



Zijn de Ruiten Aa en Westerwoldsche Aa na beekherstel geschikt voor rivierprik?

Een vergelijkende studie met Gasterensche Diep (Drentsche Aa)

Auteur(s): H.V. Winter, A.B. Griffioen en P.P. Schollema

Wageningen University &
Research rapport C103/18

Zijn de Ruiten Aa en Westerwoldsche Aa na beekherstel geschikt voor rivierprik?

Een vergelijkende studie met Gasterensche Diep (Drentsche Aa)

Auteur(s): H.V. Winter, A.B. Griffioen en P.P. Schollema

Publicatiedatum: 4 april 2019

Wageningen Marine Research
IJmuiden, april 2019

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C103/18



Keywords: Rivierprik, beekherstel, habitat geschiktheid.

Opdrachtgever: Waterschap Hunze en Aa's
Aquapark 5
9640 AD Veendam

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/466591>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research
institute of Stichting Wageningen
Research is registered in the Dutch
traderecord nr. 09098104,
BTW nr. NL 806511618

The Management of Wageningen Marine Research is not responsible for resulting damage, as well as for damage resulting from the application of results or research obtained by Wageningen Marine Research, its clients or any claims related to the application of information found within its research. This report has been made on the request of the client and is wholly the client's property. This report may not be reproduced and/or published partially or in its entirety without the express written consent of the client.

A_4_3_2 V27

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond en probleemstelling	7
1.2 Doelstelling	8
2 Ecologische schets van rivierprik	9
2.1 Biologie en levenscyclus van rivierprik	9
2.2 Status rivierprik in stroomgebieden van Hunze en Aa's	10
3 Bemonsteringen en methoden	11
3.1 Studiegebied Ruiten Aa en Westerwoldsche Aa	11
3.2 Studiegebied Gasterensche en Oudemolensche Diep	12
3.3 Bemonsteringsmethodiek	12
3.4 Overzicht van priklarvenbemonsteringen 2006-2018	13
4 Habitatvoorkeur van priklarven in het Gasterensche Diep (Drentsche Aa)	15
4.1 Preferentie priklarven i.r.t. habitat karakteristieken	15
4.2 Verspreiding priklarven i.r.t. potentiële paaiplaatsen	18
4.3 Dynamiek in voorkomen priklarven tussen jaren	19
5 Habitat vergelijking tussen Oudemolensche & Gasterensche Diep en Ruiten Aa & Westerwoldsche Aa	23
5.1 Vergelijking voorkomen en verdeling habitat typen	23
5.2 Vergelijking patronen in habitatdiversiteit	28
5.3 Vergelijking voorkomen potentiële paaiplekken	31
6 Discussie geschiktheid Westerwoldsche Aa stroomgebied voor paai en opgroei van rivierprik	34
6.1 Habitat preferentie van rivierprik voor paai en opgroei	34
6.2 Habitat geschiktheid Westerwoldsche Aa systeem	35
6.3 Kans op natuurlijke kolonisatie Westerwoldsche Aa	35
7 Is er toekomst voor rivierprik in de Ruiten Aa?	38
7.1 Overwegingen	38
7.2 Aanbevelingen	38
Dankwoord	39
8 Kwaliteitsborging	40
Literatuur	41
Verantwoording	43
Bijlage 1 Overzicht alle monsterlocaties	44
Bijlage 2 Kaart trekroute rivierprik	58



Bemonstering in de Westerwoldse Aa in 2016 (Foto Ben Griffioen).

Samenvatting

In het stroomgebied van de Westerwoldsche Aa wordt door Waterschap Hunze en Aa's gewerkt aan beekherstel en het verbeteren van intrekmogelijkheden vanuit de Waddenzee. Een deel van deze herstelwerkzaamheden maakt onderdeel uit van het Waddenfondsproject "Vismigratie van Aa's tot Zee" en omvatten zowel concrete inrichtingsmaatregelen als onderzoek. De efficiëntie van migratievoorzieningen en migratiegedrag en de ontwikkeling van het habitat staan hierbij voorop. Deze rapportage geeft de resultaten van het onderzoek naar de habitat geschiktheid van de herstelde trajecten in het Westerwoldsche Aa stroomgebied voor rivierprik (*Lampetra fluviatilis*).

Voor de herstelwerkzaamheden was het Westerwoldsche Aa stroomgebied een sterk gekanaliseerd en onnatuurlijk watersysteem waarin rivierprik slechts sporadisch is waargenomen in de monding dichtbij de Waddenzee. In hoeverre de rivierprik na het beekherstel kan (her)koloniseren om te paaien en op te groeien hangt af van de kwaliteit van de paai- en opgroei habitats, de intrekbaarheid en de aantrekkelijkheid van het watersysteem voor stroomopwaartse trek van volwassen rivierprik vanuit de Waddenzee. Rivierprik keert niet noodzakelijkerwijs terug naar zijn geboorterivier, maar de aanwezigheid van door ingegraven priklarven uitgescheiden feromonen vergroot de aantrekkingskracht van een beek of rivier op migrerende volwassen rivierprik. Al deze factoren tezamen bepalen of de rivierprik het stroomgebied na beekherstel weer zal gaan benutten voor paai en opgroei.

Het stroomgebied van de Drentsche Aa, in het Gasterensche Diep, wordt door rivierprik gebruikt als paai- en opgroei gebied. Vanaf 2006 zijn hier diverse onderzoeken uitgevoerd naar de stroomopwaartse migratie van volwassen rivierprik (zenderonderzoek) en habitatgebruik en -behoeften van rivierprik larven. Hierbij zijn voor de verspreiding van rivierprik larven 4 surveys uitgevoerd voor een groot deel van het Gasterensche Diep in juli ('juli-surveys') gedurende 2006-2017 en jaarlijks sinds 2009 in Oktober of November een survey van een benedenstrooms deel van een paaiplaats in het Gasterensche Diep. Deze datasets en verworven kennis zijn als uitgangspunt voor een vergelijkend habitatonderzoek tussen de stroomgebieden van de Drentsche Aa en de bemonsteringen van Ruiten Aa/Westerwoldsche Aa gebruikt.

Doelstellingen van het onderzoek voor het Westerwoldsche Aa stroomgebied:

- 1) vaststellen van de habitatkarakteristieken, habitatontwikkeling en verdeling in herstelde trajecten;
- 2) inschatting van de kwaliteit/geschiktheid, omvang en ligging van habitats voor rivierprik larven op basis van bemonsteringen en een vergelijking met data van de Drentsche Aa (Gasterensche Diep);
- 3) aanbevelingen opstellen richting een herstel van rivierprik.

In 2016 zijn 608 locaties bemonsterd in Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa met behulp van een Van Veen bodemhapper. De resultaten hiervan zijn vergeleken met onderzoek in het Gasterensche Diep (en een deel van het Oudemolensche Diep) gedurende 2006-2018, 2.384 locaties gedurende 4 'juli-surveys', en 1.200 locaties tijdens jaarlijkse bemonsteringen gedurende 2009-2018 in oktober.

In de Westerwoldsche Aa stroomgebied zijn geen priklarven aangetroffen. De dichtheden priklarven in het gehele Gasterensche Diep traject waren gemiddeld 0.8 larven/m². In het Gasterensche Diep lijkt het voorkeurs habitat te worden gevormd door sediment met veel slib, meer dan 10 % dood organisch materiaal en enige bedekking met waterplanten, maar niet te dicht. Dit habitat komt veel voor en opgroei habitat is niet beperkend voor het voorkomen van rivierprik in het Gasterensche Diep. Het voorkeurs habitat zoals gevonden in het Gasterensche Diep is ook veelvuldig aanwezig in de onderzochte trajecten in Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa. De Westerwoldsche Aa lijkt in habitatsamenstelling en diversiteit veel op het Oudemolensche Diep; de Ruiten Aa en Mussel Aa zijn heel vergelijkbaar met het Gasterensche Diep. In het Westerwoldsche Aa stroomgebied lijkt voldoende opgroei habitat van voldoende kwaliteit voorhanden te zijn voor het voorkomen van priklarven.

Zowel in het Drentsche Aa stroomgebied als het Westerwoldsche Aa stroomgebied komt grover hard substraat zoals grind en stenen nauwelijks voor. Het weinige harde substraat wat aanwezig is, is voornamelijk van onnatuurlijke oorsprong, zoals stortstenen vispassages, voordes of puinsteen in oudere voordes. Dat is voldoende voor rivierprik om succesvol te paaien in het Gasterensche Diep.

Concluderend lijken de herstelde beeksystemen in het Westerwoldsche Aa stroomgebied geschikt voor de paai- en opgroei van rivierprik.

De belangrijkste factor voor een terugkeer van rivierprik in de beken in het Westerwoldsche Aa stroomgebied lijkt de optrek van volwassen paarijpe rivierprik. Of dit gaat gebeuren zal afhangen van de omvang van de regionale rivierprik populatie in het Eems-Dollard gebied, de aantrekkingskracht en intrekmogelijkheden van de uitmonding van het stroomgebied bij Nieuwe Statenzijl, en of de rivierprikken die succesvol intrekken ook verder doortrekken naar potentiële paaiplaatsen. Het Eems-Dollard gebied wordt gebruikt door een relatief grote populatie van 10.000-en rivierprikken die voornamelijk de Eems optrekken, en een kleiner deel dat het Eemskanaal bij Delfzijl intrekt. Rivierprik kent geen homing naar hun geboorterivier en, naast oriëntatie op zout-zoet gradiënten en zoetwaterafvoer, spelen ook feromonen die door de larven worden uitgescheiden waarschijnlijk een grote rol bij het selecteren van optrekroutes, wat de zender studies van rivierprik in het Drentsche Aa stroomgebied lijken te bevestigen. Door dit gebrek aan homing is er veel menging tussen populaties die van verschillende rivieren naar zee trekken. Dit kan in het voordeel werken van een optrek naar de Westerwoldsche Aa, omdat dit midden tussen twee stroomgebieden in ligt (Eems en Drentsche Aa) waar rivierprik al paait en opgroeit. Maar de huidige afwezigheid van opgroei van rivierprik in de Westerwoldsche Aa stroomgebied en daarmee de afwezigheid van een 'feromonen-spoor' kan ook tegen een spoedige kolonisatie van het in potentie geschikte bekensysteem van de Westerwoldsche Aa stroomgebied werken.

Gezien de habitat geschiktheid voor zowel paai als opgroei van het Westerwoldsche Aa stroomgebied na beekherstel, lijkt een herstel van een lokaal opgroeiende rivierprik populatie haalbaar, maar de tijdsduur voor een eventuele natuurlijke herkolonisatie van het Westerwoldsche Aa stroomgebied is onbekend. Dit hangt af van de mate van 'straying' van rivierprikken van de naar de Eems optrekkende rivierprikken, de intrekmogelijkheden bij Nieuwe Statenzijl en in hoeverre de afwezigheid van een feromonen spoor hiervoor beperkend is. Als blijkt dat er geen of nauwelijks aantrekking naar en intrek van rivierprik bij Nieuwe Statenzijl plaatsvindt is het te overwegen om priklarven uit te zetten in geschikte paai- en opgroeitrajecten in het Westerwoldsche Aa stroomgebied om een paai-migratie van volwassen rivierprik te initiëren d.m.v. een feromonen-spoor.

De habitat opname met de Van Veen happer is zeer geschikt om de toekomstige veranderingen en successie in habitats in het Westerwoldsche Aa stroomgebied te blijven onderzoeken, waarbij een eventueel verschijnen van priklarven ook kan worden gedetecteerd.



Priklarven (ammocoeten) op de zeef tijdens bemonsteringen Gasterensche Diep (Foto Ben Griffioen).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

Waterschap Hunze en Aa's werkt samen met diverse partnerorganisaties in het stroomgebied Westerwolde aan het herstellen van de beken Ruiten Aa en de Westerwoldsche Aa. Een groot deel van de werkzaamheden is ondertussen uitgevoerd. Een deelproject in de omgeving van Sellingen wordt de komende jaren nog gerealiseerd. Alle herstelwerkzaamheden dienen eind 2018/begin 2019 afgerond te worden.

De lopende werkzaamheden maken deel uit van het Waddenfondsproject "Vismigratie van Aa's tot Zee" en betreffen naast concrete inrichtingsmaatregelen ook een onderzoekscomponent. Hierbij wordt gekeken naar effectiviteit van migratievoorzieningen en migratiegedrag en de ontwikkeling van het habitat. De voorliggende rapportage heeft betrekking op het onderzoek naar de habitat geschiktheid van de herstelde trajecten voor rivierprik.

Rivierprikken in de Westerwoldsche Aa en de Ruiten Aa

Voor de uitvoering van de bovengenoemde beekherstel werkzaamheden was er sprake van een sterk gekanaliseerd en onnatuurlijk watersysteem waarin rivierprik slechts sporadisch is waargenomen en uitsluitend in de benedenloop dichtbij de Waddenzee. In hoeverre de rivierprik na de voltooiing van het beekherstel kan terugkeren om het zoetwaterdeel van hun levenscyclus te voltooien hangt af van de kwaliteit van de paai- en opgroeihabitats, de intrekbaarheid en de aantrekkelijkheid van het watersysteem voor stroomopwaartse trek van volwassen rivierprik vanuit de Waddenzee. In tegenstelling tot bijvoorbeeld zalm keert rivierprik niet noodzakelijkerwijs terug naar de geboorterivier, maar vergroten de aanwezigheid van door ingegraven priklarven uitgescheiden feromonen de aantrekkingskracht van een beek of rivier. Al deze factoren tezamen bepalen of de rivierprik het stroomgebied na beekherstel zal kunnen gaan benutten voor paai en opgroei. In hoeverre rivierprikken in de oorspronkelijke beeksystemen in het Westerwoldsche Aa stroomgebied voorkwamen is niet bekend. In de meer natuurlijke situatie voordat de grootste menselijke ingrepen plaats vonden bestond het stroomgebied voor een groot deel uit veen. Natuurlijk hard paaisubstraat (kiezel, stenen) zal toen zeldzaam zijn geweest. Toen dijken werden opgeworpen en de ingangen van de beeksystemen werden afgesloten met (spui)sluisjes, waren deze naar verwachting redelijk goed passeerbaar voor rivierprik gezien de grote frequentie van schuttingen voor vissersboten naar de Eems-Dollard, de mate van 'lekken' van de houten sluisdeuren en het eenvoudige handmatige sluisbeheer tijdens spuien. Maar er zijn geen historische data beschikbaar over het voorkomen van de rivierprik in deze beek-systemen en het voorkomen van deze soort blijft bovendien gemakkelijk 'onder de radar' door de winterse periode van intrek en door het ingegraven bestaan als ammocoete. Dus of er sprake is van koloniseren of herkoloniseren kan met de huidige kennis niet worden bepaald.

Naast het uitvoeren van hermeandering van trajecten in het Ruiten Aa en het Westerwoldsche Aa stroomgebied die inmiddels zijn of in de nabije toekomst worden uitgevoerd, zijn er ook maatregelen genomen om de intrek mogelijkheden vanuit de Waddenzee te vergroten.

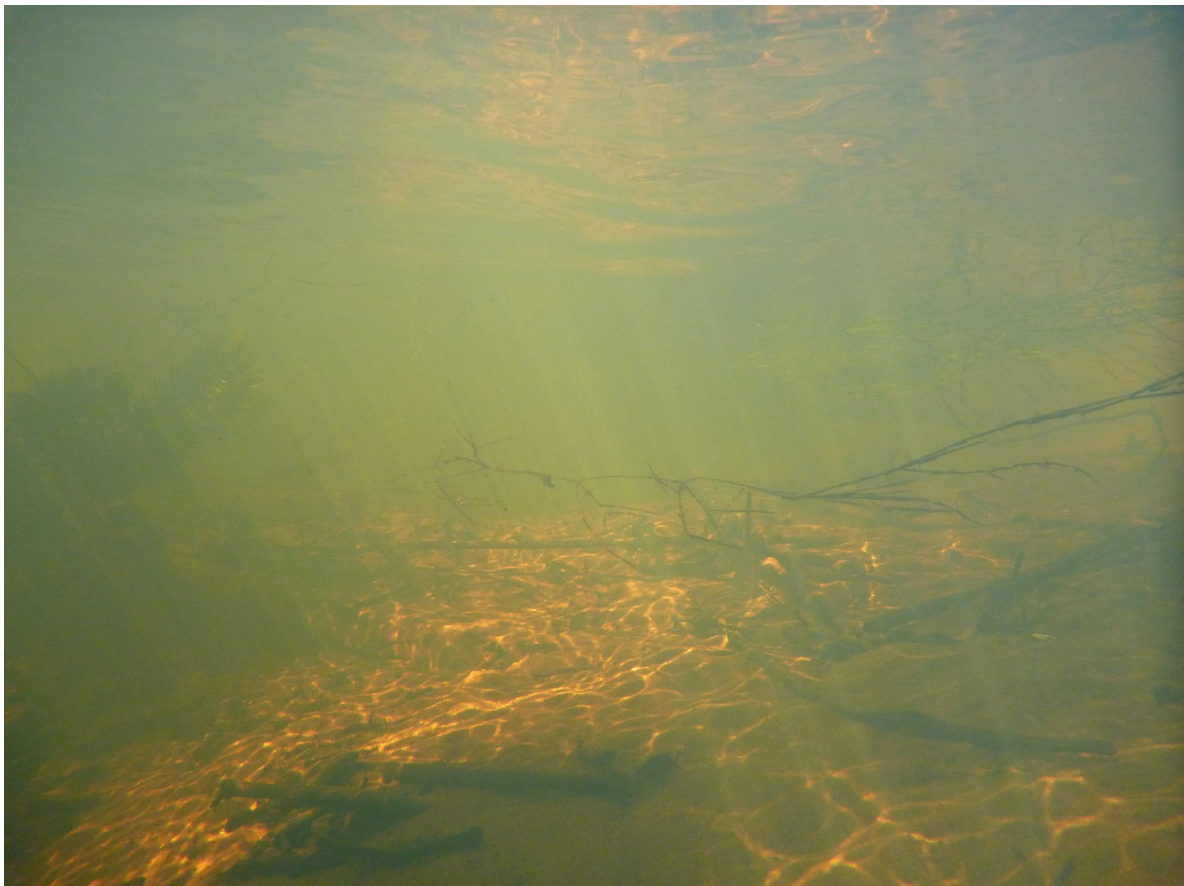
Het waterschap Hunze en Aa's voert ook onderzoek uit met fuiken en PIT-tagging experimenten in het stroomgebied van de Ruiten Aa/Westerwoldsche Aa. Deze kunnen ook gegevens over rivierprik (met name over de intrek van volwassen rivierprikken) opleveren.

In het stroomgebied van de Drentsche Aa is al veel ervaring opgedaan en onderzoek uitgevoerd naar de stroomopwaartse migratie van volwassen rivierprik en habitatgebruik en -behoeften van rivierpriklarven (Griffioen 2006, Winter & Griffioen 2007, Mulder 2010, Winter et al. 2013). Deze datasets en verworven kennis worden als uitgangspunt voor een vergelijkend habitatonderzoek tussen de stroomgebieden van de Drentsche Aa en Ruiten Aa/Westerwoldsche Aa ingezet.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is:

- 1) Vaststellen van de habitatkarakteristieken, habitatontwikkeling en verdeling in trajecten die zijn hermeanderd in het stroomgebied Ruiten Aa/Westerwoldsche Aa d.m.v. bemonstering met behulp van een van Veen bodemhapper
- 2) Inschatting van de kwaliteit/geschiktheid, omvang en ligging van habitats voor rivierpriklarven in het stroomgebied Ruiten Aa/Westerwoldsche Aa op basis van bovenstaande bemonsteringsdata en een vergelijking met de habitat en rivierprikdatabase van de Drentsche Aa (Oudemolensche Diep en Gasterensche Diep).
- 3) Aandachtpunten en aanbevelingen opstellen richting een herstel van rivierpik in het Ruiten Aa/Westerwoldsche Aa stroomgebied.



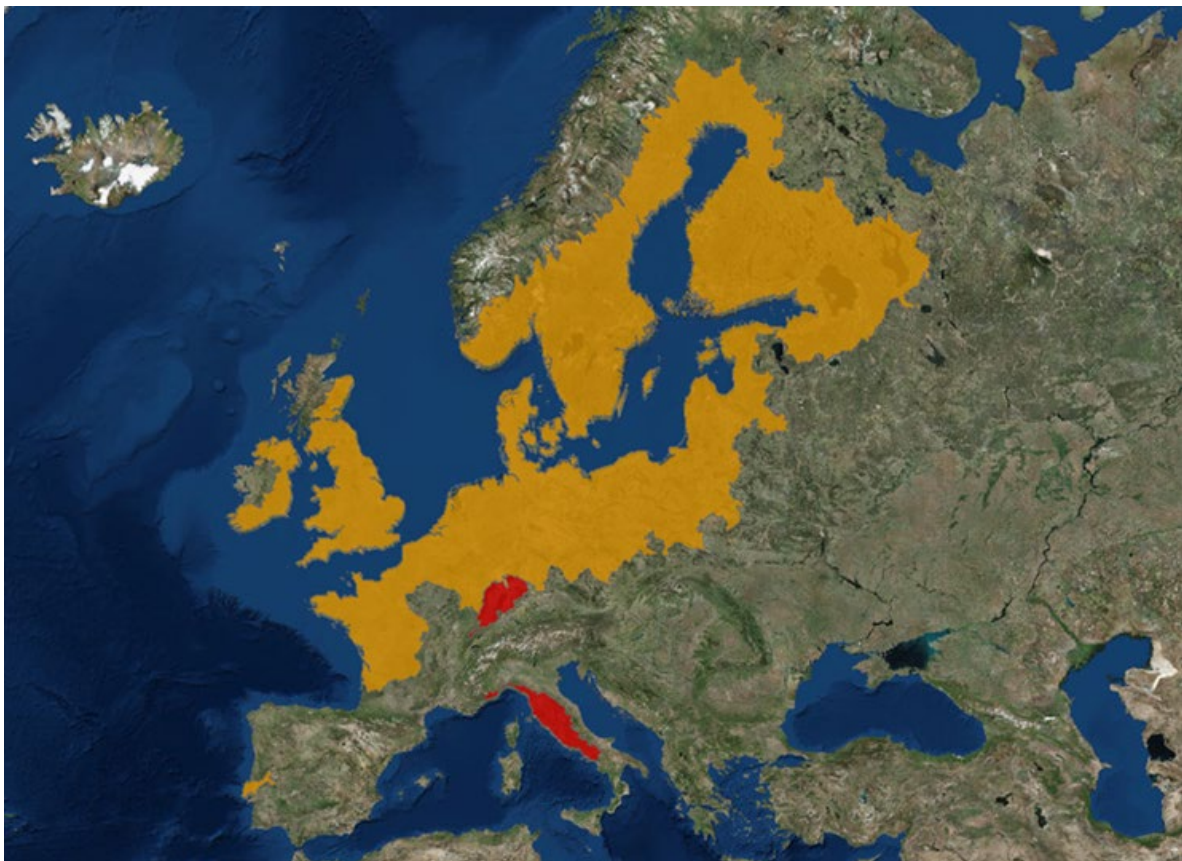
Een kijkje onder water in het Gasterensche Diep, dat een goed paai- en opgroei-habitat vormt voor rivierprik (Foto Ben Griffioen).

2 Ecologische schets van rivierprik

2.1 Biologie en levenscyclus van rivierprik

De rivierprik *Lampetra fluviatilis* is een migrerende rondbek soort (primitieve visachtige) die zowel zoute als zoete habitats nodig heeft om zijn levenscyclus te voltooien. De snelste groeifase vindt plaats op zee waar de rivierprikken leven als parasitaire predatoren op andere vis. De volwassen rivierprikken trekken vervolgens rivieren en beken op om te paaien op stromend water, waarna zij sterven (Jang & Lucas 2005). De larven (ammocoeten) drijven na het uitkomen van de eieren weg van de paaiplaatsen en settelen zich in de luwere delen met fijnere sedimenten van beken en rivieren (Maitland 1980, - 2003). De ammocoeten scheiden feromonen uit die een aantrekkende werking hebben op de volwassen intrekkende rivierprikken (Gaudron & Lucas 2006). Na 3-5 jaar trekken de jonge prikken bij een lengte van 12-15 cm naar zee (Hardisty & Potter 1971, Hardisty 1986).

De rivierprik komt in Noord-West Europa voor in rivieren en kustgebieden van de Atlantische kusten, rondom de Noordzee en de Oostzee (figuur 2.1.). Van oudsher kwam de rivierprik massaal voor in Nederland (van der Ende 1847). In de Maas bij Lith, rapporteerde Lanzing (1959) commerciële vangsten van 95,000-200,000 volwassen optrekkende rivierprikken gedurende 1953-1957 op alleen al deze locatie. Anekdotische informatie van beroepsvissers in de Nederlandse rivieren suggereren dat de rivierprik aantallen op z'n laagst waren gedurende de 60er en 70er jaren van de vorige eeuw. Waterverontreiniging, habitatverlies en migratiebarrières zijn de belangrijkste oorzaken hiervoor.



Figuur 2.1. Verspreidingsgebied van de rivierprik (*Lampetra fluviatilis*). Oranje is het huidige verspreidingsgebied, rood zijn de gebieden waar de soort lokaal is uitgestorven (IUCN, 2017).

Omdat de rivierprik door zijn levenswijze hoge eisen stelt aan de verschillende habitats en verbindingen daartussen is deze een belangrijke indicatorsoort voor het functioneren van stromende wateren. Zo zijn in het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) maatregelen ontwikkeld om het functioneren van stromende wateren te scoren. Hierbij is het voorkomen van riviertrekvisseren als rivierprik een belangrijke graadmeter voor de kwaliteit van de connectiviteit in rivierstroomgebieden.

Daarnaast speelt deze soort mee in maatlatten die hoge specialistische habitateisen stelt (als soort binnen het gilde 'reofielen' ofwel stroomminnende, en binnen het gilde migratie regionaal/zee dan wel diadroom en 'habitat-gevoelige' vissoorten). Niet alleen bij het waterbeheer is de soort een belangrijke indicator. Ook binnen het internationale natuurbeleid speelt de rivierprik een belangrijke rol. De rivierprik is aangewezen als soort met beschermde status binnen de EU- Habitatrichtlijn (HR). Inmiddels zijn in Nederland vele gebieden en soorten aangewezen als beschermde zone in Natura 2000 (als Nederlandse uitwerking van de EU Habitat Richtlijn).

Door de verbetering van de waterkwaliteit sinds de jaren zeventig en tachtig, de inspanningen en investeringen die zijn uitgevoerd om riviersystemen middels vistrappen beter optrekbaar te maken en beek- en rivierherstelprojecten, is de rivierprik in Nederland inmiddels toegenomen. Over de optrek van de volwassen rivierprik is relatief veel bekend in Nederland (Grift et al. 2014, Winter et al. 2013). Over de paaigebieden veel minder en over de opgroeigebieden van de larven (ammocoeten) in de zoete stromende wateren en tijdens de zeefase is zeer weinig bekend (Mulder 2010).

2.2 Status rivierprik in stroomgebieden van Hunze en Aa's

Op dit moment zijn slechts weinig plaatsen in Nederland bekend waar de rivierprik met zekerheid paait: de Roer en de Niers in Limburg, de Dommel en het Keersop in Noord-Brabant, de Grift in Gelderland en het Gasterensche Diep in Drenthe (Spikmans et al. 2016, Winter et al. 2013). De laatstgenoemde beek is onderdeel van het Drentsche Aa stroomgebied en dit gebied is binnen Natura 2000 aangewezen voor onder andere de rivierprik.

Sinds 2006 wordt de Rivierprik populatie in het Drentsche Aa stroomgebied in kaart gebracht. Hierbij ligt de focus op onderzoek naar verspreiding en het habitat gebruik van de larven en het functioneren van de migratie verbindingen tussen zee en de paaiplaatsen in de beek. Inmiddels zijn we 11 jaar verder en hebben we de mysteries rondom de rivierprik steeds meer ontrafeld. Sinds 2006 is vier maal een intensief raster van ca 7,5 km in het Gasterensche Diep bemonsterd met een Van Veen happer om voorkomen en microhabitatvoorkeur van prikklarven te onderzoeken (Griffioen 2006, Winter en Griffioen 2007, Mulder 2010, Hofstra 2014). Daarnaast wordt er vanaf 2009 jaarlijks stroomafwaarts van een bekende paaiplaats in het Gasterensche Diep bemonsterd om het paaisucces van jaar op jaar in kaart te brengen en de dispersie van larven vanaf de paaiplaats te onderzoeken.

Het Gasterensche Diep herbergt één van de weinige bekende paaiplekken voor rivierprikken in Nederland. Door de kleinschaligheid van het beekstelsel, een soort Madurodam voor trekvis, is dit systeem zeer geschikt om proceskennis van rivierprik op te doen. De habitatsvariatie is groot en de larven hoeven niet ver met de stroom mee te drijven van de paaiplaatsen om geschikte opgroeiplaatsen te vinden. Naar schatting groeien er grofweg enkele tienduizenden prikklarven op in het Gasterensche Diep, die zeer geclusterd direct stroomafwaarts van paaiplaatsen voorkomen. Het paaisucces verschilt sterk van jaar tot jaar.

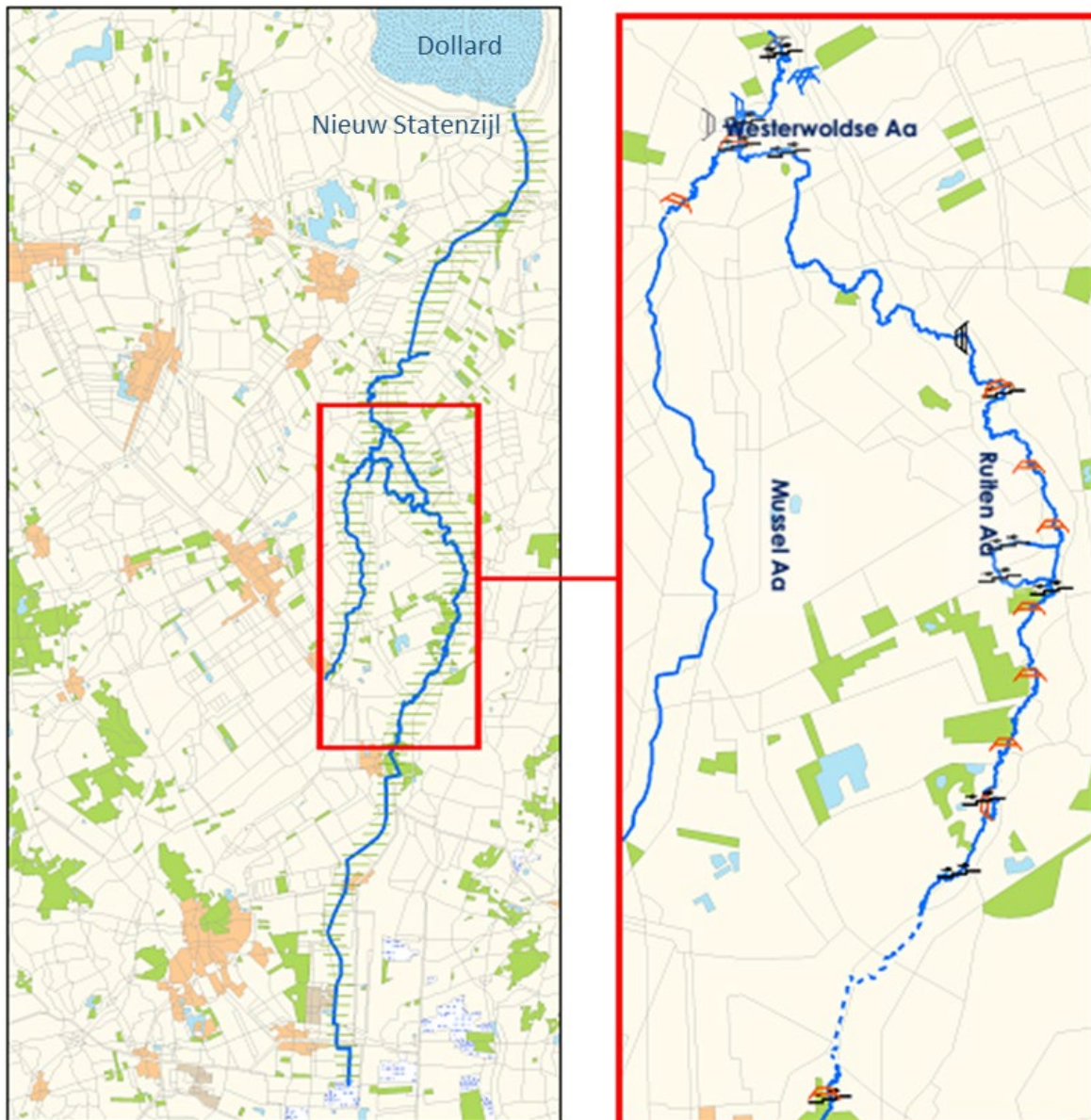
Aanvullend op het larven onderzoek zijn in de periode 2009-2012 volwassen rivierprikken van zenders voorzien gevolgd tijdens hun opwaartse trek (Winter et al. 2013). Rivierprikklarven scheiden specifieke feromonen af waar volwassen rivierprikken zich op oriënteren. Zo vinden ze bewezen goede paaiplekken, waarbij ze anders dan zalm hier niet geboren hoeven te zijn. De zender-experimenten bevestigden deze hypothese; de 6 rivierprikken die het Gasterensche Diep introkken deden dit zeer gericht en zwommen binnen enkele dagen van Delfzijl naar het Gasterensche Diep. Maar een flink deel van de rivierprikken drong niet ver het kanalen systeem in en keerde deels terug naar de Waddenzee. Wellicht is dit te wijten aan de onnatuurlijke habitats en stromingsdynamiek in de kanalen.

In het stroomgebied van de Westerwoldsche Aa zijn sporadisch rivierprikken waargenomen, met name bij de zoet-zout overgang bij Nieuw Statenzijl. In het kader van de fuikbemonsteringen die hier voor de monitoring van het aalreservaat Westerwoldsche Aa plaatsvinden zijn er in 2010 en 2013 enkele exemplaren van de rivierprik als bijvangst gevangen (persoonlijke waarneming P.P.Schollema).

3 Bemonsteringen en methoden

3.1 Studiegebied Ruiten Aa en Westerwoldsche Aa

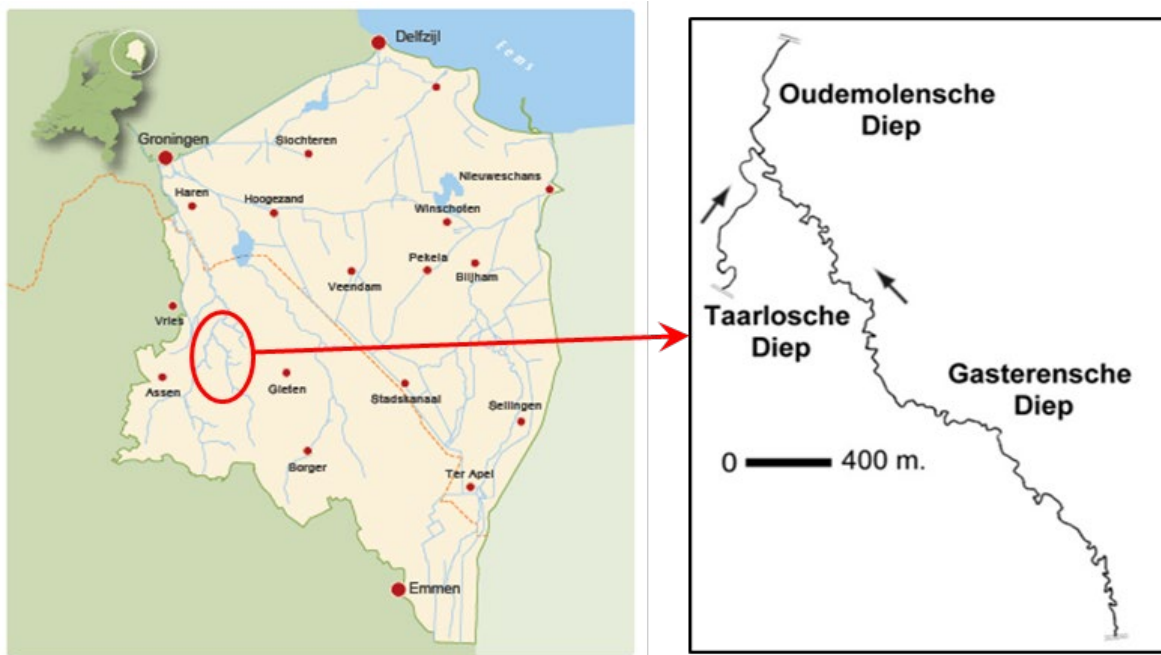
Het studiegebied in het stroomgebied van de Westerwoldsche Aa omvat een drietal beken; de Mussel Aa, Ruiten Aa en Westerwoldsche Aa (Figuur 3.1). De Mussel Aa ontspringt van oorsprong bij het plaatsje Valthe onder de Hondsrug maar kent tegenwoordig een kleiner afwateringsgebied. Bij Onstwedde stroomt het Pagediep in de Mussel Aa. Ter hoogte van het buurtschap Wessinghuizen vloeit de Mussel Aa samen met de Ruiten Aa. Deze beek kent haar oorsprong in het Bargerveen. Gezamenlijk gaan deze twee beken vervolgens verder als Westerwoldsche Aa in de richting van de zeesluizen bij Nieuw Statenzijl. Hier stroomt het riviertje de Dollard in. De afstand tussen deze zeesluizen en de meest stroomafwaarts gelegen bemonsteringstrajecten in de Westerwoldsche Aa bedraagt ongeveer 25 kilometer. Alle beektrajecten in het onderzoeksgebied bevinden zich in gebieden met een natuurfunctie die in beheer zijn bij Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. De beken worden beheerd door waterschap Hunze en Aa's.



Figuur 3.1. Stroomgebied van de Westerwoldsche Aa die bij Nieuw Statenzijl in de Dollard uitmondt.

3.2 Studiegebied Gasterensche en Oudemolensche Diep

Het stroomgebied van de Drentsche Aa omvat meer dan 100 kilometer aan beken. In hoofdlijnen is het systeem onder te verdelen in een Oosttak en een Westtak. De Oosttak bestaat uit de beken Andersche Diep, Rolderdiep en Gasterensche Diep. De Westtak omvat de beken Amerdiep, Deurzerdiep, Anreperdiep en het Taarlosche Diep. Ter hoogte van Tweedijskolk vloeien de twee diepjes (beken) Taarlosche Diep en Gasterensche Diep samen en gaan verder als het Oudemolensche Diep in Noordwaartse richting (*Figuur 3.2*). De beek mondt ter hoogte van De Punt uit in het Noord-Willemskanaal. Via de stad Groningen stroomt het water vervolgens via het Eemskanaal naar Delfzijl om en via de spuisluizen in de Eems. De afstand tussen deze spuisluizen en de meest stroomafwaarts gelegen bemonsteringstrajecten in het Oudemolensche Diep bedraagt ca. 50 kilometer. Het studiegebied m.b.t. het rivierprik onderzoek beperkt zich tot een 7,5 km lang traject in het Gasterensche Diep en het Oudemolensche Diep. Dit beektraject valt in het Natura 2000 natuurgebied Drentsche Aa dat in beheer is bij Staatsbosbeheer. Waterschap Hunze en Aa's is hier verantwoordelijk voor het beheer van de beek. Sinds 2003 wordt er niet meer gemaaid en sinds 2008 zijn op een paar trajecten dode bomen in het Gasterensche Diep aangebracht i.h.k.v. programma Beek op Peil (Hofstra 2014).

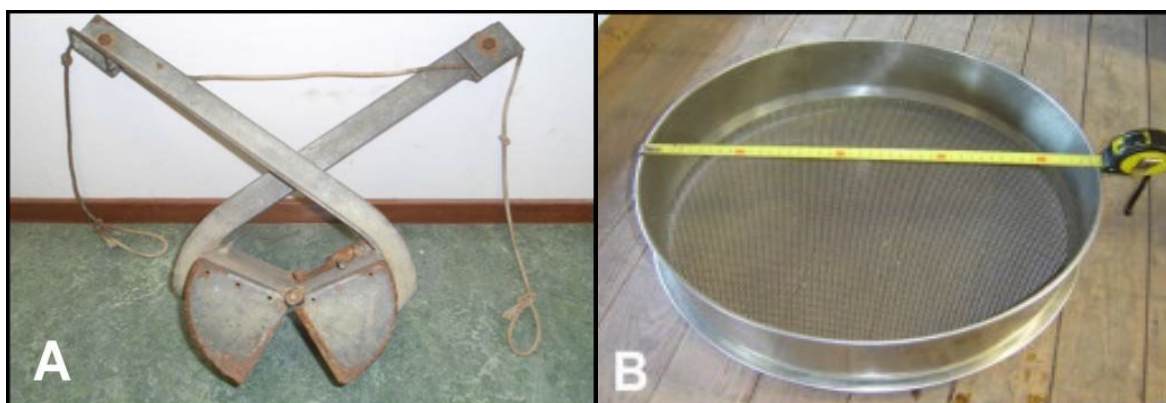


Figuur 3.2. Ligging van stroomgebied van de Drentsche Aa in het beheersgebied van Hunze en Aa's (links) en de drie beeksystemen binnen de Drentsche Aa waar het priklarvenonderzoek is uitgevoerd.

3.3 Bemonsteringsmethodiek

In de periode 2006-2018 zijn zowel in het Drentsche Aa stroomgebied, met name in het Gasterensche Diep en benedenstroomse deel van Oudemolensche Diep, als in het Ruiten Aa stroomgebied (juli 2016) bemonsteringen uitgevoerd om de verspreiding van priklarven in kaart te brengen in relatie tot habitatkenmerken. In 2006 is ook het Taarlosche Diep bemonsterd maar hier zijn geen priklarven aangetroffen en deze is daarom niet in de rapportage opgenomen. De bemonsteringen zijn uitgevoerd met de Van Veen Happer (*Figuur 3.3*) waarbij telkens hetzelfde bemonsteringsprotocol is gebruikt. Deze methode is geselecteerd omdat deze onafhankelijk is van de helderheid en de diepte van het water (bij elektrovisserij of bemonsteringen met schepnet bijvoorbeeld niet). Bovendien wordt een vast oppervlak per monster (0.04 m^2) bemonsterd waarin alle aanwezige larven worden gevangen (geen selectiviteitsfactor). Dit maakt het mogelijk om kwantitatief de relatie met habitatkenmerken te bepalen. Per monster werd een 'hap' genomen die in een 2mm zeef (*Figuur 3.3*) werd uitgezeefd. Dit geeft wel een lengte selectiviteit waarbij larven kleiner dan 30mm minder effectief worden gevangen omdat deze door de mazen van de zeef kunnen ontsnappen. Van elk monster werd de GPS-positie en de waterbodemdiepte bepaald en of de locatie in de zon of schaduw lag. Omdat er veel monsters verwerkt moesten worden is gekozen voor een snelle habitat-classificeringsmethode (volgens Griffioen

2006, zie *Tabel 3.1*). Er is telkens gekozen voor bemonstering van een raster met een vaste afstand tussen raaien en vier monsters per raai: langs linkeroever (L), links van het midden (ML), rechts van het midden (MR) en langs rechteroever (R) in de richting langs de stroming bekeken. De afstand tussen raaien was 50m in het grote raster in Gasterensche Diep en Oudemolensche Diep; 10m en 5m in de laatste 70m voor de paaiplaats in het fijne raster in het Gasterensche Diep; en 100m in alle deelgebieden van de Westerwoldsche Aa stroomgebied.



Figuur 3.3. Van Veen Hopper (A) en gebruikte 2mm zeef (B)

Tabel 3.1 Habitat-classificering per monsterlocatie voor het type sediment, bedekkingsgraad van waterplanten en organisch stofgehalte.

Habitat-parameter	Onderscheid in verschillende klassen
Sediment-type (substraat)	Veen, klei, fijn slib, slib, zand/slib, zand, zand/grind, grind, oer, stenen ('in oplopende korrelgrootte')
Bedekking met waterplanten	Geen (0%), < 10%, 10-50%, > 50% (+plantensoorten die in het monster zijn aangetroffen)
Organisch stofgehalte	<1%, 1-10%, >10% (op basis van geschat volume)

3.4 Overzicht van priklarvenbemonsteringen 2006-2018

In de Drentsche Aa zijn verschillende bemonsteringen uitgevoerd. In totaal zijn er vier surveys met een groot raster (50m) in het Gasterensche en Oudemolensche Diep uitgevoerd in juli; 2006/2008 (waarbij het benedenstroomse deel van het Gasterensche Diep en Oudemolensche Diep in 2006 is bemonsterd en het bovenstroomse deel van het Gasterensche Diep in 2008), 2009, 2013 en 2017. Daarnaast is er vanaf 2009 jaarlijks een fijn raster (5-10m) bemonsterd stroomafwaarts van voorde 1 (bewezen paaiplaats voor rivierprik) in het Gasterensche Diep. In juli 2016 is er een survey uitgevoerd in het Westerwoldsche Aa stroomgebied met een groot raster (100m) in verschillende deelgebieden (zie *Tabel 3.2*). In totaal zijn er 4.192 monsters genomen in beide stroomgebieden te samen.

Tabel 3.2. Overzicht van alle uitgevoerde bemonsteringen in de Drentsche Aa en Westerwoldsche Aa stroomgebieden. Per jaar en deelgebied is het totaal aantal monsters met de van Veen Happer weergegeven.

Gebied	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Totaal
Drentsche Aa stroomgebied													
Gasterensche Diep- groot raster	352	124	476				476				476		1904
Oudemolensche Diep- groot raster	120		120				120				120		480
<i>Totaal Drentse Aa (groot raster)</i>	<i>472</i>	<i>124</i>	<i>596</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>596</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>596</i>	<i>0</i>	<i>2384</i>
Gasterensche Diep - fijn raster			120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	1200
<i>Totaal Drentsche Aa stroomgebied</i>	<i>472</i>	<i>124</i>	<i>716</i>	<i>120</i>	<i>120</i>	<i>120</i>	<i>716</i>	<i>120</i>	<i>120</i>	<i>120</i>	<i>716</i>	<i>120</i>	<i>3584</i>
Westerwoldsche Aa stroomgebied													
Inlaat											20		20
Mussel Aa											156		156
Ruiten Aa											136		136
Vispassage 1											28		28
Vispassage 2											28		28
Vispassage 3											28		28
Vispassage 4											28		28
Voorde 1											28		28
Voorde 2											28		28
Westerwoldsche Aa											128		128
<i>Totaal Westerwoldsche Aa stroomgebied</i>											<i>608</i>		<i>608</i>
Totaal beide stroomgebieden	472	124	716	120	120	120	716	120	120	120	728	716	4192

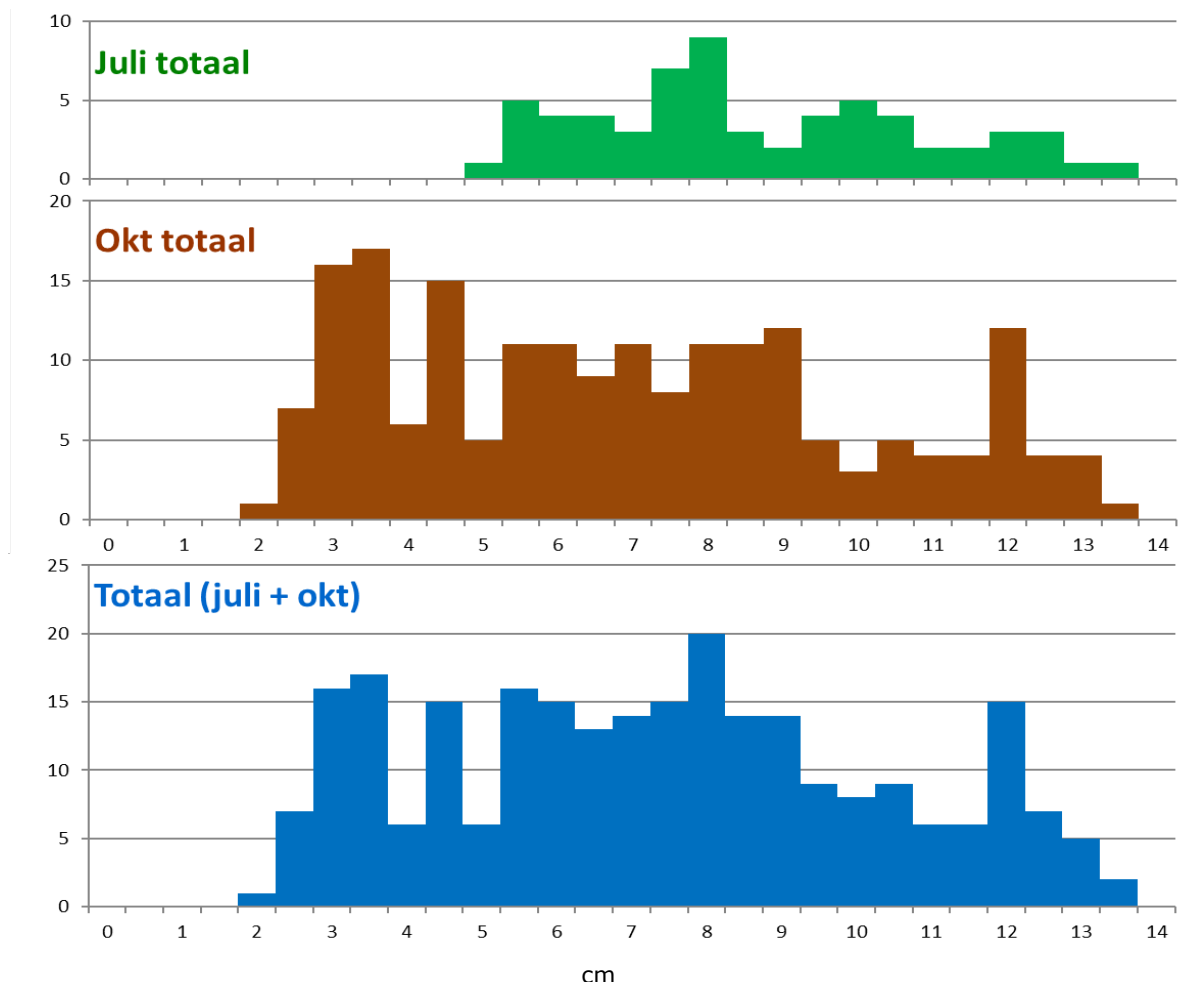


Rivierprikklarven bemonstering met van Veen happer in het Gasterensche Diep (bomen in de beek traject) tijdens de juli-survey (Foto Peter Paul Schollema).

4 Habitatvoorkeur van priklarven in het Gasterensche Diep (Drentsche Aa)

4.1 Preferentie priklarven i.r.t. habitat karakteristieken

Op basis van de gegevens verzameld in het Drentsche Aa stroomgebied (Gasterensche Diep en Oudemolensche Diep) zijn de dichtheden per habitat klasse voor verschillende habitat parameters op een rij gezet. De bemonsteringsdata van het Gasterensche Diep van zowel het grote raster (juli-bemonsteringen) als het kleine raster (oktober bemonsteringen) zijn hiervoor gebruikt. De gegevens van het Oudemolensche Diep zijn niet meegenomen vanwege het zeer geringe aantal priklarven (2 in 2006). In totaal zijn er 1904 monsters genomen in het Gasterensche Diep tijdens de juli surveys, en 1200 monsters tijdens de fijn raster bemonsteringen in het najaar. Hierbij zijn in totaal 254 priklarven gevangen (exclusief de 2 priklarven in Oudemolensche Diep in 2006). De lengtes van de priklarven varieerden van 24mm tot 137mm en alle lengteklassen zijn in de dataset aanwezig, waarbij in de juli-bemonsteringen de nieuwe jaarklasse nog veel kleiner is dan 30mm en gemist wordt bij het bemonsteren met een 2mm zeef. In het najaar worden wel alle jaarklassen gevangen, waarbij alleen de allerkleinsten van de nieuwe jaarklasse nog kans hebben door de zeef te ontsnappen.



Figuur 4.1. Lengte (cm) frequentieverdeling van alle gevangen rivierprik larven in de diverse bemonsteringen in Drentsche Aa stroomgebied in juli (groot raster) en oktober (fijn raster stroomafwaarts voorde 1).

De dichtheden priklarven per habitat parameter (substraat/sediment type; organisch stofgehalte; bedekking waterplanten; oever-midden per raai), de totale aantallen priklarven en het bemonsterde

oppervlak per habitat klasse zijn weer gegeven in onderstaande tabellen (Tab. 4.1-4.4) en samengevat in figuur 4.2.

Tabel 4.1. Substraat/sediment type: aantallen monsters, bemonsterde oppervlakte, aantallen larven en larven dichtheden per substraat type voor het Gasterensche Diep (juli) en fijn raster (oktober).

Substraat type	Gasterensche Diep (juli)				Gasterensche Diep (fijn raster najaar)			
	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²
veen	178	7.12	1	0.14	162	6.48	1	0.15
klei	10	0.40	0	0.00	19	0.76	0	0.00
fijn slib	118	4.72	1	0.21	6	0.24	0	0.00
slib	903	36.12	38	1.05	691	27.64	146	5.28
slib zand	479	19.16	18	0.94	251	10.04	37	3.69
zand	191	7.64	3	0.39	64	2.56	9	3.52
zand grind	17	0.68	0	0.00	1	0.04	0	0.00
grind	6	0.24	0	0.00	1	0.04	0	0.00
oer	0	0.00	0	0.00	5	0.20	0	0.00
stenen	2	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00
totaal	1904	76.16	61	0.80	1200	48	193	4.02

Tabel 4.2. Organisch stofgehalte: aantallen monsters, bemonsterde oppervlakte, aantallen larven en larven dichtheden per substraat type voor het Gasterensche Diep (juli) en fijn raster (oktober).

Org. Stof gehalte	Gasterensche Diep (juli)				Gasterensche Diep (fijn raster najaar)			
	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²
0-1%	94	3.76	0	0.00	38	1.52	1	0.66
1-10%	881	35.24	23	0.65	464	18.56	81	4.36
>10%	929	37.16	38	1.02	698	27.92	111	3.98
totaal	1904	76.16	61	0.80	1200	48	193	4.02

Tabel 4.3. Waterplanten bedekking: aantallen monsters, bemonsterde oppervlakte, aantallen larven en larven dichtheden per substraat type voor Gasterensche Diep (juli) en fijn raster (oktober).

Planten-bedekking	Gasterensche Diep (juli)				Gasterensche Diep (fijn raster najaar)			
	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²
geen (0%)	451	18.04	4	0.22	534	21.36	62	2.90
<10%	542	21.68	21	0.97	359	14.36	81	5.64
10-50%	408	16.32	24	1.47	148	5.92	35	5.91
>50%	503	20.12	12	0.60	159	6.36	15	2.36
totaal	1904	76.16	61	0.80	1200	48	193	4.02

Tabel 4.4. Positie van het monster in de raai (Linker oever, links midden, rechts midden, rechteroever): aantallen monsters, bemonsterde oppervlakte, aantallen larven en larven dichtheden per substraat type voor het Gasterensche Diep tijdens juli en fijn raster in oktober.

Raai positie	Gasterensche Diep (juli)				Gasterensche Diep (fijn raster najaar)			
	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²	N monsters	Opp (m ²)	N larven	Larven/m ²
Oever L	476	19.04	10	0.53	300	12	31	2.58
Midden L	476	19.04	15	0.79	300	12	68	5.67
Midden R	476	19.04	16	0.84	300	12	56	4.67
Oever R	476	19.04	20	1.05	300	12	38	3.17
totaal	1904	76.16	61	0.80	1200	48	193	4.02

In totaal is er 76 m² tijdens juli (groot raster) en 48 m² waterbodems tijdens oktober (fijn raster) bemonsterd. De gemiddelde dichtheid aan priklarven was 0.80 larve/m² over de gehele bemonsterde lengte van het Gasterensche Diep en 4.02 larve/m² direct benedenstrooms van voorde 1. Ter vergelijking in het Oudemolensche Diep zijn 2 priklarven gevangen (gemiddelde dichtheid 0,12 larve/m²), beiden in slib-zand (dichtheid 0.50 larve/m² voor slib-zand).



Figuur 4.2. Dichtheden per habitat parameter voor groot raster in juli (linker panelen) en fijn raster in oktober (rechter panelen).

De hoogste dichtheden priklarven zijn gevonden in slib, vervolgens slib-zand en in mindere mate zand (minder in juli dan in fijn raster najaar). In andere substraten zijn vrijwel geen larven aangetroffen. Deze twee priklarven in veen waterbodems waren grote juvenielen die al een metamorfose hadden doorgemaakt en wellicht niet meer ingegraven leefden. De priklarven hebben een duidelijke voorkeur voor fijne sedimenten.

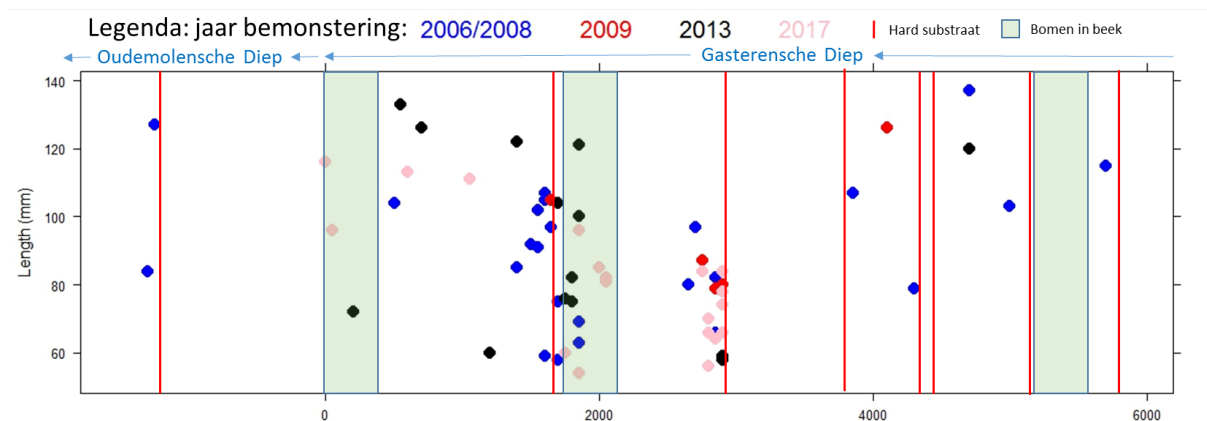
De priklarvendichtheden waren het hoogst in waterbodems waarin het organische stofgehalte hoger was dan 1 %. Waterbodems met zeer weinig organisch stofgehalte < 1% werden niet geprefereerd. Er was geen duidelijke voorkeur tussen 1-10% en >10% organisch stofgehalte.

Priklarven hadden voorkeur voor waterbodems met enige waterplantenbedekking (<50%), waar waterbodems zonder waterplanten en waterbodems met dichte waterplanten bedekking (>50%) duidelijk lagere dichtheden bevatten. In het veld was de indruk dat met name aan de randen van waterplantbedden relatief vaak priklarven werden aangetroffen. Hier bevinden zich vaak zand en slib afzettingen onder de planten in combinatie met goed belucht en doorstromend water in de naastgelegen geul. Dit lijkt een geschikt leefmilieu te zijn voor de priklarven. Alhoewel de indruk was dat larven relatief vaak op de scheidslijn van vegetatie en onbegroeid sediment zaten, was hier geen consistente registratie van.

De patronen voor deze drie habitat parameters zijn gelijk voor juli en oktober waarbij de dichtheden in het kleinere gebied dat in oktober wordt bemonsterd met een fijn raster telkens beduidend hoger liggen (zie waarden y-assen in figuur 4.2). Voor de positie in de raai is er wel een verschil tussen het gehele Gasterensche Diep in juli (vrij gelijkmatig verdeeld over de raai) en in het kleinere gebied met fijn raster in oktober (meer in het midden dan langs de oevers).

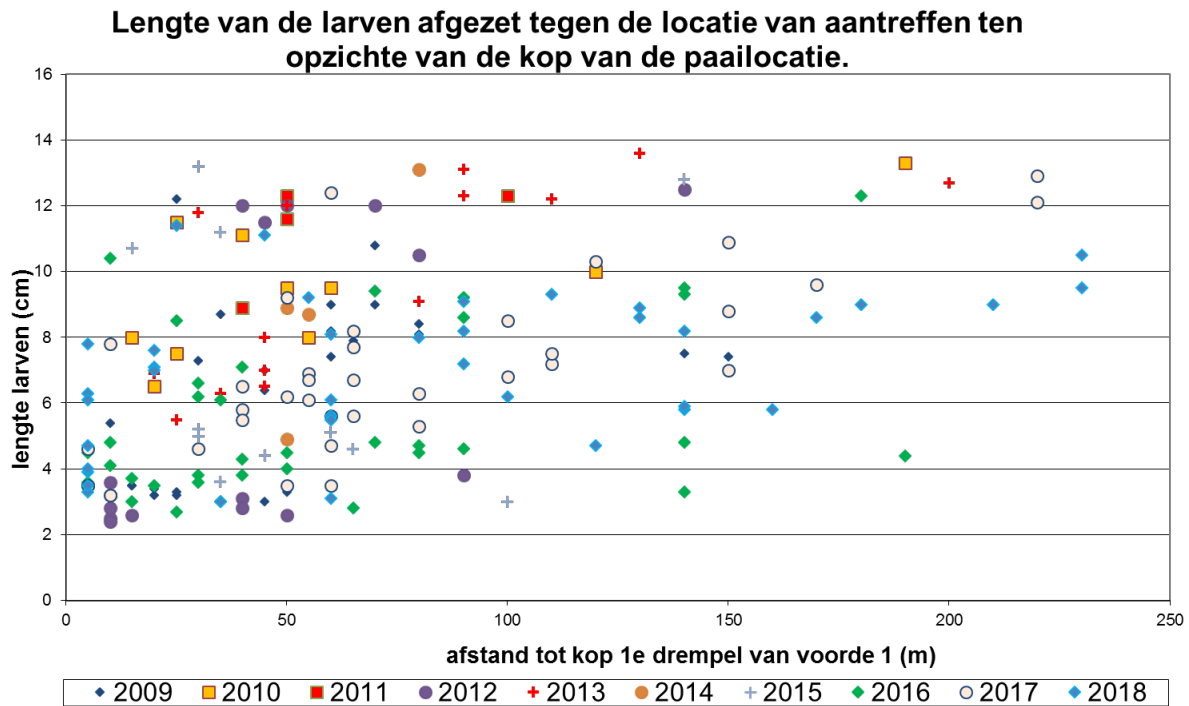
4.2 Verspreiding priklarven i.r.t. potentiële paaipplaatsen

Tijdens de vier surveys over het traject van Oudemolensche Diep en Gasterensche Diep zijn verspreid over de gehele lengte van het traject priklarven waargenomen. Er zijn twee duidelijke clusters te zien; stroomafwaarts van rivierkilometer 1900 (Omgeving brug Aolstalbat en middelste bomentraject), en stroomafwaarts van rivierkilometer 2800 (voorde 1). Hier bevinden zich waarschijnlijk belangrijke paaipplaatsen en zijn ook de kleinste priklarven waargenomen.



Figuur 4.3. Verspreiding van de priklarven tijdens de vier surveys in juli in het Oudemolensche (links van 0, de monding van Gasterensche Diep in Oudemolensche Diep) en Gasterensche Diep (afstand 0 tot 6200 m vanaf de monding op de x-as). Op de y-as is de lengte van priklarven weergegeven. Tevens zijn de trajecten met bomen in de beek (groen) en harde substraten (rode lijnen) weergegeven

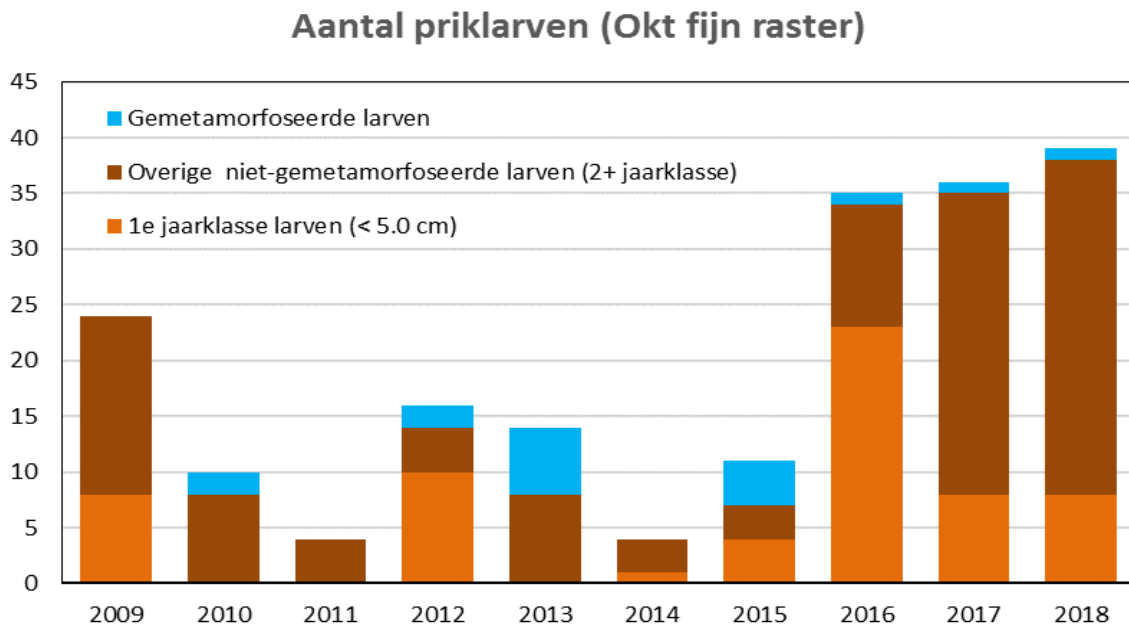
In de fijn raster bemonsteringen in oktober benedenstrooms van voorde 1 is de verspreiding van larven vanaf de paaipplaats nog duidelijker zichtbaar (figuur 4.4). Waarbij de jongste 0-jarige priklarven (2-6 cm) dichter op de paaipplaats voorkomen, voornamelijk binnen 50m dan de oudere jaarklassen (6 cm en groter), die tot ruim 200m nog voorkomen. De dispersie van larven vanaf de paaipplaatsen lijkt zeer gering in het Gasterensche Diep en blijft tijdens de jaren (3-4 jaar, zie paragraaf 4.3) dat ze op zoetwater blijven beperkt tot slechts enkele honderden meters.



Figuur 4.4. Verspreiding van de priklarven tijdens de oktober bemonsteringen stroomafwaarts van voorde 1 (bij $x=0$ links in de grafiek) in Gasterensche Diep (fijn raster) gedurende 2009-2018. Op de y-as is de lengte van priklarven weergegeven.

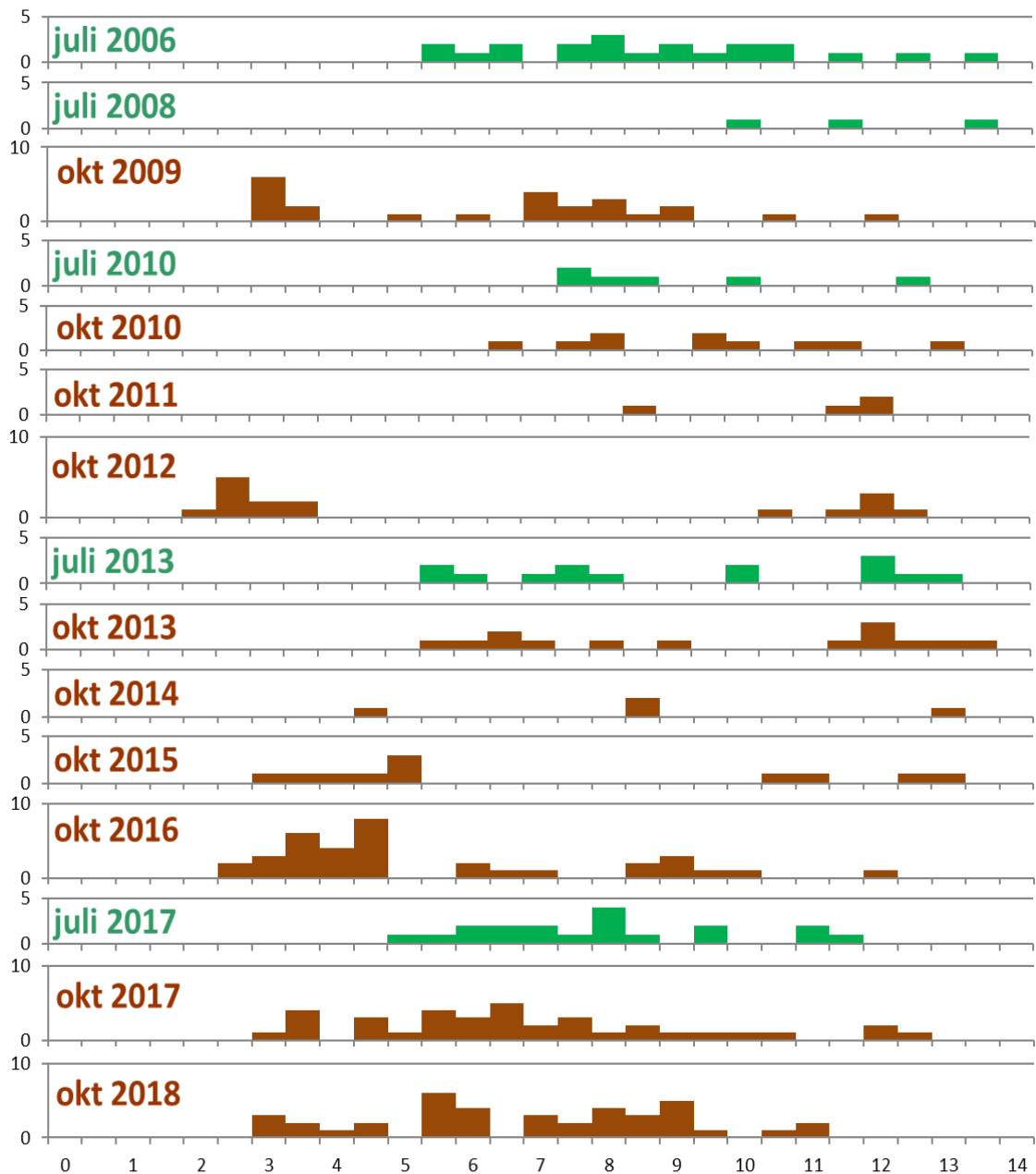
4.3 Dynamiek in voorkomen priklarven tussen jaren

Vanaf 2009 is in het Gasterensche Diep jaarlijks een traject benedenstrooms van voorde 1 met fijn raster bemonsterd op identieke wijze. Deze reeks geeft een indruk in de variatie in voorkomen en lengtesamenstelling van priklarven van jaar tot jaar. De aantallen per jaar zijn weergegeven in *figuur 4.5*. Er is veel variatie in aantallen van jaar tot jaar (minimum 4 – maximum 39 priklarven). De laatste drie jaren zijn de hoogste aantallen gedurende de reeks vanaf 2009 waargenomen.



Figuur 4.5. Aantallen priklarven per jaar in de oktober fijn raster bemonsteringen in het Gasterensche Diep (2009-2017), onderverdeeld in 1^e jaarklasse (< 5.0cm), ammocoeten > 5.0 cm (2^e jaarklasse en ouder) en larven die metamorfose hebben doorgemaakt.

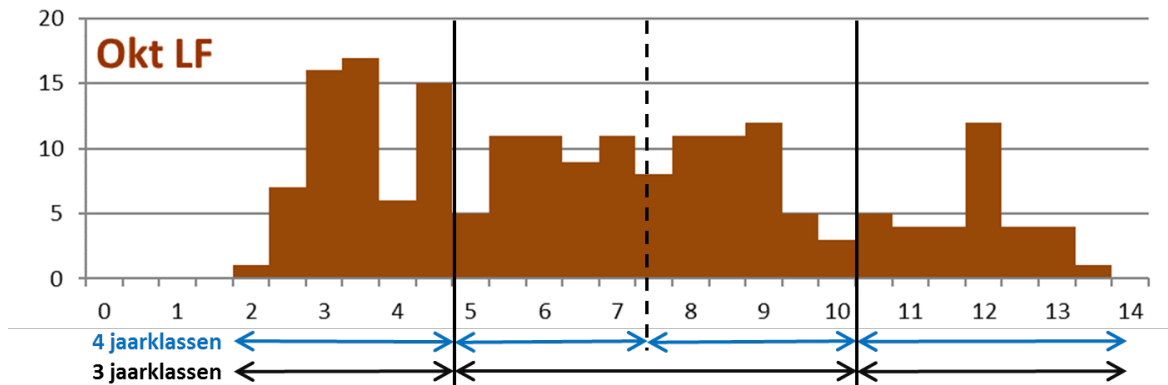
De lengtesamenstelling van de gevangen priklarven is weergegeven in *figuur 4.6*. Ook hier veel variatie van jaar op jaar, waarbij de kleinste lengteklasse in drie jaren ontbreekt (2010, 2011 en 2013) en in 2016 het sterkst lijkt. Ook in 2009, 2012, 2015, 2017 en 2018 zijn nieuwe jaarklassen waargenomen. De gemetamorfoseerde prikjes varieerden in lengte van 10,7 en 13,6 cm.



Figuur 4.6. Lengtesamenstelling (in cm) van alle priklarven bemonsteringen in het Gasterensche Diep. De juli bemonsteringen zijn in groen weergegeven, de oktober bemonsteringen in bruin.

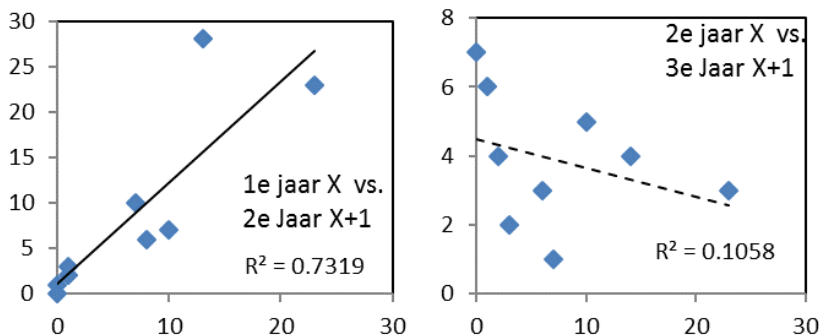
Larven kleiner dan 5 cm worden uitsluitend in oktober waargenomen. Dit suggereert dat deze larven in juli nog te klein zijn om met de 2mm te worden uitgezeefd en dan nog kleiner dan 3 cm zijn. De jaarklasse na één groeiseizoen lijkt een grootte < 5.0 cm te hebben. De sprong van de sterke nieuwe jaarklassen van 2009, 2012 en 2016 met minimaal 4 cm lengte toename van de kleinste groep in de daaropvolgende juli bemonstering (waarin de jongste jaarklasse wordt gemist) suggereert dat de groep van 5.0 cm tot grofweg 10 cm in oktober waarschijnlijk twee groeiseizoenen heeft gehad. De groep groter dan 10 cm zou dan uit priklarven van drie groeiseizoenen bestaan, waarbij tenminste een deel al de metamorfose heeft doorgemaakt. Deze verdeling in drie jaarklassen lijkt ook in *figuur 4.1* naar voren te komen. De grens tussen één en twee groeiseizoenen is relatief duidelijk. De grens tussen twee en drie groeiseizoenen is veel minder duidelijk en wellicht heeft een deel van de priklarven vier groeiseizoenen nodig om tot 12-14 cm uit te groeien.

Voor het onderscheiden van verschillende jaarklassen bekijken we hieronder 2 verschillende scenario's. Eén waarbij we de lengteverdeling in 3 jaarklassen indelen, en één waarbij we de lengteverdeling in 4 jaarklassen indelen (figuur 4.7).



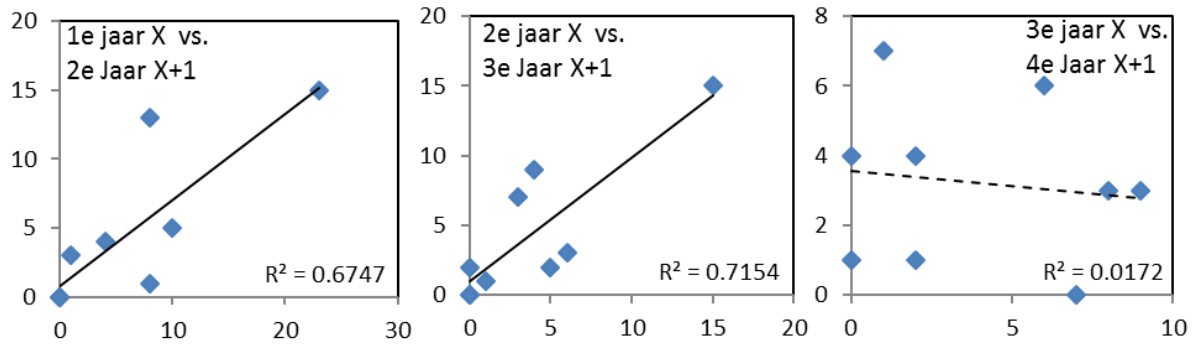
Figuur 4.7. De lengte frequentie verdeling van priklarven gedurende najaarsbemonstering in fijn raster bij voorde 1. Van de twee onderzochte mogelijke verdelingen in 3 danwel 4 jaarklassen zijn de lengte ranges per jaarklasse weergegeven.

Wanneer we de priklarven in het najaar indelen in drie groepen (verondersteld overeen te komen met drie jaarklassen) 0-4.9 cm (1 groeiseizoen), 5.0-10.4 cm (2 groeiseizoenen) en 10.4-14.0 cm (3 groeiseizoenen) dan vinden we een correlatie tussen groep 1^e groeiseizoen in jaar X en groep 2^e groeiseizoen in jaar X+1 van $R^2 = 0.73$). Maar de correlatie tussen de mogelijke groep 2^e groeiseizoen in jaar X en mogelijke groep 3^e groeiseizoen in jaar X+1 laat geen verband zien ($R^2 = 0.11$, figuur 4.8).



Figuur 4.8. Hypothese 3 verschillende jaarklassen: linkerpaneel: correlatie tussen aantal van groep 1^e groeiseizoen in jaar X (y-as) tegen aantallen in groep 2^e groeiseizoen in jaar X+1 (x-as), rechterpaneel: tussen aantallen in groep 2^e groeiseizoen in jaar X (y-as) tegen aantallen in groep 3^e groeiseizoen in jaar X+1 (x-as) (rechts). Op de y-as en x-as staan de aantallen priklarven per groep.

Het kan zijn dat er meer overlap zit tussen de oudere jaarklassen en dat er wellicht vier groeiseizoenen zijn. Wanneer we de priklarven in het najaar indelen in vier groepen op basis van de lengtesamenstelling over de jaren heen (verondersteld overeen te komen met vier opeenvolgende jaarklassen); in 0-4.9 cm (1 groeiseizoen), 5.0-7.4 cm (2 groeiseizoenen), 7.5-10.4 cm (3 groeiseizoenen), en 10.4-14.0 cm (4 groeiseizoenen) dan vinden we een correlatie tussen groep 1^e groeiseizoen in jaar X en groep 2^e groeiseizoen in jaar X+1 van $R^2 = 0.67$. Voor 2^e groeiseizoen in jaar X en mogelijke groep 3^e groeiseizoen in jaar X+1 een $R^2 = 0.72$. Maar de correlatie tussen de mogelijke groep 3^e groeiseizoen in jaar X en mogelijke groep 4^e groeiseizoen in jaar X+1 laat geen verband zien ($R^2 = 0.02$, figuur 4.9).



Figuur 4.8. Hypothese 4 verschillende jaarklassen: correlatie tussen groep 1^e groeiseizoen in jaar X tegen groep 2^e groeiseizoen in jaar X+1 (links), tussen groep 2^e groeiseizoen in jaar X tegen 3^e groeiseizoen in jaar X+1 (midden) en tussen groep 3^e groeiseizoen in jaar X tegen 4^e groeiseizoen in jaar X+1 (rechts). Op de y-as en x-as staan de aantallen priklarven per groep.

Beide scenario's geven een goede correlatie tussen jaarklassen in opeenvolgende jaren, met uitzondering van het laatste jaar. Het kan zijn dat een deel van de oudste jaarklasse al een metamorfose door heeft gemaakt en dan een andere vangst efficiëntie heeft of zich anders gedraagt, bijvoorbeeld ander habitat gebruik of al stapsgewijs naar benedenstrooms dispersie vertoont. Beide scenario's komen goed overeen met de beschikbare gegevens en uitsluitel over drie dan wel verschillende vier jaarklassen is nu niet te geven, of dat er sprake is van een deel van priklarven die drie groeiseizoenen in het systeem verblijft en een deel dat vier groeiseizoenen blijft.

Ook als we jaren met relatief hoge aantallen 1^e jaarklassen (figuur 4.5), 2009 (8 larven <5.0cm) en 2012 (10 larven <5.0cm) vergelijken met de jaren daarna waarin er relatief veel gemetamorfoseerde prikken zijn gevangen, 2013 (6 gemetamorfoseerde larven) en 2015 (4 gemetamorfoseerde larven), dan komen deze 4 groeiseizoenen later, van 2009 naar 2013, en 3 groeiseizoenen later, van 2012 naar 2015. Ook dit suggereert 3 a 4 groeiseizoenen voordat de priklarven naar zee migreren.

Het meest aannemelijke scenario is dat priklarven deels na 3 groeiseizoenen, wellicht de snellere groeiers of na goede opeenvolgende groeiseizoenen, en deels na 4 groeiseizoenen, wellicht de langzamere groeiers of opeenvolgende mindere groeiseizoenen, het zoetwater opgroei-habitat verlaat voor migratie naar zee. De tot nu toe hoogste piek van 23 larven <5cm in 2016, zal dan naar verwachting resulteren in hoge aantallen gemetamorfoseerde prikken in 2019 (na 3 jaar) of 2020 (na 4 jaar).



De oogloze priklarve (ammocoete) maakt een metamorfose door waarbij onder andere de kleur veranderd en ogen en een zuigbek worden gevormd (zie jonge prik op de foto, oktober 2011), waarna deze naar zee trekt om daar verder te groeien tot volwassen prik (Foto Peter Paul Schollema).

5 Habitat vergelijking tussen Oudemolensche & Gasterensche Diep en Ruiten Aa & Westerwoldsche Aa

5.1 Vergelijking voorkomen en verdeling habitat typen

Alle bemonsteringen zijn uitgevoerd met een raster met 4 monsters per raai/dwarsdoorsnede van een beek met vaste afstanden tussen de raaien. Hierdoor geven de monsters een goede representatieve steekproef van de verdeling van de verschillende habitat typen per beek of deelsysteem. Dat maakt het mogelijk om veranderingen in habitat karakteristieken in de tijd te kunnen volgen, bijvoorbeeld met de serie van 4 surveys in het Gasterensche Diep gedurende 2006-2017, en in de fijn raster surveys in het Gasterensche Diep benedenstreams van voorde 1 gedurende 2009-2018. Zo kan de survey voor het Westerwoldsche stroomgebied in juli 2016 gebruikt worden om toekomstige veranderingen-succesie in deze beekdelen waar hermeandering en beekherstel heeft plaats gevonden te kunnen volgen. Daarnaast kan er door de representatieve bemonstering een vergelijking tussen verschillende beek(deel)systemen worden gemaakt (Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Relatieve verdeling (%) over de klassen per habitat parameter, voor elk van de bemonsterde beek(deel)systemen en elk in juli bemonsterd jaar. Per habitat parameter is de meest voorkomende klasse donker gekleurd, de 2^e minder donker en de 3^e het lichtst. Het totale aantal monsters dat in een jaar per beek(deel) systeem is genomen is eveneens gegeven (n monsters).

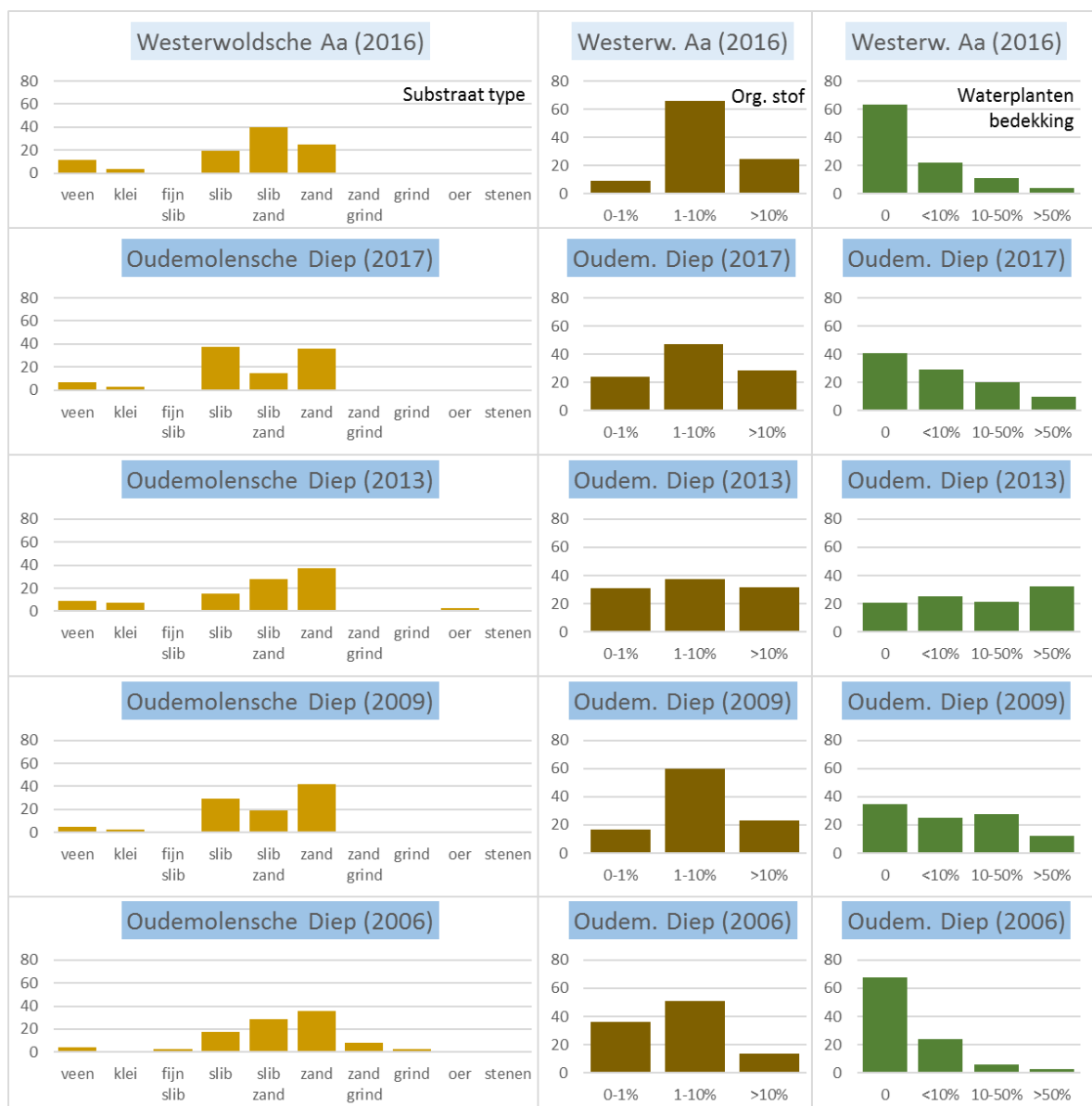
Gebied Beeknaam jaar	Drentsche Aa stroomgebied								Westerwoldsche Aa stroomgebied									
	Oudemolensche Diep				Gasterensche Diep				West	Ruit	Muss	Inlaat	Visp1	Visp2	Visp3	Visp4	Voor1	Voor2
	2006	2009	2013	2017	2006	2009	2013	2017	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
Substraat type (verdeling %)																		
veen	4	5	9	7	11	10	10	6	12	3	15	0	4	0	4	0	11	0
klei	0	3	8	3	0	0	2	0	4	1	5	5	8	0	4	7	0	0
fijn slib	3	1	1	0	11	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
slib	18	29	15	38	34	50	35	71	20	49	32	40	42	54	39	46	36	75
slib zand	28	19	28	15	22	25	34	19	40	37	32	30	19	32	43	46	39	21
zand	36	42	38	36	17	10	11	3	25	10	13	10	27	14	11	0	14	4
zand grind	8	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
grind	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
oer	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
stenen	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organisch stof gehalte (verdeling %)																		
0-1%	36	17	31	24	13	0	6	1	9	4	6	5	0	7	4	4	0	0
1-10%	51	60	38	48	53	48	45	39	66	63	74	65	69	71	61	61	68	64
>10%	13	23	32	28	34	51	49	61	25	34	20	30	31	21	36	36	32	36
Planten-bedekking (verdeling %)																		
0	68	35	21	41	41	22	14	17	63	43	28	35	19	54	57	21	68	21
<10%	24	25	25	29	33	24	28	29	22	19	24	30	38	43	29	32	21	32
10-50%	6	28	22	20	12	20	23	31	11	26	16	30	38	0	7	32	0	32
>50%	3	13	33	10	13	34	36	22	4	12	32	5	4	4	7	14	11	14
n monsters	120	120	120	120	476	476	476	476	128	136	156	20	26	28	28	28	28	28

De procentuele verdeling over de verschillende sediment/substraat klassen laat zien dat slib, slib zand en zand de meest voorkomende sediment types zijn, waarbij het Oudemolensche Diep het hoogste voorkomen van zand heeft. Ook de Westerwoldsche Aa heeft een relatief zandig karakter, waarbij slib-zand het meest voorkomende sediment is. In het Gasterensche Diep en Mussel Aa is slib en zand-slib het meest voorkomende sediment type. Daarnaast komt veen nog in redelijke mate voor in Gasterensche Diep, Westerwoldsche Aa en Mussel Aa. De overige sedimenten zoals klei, grind en oer zijn schaars.

De organische stofgehalten laten voor de meeste beektrajecten een vergelijkbare verdeling met 1-10% als meest voorkomende klasse zien. Alleen het Gasterensche Diep kent nadat er bomen in de beek zijn gebracht hogere organische gehalten (op basis van de surveys gedurende 2009-2017).

De waterplantenbedekking varieert sterker, zowel tussen jaren per beekstelsysteem als tussen beeksystemen. Het Gasterensche Diep en Mussel Aa kennen gemiddeld de hoogste waterplantenbedekking en het Oudemolensche Diep, de Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en direct benedenstrooms van de vispassages en voordes kennen een wat lagere waterplantenbedekking.

De beektrajecten in het Westerwoldsche Aa stroomgebied die zijn hermeanderd of hersteld worden vergeleken met beektrajecten in het Drentsche Aa stroomgebied die door rivierprik worden gebruikt voor paai en opgroei. Allereerst vergelijken we de habitatverdeling van het Oudemolensche Diep, de grootste beek direct stroomafwaarts van het Gasterensche Diep waar nog rivierpriklarven zijn aangetroffen, met de Westerwoldsche Aa, die stroomafwaarts na de samenvloeiing van de Mussel Aa en Ruiten Aa, een vergelijkbare breedte en afvoer heeft (figuur 5.1).

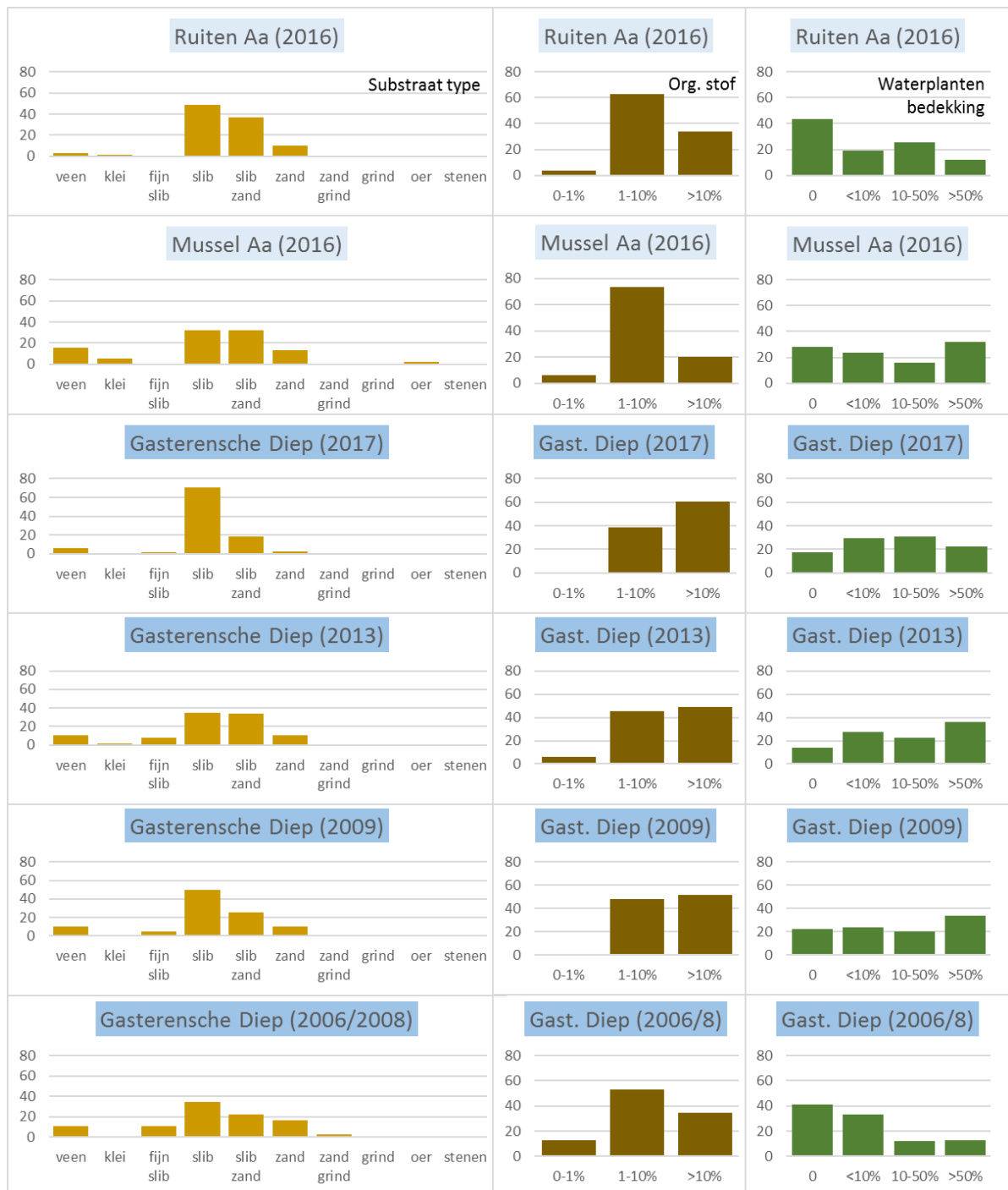


Figuur 5.1. Vergelijking tussen de verdeling van de substraat/sediment typen (linker panelen), de organisch stofgehalten (midden panelen) en waterplanten bedekking (rechterpanelen) in de Westerwoldsche Aa (2016) en Oudemolensche Diep (2006, 2009, 2013, 2017).

De Westerwoldsche Aa kent een verdeling over de sediment typen die zeer vergelijkbaar zijn met het Oudemolensche Diep. Het Oudemolensche Diep bevat gemiddeld net wat meer zand, terwijl de Westerwoldsche Aa slib-zand als meest voorkomende sedimentklasse heeft. Het organisch stofgehalte

is vrijwel gelijk tussen beide beeksystemen. De plantbedekking in 2006 en 2017 in het Oudemolensche Diep is nagenoeg gelijk aan dat van de Westerwoldsche Aa, alhoewel deze in 2009 en vooral in 2013 wat hoger was in het Oudemolensche Diep.

De volgende vergelijking is tussen het Gasterensche Diep, de enige beek waar veel priklarven zijn aangetroffen in het Drentsche Aa stroomgebied, en de Ruiten Aa, iets groter dan Gasterensche Diep, en Mussel Aa, iets kleiner en smaller dan Gasterensche Diep (figuur 5.2).



Figuur 5.2. Vergelijking tussen de verdeling van de substraat/sediment typen (linker panelen), de organisch stofgehalten (midden panelen) en waterplanten bedekking (rechterpanelen) in de Ruiten Aa (2016), Mussel Aa (2016) en Gasterensche Diep (2006/2008, 2009, 2013, 2017).

Zowel het Gasterensche Diep, in alle jaren, als de Ruiten Aa en Mussel Aa hebben slib als meest voorkomend sediment, met slib-zand als tweede. Zand en veen komen ook voor maar in mindere mate. Het organisch stof gehalte van Ruiten Aa en Mussel Aa is heel vergelijkbaar met dat van het Gasterensche Diep in 2006/2008. De plantenbedekking van de Ruiten Aa is vergelijkbaar met dat van het Gasterensche Diep in 2006/2008, terwijl de Mussel Aa een plantenbedekking heeft die vergelijkbaar is met het Gasterensche Diep in 2009 en 2013. Voor het Gasterensche Diep is een

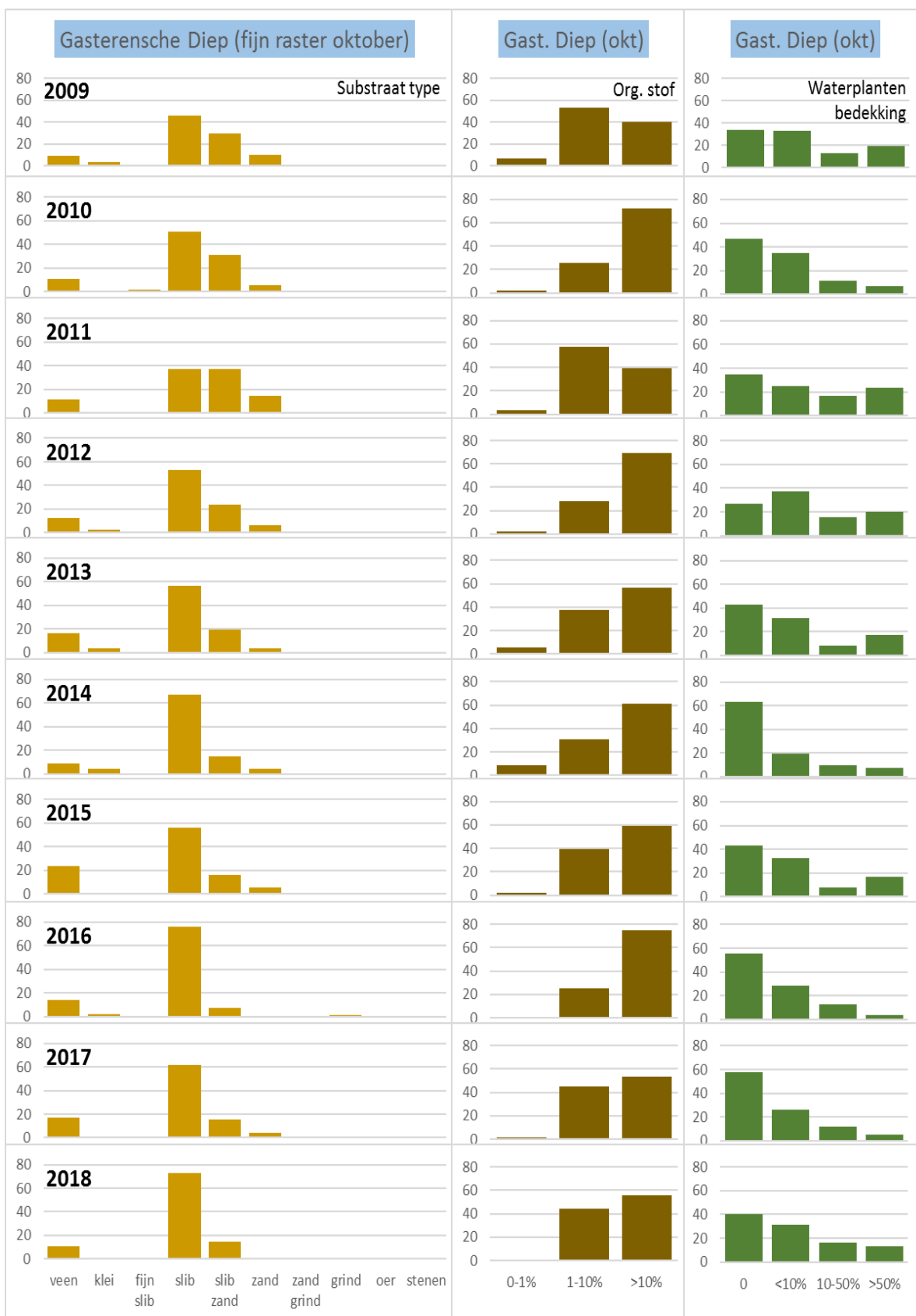
duidelijke tendens naar meer slib, meer organisch stofgehalte en meer plantenbedekking te zien sinds er bomen in de beek zijn geplaatst en er niet meer gemaaid wordt.

Om jaar op jaar variatie in habitat karakteristieken te volgen is ook de jaarlijkse reeks van de oktober bemonsteringen van het Gasterensche Diep (fijn raster) op een rij gezet in *tabel 5.1*.

Tabel 5.1. *Relatieve verdeling (%) over de klassen per habitat parameter, voor de oktober bemonsteringen (fijn raster) in het Gasterensche Diep voor 2009-2017. Per habitat parameter is de meest voorkomende klasse donker gekleurd, de 2^e minder donker en de 3^e het lichtst. Het totale aantal monsters dat per jaar is genomen is eveneens gegeven (n monsters).*

Gebied Beeknaam jaar	Drentsche Aa stroomgebied									
	Gasterensche Diep (fijn raster okt)									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Substraat type (verdeling %)										
veen	9	11	12	13	17	9	23	14	17	11
klei	3	0	0	3	3	4	0	2	1	0
fijn slib	1	2	1	1	0	0	0	0	0	1
slib	46	51	37	53	57	67	56	76	62	73
slib zand	30	31	37	23	19	15	16	8	16	15
zand	10	5	14	7	3	4	5	0	4	1
zand grind	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
grind	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
oer	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
stenen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Organisch stof gehalte (verdeling %)										
0-1%	7	2	3	3	6	8	2	0	2	0
1-10%	53	26	58	28	38	31	39	25	45	44
>10%	40	73	39	69	57	61	59	75	53	56
Planten-bedekking (verdeling %)										
0	34	47	35	27	43	63	43	56	58	40
<10%	33	35	25	38	32	19	33	28	26	31
10-50%	13	12	17	16	8	10	8	13	12	16
>50%	19	7	23	20	18	8	17	3	5	13
n monsters	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

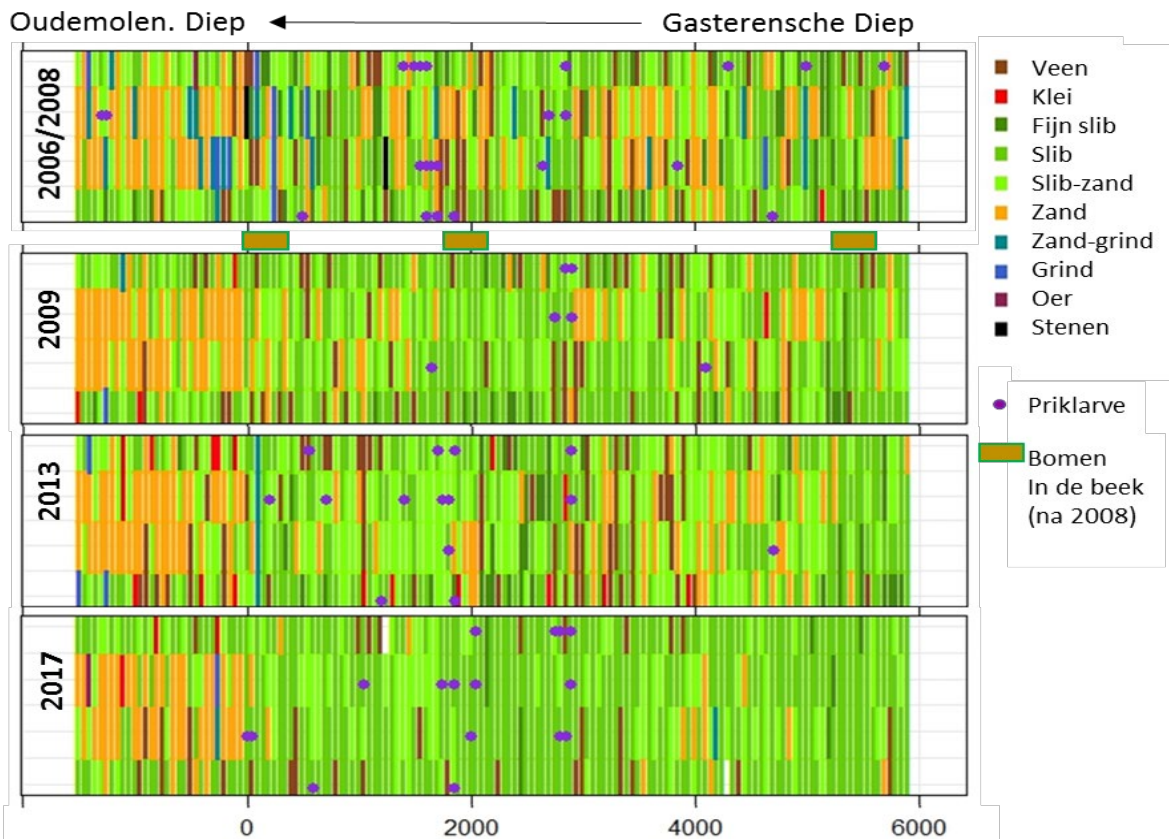
Slib is in de hele reeks van 2009-2018 het dominante sediment type, en neemt gemiddeld toe, evenals het organische stofgehalte. Deze patronen zijn heel vergelijkbaar met zoals die in het gehele Gasterensche Diep traject werden gevonden tijdens de juli bemonsteringen. De plantenbedekking is over de hele linie geringer in de oktober bemonsteringen dan in juli, wat logisch is aangezien een deel van de waterplanten in oktober al is afgestorven. De veranderingen zijn ook grafisch weergegeven in figuur 5.3, die de verschuivingen naar meer slib en meer organisch stofgehalte duidelijk laten zien. In de waterplanten bedekking is geen duidelijke trend waarneembaar in de oktober bemonsteringen.



Figuur 5.3. Vergelijking tussen de verdeling van de substraat/sediment typen (linker panelen), de organisch stofgehalten (midden panelen) en waterplanten bedekking (rechterpanelen) in het Gasterensche Diep tijdens de oktober bemonsteringen (fijn raster) van 2009 tot 2017.

5.2 Vergelijking patronen in habitatdiversiteit

Naast de relatieve verdeling van habitatklassen per beekstelsysteem is ook de ruimtelijke variatie in habitat karakteristieken ('patchiness' van voorkomen) wellicht van belang voor het voorkomen van de rivierprik. In de hierna volgende paragrafen vergelijken we het ruimtelijke voorkomen van de meest variabele habitat parameter en voor de ingegraven levende rivierpriklarven zeer belangrijke, namelijk substraat/sediment klasse, voor elk monster dat is genomen. Het gehele benedenstroomse traject van het Gasterensche Diep en het eerste deel van het Oudemolensche Diep (iets minder dan 8 km in totaal) is weergegeven in *figuur 5.4*.

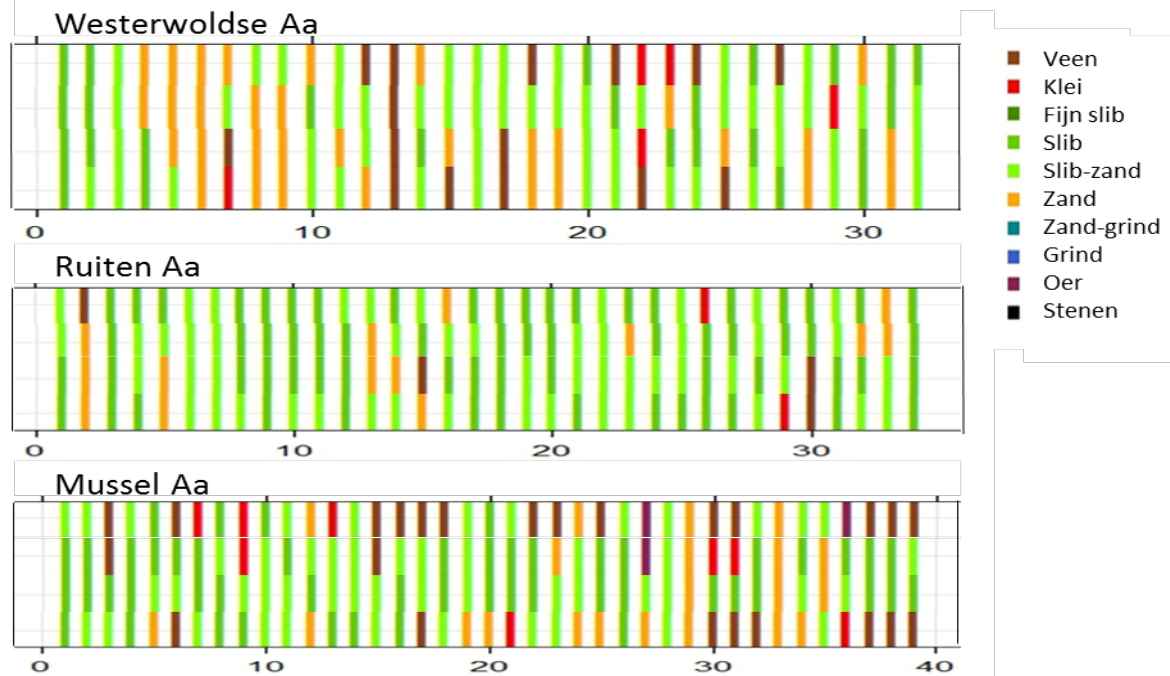


Figuur 5.4. Ruimtelijke variatie in sediment typen in Gasterensche en Oudemolensche Diep tijdens de juli surveys. De vangsten van priklarven zijn met een paarse cirkel aangegeven.

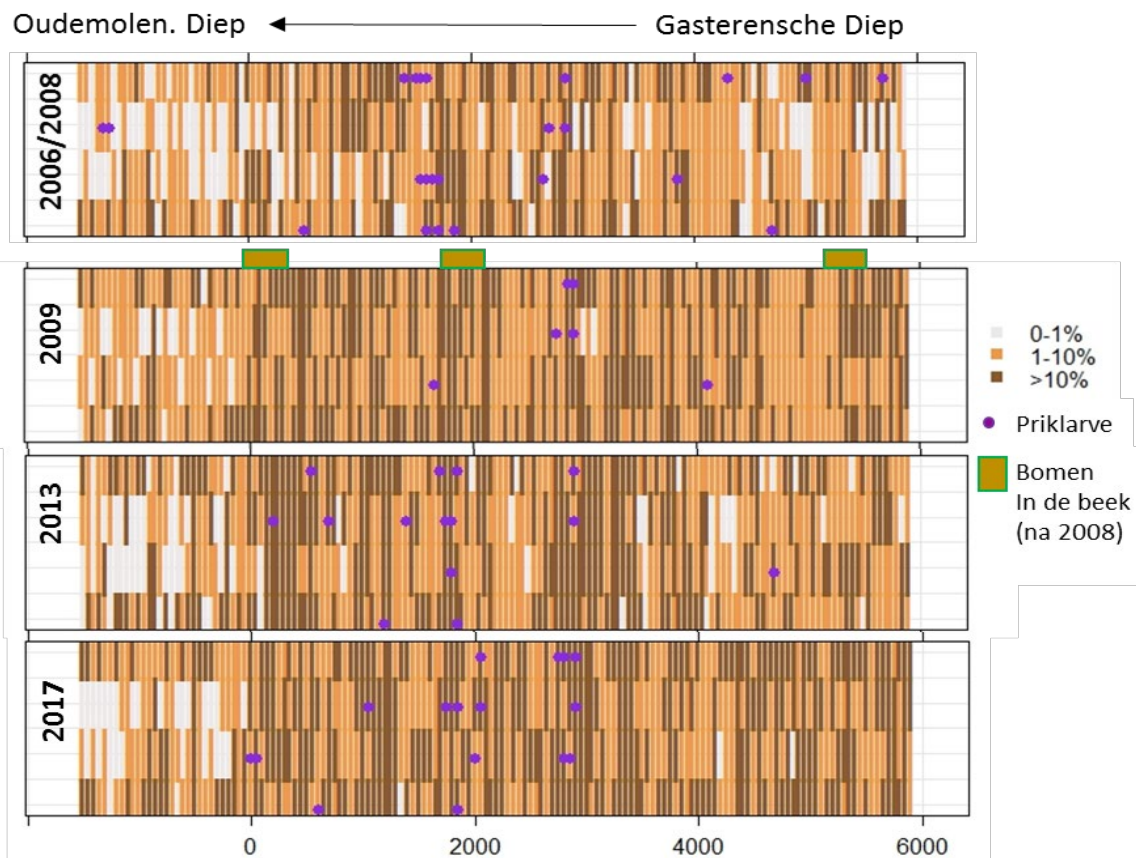
Het Oudemolensche Diep heeft duidelijk een hoger zand voorkomen, dat met name in het midden van de beek voorkomt. Er is veel variatie in sediment type op korte afstand zowel binnen een raai van 4-6 meter breed, als tussen de raaien om de 50m. Het aandeel grind dat in 2008 nog in een aantal steken werd aangetroffen is na 2008 vrijwel verdwenen uit de benedenloop van het Gasterensche Diep en Oudemolensche Diep.

Ter vergelijking is de ruimtelijke verdeling van de sediment/substraat types hieronder weergegeven voor de Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa (*figuur 5.5*). Ook hier is veel ruimtelijke variatie op korte afstand te zien zowel binnen een raai als tussen raaien. De Westerwoldsche Aa heeft een meer zandig karakter, maar dit is zowel in het midden als langs de oevers te vinden (in tegenstelling tot het Oudemolensche Diep, *figuur 5.4*). Zowel de Mussel Aa als het Gasterensche Diep hebben relatief veel veen langs de oevers, en minder in het midden.

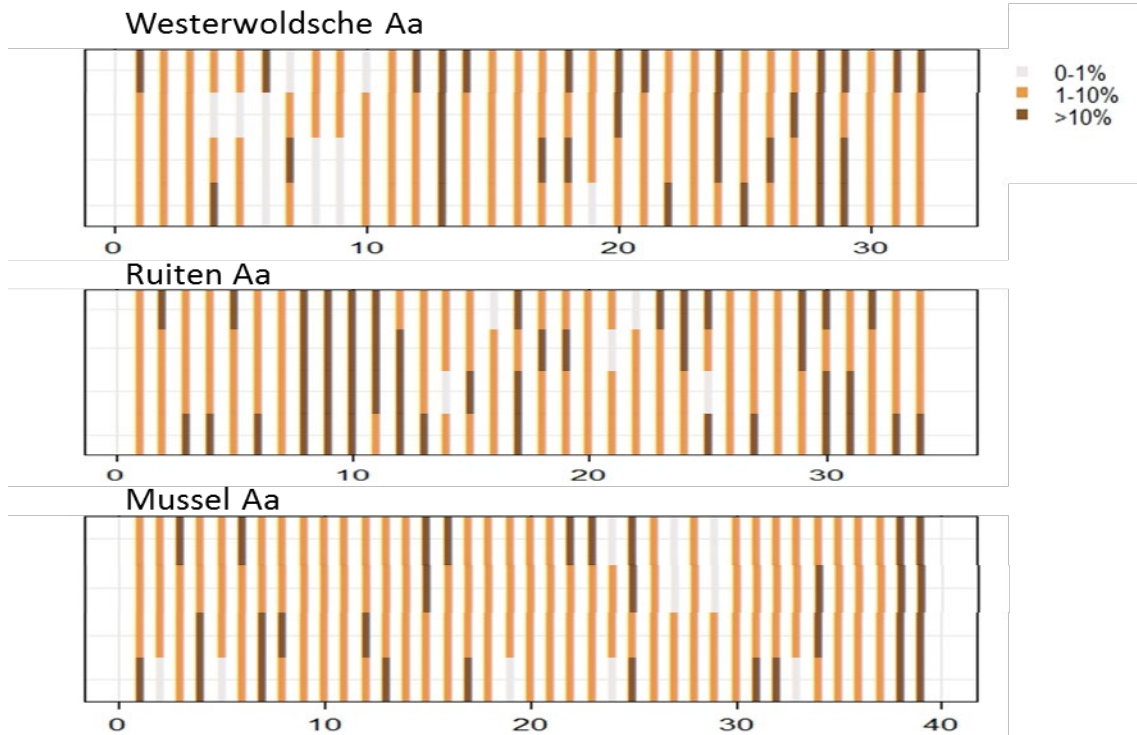
De ruimtelijke verdeling van de sediment/substraat types van het Gasterensche Diep tijdens de oktober bemonsteringen laat een vergelijkbare patchiness en sterke ruimtelijke variatie zowel tussen raaien als binnen raaien zien (*figuur 5.4 en 5.5*).



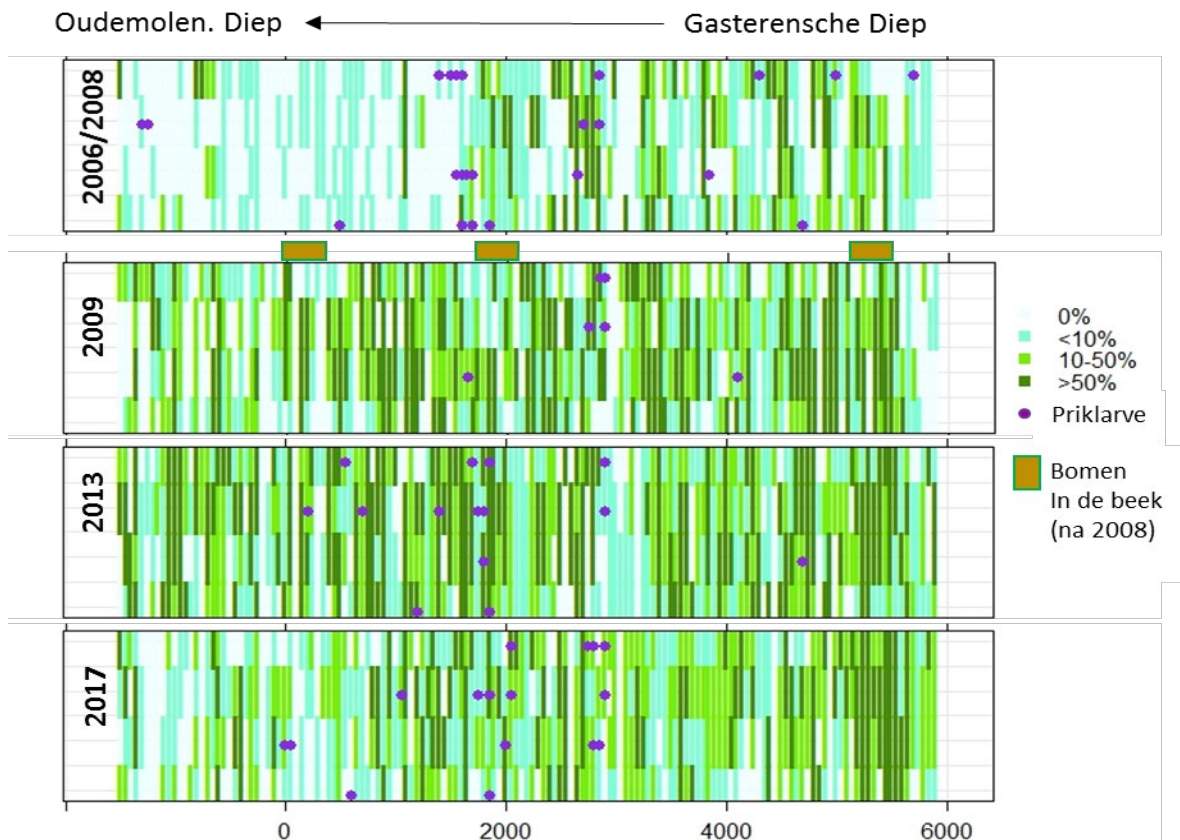
Figuur 5.5. Ruimtelijke variatie in sediment typen in Westerwoldsche Aa, Ruitensche Aa en Mussel Aa (juli 2016). Op de x-as is raainummer weergegeven, met 0 als meest stroomafwaartse punt. Afstand tussen de raaien was 100m. De lengte van de 3 trajecten was 3-4 km.



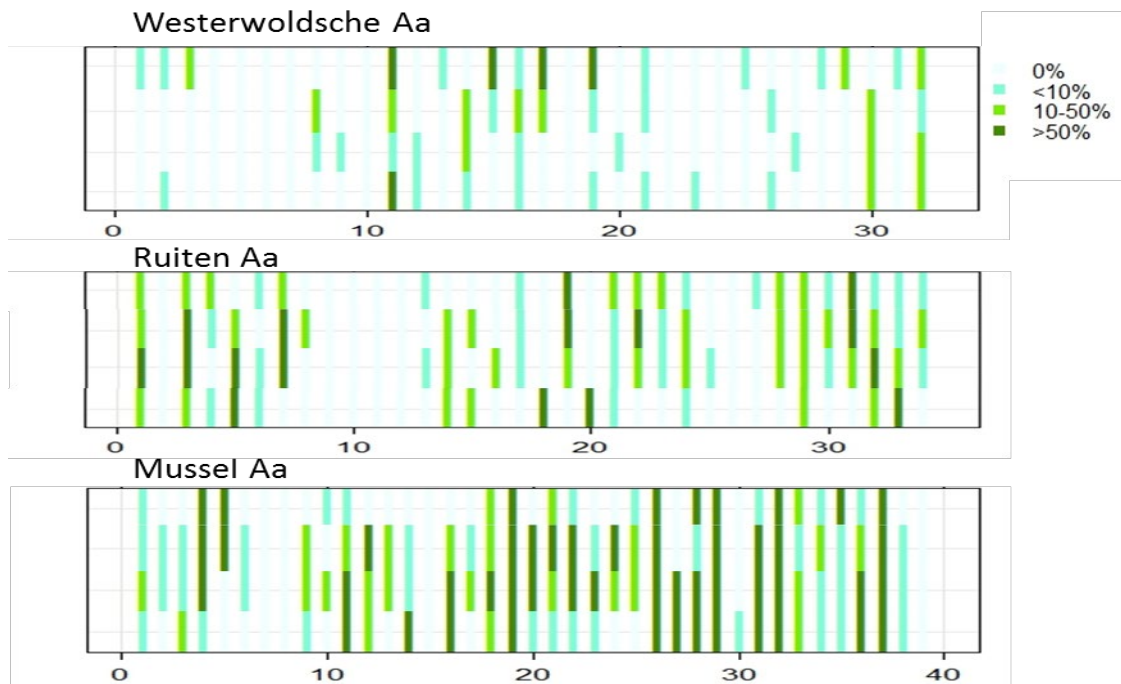
Figuur 5.6. Ruimtelijke variatie in organisch stofgehalten in Gasterensche en Oudemolensche Diep tijdens de juli surveys. De vangsten van prikklarven zijn met een paarse cirkel aangegeven.



Figuur 5.7. Ruimtelijke variatie in organisch stofgehalten in Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa (juli 2016). Op de x-as is raainummer weergegeven, met 0 als meest stroomafwaartse punt. Afstand tussen de raaien was 100m. De lengte van de 3 trajecten was 3-4 km.



Figuur 5.8. Ruimtelijke variatie in waterplantenbedekking (%) in Gasterensche en Oudemolensche Diep tijdens de juli surveys. De vangsten van priklarven zijn met een paarse cirkel aangegeven.



Figuur 5.9. Ruimtelijke variatie in waterplantenbedekking (%) in Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa (juli 2016). Op de x-as is raai-nummer weergegeven, met 0 als meest stroomafwaartse punt. Afstand tussen de raaien was 100m. De lengte van de 3 trajecten was 3-4 km.

5.3 Vergelijking voorkomen potentiële paaiplaatsen

Hard grof substraat zoals grind en stenen is een zeldzaam habitat in alle onderzochte beeksystemen in zowel het Drentsche Aa stroomgebied als het Westerwoldsche Aa stroomgebied (figuur 5.10 en 5.11). De belangrijkste paaiplaatsen voor rivierprik in het Gasterensche Diep zijn voordes met onnatuurlijke steenstort. Deze zijn ook aanwezig in de Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa. Natuurlijke grindbanken zijn slechts zeer beperkt en lokaal beschikbaar in de hier onderzochte beeksystemen. De onnatuurlijke hard substraat locaties bestaan met name uit steenstort bij voordes, vispassages en historische voordes die eeuwen geleden zijn gecreëerd.



Hersteld beektraject in Westerwoldsche Aa stroomgebied (Foto Peter Paul Schollema).



Figuur 5.10. Overzichtskaart projectgebied Drentsche Aa inclusief locaties hard substraat . Oranje stippen = drempels met stortsteen vispassages, Rood = overig hard substraat (historische voordes, restanten aalstallen, natuurlijke grindbedjes, restanten watermolens).



Figuur 5.11. Overzichtskaat projectgebied Westerwoldsche Aa inclusief locaties hard substraat . Oranje stippen = vispassages met grasstenen oeverbescherming, Rood = overig hard substraat (steenstort bij voordes en waterinlaat locatie).

6 Discussie geschiktheid Westerwoldsche Aa stroomgebied voor paai en opgroei van rivierprik

6.1 Habitat preferentie van rivierprik voor paai en opgroei

De rivierprik larven kwamen vrijwel uitsluitend voor in slib, slib-zand en zand sedimenten. De hoogste dichtheden in het Gasterensche Diep in zowel de bemonsteringen in juli, als de bemonsteringen in oktober waren in slib, met iets lagere dichtheden in slib-zand en nog iets lagere dichtheden in zand. De andere sedimenten werden slechts bij hoge uitzondering gebruikt, en dan met name door prik larven die de metamorfose al hadden doorgemaakt (veen). Dit komt overeen met een Finse studie waarbij slib en slib-zand werden geprefereerd door rivierprik larven, maar nog fijner sediment als klei gemeden (Kainua & Valtonen 1980), en een studie in de Roer (Griffioen 2006). De veen en kleiwaterbodems zijn waarschijnlijk ongeschikt (te dicht of hard) voor de ammocoeten om zich in te graven.

In de juli bemonsteringen op het Gasterensche Diep is een lichte voorkeur voor een organisch stofgehalte van meer dan 10% te zien, maar in de oktober bemonsteringen is geen voorkeur tussen 1-10% en >10% te zien. Enig dood organisch materiaal lijkt de voorkeur te hebben, maar alleen waterbodems met zeer laag organische stofgehalte (die slechts weinig voorkomen) lijken te worden gemeden. Kainua & Valtonen (1980) en Maitland (2003) vonden dat rivierprik larven voornamelijk werden gevonden in habitats waar een ophoping van dood organisch materiaal te vinden was. Wellicht is dit een verklaring waarom er na het inbrengen van bomen relatief meer rivierprik larven in de bomentrajecten aanwezig waren tussen de beide belangrijke paaiplaatsen Voorde 1 en rond brug Aolstalbat.

Rivierprik larven prefereren habitats met enige waterplant bedekking. De categorie 10-50% kende de hoogste dichtheden in zowel de juli als de oktober bemonsteringen, met geringe plantbedekking <10% als tweede. Prik larven werden in lagere dichtheden ook gevonden in sedimenten zonder waterplanten bedekking of dichtere waterplantbedden. In het veld was de indruk dat met name randen van waterplantbedden vaker werden geprefereerd. Wellicht dat ook de soortensamenstelling van de waterplanten een rol speelt met de habitat preferentie, die zeer divers was met o.a. verschillende soorten fonteinkruiden, sterrekroos, waterpest, egelskop en vele andere minder vaak voorkomende soorten. Hierover is data verzameld maar deze is nog niet opgewerkt naar de database. Onze bevindingen zijn in tegenspraak met Hardisty (1986) en Maitland (2003) die suggereren dat hoewel ammocoeten soms tussen plantenmateriaal en macrofyten worden gevonden, zij de voorkeur hadden voor plantvrije sedimenten.

Er zijn uiteraard nog meer habitat kenmerken die potentieel van belang kunnen zijn, zoals beschaduwing, gemiddelde of minimale waterdiepte. Deze kunnen te zijner tijd ook nader geanalyseerd worden. De basisdata hiervoor is voorhanden voor de gehele dataset, na opwerking en koppeling aan peildata.

De dichtheden waren gemiddeld 0.8 larven/m² voor het gehele Gasterensche Diep traject (waarbij moet worden opgemerkt dat in juli de jongste jaarklasse wordt gemist en de werkelijke dichtheden dus hoger zullen liggen), maar kan lokaal beduidend hoger liggen zoals 3.6 larven/m² in de 250 m stroomafwaarts van de meest stroomafwaarts gelegen voorde in het Gasterensche Diep, waarbij op korte trajecten de dichtheden nog hoger zijn. Het hoogste aangetroffen aantal van 6 larven per hap komt overeen met een dichtheid van 150 larven/m². Andere studies naar rivierprik larven vonden gemiddelde dichtheden van 15 larven/m² (Kainua & Valtonen, 1980), en Tuunainen et al. (1980) vond voor de kleinste larven (8-36 mm) dichtheden van 40 tot zelfs meer dan 1.000 larven/m². Het is duidelijk dat opgroei habitat niet de beperkende factor is voor het voorkomen van rivierprik in het

Gasterensche Diep en dat de 'carrying capacity' van deze beek veel hoger is. Uitgaande van een gemiddelde dichtheid van 0.8 larven per m² in juli, een lengte van het traject van 6000m en een gemiddelde breedte van 3 m, zijn er naar schatting een ordegrootte van ca. 15.000 larven ouder dan 1 groeiseizoen, waarschijnlijk een ordegrootte 20.000-25.000 larven van alle jaarklassen in totaal.

In het Gasterensche Diep lijkt het voorkeurs habitat te worden gevormd door sediment met veel slib, meer dan 10 % dood organisch materiaal en enige bedekking met waterplanten, maar niet te dicht. Dit habitat komt veel voor en er is vanaf bekende paaiplaatsen, zoals de meest stroomafwaarts gelegen voorde in het Gasterensche Diep, slechts geringe dispersie van de larven te zien in de tenminste drie jaar dat deze opgroeien van slechts enige tientallen tot hooguit paar honderd meter. Over dispersie van larven vanaf de paaiplaatsen is nog weinig bekend.

De veranderingen in het Gasterensche Diep door de beheersmaatregelen in het kader van beek op peil (Hofstra 2014), met trajecten met bomen in de beek sinds 2008, wellicht in combinatie met het sinds 2003 gestaakte maabeheer in de beek, lijken voor een verschuiving naar meer slib, meer dood organisch materiaal en iets hogere waterplantenbedekking te leiden, maar dit heeft geen negatief effect op het voorkomen van rivierpriklarven gehad. Sterker, in de periode na het in de beek brengen van bomen zijn larven juist relatief veel aangetroffen in de (twee stroomafwaarts gelegen) bomen trajecten. De sterkste nieuwe jaarklassen zijn in de meest recente jaren (2016, 2017 en 2018) waargenomen. Wel lijkt de stroomopwaartse verspreiding van rivierprik in het Gasterensche Diep in recentere jaren minder ver dan in 2006/2008. Of dit verband houdt met bomen in de beek is nog niet vast te stellen.

6.2 Habitat geschiktheid Westerwoldsche Aa systeem

Het voorkeurs habitat zoals gevonden in het Gasterensche Diep is ook veelvuldig aanwezig in de onderzochte trajecten in de Westerwoldsche Aa, Ruiten Aa en Mussel Aa. De Westerwoldsche Aa lijkt in habitatsamenstelling en diversiteit veel op het Oudemolensche Diep, waarbij de laatste nog iets zandiger is. De habitat samenstelling en diversiteit in de Ruiten Aa en Mussel Aa is heel vergelijkbaar met het Gasterensche Diep. In het Westerwoldsche Aa stroomgebied lijkt voldoende opgroei-habitat van voldoende kwaliteit voorhanden te zijn voor het voorkomen van priklarven.

In zowel het Drentsche Aa stroomgebied als het Westerwoldsche Aa stroomgebied komt grover hard substraat zoals grind en stenen nauwelijks voor. In hoeverre oer geschikt zou zijn als paaisubstraat is onbekend, maar wellicht is de ruwere structuur niet gunstig om eieren op af te zetten. Bovendien ontstaat oer vaak op plaatsen met een sterke ijzerrijke koele kwelstroom. Het weinige harde substraat wat aanwezig is, is van onnatuurlijke oorsprong, zoals stortstenen vispassages, voordes of puinsteen in oudere voordes. Dat dit voldoende is om voor te komen laat rivierprik zien in het Gasterensche Diep.

Concluderend lijken de herstelde beeksystemen in het Westerwoldsche Aa stroomgebied geschikt voor de paai- en opgroei van rivierprik.

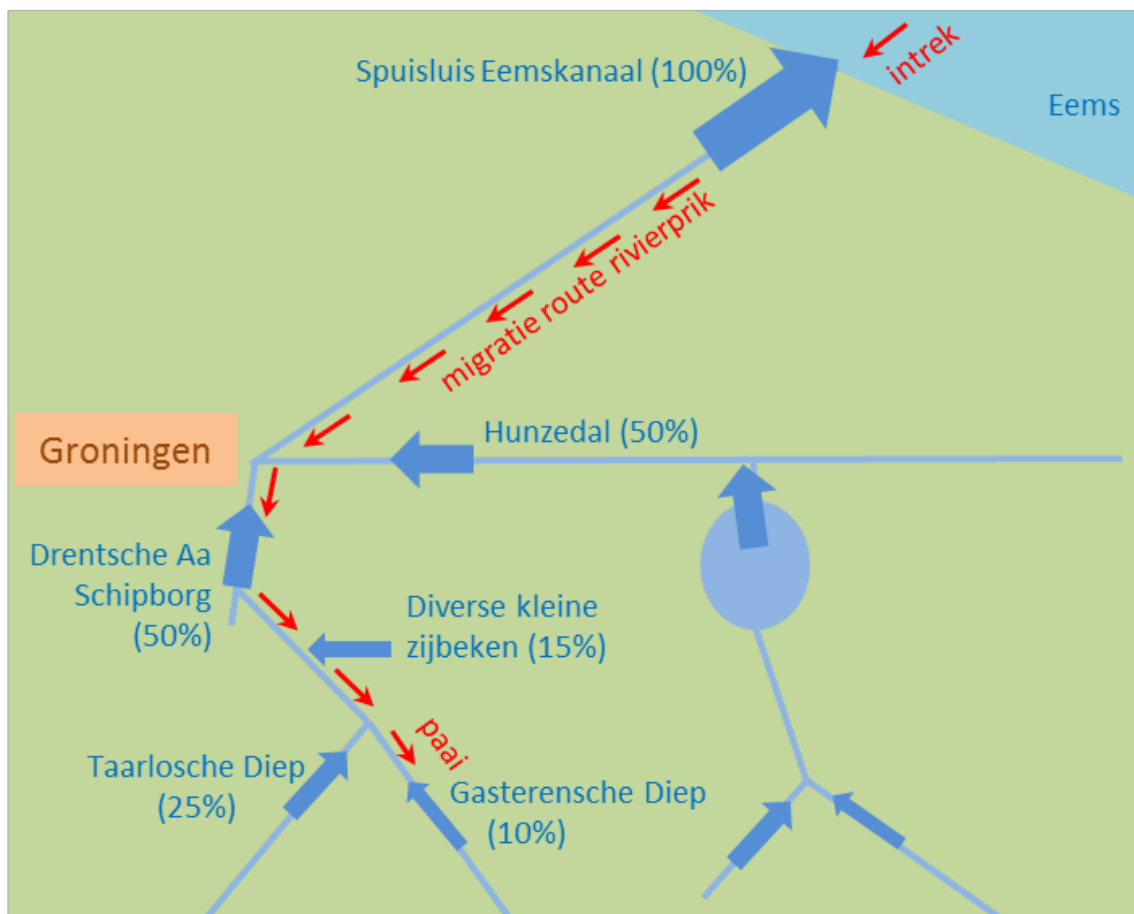
6.3 Kans op natuurlijke kolonisatie Westerwoldsche Aa

De belangrijkste factor voor een terugkeer van rivierprik in de beken in het Westerwoldsche Aa stroomgebied lijkt de optrek van volwassen paarijpe rivierprik. Of deze gaat plaatsvinden hangt af van de omvang van de regionale rivierprik populatie in het Eems-Dollard gebied, de attractiviteit en intrek-mogelijkheden van de uitmonding van het stroomgebied bij Nieuwe Statenzijl, en of de rivierprikken die succesvol intrekken ook verder trekken naar potentiële paaiplaatsen.

In de Waddenzee rondom het Eems-Dollard gebied is een relatief grote populatie rivierprikken aanwezig, waarbij er in de Eems minimaal 10,000-en volwassen rivierprikken optrekken bij de eerste stuw met vispassage (Scholle et al. 2012, e.v. SW-E 2011, - 2012). Bij Delfzijl worden in sommige

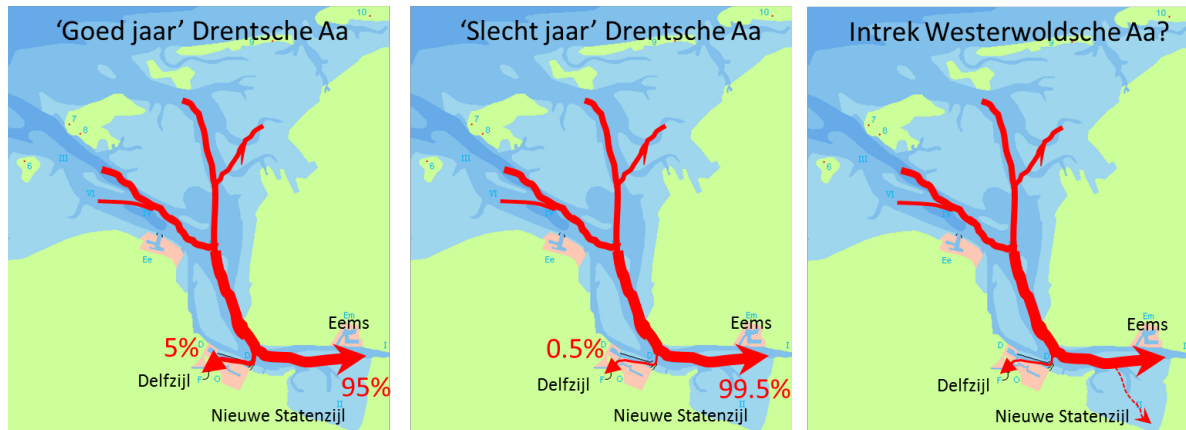
jaren honderden rivierprikken gevangen (Winter et al. 2013), wat suggereert dat er wellicht tot 1,000- en volwassen rivierprikken naar de monding van het Eemskanaal kunnen trekken.

Rivierprik kent geen homing naar hun geboorterivier en naast oriëntatie op zout-zoet gradiënten en zoetwaterafvoer speelt ook de aanwezigheid van feromonen die door de larven worden uitgescheiden waarschijnlijk een grote rol bij het selecteren van optrekroutes (Gaudron & Lucas 2006). De zender studies van rivierprik in het Drentsche Aa stroomgebied laten zien dat er een gerichte trek is naar het Gasterensche Diep, die slechts 10% van het geloosde debiet via het Eemskanaal bij Delfzijl levert (figuur 6.1). Het Gasterensche Diep is de enige plaats waar tot nu toe prikjarven zijn aangetroffen. Alle gezenderde rivierprikken die dieper het stroomgebied intrekken trekken rechtstreeks naar het Gasterensche Diep en vertonen geen zoekgedrag in andere zijtakken van de Drentsche Aa met vaak hogere debieten dan het Gasterensche Diep (zie figuur 6.1). Deze veldstudie vormt ondersteunend bewijs voor de feromonen-hypothese die veelal in laboratorium experimenten is vastgesteld (attractie van volwassen rivierprikken naar waterstroming die feromonen bevat boven waterstromen die deze niet bevatten).



Figuur 6.1. De waterstromingsrichting en debietsverdeling van de diverse watersystemen in het Eemskanaal, Drentsche Aa en Hunze stroomgebied, met intrekroute van rivierprik (rood).

De variatie in jaarklassterkte in het Gasterensche Diep is zeer sterk. Wij vermoeden dat de omvang van de succesvolle intrek van paarijpe rivierprik naar het Gasterensche Diep hierbij de bepalende factor is. In jaren met weinig afvoer tijdens de belangrijkste intrekperiode november-december, bijvoorbeeld in een jaar met strenge winter, is er zowel een geringe zoetwaterpluim bij Delfzijl aanwezig als ook een veel minder merkbaar feromonen-spoor. In een dergelijk jaar kan het zijn dat vrijwel alle rivierprik de Eems opzweemt waar wel altijd stroming en gezien de optrek in grote aantallen ook zeer waarschijnlijk een relatief sterk feromonen-spoor merkbaar is (*figuur 6.2*), al zijn de groeigebieden en dichtheden van priklarven in het volledige Eems stroomgebied nog niet goed bekend.



Figuur 6.2. Hypothetische verdeling van rivierprik over het Drentsche Aa stroomgebied en Eems in 'goede' en 'slechte' jaren in intrek bij Delfzijl. Voor de Eems zijn de aantallen altijd hoog, maar voor de veel kleinere trek naar Delfzijl zouden de fluctuaties wel eens een ordegrrootte kunnen verschillen tussen jaren. De potentiële optrek naar het Westerwoldsche Aa stroomgebied is in het rechter paneel weergegeven. Qua afvoerdebiet zijn de spuisluis complexen van Delfzijl en Nieuwe Statenzijl met bijbehorend achterland redelijk vergelijkbaar.

Door het gebrek aan homing is er veel mixing tussen populaties die van verschillende rivieren naar zee trekken. Dit zou in het voordeel werken van een optrek naar de Westerwoldsche Aa, omdat dit midden tussen twee stroomgebieden in ligt (Eems en Drentsche Aa) waar al rivierprik paait en opgroeit. Qua waterafvoer (debieten) zijn de spuisluisen in Delfzijl (afwatering van de stroomgebieden Hunze en de Drentsche Aa via Eemskanaal) en Nieuwe Statenzijl (afwatering Westerwoldsche Aa stroomgebied en veenkoloniën) redelijk vergelijkbaar. De huidige afwezigheid van opgroei van rivierprik in de Westerwoldsche Aa stroomgebied en daarmee de afwezigheid van een 'feromonen-spoor' kan daarentegen de kans een spoedige kolonisatie van het in potentie geschikte bekensysteem van de Westerwoldsche Aa stroomgebied geringer maken. Wellicht ook bij de verdere doortrek in het systeem zelf waarbij het stroomafwaartse deel in het laaggelegen kleigebied met name om een kanalen en vaarten systeem gaat met sterk wisselende stromingspatronen in de tijd. Dit is ook het geval in het Drentsche Aa/Eemskanaal stroomgebied en hier werd veel terugkeergedrag van gezenderde rivierprikken waargenomen die niet ver het kanalen systeem introkken en ruim voor de paaiperiode terugkeerden (Winter et al. 2013). Positief is wel de relatief geringe afstand van de potentiële paaiplaatsen tot de zeesluizen. Bij de Drentsche Aa bedraagt deze afstand ca. 50 km. Dit is bij de Westerwoldsche Aa ongeveer de helft (25 km).

7 Is er toekomst voor rivierprik in de Ruiten Aa?

7.1 Overwegingen

- Gezien de habitat geschiktheid voor zowel paai als opgroei van het Westerwoldsche Aa stroomgebied na beekherstel, met de Ruiten Aa als wellicht meest geschikte kerngebied met continue stromend water binnen dit stroomgebied, lijkt dit de komst van een lokaal opgroeiende rivierprik populatie niet in de weg te staan.
- De tijdsduur die nodig is voor (her)kolonisatie van het Westerwoldsche Aa stroomgebied is onbekend. Dit hangt af van de mate van 'straying' van rivierprikken van de naar de Eems optrekkende rivierprikken, de intrekmogelijkheden bij Nieuwe Statenzijl en het belang dat de afwezigheid van een feromonen spoor betekent.
- Wanneer blijkt dat er geen of nauwelijks attractie naar en intrek van rivierprik bij Nieuwe Statenzijl plaatsvindt is het te overwegen om rivierpriklarven uit te zetten in geschikte paai- en opgroei-trajecten in het Westerwoldsche Aa stroomgebied om een paai-run te initiëren d.m.v. een feromonen-spoor.

7.2 Aanbevelingen

- Verdere analyse van de Gasterensche Diep priklarven database, waarbij ook andere habitat parameters, zoals waterplanten soorten samenstelling, gemiddelde of minimale waterdiepte en beschaduwing worden meegenomen.
- De habitat opname met de Van Veen happer is zeer geschikt om de toekomstige veranderingen en successie in habitats in het Westerwoldsche Aa stroomgebied te blijven onderzoeken, waarbij een eventueel verschijnen van priklarven automatisch wordt meegenomen (boven een bepaalde drempel/detectie dichtheid).
- Nader onderzoek naar aanbod van rivierprikken en de intrek efficiëntie bij de zoet-zout overgangen in Delfzijl en Nieuwe Statenzijl.
- Bepaling van de verdere migratie efficiëntie in de benedenstrooms gelegen kanaalsystemen als verbinding tussen de zeesluizen en de paaiplaatsen in de beken.
- Monitoring van uittrek van jonge rivierprik naar zee kan de 'output' van een (deel)stroomgebied duidelijk maken.
- Een meta-analyse van alle beschikbare rivierprik data in deze stroomgebieden, eventueel in samenhang met andere studies en waarnemingen in Nederland.
- Het uitzetten van rivierpriklarven in het Westerwoldsche Aa stroomgebied is zowel vanuit natuurbeheer als vanuit wetenschappelijk oogpunt een interessante optie om nader te bediscussiëren en uit te werken op praktische haalbaarheid en draagvlak.

Dankwoord

Aan de onderzoeken door de jaren heen hebben vele studenten, werknemers van waterschap Hunze en Aa's en Staatsbosbeheer een bijdrage geleverd. In het bijzonder willen we Melchior Leutscher voor zijn jaarlijkse inzet in het veld en Ingeborg Mulder voor haar verdiepende analyses tijdens haar afstudeervak bedanken.

Heel bijzonder was de bijdrage van de helaas veel te vroeg overleden Arjen de Vroome van Staatsbosbeheer. Hij heeft veel pionierswerk aan het voorkomen van rivierprik in de Drentsche Aa stroomgebied uitgevoerd. Hij heeft ons vervolgwerk geïnspireerd en de lunches die hij in het veld tijdens bemonsteringen ter plekke voor ons kookte waren onovertroffen. Hij vond het erg leuk dat we de rivierprik steeds beter en diepgaander onderzochten. "Maar ..." vertrouwde hij ons fluisterend toe "... jullie moeten het niet te goed onderzoeken. Er moet nog wat mysterie overblijven ...". Dat hebben we gedaan.



Arjen de Vroome in actie (links), die heerlijke lunches verzorgde in het veld tijdens de bemonsteringen. (Foto's Peter Paul Schollema en Ben Griffioen, rechtsonder).

8 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan.. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.

Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standaard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

- Ende, WP van den, (1847). Verslag der werkzaamheden Vereeniging tot Bevordering der Inlandsche Ichthyologie: eerste en tweede deel. An. Nijhoff, Arnhem.
- e.V. SW-E (2011) Neunaugen opstiegsmonitoring an fischwegen in Niedersachsen standort Bollingerfähr / Ems. In. Sportfischerverband im Landesfischereiverband Weser-Ems e.V.
- e.V. SW-E (2012) Neunaugen opstiegsmonitoring an fischwegen in Niedersachsen Standort Bollingerfähr / Ems. In. Sportfischerverband Im Landersfischereiverband Weser-Ems e.V., Oldenburg
- Gaudron SM & Lucas MC (2006). First evidence of attraction of adult river lamprey in the migratory phase to larval odour. *Journal of Fish Biology* 68, 640-644
- Griffioen AB, (2006). Dispersal of juvenile river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) in relation to habitat characteristics. MSc-thesis Aquatic Ecology and Water Quality Management Group (AEW). Wageningen University.
- Griffioen AB, Winter HV (2014). Merk-terugvangst experiment rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) bij Kornwerderzand. IMARES-report C044/14.
- Hardisty, M.W. (1986) *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758). In: The Freshwater Fishes of Europe, Vol. 1, Part I, Petromyzontiformes, Holčík, J. (ed.). Aula-Verlag: Weisbaden; 247-278.
- Hardisty, M.W., Potter, I.C. (1971) The general biology of adult lampreys. In M.W. Hardisty and I.C. Potter (eds), *The Biology of Lampreys*, vol. 1, 1-275. London. Academic Press.
- Hofstra, R.R., (2014). Project Beek op peil. Effecten van inbreng van bomen en open dammen in het Gasterensche Diep. Dienst Landelijk Gebied.
- Jang, M.H., Lucas, M.C. (2005) Reproductive ecology of the river lamprey. *Journal of Fish Biology* 66: 499-512.
- Kainua, K., and Valtonen, T. (1980) Distribution and abundance of European river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) larvae in three rivers running into Bothnian Bay, Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1960-1966.
- Lanzing WJR (1959). Studies on the River Lamprey, *Lampetra Fluviatilis*, during its anadromous migration. PhD-thesis. Neerlandia, Utrecht. 82 pp.
- Maitland, P.S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1944-1952.
- Maitland P.S. (2003.) Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 5*. English Nature, Peterborough.
- Mulder I, (2010). Habitat use and dispersal in river lamprey, Wageningen University, Wageningen.
- Pavlov, D.S., Zvezdin, A.O., Kostin, V.V., Tsimbalov, I.A., Kucheryavyy, A.V. (2017). Temporal Characteristics of Downstream Migration of Smolts of the European River Lamprey *Lampetra fluviatilis* in the Chernaya River. *Zoology* 44(3):290-295.
- Potter, I.C. (1980) Ecology of larval and metamorphosing lampreys. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1641-1657.
- Potter, I.C., Hilliard, R.W., Bradley, J.S., McKay, R.J. (1986) The influence of environmental variables on the density of larval lampreys in different seasons. *Oecologia* 70: 433-440.
- Potter, I.C., Huggins, R.J. (1973) Observations on the morphology, behaviour and salinity tolerance of downstream migrating river lampreys (*Lampetra fluviatilis*). *Journal of Zoology (London)* 169: 365-379.
- Scholle J, Kopetsch D, Rückert P, Bildstein T, Meyerdirks J (2012) Herstellung der durchgängigkeit für fische und rundmäuler in den vorrangewässern der internationalen flusgebietseinheit Ems. In. BIOCONSULT
- Schollema PP, van Dongen M, van Dam H, Winter HV, Griffioen AB, de Vroome AI, (2015). Van open riool naar leefbare beek, een flinke stap in de goede richting. *De Levende Natuur* 116 (3): 104 - 108.
- Spikmans F, de Bruin A, Kranenbarg J (2016). Verkennende studie naar voorkomen larven rivier- en zeeprik in de Maas. Stichting RAVON rapport 2015.032, Nijmegen.

-
- Tuunainen, P., Ikonen, E. and Auvinen, H. (1980) Lamprey and lamprey fisheries in Finland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 1953-1959.
- Winter HV, Griffioen AB, (2007). Verspreiding van rivierprik-larven in het Drentsche Aa stroomgebied. IMARES-rapport C015/07.
- Winter HV, Griffioen AB, van Keeken OA, Schollema PP. (2013). Telemetry study on migration of river lamprey and silver eel in the Hunze and Aa catchment basin. IMARES-report C012/13.

Verantwoording

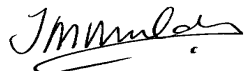
Rapport C103/18

Projectnummer: 4316100015

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

Akkoord: Dr. Ir. Ingeborg Mulder
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 4 april 2019

Akkoord: Drs. J. Asjes
Collega Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 4 april 2019

Bijlage 1 Overzicht alle monsterlocaties

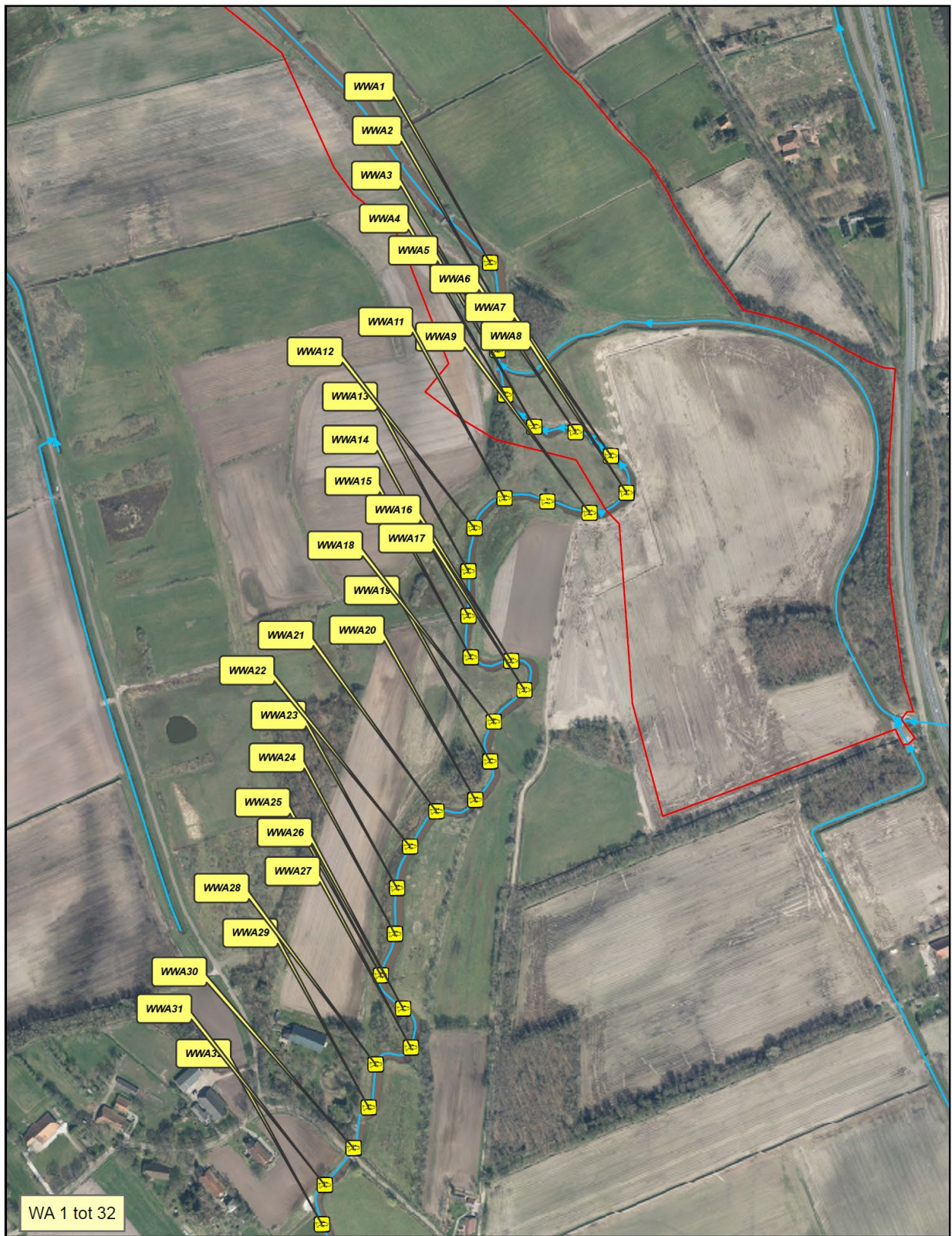
In deze Bijlage zijn kaarten opgenomen met de monsterpunten in de verschillende trajecten:

Westerwoldsche Aa en Ruiten Aa stroomgebied:

- 1) Monsterpunten in het Westerwoldsche Aa*
- 2) Monsterpunten in de Ruiten Aa*
- 3) Monsterpunten in de Mussel Aa*
- 4) Monsterpunten in de inlaat*
- 5) Monsterpunten in de Voorde 1*
- 6) Monsterpunten in de Voorde 2*
- 7) Monsterpunten in de Vispassage 1*
- 8) Monsterpunten in de Vispassage 2*
- 9) Monsterpunten in de Vispassage 3*
- 10) Monsterpunten in de Vispassage 4*

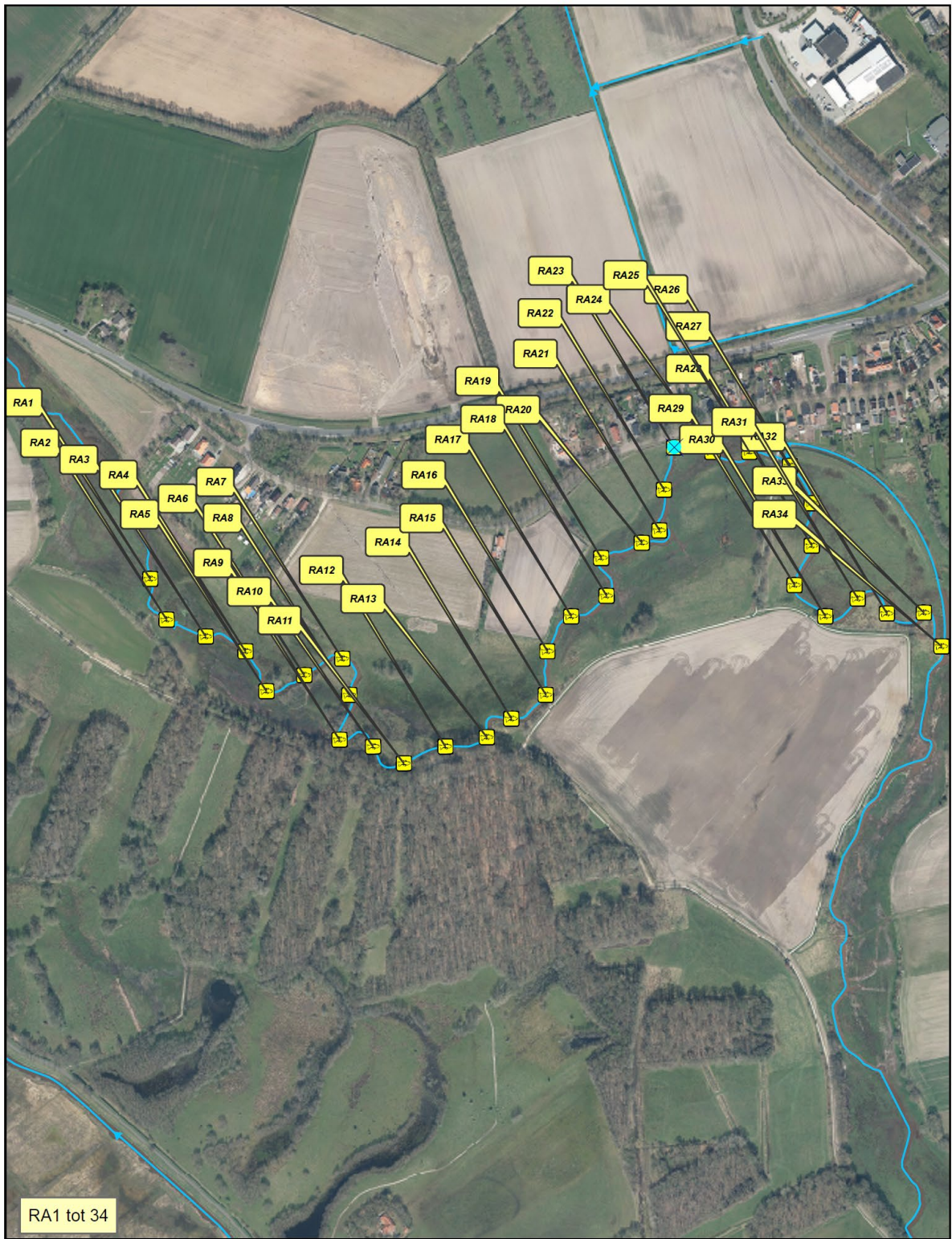
Drentsche Aa stroomgebied:

- 11) Monsterpunten in Gasterensche Diep (benedenloop)*
- 12) Monsterpunten in Gasterensche Diep (benedenloop)*
- 13) Monsterpunten in Gasterensche Diep (benedenloop)*



Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Waterschap Hunze en Aa's Aquadukt 5 9641 PJ VEENDAM tel: (0598)-693800 fax: (0598)-693893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Schaal: 1:5.500 Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster	Datum: 13-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Bijlage 1.1. Monsterpunten in het Westerwoldsche Aa

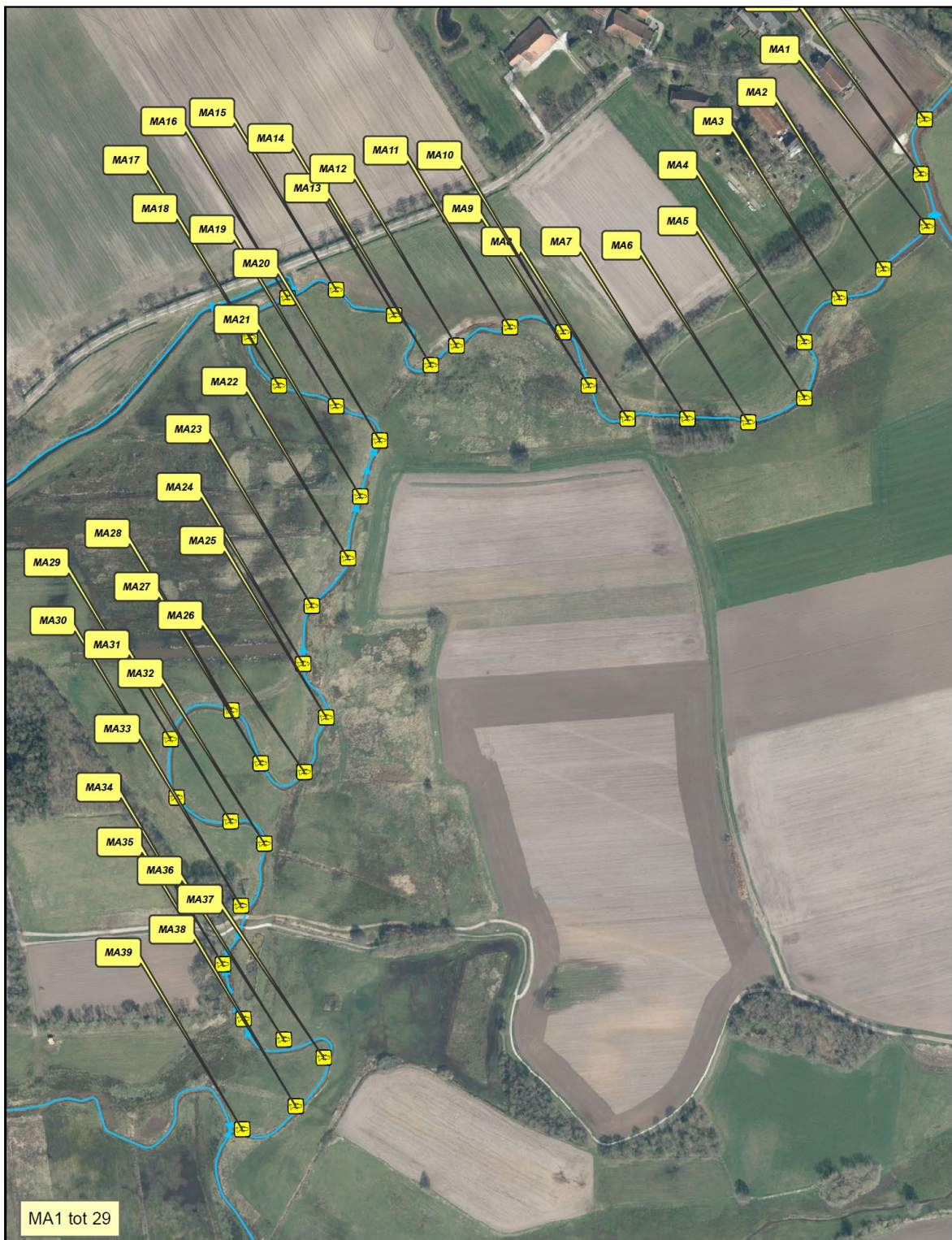


RA1 tot 34

Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM tel: (0598) - 693800 fax: (0598) - 693893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Schaal: 1:5.500	Datum: 13-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Leggen_Cartografie\CurlyEissing\2017\Opdrachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivpages.mxd

Bijlage 1.2. Monsterpunten in de Ruiten Aa

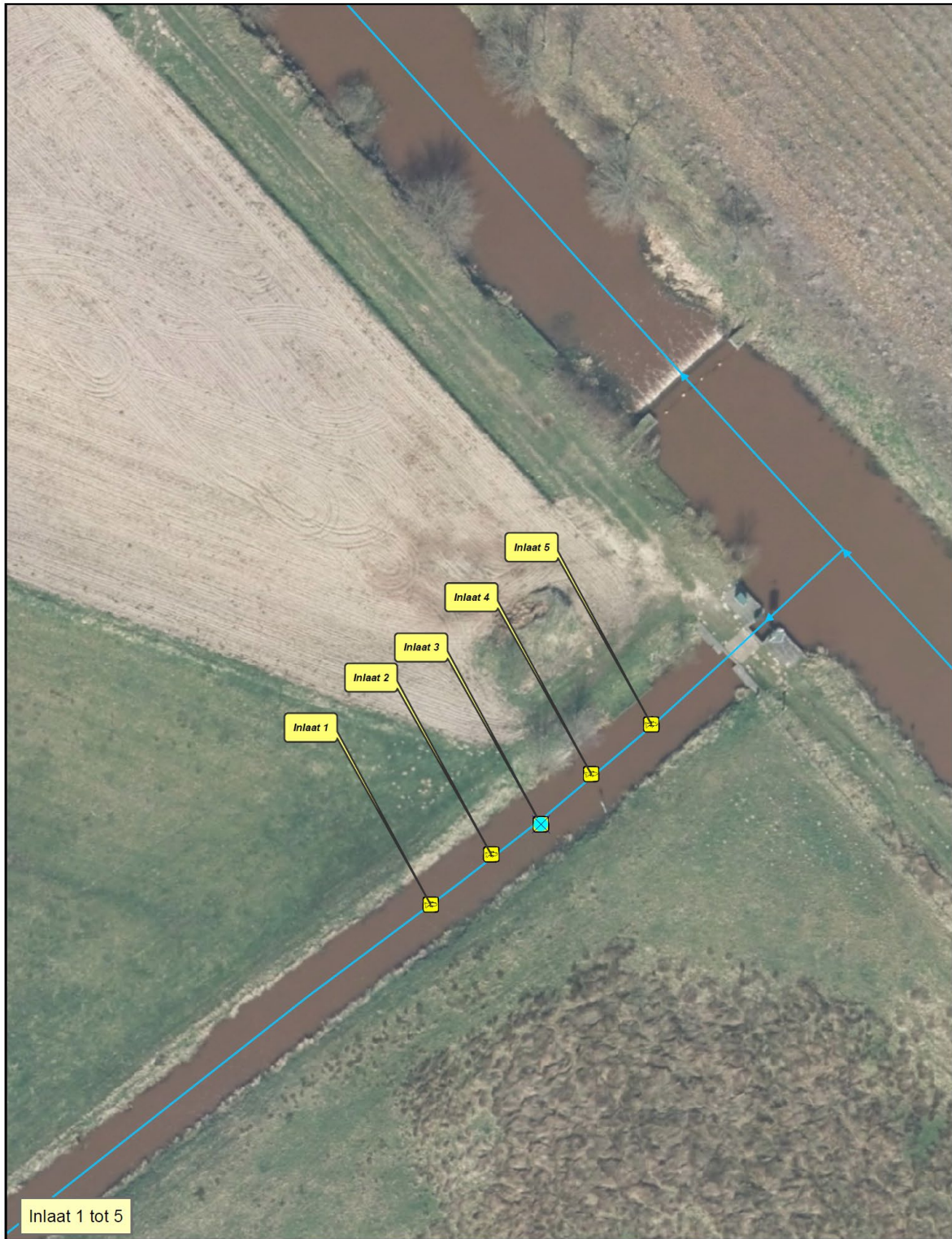


MA1 tot 29

Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Waterschap Hunze en Aa's Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM tlf: (0598)-693600 fax: (0598)-693693 waterschap@hunzeenaas.nl		Meetresultaten Westervolde Rivierpriklarve	
			Datum: 13-3-2017 Formaat: A4	Schaal: 1:4.000 Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Legger\Cartografie\CurlyEissing\2017\Oprachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westervolde\MXD\Meetresultaten_westervolde_zoder_data\drivenpages.mxd

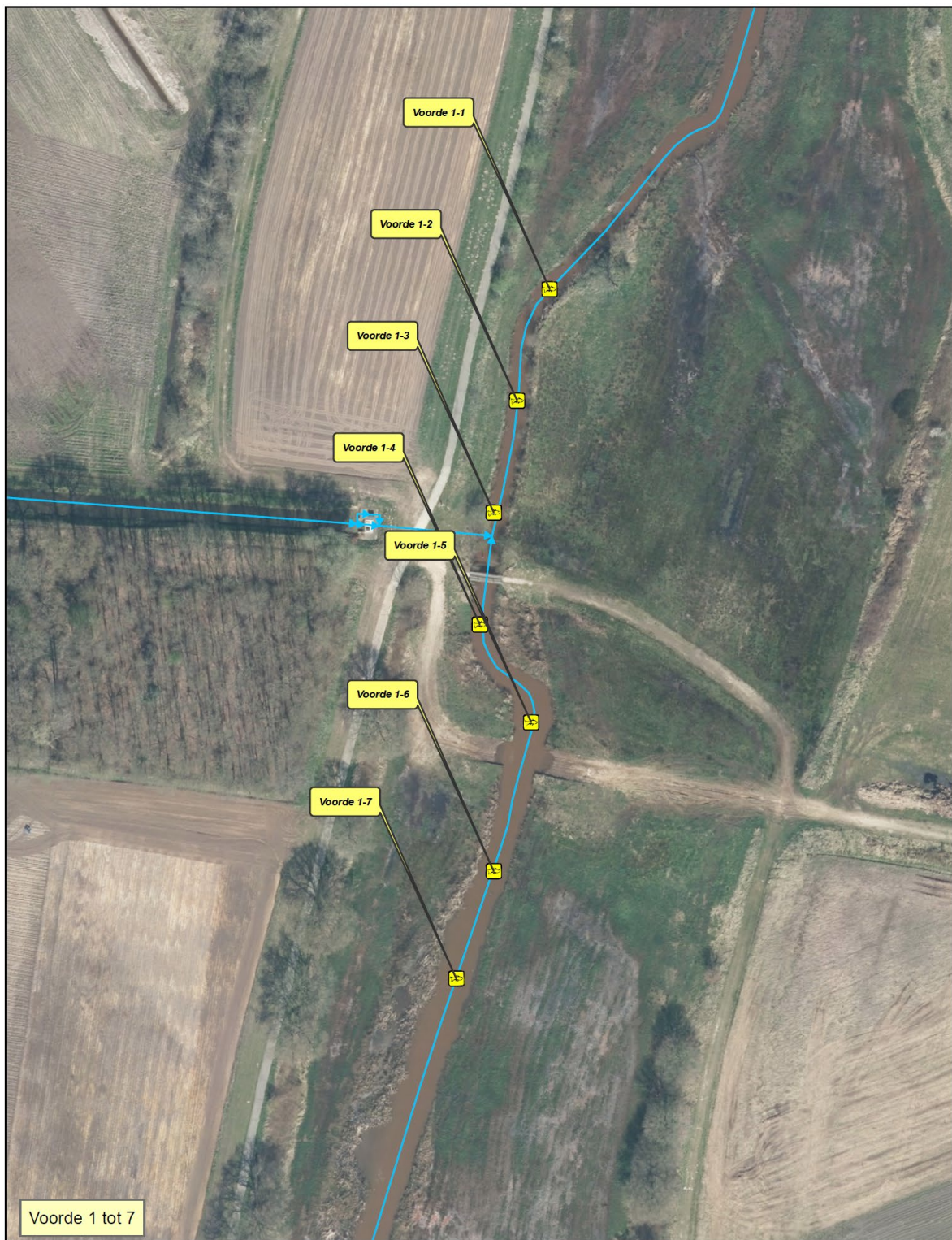
Bijlage 1.3. Monsterpunten in de Mussel Aa



Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Aquapark 5 9641 PU VEENDAM tel: (0556)-693000 fax: (0556)-693893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Datum: 13-3-2017	Formaat: A4
Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster		Get.: Curly Eissing	

Document Path: R:\Leggen_Cartografie\CurlyEissing\2017\Opdrachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivenpages.mxd

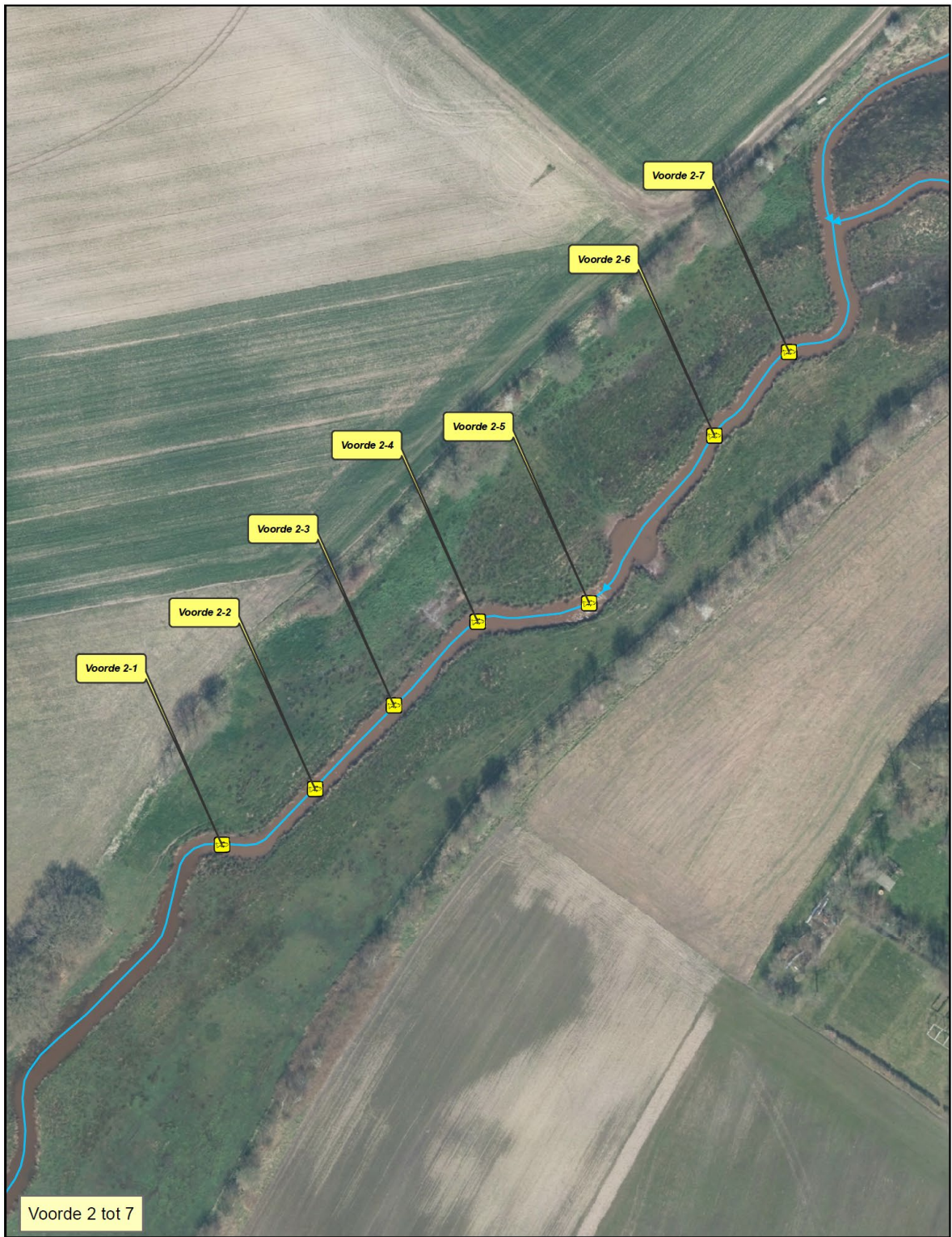
Bijlage 1.4. Monsterpunten in de inlaat



Legenda  Meetpunt Rivierpriklarve  Hoofdwatergang	 Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM Tel: (0598) 493800 Fax: (0598) 493893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Schaal: 1:1.043 <small>Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster</small>	Datum: 14-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Legger\Cartografie\CurlyEissing\2017\Oprachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_data\drivenpages.mxd

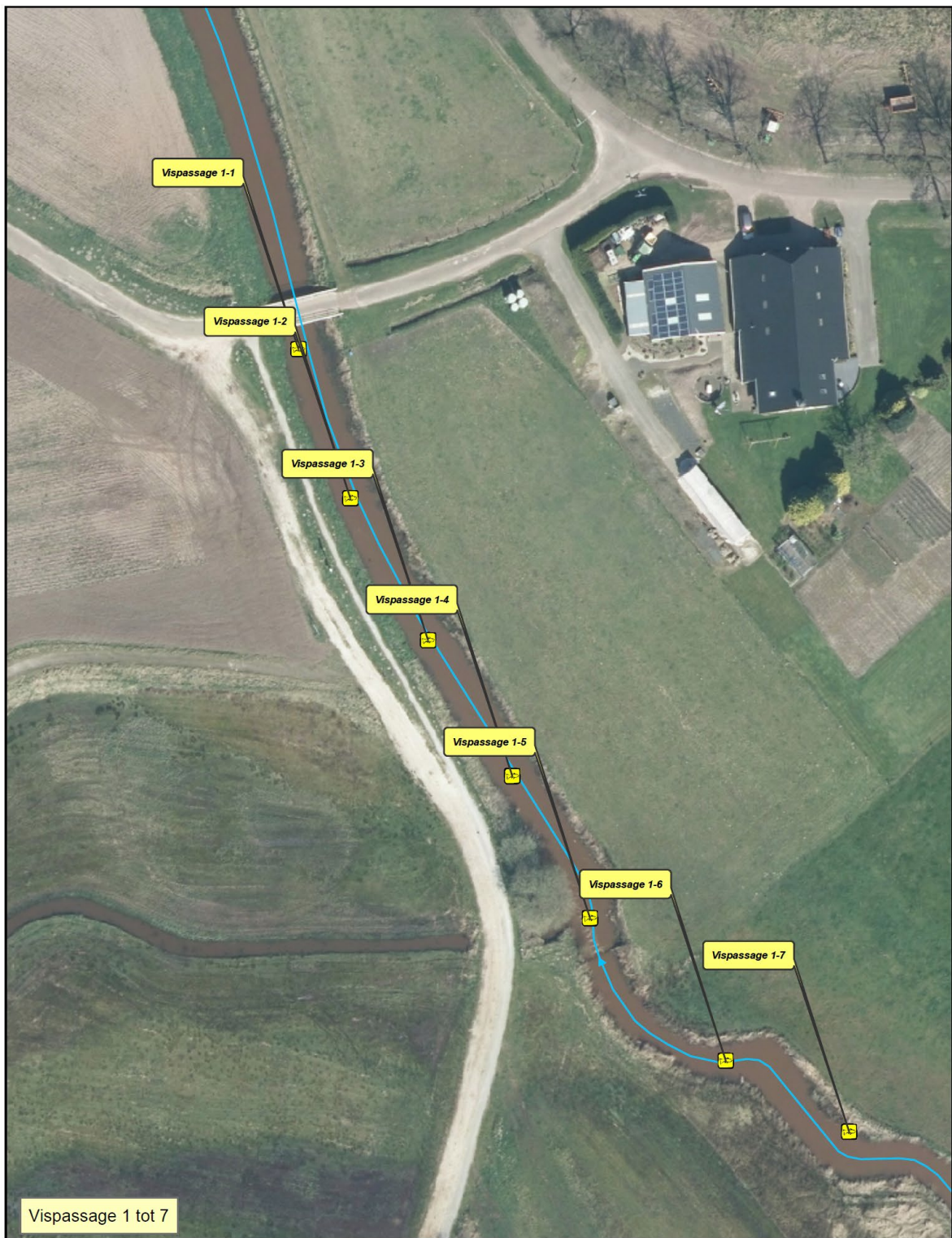
Bijlage 1.5. Monsterpunten in Voorde 1



Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM tel: (0598)-693800 fax: (0598)-693893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Schaal: 1:1.043 Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster	Datum: 13-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Leggen_Cartografie\CurlyEissing\2017\Oprachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivenpages.mxd

Bijlage 1.6. Monsterpunten in Voorde 2

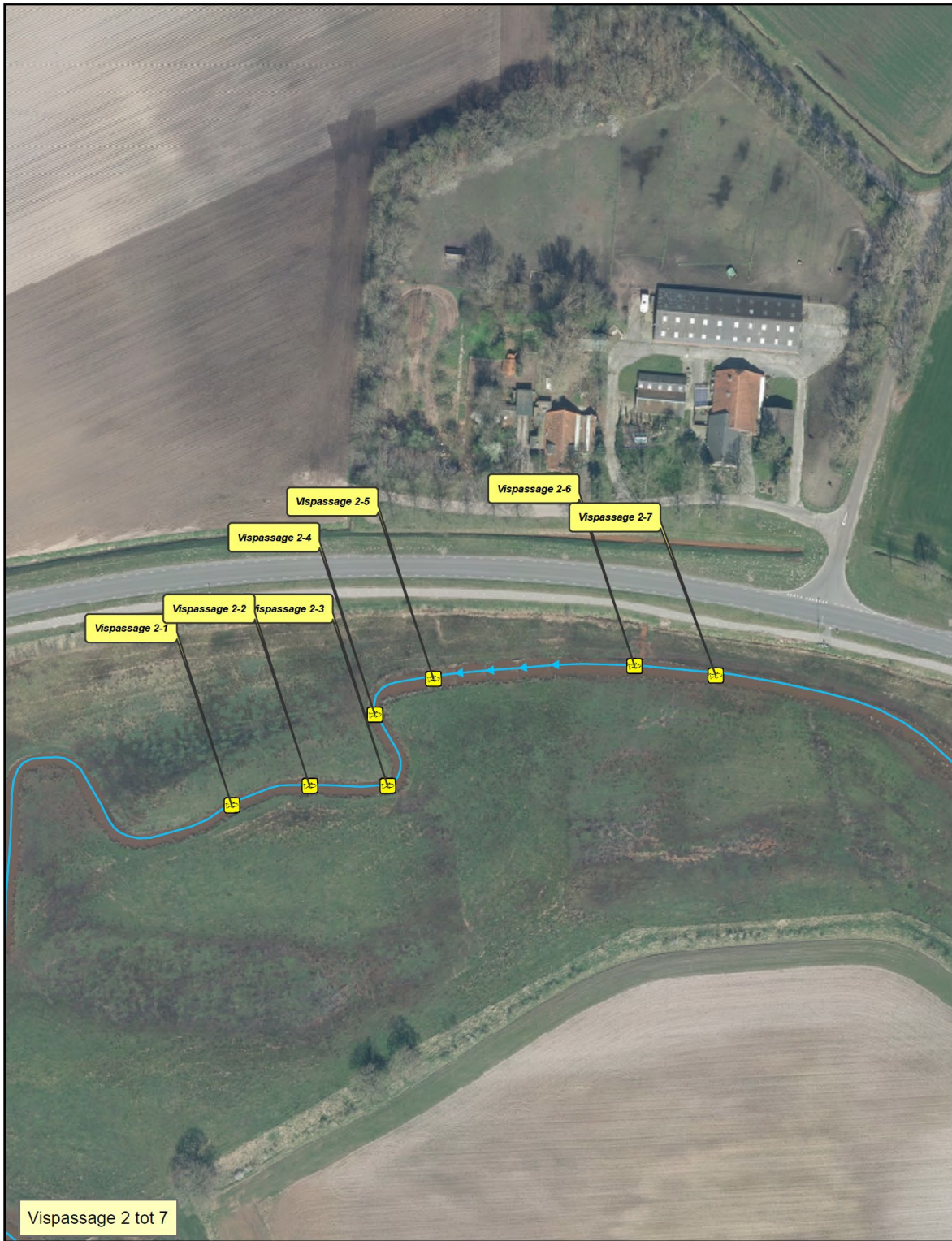


Vispassage 1 tot 7

Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Waterschap Hunze en Aa's Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM tel: (0598)-693600 fax: (0598)-693693 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Schaal: 1:750 Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster	Datum: 14-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Legger_Cartografie\CurlyEissing\2017\Oprachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivenpages.mxd

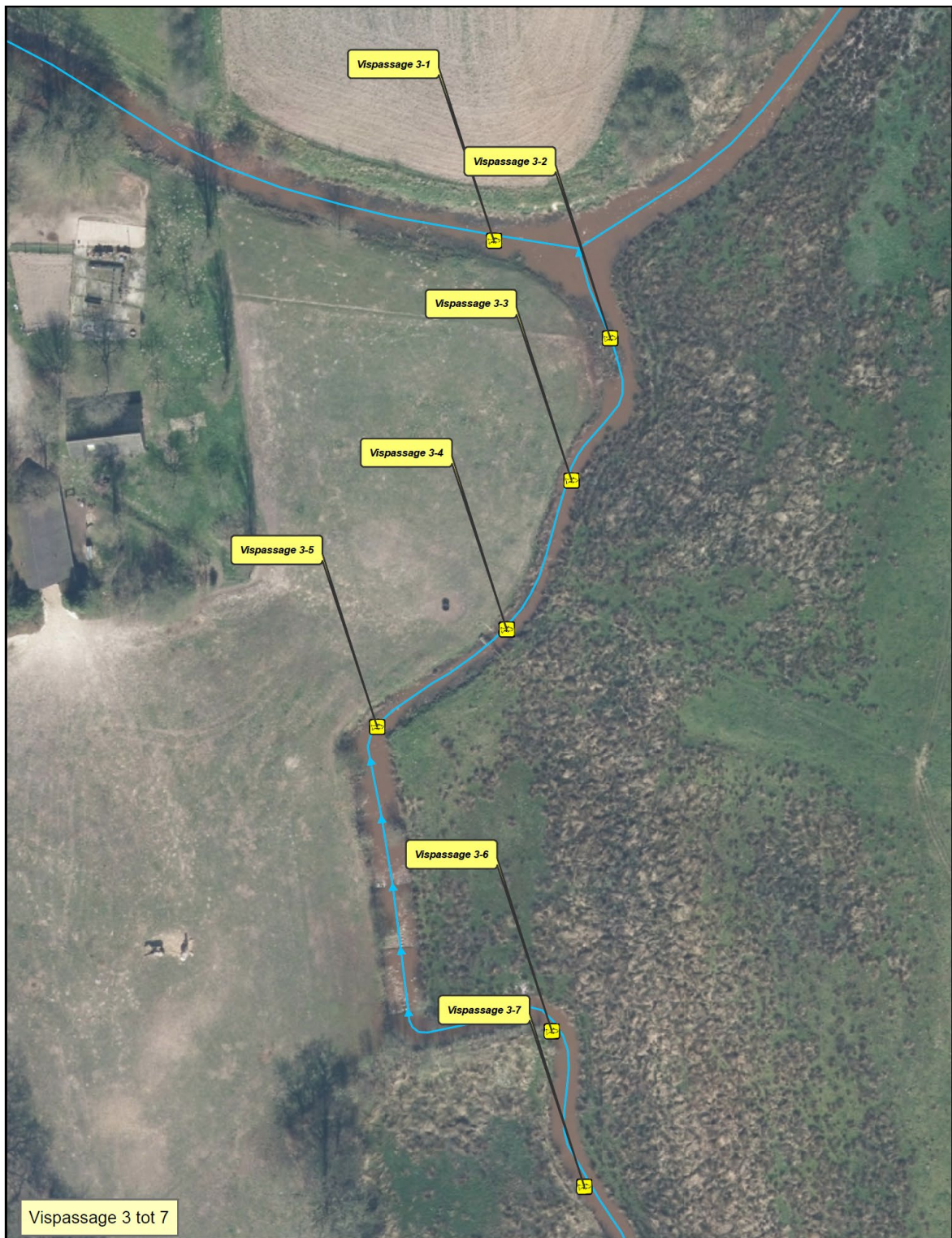
Bijlage 1.7. Monsterpunten in vispassage 1



Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Waterschap Hunze en Aa's Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM tel: (0596)-493800 fax: (0596)-493893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve			Datum: 13-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing	
		Schaal: 1:1.500 Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster				

Document Path: R:\Legger_Cartografie\CurlyEissing\2017\Oprachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivenpages.mxd

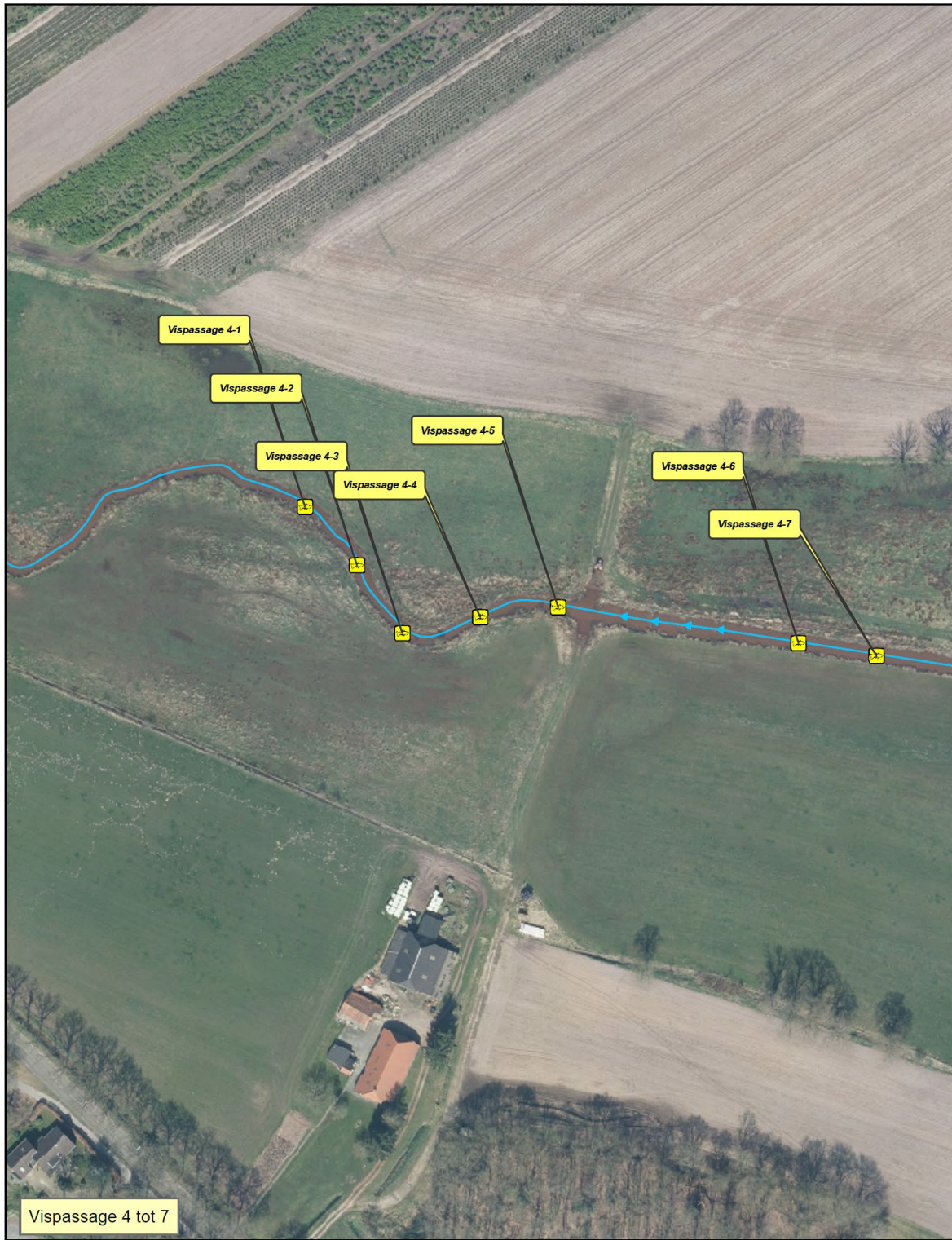
Bijlage 1.8. Monsterpunten in Vispassage 2



Legenda Meetpunt Rivierprikclarve Hoofdwatergang	 Waterschap Hunze en Aa's Rijksweg 5 9641 PJ VEENDAM Tel: (0598)-493800 Fax: (0598)-493893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierprikclarve	
		Schaal: 1:750 <small>Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster</small>	Datum: 13-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Leggerl_Cartografie\CurlyEissing\2017\Opdrachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivenpages.mxd

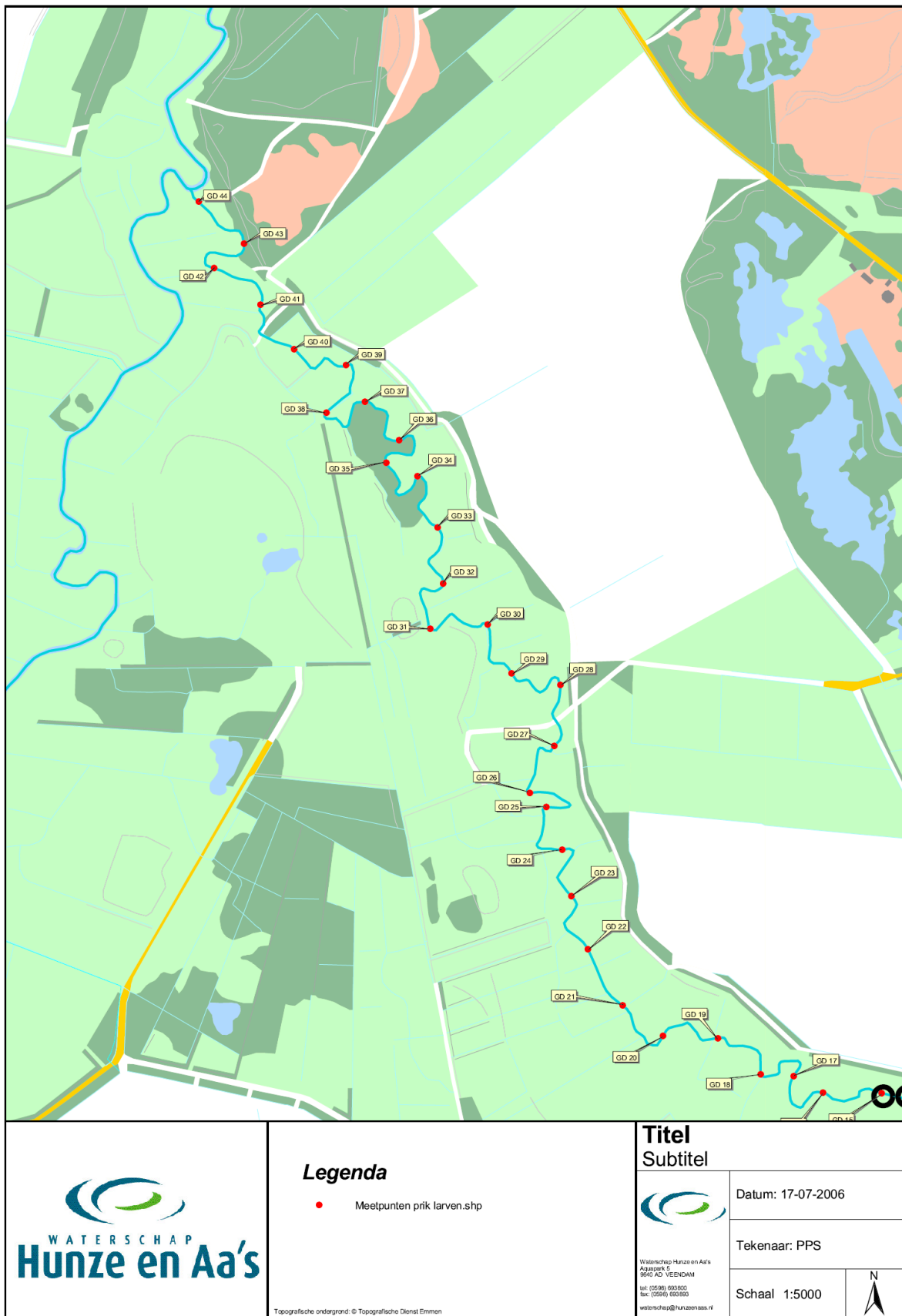
Bijlage 1.9. Monsterpunten in Vispassage 3



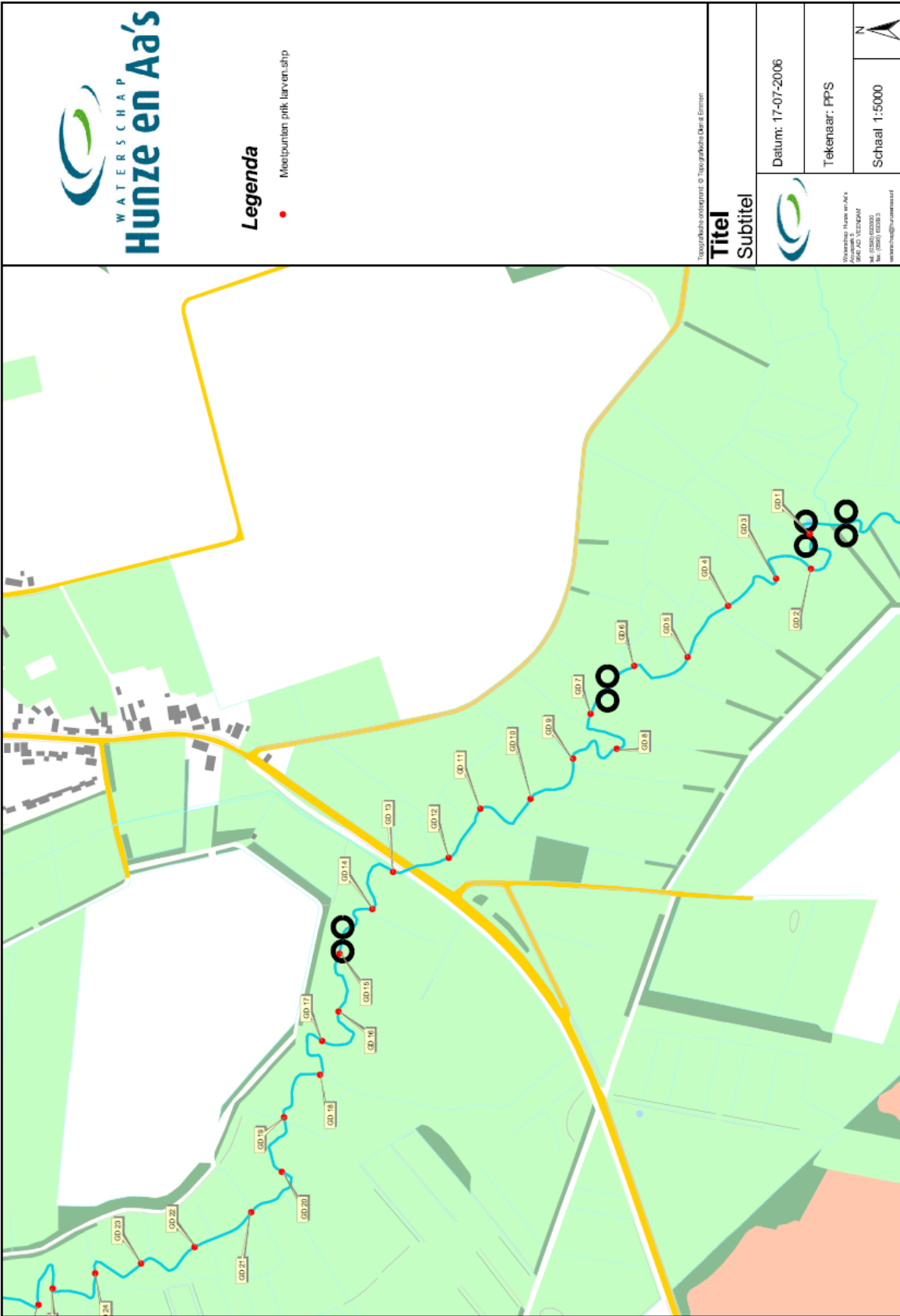
Legenda Meetpunt Rivierpriklarve Hoofdwatergang	 Aquapark 5 9641 PJ VEENDAM Tel: (0598)-693800 Fax: (0598)-693893 waterschap@hunzeenaas.nl	Meetresultaten Westerwolde Rivierpriklarve	
		Schaal: 1:1.500 Topografische ondergrond: ©Topografische Dienst Kadaster	Datum: 13-3-2017 Formaat: A4 Get.: Curly Eissing

Document Path: R:\Legger_Cartografie\CurlyEissing\2017\Oprachten Intern\PETER PAUL SCHOLLEMA\Meetresultaten Westerwolde\MXD\Meetresultaten_westerwolde_zoder_datadrivenpages.mxd

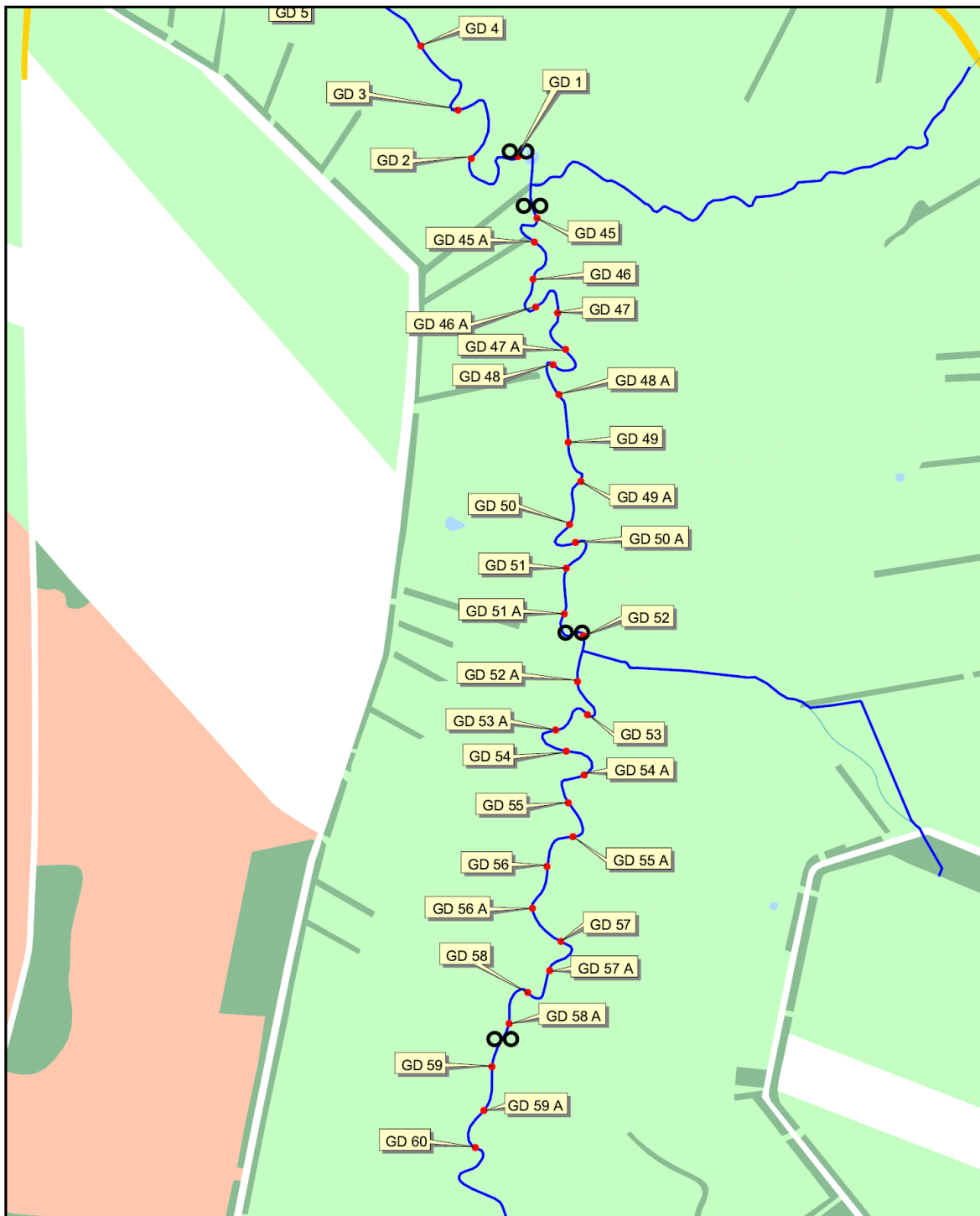
Bijlage 1.10. Monsterpunten in Vispassage 4





Bijlage 1.11. Monsterpunten in Gasterensche Diep (benedenloop)



Bijlage 1.12. Monsterpunten in Gasterensche Diep (middenloop)

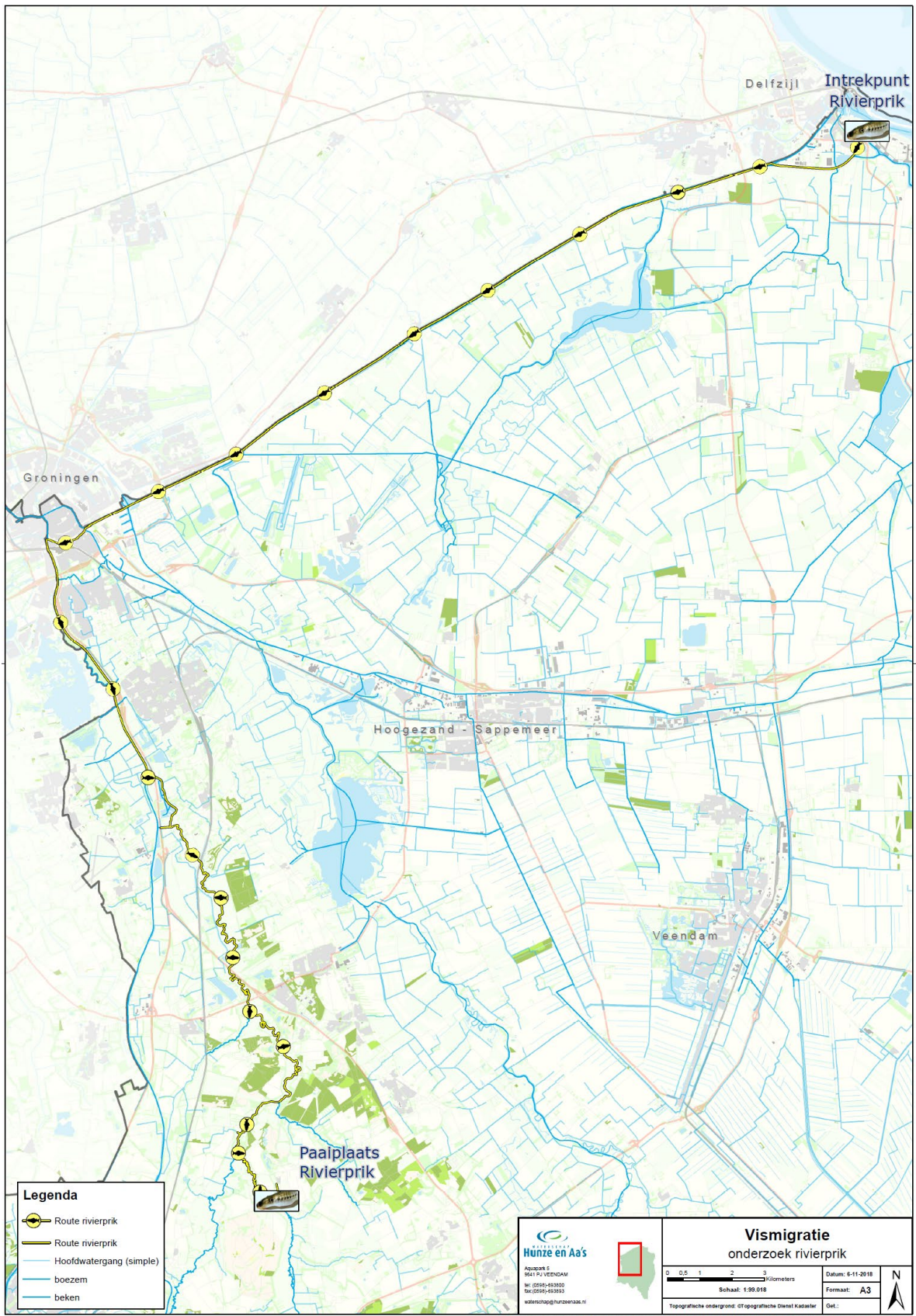


 <p>WATERSCHAP Hunze en Aa's</p> <p><small>Topografische ondergrond. © Topografische Dienst Emmen</small></p>	<p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voorde.shp • Meetpunten prik larven.shp 	<p>Meetlocaties larven project "Beek op Peil"</p>	
		 <p><small>Waterschap Hunze en Aa's Aquarium 5 9640 AD VEENDAM tel: (0598) 693800 fax: (0598) 693895 waterschap@hunzeenaa.nl</small></p>	<p>Datum: 10-06-2008</p> <p>Tekenaar: PPS</p> <p>Schaal 1:4000</p>

Bijlage 1.13. Monsterpunten in Gasterensche Diep (bovenloop)

Bijlage 2 Kaart trekroute rivierprik

Kaart met de intrekroute van rivierprik vanuit de Waddenzee via het Eemskanaal naar de Drentsche Aa en paaiplaatsen in Gasterensche Diep:



Bijlage 2.1. Kaart met de intrekroute van rivierprik vanuit de Waddenzee via het Eemskanaal naar de Drentsche Aa en paaiplaatsen in Gasterensche Diep

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

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



Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.