



Onderzoek naar invasieve rivierkreeften in veenweidegebied Zegveld

Populatiestudie naar rivierkreeften, onderzoek naar bijvangsten, de waterkwaliteit, krabbenscheer en een eerste start met het afkreeften in de Slimmenwetering

Fabrice Ottburg en Ivo Roessink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Onderzoek naar invasieve rivierkreeften in veenweidegebied Zegveld

Populatiestudie naar rivierkreeften, onderzoek naar bijvangsten, de waterkwaliteit, krabbenscheer en een eerste start met het afkreeften in de Slimmenwetering

Fabrice Ottburg en Ivo Roessink

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research, in opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en door de Europese Unie, het Europees Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij, in het kader van het samenwerkingsproject tussen wetenschap en visserij Kennisplatform Rivierkreeft II.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, december 2023

Gereviewd door:
Willem Bastiaan Buddendorf, onderzoeker team Environmental Risk Assessment

Akkoord voor publicatie:
Marion Kluivers-Poodt, teamleider van team Dierecologie

Rapport 3315
ISSN 1566-7197

Ottburg, F.G.W.A. en I. Roessink, 2023. *Onderzoek naar invasieve rivierkreeften in veenweidegebied Zegveld; Populatiestudie naar rivierkreeften, onderzoek naar bijvangst, de waterkwaliteit, krabbenscheer en een eerste start met het afkreeften in de Slimmenwetering*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3315. 48 blz.; 26 fig.; 13 tab.; 27 ref.

Agrariërs in polder Zegveld zien de waterkwaliteit in hun sloten achteruitgaan en wijten dit aan de uitheemse rivierkreeften. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden ervaart en erkent deze problematiek ook en heeft Wageningen Environmental Research gevraagd om bij drie agrariërs onderzoek te doen naar deze invasieve rivierkreeften. In de voorliggende studie is onderzoek gedaan naar populatiegrootte, bijvangst, waterkwaliteit, ondergedoken waterplanten, krabbenscheerinventarisatie en het afkreeften op de Slimmenwetering.

Farmers in the Zegveld polder see the water quality in their ditches deteriorating and attribute this to invasive crayfish. De Stichtse Rijnlanden Water Board also experiences and recognizes this problem and has asked Wageningen Environmental Research to conduct research into these invasive crayfish at three farmers. In the present study, research was conducted into population size, bycatch, water quality, submerged aquatic plants, Water-soldier inventory and catching crayfish on the Slimmenwetering.

Trefwoorden: afkreeften, bijvangst, exotische rivierkreeften, geknobbeld Amerikaanse rivierkreeft (*Faxonius virillis*), krabbenscheer (*Stratiotes aloides*), invasieve rivierkreeften, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, populatiestudie rivierkreeften, Rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*), Slimmenwetering, polder Zegveld, veenweidegebied

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/640878> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2023 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Inhoud

Verantwoording	5
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Onderzoeksdoel	12
3 Methodiek	13
3.1 Ligging geselecteerde sloten en uitgelegde fuiken	13
3.2 Populatiestudie: vangst-merk-terugvangstmethode	17
3.3 Watermonsters en waterbodemmonsters	17
3.4 Ondergedoken waterplanten	19
3.5 Krabbenscheer inventarisatie met een drone	19
3.6 Afkreeften op de Slimmenwetering	19
4 Resultaat	21
4.1 Populatiestudie: vangst-merk-terugvangstmethode	21
4.2 Bijvangsten	22
4.3 Watermonsters en waterbodemmonsters	29
4.4 Ondergedoken waterplanten	31
4.5 Krabbenscheerinventarisatie	32
4.6 Afkreeften op de Slimmenwetering	34
5 Conclusie, discussie en aanbevelingen	36
5.1 Populatiestudie	36
5.2 Bijvangsten	37
5.3 Watermonsters en waterbodemmonsters	38
5.4 Ondergedoken waterplanten	39
5.5 Krabbenscheerinventarisatie	40
5.6 Afkreeften op de Slimmenwetering	43
6 Bespiegeling	45
Literatuur	46

Verantwoording

Rapport: 3315

Projectnummer: 5200047651

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Onderzoeker

naam: Willem Bastiaan Buddendorf

datum: 10-11-2023

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Marion Kluivers-Poodt

datum: 20-12-2023

Woord vooraf

Invasieve rivierkreeften staan sinds enkele jaren weer volop in de belangstelling van waterbeheerders. Waar de eerste Nederlandse onderzoeken naar de mogelijke impact van deze invasieve exoten op onze aquatische gemeenschappen al dateren uit 2009, is met het plaatsnemen van deze groep op de Europese Exoten Verordening (Europese Commissie, 2014) een noodzaak ontstaan om het probleem aan te pakken. Het 'probleem' bestaat eruit dat invasieve rivierkreeften een negatieve invloed op aquatische levensgemeenschappen kunnen hebben, wat het behalen van de doelen die gesteld zijn binnen de Kaderrichtlijn Water en/of Natura 2000-gebieden kan frustreren. Ook worden oevers en kades ondergraven en moet met rivierkreeften 'verontreinigde' bagger op speciale wijze afgevoerd worden, waardoor de kosten die aan het voorkomen van deze invasieve exoten kleven, zeer hoog kunnen oplopen.

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) ervaart en erkent deze problematiek ook en krijgt signalen vanuit de agrarische sector dat de problematiek in relatie tot deze invasieve exotische rivierkreeften toeneemt. Agrariërs zien de waterkwaliteit in hun ogen achteruitgaan en wijten dit aan de kreeften.

Om meer zicht te krijgen op dit probleem en om eventueel handelingsperspectieven te genereren, heeft HDSR Wageningen Environmental Research gevraagd om in Zegveld bij drie agrariërs onderzoek te doen naar deze invasieve exotische rivierkreeften. Men wil graag weten hoe groot de kreeftpopulatie in Zegveld is en of hier ook een oorzaak ligt voor het verdwijnen van ondergedoken watervegetatie en specifiek krabbenscheer. In de voorliggende rapportage vindt u de resultaten van dit uitgevoerde onderzoek.

Fabrice Ottburg
Onderzoeker
Wageningen Environmental Research

Samenvatting

Agrariërs in polder Zegveld zien de waterkwaliteit in hun sloten achteruitgaan en wijten de oorzaak hiervan aan uitheemse rivierkreeften. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden ervaart en erkent deze problematiek ook en heeft Wageningen Environmental Research gevraagd om bij drie agrariërs onderzoek te doen naar deze invasieve rivierkreeften. In de voorliggende studie is onderzoek gedaan naar populatiegrootte, bijvangsten, waterkwaliteit, ondergedoken waterplanten, krabbenscheerinventarisatie en het afkreeften op de Slimmenwetering.

Populatiestudie

Het aantal kreeften per vierkante meter varieerde tussen de 2.4 en 70 kreeften/m². Hiermee lagen de gevonden waarden in Zegveld ver boven de effectdrempel van 0.63 kreeft/m² als het gaat om het voorkomen van waterplanten en 1.25 kreeft/m² als het gaat om de waterkwaliteit en er kan zodoende worden geconcludeerd dat de het aannemelijk is dat kreeften een negatief effect hebben op het voorkomen van ondergedoken waterplanten en hiermee in potentie heldere waterplant gedomineerde systemen kunnen laten omslaan naar troebele algen gedomineerde systemen.

Bijvangsten

Tijdens de populatiestudie zijn tien bijvangstsoorten gevangen. Voor zes van de tien soorten geldt dat er meer dan 50% van de gevangen exemplaren dood wordt aangetroffen in het vangtuig. Het gaat hier om de soorten baars, bastaardkikker, kroeskarper, muskusrat, kikkervisjes van de groene kikker en witvis onbepaald. Het aantal dode bijvangsten van de betreffende soort kan impact hebben op de aanwezige populatie in de polder van Zegveld, maar dit is niet verder onderzocht. Voor beschermde en zeldzame soorten dient men aandacht te hebben voor hoe hiermee om te gaan.

Tijdens het afkreeften op de Slimmenwetering zijn er in negen afkreeftrondes in totaal 4.612 bijvangsten genoteerd, verdeeld over 19 soorten. In tegenstelling tot de populatiestudie die is uitgevoerd in de smalle zijsloten, geldt voor de Slimmenwetering dat het aandeel dode bijvangsten er laag is, met maar 10 dode dieren. Het grote verschil tussen dode bijvangsten in de smalle zijsloten en de Slimmenwetering kan enerzijds worden verklaard door de dimensies van de wateren en anderzijds door het type vangtuig, waardoor de bijvangsten meer overlevingskansen hebben in de grotere wateren met grotere vangtuigen. Naast de invasieve exotische rivierkreeften zijn er ook exotische vissoorten gevangen, zoals de zonnebaars, zwartbekgrondel en de marmergrondel. Zorgelijk is het gestegen aandeel bij de zonnebaarsen van 7% (303 dieren) naar 18% (646 dieren) en van de zwartbekgrondel van 1% (36 dieren) naar 3% (115 dieren). Beide soorten hebben een negatief effect op de inheemse aquatische fauna.

Waterkwaliteit

In de polder van Zegveld zijn op 27 locaties watermonsters genomen en vergeleken met KRW type M8 'gebufferde laagveensloten'. Hieruit valt op te maken dat de gemiddelde zuurstofverzadiging onder de grenswaarde scoort en dat voor de nutriënten totaal-P (Fosfor) en totaal-N (Stikstof) de grenswaarden over het algemeen worden overschreden. Dit duidt op te voedselrijk water, wat in de regel voorkomt in gebieden waar sprake is van overbemesting vanuit de landbouwsector.

Van krabbenscheer is bekend dat deze naast een te hoog nutriëntengehalte P en N, ook gevoelig is voor ammonium (N-NH₄) en sulfaat (SO₄). Voor ammonium bleven de gemeten waarden allemaal onder de grenswaarde van 0.72 N-NH₄ mg/l. Bij sulfaat geldt echter dat op alle 27 monsterpunten de grenswaarde van 30 mg SO₄/l werd overschreden. De gemiddelde gemeten waarde bedraagt 45.5 mg SO₄/l, met een minimum van 32.4 mg SO₄/l en een maximum van 61.5 mg SO₄/l. Een te hoog sulfaatgehalte bij krabbenscheer leidt tot wortelrot, waardoor de plant afsterft.

Ondergedoken waterplanten en krabbenscheer

De gebufferde laagveensloot wordt gekenmerkt door helder, plantenrijk begroeid water met lage nutriëntengehalten, hoge zuurstofpercentages, is pH-neutraal en mesotroof tot eutroof. De behaalde resultaten van de waterkwaliteit (chemische component) en het ontbreken van ondergedoken waterplanten in de meeste onderzoekssloten in Zegveld laten zien dat dit niet het geval is. Het hoge aandeel aanwezige geknobbelde en rode Amerikaanse rivierkreeften dragen hiertoe ook bij. Zij woelen niet alleen organisch materiaal op, maar knippen ook wortels en zachte plantendelen van ondergedoken waterplanten doormidden. Zo ook bij krabbenscheer.

Met behulp van een drone is een krabbenscheerinventarisatie uitgevoerd en hieruit bleek dat krabbenscheer in nog 13,36% van de sloten in het onderzoeksgebied van Zegveld voorkomt en dus nog niet overal is verdwenen.

Afkreeften op de Slimmenwetering

Ten behoeve van dit onderzoek en om inzicht te krijgen heeft in 2022 afkreeften plaatsgevonden op de Slimmenwetering in de 'gesloten periode'. Onder de gesloten periode wordt verstaan de wettelijke periode van 1 september t/m 30 november, waarin het verboden is om op paling te vissen. In deze periode trekken namelijk volwassen palingen vanuit het zoete water richting zee om zich in de Sargassozee in de Atlantische Oceaan voort te planten. Normaliter mogen er in deze periode ook geen kreeftvangtuigen worden geplaatst om zo te voorkomen dat palingen in deze kwetsbare periode worden gevangen. Uit het afkreeften blijkt dat in deze periode geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften met 259 kilo en rode Amerikaanse rivierkreeften met 136.62 kilo nog steeds actief zijn en worden gevangen.

Met de resultaten uit de uitgevoerde onderzoekcomponenten wordt niet alleen getracht om meer inzicht te krijgen in de problemen die Amerikaanse rivierkreeften veroorzaken, maar ook om eventueel handelingsperspectieven te genereren voor de agrariërs en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden in polder Zegveld.

1 Inleiding

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft samen met agrariërs uit Zegveld op 19 januari 2022 een bijeenkomst georganiseerd over de problematiek met betrekking tot invasieve uitheemse rivierkreeften. Hierbij was ook de beroepsvisserij en de wetenschap vertegenwoordigd met als doel om te komen tot een pilot kreeftenonderzoek in de polder Zegveld nabij de Dwarsweg en Slimmenwetering te Zegveld.

Vanuit Wageningen Environmental Research is uiteengezet hoe het ervoor staat met de uitheemse rivierkreeften in Nederland, welke problemen er spelen en wat de gevolgen zijn voor ons watersysteem in relatie tot deze kreeften. Gezamenlijk is besproken en bediscussieerd hoe de agrariërs in Zegveld zien dat hun sloten achteruitgaan in waterkwaliteit met een afname in ondergedoken waterplanten – sterke achteruitgang van krabbenscheer – en afname van de aquatische gebonden soorten, ofwel een achteruitgang van de biodiversiteit die gebonden is aan sloten en weteringen in het laagveenweidegebied.

De agrariërs constateerden dat zij in de laatste jaren steeds minder sloten hoefden te schonen (verwijderen van waterplanten) en wijten dit aan de rivierkreeften die de ondergedoken watervegetatie kapot knippen, waardoor de sloten leeg achterblijven. Dit baart de agrariërs ook grote zorgen, omdat een aantal van hen zich het afgelopen decennia sterk heeft ingezet voor natuurvriendelijke slootbeheer en onder andere speciale natuurvriendelijke oevers heeft aangelegd. Deze inspanningen worden in de ogen van de agrariërs tenietgedaan door de invasieve rode Amerikaanse rivierkreeft, de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft en de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft. Het beeld van heldere sloten vol met waterplanten en krabbenscheer is omgeslagen naar donkere, troebele sloten waarin nu niets of nauwelijks meer iets groeit.

Een bijkomend probleem is het inzakken van de slootkanten, waarover HDSR-klachten krijgt van de agrariërs en zij geven aan dat dit wordt veroorzaakt door de rivierkreeften.

De agrariërs hebben naar HDSR toe uitgesproken dat zij graag zouden willen zien dat er op korte termijn actie wordt ondernomen en de kreeften worden weggevangen. Dit is echter makkelijker gezegd dan gedaan. Hierover is namelijk nog veel onduidelijkheid, zoals 1) Hoe groot is de aanwezige populatie? 2) Hoe lang moet je doorgaan met het wegvangen van de rivierkreeften? 3) Waar gaan de gevangen rivierkreeften naartoe?

Gelijktijdig is men vanuit de rijksoverheid bezig om hier beleid op te bepalen. HDSR erkent de problematiek en heeft onderzocht welke mogelijkheden er waren voor het uitvoeren van een eerste pilotstudie binnen Zegveld om zo kennis op te doen over hoe groot het probleem in Zegveld is, of het mogelijk is de rivierkreeften onder een bepaalde drempel terug te kunnen dringen en of herstel van de ondergedoken waterplantenvegetatie en in het bijzonder de krabbenscheervegetatie, mogelijk is.

2 Onderzoeksdoel

In eerste instantie worden de volgende twee vragen in de voorliggende rapportage beantwoord:

1. Hoe groot is de aanwezige rivierkreeftpopulatie in dit deel van Zegveld in de sloten bij de agrariërs en aan welke ordegrootte moet men dan denken?
2. Wordt de afname van ondergedoken waterplanten en specifiek de afname van krabbenscheer in Zegveld veroorzaakt door de aanwezigheid van de uitheemse rivierkreeften?

Om de eerste vraag te kunnen beantwoorden, is hiervoor een vangst-merk-terugvangst experiment uitgevoerd. Voor het antwoord op de tweede vraag worden waterkwaliteitsmonsters en waterbodemonsters genomen om inzicht te krijgen of de kwaliteit dusdanig veranderd is ten opzichte van gestelde normen in relatie tot KRW-type 'M-sloten'.

De verkregen antwoorden geven HDSR inzicht in hoe groot het rivierkreeftprobleem in polder Zegveld is, welke invloed de kreeften hebben op de waterkwaliteit en waterbodemkwaliteit en wat dit betekent voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en krabbenscheer.

In een later stadium heeft HDSR besloten om ook een grootschalig afvangexperiment van de uitheemse rivierkreeften te starten met behulp van een beroepsvisser. Dit afvangen van kreeften is ook een diep gekoesterde wens van de agrariërs die binnen dit project deelnemen.

Tijdens het onderzoek dient zich een uitgelezen kans voor om aanwezige krabbenscheervegetatie met behulp van een drone in beeld te brengen. Op voorhand was dit niet voorzien, maar is uiteindelijk toegevoegd aan de opzet. Ook is krabbenscheer van belang voor de beschermde groene glazenmaker, een libellesoort die van oudsher wijdverspreid voorkwam in krabbenscheervelden binnen de Hollandse veenweidegebieden.

Hoewel wij binnen dit project in eerste instantie kijken naar kreeften, bijvangsten en het voorkomen van waterplanten en krabbenscheer in het onderzoeksgebied, zijn er voor het beheer van krabbenscheerpopulaties meer factoren van belang. Om Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden handvatten te bieden, zullen deze factoren terugkomen tijdens de bespreking van de conclusies, discussie en aanbevelingen in hoofdstuk vijf.

3 Methodiek

Binnen dit onderzoek is in overleg met HDSR en de agrarische families Van den Burg, De Leeuw en Spruit een zestal sloten geselecteerd voor het uitvoeren van een populatiestudie in de vorm van een vangst-merk-terugvangstmethode om zo een beeld te krijgen van de aanwezige populatiegrootte in de boerensloten langs de weilanden. De drie geselecteerde bedrijven liggen aan de Dwarsweg in Zegveld.

Bij deze uitgevoerde bestandschatting is tevens de aanwezige populatie van rivierkreeften gekarakteriseerd.

Daarnaast zijn alle andere bijvangsten dan kreeften in de korven ook genoteerd en is het onderscheid tussen dood of levend ook opgeschreven. Hierbij moet worden opgemerkt dat binnen dit project alles wat in de fuik zat en geen kreeft was als bijvangst gezien werd (levend en dood). Dit in tegenstelling tot het gangbare gebruik van deze term binnen de visserij en muskusrattenbestrijding waarin de term 'bijvangst' slaat op niet-doelwitvangsten (dieren waarop niet actief gevangen is) die overleden zijn in het vangtuig.

Op donderdag 23 juni 2022 zijn de sloten geselecteerd, dinsdag 28 juni 2022 zijn de korven geplaatst en op dinsdag 5 juli 2022 zijn de gevangen kreeften gemerkt en weer vrijgelaten. Een week later, op dinsdag 12 juli 2022, zijn van de gevangen kreeften de parameters opgenomen en specifiek hoeveel wel/niet gemerkte kreeften er zijn terug gevangen. Vervolgens werden de dieren weer losgelaten en wederom een week later, op dinsdag 19 juli 2022, is deze werkwijze herhaald met dit verschil dat de gevangen kreeften niet meer zijn losgelaten, maar zijn meegenomen door de beroepsvisser.

De daadwerkelijke visserij met betrekking tot de populatiestudie is uitgevoerd door beroepsvisser Henk Biesters van Anquilla Visserij uit Hurwenen. De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder begeleiding van Wageningen Environmental Research.

3.1 Ligging geselecteerde sloten en uitgelegde fuiken

Voor de drie deelnemende agrarische families geldt dat in overleg bij ieder twee sloten zijn geselecteerd voor de populatiestudie (**Figuur 1**). In totaal zijn zestig inklapbare fuiken/korven geplaatst, ofwel tien per sloot (**Figuur 2**). **Figuur 3** t/m **Figuur 5** laat zien waar de fuiken bij het betreffende bedrijf zijn geplaatst.



Figuur 1 De zes geselecteerde sloten voor de populatiestudie bij de deelnemende agrariërs.



Figuur 2 Illustratie van de inklapbare fuiken die zijn gebruikt door Henk Biesters.



Figuur 3 Locaties van de 20 korven bij familie Van den Burg.



Figuur 4 Locaties van de 20 korven bij familie De Leeuw.



Figuur 5 Locaties van de 20 korven bij familie Spruit.

Voor de zes sloten geldt dat dit typische sloten zijn voor het veenweidegebied en dat deze behoren tot de haarvaten van het poldersysteem van Zegveld (met een slootbreedte van ongeveer 2 meter). Geen van alle behoren zij tot zogeheten A-watergangen, die verantwoordelijk zijn voor de hoofd aan- en afvoer van water. Figuur 6 t/m Figuur 11 geeft een impressie weer van de geselecteerde sloten.



Figuur 6 Impressie van sloot 1 bij familie Van den Burg.



Figuur 7 Impressie van sloot 2 bij familie Van den Burg.



Figuur 8 *Impressie van sloot 3 bij familie De Leeuw.*



Figuur 9 *Impressie van sloot 4 bij familie De Leeuw.*



Figuur 10 *Impressie van sloot 5 bij familie Spruit.*



Figuur 11 *Impressie van sloot 6 bij familie Spruit.*

3.2 Populatiestudie: vangst-merk-terugvangstmethode

Binnen dit onderzoek werd gebruikgemaakt van de vangst-merk-terugvangstmethode (Lincoln, 1930; Dussart, 1991) om de bestandschatting uit te voeren. Bij deze methode kan de populatiegrootte (het bestand) van een soort bepaald worden door dieren te vangen en te voorzien van een markering en deze gemerkte dieren vervolgens terug te plaatsen in de populatie, waarna na een bepaalde periode opnieuw gevestigd wordt. De verhouding van de gemerkte en ongemerkte dieren in de tweede vangst kan dan omgerekend worden naar een populatiegrootte middels onderstaande formule.

$$P = \frac{m_1 * v_2}{m_2}$$

De hierbij behorende standaarddeviatie kan berekend worden middels:

$$stdev = P * \left(\left(\frac{1}{m_2} \right) - \left(\frac{1}{v_2} \right) \right)$$

Waarbij:

- P = populatiegrootte
- m_1 = aantal dieren 1^e vangst (alle gemerkt)
- v_2 = totaalaantal dieren 2^e vangst
- m_2 = aantal gemerkte dieren 2^e vangst

Hierbij is aangenomen dat de periode van een maand, die tussen de start van het merken en de bestandschatting zat, genoeg was om een representatieve verdeling van de gemerkte kreeften in de populatie te krijgen en te kort was om een grote natuurlijke sterfte onder gemerkte dieren te krijgen.

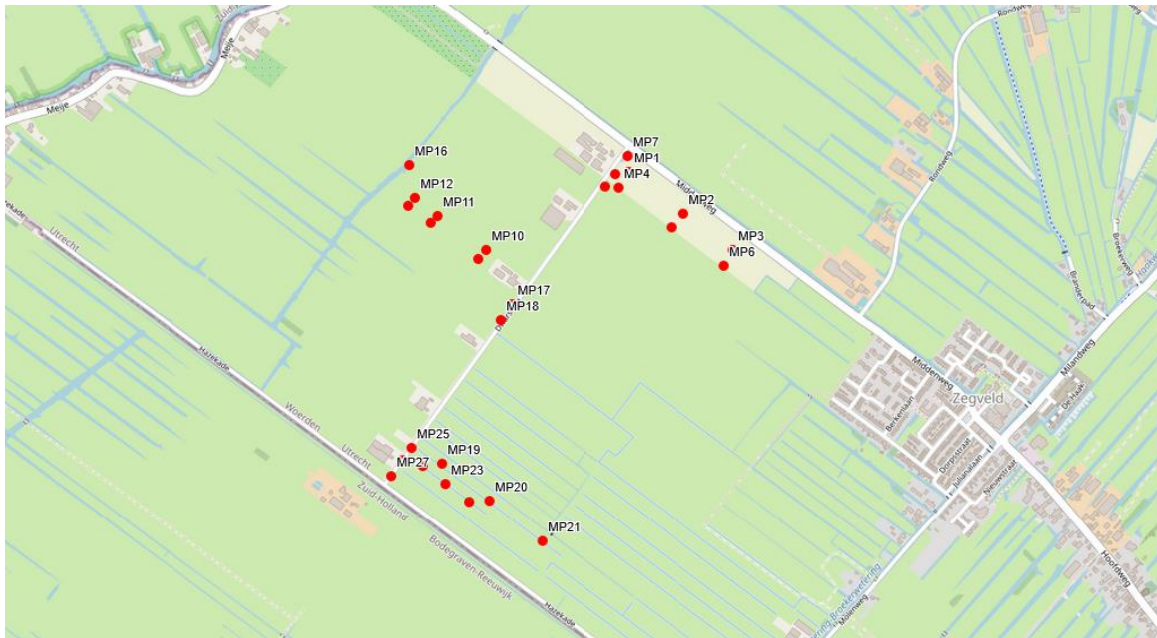
Naast het uitvoeren van de populatiestudie worden tevens ook alle levende en eventueel dode bijvangsten van alle andere aangetroffen faunasoorten genoteerd.

3.3 Watermonsters en waterbodemmonsters

Bij elke agrariër zijn 3 watermonsters per sloot genomen en 3 extra watermonsters per agrariër in de directe omgeving. Ofwel 18 monsters bij de 3 agrariërs en 9 watermonsters in de directe omgeving. In totaal dus 27 watermonsters. Op 11 locaties zijn waterbodemmonsters genomen. WENR heeft de locaties aangeleverd en deze zijn door HDSR klaargemaakt voor AQUON, die het veldwerk en de laboratoriumanalyses hebben uitgevoerd (zie **Figuur 12** en Tabel 1).

Bij het watermonster wordt gekeken naar de biochemische gesteldheid van het water wat betreft Calcium (Ca), IJzer (Fe), Mangaan (Mn), totaal Fosfor (P), Cadmium (Cd), Koper (Cu), Ammonium (N-NH₄), Nitraat en Nitriet (N-(NO₃+NO₂)), totaal Stikstof (Nts) en Fosfaat (P-PO₄). De nutriënten totaal Fosfor, Fosfaat, Ammonium, totaal Stikstof, Nitraat en Nitriet werden gemeten om de voedselrijkheid van het water te onderzoeken. De overige elementen IJzer, Cadmium, Koper en Mangaan worden gemeten, omdat een hoge concentratie van (een van) deze elementen kan duiden op een mogelijke verontreiniging van de sliblaag of een ongewenste grote ophoping van slib. Daarnaast worden er tijdens het nemen van de watermonsters door AQUON in het veld direct gegevens verzameld, te weten: opgeloste zuurstofgehalten (O₂), zuurgraad (pH), elektrisch geleidend vermogen (EGV) en watertemperatuur met behulp van een Hach-meter.

Voor het waterbodemmonster geldt dat dezelfde bovenstaande parameters worden gemeten en dat daarnaast het sulfidegehalte wordt bepaald, dit in relatie tot de aanwezigheid of afwezigheid van krabbenscheer. Het nemen van de water- en waterbodemmonsters is door AQUON uitgevoerd op woensdag 7 september 2022.



Figuur 12 Ligging van de 27 locaties voor watermonsters in Zegveld. Doordat sommige locaties dicht bij elkaar liggen, worden deze binnen 1 rode stip weergegeven.

Tabel 1 Overzicht en omschrijving van de 27 monsterpunten (MP) waar watermonsters zijn genomen. Voor de MP met een asterisk '*' geldt dat hier ook waterbodemonsters zijn genomen.

ID	Monsterpuntsomschrijving	TRAJECT_ID	X-coördinaat	Y-coördinaat
MP1	Eerste kavelsloot Dwarsweg oost a	NL14_21720	116211	459511
MP2*	Eerste kavelsloot Dwarsweg oost b	NL14_21721	116372	459386
MP3	Eerste kavelsloot Dwarsweg oost c	NL14_21722	116517	459278
MP4	Tweede kavelsloot Dwarsweg oost a	NL14_21723	116180	459461
MP5*	Tweede kavelsloot Dwarsweg oost b	NL14_21724	116333	459344
MP6	Tweede kavelsloot Dwarsweg oost c	NL14_21725	116487	459228
MP7*	Noorden Dwarsweg wegsloot oost a	NL14_21726	116206	459560
MP8	Noorden Dwarsweg wegsloot oost b	NL14_21727	116168	459509
MP9	Noorden Dwarsweg wegsloot oost c	NL14_21728	116139	459470
MP10*	Kavelsloot halverwege Dwarsweg west a	NL14_21729	115785	459285
MP11	Kavelsloot halverwege Dwarsweg west b	NL14_21730	115643	459386
MP12	Kavelsloot halverwege Dwarsweg west c	NL14_21731	115576	459438
MP13*	Tweede kavelsloot halverwege Dwarsweg west a	NL14_21732	115761	459255
MP14	Tweede kavelsloot halverwege Dwarsweg west b	NL14_21733	115620	459362
MP15	Tweede kavelsloot halverwege Dwarsweg west c	NL14_21734	115552	459414
MP16*	Slimmenwetering thv midden Dwarsweg	NL14_21735	115561	459536
MP17*	Wegsloot westelijk van Dwarsweg a	NL14_21736	115861	459122
MP18	Wegsloot westelijk van Dwarsweg b	NL14_21737	115824	459074
MP19	Zuiden Dwarsweg kavelsloot oost a	NL14_21738	115646	458647
MP20*	Zuiden Dwarsweg kavelsloot oost b	NL14_21739	115789	458537
MP21	Zuiden Dwarsweg kavelsloot oost c	NL14_21740	115945	458419
MP22	Zuiden Dwarsweg tweede kavelsloot oost a	NL14_21741	115592	458645
MP23*	Zuiden Dwarsweg tweede kavelsloot oost b	NL14_21742	115659	458594
MP24	Zuiden Dwarsweg tweede kavelsloot oost c	NL14_21743	115732	458539
MP25	Zuiden Dwarsweg wegsloot oost a	NL14_21744	115561	458698
MP26*	Zuiden Dwarsweg wegsloot oost b	NL14_21745	115535	458661
MP27*	Zuiden Dwarsweg wegsloot oost c	NL14_21746	115502	458617

3.4 Ondergedoken waterplanten

Tijdens de selectie en inventarisatie van de onderzoekssloten zijn de sloten vlakdekkend onderzocht op het voorkomen van ondergedoken waterplanten en met behulp van de Tansley-methode (percentage schattingen) in beeld gebracht.

3.5 Krabbenscheer inventarisatie met een drone

Tijdens het selecteren van de sloten voor het onderzoek werd geconstateerd dat er op meer plaatsen krabbenscheer aanwezig was dan op voorhand werd verwacht door de signalen die de agrariërs hadden afgegeven. In overleg met HDSR is daarop besloten om via de droneafdeling van HDSR alle sloten in beeld te brengen en te achterhalen waar nog krabbenscheer aanwezig is. Hiervoor is de drone vlak dekkend over alle sloten heen gevlogen en heeft foto's gemaakt. Het gaat hier om alle sloten die gelegen zijn aan weerszijden van de Dwarsweg tussen de Middenweg, Hazekade, Meije en Molenweg in.

3.6 Afkreeften op de Slimmenwetering

Aansluitend aan deze studie is er een direct gevolg gegeven aan het afkreeften van rode Amerikaanse rivierkreeften en geknobbeld Amerikaanse rivierkreeften op de Slimmenwetering. Dit afkreeften is uitgevoerd door beroepsvissers Bert Klinkhamer en Henk Biesters van Anquilla Visserij. Zij werden hierbij geassisteerd door vrijwilliger Bart Verlaan. De werkzaamheden zijn deels uitgevoerd onder begeleiding van WENR en HDSR. Voor dit grootschalig afvangen van kreeften zijn twintig dubbele schietfuike ingezet tussen de Middenweg en Hazekade. Wekelijks werden de fuien geleege en daarna op het genoemde transect verplaatst. Dit afkreeft-experiment is uitgevoerd in de gesloten periode en ging van start op 30 september 2022 (eerste lichteing. 23 september gingen de fuien te water) en eindigde op 2 december 2022. Dit deel van het onderzoek sluit aan op een groter onderzoek in het kader van het samenwerkingsproject tussen wetenschap en visserij Kennisplatform Rivierkreeft II. Hierin wordt o.a. bekeken hoe de kreeftenstand zich verhoudt tot kaderrichtlijnwater- en natuurdoelstellingen, en wordt antwoord gezocht op onder meer de volgende vraagstukken: zijn de kreeften actief? Worden er kreeften gevangen? In welke geslachtsverhouding? Dragen de vrouwen wel/niet eieren en/of jongen onder de staart? Kortom, geven de kreeftvangsten in de gesloten periode eventueel aanknopingspunten dan wel handelingsperspectief voor de kreeftproblematiek?

Onder de gesloten periode wordt hier verstaan de wettelijke periode van 1 september t/m 30 november, waarin het verboden is om op paling te vissen. In deze periode trekken namelijk volwassen palingen vanuit het zoete water richting zee om zich in de Sargassozee in de Atlantische Oceaan voort te planten. Deze wettelijk gesloten tijd geldt voor het gebruik van diverse aalvistuigen, waaronder fuien en korven (art. 32a, lid 1 van de Uitvoeringsregeling visserij). Het is in deze periode in alle wateren (zee-, kust en binnenwater) verboden om te vissen met beroeps-aalvistuigen. De Uitvoeringsregeling is volgens art. 1a van deze regeling gebaseerd op art. 3a van de Visserijwet 1963. Handelen in strijd met de Uitvoeringsregeling visserij betekent dus dat art. 3a Visserijwet 1963 wordt overtreden en dit is op grond van art. 1a onder 10 (ernstige inbreuk) dan wel onder 30 (geen ernstige inbreuk) van de WED een economisch delict.

Speciaal voor deze pilot is een ontheffing verkregen via de Kamer voor de Binnenvisserij, waardoor het afkreeften in de gesloten periode kon plaatsvinden.

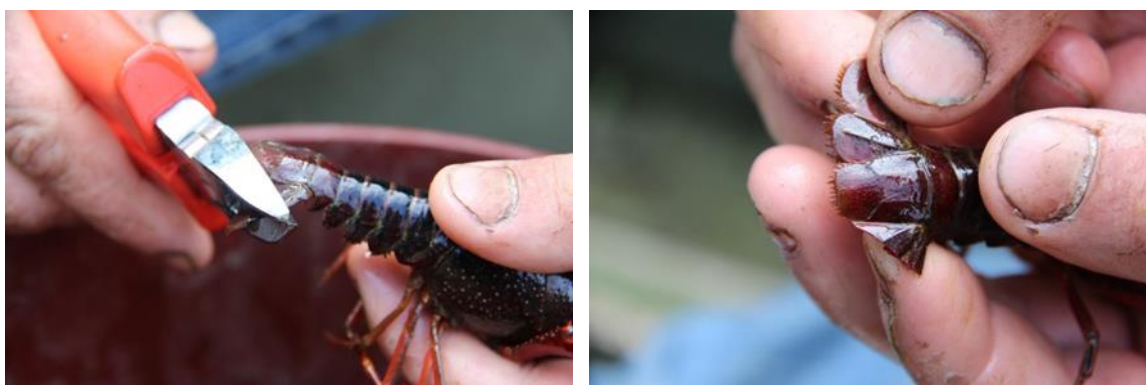


Figuur 13 Beroepsvisser Bert Klinkhamer en assistent Bart Verlaan aan het afkreeften op de Slimmenwetering te Zegveld.

4 Resultaat

4.1 Populatiestudie: vangst-merk-terugvangstmethode

Om er zeker van te zijn dat de gemerkte kreeften hun markering niet zouden verliezen, werd ervoor gekozen om de dieren niet met stift of sticker te markeren, maar om een klein hoekje van de staartlob (uropode) af te knippen (**Figuur 14**). Doordat de staartlob weinig doorbloeding kent, geeft een 'lage' knip alleen maar een mild ongemak voor de dieren en belemmert ze verder niet in hun gedragingen. Omdat rivierkreeften vanwege hun onderlinge agressiviteit gedurende hun leven veel verwondingen oplopen, hebben ze de mogelijkheid ontwikkeld om verloren ledematen weer aan te laten groeien (regenereren). Dit betekent dat het aangebrachte knipje ook weer verdwijnt als de kreeft gaat verschalen. Ervaring heeft geleerd dat een dergelijke markering ten minste één en soms twee verschalingen lang zichtbaar blijft, waarna de kreeft de staartlob hersteld heeft. Daar dit normaliter een periode van een paar maanden beslaat, was dat lang genoeg om de markering zichtbaar te laten blijven voor de duur van dit onderzoek.



Figuur 14 Het merken van een rode Amerikaanse rivierkreeft voor het merk-terugvangst-experiment. Een deel van de staartlob wordt afgeknipt.

Tijdens de bestandschatting werden er kreeften gevangen en gemerkt op 5 juli 2022, waarmee het totaal gemerkte deel van de populatie de gemerkte dieren van deze dag betrof. Op 12 juli 2022 werden de eerste kreeften daadwerkelijk onttrokken en op 19 juli 2022 vond de laatste kreeftonttrekking plaats. Op basis van de gemerkte dieren en de totale vangst van 12 en 19 juli werd de bestandschatting per sloot uitgevoerd (Tabel 2).

Tabel 2 Resultaten van de bestandschattingen voor de zes sloten in Zegveld.

Locatie	Totaal aantal gemerkt 5 juli 2022	Aantal gemerkt gevangen 12 en 19 juli 2022	Totaal gevangen 12 en 19 juli 2022	Geschatte bestand (ind./locatie $\pm$ stdev) $\pm 750\text{m}^2/\text{sloot}$	Geschatte bestand (ind./ha)	Kreeft/ m^2
Sloot 1	32	1	57	1824 (± 1792)	24320	2.4
Sloot 2	31	6	366	1891 (± 310)	25213	2.5
Sloot 3	990	27	1432	52507 (± 1908)	700093	70
Sloot 4	429	66	1118	7267 (± 104)	96893	9.7
Sloot 5	438	49	723	6463 (± 123)	86173	8.6
Sloot 6	252	8	509	16034 (± 1973)	213786	21.4

4.2 Bijvangsten

De uitgevoerde populatiestudie, evenals het afkreeften op de Slimmenwetering, maakte het mogelijk om ook een andere belangrijke onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, namelijk de mogelijke aanwezigheid van bijvangsten in de gehanteerde fuik. Bij elke vangst werden de bijvangsten geregistreerd en teruggezet in de betreffende sloot of Slimmenwetering.

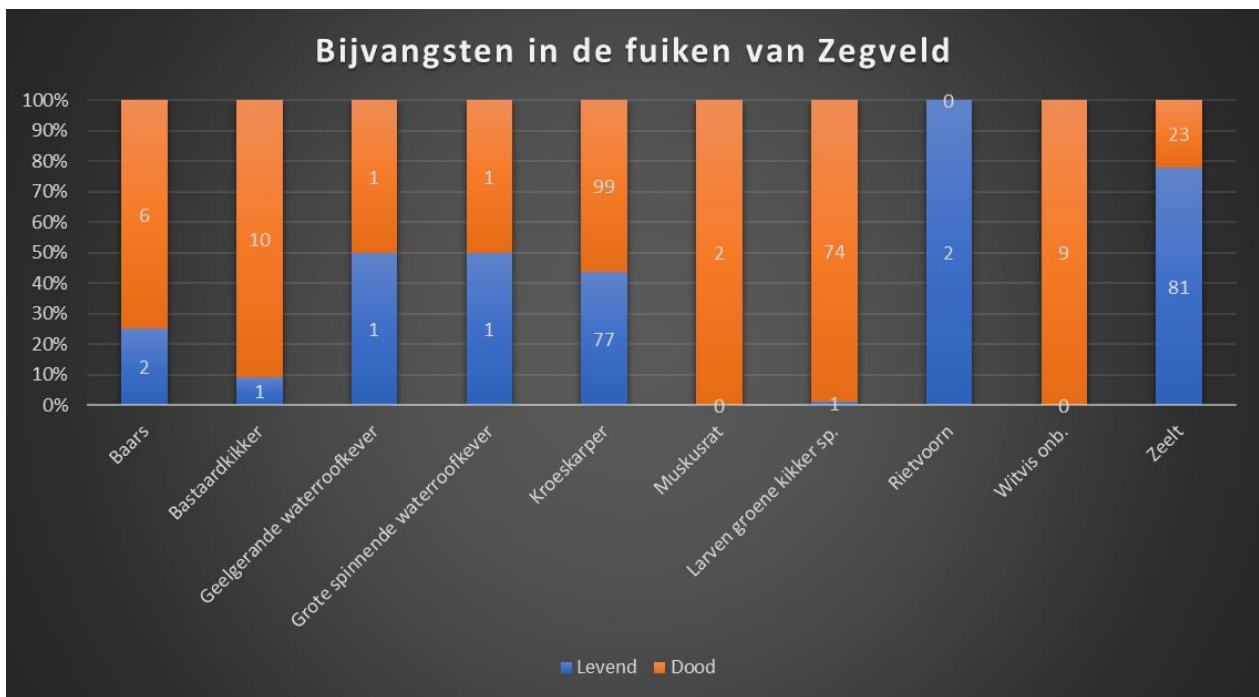
Bijvangsten tijdens de populatiestudie

Tijdens de populatiestudie in de zes sloten is per ronde en per sloot het aantal bijvangsten vastgelegd, zowel dood als levend. In Tabel 3 wordt hiervan een overzicht gegeven. Daarin staat bij sloot 1 op 19 juli 2022 een asterisk (*), wat staat voor het feit dat deze sloot na de ronde van 12 juli uit het onderzoek is gehaald. De reden hiervoor was dat vrijwel alle rivierkreeften die in deze sloot waren gevangen dood in de fuiken zijn aangetroffen door zuurstofgebrek. Dit is veroorzaakt door afbraak van organisch materiaal (baggerachterstand), in combinatie met hoge watertemperaturen in de zomer. Als gevolg was het voor sloot 1 niet mogelijk om een vervolg aan de populatiestudie te geven; per slot van rekening heeft men hier levende kreeften voor nodig. Verder laat Tabel 3 zien dat alleen in sloot 6 op 12 juli 2022 geen bijvangsten zijn gedaan.

Tabel 3 Overzicht van het aantal dood en levend aangetroffen bijvangsten per sloot en per ronde tijdens de populatiestudie.

Datum	Locatie	Levend	Dood	Aantal
5 juli 2022	Sloot 1	53	58	111
12 juli 2022	Sloot 1	29	28	57
19 juli 2022*	Sloot 1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
5 juli 2022	Sloot 2	8	6	14
12 juli 2022	Sloot 2	4	9	13
19 juli 2022	Sloot 2	3	5	8
5 juli 2022	Sloot 3	8	34	42
12 juli 2022	Sloot 3	9	7	16
19 juli 2022	Sloot 3	8	33	41
5 juli 2022	Sloot 4	10	19	29
12 juli 2022	Sloot 4	14	12	26
19 juli 2022	Sloot 4	8	6	14
5 juli 2022	Sloot 5	1	1	2
12 juli 2022	Sloot 5	2	3	5
19 juli 2022	Sloot 5	5	2	7
5 juli 2022	Sloot 6	3	0	3
12 juli 2022	Sloot 6	0	0	0
19 juli 2022	Sloot 6	1	2	3
	Totaal	166	225	391

In **Figuur 15** en Tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de tien aangetroffen bijvangstsoorten tijdens de populatiestudie. Voor zes van de tien soorten geldt dat meer dan 50% van de betreffende soort dood wordt aangetroffen in de fuik. Het gaat hier dan om de soorten baars, bastaardkikker, kroeskarper, muskusrat, kikkervisjes van de groene kikker en witvis onbepaald. Met ruim 20% heeft de zeelt ook nog een flink aandeel dode exemplaren opgeleverd, hoewel hier het overgrote deel nog levend is aangetroffen. **Figuur 16** geeft een foto-impressie van de bijvangsten tijdens de populatiestudie.



Figuur 15 Overzicht van de betreffende gevangen bijvangstsoorten tijdens de populatiestudie. In het staafdiagram wordt per soort het aantal levende en dood aangetroffen exemplaren vastgesteld.

Tabel 4 Overzicht van de tien aangetroffen soorten bijvangstsoorten tijdens de populatiestudie.

Tien soorten	Levend	Dood	Totaal
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	2	6	8
Bastaardkikker (<i>Pelophylax kl. Esculentus</i>)	1	10	11
Geelgerande waterroofkever (<i>Dytiscidae sp.</i>)	1	1	2
Grote spinnende waterroofkever (<i>Hydrophilus piceus</i>)	1	1	2
Kroeskarper (<i>Carassius carassius</i>)	77	99	176
Muskusrat (<i>Ondatra zibethicus</i>)	0	2	2
Larven groene kikker sp. (<i>Pelophylax sp.</i>)	1	74	75
Rietvoorn (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	2	0	2
Witvis onb.	0	9	9
Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)	81	23	104
Totaal	166	225	391



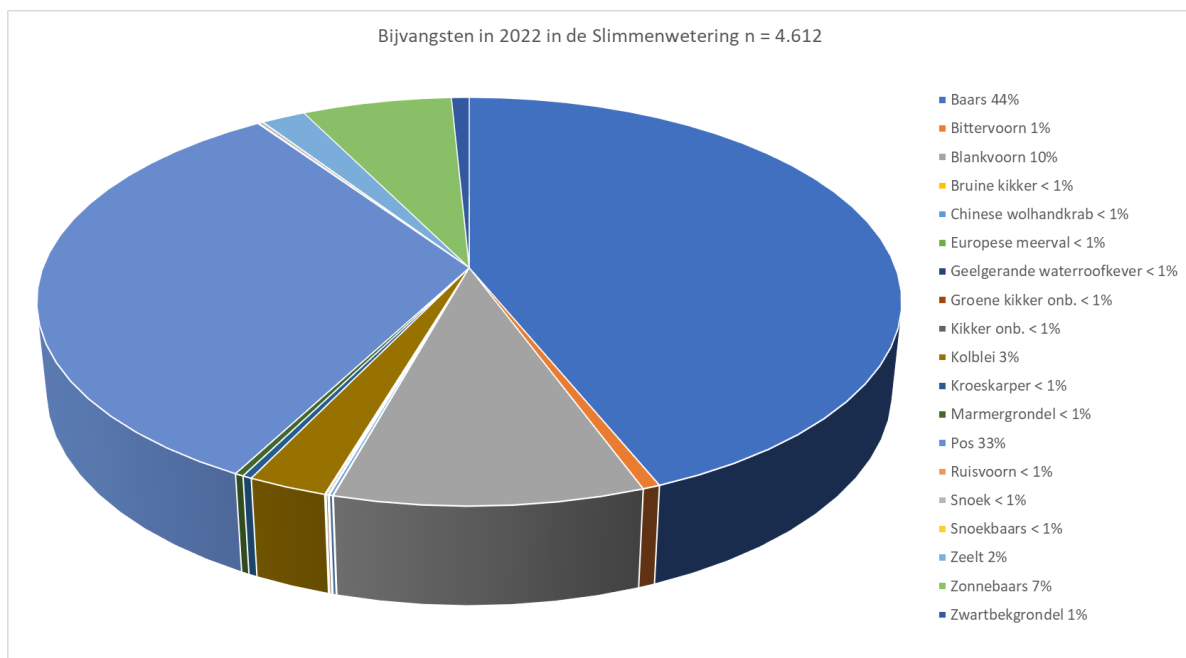
Figuur 16 Een impressie van de aangetroffen bijvangsten. V.l.n.r. en van boven naar onder: doorgeknijpte grote spinnende waterroofkever (*Hydrophilus piceus*), levende grote spinnende waterroofkever, dode bastaardkikker man, levende bastaardkikker man (*Pelophylax klepton esculentus*), muskusrat (*Ondatra zibethicus*), levende zeelten (*Tinca tinca*), dode dikkoppen van de groene kikker (*Pelophylax spec.*) met dode kroeskarpers (*Carassius carassius*) en levende kroeskarpers.

Bijvangst tijdens het afvangen in de Slimmenwetering

In 2022 zijn er negen rondes geweest tussen 7 oktober tot en met 2 december waarin naast de kreeften ook negentien verschillende bijvangstsoorten zijn genoteerd. Tabel 5 en Figuur 17 geven een totaaloverzicht weer. In Tabel 6 worden dezelfde bijvangsten weergegeven, alleen dan per ronde.

Tabel 5 Overzicht van de 19 bijvangstsoorten tijdens het afkreeften in de Slimmenwetering in 2022.

Soort	Aantal	% Aantal	# Levend	# Dood
Baars	2023	44	2021	2
Bittervoorn	26	1	26	0
Blankvoorn	457	10	457	0
Bruine kikker	1	0	1	0
Chinese wolhandkrab	5	0	5	0
Europese meerval	1	0	1	0
Geelgerande waterroofkever	1	0	1	0
Groene kikker onb.	3	0	3	0
Kikker onb.	2	0	2	0
Kolblei	118	3	118	0
Kroeskarper	14	0	14	0
Marmergrondel	13	0	13	0
Pos	1510	33	1510	0
Ruisvoorn	3	0	3	0
Snoek	8	0	3	5
Snoekbaars	1	0	1	0
Zeelt	89	2	86	3
Zonnebaars	303	7	303	0
Zwartbekgrondel	36	1	36	0
Totaal	4614	100	4604	10

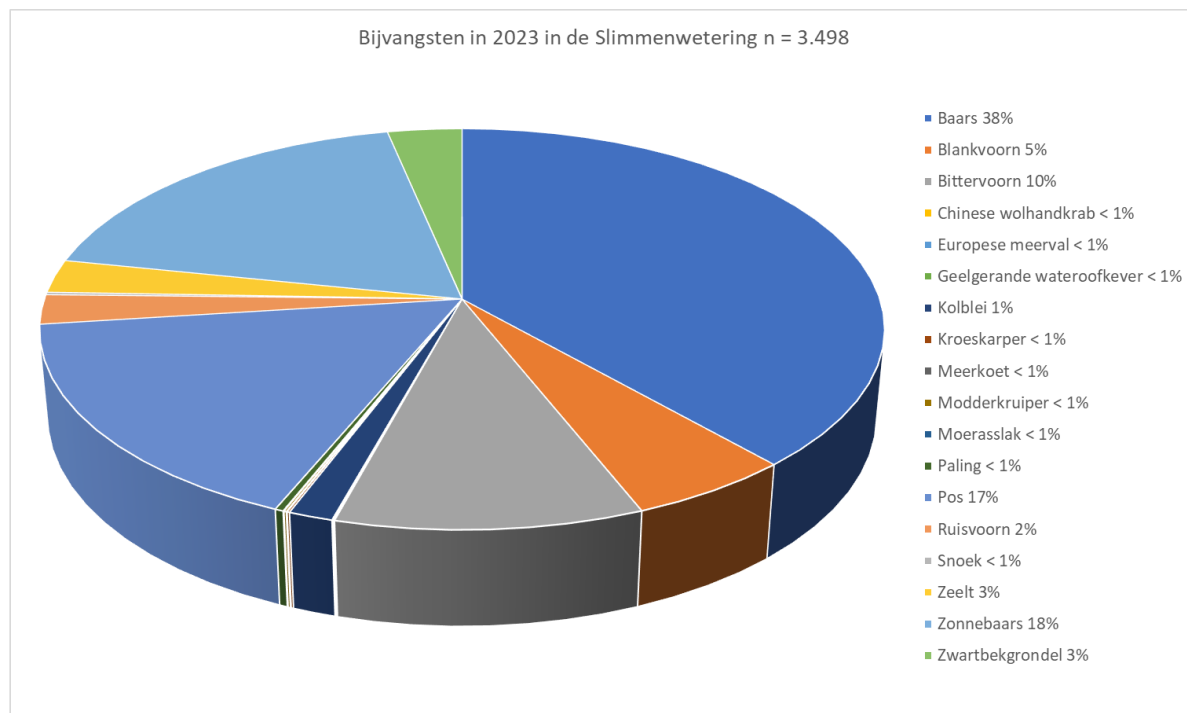


Figuur 17 Overzicht van de 19 bijvangsten in 2022 in percentages.

Tabel 6 *Overzicht van de bijvangsten in 2022 tijdens het afkreeften in de Slimmenwetering.*

Datum	Soort	Aantal	Levend	Dood	Datum	Soort	Aantal	Levend	Dood
7-10-'22	Baars	96	96	0	4-11-'22	Chinese wolhandkrab	1	1	0
7-10-'22	Blankvoorn	8	8	0	4-11-'22	Kolblei	2	2	0
7-10-'22	Chinese wolhandkrab	2	2	0	4-11-'22	Marmergrondel	2	2	0
7-10-'22	Kolblei	7	7	0	4-11-'22	Pos	13	13	0
7-10-'22	Pos	101	101	0	4-11-'22	Ruisvoorn	2	2	0
7-10-'22	Ruisvoorn	1	1	0	4-11-'22	Zeelt	5	5	0
7-10-'22	Snoek	1	0	1	4-11-'22	Zonnebaars	24	24	0
7-10-'22	Zeelt	16	15	1	11-11-'22	Baars	43	43	0
7-10-'22	Zonnebaars	36	36	0	11-11-'22	Bittervoorn	7	7	0
7-10-'22	Zwartbekgrondel	1	1	0	11-11-'22	Blankvoorn	125	125	0
14-10-'22	Baars	952	952	0	11-11-'22	Kolblei	7	7	0
14-10-'22	Blankvoorn	145	145	0	11-11-'22	Marmergrondel	1	1	0
14-10-'22	Chinese wolhandkrab	1	1	0	11-11-'22	Pos	36	36	0
14-10-'22	Kolblei	75	75	0	11-11-'22	Zeelt	4	4	0
14-10-'22	Kroeskarper	14	14	0	11-11-'22	Zonnebaars	3	3	0
14-10-'22	Pos	784	784	0	18-11-'22	Baars	34	33	1
14-10-'22	Snoek	3	1	2	18-11-'22	Bittervoorn	1	1	0
14-10-'22	Snoekbaars	1	1	0	18-11-'22	Blankvoorn	4	4	0
14-10-'22	Zeelt	10	10	0	18-11-'22	Pos	14	14	0
14-10-'22	Zonnebaars	51	51	0	18-11-'22	Zeelt	2	2	0
14-10-'22	Zwartbekgrondel	6	6	0	18-11-'22	Zonnebaars	2	2	0
21-10-'22	Baars	271	271	0	26-11-'22	Baars	41	41	0
21-10-'22	Blankvoorn	36	36	0	26-11-'22	Blankvoorn	2	2	0
21-10-'22	Chinese wolhandkrab	1	1	0	26-11-'22	Bruine kikker	1	1	0
21-10-'22	Kolblei	21	21	0	26-11-'22	Geelgerande waterroofkever	1	1	0
21-10-'22	Pos	165	165	0	26-11-'22	Groene kikker onb.	2	2	0
21-10-'22	Zeelt	3	1	2	26-11-'22	Pos	17	17	0
21-10-'22	Zonnebaars	51	51	0	26-11-'22	Snoek	2	2	0
28-10-'22	Baars	299	299	0	26-11-'22	Zeelt	4	4	0
28-10-'22	Bittervoorn	9	9	0	26-11-'22	Zonnebaars	8	8	0
28-10-'22	Blankvoorn	123	123	0	26-11-'22	Zwartbekgrondel	3	3	0
28-10-'22	Europese meerval	1	1	0	2-12-'22	Baars	263	263	0
28-10-'22	Kolblei	6	6	0	2-12-'22	Bittervoorn	5	5	0
28-10-'22	Pos	206	206	0	2-12-'22	Groene kikker onb.	1	1	0
28-10-'22	Snoek	2	0	2	2-12-'22	Kikker onb.	2	2	0
28-10-'22	Zeelt	36	36	0	2-12-'22	Marmergrondel	10	10	0
28-10-'22	Zonnebaars	86	86	0	2-12-'22	Pos	174	174	0
4-11-'22	Baars	24	23	1	2-12-'22	Zeelt	9	9	0
4-11-'22	Bittervoorn	4	4	0	2-12-'22	Zonnebaars	42	42	0
4-11-'22	Blankvoorn	14	14	0	2-12-'22	Zwartbekgrondel	26	26	0

Aanvullend op het voorliggende onderzoek heeft HDSR beroepsvisser Bert Klinkhamer een vervolgoopdracht gegeven voor het afkreeften op de Slimmenwetering. Dit is in maart 2023 van start gegaan en zal doorlopen tot eind december 2023. De gepresenteerde bijvangsten voor 2023 lopen van 24 maart 2023 tot en met 9 juni 2023 en worden weergegeven in Figuur 18 en Tabel 7.



Figuur 18 Overzicht van de 18 bijvangsten in 2023 in percentages.

Tabel 7 Overzicht van de bijvangsten in 2023 tijdens het afkreeften in de Slimmenwetering.

Datum	Soortbijvangst	P	Aantal	Levend	Dood	Datum	Soortbijvangst	P	Aantal	Levend	Dood
24-3-'23	Baars		438	1		5-5-'23	Bittervoorn		75	1	
24-3-'23	Bittervoorn		35	1		5-5-'23	Blankvoorn		100	1	
24-3-'23	Blankvoorn		27	1		5-5-'23	Europese meerval		1	1	
24-3-'23	Kolblei		10	1		5-5-'23	Kolblei		2	1	
24-3-'23	Paling		3	1		5-5-'23	Modderkruiper		1	1	
24-3-'23	Pos		284	1		5-5-'23	Paling		2	1	
24-3-'23	Ruisvoorn		1	1		5-5-'23	Pos	1		1	
24-3-'23	Snoek		2	1		5-5-'23	Ruisvoorn		1	1	
24-3-'23	Zeelt		10	1		5-5-'23	Zeelt		18	1	
24-3-'23	Zonnebaars		15	1		5-5-'23	Zonnebaars		56	1	
24-3-'23	Zwartbekgrondel		6	1		5-5-'23	Zwartbekgrondel	1		1	
31-3-'23	Baars	1		1		12-5-'23	Baars		200	1	
31-3-'23	Bittervoorn	1		1		12-5-'23	Bittervoorn		4	1	
31-3-'23	Blankvoorn	1		1		12-5-'23	Blankvoorn		25	1	
31-3-'23	waterroofkever		1	1		12-5-'23	Kolblei		38	1	
31-3-'23	Kolblei	1		1		12-5-'23	Paling		2	1	
31-3-'23	Paling		2	1		12-5-'23	Pos		200	1	
31-3-'23	Pos	1		1		12-5-'23	Ruisvoorn		25	1	
31-3-'23	Snoek		2		1	12-5-'23	Snoek		1		1
31-3-'23	Zeelt		6	1		12-5-'23	Zeelt		13	1	
31-3-'23	Zonnebaars		5	1		12-5-'23	Zonnebaars		124	1	
31-3-'23	Zwartbekgrondel	1		1		12-5-'23	Zwartbekgrondel		50	1	
7-4-'23	Baars		5	1		19-5-'23	Baars	1		1	
7-4-'23	Bittervoorn	1		1		19-5-'23	Blankvoorn	1		1	
7-4-'23	Blankvoorn	1		1		19-5-'23	Chinese wolhandkrab		1	1	
7-4-'23	Moerasslak		1	1		19-5-'23	Pos	1		1	
7-4-'23	Pos	1		1		19-5-'23	Ruisvoorn		5	1	
7-4-'23	Snoek		2	1		19-5-'23	Zeelt		9	1	
7-4-'23	Zeelt	1		1		19-5-'23	Zonnebaars		100	1	
7-4-'23	Zonnebaars		9	1		19-5-'23	Zwartbekgrondel	1		1	
7-4-'23	Zwartbelgrondel	1		1		26-5-'23	Baars	1		1	

Datum	Soortbijvangst	P	Aantal	Levend	Dood	Datum	Soortbijvangst	P	Aantal	Levend	Dood
14-4-'23	Baars		500	1		26-5-'23	Baars		1		1
14-4-'23	Bittervoorn		100	1		26-5-'23	Blankvoorn	1		1	
14-4-'23	Blankvoorn		20	1		26-5-'23	Kolblei	1		1	
14-4-'23	Kolblei		1	1		26-5-'23	Kroeskarper		2	1	
14-4-'23	Paling		1	1		26-5-'23	Pos	1		1	
14-4-'23	Pos		100	1		26-5-'23	Ruisvoorn		50	1	
14-4-'23	Zeelt		5	1		26-5-'23	Zeelt		6	1	
14-4-'23	Zonnebaars		15	1		26-5-'23	Zonnebaars		79	1	
14-4-'23	Zwartbekgrondel		50	1		26-5-'23	Zwartbekgrondel	1		1	
21-4-'23	Baars	1		1		2-6-'23	Baars	1		1	
21-4-'23	Bankvoorn	1		1		2-6-'23	Baars		2		1
21-4-'23	Bittervoorn		100	1		2-6-'23	Blankvoorn	1		1	
21-4-'23	Kroeskarper		1	1		2-6-'23	Kolblei		1	1	
21-4-'23	Meerkoet		1		1	2-6-'23	Pos	1		1	
21-4-'23	Modderkruiper		1	1		2-6-'23	Ruisvoorn	1		1	
21-4-'23	Pos	1		1		2-6-'23	Zeelt		6	1	
21-4-'23	Zeelt		7	1		2-6-'23	Zonnebaars		102	1	
21-4-'23	Zonnebaars		27	1		2-6-'23	Zwartbekgrondel	1		1	
21-4-'23	Zwartbekgrondel	1		1		9-6-'23	Baars	1		1	
28-4-'23	Baars	1		1		9-6-'23	Bittervoorn		4	1	
28-4-'23	Bittervoorn		40	1		9-6-'23	Blankvoorn	1		1	
28-4-'23	Blankvoorn		20	1		9-6-'23	Kolblei	1		1	
28-4-'23	Modderkruiper		1	1		9-6-'23	Pos	1		1	
28-4-'23	Pos	1				9-6-'23	Ruisvoorn	1		1	
28-4-'23	Ruisvoorn		1	1		9-6-'23	Zeelt		11	1	
28-4-'23	Zeelt		2	1		9-6-'23	Zeelt		1		1
28-4-'23	Zonnebaars		31	1		9-6-'23	Zonnebaars		83	1	
28-4-'23	Zwartbekgrondel		9	1		9-6-'23	Zwartbekgrondel	1		1	
5-5-'23	Baars		200	1							



Figuur 19 Links een van de vele zonnebaarzen die zijn gevangen in de Slimmenwetering; rechts wordt met behulp van raster voorkomen dat grote exemplaren van vissoorten als snoek, brasem en karper worden gevangen als bijvangst. Dit geldt ook voor watervogels als meerkoet, aalscholver en eend.

4.3 Watermonsters en waterbodemonsters

Tabel 8 geeft de resultaten weer van de laboratoriumanalyses van de watermonsters die op 27 locaties zijn genomen.

Tabel 8 Resultaat van de watermonsters. Calcium (Ca), IJzer (Fe), Mangaan (Mn), Totaal fosfor (P), Cadmium (Cd), Koper (Cu), Chloride (Cl), Sulfaat (SO₄), Waterstofcarbonaat (HCO₃), Ammonium (N-NH₄), Nitraat en nitriet (N-(NO₃+NO₂)), Totaal stikstof (Nts), Fosfaat (P-PO₄), Zuurstof (O₂), Zuurgraad (pH), Elektrisch geleidend vermogen (EGV) en watertemperatuur (graden Celsius). Bron: AQUON.

	Ca	Fe	Mn	P	Cd	Cu	Cl	SO ₄	HCO ₃	N-NH ₄	(N-(NO ₃ +NO ₂))	Nts	(P-PO ₄)	O ₂	O ₂	pH	EGV	Temp.
ID	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	ug/l	ug/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Nts	(P-PO ₄)	mg/l	%	-	uS/cm	°C
MP1	60	0.27	100	0.130	0.05	1.3	91.7	35.1	190	0.0997	0.0420	2.5	0.0216	2.9	32	7.3	650	20.4
MP2	67	0.19	38	0.093	0.05	1.1	100.0	57.3	180	0.0325	0.0439	1.6	0.0253	2.2	25	7.3	710	21.8
MP3	67	0.16	40	0.074	0.05	1.3	100.0	56.8	180	0.0903	0.0604	1.5	0.0060	3.1	36	7.3	710	22.1
MP4	67	0.26	51	0.078	0.05	1.2	97.5	55.3	180	0.0571	0.0579	1.5	0.0060	3.1	35	7.4	700	21.3
MP5	67	0.34	66	0.140	0.05	1.9	99.7	61.4	180	0.0832	0.0705	1.8	0.0118	4.7	54	7.5	700	21.6
MP6	59	0.24	66	0.070	0.05	2.3	88.0	58.5	160	0.0300	0.0300	1.2	0.0250	5.8	66	7.6	640	20.4
MP7	65	0.35	85	0.120	0.05	2.3	93.7	47.3	180	0.2610	0.1260	2.1	0.0206	4.6	52	7.5	670	20.8
MP8	66	0.50	110	0.170	0.05	3.2	93.1	43.6	190	0.3600	0.1070	2.5	0.0481	3.9	44	7.4	670	20.9
MP9	65	0.45	140	0.190	0.05	1.7	95.1	44.0	190	0.3300	0.0960	2.4	0.0538	3.6	40	7.4	680	21.1
MP10	60	0.43	130	0.150	0.05	2.2	107.0	35.4	190	0.5870	0.0961	3.7	0.0060	4.8	55	7.5	700	21.6
MP11	53	1.30	250	0.220	0.05	1.7	98.7	43.8	150	0.0858	0.0815	6.0	0.0060	5.7	66	7.4	630	22.0
MP12	48	1.00	210	0.200	0.05	2.6	95.5	48.5	140	0.0370	0.0300	5.7	0.0060	7.8	88	7.7	310	20.6
MP13	64	0.43	160	0.150	0.05	1.7	107.0	39.1	190	0.1190	0.1050	3.2	0.0060	6.1	70	7.7	700	21.1
MP14	66	0.58	220	0.190	0.05	1.3	106.0	35.3	190	0.2850	0.1120	3.5	0.0060	4.9	57	7.5	700	21.9
MP15	64	0.62	230	0.180	0.05	1.5	106.0	35.7	190	0.3860	0.1380	3.7	0.0380	4.1	47	7.5	700	21.8
MP16	67	0.76	250	0.220	0.05	1.7	103.0	44.8	190	0.0300	0.0622	2.1	0.0414	4.8	56	7.4	700	22.3
MP17	54	0.38	100	0.130	0.05	2.2	94.4	32.4	160	0.0360	0.0300	3.1	0.0060	1.7	19	6.9	610	19.1
MP18	57	0.25	65	0.160	0.05	2.2	106.0	43.4	170	0.4130	0.2410	4.0	0.0060	2.5	28	7.3	670	20.6
MP19	59	0.36	150	0.280	0.05	2.3	95.8	50.4	160	0.0300	0.0345	7.1	0.0060	8.9	101	8.5	650	21.4
MP20	57	0.28	120	0.260	0.05	3.2	93.4	53.9	160	0.0300	0.0300	7.5	0.0060	8.6	97	8.8	630	20.8
MP21	58	0.28	110	0.260	0.05	2.3	95.0	57.1	160	0.0300	0.0761	7.7	0.0060	7.9	91	8.7	640	22.0
MP22	61	0.39	160	0.250	0.05	2.0	100.0	43.1	180	0.0300	0.0417	5.1	0.0060	7.7	89	8.1	670	22.1
MP23	57	0.54	150	0.300	0.05	11.0	98.0	44.0	170	0.0300	0.0361	6.3	0.0060	9.5	109	8.7	640	21.8
MP24	59	0.60	160	0.300	0.05	3.0	97.4	43.7	170	0.0300	0.0300	6.5	0.0060	9.3	106	8.7	640	21.7
MP25	62	0.52	190	0.270	0.05	2.8	104.0	41.8	190	0.0300	0.1350	4.7	0.0142	3.4	40	7.5	700	21.5
MP26	62	0.39	180	0.320	0.05	3.3	99.6	42.2	180	0.0300	0.1410	5.3	0.0060	2.9	33	7.4	690	21.5
MP27	66	0.23	180	0.280	0.05	1.4	105.0	34.7	190	0.0581	0.0980	3.7	0.0060	2.2	26	7.3	700	21.7
Gem.	61	0.45	137	0.192	0.05	2.4	98.9	45.5	176	0.134	0.0797	3.9	0.0149	5.1	58	7.7	660	21.3
Min.	48	0.16	38	0.070	0.05	1.1	88.0	32.4	140	0.030	0.0300	1.2	0.0060	1.7	19	6.9	310	19.1
Max.	67	1.30	250	0.320	0.05	11.0	107.0	61.4	190	0.587	0.2410	7.7	0.0538	9.5	109	8.8	710	22.3

Tabel 9 geeft de resultaten weer van de laboratoriumanalyses van de waterbodemmonsters die op elf locaties zijn genomen.

Tabel 9 Resultaat van de waterbodemmonsters. Calcium (Ca), IJzer (Fe), Mangaan (Mn), Totaal fosfor (P), Cadmium (Cd), Koper (Cu), Ammonium (N-NH₄), Nitraat en nitriet (N-(NO₃+NO₂)) en Fosfaat (P-PO₄). Bron: AQUON.

	Ca	Fe	Mn	P	Cd	Cu	N-NH ₄	(N-(NO ₃ +NO ₂))	(P-PO ₄)
ID	mg/kg	g/kg	mg/kg	g/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
MP2	26600	16	210	1.2	0.40	28	99.3	14.0	34.20
MP5	24000	16	190	1.3	0.57	34	40.9	10.0	14.10
MP7	25200	24	340	1.8	0.79	56	235.0	10.3	28.60
MP10	21900	23	260	1.7	0.70	37	284.0	10.0	54.10
MP13	22400	22	370	1.7	0.67	38	208.0	10.0	23.10
MP16	19400	17	530	1.2	0.44	29	65.9	10.0	2.76
MP17	21500	12	400	1.1	0.37	22	155.0	10.0	5.81
MP20	26400	20	240	1.4	0.56	38	106.0	10.0	10.80
MP23	23200	22	300	1.4	0.53	40	59.8	11.1	8.88
MP26	25000	25	470	1.6	0.56	48	169.0	17.9	28.00
MP27	20000	18	360	1.4	0.55	37	98.0	10.0	31.70
Gem.	23236	20	334	1.4	0.56	37	138.3	11.2	22.00
Min.	19400	12	190	1.1	0.37	22	40.9	10.0	2.76
Max.	26600	25	530	1.8	0.79	56	284.0	17.9	54.10

De bemonsterde sloten binnen Zegveld kunnen vergeleken worden met gebufferde sloten op minerale bodem, KRW type M8, ofwel gebufferde laagveensloten (Evers et al., 2012). Dit zijn meestal mineraalrijke sloten en bevatten de nodige nutriënten. Het water is neutraal tot basisch en mesotroof tot eutroof. Voor de relatie 'kreeft-ondergedoken waterplanten' wordt gekeken naar de waarden geldend voor M8-sloten met een Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) en Goed Ecologisch Potentieel (GEP). In tabel 10 worden de KRW-waarden voor de betreffende kwaliteitselementen weergegeven. De Slimmenwetering, waar veel van de boerensloten op uitkomen, wordt gerekend tot het KRW-type M10 Laagveen vaarten en kanalen (zie Tabel 12).

Tabel 10 KRW-maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen van type M8 Gebufferde laagveensloten (Evers et al., 2012).

Kwaliteitselement	Descriptor	Eenheid	MEP	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Temperatuur	Dagwaarde	°C	≤ 23	≤ 25	25 - 27.5	27.5 - 30	≥ 30
Zuurstof	Verzadiging	%	60 - 120	35 - 120	30 - 35 / 120 - 130	25 - 30 / 130 - 140	> 140
Zoutgehalte	Saliniteit	mg Cl/l	≤ 300	≤ 300	300 - 350	350 - 400	> 400
Zuurgraad	pH	-	5.5 - 7.5	5.5 - 8.0	8.0 - 8.5 / < 5.5	8.5 - 9.0	> 9.0
Nutriënten	Totaal-P	mg P/l	≤ 0.04	≤ 0.22	0.22 - 0.44	0.44 - 1.10	≥ 1.10
Nutriënten	Totaal-N	mg N/l	≤ 1.0	≤ 2.4	2.4 - 4.8	4.8 - 12.0	> 12.0

Tabel 11 De waarden voor de fysisch-chemische kwaliteitselementen van type M8 Gebufferde laagveensloten van de watermonsters in Zegveld.

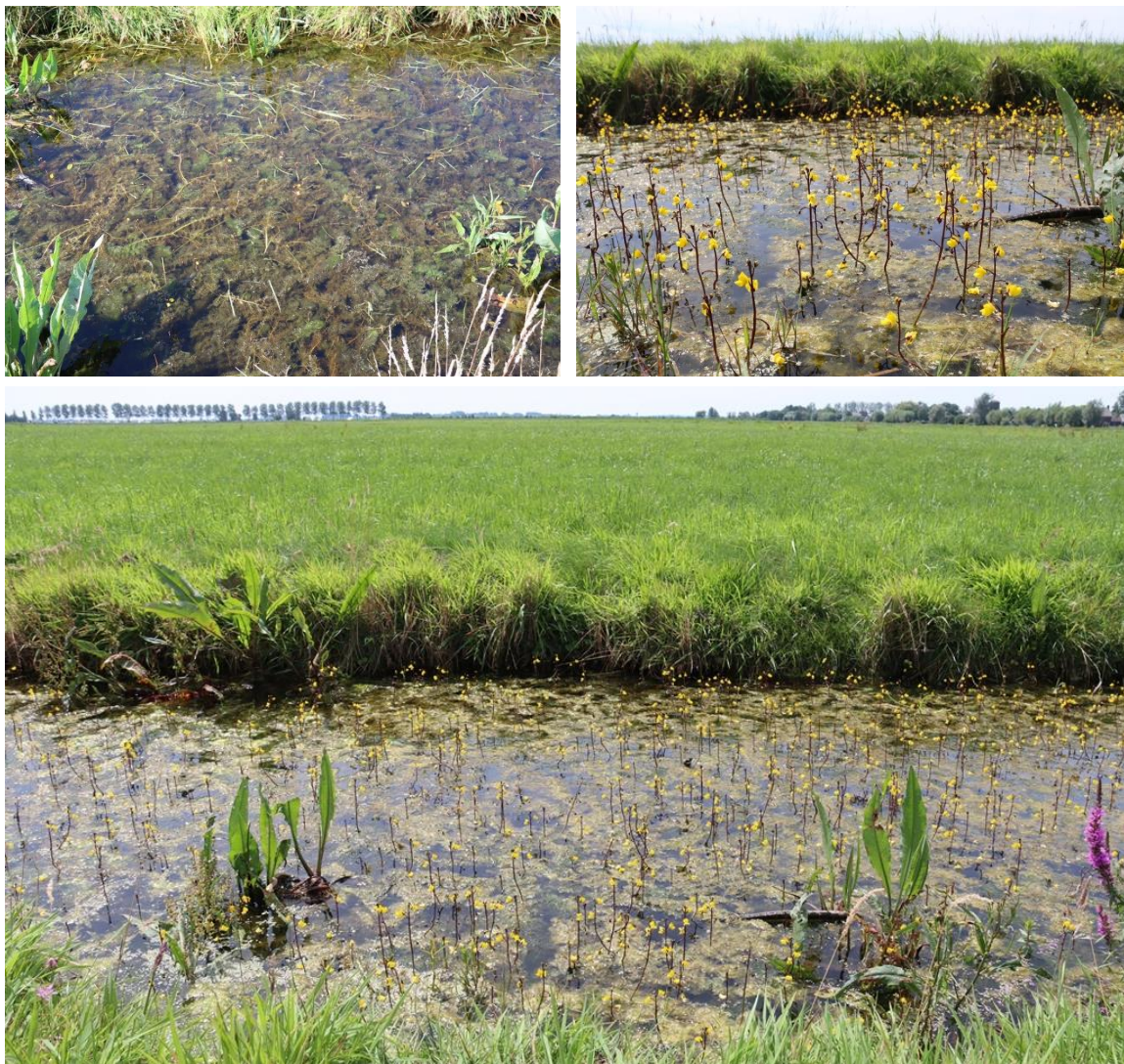
Kwaliteitselement	Descriptor	Eenheid	Min.	Max.	Gem.
Temperatuur	Dagwaarde	°C	19.1	22.3	21.3
Zuurstof	Verzadiging	%	19	109	58
Zoutgehalte	Saliniteit	mg Cl/l	88	107	98.9
Zuurgraad	pH	-	7.0	9.0	8.0
Nutriënten	Totaal-P	mg P/l	0.07	0.32	0.19
Nutriënten	Totaal-N	mg N/l	1.2	7.7	3.9

Tabel 12 KRW-maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen van type M10 Laagveen vaarten en kanalen (Evers et al., 2012).

Kwaliteitselement	Descriptor	Eenheid	MEP	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Temperatuur	Dagwaarde	°C	≤ 23	≤ 25	25 - 27.5	27.5 - 30	≥ 30
Zuurstof	Verzadiging	%	60 - 120	40 - 120	35 - 40 / 120 - 130	25 - 30 / 130 - 140	< 30 > 140
Zoutgehalte	Saliniteit	mg Cl/l	≤ 300	≤ 300	300 - 350	350 - 400	> 400
Zuurgraad	pH	-	5.5 - 7.5	5.5 - 8.0	8.0 - 8.5 / < 5.5	8.5 - 9.0	> 9.0
Nutriënten	Totaal-P	mg P/l	≤ 0.04	≤ 0.15	0.15 - 0.30	0.30 - 0.75	≥ 0.75
Nutriënten	Totaal-N	mg N/l	≤ 1.0	≤ 2.8	2.8 - 5.6	5.6 - 14.0	> 14.0

4.4 Ondergedoken waterplanten

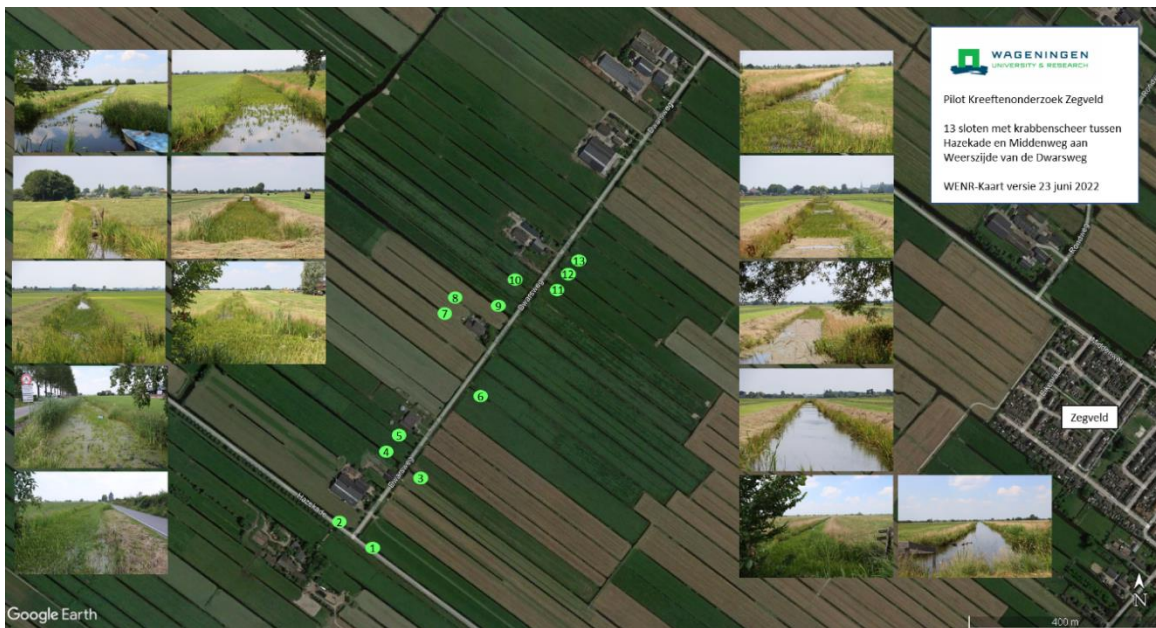
Tijdens de selectie en inventarisatie van de onderzoekssloten zijn alleen in sloot 1 en 2 ondergedoken waterplanten gevonden. Het ging hier om groot blaasjeskruid (*Utricularia vulgaris*) en gedoornd hoornblad (*Ceratophyllum demersum*), waarbij groot blaasjeskruid in grote hoeveelheden voorkwam met een bedekking van ruim 60% in sloot 1 en ruim 80% in sloot 2. Gedoornd hoornblad kwam in beide sloten echter sporadisch voor met een bedekkingspercentage van maximaal 10%. Voor de andere vier onderzoekssloten geldt dat hier helemaal geen ondergedoken waterplanten aanwezig waren tijdens het onderzoek.



Figuur 20 Opvallend is dat groot blaasjeskruid (*Utricularia vulgaris*) in hoge dichtheden werd aangetroffen in sloot 1 en 2, maar niet in de andere vier onderzoekssloten.

4.5 Krabbenscheerinventarisatie

Tijdens de selectie van de sloten op 23 juni 2022 werd alleen al vanaf de Dwarsweg in dertien sloten krabbenscheer aangetroffen (Figuur 21).



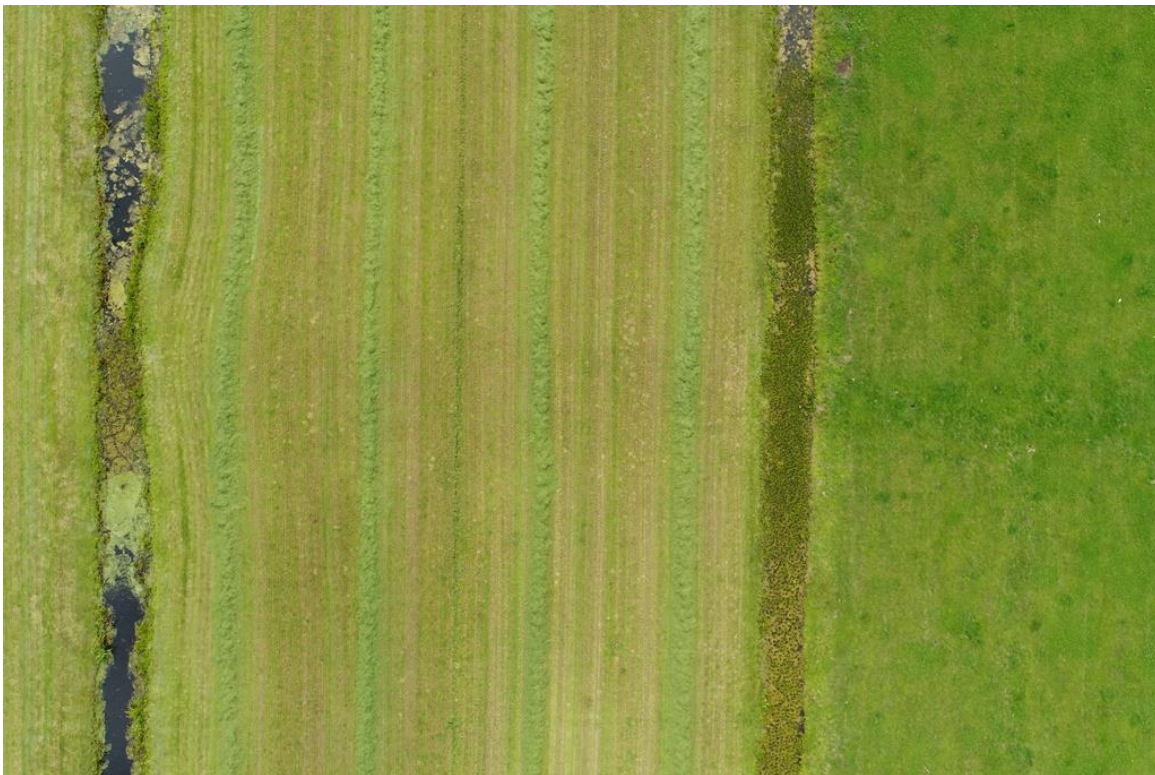
Figuur 21 Aanwezigheid van krabbenscheer vastgesteld in dertien sloten vanaf de Dwarsweg op 23 juni 2022. Bron: WENR.

Vervolgens zijn met behulp van een drone in de eerste week van juli 2022 ± 4.500 foto's (Figuur 22) gemaakt van alle sloten die in de polder Zegveld gelegen zijn. Deze foto's zijn als het ware aan elkaar geplakt tot één foto. De GIS-afdeling van HDSR heeft digitaal alle sloten afgespeurd en geselecteerd waar krabbenscheer aanwezig was. De uiteindelijke kaart heeft een resolutie van 1.5 cm/pixel en is 50 GB groot (Figuur 22).

Het totale slotenoppervlak van het onderzochte poldergebied bedraagt 222314 m². Het aandeel krabbenscheer dat hierin is aangetroffen, bedraagt 29.815 m². In percentage komt hiermee het aandeel krabbenscheer uit op 13.36%.



Figuur 22 In 13,36% van de sloten is nog krabbenscheer gevonden in juli 2022. Op de bovenstaande foto zijn alle slootdelen waar krabbenscheer voorkomt rood gekleurd. Ter oriëntering: aan de dwarsweg liggen alle agrarische bedrijven. Bron: HDSR.



Figuur 23 Een van de ± 4.500 dronefoto's waarop krabbenscheer is te zien. In de linkersloot is een klein krabbenscheerveld te zien, met boven en onder eendenkroos en open water, terwijl de rechtersloot een vlak dekkend krabbenscheerveld in de sloot laat zien. Bron: HDSR.

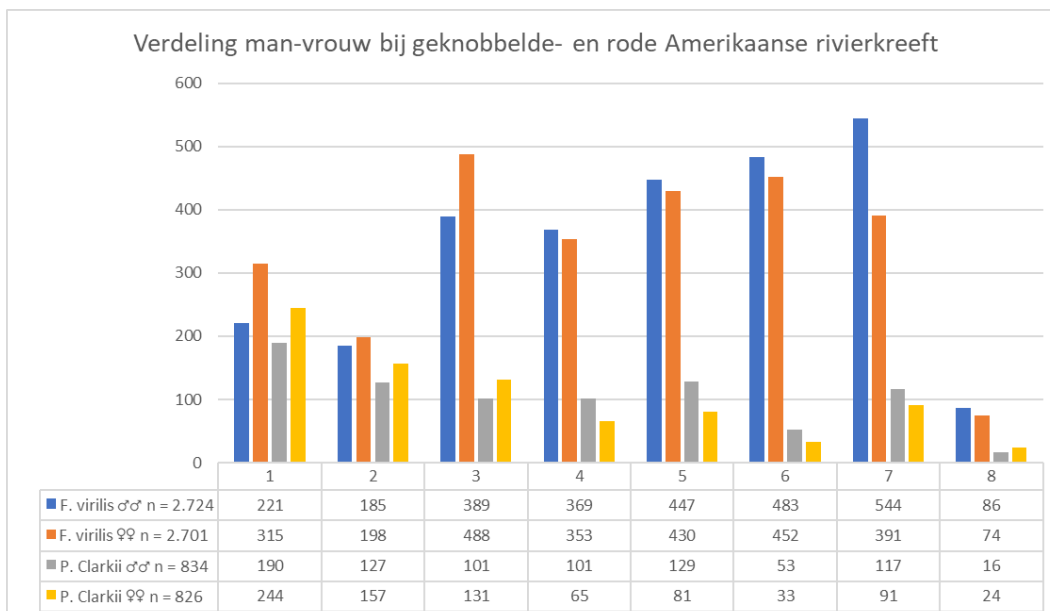
4.6 Afkreeften op de Slimmenwetering

Sinds de start van het afkreeften op de Slimmenwetering tot en met 9 juni 2023 is er in totaal 847.89 kilo kreeft verwijderd. Tabel 13 geeft een overzicht van de vangsten in beide jaren. In de tabel wordt gesproken over bruine kreeft en rode kreeft. Met bruine kreeft wordt de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Faxonius virilis*) bedoeld en met rode kreeft de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). De termen bruine en rode kreeft zijn door de beroepsvisser gehanteerd en daarom toegepast in de tabel, omdat vooral in 2023 geen onderscheid is gemaakt tussen de beide soorten. De tabel laat ook zien dat in 2022 in totaal 259 kilo bruine kreeft is gevangen ten opzichte van 136.62 kilo rode kreeft. Helaas kan dit onderscheid voor 2023 niet worden gemaakt, maar het laat zien dat de bruine kreeft op dit moment zeer waarschijnlijk meer voorkomt dan de rode kreeft in de Slimmenwetering.

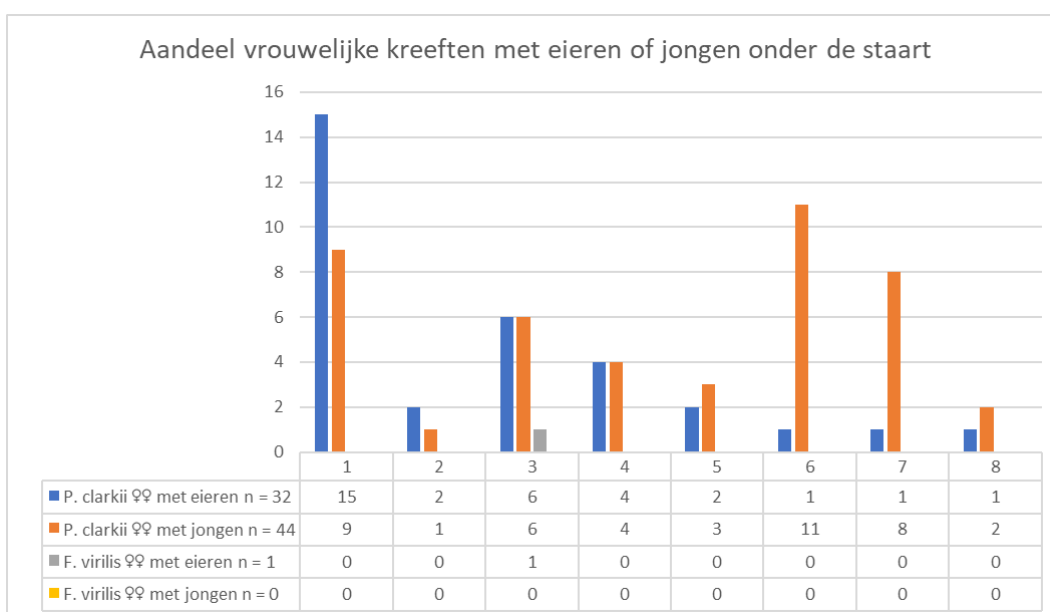
Voor acht vangstrondes in de gesloten periode geldt dat de kreeften tot op de soort en geslacht zijn gedetermineerd en geteld (Figuur 24). Daarnaast is bij de vrouwtjes gekeken of er eieren of jongen onder de staart hangen, om zo te kijken of dit in de gesloten periode veel voorkomt (Figuur 25).

Tabel 13 Overzicht van de weggevangen kreeften in 2022 en 2023 in kilo's op de Slimmenwetering. Met bruine kreeft worden de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften bedoeld en met rode kreeft de rode Amerikaanse rivierkreeften (? = in 2023 is geen onderscheid gemaakt tussen bruine- en rode kreeften).

Datum	Kilo's bruine kreeft	Kilo's rode kreeft	Kilo's rode en bruine kreeft
7-10-2022	22.14	20.09	42.23
14-10-2022	12.91	10.01	22.92
21-10-2022	23.81	10.09	33.9
28-10-2022	40.52	21.72	62.24
4-11-2022	34.36	15.35	49.71
11-11-2022	36.59	21.6	58.19
18-11-2022	37.12	8.31	45.43
26-11-2022	35.41	21.79	57.2
2-12-2022	16.14	7.66	23.8
2-12-2022 ?	?		14.17
Totaal in 2022			409.79
24-3-2023 ?	?		24
31-3-2023 ?	?		21
7-4-2023 ?	?		12
14-4-2023 ?	?		11.1
21-4-2023 ?	?		21
28-4-2023 ?	?		9
5-5-2023 ?	?		15
12-5-2023 ?	?		25
19-5-2023 ?	?		37
26-5-2023 ?	?		87
2-6-2023 ?	?		74
9-6-2023 ?	?		102
Totaal in 2023			438.1
Totaal 2022 & 2023			847.89



Figuur 24 Verdeling man-vrouw en abundantie van geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften (*Faxonius virilis*) en rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*). De nummers 1 tot en met 8 op de x-as zijn respectievelijk de volgende vangstdagen in de gesloten periode van 2022: 7 okt, 14 okt, 28 okt, 4 nov, 11 nov, 18 nov, 26 nov en 12 dec.



Figuur 25 Aandeel vrouwelijke kreeften met eieren of jongen onder de staart van geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften (*Faxonius virilis*) en rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*). De nummers 1 tot en met 8 op de x-as zijn respectievelijk de volgende vangstdagen in de gesloten periode van 2022: 7 okt, 14 okt, 28 okt, 4 nov, 11 nov, 18 nov, 26 nov en 12 dec.

5 Conclusie, discussie en aanbevelingen

5.1 Populatiestudie

De gevonden dichtheden in de zes onderzoekssloten die zijn omgerekend naar individuen per hectare (Tabel 2) varieerden van minimaal 24.320 kreeften per ha (op basis van sloot 1) naar maximaal 700.093 kreeften per hectare (op basis van sloot 3) in dit type boerensloot, ofwel de zijsloten van de gangbare A-watgangen in het veenweidegebied. Respectievelijk kwam hiermee het laagste aantal kreeft per vierkante meter uit op 2.4 en het hoogste aantal op 70 dieren per vierkante meter (Tabel 2). Bij het laagste aantal, namelijk 2.4 in sloot 1, dient nog de kanttekening te worden geplaatst dat deze sloot eerder uit de populatiestudie is gehaald, omdat hier vanwege zuurstofgebrek in het water voornamelijk dode rivierkreeften werden gevangen en desondanks kwam het aantal nog uit op 2.4 (levende) kreeft per vierkante meter.

In een eerder uitgevoerde compartimentenstudie (Roessink et al., 2010), waarbij er van uit is gegaan dat de geknobbelde en rode Amerikaanse rivierkreeft vergelijkbare effecten hebben op waterplanten en waterkwaliteit (Roessink et al., 2009), werd aangetoond dat de aanwezigheid van de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft al bij een dichtheid van 0.63 kreeft/m² een negatief effect op het voorkomen van waterplanten heeft en bij 1.25 kreeften/m² het Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV) negatief beïnvloedt. Door het opwoelen van sediment is het zeer waarschijnlijk dat de kreeften hierdoor meer opgeloste stoffen in het water brengen, wat het (EGV) beïnvloedt.

Voor de situatie in Zegveld (en elders in het Nederlandse veenweidegebied) betekent dit dat de kreeften belangrijke primaire producenten – namelijk de waterplanten – consumeren en vernielen, waardoor deze op den duur achteruitgaan in aantallen en wellicht zelfs zullen verdwijnen. Gedurende dit proces komen extra afvalstoffen en nutriënten in het water vrij (stijgend EGV) en worden er ook nog eens minder nutriënten uit het water door de resterende planten opgenomen. Dit biedt ruimte voor een andere groep van primaire producenten, zoals algen en kroos. Verlost van de competitie met waterplanten om voedingsstoffen kunnen algen toenemen (Scheffer, 1998). Het aquatische systeem kan nu omslaan van een heldere waterplant gedomineerde staat naar een troebele algen gedomineerde staat (Rodriguez, Bécares et al., 2003). Dit heeft veel gevolgen voor de aquatische levensgemeenschap, omdat soorten die gebonden zijn aan het voorkomen van waterplanten zullen verdwijnen wanneer de planten er niet meer zijn (Scheffer, 1998; Rodriguez, Bécares et al., 2005). Voor de kreeften heeft dit echter geen nadelige effecten. Doordat ze omnivoor zijn, schakelen ze makkelijk tussen een dierlijk, plantaardig of detritus gebaseerd dieet (Lodge, Kershner et al., 1994; Usio & Townsend, 2002; Dorn & Wojdak, 2004). Mogelijkerwijs profiteren ze zelfs van het troebele water doordat ze nu minder goed waarneembaar zijn voor eventuele predatoren, omdat predatoren zoals snoek zich moeilijk in troebel water kunnen handhaven. Op deze manier heeft de aanwezigheid van invasieve rivierkreeften een negatieve impact op het aquatische ecosysteem dat zichzelf alleen maar versterkt.

De gevonden waarden in Zegveld lagen ver boven de effectdrempel van 0.63 kreeft/m² als het gaat om het voorkomen van waterplanten en 1.25 kreeft/m² als het gaat om de waterkwaliteit. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de kreeften een negatieve bijdrage leveren aan het voorkomen van waterplanten en kunnen in potentie heldere waterplant gedomineerde systemen laten omslaan naar troebele algen gedomineerde systemen. Dat er desondanks nog op enkele plaatsen waterplanten aanwezig waren, zegt iets over de geleidelijke schaal van afname. Het is niet zo dat de waterplanten van de een op de andere dag zijn verdwenen.

5.2 Bijvangsten

Bijvangsten tijdens de populatiestudie

Tijdens het uitvoeren van de populatiestudie zijn onbedoeld tien bijvangstsoorten gevangen, waarvan de levende bijvangst gelijk is teruggeplaatst in de sloot van herkomst. Voor echter zes van de tien soorten geldt dat er meer dan 50% dode exemplaren zijn gevangen (dieren die in het vangtuig zijn gestorven). Het gaat hier om de soorten baars, bastaardkikker, kroeskarper, muskusrat, kikkervisjes van de groene kikker en witvis onbepaald. Ook bij de zeelt is met een percentage van ruim 20 een groot aandeel dode exemplaren gevangen, hoewel hier het overgrote deel nog levend is aangetroffen.

Of het aantal dode bijvangsten van de betreffende soort impact heeft op de aanwezige populatie in de polder van Zegveld is niet verder onderzocht. Maar voor de gevangen soorten geldt onder andere dat alle in Nederland voorkomende amfibiesoorten een beschermde status kennen en dat bijvoorbeeld de kroeskarper zijn kern van het verspreidingsgebied heeft in de Hollandse veenweidegebieden en gebaat is bij plantenrijke, kleinere wateren in oude moerasgebieden, (veenweide)polders en uiterwaarden (Kranenbarg et al., 2022).

Voor water- en terreinbeheerders ligt er dus een uitdaging in de praktijk hoe zij enerzijds de rivierkreeften kunnen beheren en anderzijds de negatieve impact van dit beheer zo veel mogelijk beperken of beter nog tenietdoen op de aanwezige andere inheemse fauna van ons zoete water. Om hier beter inzicht in te krijgen, wordt aanbevolen om van de inheemse aquatische fauna die regelmatig in de fuiken als bijvangst worden gevangen – zoals onze inheemse amfibiefauna en visgemeenschappen – gelijktijdig naast het afkreeften een populatiestudie uit te voeren in hetzelfde seizoen.

Bijvangsten tijdens het afkreeften op de Slimmenwetering

In 2022 zijn er tijdens de negen afkreeftrondes in totaal 4.612 bijvangsten genoteerd, verdeeld over negentien soorten. De top 3 bestaat uit baars (44%), pos (33%) en zonnebaars (7%). In tegenstelling tot de populatiestudie die is uitgevoerd in de smalle zijsloten geldt voor de Slimmenwetering dat het aandeel dode bijvangsten er laag is met maar tien dode dieren. Met vijf dode snoeken op het totaal van acht gevangen snoeken vormt deze soort de groep waar de meeste slachtoffers vielen. Het grote verschil tussen dode bijvangsten in de smalle zijsloten en de Slimmenwetering kan enerzijds worden verklaard door de dimensies van de wateren en anderzijds door het type vangtuig, waardoor de bijvangsten meer overlevingskansen hebben in de grotere wateren met grote vangtuigen (de achterliggende reden is dat hier zeer waarschijnlijk hogere zuurstofconcentraties aanwezig zijn).

Ook zijn er naast de invasieve exotische rivierkreeften andere exotische vissoorten gevangen, waarbij het vooral opvalt dat de zonnebaars met 303 exemplaren (7%) sterk is vertegenwoordigd in de wetering. De zwartbekgrondel lijkt met 36 exemplaren als exoot schaars aanwezig, maar dat is eerder een vangstartefact (kleinere exemplaren kunnen gemakkelijk door de mazen van de fuik weer naar buiten) dan dat deze exoot weinig voorkomt.

Voor 2023 geldt dat er in totaal 3.498 bijvangsten zijn genoteerd, verdeeld over 18 soorten. In de top 3 is er van stuivertje gewisseld en die is nu als volgt: baars (38%), zonnebaars 18% en pos (17%). Ook nu is het aandeel dode bijvangsten erg laag met slechts twee dode snoeken, twee dode baarzen, één dode zeelt en één dode meerkoet.

Zorgelijk is het gestegen aandeel bij de zonnebaarzen van 7% (303 dieren) naar 18% (646 dieren) en van de zwartbekgrondel van 1% (36 dieren) naar 3% (115 dieren). Beide soorten hebben een negatief effect op de inheemse aquatische fauna. Daarom zijn tijdens deze studie deze twee exoten verwijderd uit het systeem, hoewel dit een druppel op de gloeiende plaat is.

5.3 Watermonsters en waterbodemmonsters

Watermonsters

De resultaten van de watermonsters worden weergegeven in **Tabel 8** en voor de sloten van Zegveld geldt dat die worden vergeleken met KRW-type M8 Gebufferde laagveensloten. De maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen voor dit type zijn op rij gezet in **Tabel 10**. Vergelijkt men de waarden die horen bij Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) en Goed Ecologisch Potentieel (GEP) met de resultaten die behaald zijn in Zegveld (zie **Tabel 11**), dan valt hier het volgende uit op te maken:

1. De gemeten maximale en gemiddelde temperatuur ligt zowel bij MEP als GEP onder de respectievelijk vastgestelde norm van 23 en 25 graden Celsius en valt daarmee binnen de gewenste waarden.
2. De gemiddelde zuurstofverzadiging scoort onder de norm van 60% bij MEP en slechts gemiddeld 20% boven de laagste norm bij GEP. Op slechts 5 van de 27 monsterpunten was het zuurstofpercentage 90 of hoger.
3. Met 98.9 mg Cl/l voldoet het chloridegehalte op alle monsterpunten aan de gewenste waarden en viel ruim binnen de bovenste grens van 300 mg Cl/l.
4. De gemiddelde gemeten pH voor alle monsterpunten is pH 7.7. Daarmee ligt de pH net boven de maximale grenswaarde van pH 7.5 bij MEP en binnen de maximale grens van pH 8 bij GEP.
5. Voor de nutriënten totaal-P is met een gemiddelde waarde van 0.19 mg P/l ruim de waarde van ≤ 0.04 overschreden bij MEP en ligt deze gemiddelde waarde net onder de ≤ 0.22 mg P/l bij GEP. Echter bij 9 van de 27 monsterpunten wordt deze waarde fors overschreden.
6. Voor de nutriënten totaal-N is met een gemiddelde waarde van 3.9 mg N/l de waarde voor MEP en GEP flink overschreden. Van de 27 monsterpunten is slechts één monsterpunt die een waarde van 1.2 mg N/l haalt en komt daarmee net boven de grenswaarde van ≤ 1.0 mg N/l uit bij MEP en zeven monsterpunten scoren maximaal 2.4 mg N/l en voldoen daarmee aan de GEP-norm. De overige monsterpunten liggen allemaal ruim boven deze gestelde normen en daarmee duidt het op sterk geëutrofeerd water. Dit te voedselrijke water komt in de regel voor in gebieden waar sprake is van overbesteding vanuit de landbouwsector. In de resultaten van totaal-P (punt 5) en totaal-N zien wij dit terug door de hoge gehalten.

De gebufferde laagveensloot wordt gekenmerkt door helder, plantenrijk begroeid water met lage nutriëntengehalten, hoge zuurstofpercentages en is neutraal en mesotroof tot eutroof. Uit de bovenstaande punten kan voor de chemische component worden opgemaakt dat de sloten in Zegveld hier niet aan voldoen.

Een kanttekening dient te worden gemaakt bij monsterpunt MP16. Deze ligt op de grens met de Slimmenwetering en de Slimmenwetering behoort tot KRW type M10 Laagveen vaarten en kanalen. Omdat het hier slechts gaat om één monsterpunt en ook nog een grensgeval betreft, is dit punt in de beoordeling meegenomen met type M8. Tabel 12 geeft echter de mogelijkheid om ook met een schuin oog een vergelijking te maken met M10 en daaruit kan worden geconcludeerd dat de getrokken conclusies grotendeels overeenkomstig zijn.

Specifiek voor krabbenscheer is ook sulfaat (SO_4) gemeten. Voor de 27 monsterpunten geldt dat de gemiddelde gemeten waarde 45.5 mg SO_4 /l bedraagt, met een minimum van 32.4 mg SO_4 /l en een maximum van 61.5 mg SO_4 /l (**Tabel 8**).

Een verhoogde sulfaatbelasting kan leiden tot eutrofiëring, ijzergebrek, sulfidotoxiciteit en ammoniumtoxiciteit, allemaal factoren die de aquatische vegetatie en krabbenscheer kan beïnvloeden (zie ook par. 5.4 Krabbenscheer inventarisaties). Sulfaatconcentraties gaan vaak gepaard met hoge fosfaatconcentraties en werken dus eutrofiërend. Door hoge sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater zijn bovendien soorten als krabbenscheer (en plat fonteinkruid) in grote delen van de veengebieden verdwenen (Schaminée et al., 1995). Net als bij veenplassen zijn ook hier hoge sulfaatconcentraties naast de hoge nutriëntenbelasting een belangrijke oorzaak voor de achteruitgang van de vegetatie van ondergedoken waterplanten en oeverplanten (Vermaat et al., 2012). Als drempelwaarde wordt 300 $\mu\text{mol l}^{-1}$ SO_4 genoemd. De beste situaties met velden krabbenscheer vindt men nog waar het oppervlaktewater-sulfaat beneden deze grens blijft en bovendien fosfaatconcentraties in het water relatief laag blijven vanwege een hoge Fe/P-ratio in het poriewater van de onderwaterbodem ($\text{Fe/P} > 1$). De beste kansen hierop zijn aanwezig waar nog enige kwel van grondwater in de sloten plaatsvindt.

De drempelwaarde van 300 µmol/l SO₄ komt overeen met 30 mg SO₄/l. Voor de 27 monsterpunten in Zegveld geldt dat niet één monsterpunt onder deze drempelwaarde uitkomt, sterker nog: met een gemiddelde van 45 mg SO₄/l liggen ze er ruim boven, wat zich weerspiegelt in de sloten waar nauwelijks tot geen ondergedoken waterplanten en krabbenscheer aanwezig zijn.

Waterbodemmonsters

Op 22-12-2009 is de Waterwet in werking getreden; sindsdien is de saneringsparagraaf van de Wet bodembescherming niet meer van toepassing op waterbodems. De kwaliteit van de waterbodem is daarmee geen zelfstandig doel meer zoals onder de Wet bodembescherming. Het beheer van de waterbodem is nu gereguleerd vanuit het watersysteembeheer, waarbij de waterbodem gezien wordt als een integraal onderdeel van het watersysteem (Hin et al., 2010).

De resultaten van de waterbodemmonsters worden weergegeven in Tabel 9. Voor de elementen Calcium, IJzer, Mangaan, Fosfor, Cadmium en Koper zijn alleen drempelwaarden gevonden voor de laatste twee (i.r.t. volksgezondheid) en is dit vergeleken met de component 'natuur' en 'reguliere sloot' (Wezel et al., 2003).

- Cadmium (Cd) heeft een drempelwaarde voor 'natuur' van 0.81 mg/kg en voor 'reguliere sloot' een drempelwaarde van 1.5 mg/kg. De gemiddelde waarde gevonden in de waterbodems van Zegveld is 0.56 mg/kg en de maximale waarde is 0.79 mg/kg. Hiermee vallen de waarden binnen de strengst gestelde norm voor de component 'natuur'.
- Koper (Cu) heeft een drempelwaarde voor 'natuur' van 36 mg/kg en voor 'reguliere sloot' een drempelwaarde van 73 mg/kg. De gemiddelde waarde gevonden in Zegveld betreft 37 mg/kg en ligt net boven de drempelwaarde. Kijkt men meer in detail, dan zijn er toch zeven monsterpunten die ruim boven deze gemiddelde waarde uitkomen. Meer dan 50% van de monsterpunten voldoet daarmee niet aan de norm voor de natuur.

Voor de gemeten nutriënten Ammonium, Nitraat & Nitriet en Fosfaat in de waterbodem geldt vooral bij stikstof en fosfaat dat deze worden nageleverd en daarmee in de waterkolom terechtkomen en een bijdrage geven aan de belasting. Voor stikstof geldt dat de nalevering uit de waterbodem zich snel aanpast nadat de externe belasting hoger of lager wordt (één tot enkele jaren). Uit de analyse en conclusies van totaalstikstof in de watermonsters dan wel de waterkolom blijkt dat de grenswaarden ruimschoots worden overschreden. Voor stikstof moet de focus dus vooral op het reduceren van de externe belasting liggen, want een ingreep in de waterbodem is voor stikstof geen efficiënte ingreep. Voor fosfaat kan dat wel het geval zijn.

5.4 Ondergedoken waterplanten

Tijdens de selectie en inventarisatie van de onderzoekssloten zijn alleen in sloot 1 en 2 ondergedoken waterplanten gevonden. Het ging hier om groot blaasjeskruid (*Utricularia vulgaris*) en gedoornd hoornblad (*Ceratophyllum demersum*), waarbij groot blaasjeskruid in grote hoeveelheden voorkwam met een bedekking van ruim 60% in sloot 1 en ruim 80% in sloot 2. Gedoornd hoornblad kwam in beide sloten echter sporadisch voor met een bedekkingspercentage van maximaal 10. Voor de vier andere onderzoekssloten geldt dat hier helemaal geen ondergedoken waterplanten aanwezig waren tijdens het onderzoek.

Het is onduidelijk waarom groot blaasjeskruid wel in grote hoeveelheden voorkomt in sloot 1 en 2 en in de andere onderzoekssloten niet. Is er sprake van een restpopulatie of een nieuwe kolonisatie? Vervolgonderzoek en monitoring op dit punt wordt aanbevolen. Wel is bekend dat Amerikaanse rivierkreeften een negatieve invloed hebben op de wortels en opkomende ondergedoken waterplanten in het systeem (Roessink et al., 2010). Deze worden door de kreeften aangevreten en de zachte delen doormidden geknipt. Ook krabbenscheer ondervindt hiervan een negatief effect.

Hoewel er geen vlakdekkende inventarisatie is uitgevoerd naar ondergedoken waterplanten in de hele polder, zijn er wel meer sloten bezocht tussen de percelen van agrariërs De Leeuw en Spruit. Slechts op één plek, bij agrariër De Leeuw – het betrof de sloot waar ook enkele Zwarte sterns (*Chlidonias niger*) broeden –, is drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) aangetroffen. Hoewel de bezetting met ondergedoken

waterplanten in de polder mager is, laat dit zien dat er nog potentie aanwezig is om van daaruit uit te breiden. Hier moet echter wel de waterkwaliteit voor op orde worden gebracht.



Figuur 26 Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) aangetroffen buiten de onderzoekssloten in een van de sloten bij agrariër De Leeuw in Zegveld.

5.5 Krabbenscheerinventarisatie

Uit de inventarisatie met de drone blijkt dat krabbenscheer in nog 13.36% van de sloten in het onderzoeksgebied van Zegveld voorkomt en dus nog niet overal is verdwenen. Vooral in het noorden en in het westelijke deel van het onderzochte gebied is geen krabbenscheer meer aangetroffen en verder zijn er flinke hiaten waar de soort ook niet is gevonden (Figuur 22).

Maar krabbenscheer vertoont sinds 1970 een sterke achteruitgang (Weeda, 1991). Op tal van plaatsen waar krabbenscheer voorheen massaal aanwezig was, komt de soort niet of nauwelijks meer voor. Dit geeft aan dat krabbenscheer al met een neerwaartse trend bezig was in Nederland, ruim voor de komst van de rode Amerikaanse rivierkreeft en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (Soes en Koese, 2010, in prep: Roessink en Ottburg, 2023).

Er zijn vier hoofdoorzaken aan te wijzen (De Jong en Verbeek, 2001) waardoor het areaal van krabbenscheer de laatste decennia is afgenomen:

1. Veranderingen in de chemische samenstelling van het water
 - a. Vermindering kwel
 - b. Inlaat gebiedsvreemd water
 - c. Verontreiniging grondwater met sulfaat
 - d. Vermesting
2. Landbouwbestrijdingsmiddelen dan wel landbouwgewasbeschermingsmiddelen;
3. Een gebrek aan gemengde vegetaties van zowel mannelijke als vrouwelijke krabbenscheerplanten;
4. Slecht beheer watergangen.

De Jong en Verbeek (2001) stellen dat de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van krabbenscheer voornamelijk de veranderingen in de chemische samenstelling van het water zijn en melden hier in detail het volgende over op de vier hoofdoorzaken.

Vermindering van kwel

Door grondwaterwinning voor industrie, landbouw en huishouding, door verstedelijking en toename van verhard oppervlak, maar met name door ontwikkelingen in de landbouw, is het gemiddelde grondwaterpeil in de afgelopen vijftig jaar sterk gedaald. Door de verlaging van de grondwaterstand is ook de kweldruk verminderd. Een van de gevolgen van een verminderde kweldruk is een verminderde aanvoer van vrije ijzerionen naar het oppervlaktewater. Hierdoor neemt het vermogen van het watersysteem om sulfide te binden sterk af, met als gevolg een toename van de concentratie sulfide in de wortelzone waardoor wortelrot kan optreden. Sulfide is al in lage concentraties lethaal voor overwinterende krabbenscheerplanten.

Bovendien wordt door de verminderde ijzeraanvoer minder fosfaat gebonden in het sediment en komt er dus fosfaat vrij in de waterlaag, wat ongunstig is voor krabbenscheervegetaties. IJzer complexeert met fosfaat tot ijzerfosfaatcomplexen waardoor de fosfaatbeschikbaarheid afneemt en systemen minder snel eutrofiëren, hetgeen dus gunstig is voor krabbenscheervegetaties.

Samengevat: Als gevolg van afname van kwel kunnen er toxische stoffen (sulfide) vrijkomen en treedt er interne eutrofiëring op. Als gevolg hiervan kunnen krabbenscheervegetaties ten gronde gaan.

Inlaat van gebiedsvreemd water

Waterschappen, hoogheemraadschappen en andere waterbeherende organisaties handhaven bij voorkeur een vast zomer- en winterpeil met slechts enkele centimeters fluctuatie. Dit wordt bereikt door het frequent in- en uitlaten van water. Tijdelijke regenwateroverschotten in de zomer worden snel afgevoerd. In veel gebieden wordt in de winter een laag waterpeil gehandhaafd. Hiervoor wordt veel water uit het gebied afgevoerd. Door het steeds afvoeren van overschotten ontstaat er in het groeiseizoen een tekort aan water. Om dit op te heffen, wordt er gebiedsvreemd water ingelaten. Veelal is het ingelaten water van geheel andere samenstelling dan het gebiedseigen water en rijk aan Sulfaat, Fosfaat, Bicarbonaat en Kationen. De inlaat van gebiedsvreemd water leidt tot een sterke vertroebeling van het water als gevolg van een sterke toename van afbraakprocessen (Bloemendaal en Roelofs, 1988). Door lichtgebrek kunnen krabbenscheerplanten niet assimileren en kunnen daardoor niet naar de oppervlakte migreren. Het gebiedsvreemde water (Rijn- of Maaswater) is veelal harder (hogere alkaliniteit en pH) dan het gebiedseigen water. Bovendien bevat het meestal meer sulfaat. Het sulfaat wordt in het anaërobe sediment gereduceerd tot sulfide waarbij bicarbonaat vrijkomt, zodat extra alkaliniteit wordt gegenereerd (interne alkalinisatie). De alkalinisatie van het systeem leidt tot een versnelde afbraak van het organisch materiaal. Hierdoor komt veel ammonium en fosfaat vrij. Sulfide zal ophopen in het sediment wanneer de productie van sulfide hoger is dan de aanvoer van vrije ijzerionen (via kwel). Sulfide kan reeds in relatief lage concentraties wortelrot veroorzaken bij krabbenscheer. Bovendien reageert het vrije sulfide met ijzerfosfaatcomplexen in het sediment waarbij ijzersulfide wordt gevormd en het vastgelegde fosfaat vrijkomt. De inlaat van alkalien sulfaatrijk water kan dus tot een sterke eutrofiëring van oppervlaktewateren leiden, zelfs als het inlaatwater relatief arm aan nutriënten (N en P) is (zie ook vermesting). Als het water rijk is aan nutriënten zal dit direct leiden tot eutrofiëring van water. Behalve sulfide is ook ammonium giftig voor krabbenscheer (Roelofs, 1991). Krabbenscheervegetaties worden maar zelden aangetroffen in wateren met een ammoniumconcentratie hoger dan 0,72 mg/l (Smolders, 1995). Voor de gevonden ammoniumconcentraties in Zegveld geldt dat deze allemaal onder de grenswaarde van 0,72 mg/l vielen.

Ook de concentraties van andere potentieel toxische stoffen (bijvoorbeeld acetaat) zullen door de sterke toename van de afbraak toenemen in het sapropelium. Omdat sulfide al het vrije ijzer in de bodem immobiliseert, krijgen krabbenscheerplanten vaak problemen met de ijzervoorziening. Met name de op de bodem overwinterende planten kunnen door de eutrofiëring van de waterlaag lichtgebrek ondervinden waardoor ze niet meer naar boven kunnen migreren. De toename van de afbraak leidt ook tot een toename van de troebeling van het water door de vorming van gassen (methaan). Bovendien zal het hart van de overwinterende planten worden blootgesteld aan de potentieel giftige stoffen in het sediment. Wanneer concentraties hiervan erg hoog zijn, kunnen planten zelfs compleet afsterven in de winter.

Samengevat: De toevoer van gebiedsvreemd water dat een hogere alkaliniteit en sulfaatgehalte heeft dan het water dat in het gebied aanwezig is (bijvoorbeeld door inlaat Rijn- of Maaswater), zal leiden tot interne eutrofiëring en het vrijkomen van toxische stoffen (sulfide en ammonium), waardoor krabbenscheervegetaties ten gronde gaan. Dit zal ook gebeuren als het toegevoerde water voedselarm is. Toevoer van voedselrijk water (rijk aan N en P) zal direct leiden tot eutrofiëring en ondergang van de krabbenscheervegetaties. In de zomer worden vele geëutrofiëerde krabbenscheervegetaties overgroeid met grote kroosvaren (*Azolla filiculoides*), kroos (*Lemna spec.*) of draadalgen (Flap). In eerste instantie worden deze soorten codominant. Op zich zijn de krabbenscheervegetaties onder deze omstandigheden nog wel goed ontwikkeld, maar het hart van de planten is niet meer toegankelijk voor de groene glazenmaker zodat er geen eitjes kunnen worden afgezet.

In eerste instantie buiten de scope van dit onderzoek is gebiedsvreemd water niet meegenomen. Na overleg met Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden werd duidelijk dat dit een belangrijk punt vormt. Polder

Zegveld bestaat in de droge periode voor vrijwel 100% uit gebiedsvreemd water wat wordt aangevoerd via de Slimmenwetring vanuit De Grecht of De Meije. Zo blijkt in de periode 2011 tot en met 2018 Totaal N tussen de 1.19 mg/l en 3.45 mg/l ligt en daarmee wordt de drempelwaarde van de KRW overschreden (Kamp, 2018). Dit laat zien dat gebiedsvreemd water binnen de context van de kreeftenproblematiek aandacht verdient in de nabije toekomst.

Vermesting (directe eutrofiëring)

Bij vermisting van het water treedt vertroebeling op en gaan kroossoorten, grote kroosvaren en/of flap (draadalgen gemeenschap) sterk domineren. Een verminderde fotosynthese van krabbenscheer, waardoor de plant niet meer kan migreren, is het gevolg. Vermesting zal vooral een rol spelen in gebieden met intensieve landbouw of waar voedselrijk water aangevoerd wordt.

Verontreiniging grondwater met sulfaat

Ook in natuurgebieden die nog door grondwater gevoed worden en waar nog geen gebiedsvreemd water wordt ingelaten, kan de waterkwaliteit plotseling sterk achteruitgaan. Vaak lijken de verschijnselen veel op de verschijnselen die optreden bij de inlaat van gebiedsvreemd water. De oorzaak hiervan ligt in de toename van de sulfaatconcentratie in het grondwater. In grote delen van Nederland bevat de ondergrond pyriethoudende afzettingen. Door verdroging en de uitspoeling van nitraat uit landbouwgebieden wordt het pyriet in deze afzettingen geoxideerd waarbij sulfaat vrijkomt. Met name de uitspoeling van nitraat lijkt een belangrijke rol te spelen. Nitraat is in staat om niet verdroogde (anaërobe) pyrietafzettingen te oxideren. Wanneer sulfaatrijk kwelwater opkwelt op een locatie met een organisch sediment zal het sulfaat opnieuw worden gereduceerd (zie gebiedsvreemd water). Het blijkt in de praktijk vooral van de verhouding tussen de concentraties aan vrij ijzer en sulfaat in het grondwater af te hangen of er al dan niet een interne eutrofiëring van het systeem optreedt en of er ophoping van sulfide plaatsvindt. Met name wanneer de ijzerconcentratie veel lager is dan de sulfaatconcentratie zijn er problemen te verwachten. Door de (soms sterke) toename van de sulfaatconcentraties in het regionale grondwater gaat het ook in door kwelwater gevoede systemen steeds vaker mis (Boukes et al., 1997).

Samengevat: In krabbenscheervegetaties die gevoed worden met grondwater dat verontreinigd is geraakt met sulfaat, zal interne eutrofiëring optreden en zullen toxische stoffen (sulfide) vrijkomen. Toename van het sulfaat in het grondwater heeft met name plaatsgevonden in gebieden met intensieve landbouw door veelvuldig gebruik van drijfmest. Door deze verontreiniging van het grondwater zullen de krabbenscheervegetaties uiteindelijk verdwijnen.

Landbouwgifstoffen

Krabbenscheer lijkt niet bestand te zijn tegen de in de maïsteelt vaak gebruikte bestrijdingsmiddelen. Hierdoor worden krabbenscheer en de groene glazenmaker buiten reservaten bedreigd (Wasscher, 2000). Het is echter niet geheel duidelijk hoe belangrijk deze factor is in vergelijking met de andere bedreigingen. De indruk bestaat dat de eerdergenoemde factoren een belangrijkere rol spelen.

Gebrek aan gemengde vegetaties

Doordat de meeste krabbenscheervegetaties uit slechts één enkele mannelijke of vrouwelijke kloon bestaan, is de genetische variatie binnen de populatie zeer gering. Veranderingen in de abiotiek (verslechtering van de waterkwaliteit bijvoorbeeld) kunnen door de geringe genetische variatie binnen de populaties niet opgevangen worden. Hierdoor zullen de vegetaties 'en bloc' op deze veranderingen reageren en kunnen vegetaties in relatief korte tijd totaal verdwijnen.

Verkeerd beheer krabbenscheervegetaties

In alle leefgebieden en verbindingzones speelt het beheer van krabbenscheervegetaties een belangrijke rol. Met name in gebieden waar groene glazenmakers zich voortplanten in sloten is het beheer cruciaal. Het voorkomen van krabbenscheer en de groene glazenmaker is daarom in hoge mate ook afhankelijk van het gevoerde beheer. Er zijn twee beheersmaatregelen die van invloed zijn op het voorkomen van krabbenscheer en de groene glazenmaker, namelijk het schonen van de vegetatie en het uitbaggeren van de sliblaag. Deze beheersmaatregelen zullen hieronder worden besproken.

Schonen vegetaties

Krabbenscheer is een snelle groeier en een zeer effectieve verlander die vaarten, sloten en plassen in korte tijd kan opvullen. Omwille van het openhouden van het water worden watergangen regelmatig geheel geschoond. Ook voor het voortbestaan van krabbenscheervegetaties is schonen van belang, omdat anders door verdergaande verlanding krabbenscheer zal verdwijnen. De ideale manier van schonen zou een gefaseerd beheer zijn, waarbij jaarlijks de helft van de vegetatie verwijderd wordt. Ook het tijdstip van schonen is van groot belang voor het behoud van krabbenscheervegetaties. Slootschoning in of vóór augustus, tijdens de zomergroei, blijkt zeer negatief te zijn. Doordat de krabbenscheervegetatie dan nog vrijwel één geheel is en er ook nog geen winterknoppen zijn gevormd, wordt nagenoeg de gehele vegetatie verwijderd, inclusief de jonge spruiten. Ook eventuele vruchten met zaden worden bij vroeg schonen verwijderd (Beltman in Maessen, 1994). Ook grootschalige, machinale schoning is negatief voor het voorkomen van krabbenscheer (Maessen, 1994). Waarschijnlijk wordt bij deze wijze van schonen te grondig geschoond en worden vrijwel alle krabbenscheerplanten verwijderd.

Baggeren

In geëutrofiëerde wateren vindt er een snelle ontwikkeling van bagger in de sloten plaats. Door de aanwezige baggerlaag wordt het uittreden van kwelwater belemmerd. Verder hopen zich in de baggerlaag allerlei stoffen op, waaronder sulfide. Hierdoor is (her)vestiging van krabbenscheer in deze wateren vrijwel uitgesloten. Indien deze baggerlaag niet regelmatig verwijderd wordt, worden deze wateren te ondiep voor krabbenscheer (krabbenscheer groeit optimaal in water van 80 tot 100 cm).

De rivierkreeft als 5^{de} hoofdoorzaak

In relatie tot de bovenstaande beschreven hoofdoorzaken voor de achteruitgang van krabbenscheer kunnen rivierkreeften worden gezien als een 5^{de} hoofdoorzaak. De immense aantallen rivierkreeften dragen bij aan de verslechtering van het voorkomen van waterplanten en de daarbij behorende waterkwaliteit die zich doorvertaalt in niet alleen de achteruitgang van ondergedoken waterplanten, maar ook van krabbenscheer (Roessink et al., 2010; Roessink et al., 2017; Kanters, 2019).

Met alleen de rivierkreeften wegvangen wordt het probleem niet opgelost. Naast het beheersen van de kreeften dient er ook te worden gedraaid aan de eerdergenoemde knoppen. Een gedetailleerde systeemanalyse waarin de vijf genoemde hoofdoorzaken in worden meegenomen, wordt aanbevolen. Zo lag nu bijvoorbeeld buiten de scope van dit onderzoek het toegepaste bemestingsregime van de deelnemende agrariërs in de polder en de kwaliteit en kwantiteit van gebiedsvreemdwater dat door HDSR is ingelaten in dit gebied.

5.6 Afkreeften op de Slimmenwetering

In 2022 heeft het afkreeften op de Slimmenwetering uitsluitend plaatsgevonden in de 'gesloten periode' en laat zien dat ook in deze periode geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften (met 259 kilo) en rode Amerikaanse rivierkreeften (met 136.62 kilo) actief zijn en gevangen worden. Gezamenlijk is er in 2022 in totaal 409.79 kilo kreeft uit het systeem verwijderd. Een vergelijkbare hoeveelheid, 438.10 kilo, is verwijderd in 2023 (hoewel in dit jaar het afkreeften tot eind 2023 doorloopt en dus mogelijk nog een vergelijkbare hoeveelheid daarbovenop komt). Het onderscheid tussen de twee soorten kan niet worden gemaakt voor 2023, omdat de beroepsvissers voor dat jaar de soorten heeft samengenomen.

Uit de vangsten in de gesloten periode van 2022 kan worden opgemaakt dat beide soorten actief zijn en in grote hoeveelheden worden gevangen. Dit geldt voor beide geslachten. Weliswaar is het aandeel geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft groter dan de rode Amerikaanse rivierkreeft, maar de sekseratio voor beide soorten in de Slimmenwetering is bijna gelijk.

Het aandeel vrouwelijke rode Amerikaanse rivierkreeften met eieren onder de staart of jongen is met respectievelijk 32 om 44 laag te noemen, gezien het feit dat er 826 vrouwtjes waren gevangen (Figuur 24). Voor de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft geldt dat er slechts één vrouw is waargenomen met eieren onder de staart. Voor beide soorten moet wel de kanttekening worden gemaakt dat het hier om waarnemingen gaat die bij een beperkt aantal rondes zijn uitgevoerd. Niet op alle dagen zijn de kreeften

gedetermineerd en gesekst, maar werden ze verzameld op basis van bruine en rode kreeft voor de kilo's. In werkelijkheid zal het aandeel vrouwen met eieren of jongen onder de staart bij de rode Amerikaanse rivierkreeft hoger liggen. Voor de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft geldt dat deze soort doorgaans haar eieren of jongen in de winter en voorjaar onder de staart hebben. Begin december (de laatste ronde was op 2 december 2022) is wellicht te vroeg voor deze soort om eieren en jongen vast te stellen.

6 Bespiegeling

Uitheemse rivierkreeften in Nederland zijn een groot probleem voor de inheemse aquatische biodiversiteit en waterkwaliteit en vormen voor veel partijen, zoals het waterschap, het Rijk, de provincies, terrein beherende organisaties en agrariërs, een uitdaging. Wil men het rivierkreeftprobleem in Nederland beheersbaar krijgen en kreeften op grote schaal wegvangen om zo de negatieve effecten op o.a. Kaderrichtlijn water- en natuurdoelstellingen te verzachten of wegnemen, dan dient men niet alleen een grote inspanning te leveren, maar zich tevens te realiseren dat dit niet eenmalig, maar een kwestie van de lange adem is. Hierbij dienen er niet alleen kreeften te worden afgevangen die geschikt zijn voor consumptiedoeleinden, maar dienen ook de onverkoopbare eerste- en tweedejaarskreeften verwijderd te worden. Deze zijn vanwege de geringe grootte ongeschikt voor consumptie, maar niet minder belangrijk als het gaat om het beheersen van rivierkreeftenpopulaties. Hier rijst dan ook de vraag wie de kreeftenvissers gaat vergoeden voor hun diensten als ook deze ondermaatse kreeften moeten worden afgevangen. Wordt de inzet van de kreeftvissers dan vergoed door de waterbeheerder of andere belanghebbende in het publieke domein (het waterschap/hoogheemraadschap, de betreffende provincie of het Rijk)? Naast de vraag hoe lang men kreeften moet afvangen (enkele jaren, decennia of langer), is het ook de vraag of dit alleen door beroepsvissers kan worden gerealiseerd. In de 'kreeftenwereld' speelt al langer de gedachte dat hierin de muskusrattenvangers ook een rol kunnen spelen. Hiervoor geldt echter in de praktijk dat de infrastructuur voor een dergelijke opzet, zowel praktisch als juridisch, vooralsnog niet is vormgegeven.

Literatuur

- Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs (red), 1988. Waterplanten en Waterkwaliteit. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Boukes et al., 1997. Grondwaterchemie en mest: kan het niet wat simpeler? Stromingen (3), 1997, nr. 1
- De Jong, Th. en P. Verbeek, 2001. Beschermingsplan groene glazenmaker 2002-2006. Rapport Directie Natuurbeheer nr 2001/015, Wageningen, 2001, ISSN 1568 – 1912.
- Dussart, G. B. J. (1991). "Mark-recapture experiments with freshwater organisms." Journal of Biological Education 25(2): 116-118.
- Dorn, N. J. & J. M. Wojdak (2004). "The role of omnivorous crayfish in littoral communities." Oecologia 140: 150-159.
- Evers, C.H.M., A.J.M. van den Broek, R. Buskens, A. van Leerdam, R.A.E. Knobben en F.C.J. van Herpen, 2012. Omschrijving MEP en maatlaten voor sloten en kanalen voor de kaderrichtlijnwater 2015-2021. Stowa-rapport 2012-34, Amersfoort.
- Hin, J.A., L.A. Osté en C.A. Schmidt, 2010. Handreiking Beoordelen Waterbodems. Methoden ter bepaling van de mate waarin het realiseren van kwaliteitsdoelen van een watersysteem wordt belemmerd door verontreinigde waterbodems. Ministerie van Infrastructuur en Milieu – DG Water.
- Kamp, van der M., 2018. Zegveld Watersysteemanalyse. Rapport 107695/18-008.578. Witteveen + Bos, Deventer.
- Kanters, S., 2019. Absence of *Stratiotes aloides* L.: is vegetation destruction by *Procambarus clarkia* (Girard) the key? Witteveen+Bos, Utrecht University.
- Kranenbarg, J., J.E. Herder, W.A.M. van Emmerik en M. Groen (red), 2022. Visatlas van Nederland. Stichting Ravon, Sportvisserij Nederland en Noordboek, Gorredijk.
- Lincoln, C. F. (1930). Calculating Waterfowl Abundance on the Basis of Banding Returns. Washington DC, United States Dept. of Agriculture.
- Lodge, D. M., M. W. Kershner, et al. (1994). "Effects of an omnivorous crayfish (*Orconectes rusticus*) on a freshwater littoral food web." Ecology 75(5): 1265-1281.
- Maessen, 1994. Handhaving Krabbenscheervegetaties in de polder Kamerik-Mijzijde. Grontmij.
- Roelofs, J.G.M., 1991. Inlet of alkaline river water, into peaty lowlands: effects on water quality and *Stratiotes aloides* L. Aquatic Botany 39: 267-293.
- Roessink, I., Gylstra, R., Heuts, P. G. M., Specken, B. and Ottburg, F.G.W.A. (2017) "Impact of invasive crayfish on water quality and aquatic macrophytes in the Netherlands." *Aquatic Invasions* 12 (2017) 3.
- Roessink, I., S. Hudina en F.G.W.A. Ottburg (2009). Literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijding van twee invasieve soorten: de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*). Wageningen, Alterra 1923: 64.
- Roessink, I., J. van Giels, A. Boerkamp & F.G.W.A. Ottburg, 2010. Invloed van de invasieve rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) op waterplanten en waterkwaliteit Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2052 77 blz.; 16 fig.; 2 tab.; 27 ref.
- Rodriguez, C. F., E. Bécares, et al. (2003). "Shift from clear to turbid phase in Lake Chozas (NW Spain) due to the introduction of American red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*)". Hydrobiologia 506-509: 421-426.
- Rodriguez, C. F., E. Bécares, et al. (2005). "Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish." Biological invasions 7: 75-85.
- Schaminée, J.H.J., Weeda E.J., Westhoff V, 1995. De Vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala, Leiden.
- Scheffer, M. (1998). Ecology of shallow lakes. London-Weinheim-New York-Tokyo-Melbourne-Madras, Chapman & Hall.
- Smolders, A.J.P., 1995. Mechanisms Involved in the decline of aquatic macrophytes; in particular of *Stratiotes aloides* L. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen. Nijmegen.
- Soes, M. en B. Koese, 2010. Invasive freshwater crayfish in the Netherlands: a preliminary risk analysis. Bureau Waardenburg BV, Culemborg en Stichting European invertebrate survey Nederland. Leiden.

-
- Usio, N. & C. R. Townsend (2002). "Functional significance of crayfish in stream food webs: roles of omnivory, substrate heterogeneity and sex." *Oikos* 98: 512-522.
- Vermaat, J., J. Harmsen, F. Hellmann, H. Van der Geest, J. De Klein, S. Kosten, F. Smolders en J. Verhoeven, 2012. Zwaveldynamiek in het West-Nederlandse laagveengebied. Met het oog op klimaatverandering. vrije Universiteit Amsterdam. Rapport AE-12/01
- Wasscher, M., 2000. Bedreigde en Kwetsbare Libellen in Nederland (Odonata). Basisrapport met een voorstel voor de Rode Lijst. Stichting EIS-Nederland, Leiden.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra en T. Westra, 1991. Nederlandse Oecologische Flora, Wilde planten en hun relaties 4. IVN in samenwerking met de VARA en de VEWIN. Salland/De Lange, Deventer.
- Wezel van, A.P., W. de Vries, M. Beek, P.F.M. Otte, J.P.A. Lijzen, M. Mesman, P.L.A. van Vlaardingen, J. Tuinstrac, M. van Elswijk, P.F.A.M. Römkens en L. Bontena, 2003. Bodemgebruikswaarden voor landbouw, natuur en waterbodan. Technisch wetenschappelijke afleiding van getalswaarden. RIVM rapport 711701031/2003.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3315
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3315
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.600 medewerkers (6.700 fte) en 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

