Oudkarspel en het Kolhornerdiep (13 kilometer) wordt periodiek bevist voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) als onderdeel van het Waterlichaam VKRN-boezem. In 2009 en 2016 zijn er visstandbemonsteringen uitgevoerd in het waterlichaam VKRN-boezem in het kader van de KRW (Rutjes & Koole, 2010; Rutjes, 2017). Binnen het deelwaterlichaam Omval-Kolhorn Kanaal zijn in 2009 en 2016 vier trajecten bevist met zegen en elektrovisserij volgens het handboek hydrobiologie (STOWA, 2014). Twee van de KRW-bemonsteringstrajecten liggen pal naast de aangelegde NVO's en zijn opgenomen als type 1 locatie (zie paragraaf 2.3.1). Twee van de KRW-bemonsteringstrajecten liggen op geruime afstand van de aangelegde NVO's en zijn opgenomen als type 2 locatie (zie paragraaf 2.3.1).

Hierdoor is het mogelijk de gegevens van de KRW-bevissingen uit 2009 en 2016 één op één te vergelijken met de resultaten uit 2017 en 2018. De situatie in 2009 kan daarbij gezien worden als de situatie voorafgaand aan de aanleg van de NVO's (nulmeting).

3 Gebruikte onderzoeksmethoden

Om een compleet beeld te krijgen van de visstand in het kanaal en de natuurvriendelijke oevers, alsmede informatie over leeftijdsopbouw en habitatgebruik (paaigebied, opgroeigebied en foerageergebied) is binnen dit onderzoek gekozen voor een combinatie van methoden. De volgende methoden zijn ingezet: grote zegen (50m lang, 4,5 hoog), kleine zegen (25m lang, 1,5m hoog), electrovisapparaat, eDNA-metabarcoding, onderwatercamera en zaklampvissen. In onderstaande paragrafen worden de verschillende methoden toegelicht.

3.1 Zegen- en electrovisserij

Voor het verzamelen van gegevens over de aanwezigheid van soorten, de aantallen en hun lengte (leeftijd) op de onderzoekslocaties is gebruik gemaakt van twee typen vistuigen. De zegen voor het bemonsteren van habitats met weinig tot geen structuur en het electrovisapparaat voor structuurrijke habitats met vegetatie, stenen of andere structuren.

3.1.1 Elektrisch visapparaat

Bij electrovissen wordt gebruik gemaakt van een elektrisch veld dat vissen verdoofd en dwingt naar de anode die zich in het schepnet bevindt toe te zwemmen. Vis die verdoofd is door elektriciteit komt binnen enkele minuten weer bij. Voor de electrovisbemonsteringen is gebruik gemaakt van een Bretschneider electrovisapparaat. In het kanaal is vanuit een boot gevist (zie figuur 3a) en in de NVO's wadend door het water.



Figuur 3a en 3b: bemonstering met elektrisch visapparaat (links) en met een kleine zegen(rechts)

3.1.2 Zegen

Een zegen is een net dat aan de onderzijde verzaamd (de onderreep) en aan de bovenzijde drijvers (de bovenreep) heeft zodat het de hele waterkolom afsluit. In het midden van de zegen bevindt zich een zogenaamde zak. De netdelen aan weersijden van de zak worden de vleugels genoemd. Als de zegen door het water wordt getrokken komen de vissen in deze zak terecht. Een zegen kan zowel vanaf de kant als vanuit een boot worden binnengehaald.

Grote zegen (50 m lang bij 4,5 m hoog)

In het kanaal is een grote zegen ingezet van 50 meter lang en 4,5 meter hoog met een gestrekte maaswijdte van 30 mm. Er zijn trajecten van 250 meter over de volle breedte van het kanaal (grootweg 30 meter) bevestigd. Daarbij is eerst een keurnet geplaatst waarna de zegen met 2 boten over 250 meter kanaal tot aan het keurnet is getrokken.

Kleine zegen (25 m lang bij 1,5 m hoog)

In de NVO's is gebruik gemaakt van een kleine zegen (25 m lang, 1,5 m hoog) met een maaswijdte van 10 mm in de vleugels en 5 mm in de zak. De zegen is wadend door twee personen evenwijdig aan de oever voortgetrokken (zie figuur 3b). Van iedere trek is de bevestigde breedte, lengte en diepte genoteerd alsmede de habitatvariabelen binnen het bevestigde traject (o.a. diepte, aanwezigheid van vegetatie, doorzicht etc.).

3.1.3 Monsterpuntselectie, ingezette methoden en bemonsteringsperiode

Per NVO zijn 2 tot 5 trajecten geselecteerd en bevestigd. De trajecten zijn zodanig gekozen dat de aanwezige biotooptypen op de onderzoekslocaties op een representatieve manier bemonsterd zijn. Bij de NVO's zijn binnen de locaties NVO2, NVO3, NVO4 en NVO5 zowel trajecten met kleine zegen als elektrisch langs de oever bevestigd. NVO1 is enkel bevestigd met de kleine zegen omdat hier geen structuur aanwezig was langs de oever waardoor electrovissen inefficiënt is. NVO6 is enkel elektrisch bevestigd langs de oever omdat het hier te diep was om wadend met de kleine zegen te vissen. In het kanaal zijn de locaties KAN1, KAN2, KAN3 en KAN4 met zowel de grote zegen als elektrisch langs één oever bevestigd. De locaties KAN6 en KAN8 zijn enkel elektrisch bemonsterd omdat het kanaal op deze locaties te breed is om met een zegen te bevissen. KAN8 is later toegevoegd als alternatief voor KAN5 omdat ter plaatse bleek dat op locatie KAN5 geen natuurlijke oever aanwezig was en deze locatie dus niet voldeed als natuurlijke referentie. Bijlagen 1 en 2 geven een overzicht van de bevestigde trajecten in respectievelijk de NVO's en het kanaal.

De bemonsteringen met zegen en elektrovisserij zijn zowel in 2017 als 2018 uitgevoerd in de maanden juni en september. In de maand juni hebben de meeste vissoorten zicht voortgeplant en is het nulpjarige visbroed goed te determineren. Door in de maand september nogmaals te bemonsteren ontstaat er inzicht in het opgroeisucces en de verplaatsing van de juvenielen naar andere habitattypen (bijvoorbeeld van NVO naar kanaal).

3.1.4 Standaardisatie bemonstering

De zegens en het electrovisapparaat zijn op een gestandaardiseerde wijze ingezet. Dit wil zeggen dat op ieder traject een vergelijkbaar oppervlak volgens een vaste systematiek bemonsterd is. Het daadwerkelijke beviste oppervlak is genoteerd zodat de vangsten per oppervlakte eenheid bepaald konden worden. Van de visvangst op een traject is soort, lengte en aantal genoteerd. Van iedere bemonstering zijn de gevangen aantallen en biomassa uitgedrukt in aantallen en biomassa per hectare (berekend middels lengte-gewicht tabellen). Deze berekeningen zijn gedaan volgens het handboek hydrobiologie van de STOWA. Hierbij is rekening gehouden met het bevist oppervlak en de efficiëntie van de ingezette methoden.

3.2 eDNA-metabarcoding

Environmental DNA (eDNA) is een methode gebaseerd op het feit dat organismen die in het water leven DNA achterlaten. Dit DNA kan verzameld worden middels watermonsters die in het lab geanalyseerd kunnen worden. De eerste toepassing van de eDNA methode in Nederland betrof soortspecifieke onderzoek naar de grote modderkruiper (Herder *et al.*, 2012). Onderzoek heeft aangetoond dat vrij in het water opgelost eDNA binnen 1 dag tot enkele weken afbreekt (Dejean *et al.*, 2012). Het aantonen van eDNA in een watermonster wijst daarmee dus op recente aanwezigheid van de doelsoort. Door de afbraaktijd wordt met eDNA wel een langere tijdsperiode “bemonsterd” dan met traditionele methode, naar schatting grofweg 48 uur (dus ook de vissen die ’s nachts op de locatie zijn geweest).

Sinds 2012 werkt RAVON i.s.m. SPYGEN, 13 waterschappen en de STOWA aan een toepassing van eDNA waarbij in één keer de hele soortenlijst voor vissen, inclusief verhoudingen tussen soorten in eDNA, in kaart wordt gebracht. Deze methode wordt eDNA-metabarcoding genoemd. Hierbij worden universele primers (Valentini *et al.*, 2016) gebruikt die al het vissen DNA in het monster middels PCR vermeerderen. Het vermeerderde DNA wordt vervolgens uitgelezen met behulp van Next Generation Sequencing waarmee een lijst van gevonden DNA-sequenties wordt verkregen. Deze sequenties worden vervolgens gematched in een door RAVON en SPYGEN aangelegde referentiedatabase (belangrijk voor correcte identificatie) om tot een soortenlijst te komen. Het eindproduct is een lijst met soorten en het aantal gevonden eDNA-sequenties per soort (verhoudingen tussen soorten).

Het resultaat van de eDNA-metabarcoding analyses is een soortenlijst met de verhoudingen in eDNA tussen soorten in het monster. Deze verhoudingen laten zich niet direct vertalen naar biomassa per soort maar geven wel een goede indicatie van de zeldzame, algemene en dominante soorten (en mogelijke verschuivingen daarin).

3.2.1 Monsterpunselectie en bemonsteringsperiode

In zowel juni als september 2017 zijn alle 6 NVO's en 6 trajecten in het kanaal bemonsterd middels eDNA-metabarcoding. In het kanaal zijn de trajecten KAN1, KAN2, KAN3, KAN4, KAN5 en KAN6 met eDNA bemonsterd. Per locatie is met eDNA een lang

traject bemonsterd gebruikmakend van een pomp en filter waarmee continu water gefilterd wordt. Hierbij zijn alle binnen een locatie liggende habitatelementen meegenomen in het monster (gemiddeld 15 liter water, afhankelijk van troebelheid). De monsters zijn telkens daags voorafgaand aan de electro- en zegenbevissingen uitgevoerd om zo de kans op besmetting met eDNA via netten, waadpakken of een effect van de bevissingen op de eDNA-concentraties uit te sluiten.

Standaardisatie bemonstering

De ingezette eDNA-methode is gestandaardiseerd en uitgebreid wetenschappelijk gevalideerd (Valentini *et al.*, 2016). Voor de bemonstering zijn op iedere locatie nieuwe steriele materialen ingezet (voorkomt besmetting). Er is gebruik gemaakt van speciaal voor eDNA ontwikkelde filters waarmee reeds aan de waterkant grote volumes water gefiltreerd kunnen worden. Na de bemonstering is er een conserveringsbuffer toegevoegd aan de filters om afbraak van eDNA te voorkomen. De analyses zijn uitgevoerd met de “teleo primers” die staan beschreven in Valentini *et al.*, 2016. Deze primers vermeerderen een kort DNA-fragment wat belangrijk is voor de trefkans (eDNA is namelijk gefragmenteerd, 95% van de fragmenten zijn korter dan 150bp (Deagle *et al.*, 2006). Per monster zijn 12 PCR replica's uitgevoerd. Onderzoek heeft uitgewezen dat dit aantal replica's nodig is voor het detecteren van zeldzame soorten (Ficetola *et al.*, 2010). De analyses zijn uitgevoerd in het lab van SPYGEN dat speciaal gebouwd is voor het werken met eDNA (gescheiden ruimtes met onder- en overdruk, UV-lampen etc.). Ook zijn in de analyses controles meegenomen op inhibitie van de extractie (checken of het extraheren van DNA goed is verlopen) en zijn er negatieve controles en positieve controles toegevoegd aan de analyses (check op besmettingen en check op verloop analyse) (zie Herder *et al.*, 2014).

3.3 Onderwatercamera

Het gebruik van een onderwatercamera is een steeds vaker toegepaste methode om het gedrag van vissen in hun natuurlijke omgeving vast te leggen. Door de camera's op strategische locaties te positioneren kan aanvullende informatie over het gebruik van de natuurvriendelijke oevers door vissen vastgelegd worden. RAVON beschikt over diverse systemen om onderwater opnames te maken.

In overleg met de opdrachtgevers is er voor gekozen om het onderwatercamerasysteem op te bouwen bij de duiker in NVO2. Het bleek niet mogelijk om stroom af te tappen van het stroomnet op deze locatie, daarom is er een constructie gebouwd met behulp van zonnepanelen. Het systeem is voor de plaatsing uitgebreid getest op de gevoeligheid. Het onderwatercamerasysteem is in week 22 (laatste week van mei) geplaatst.

Voorafgaand aan het project is er in december 2016 een bezoek gebracht aan de verschillende locaties. Het water in NVO2 was toen helder. Gedurende de opname periode van de camera bleek het water in NVO2 echter zeer troebel. Het doorzicht lag op minder dan 10 cm. Dit is waarschijnlijk een direct gevolg van de vissen en ganzen die in deze periode in de NVO foerageren en daarmee de bodem omwoelen. Helaas heeft dit geresulteerd in weinig detecties van vissen en in het geval van detectie slechts wazige beelden van met name de staarten van voorbij zwemmende vissen (heel dicht op de camera). Gedurende de zomer van 2017 is het camerasysteem herhaaldelijk bezocht om de camera schoon te maken, de beelden op te halen en te kijken of de omstandigheden

verbeterden. Dit was echter niet het geval. De camera leverde door het te lage doorzicht nauwelijks bruikbare informatie (doel was het volgen van foeragegedrag van vissoorten, in- en uittrek van juveniele vis in de NVO's etc.). Omdat het er niet naar uit zag dat de omstandigheden zouden wijzigen is in overleg met de Provincie besloten om het camerasysteem in 2018 niet opnieuw in te zetten en het budget te gebruiken voor een PR-filmpje over het project.



Figuur 4: opstelling onderwatercamera voor de duiker in NVO2

3.4 Zaklampvissen

Zaklampvissen is een door RAVON geïntroduceerde nieuwe methode waarbij vissen in het donker worden opgespoord met een zeer felle zaklamp. Veel vissen zijn 's nachts actief en verschuilen zich overdag voor predatoren (zoals reigers). In het donker verschijnen rivierdonderpadden en exotische grondels uit hun schuilplaatsen en foerageren grotere vissen in de ondiepe oeverzones. Door het gebruik van een sterke lamp in ondiep en relatief helder water is het mogelijk deze soorten waar te nemen en in veel gevallen ook betrouwbaar op naam te brengen. De methode wordt onder andere ingezet binnen het NEM Meetnet Zoetwatervissen voor de rivierdonderpad. Hiervoor heeft RAVON in 2015 een methodologisch onderzoek uitgevoerd naar het zaklamp vissen om te kijken naar de trefkans jaarrond (Struijk *et al.*, 2014a en 2014b). Het zaklampvissen leent zich, naast het in kaart brengen van rivierdonderpad, ook goed voor het in kaart brengen van kleine modderkruiper, grote modderkruiper, riviergrondel, paling en exotische grondels. Daarnaast zijn grotere exemplaren van vissoorten als karper, brasem, blankvoorn, ruisvoorn, snoek, baars en meerval ook goed waarneembaar.

Monsterpuntselectie en bemonsteringsinspanning

De bemonsteringen met zaklampvissen vormen een aanvulling op de overige bemonsteringen. De bemonsteringen middels zaklampvissen zijn als excursies aangeboden zodat ook leden van de RAVON werkgroep Vissen, Amfibieën & Reptielen Noord-Holland en andere geïnteresseerden deel konden nemen onder begeleiding van een professional van RAVON. Voor het zaklampvissen is helder water een must, op basis daarvan zijn NVO3, NVO4 en NVO5 gekozen voor de herhaalde bemonsteringen.

3.5 Habitatopnames

Naast gegevens over de visstand zijn ook van alle onderzoekslocaties habitatopnames gemaakt tijdens iedere bemonsteringsronde. Enerzijds om relaties te kunnen aanleggen met de aangetroffen vissoorten en anderzijds om adviezen te kunnen geven met betrekking tot beheer- en inrichtingsmaatregelen. Van ieder monsterpunt zijn de volgende parameters genoteerd:

- diepte;
- oeverprofiel (glooiend, afkalvend, stortsteen, houten beschoeiing, damwand);
- bodemsubstraat (bedekkingspercentage zand, klei, slib, grind, stenen);
- aanwezigheid van vegetatie (bedekkingspercentage oeverplanten, submergent, drijfvegetatie)
- doorzicht (sechi) m.b.v. secci-disk ø 20 cm;



Figuur 5: elektrovistraject 1 binnen NVO2 met pluk lisdodde, vrijwel de enige aanwezige oevervegetatie binnen deze NVO.

3.6 Samenvatting ruimtelijke en temporele inzet onderzoeksmethoden

De inzet van de hierboven beschreven onderzoeksmethoden wordt in de tijd (aantal rondes) en ruimte (aantal locaties) samengevat in tabel 3.

Tabel 3: totaal overzicht van de ingezette methoden per locatie in de tijd.

Locatie type	Locatie nummer / type	Traditionele bemonstering		eDNA-metabarcoding *		Zaklampvissen **	
		2017	2018	2017	2018	2017	2018
NVO - breed aangetakt	NVO3 en NVO6	2x	2x	2x	-	1x	1x
NVO - 2 duikers	NVO1 en NVO2	2x	2x	2x	-	-	-
NVO - 2 doorgangen	NVO4 en NVO5	2x	2x	2x	-	1x	1x
Kanaal naast NVO	KAN1 en KAN4	2x	2x	2x	-	-	-
Kanaal > 1km van NVO	KAN2 en KAN3	2x	2x	2x	-	-	-
Kanaal natuurvriendelijk	KAN6 en KAN8	2x	2x	2x	-	-	-

* bij de eDNA-metabarcoding bemonsteringen is KAN6 twee keer bemonsterd maar KAN8 niet (deze locatie is later ingevoegd), wel is er een andere locatie (KAN5) twee keer bemonsterd met eDNA.

** tijdens de eerste excursie bleek dat vanwege het doorzicht zaklampvissen niet mogelijk was in NVO1 en NVO2.

4 Gegevensanalyses

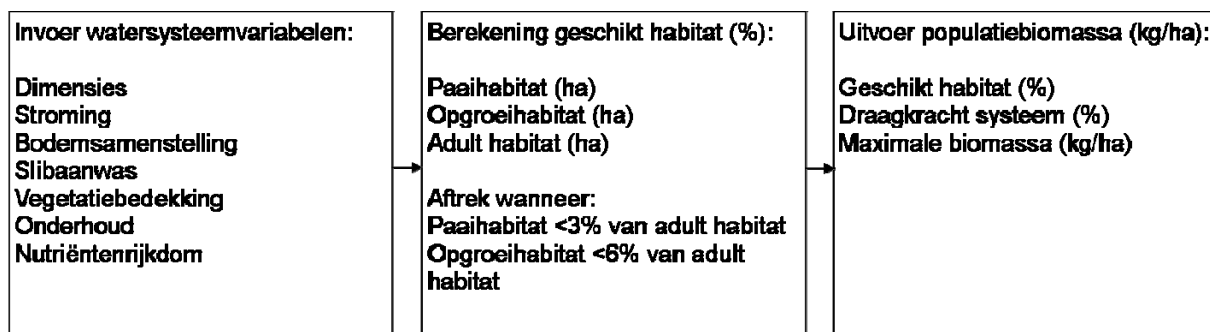
Alle waarnemingen van vissen en habitatvariabelen zijn ingevoerd in een databestand zodat de verschillende variabelen aan elkaar te koppelen zijn, zodat de analyses voor het beantwoorden van de verschillende onderzoeksvragen eenvoudig uitgevoerd kunnen worden.

4.1 Berekening KRW-scores

De KRW-scores zijn berekend volgens de protocollen uit het handboek hydrobiologie (STOWA, 2014). Eerst zijn de vangstgegevens omgerekend naar kilo's en aantallen per soort per hectare voor de verschillende beviste trajecten. Hierbij is gecorrigeerd voor de vangstefficiëntie van het gehanteerde vangtuig. Vervolgens zijn de trajecten gewogen gemiddeld (aan de hand van hun oppervlakte) naar een gemiddeld aantal kilo en individuen per soort per hectare. Ook zijn de lengteklassen voor snoekbaars (als maat voor de druk van de beroepsvisserij) uitgerekend. Deze bestanden zijn ingevoerd in het programma QBWat (Pot, 2018). QBWat geeft vervolgens als output de EKR-scores voor de verschillende deelmaatlatten. Voor de vergelijking met 2009 en 2016 zijn de gegevens en KRW-scores gebruikt die verzameld zijn door ATKB tijdens periodieke monitoring voor de KRW (Rutjes & Koole, 2010; Rutjes, 2017).

4.2 Berekening scenario's met verschillend oppervlak aan NVO's

Voor het inschatten van de meerwaarde van een groter oppervlakte aan NVO's voor de visstand is gebruik gemaakt van een vissentool (Schiphouwer & Kranenbarg, 2013). Deze tool berekent op basis van de eigenschappen van een watersysteem de habitatgeschiktheid voor 35 vissoorten (Schiphouwer, 2011). Met de berekende habitatgeschiktheid voor drie levensstadia en de theoretische draagkracht van het systeem (op basis van de fosfaatconcentratie en maximale soortbiomassa's) wordt een inschatting gemaakt van de visstandsamenstelling. In figuur 6 zijn de belangrijkste factoren van de tool weergegeven.



Figuur 6: De belangrijkste factoren van de 'vissentool' waarmee voor 35 vissoorten een populatiebiomassa wordt berekend (voor details en achtergronden zie Schiphouwer, 2011).

Als input in de tool is het watersysteem van het Omval-Kolhorn kanaal, inclusief aangetakte zijwateren tot 1 kilometer afstand van het kanaal in kaart gebracht. Hierbinnen is onderscheid gemaakt tussen het beschoeide deel van het kanaal, het kanaal met relatief natuurlijke oevers, de NVO's en de aangetakte zijwateren tot 1 km afstand van het kanaal.

Middels de tool zijn de volgende scenario's berekend voor de visstand in het beschoeide deel van het kanaal (dit is namelijk het deel waarvoor de NVO's een meerwaarde hebben):

- Zonder NVO's
- Huidig areaal aan NVO's
- Twee keer zoveel oppervlak aan NVO's
- Vier keer zoveel oppervlak aan NVO's

Zo kan gekeken worden wat de aanleg van (meer) NVO's bijdraagt aan de visstand in het beschoeide deel van het kanaal middels het bieden van paai- en opgroeihabitat voor vissen. De verwachte effecten zijn gegeven in 3 klassen:

- Sterke afname (afname van meer dan 50% of in biomassa/ha t.o.v. huidige situatie)
- Matig afname (afname tussen 15% en 50% in biomassa/ha t.o.v. huidige situatie)
- Nauwelijks verandering (geen verschil of minimale verwaarloosbare verschillen t.o.v. huidige situatie)
- Matige toename (toename tussen 15% en 50% in biomassa/ha t.o.v. huidige situatie)
- Sterke toename (toename van meer dan 50% in biomassa/ha t.o.v. huidige situatie)



Figuur 7: natuurvriendelijke oever in het Omval-Kolhorn Kanaal (NVO6)

5 Resultaten

5.1 Aangetroffen vissoorten en aantallen

Tabel 4 geeft een overzicht van de aangetroffen vissoorten en hun aantallen in de onderzochte NVO-typen en kanaaldelen. In het totaal zijn er 22 vissoorten aangetroffen: negen eurytope-, acht limnofiele- en zes rheofiele soorten. In de NVO's werden drie soorten (giebel, vetje en winde) aangetroffen die niet in het kanaal zijn aangetroffen. Hiernaast is in het kanaal nog één volwassen roofblei gevangen, een soort die niet in de NVO's is aangetroffen.

Eurytope soorten komen het meest algemeen voor in zowel het kanaal als de NVO's. In het kanaal gaat het om baars, blankvoorn, brasem, kolblei, pos en snoekbaars. Van deze soorten zijn met name baars en blankvoorn ook algemeen in de NVO's.

De **limnofiele soorten** komen beduidend meer voor in de NVO's. Het gaat hierbij vooral om bittervoorn, kleine modderkruiper, ruisvoorn, snoek, tiendoornige stekelbaars en zeelt. Van deze soorten zijn snoek en ruisvoorn ook relatief veel in het kanaal aangetroffen.

Rheofiele soorten zijn relatief weinig aangetroffen. Alver is op één plaats in het kanaal aangetroffen. Rivierdonderpad en riviergrondel komen met name in de NVO's in lage dichtheden voor.

In de NVO's komen gemiddeld ook meer **Habitatrichtlijnsoorten** (3) voor dan in de kanaaltypen (1 of 2). Het aantal Rode Lijst soorten is gelijk tussen het kanaal en de NVO's (2 of 3).



Natuurvriendelijke oever in het Omval-Kolhorn Kanaal vanuit de lucht (NVO3).

Tabel 4: aangetroffen soorten, aantal individuen en aantal soorten. Gegeven zijn per soort het totaal aantal gevangen individuen voor in het kanaal, de NVO's en de onderscheiden sub-typen. In de laatste twee kolommen staat het percentage eDNA sequenties van het totaal voor het kanaal en de NVO's. Onder in de tabel worden de aantallen aangetroffen soorten. #) Habitatrichtlijn, ^) Rode Lijst, *) De trajecten van Kanaal natuurlijk zijn enkel elektrisch bevestigd

	Kanaal > 1km NVO	Kanaal naast NVO	Kanaal natuurlijk *	NVO breed aangetakt	NVO duiker	NVO smalle doorgang	eDNA kanaal	eDNA NVO
Individuen								
<i>Eurytoop</i>								
Baars	283	355	211	755	1176	1637	36	28
Blankvoorn	737	733	9	75	506	169	14,9	12,1
Brasem	3737	4114		10	271	27	30,8	36,1
Driedoornige stekelbaars	3	1		3	6	18	>0,1	0,1
Karper	2	1			15	5	0,4	3,3
Kolblei	424	599			87	2	7,2	8,5
Paling ^	6	2	4	1	1	8	0,2	0,1
Pos	459	185	3	7	168	112	1,8	0,9
Snoekbaars	185	116		1	97	31	3,3	1,6
<i>Limnofiel</i>								
Bittervoorn #	1		1	21	1	4		0,2
Giebel				1	4	1	>0,1	0,9
Kleine modderkruiper #		1		10	13	46	0,2	0,4
Ruisvoorn	24	23	38	22	25	39	0,7	3,5
Snoek	19	21	3	17	3	16	2,3	2,3
Tienddoornige stekelbaars		1		1	4	8		>0,1
Vetje				1				>0,1
Zeelt	4	2	2	2	3	6	0,5	0,9
<i>Rheofiel (partieel)</i>								
Alver ^	7	45			1		0,4	0,3
Rivierdonderpad #^	5		4	4	2	4	1,1	0,6
Riviergrondel				13		4		0,1
Roofblei		1					>0,1	
Spiering							0,2	>0,1
Winde					1	1		0,1
Aantal soorten								
<i>Eurytoop</i>	9	9	4	7	9	9	9	9
<i>Limnofiel</i>	4	5	4	8	7	7	5	8
<i>Rheofiel (partieel)</i>	2	2	1	2	3	3	5	5
<i>Rode Lijst</i>	3	2	2	2	3	2	3	3
<i>Habitatrichtlijn</i>	2	1	2	3	3	3	2	3
Totaal aantal soorten	15	16	9	17	19	19	19	22

5.2 Dichtheden per ecologisch gilde

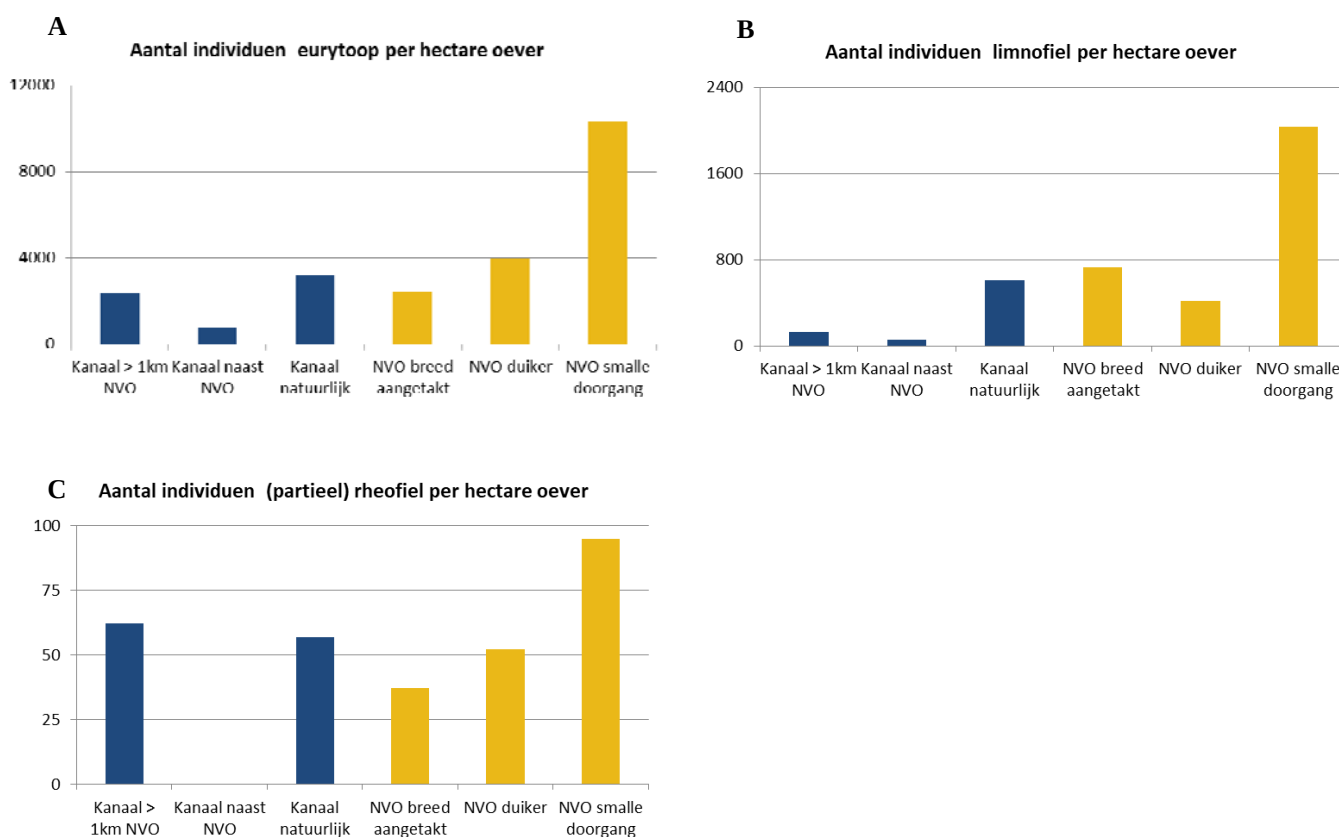
Figuur 8 geeft een overzicht van de aangetroffen visdichtheden per ecologisch gilde in de onderscheiden NVO- en kanaaltypen. Hiervoor zijn alleen de elektrovisgegevens gebruikt van de oevertrajecten (gemiddelden van de 4 bemonsteringen) en zijn de vangstgegevens gecorrigeerd voor het rendement en bevist oppervlak. De zegentrajecten zijn niet meegenomen in deze analyse omdat in het kanaal met een ander type zegen (grotere maaswijdte) is gevist dan in de NVO's, waardoor de kleinere lengteklassen in het kanaal minder effectief bemonsterd zijn.

Voor de **eurytope soorten** zijn de geaggregeerde dichtheden in de onderzochte NVO's significant hoger dan in het beschoeide deel van het kanaal ($\beta = 1,71$, $DF = 7$, $p < 0,05$). Er was geen verschil tussen de NVO's en het de kanaal-type natuurlijk, deze functioneren vergelijkbaar. De dichtheden aan eurytope soorten lagen in het type NVO met smalle doorgang een factor drie hoger dan in de andere NVO-typen (figuur 8a). Dit verschil was echter niet significant door de hoge variatie tussen de vangsten in de verschillende bemonsteringsronden. Tussen de kanaal-typen waren er geen significante verschillen

De **limnofiele soorten** komen in duidelijk hogere geaggregeerde dichtheden voor in de NVO-oevers dan in de beschoeide kanaaloevers ($\beta = 2,26$, $DF = 7$, $p < 0,01$). De dichtheden limnofielen in het natuurlijke deel van het kanaal zijn vergelijkbaar met de dichtheden in de NVO's en significant hoger dan in de kanaaltypen met beschoeide oevers (resp. $\beta = 1,95-2,26$, $DF = 8$, $p < 0,01$). De dichtheden van limnofielen in de NVO-typen met smalle doorgang en breed aangetakt waren significant hoger dan in het NVO-type met duiker en dan in de beschoeide kanaal-typen (figuur 8b, resp. $\beta = 1,91-2,57$, $DF = 4$, $p < 0,01$).

In vergelijking tot de dichtheden van eurytope soorten zijn de dichtheden van limnofiele soorten echter tussen en binnen zowel de NVO's als het kanaal significant lager (resp. $\beta = -2,50 - -1,78$, $DF = 23$, $p < 0,01$). De dichtheden **van rheofiele soorten** zijn, zoals voor een kanaal verwacht mag worden, erg laag. Er waren geen significante verschillen in dichtheden rheofielen tussen het de kanaaltypen en de NVO-typen (figuur 8c).

Figuur 8 geeft het gemiddelde aantal individuen per hectare (oevertrajecten, gebaseerd op 4 bemonsteringsronden) voor de eurytopen (8a), voor de limnofielen (8b) en voor de (partieel) rheofielen (8c).



5.3 Functies NVO-typen voor vissen

De tabellen 6a t/m 6c geven voor de drie onderscheiden NVO-typen de functies die ze bieden voor de verschillende vissoorten op basis van zowel de visbemonsteringsgegevens als de habitatopnamen.

NVO-type breed aangetakt (Tabel 6a)

Voor **eurytope soorten** als baars, blankvoorn en brasem functioneert deze oever vooral als paai- en opgroeigebied en deels ook als foerageergebied voor subadulte en adulte dieren. Pos werd overdag niet aangetroffen, maar uit zaklamponderzoek bleek deze soort 's nachts volop te foerageren. Dit wijst erop dat deze soort de NVO's 's nachts intrekt om te foerageren. **Limnofiele soorten** die vooral een levensfunctie in deze NVO vinden zijn bittervoorn, kleine modderkruiper, ruisvoorn en snoek. Van de andere aangetroffen limnofiele soorten was de dichtheid laag en vervult de NVO mogelijk een rol als stapsteen. Voor de **rheofiele soorten** heeft deze NVO een beperkte functie voor rivierdonderpad (met name stortsteen langs de rand) en riviergrondel welke beiden in lagere dichtheden werden aangetroffen.

NVO-type met duikers (Tabel 6b)

Voor **eurytope soorten** als baars, blankvoorn en brasem functioneert deze oever vooral als paai- en opgroeigebied en deels ook als foerageergebied voor subadulte en adulte dieren. Ook karper plant zich in deze oever voort. Voor **limnofiele soorten** functioneert dit oevertype slecht doordat er zeer dit type oever zeer weinig waterplanten aanwezig waren. De meest aangetroffen limnofielen waren kleine modderkruiper (die ook op kale bodems voorkomt) en ruisvoorns (die gevangen werden in de enige pluk met lisdodde in één van de NVO's). Voor de **rheofiele soorten** heeft deze NVO een beperkte functie, alver, rivierdonderpad en juveniele winde komen er in lage dichtheden voor.

NVO-type met smalle doorgangen (Tabel 6c)

Van de **eurytope soorten** maken vooral baars en blankvoorn gebruik van dit type oever als paai- en opgroeigebied en deels ook als foerageergebied voor subadulte en adulte dieren. Voor andere eurytope soorten zoals brasem en kolblei geldt dat in mindere mate. Van de snoekbaars werden opvallend veel 0+ aangetroffen. De NVO functioneert daarmee als opgroeigebied voor jonge snoekbaars maar de paai zal waarschijnlijk in het kanaal nabij deze NVO hebben plaatsgevonden. Voor **limnofiele soorten** functioneert dit type NVO uitstekend doordat vrijwel over de gehele oeverlengte oevervegetatie aanwezig is. Ruisvoorn, snoek en kleine modderkruipers werden in relatief hoge dichtheden aangetroffen. Andere limnofiele soorten als bittervoorn, tiendoornige stekelbaars en zeelt zijn in lage dichtheden aanwezig. Voor de **rheofiele soorten** heeft deze NVO een beperkte functie voor rivierdonderpad, riviergrondel en juveniele winde welke in lagere dichtheden werden aangetroffen.



Tabel 6a : functies voor vissen van het NVO-type dat breed is aangetakt aan het kanaal. Als functies worden onderscheiden: paaigebied (aantreffen 0+ vis), opgroeigebied (aantreffen subadulten) en foerageergebied (aantreffen adulten). De tabellen geven een overzicht op basis van de vangsten (zie aanwezigheid) en tegelijk ook op basis van expert judgement middels een inschatting op basis van habitatbeoordeling (zie achtergrondkleuren).

NVO - breed aangetakt	Paai- en opgroeigebied 0+	Leefgebied Subadult (1+)	Leefgebied adult	
<i>Eurytoop</i>				Aanwezigheid
Baars	++	++	+	- niet aangetroffen
Blankvoorn	++	+	+	+/- zeer weinig aangetroffen
Brasem*	+?	+	+	+ aangetroffen
Driedoornige stekelbaars	+	n.v.t.	+/-	++ veel aangetroffen
Karper	-	-	-	n.v.t. geen 0+ of subadultklasse
Kolblei*	?	-	-	
Paling	n.v.t.	+/-	+/-	
Pos	+	-	++	
Snoekbaars	+/-	-	-	
				Inschatting op basis habitatbeoordeling
				 Zeer geschikt
				 Geschikt
				 Weinig geschikt
<i>Limnofiel</i>				
Bittervoorn	+	+	+/-	
Giebel	-	-	+/-	
Kleine modderkruiper	-	+	+	
Ruisvoorn	+	+/-	+	
Snoek	-	+	+	
Tiendornige stekelbaars	+/-	n.v.t.	-	
Vetje	+/-	n.v.t.	-	
Zeelt	-	-	+/-	
<i>Rheofiel (partieel)</i>				
Alver	-	-	-	
Rivierdonderpad	+	n.v.t.	+/-	
Riviergrondel	+/-	+	+/-	
Winde	-	-	-	

Tabel 6b : functies voor vissen van het NVO-type dat via duikers verbonden is met het kanaal. Als functies worden onderscheiden: paaigebied (aantreffen 0+ vis), opgroeigebied (aantreffen subadulten) en foerageergebied (aantreffen adulten). De tabellen geven een overzicht op basis van de vangsten (zie aanwezigheid) en tegelijk ook op basis van expert judgement middels een inschatting op basis van habitatbeoordeling (zie achtergrondkleuren).

NVO - duiker	Paaigebied 0+	Opgroeigebied subadult	Foerageergebied adult	Aanwezigheid
<i>Eurytoop</i>				
Baars	++	++	+/-	- niet aangetroffen
Blankvoorn	+	++	++	+/- zeer weinig aangetroffen
Brasem*	++	++	+	+ aangetroffen
Driedoornige stekelbaars	+	n.v.t.	-	++ veel aangetroffen
Karper	+	+	-	n.v.t. geen 0+ of subadultklasse
Kolblei*	?	++	++	
Paling	n.v.t.	-	+	
Pos	++	+/-	++	
Snoekbaars	++	+/-	-	
<i>Limnofiel</i>				
Bittervoorn	-	-	+/-	
Giebel	-	-	+/-	
Kleine modderkruiper	-	+/-	+	
Ruisvoorn	+	+	+	
Snoek	+/-	-	+/-	
Tiendornige stekelbaars	+/-	n.v.t.	+/-	
Vetje	-	n.v.t.	-	
Zeelt	+/-	+/-	-	
<i>Rheofiel (partieel)</i>				
Alver	-	-	+/-	
Rivierdonderpad	+/-	n.v.t.	+/-	
Riviergrondel	-	-	-	
Winde	-	+/-	-	

Inschatting op basis habitatbeoordeling

	Zeer geschikt
	Geschikt
	Weinig geschikt

* Bij paaigebied 0+ van brasem en kolblei wordt voor deze soorten een vraagteken gegeven de jonge exemplaren niet van elkaar te onderscheiden zijn en het niet duidelijk is welke van de twee soorten aanwezig is.

Tabel 6c : functies voor vissen van het NVO-type dat via een smalle doorgang verbonden is met het kanaal. Als functies worden onderscheiden: paaigebied (aantreffen 0+ vis), opgroeigebied (aantreffen subadulten) en foerageergebied (aantreffen adulten). De tabellen geven een overzicht op basis van de vangsten (zie aanwezigheid) en tegelijk ook op basis van expert judgement middels een inschatting op basis van habitatbeoordeling (zie achtergrondkleuren).

NVO - Smalle doorgang	Paaigebied 0+	Opgroeigebied subadult	Foerageergebied adult	
<i>Eurytoop</i>				Aanwezigheid
Baars	++	++	-	- niet aangetroffen
Blankvoorn	++	++	++	+/- zeer weinig aangetroffen
Brasem*	+?	+	+/-	+ aangetroffen
Driedoornige stekelbaars	+	n.v.t.	+	++ veel aangetroffen
Karper	+/-	-	+/-	n.v.t. geen 0+ of subadultklasse
Kolblei*	?	+/-	-	
Paling	n.v.t.	+/-	+	
Pos	++	+	+	
Snoekbaars	++	-	-	
<i>Limnofiel</i>				Inschatting op basis habitatbeoordeling
Bittervoorn	-	+/-	-	 Zeer geschikt
Giebel	-	-	+/-	 Geschikt
Kleine modderkruiper	+/-	+	++	 Weinig geschikt
Ruisvoorn	++	+	+/-	
Snoek	+/-	+	+	
Tiendooornige stekelbaars	+	n.v.t.	+/-	
Vetje	-	n.v.t.	-	
Zeelt	+/-	+/-	-	
<i>Rheofiel (partieel)</i>				
Alver	-	-	-	
Rivierdonderpad	+/-	n.v.t.	+/-	
Riviergrondel	+/-	-	+/-	
Winde	-	+/-	-	

* Bij paaigebied 0+ van brasem en kolblei wordt voor deze soorten een vraagteken gegeven de jonge exemplaren niet van elkaar te onderscheiden zijn en het niet duidelijk is welke van de twee soorten aanwezig is.

5.4 KRW-score vis

Tabel 7 geeft een overzicht van de KRW-scores in het deelwaterlichaam Omval-Kolhorn Kanaal voor de jaren waar vanaf 2009 visgegevens verzameld zijn. Sinds 2009 lijkt de ecologische toestand aanzienlijk verbeterd te zijn van matig tot goed/zeer goed. Dit komt met name doordat het aandeel brasem/karper in de totale biomassa is afgenomen.

Tabel 7: KRW-scores voor het deelwaterlichaam Omval-Kolhorn Kanaal op basis van de bevissingen door ATKB (2009 en 2016), de vier onderzoeksronden van dit project en op basis van de eDNA (2017, soorten + aandelen in eDNA sequenties gebruikt) bemonstering. Gegeven zijn de scores voor de verschillende deelmaatlaten, de totale KRW-score (optellen scores deelmaatlaten) en de daarbij horende beoordeling. #) aantal soorten, %) biomassa-aandeel?

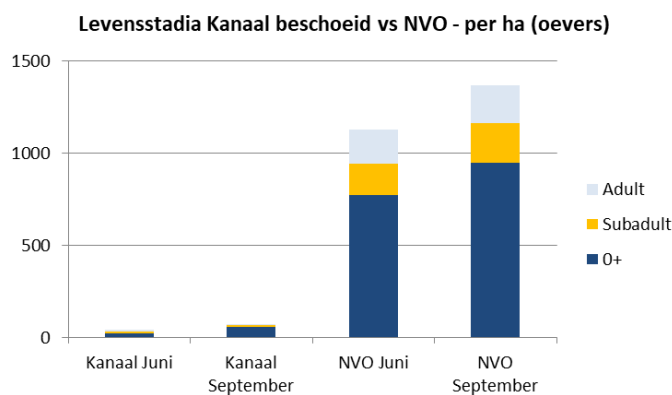
	2009	2016	Sept '17	Sept '18	eDNA
Deelmaatlaten					
# Plantminnend en migrerend	0,20	0,33	0,33	0,20	0,33
% brasem/karper	0,08	0,23	0,17	0,33	0,33
% Plantminnende soorten	0,14	0,10	0,15	0,32	0,14
KRW-score	0,42	0,67	0,65	0,85	0,81
Beoordeling	Matig	Goed	Goed	Zeer goed	Zeer goed

5.5 Aanwezigheid levensstadia NVO's versus kanaal

Figuur 9 geeft een overzicht van de dichtheden aan broed (0+ juvenielen), subadulte en adulte vissen voor het kanaal versus de NVO's in de maanden juni en september. Hiervoor zijn alleen de elektrovisgegevens gebruikt van de oevertrajecten (gemiddelden van de 2 bemonsteringen (2017 en 2018) en zijn de vangstgegevens gecorrigeerd voor het rendement en bevist oppervlak. De zegentrajecten zijn niet meegenomen in deze analyse omdat in het kanaal met een ander type zegen (grotere maaswijdte) is gevist dan in de NVO's, waardoor de kleinere lengteklassen in het kanaal minder effectief bemonsterd zijn.

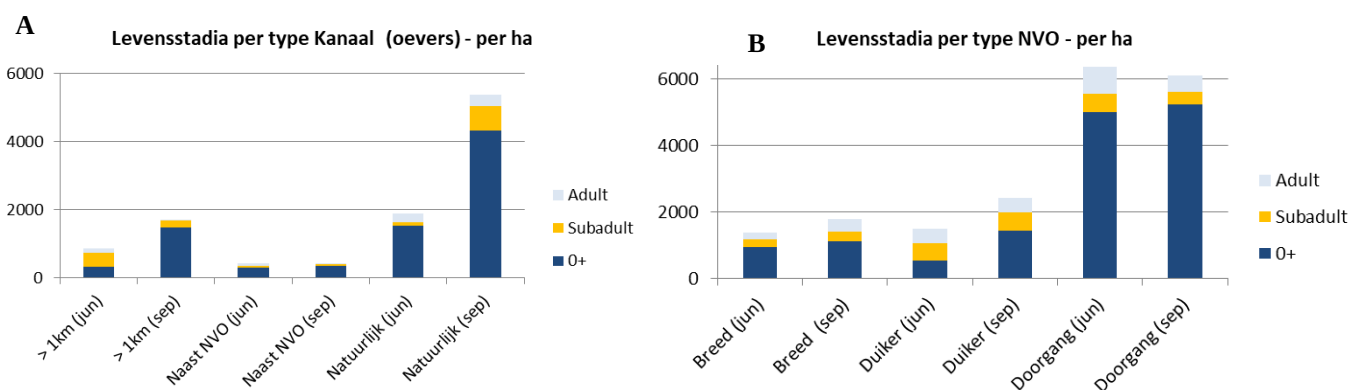
De dichtheden **0+ (visbroed)** in de NVO's is significant hoger dan in het kanaal ($\beta=1,77$, $DF=15$, $p<0,01$). Dit maakt het belang van de NVO's als kraamkamer voor vissen duidelijk. De dichtheden **subadulten** en **adulten** waren eveneens significant hoger in de NVO's dan in de kanalen (resp. $\beta=1,39$, $DF=18$, $p<0,01$; $\beta=1,80$, $DF=17$, $p<0,001$).

Figuur 9 : gemiddeld aantal adulten, subadulten en 0+ (broed) per hectare in de oevers voor het beschoeide deel van het kanaal (type 'Kanaal natuurlijk' niet opgenomen) en voor de NVO's samen. Gegeven zijn de gemiddelden voor juni en september, gebaseerd op de bemonsteringsjaren 2017 en 2018.



Figuur 10 geeft een overzicht van de dichtheden aan broed (0+ juvenielen), subadulte en adulte vissen voor het kanaal versus de NVO's in de maanden juni en september voor de onderscheiden NVO- en kanaaltypen. In de NVO's is de dichtheid aan broed (0+ juvenielen) in het type met smalle doorgang significant hoger dan bij de NVO's met de duikers en het breed aangetakte type (resp. $\beta = 1,40 - 1,42$, $DF = 6$, $p < 0,01$). Bij de kanaaltypen blijkt de dichtheid aan broed (0+) significant hoger in de natuurlijk kanaaloevers in vergelijking tot de beschoeide kanaaloevers.

Figuur 10 : gemiddeld aantal adulten, subadulten en 0+ per hectare in de oevers voor de onderscheiden kanaal- (7a) en NVO-typen (7b). Gegeven zijn de gemiddelden voor juni en september, gebaseerd op de bemonsteringsjaren 2017 en 2018.



5.6 Uitkomst scenario's aanleg NVO's

Tabel 8 geeft een overzicht van de uitkomsten van de vissentool voor de visstand in het beschoeide deel van het kanaal voor de scenario's:

- geen NVO's;
- tweemaal zoveel NVO's als huidig;
- viermaal zoveel NVO's als huidig.

Hierbij is de toe- en/of afname van de soorten in het beschoeide deel van het kanaal ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. Voor veel soorten zijn de effecten op het visbestand in het beschoeide deel van het kanaal gering. Voor enkele eurytope soorten draagt de aanleg van meer NVO's bij aan een hogere biomassa/ha. Ook voor de limnofiele snoek draagt de aanleg van meer NVO's bij aan een hogere biomassa/ha in het beschoeide deel van het kanaal. Zowel het bestand van eurytope als limnofiele soorten zal profiteren van de aanleg van meer NVO's. Van de eurytope soorten zullen met name brasem en blankvoorn profiteren en van de limnofielen snoek, ruisvoorn en zeelt.

Tabel 8: Resultaten modelering effecten van scenario's met verschillend oppervlak aan NVO's op het visbestand in het beschoeide deel van het kanaal Gegeven zijn per soort de volgens het model berekende toename of afname van de soort voor de volgende scenario's: geen NVO's, twee keer zoveel NVO's en vier keer zoveel NVO's.

	Geen NVO	2xNVO	4xNVO	
Alver	+/-	+/-	+/-	-- sterke afname
Baars	+/-	+/-	+/-	- matige afname
Bittervoorn	+/-	+/-	+/-	+/- Nauwelijks verandering
Blankvoorn	--	+	++	+ Matige toename
Brasem	-	+	++	++ Sterke toename
Driedoornige stekelbaars	+/-	+/-	+/-	
Giebel	+/-	+/-	+/-	
Karper	-	+	+	
Kleine modderkruiper	+/-	+/-	+/-	
Kolblei	-	+	+	
Paling	+/-	+/-	+/-	
Pos	+/-	+/-	+/-	
Rivierdonderpad	+/-	+/-	+/-	
Riviergrondel	+/-	+/-	+/-	
Ruisvoorn	+/-	+/-	+/-	
Snoek	--	+	++	
Snoekbaars	+/-	+/-	+/-	
Tienddoornige stekelbaars	+/-	+/-	+/-	
Vetje	+/-	+/-	+/-	
Winde	+/-	+/-	+/-	
Zeelt	+/-	+/-	+/-	

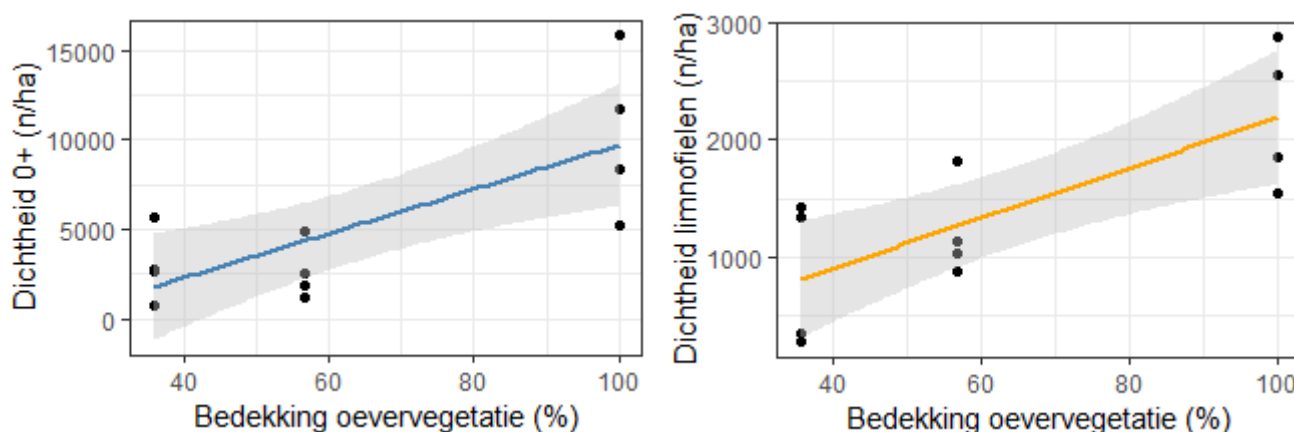
5.7 Inrichtingselementen en vis

Tijdens de visbemonsteringen zijn er tevens een habitatopnames gemaakt. In de praktijk bleek er tussen de verschillende NVO-typen weinig verschil tussen de variabelen oeverprofiel, bodemsubstraat, doorzicht en bedekking met drijvende planten. De aanwezigheid van vegetatie en diepte verschilden wel sterk tussen de NVO-typen. Voor de NVO-typen is daarom gekeken naar de relatie tussen enerzijds de bedekkingspercentages van verschillende soorten vegetatie (oever- en ondergedoken vegetatie) en de diepte en anderzijds de dichtheid aan o+ (kraamkamerfunctie), eurytopen, limnofielen en rheofielen.

De bedekking van oever- en ondergedoken vegetatie was sterk aan elkaar gecorreleerd ($r^2 = 0,95$, $p < 0,001$). Dit betekent dat het gering aantal trajecten met een hoge bedekking aan oevervegetatie, tevens een hoge bedekking aan ondergedoken vegetatie bevatte. Hierdoor is het lastig om uitspraken te doen over het effect van de twee vegetatietypen afzonderlijk van elkaar.

Bij een hogere bedekking aan **oevervegetatie** (emergente vegetatie) (hoofdzakelijk riet en lisdodde) zijn er significant hogere dichtheden aan limnofielen aangetroffen ($\beta = 16,82$, $DF = 4$, $p < 0,05$). Voor eurytopen, rheofielen en de totale dichtheid aan vissen was er geen significante relatie. Kijkend naar individuele soorten kwam naar voren dat er significant meer snoek werd aangetroffen bij een hogere bedekking oevervegetatie ($\beta = 3,58$, $DF = 4$, $p < 0,01$). Voor andere soorten was er geen significante relatie. De totale dichtheid aan vissen bleek niet significant gecorreleerd met bedekking van oevervegetatie. Wel kwamen bij hogere bedekking aan oevervegetatie significant hogere dichtheden o+ (broed) voor ($\beta = 84$, $DF = 10$, $p < 0,05$).

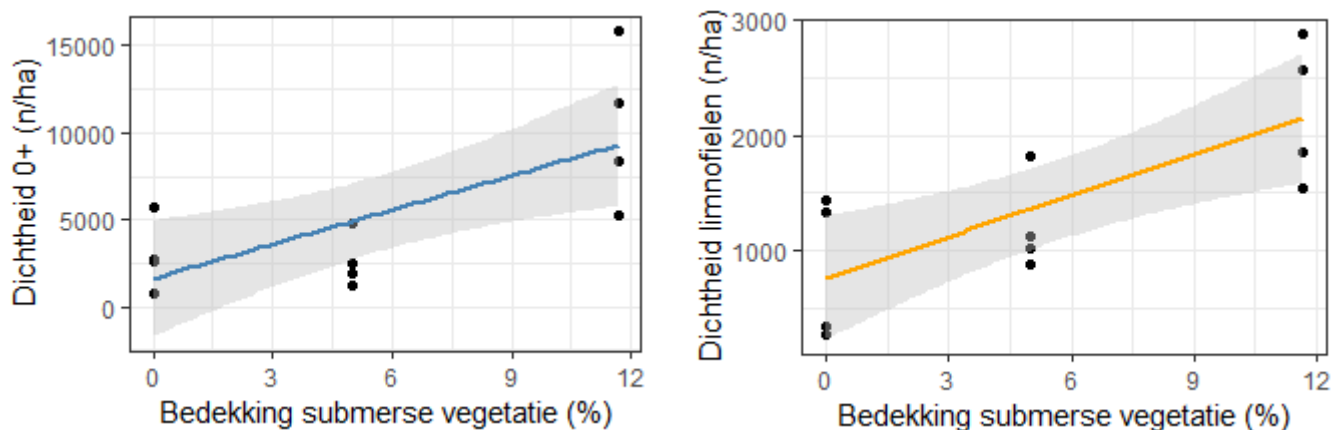
figuur 11: correlaties tussen het percentage bedekking met oevervegetatie en de gemiddelde dichtheid aan o+ (broed) en limnofielen.



Bij een hogere bedekking aan **ondergedoken vegetatie** (submerse vegetatie) worden significant hogere dichtheden aan limnofielen aangetroffen ($\beta = 118,43$, $DF = 10$, $p < 0,01$). Voor eurytopen, rheofielen en de totale dichtheid aan vissen was er geen significante relatie. Kijkend naar individuele soorten kwam naar voren dat er significant meer snoek werd aangetroffen bij een hogere bedekking ondergedoken vegetatie ($\beta = 23,8$, $DF = 4$, $p < 0,05$). Voor andere soorten was er geen significante relatie. De totale dichtheid aan vissen bleek niet significant gecorreleerd met bedekking van ondergedoken vegetatie. Wel kwamen bij hogere bedekking aan ondergedoken vegetatie significant hogere dichtheden o+ (broed) voor ($\beta = 685$, $DF = 10$, $p < 0,01$).

Diepte: er zijn geen significante relaties gevonden tussen diepte en de dichtheid aan o+, eurytopen, limnofielen en rheofielen.

figuur 12: correlaties tussen het percentage bedekking met ondergedoken vegetatie en de gemiddelde dichtheid aan o+ (broed) en limnofielen.



6 Conclusies, discussie en aanbevelingen

6.1 Visfauna in de natuurvriendelijke oevers

Deelvraag 1: welke visfauna (soorten, aantallen en leeftijdsklassen) is aanwezig in de natuurvriendelijke oevers? (Als referentie worden ook de resultaten uit het kanaal hieronder besproken).

Soortdiversiteit

- Zowel de NVO's (22 soorten) als het kanaal (20 soorten) zijn relatief rijk aan vissoorten verdeeld over de verschillende ecologische gilden eurytoop (9 soorten), limnofiel (8 soorten) en rheofiel (6 soorten)(tabel 4).
- **Eurytope soorten** komen zowel de NVO's als het kanaal het meest voor. Baars en blankvoorn zijn algemeen in de NVO's. In het kanaal komen hiernaast ook brasem, kolblei, pos en snoekbaars relatief veel voor.
- **Limnofielen** komen beduidend meer voor in de NVO's (figuur 8b), waarbij bittervoorn, kleine modderkruiper, tiendoornige stekelbaars, zeelt, ruisvoorn en snoek het meest zijn aangetroffen. De laatste twee soorten werden ook regelmatig in lage aantallen in het kanaal aangetroffen.
- **Rheofiele soorten** zijn, zoals verwacht mag worden voor een kanaal, relatief zeldzaam. Partieel rheofiele soorten als rivierdonderpad en riviergrondel kwamen plaatselijk in de NVO's voor.

Verschillen in dichtheid aan vissen tussen NVO-typen

- In het NVO-type met smalle doorgang kwamen significant hogere dichtheden aan eurytopen en limnofielen voor dan in de andere NVO-typen. Dit is te verklaren doordat de bedekking met ondergedoken- en oevervegetatie een stuk hoger was in dit NVO-type t.o.v. de andere typen. De planten bieden structuur en daarmee schuilplaatsen en foerageergebied voor vissen.

Verschillen in dichtheid aan vissen tussen Kanaal-typen

- In het natuurlijke kanaaltipe kwamen significant hogere dichtheden aan limnofielen voor dan in de andere kanaaltypen. Dit is te verklaren door de aanwezigheid van een relatief natuurlijke oever met riet en lisdodde in tegenstelling tot de beschoeide oevers in het kanaal.

Aanwezigheid verschillende leeftijdsstadia

- De NVO's hebben een belangrijke kraamkamerfunctie voor visbroed in het kanaal. Dit blijkt uit de dichtheden visbroed (0+ juvenielen) die in de NVO-oevers een factor 15x hoger zijn dan in de beschoeide kanaaloevers.
- Ook subadulte en adulte vissen kwamen in hogere dichtheden voor in de NVO's dan in de beschoeide kanaaloevers.
- Bij de NVO-typen was de dichtheid aan 0+ significant hoger in het type met een smalle doorgang in vergelijking tot de andere twee typen. Dit is te verklaren door de hogere bedekking met ondergedoken- en oevervegetatie.

- Bij de kanaal-typen was de dichtheid aan 0+ significant hoger in het natuurlijke referentie type in vergelijking tot de twee beschoeide kanaaltypen. Dit is te verklaren door de aanwezigheid van een relatief natuurlijke oever met riet en lisdodde in tegenstelling tot de beschoeide oevers in het kanaal.

6.2 Functies van de verschillende typen natuurvriendelijke oevers

Deelvraag 2: wat is de functie van de onderscheiden natuurvriendelijke oevertypen voor de verschillende vissoorten gedurende hun levenscyclus (paaigebied, opgroeigebied en foerageergebied).

- In paragraaf 5.3 worden de functies onderscheiden die de drie typen NVO's hebben voor verschillende vissoorten gedurende hun levenscyclus. De tabellen 6a t/m 6c geven gedetailleerd **de functie (paaigebied, opgroeigebied en foerageergebied) per type NVO per soort** op basis van de in het onderzoek waargenomen levensstadia en aantallen en op basis van de habitatbeoordeling middels expert judgement.
- Het **NVO-type met smalle doorgang** functioneerde het beste voor **limnofiele soorten**. Dit is te verklaren doordat de NVO's van dit type een goed ontwikkelde oevervegetatie hadden (bijna 100%) en ook hier en daar ondergedoken vegetatie.
- Het **NVO-type met duiker** scoorde het slechtste voor **limnofiele soorten**. Dit is te verklaren doordat er in de NVO's van dit type nauwelijks planten aanwezig waren (op een pluk met lisdodde in NVO2 na). Het ontbreken van planten zorgt ervoor dat de NVO's suboptimaal functioneren (zie verder aanbevelingen).
- Het **NVO-type dat breed was aangetakt** functioneert het beste voor **rheofiele soorten**, door de golfslag van boten is hier zo af en toe stroming aanwezig op de harde kale bodem wat gunstig is voor riviergrondel. Langs de kanaalzijde van NVO3 lag onderwater een rand met stortsteen welke goed habitat vormde voor rivierdonderpad. De aantallen rheofielen in de NVO's waren overigens laag, iets dat ook verwacht kan worden bij een kanaal met weinig stroming.
- De op basis van de **habitatbeoordeling verwachte geschiktheid** van de verschillende type NVO's voor de verschillende vissoorten (achterliggende kleuren in tabel 6a t/m 6c) **kwam goed overeen met de werkelijke vangsten**. In enkele gevallen werden soorten niet aangetroffen ondanks dat het habitat als geschikt beoordeeld was (b.v. vetje in het NVO-type met smalle doorgang). Dit kan komen doordat de soorten de NVO's nog niet hebben bereikt doordat tussenliggend habitat (het kanaal) ongeschikt is en de NVO's niet heel lang geleden zijn aangelegd.

6.3 Bijdrage natuurvriendelijke oevers aan de vispopulatie in het kanaal

Deelvraag 3: wat is de bijdrage van de vis in de natuurvriendelijke oevers aan de vispopulatie in het Omval-Kolhorn Kanaal?

- Door de aanleg van de NVO's neemt het aantal vissoorten in het kanaal zelf niet direct toe. Wel zitten er in de NVO's gemiddeld meer **limnofiele soorten** dan in het kanaal. Dit komt doordat het door deze soorten geprefereerde habitat nauwelijks aanwezig is in de beschoeide kanaaloevers. De NVO's kunnen hierdoor voor soorten als bittervoorn en vetje dienen om geschikte habitats binnen het watersysteem te verbinden en zodoende als stapsteen fungeren.
- De dichtheden aan 0+ vissen in de NVO's zijn zowel in juni als september beduidend hoger dan de dichtheden in de beschoeide kanaaloevers (figuur 9). Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de NVO's een belangrijke **functie als paai- en opgroeigebied** vervullen.
- De NVO's bieden met name in de zomer tevens **leefgebied aan subadulte en adulte levensstadia**. Ten opzichte van het kanaal bevatten de ondiepe NVO's dan waarschijnlijk relatief veel voedsel waarop de subadulte en adulte dieren foerageren (vaak ook 's nachts wat blijkt uit de waarnemingen met de zaklamp).
- Er was geen significant verschil tussen het kanaal-type direct naast de NVO's en het kanaal-type op meer dan 1 km afstand van de NVO's in termen van totale aantallen vissen per gilde en dichtheden per levensstadia. Dit kan er op wijzen dat de **0+ (broed) langere tijd in de NVO's blijft om op te groeien**. Iets wat ook blijkt aan de gelijke dichtheden 0+ in de NVO's in september t.o.v. juni. Wanneer het 0+ (broed) naar het kanaal trekt blijven ze niet gebonden aan de NVO's (dan zouden er direct naast de NVO's hogere dichtheden zijn aangetroffen) maar verspreiden ze zich over het kanaal.
- Voorafgaand aan de aanleg van de NVO's was de KRW-score voor het Omval-Kolhorn Kanaal 0,42 (matig). Sinds de aanleg van de NVO's is de **KRW-score opgelopen naar goed in 2016** (0,67) en 2017 (0,65) tot zelfs **zeer goed in 2018** (0,85). Naast de aanleg van NVO's kunnen ook andere factoren, zoals toegenomen doorzicht en afname van de voedselrijkdom een rol hebben gespeeld bij hogere KRW-scores. Voor de KRW worden vier trajecten bevestigd in het Omval-Kolhorn kanaal die allen op beschoeide stukken van het kanaal liggen (KAN1 t/m KAN4 in dit onderzoek). Wanneer gekeken wordt naar het hele kanaal blijkt 75% beschoeid en 25% niet-beschoeid/relatief natuurlijk. Ook worden aangelegde NVO's, die een meerwaarde hebben voor het watersysteem en deels ook voor de KRW-doelen zijn aangelegd, nu niet opgenomen in de monitoring. Voor een representatiever beeld zou daarom beter 1 traject verplaatst kunnen worden.

Deelvraag 4: dienen de natuurvriendelijke oevers als kraamkamer dan wel brongebied voor het Omval-Kolhorn Kanaal? En is het areaal aan natuurvriendelijke oevers hiervoor voldoende?

- De NVO's vormen geschikt leefgebied voor een groot aantal soorten waaronder **limnofiele soorten** die in het beschoeide deel van het kanaal weinig tot geen leefgebied vinden. Met name de **kraamkamerfunctie** is van groot belang zo blijkt uit de aanwezigheid van 15x hogere dichtheden aan 0+ (broed) in de NVO's t.o.v. het kanaal (figuur 9). De aanleg van meer NVO's kan plaatselijk bijdragen aan een hogere **biodiversiteit** voor vissen doordat er meer leefgebied voor limnofiele soorten zoals vetje en zeelt ontstaat. In de NVO's zijn enkele soorten meer aangetroffen dan in het kanaal.
- Uit de doorgerkende scenario's voor geen, dubbel zoveel en viermaal zoveel NVO's blijkt dat het **aanleggen van meer NVO's** een positief effect heeft op zowel het aandeel van bepaalde limnofiele als eurytope soorten binnen de visgemeenschap in het beschoeide deel van het kanaal. Voor **eurytope soorten** is het de verwachting dat de biomassa van blankvoorn, brasem, karper en kolblei in het kanaal zal toenemen. Voor de limnofiele soorten is dat alleen de verwachting voor snoek (tabel 8). Voor andere soorten geldt dat het beschoeide deel van het kanaal weinig geschikt leefgebied vormt of dat de paai- en opgroeimogelijkheden in het huidige systeem niet limiterend zijn voor de draagkracht. De aanleg van meer NVO's zal voor deze soorten binnen het beschoeide deel van het kanaal weinig effect hebben.
- De NVO's geschikt leefgebied voor de Habitatrichtlijnsoorten kleine modderkruiper en bittervoorn en draagt aanleg van meer NVO's positief bij aan de **gunstige staat van instandhouding** van deze soorten.
- Naast het functioneren als kraamkamer voor het kanaal hebben de NVO's ook een **stapsteenfunctie** voor soorten die zich langs het kanaal verspreiden. In de huidige situatie zijn er nog lange stukken kanaal zonder NVO's of natuurlijke oevers waardoor het voor limnofiele soorten lastiger zal zijn langs het kanaal te migreren. In 2019 zal de beschoeiing van het kanaal echter vervangen worden. In de nieuwe situatie komt de damwand 10cm onder het wateroppervlak te staan waarachter een moeras/plasdras zone kan ontstaan. Hiermee zal het kanaal geschikter worden als verbindingszone.
- Het aanleggen van meer NVO's zal bijdragen aan een hogere biomassa van bepaalde soorten. Naar verwachting zal dit geen effect hebben op de KRW-scores (die gebaseerd zijn op verhoudingen tussen soorten), die overigens sinds de aanleg van de NVO's gestegen zijn van matig (in 2009) naar goed/zeer goed (2016-2018).

6.4 Inrichting en beheer van natuurvriendelijke oevers

Deelvragen hierbij zijn:

Deelvraag 5: is er verschil tussen de aanwezigheid van vissoorten in habitattypen van de natuurvriendelijke oevers (zoals de schoeiing, helofyten, waterplanten en kale bodem)? En welke 'stapsteen' scoort hierbij het beste?

- De **dichtheden aan limnofiele vissen** nemen significant toe bij een **hogere bedekking aan ondergedoken- en oevervegetatie** (voornamelijk riet en lisdodde) (figuur 11 en 12). Dit is een verwachte maar desalniettemin belangrijke conclusie van het onderzoek. Het impliceert namelijk dat de NVO's van het type met duiker (NVO1 en NVO2) door de afwezigheid van watervegetatie momenteel niet goed functioneren voor limnofiele vissen (zie aanbevelingen).
- Voor individuele soorten binnen de NVO's werd een significante relatie gevonden tussen de **dichtheid snoek en de oever- en ondergedoken vegetatie**. Dit is goed te verklaren doordat (jonge) snoek zich graag tussen de riet/lisdodde verschuilt op jacht naar vis. Voor de overige limnofiele soorten was de relatie niet significant, waarschijnlijk door te grote variatie in de vangstgegevens.
- Voor de variabelen diepte, oeverprofiel, bodemsubstraat, doorzicht en bedekking met drijvende waterplanten was er te weinig variatie binnen de NVO's om te kunnen analyseren in relatie tot het voorkomen van vissen. Bij bodemsubstraat kan wel vermeld worden dat op plaatsen met (stort)stenen er vaak rivierdonderpaden gevangen werden. Deze soort is echter niet exclusief gebonden aan stenen, en werd ook gevangen op plaatsen met kapotte beschoeiing en in holle oevers.

Deelvraag 6: in navolging op vraag 5, welke beheer- en inrichtingsmaatregelen kunnen bijdragen bij aan de verbetering van de vispopulatie en welke typen natuurvriendelijke oevers scoren hierbij het best?

- Bedekking met **oevervegetatie** (riet/lisdodde) en/of **ondergedoken vegetatie is belangrijk voor vissen** (zie hierboven). Het vrijwel compleet ontbreken van dergelijke vegetatie in NVO1 en NVO2 is daarom een belangrijk aandachtspunt. Het herstellen van dergelijke vegetatie en het aanbieden van structuur is daarom van belang (zie aanbevelingen).
- De geulen die onderwater liggen in NVO2-Lutjewinkel zijn inmiddels grotendeels gevuld met zacht sediment/slib. Hierdoor is het verschil in waterdiepte tussen de geul en het omliggende ondiepe water relatief klein. Als de sedimentatie de komende jaren hoog blijft, bestaat het risico dat de geulen helemaal vol komen te liggen en het zachte sediment/slib ook op overige (ondiep) locaties gaat ophopen. Het is daarom wenselijk de **geulen uit te zuigen** (baggeren).

- Het type kanaal-natuurlijk bevatte zeer hoge dichtheden aan vis. De riet/lisdodde vegetatie in de oevers hier is oud en zeer goed ontwikkeld. In tegenstelling tot de NVO's is de oeverzone hier een stuk dieper (1 meter) waardoor er een groter oppervlak aan onderwater structuur is met meer schuilplaatsen voor met name de wat oudere 0+ juveniele en subadulte vissen. Bij de aanleg van nieuwe NVO's is het aan te bevelen naast de zeer flauw aflopende oevers (ondiep water is zeer belangrijk voor de eerste levensstadia van vislarven) ook op enkele plaatsen een wat steiler talud aan te leggen tot een **diepte van ongeveer een meter**. Dit voorkomt tevens dat de NVO's op termijn verlanden.

6.5 Aanbevelingen

- Het vrijwel compleet **ontbreken van oever- en ondergedoken vegetatie** in NVO1 en NVO2 is een belangrijk aandachtspunt (dergelijke vegetatie is van groot belang voor vissen zoals blijkt uit dit onderzoek). Meerdere oorzaken kunnen verantwoordelijk zijn voor het ontbreken van deze vegetatie (dispersie van planten, vraat door vogels/vissen en lokale abiotische omstandigheden (zoals b.v. doorzicht). In het najaar van 2018 is een nader onderzoek gestart om zicht te krijgen op de oorzaken voor het ontbreken van vegetatie op deze locaties. Middels een kiemexperiment is vast komen te staan dat er weinig kiemkrachtige zaden in de NVO's aanwezig zijn en het sediment zelf niet limiterend blijkt voor de groei van planten. Daarom wordt aanbevolen om te onderzoeken of oever- en ondergedoken vegetatie hersteld kan worden door middel van het **aanplanten van regionaal verzamelde plantensoorten**, en daarnaast een **exclosure experiment** uit te voeren om het effect van de vraat van vogels en vissen vast te stellen (zie Verhofstad et al., 2018).
- Veel natuurvriendelijke oevers zijn ruim gedimensioneerd, maar in de open water zone ervan is **weinig structuur aanwezig** (vegetatie, stenen, hout, etc.). Vissen gebruiken structuur in het water om eitjes op af te zetten, om tussen te schuilen en voedsel te zoeken. Bekend is dat **dood hout** een positieve bijdrage kan leveren op de visstand (o.a. in rivieren en stadswateren). In het kanaal zelf is momenteel ook zeer weinig structuur aanwezig. Op enkele plaatsen is de damwand verzakt wat mogelijkheden biedt voor bijvoorbeeld donderpadden (deze zit in de ondiepe zones achter de verzakte damwand). De damwand zal echter compleet vernieuwd worden komende jaren. Bij zo een ingrijpende ingreep is aandacht voor vissen en in bijzonder de rivierdonderpad belangrijk. Voorgesteld wordt **verschillende innovaties te testen die structuur bieden aan vissen**. In de natuurvriendelijke oevers kunnen bomen of takkenbossen worden ingebracht. In het kanaal kan gedacht worden aan het ontwikkelen van innovatieve schuilplaatsen voor rivierdonderpad en andere vissoorten. De huidige situatie is door RAVON reeds goed vastgelegd via de 4 inventarisaties in 2017 en 2018 waardoor het succes van de verschillende aangebrachte structuur goed kan worden geëvalueerd.

7 Dankwoord

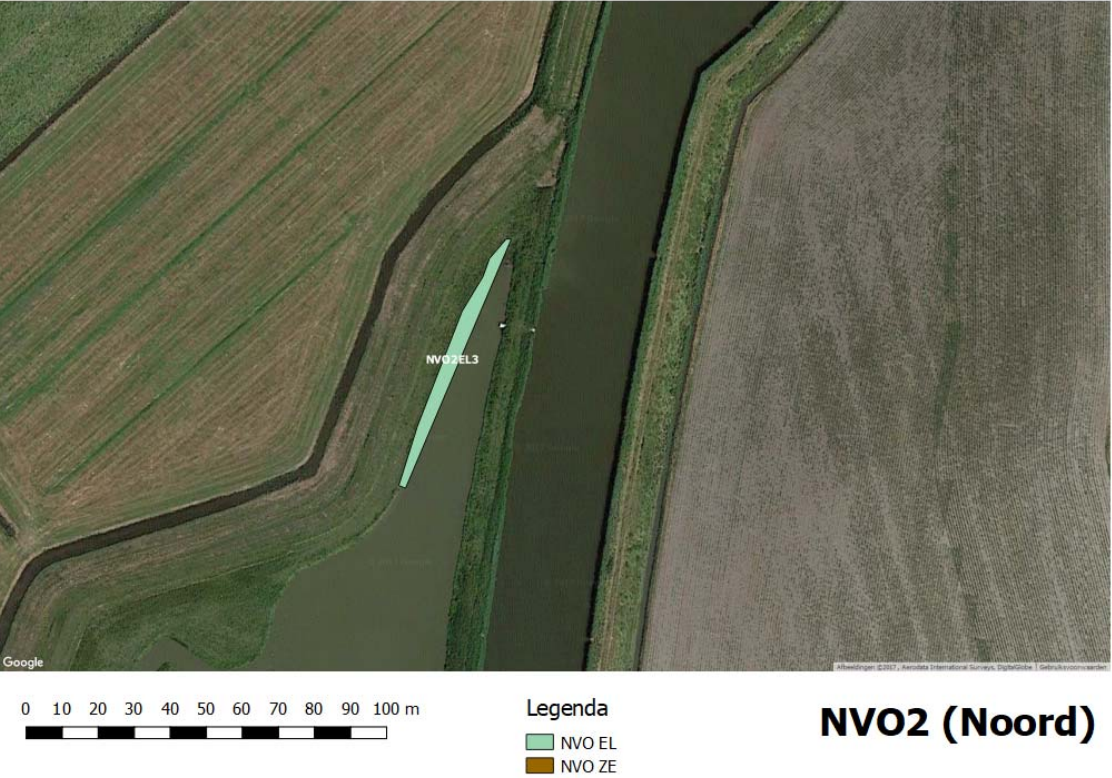
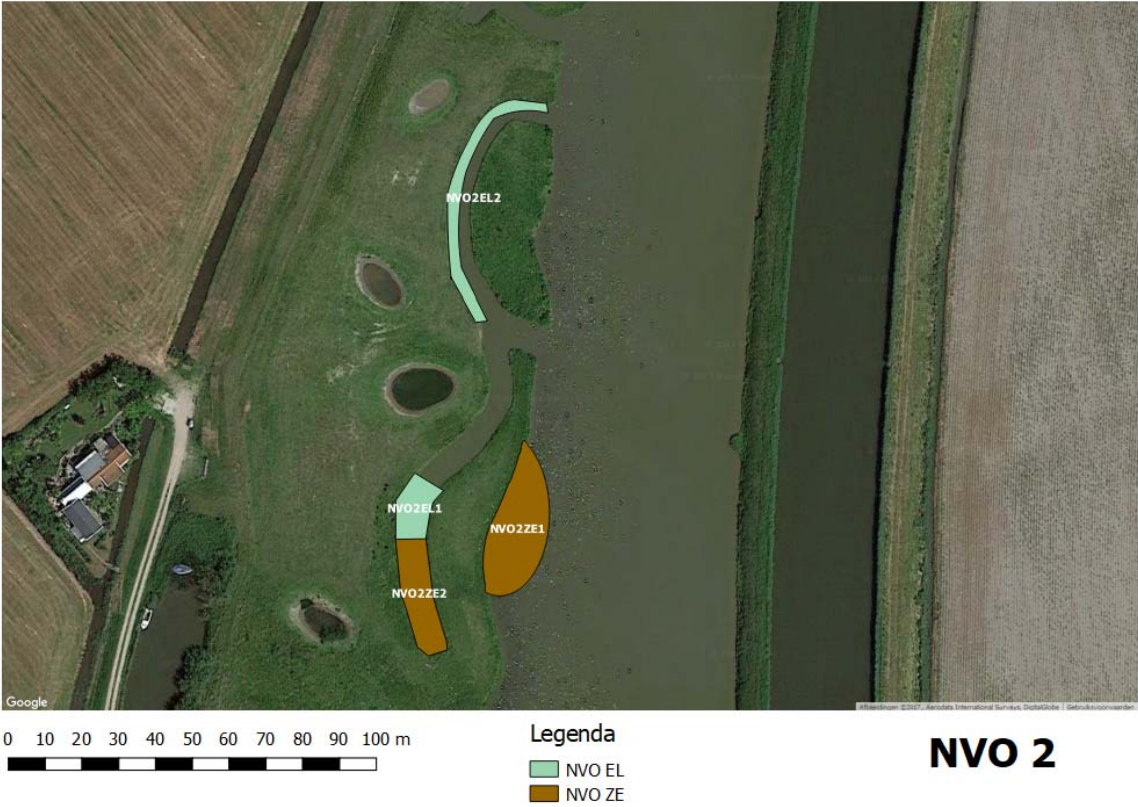
Aan het project hebben twee stagiaires meegewerkt. Martijn Buiks van de HAS Hoge School Den Bosch – studierichting Toegepaste Biologie heeft het meegewerkt in 2017 aan het onderdeel van de KRW-scores. Student Lars Bellekom van Aeres Hogeschool Almere – studierichting Toegepaste Biologie heeft meegewerkt in 2018 aan het modeleren en de KRW-scores. Daarnaast danken we de opdrachtgevers Provincie Noord-Holland (Nico Jonker) en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Sandra Roodzand) voor hun input en meedenken in het project. Tot slot bedanken we de vrijwilligers die hebben deelgenomen aan de zaklampexcursies waarlangs aanvullende waardevolle gegevens zijn verzameld.

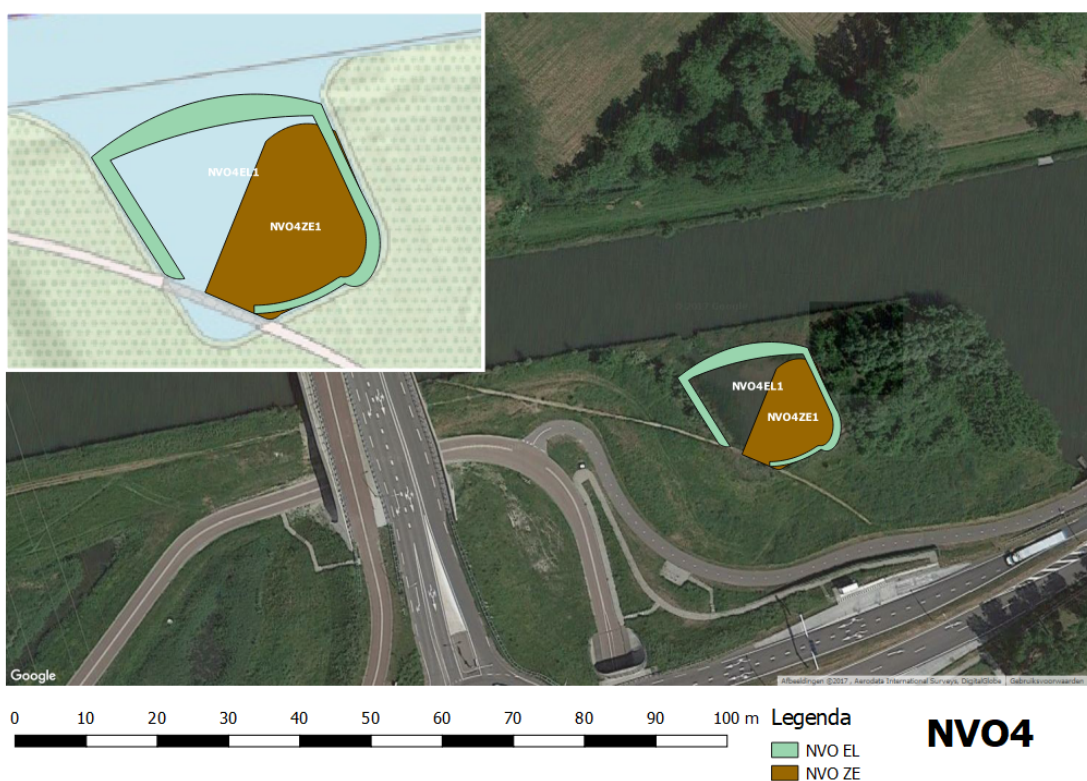
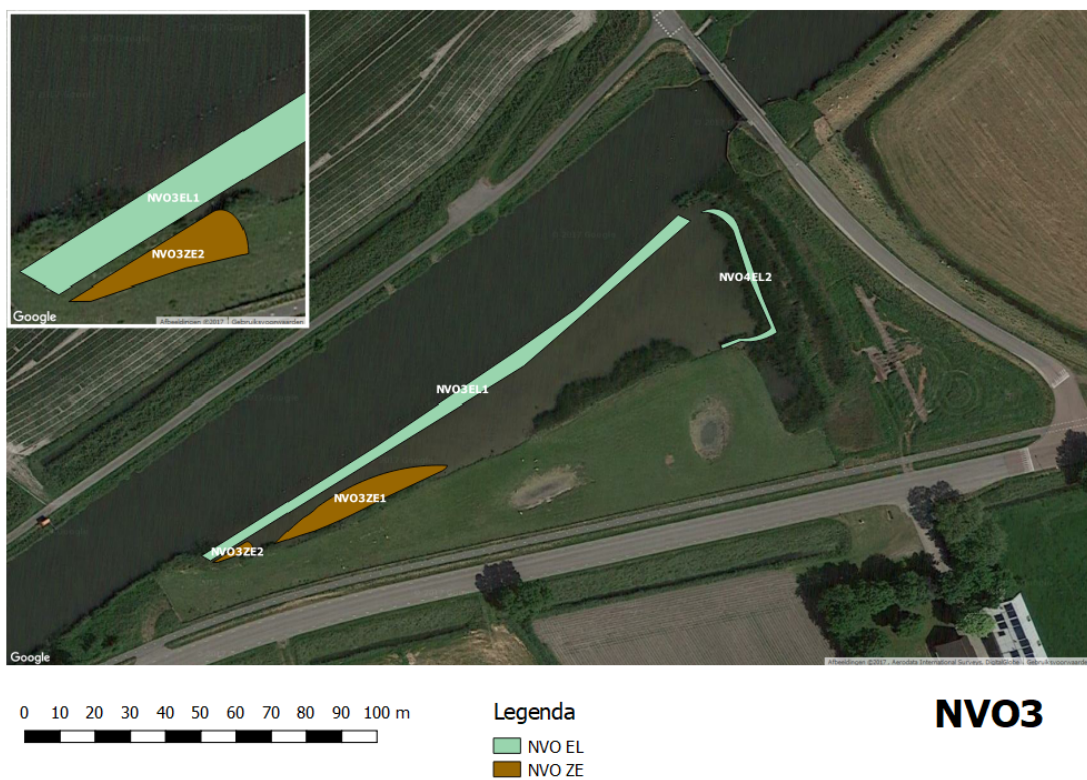
8 Literatuur

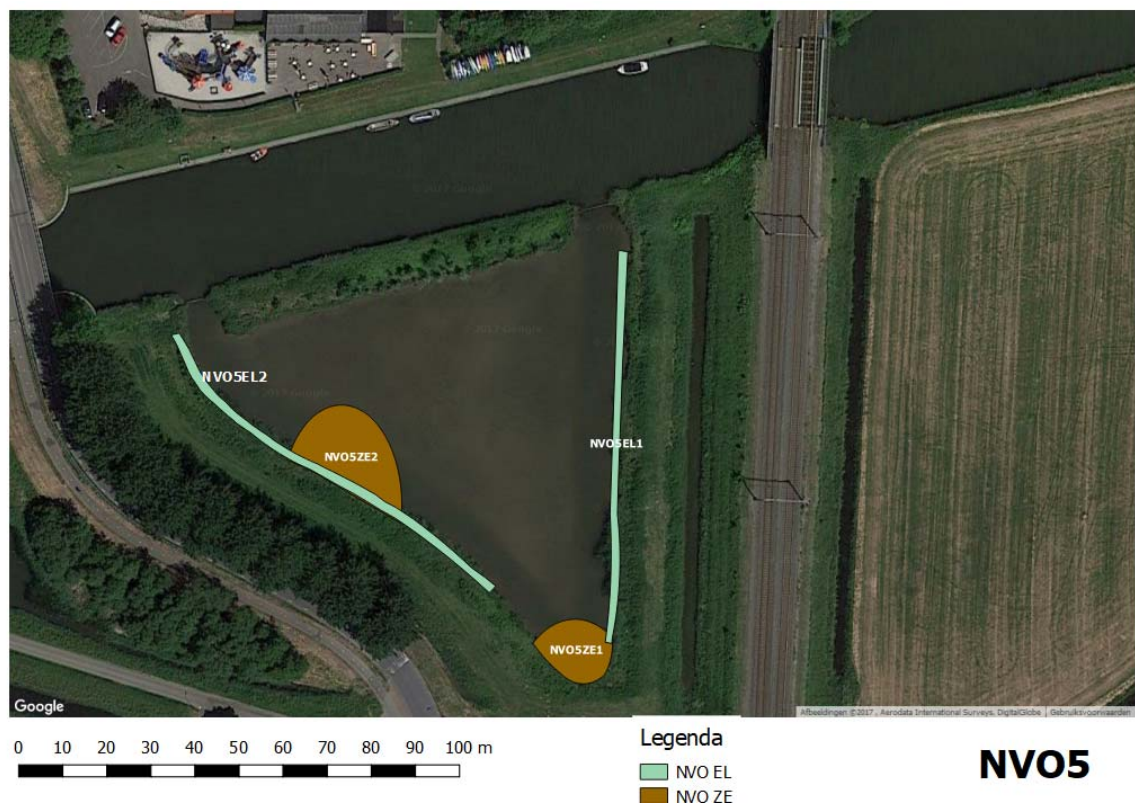
- Deagle, B.E., Eveson, J.P., Jarman, S.N., 2006. Quantification of damage in DNA recovered from highly degraded samples - a case study on DNA in faeces. *Front. Zool.* 3, 11.
- Dejean T., A. Valentini, A. Duparc, S.Pellier-Cuit, F. Pompanon, P. Taberlet en C. Miaud, 2011. Persistence of environmental DNA in freshwater ecosystems. *PLoS ONE* 6(8): e23398. doi:10.1371/journal.pone.0023398
- Ficetola, G., Coissac, E., Zundel, S., Riaz, T., Shehzad, W., Bessière, J., Taberlet, P., Pompanon, F., 2010. An In silico approach for the evaluation of DNA barcodes. *BMC Genomics* 11, 434.
- Herder, J.E., A. Valentini & J. Kranenbarg, 2012. Detectie van grote modderkruipers met behulp van environmental DNA. *H2O*, nr 3, pagina 25-27.
- Herder, J.E., A. Valentini, E. Bellemain, T. Dejean, J.J.C.W. van Delft, P.F. Thomsen en P. Taberlet., 2014. Environmental DNA - toepassingsmogelijkheden voor het opsporen van (invasieve) soorten. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport 2013-104.
- Herder J.E., en J. Kranenbarg, 2016a. eDNAMetabarcoding vissen – Verkennend onderzoek naar de mogelijke toepassing van eDNA voor de KRWvismonitoring, RAVON/STOWA rapport 2016-19.
- Herder, J.E., K. van Bochove & J. Kranenbarg 2016b. Genetisch onderzoek kleine modderkruipers Nederland – Voorkomen Cobitis taenia en hybriden. Rapportnummer 2015-103, Stichting RAVON.
- Kranenbarg, J. & F. Spikmans. 2013. Achtergronddocument Rode Lijst Vissen 2011. Zoetwatervissen. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Pot, R. 2018. QBWat, programma voor beoordeling van de biologische waterkwaliteit volgens de Nederlandse maatlaten voor de Kaderrichtlijn Water. Versie 6.00. <http://www.roelfpot.nl/qbwat>.
- Rutjes, P., 2017. KRW visstandonderzoek HHNK. Rapportnummer: 20160617/rap01, ATKB.
- Rutjes, P. & M. Koole, 2010. KRW visstandbemonstering in vier waterlichamen HHNK, 2009. Rapportnummer: 20090319/Rapp 001, ATKB.
- Schiphouwer, M.E., 2011. Beoordelingsmethodiek habitatgeschiktheid voor vissen; Het watersysteem van Waterschap Rivierenland modelmatig bekeken. Verslagen Milieukunde nr. 402. Afdeling Milieukunde, Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Schiphouwer, M.E. & J. Kranenbarg, 2013. RAVON. Analyse 'Vissentool WSRL'. Stichting RAVON, Nijmegen.
- STOWA, 2014. Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. STOWA, Utrecht.
- Valentini, A., Taberlet, P., Miaud, C., Civade, R., Herder, J.E., Thomsen, P. F., Bellemain, E., Besnard, A., Coissac, E., Boyer, F., Gaboriaud, C., Jean, P., Poulet, N., Roset, N., Copp, G. H., Geniez, P., Pont, D., Argillier, C., Baudoin, J.-M., Peroux, T., Crivelli, A. J., Olivier, A., Acqueberge, M., Le Brun, M., Møller, P. R., Willerslev, E. and Dejean, T. (2016), Nextgeneration monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. *Mol Ecol*, 25: 929–942. doi:10.1111/mec.13428.

Bijlage 1 - kaartjes trajecten NVO's

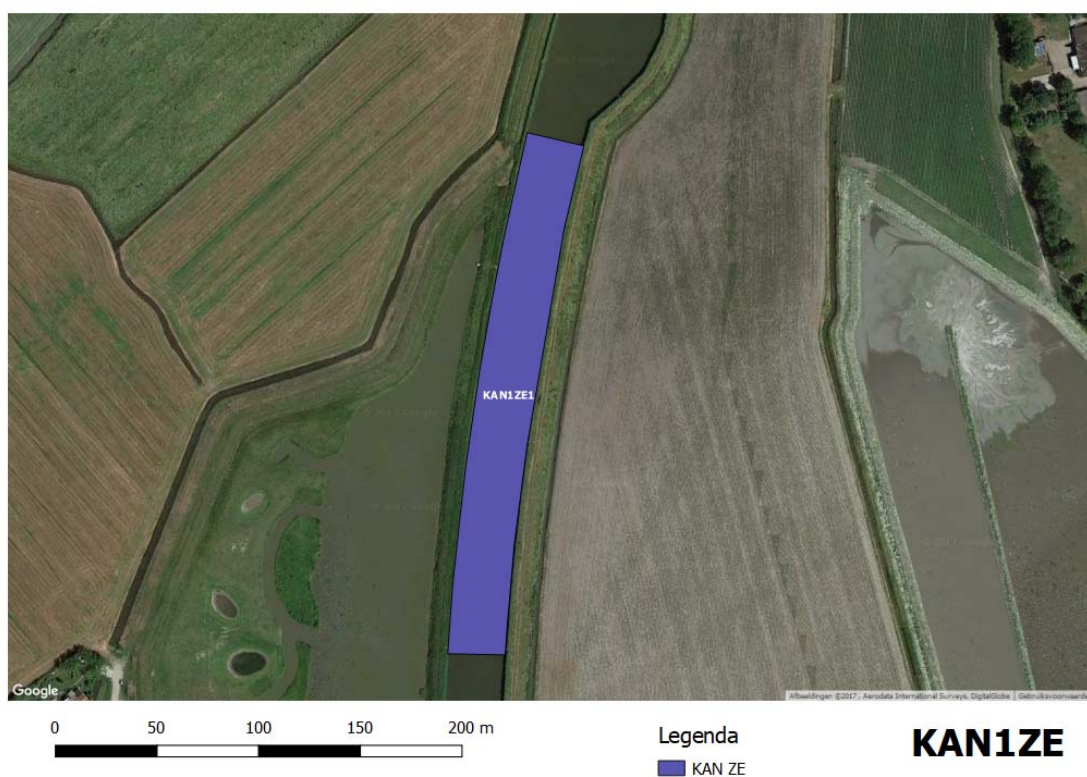


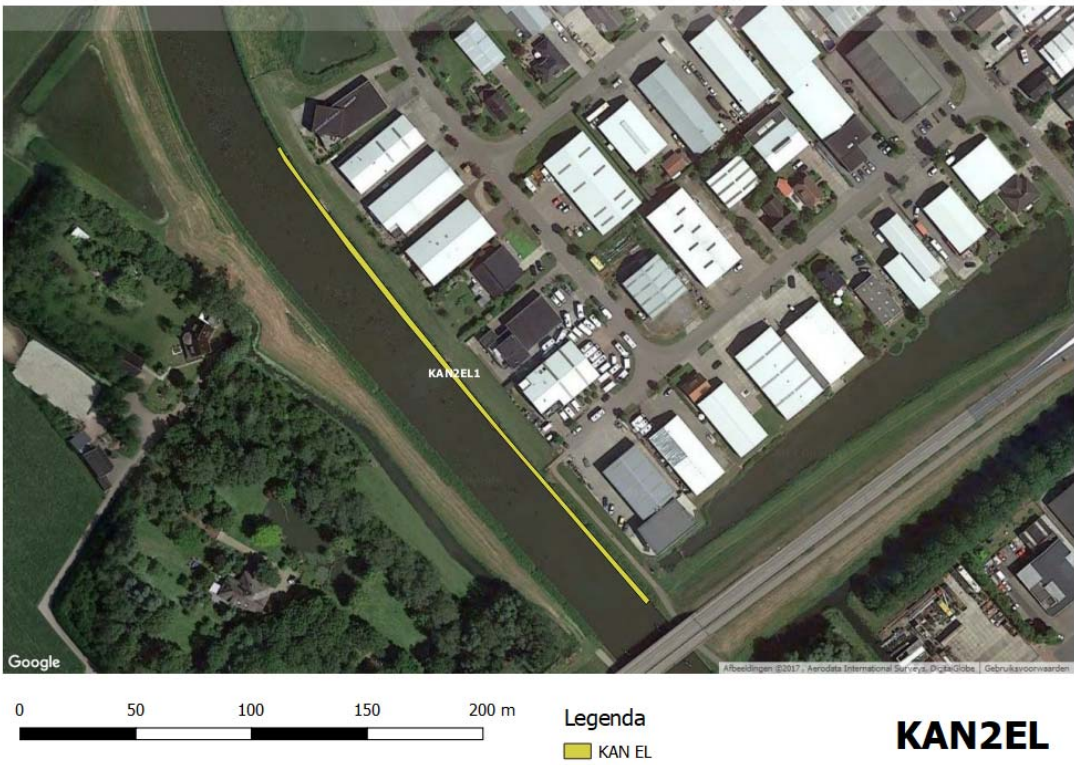
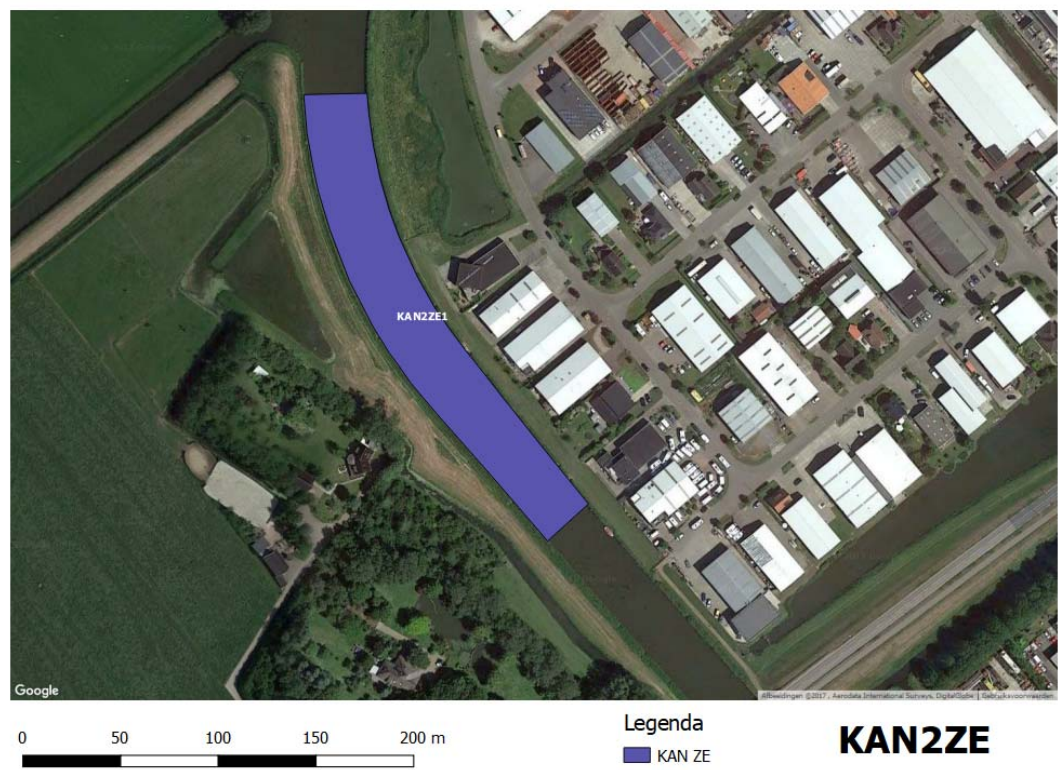


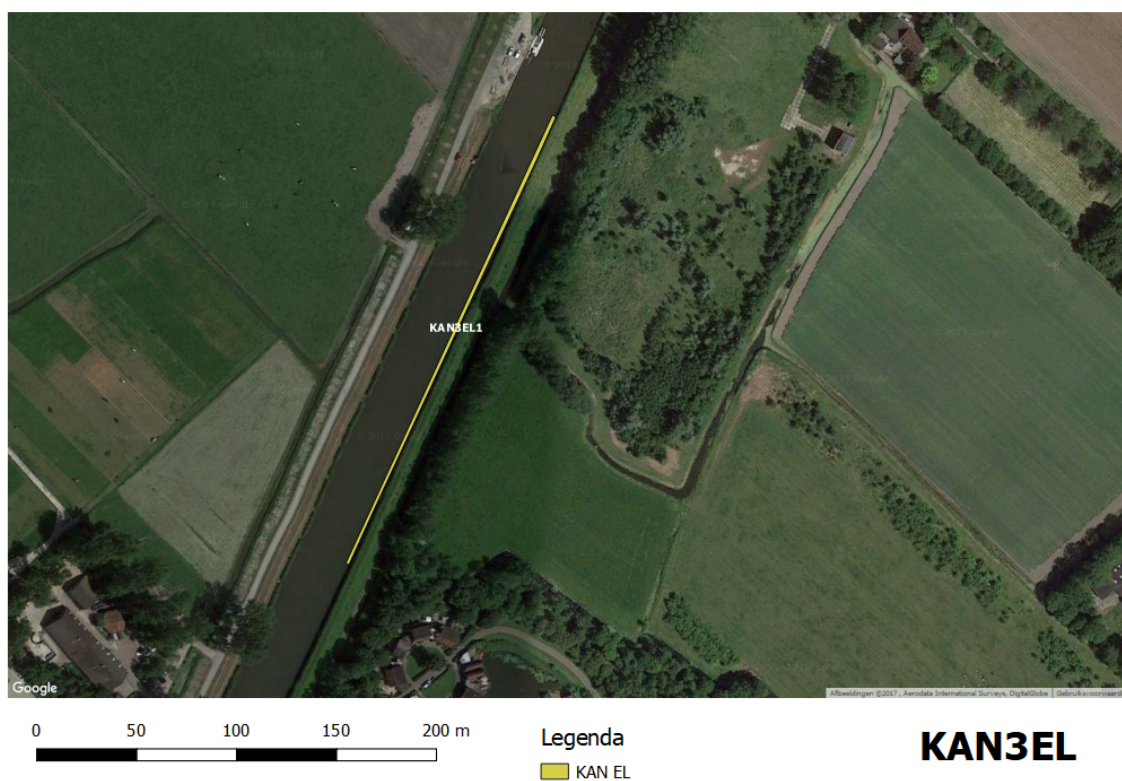


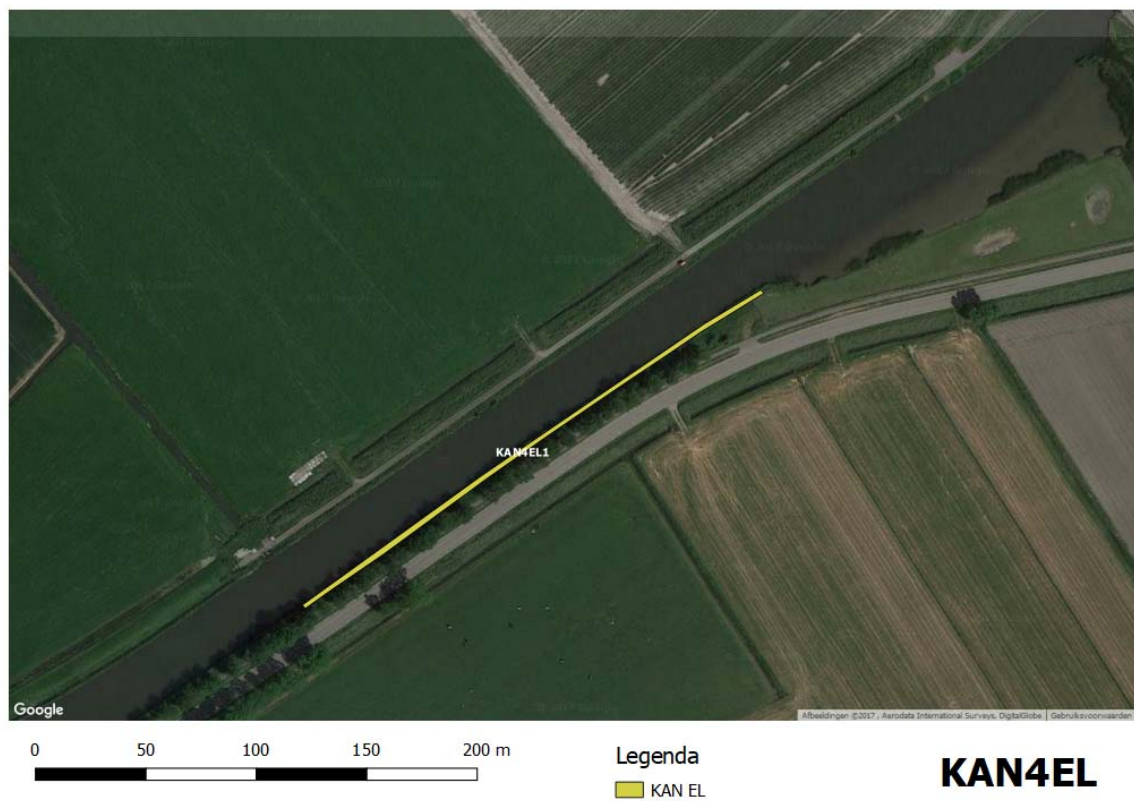
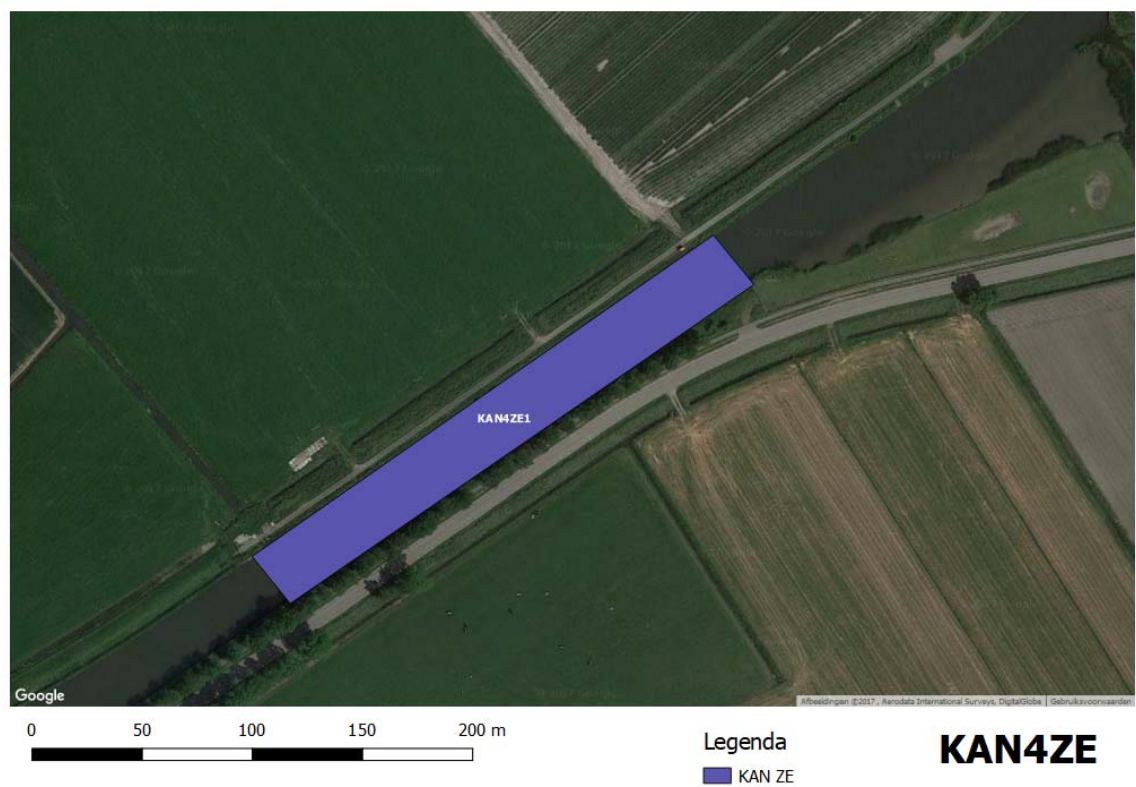


Bijlage 2 - kaartjes trajecten kanaal







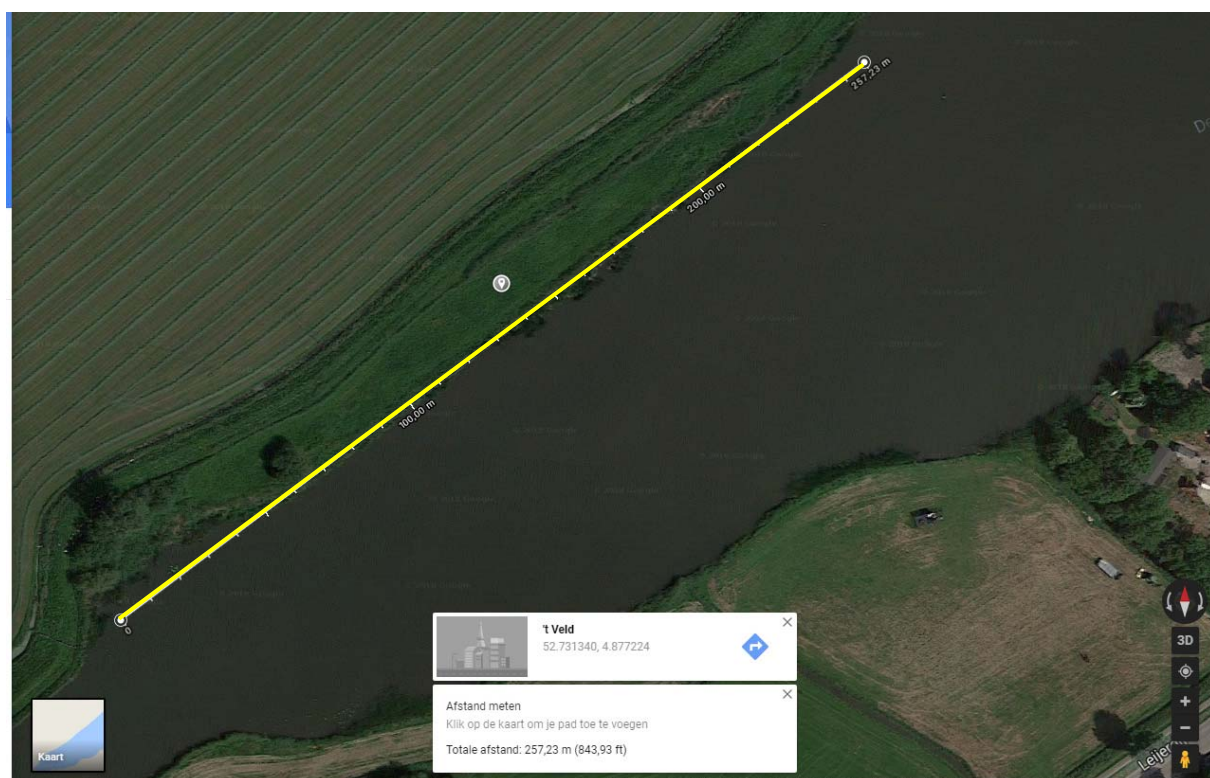




Legenda

KAN EL

KAN6EL



Legenda

KAN EL

KAN8EL

RAVON

Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland

Natuurplaza

Toernooiveld 1 - 6525 ED Nijmegen

Postbus 1413 - 6501 BK Nijmegen

T: 024 - 7 410 600 (alg.)

www.ravon.nl

