

Een onderzoek naar de effecten van exotische rivierkreeften op beschermde natuurwaarden in het Naardermeer



Raoul Ratnavel, 2019

Een onderzoek naar de effecten van exotische rivierkreeften op beschermde natuurwaarden in het Naardermeer

Auteur: Raoul Ratnavel

Stagebegeleider: Luc Hoogenstein

Afstudeerdocent: Maaïke Cox

Bedrijf: Natuurmonumenten

Studie: Aeres Hogeschool Almere, Toegepaste Biologie

Plaats: Naarden

Datum: 11 juli 2019

DISCLAIMER

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



Voorwoord

Dit rapport dient als afstudeerwerkstuk en is onderdeel van de opleiding toegepaste biologie aan de Aeres Hogeschool in Almere. Het rapport is geschreven in opdracht van Luc Hoogenstein vanuit de beheereenheid Gooi en Vechtstreek van Natuurmonumenten. Ten eerste wil ik de beheereenheid Gooi & Vechtstreek bedanken voor de gezellige sfeer. Daarnaast wil ik Luc Hoogenstein bedanken voor het beschikbaar stellen van de stage en de begeleiding gedurende mijn stage. Verder wil ik mijn dankbaarheid tonen aan Leo den Breejen en Alexander van Beuningen voor het beschikbaar stellen van de materialen voor het uitvoeren van het abiotisch onderzoek. Maaike Cox wil ik enorm bedanken voor de begeleiding vanuit school. Tot slot ben ik Jeffrey van Lent dankbaar voor het beoordelen van mijn scriptie en de feedback op mijn vooronderzoek.

Zowel de feedback van Maaike Cox en Jeffrey van Lent zijn gebruikt voor de totstandkoming van dit rapport. Alle hoofdstukken dienen hierdoor opnieuw beoordeeld te worden.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Abstract.....	2
H1. Inleiding	3
H2. Materiaal & Methode	6
2.1 Gebieds- en soortbeschrijving	6
2.1.1 Gebiedsbeschrijving	6
2.1.2 Onderzochte habitatype.....	6
2.1.3 Beschrijving voorkomende rivierkreeften in het Naardermeer	7
2.2 Onderzoek	8
2.2.1 Veldonderzoek naar de relatieve dichtheid per habitatype	8
2.2.2 Watertemperatuur bemonstering.....	10
2.2.3 pH en totaal fosfaat bemonstering.....	10
2.2.4 Macrofyten abundantie	11
H3. Resultaten	12
3.1 Totale vangst per deelgebied.....	12
3.2 Gemiddelde watertemperatuur per week	13
3.3 pH bemonstering per deelgebied	14
3.3 Totaal fosfaat bemonstering per deelgebied.....	14
3.4 Gemiddelde vangst per dag	15
3.5 Abundantie watervegetatie.....	16
H4. Discussie	20
H5. Conclusie	24
H6. Aanbevelingen	26
6.1 Vervolgonderzoek	26
6.2 Beheermaatregelen.....	26
Bronnenlijst	27
Bijlagen	31
Bijlage I Planning uitvoering.....	31
Bijlage II Interview met Bram Koese.....	32
Bijlage III Kaart SNL-beheertypen (Langbroek <i>et al.</i> , 2018).....	33
Bijlage IV Determinatietabel rivierkreeften	34
Bijlage V Ontheffing	35

Bijlage VI Aantal gevangen rivierkreeften per deelgebied	39
Bijlage VII Verschillende graafmethodes van rivierkreeften (Koesse <i>et al.</i> , 2011).....	40

Samenvatting

Wereldwijd hebben ecologen de gedachte dat invasieve exoten dramatische veranderingen kunnen verrichten aan ecosystemen. Exotische rivierkreeften kunnen desastreus zijn voor ecosystemen, wat leidt tot het verlies van biodiversiteit. Sinds de jaren 70 is er een opmars van exotische rivierkreeften bezig in Europa. Dit rapport bevat resultaten betreffende het onderzoek naar de effecten van exotische rivierkreeften op kranswierwater & meren met krabbenscheer (*Stratiotes aloides*) en fonteinkruid in het Naardermeer. Het doel van dit rapport is om meer inzicht te krijgen over de verspreiding van exotische rivierkreeften in specifieke habitattypen in het Naardermeer en over de negatieve effecten van de exotische rivierkreeften op het habitatype.

Gedurende het onderzoek zijn in totaal 486 exotische rivierkreeften gevangen in zes deelgebieden rondom het Naardermeer. De deelgebieden zijn gekozen aan de hand van de habitattypes kranswierwater & meren met krabbenscheer en fonteinkruid. Gedurende het onderzoek zijn in het Naardermeer twee verschillende rivierkreeft soorten gevangen, namelijk de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*). Met de vangsten is een relatieve dichtheid berekend, de hoogste relatieve dichtheid kwam uit op 8 en de laagste op 3.

Drie verschillende abiotische factoren zijn gemeten/bemonsterd tijdens het onderzoek bij elk deelgebied. Hieruit is gebleken dat de wekelijkse vangsten van rivierkreeften toenam, naarmate de temperatuur steeg. Ook zijn de pH en totaalfosfaat waardes bemonsterd. Vergeleken met oude data is geconstateerd dat geen verandering in waardes heeft plaats gevonden na de toename van de exotische rivierkreeften in het Naardermeer.

Daarnaast is de abundantie van macrofyten ook bekeken in relatie tot de aanwezigheid van rivierkreeften. Uit de vergelijking is te zien dat enkele waterplanten verschoven zijn van locatie ten opzichte van voorgaande jaren, maar wel in ongeveer dezelfde hoeveelheid voorkomen.

Tot op heden zijn de aantallen van exotische rivierkreeften vrij laag en zijn er nog weinig aanwijzingen voor negatieve effecten van exotische rivierkreeften op het ecosysteem van het Naardermeer. Dit is te danken aan het robuuste ecosysteem van het Naardermeer. Mochten in de nabije toekomst de exotische rivierkreeftenpopulatie uitbreiden in het Naardermeer, dan is het de vraag hoe lang het ecosysteem van het Naardermeer de populatie exotische rivierkreeften kan onderdrukken. Daarom wordt aanbevolen om te blijven investeren in het verbeteren van de waterkwaliteit in het Naardermeer, waardoor het ecosysteem robuust zal blijven. Het robuuste ecosysteem zal een gunstig effect hebben op de populatie predatoren van exotische rivierkreeften wat de toename van deze exoten binnen de perken zal houden.

Abstract

Ecologists throughout the world have thought that invasive species could lead to dramatic changes to ecosystems. Exotic crayfish could be fatal to ecosystems, which could lead to the loss of biodiversity. Since the 70's exotic crayfish have been seen in higher numbers across Europe. This report contains results regarding the research into the effects of exotic crayfish on the following habitats: waters with characeae and lakes containing water soldiers (*Stratiotes aloides*) and pondweed in the Naardermeer. This report is written to get an idea of the distribution of exotic crayfish in the above-mentioned habitats and the negative effects of the crayfish on these habitats.

During the research a total of 486 crayfish were caught in six sub areas around the Naardermeer. The sub areas were chosen on the basis of habitat type waters with characeae and lakes containing water soldiers and pondweed. During the research in the Naardermeer two different crayfish species were caught, red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*) and spinycheek crayfish (*Orconectes limosus*). With this data relative species abundance was calculated and the highest relative abundance was found at 8 and the lowest at 3.

Three different abiotic factors were sampled at each subarea during the research. This concluded that the weekly catch of crayfish increased as the water temperature rose. Also pH and total phosphate values were sampled and compared to old data, no change in values were seen after the increase of exotic crayfish in the Naardermeer.

Furthermore the abundance of macrophytes in relation to the presence of crayfish was also examined. The comparison concluded that a few of the plants have moved from location compared to earlier years, but more or less in the same abundance.

To date the numbers of exotic crayfish are relatively low and no clues for negative effects of the exotic crayfish on the ecosystem in the Naardermeer have been witnessed. This is due to the robust ecosystem of the Naardermeer. In the near future it is possible that many exotic crayfish end up in the Naardermeer, it is unknown how long the ecosystem can oppress the population of exotic crayfish. That is why it is recommended to keep investing in the improvement of the water quality; this will help keep the ecosystem robust. The robust ecosystem will have a beneficial effect on the population of predators of exotic crayfish, which will limit the growth of these exotic species.

H1. Inleiding

Exoten worden geclassificeerd als door menselijk getransporteerde organismen die niet van nature voorkomen in een bepaald ecosysteem, maar wel succesvol kunnen reproduceren in het desbetreffende gebied (Mills *et al.*, 1993). Soorten die snel groeien, voortplanten, verspreiden en potentieel schade aanrichten worden als invasief gekenmerkt (NWF, 2018). Exoten worden vaak in gebieden onbewust geïntroduceerd door menselijk toedoen. Organismen worden frequent per ongeluk getransporteerd met luchtvracht of ballastwater. Daarnaast worden, in mindere mate, exotische dieren losgelaten in natuurgebieden door eigenaren die geen behoefte meer hebben aan het desbetreffende huisdier (NWF, 2018). Daarmee is de introductie van soorten naar gebieden buiten hun natuurlijk leefgebied één van de vijf grootste problemen in de ecologie (Sala *et al.*, 2000).

Wereldwijd wordt door ecologen en biologen gedacht dat invasieve exoten dramatische veranderingen kunnen verrichten aan diverse ecosystemen (Gurevitch & Padilla, 2004). Het probleem met invasieve exoten is dat de desbetreffende soorten meestal geen natuurlijke predatoren hebben. In dit soort situaties heeft de invasieve soort vrij spel en kan zich hierdoor snel verspreiden (NWF, 2018). Daarnaast is predatie op inheemse soorten een direct gevaar van invasieve exoten. Inheemse soorten hebben in de meeste gevallen geen verdediging tegen de exoot of kunnen niet concurreren met deze soort. Indirect kunnen exoten het gehele voedselweb omgooien, doordat andere soorten lokaal vervangen kunnen worden (NWF, 2018).

In Nederland en vele andere Europese landen heeft in de jaren zeventig van de vorige eeuw een opmars van diverse Amerikaanse rivierkreeften plaatsgevonden (Gherardi, 2006). De meeste Amerikaanse rivierkreeftsoorten zijn sleutelsoorten, dit betekent dat Amerikaanse rivierkreeften een grote invloed uit kunnen oefenen op het ecosysteem (Nyström, 1996). Daarnaast kan de soort ook dienen als hoofdvoedsel voor otters, vogels en vissen. Dit betekent dat Amerikaanse rivierkreeften mogelijk significante consequenties kunnen hebben op zoetwatervoedselwebben (Slater & Rayner, 1993; Blake, 1995; Rodríguez *et al.*, 2005).

Het foerageergedrag van rivierkreeften wordt bepaald door het aanbod van foerageermateriaal en de behoeftes van het dier op dat moment (Soes, 2018). Op korte termijn is het mogelijk dat de kreeft de biomassa en soortenrijkdom aan macro-invertebraten en macrofyten doet verminderen (Feminella & Resh, 1989). Op lange termijn kan het habitat drastisch veranderen wat zal leiden tot een achteruitgang van amfibieën en vissen in het desbetreffende habitat. Zo kunnen de Amerikaanse rivierkreeft populaties ervoor zorgen dat het broedsucces van diverse amfibieën verstoord wordt (Guan & Wiles, 1997).

Amfibieën broeden in gebieden waar aquatische planten abundant zijn. De macrofyten worden gebruikt als substraat om de eieren op te leggen. De rivierkreeften tasten diverse macrofyten aan, waardoor het broedsucces van amfibieën verminderd wordt (Nyström, 2017). Daarnaast kan een hoge dichtheid van rivierkreeften leiden tot een verhoogde nutriëntenbelasting en vertroebeling van het water, door het gegraaf van de rivierkreeften in de oever (Soes, 2018).

Het gegraaf kan de afgifte van fosfaten en verontreinigende stoffen vanuit het bodemsediment naar het wateroppervlak stimuleren (Soes & Koese, 2010). Rivierkreeften zijn omnivoor, echter foerageren volwassenen exemplaren eerder op macrofyten en organisch materiaal, omdat het makkelijker te

verkrijgen is dan dierlijk materiaal. Juveniele exemplaren hebben een hoge behoefte aan eiwitten, en prederen hierdoor vaker dan volwassenen rivierkreeften op ongewervelden (Soes, 2018).

Naast de amfibieën en macrofyten heeft de enige inheemse rivierkreeft die Nederland kent, de Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*), het ook zwaar te verduren na de komst van exotische rivierkreeften: Turkse rivierkreeft (*Astacus leptodactylus*), geknobbeld Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*), steenkreeft (*Austropotamobius torrentium*), gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, rode Amerikaanse rivierkreeft, Australische roodklauwkreeft (*Cherax quadricarinatus*), Californische rivierkreeft (*Pacifastacus lenisculus*), gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus acutus*) & marmerkreeft (*Procambarus fallax forma virginalis*). De Europese rivierkreeft kwam in de jaren '70 van de vorige eeuw in een hogere abundantie voor in Oost-Nederlandse, traagstromende rivieren en beken (Koese, 2008). Tegenwoordig is de soort alleen maar te vinden in een geïsoleerde vijver in Arnhem. De oorzaak hiervan is dat de inheemse soort verdreven werd door de exotische kreeften. Daarnaast was de kreeftenpest, die exotische rivierkreeften met zich meegenomen hebben, decimerend voor de inheemse rivierkreeftpopulatie. Exotische rivierkreeften zijn immuun voor de kreeftenpest. De introductie van exotische rivierkreeften heeft ervoor gezorgd dat de kreeftenpest zich sneller en verder heeft kunnen verspreiden onder de inheemse soort. Daarbij had de Europese rivierkreeft al te maken met slechte leefomstandigheden door de verslechtering van de waterkwaliteit (Roessink *et al.*, 2009).

Zowel exotische en inheemse rivierkreeften hebben dezelfde eigenschappen als die van een r-strateeg namelijk: vroege geslachtsrijpheid, snelle groei, veel nageslacht en een relatief korte levensduur (Lindqvist & Huner, 1999; Paglianti & Gherardi, 2004). Daarnaast is de levenscyclus zeer plastisch, dit maakt het mogelijk voor de soort om binnen te dringen in verschillende habitatten. Het bovenstaande laat zien dat Amerikaanse rivierkreeften een hoog potentieel hebben om invasief te worden. De invasieve eigenschap wordt ook gestimuleerd door het verspreidingsvermogen (Holdich & Gherardi, 1999). Amerikaanse rivierkreeft soorten vertonen vaak foerageer eigenschappen van opportunisten en generalisten. Uit maagonderzoek is gebleken dat de rode Amerikaanse rivierkreeft zich voedt op diverse producten die op dat moment beschikbaar zijn in het habitat. Daarnaast is de soort in staat om het dieet te veranderen naar de beschikbaarheid van voedsel (Gutiérrez-Yurrita *et al.* 1998). Uit onderzoek van Momot (1993) is gebleken dat kreeften populaties gereguleerd worden door onderlinge kannibalisme. Volwassene exemplaren prederen op elkaar waardoor de groei van juveniele exemplaren verhindert wordt.

Meestal komen rivierkreeften niet voor in wateren met een pH-waarde dat lager is dan 5.5, echter is het mogelijk dat adulte exemplaren voor een korte periode zure wateren kunnen tolereren. De optimumwaarde voor de meeste rivierkreeften bedraagt een pH rond de 7.5 (Soes & Koese, 2010). In een onderzoek naar rivierkreeften in de Molenpolder is gebleken dat rivierkreeften baat hebben bij wateren met een hoge fosfaat toevoer (Nature Today, 2019). Op termijn kan het fosfaat zorgen voor een sterke groei van de algen, wat kan leiden tot vertroebeling van het water. De rivierkreeften gedijen goed in troebel water (Nature Today, 2019).

Net zoals vele andere natuurgebieden in Nederland heeft het Naardermeer ook te maken met invasieve exoten. Een bekend voorbeeld hiervan is de zwarte appelbes (*Aronia melanocarpa*) en in recente jaren enkele van de verschillende Amerikaanse rivierkreeft soorten. In het Naardermeer zijn de gestreepte

Amerikaanse rivierkreeft, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft en rode Amerikaanse rivierkreeft tot nu toe waargenomen (Provincie Noord-Holland, 2019; Waarneming.nl, 2019).

Het Naardermeer, een Natura 2000 gebied, wordt gekenmerkt door een landschap met meren en moerassen. Veel natuurwaarden in het Naardermeer zijn erg belangrijk en zijn vanuit de Natura 2000 aangewezen om extra beschermd te worden. Voorbeelden hiervan zijn kranswierwateren & meren met krabbenscheer en fonteinkruid (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2019). Door de komst van de exotische rivierkreeften kunnen bovengenoemde habitattypes degradatie van de biodiversiteit ondervinden (Guan & Wiles, 1997).

Hoewel meerdere exotische rivierkreeften in Nederland voorkomen, wordt in dit onderzoek alleen gekeken naar de rode, gevlekte en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft, omdat alleen deze soorten tot op heden waargenomen zijn in het Naardermeer (Waarneming.nl, 2019).

Het is nog onduidelijk wat het effect is van de aanwezigheid van exotische rivierkreeften in het Naardermeer op beschermde habitattypen. Verwacht wordt dat de kreeften een negatieve impact zou hebben op het ecosysteem. Echter, bestaat de mogelijkheid dat de kreeften onderdeel uit gaan maken van het ecosysteem en minimale schade hieraan zullen verrichten. Daarom luidt de onderzoeksvraag: "Wat zijn de effecten van exotische rivierkreeften op de kranswierwateren & meren met krabbenscheer en fonteinkruid in het Naardermeer?". De onderstaande deelvragen zullen bijdragen aan de beantwoording van de hoofdvraag:

- Wat is de relatieve dichtheid van rivierkreeften in, kranswierwateren & meren met krabbenscheer en fonteinkruid in het Naardermeer?
- Wat is het effect van de watertemperatuur op de hoeveelheid rivierkreeften die per week gevangen worden?
- Wat zijn de invloeden van exotische rivierkreeften op de fosfaat en pH-waarde in bovengenoemde natuurwaarden?
- Wat zijn de invloeden van exotische rivierkreeften op de watervegetatie in bovengenoemde natuurwaarden?

Met het beantwoorden van de bovenstaande deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag heeft de beheereenheid Gooi en Vechtstreek meer inzicht gekregen over de verspreiding en potentiële effecten van exotische rivierkreeften in het Naardermeer.

H2. Materiaal & Methode

In het hoofdstuk materiaal & methode worden de gebruikte methodes en materialen geschetst die gebruikt zijn om de deelvragen en uiteindelijk de hoofdvraag te beantwoorden. Tijdens dit onderzoek was gebruik gemaakt van een strokenplanning, om zo overzicht te houden tijdens het onderzoek (zie bijlage I).

2.1 Gebieds- en soortbeschrijving

In dit gedeelte van de materiaal en methode wordt een gebiedsbeschrijving van het Naardermeer gegeven. Ook worden de onderzochte habitattypes beschreven en voor elk voorkomende exotische rivierkreeft in het Naardermeer wordt de ecologie kort beschreven.

2.1.1 Gebiedsbeschrijving

Het Naardermeer is een Natura 2000 gebied met het landschap meren en moerassen, dit wil zeggen dat het gebied wettelijk beschermd is. De ondergrond bestaat voornamelijk uit zand met sporadisch een dunne laag veen. Het Naardermeer heeft een grote verscheidenheid aan unieke fauna. De diversiteit aan flora & fauna heeft het gebied te danken aan het feit dat een grote variatie aan specifieke biotopen aanwezig is, zoals grote rietvelden op het water. Veel natuurwaarden in het Naardermeer zijn van uiterst belang. Vanuit de Natura 2000 zijn enkele natuurwaarden aangewezen die extra beschermd dienen te worden. De natuurwaarden in het Naardermeer die extra beschermd worden vanuit de Natura 2000 zijn: zwakgebufferde vennen, kranwierwateren, meren met krabbenscheer en fonteinkruid, vochtige heiden, blauwgraslanden, ruigten en zomen, overgangs- en trilvenen en hoogveenbossen (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2019).

2.1.2 Onderzochte habitatype

Kranwierwateren komen voor in meren en plassen, waarbij het water basenrijk, helder en onvervuild is. In Nederland worden kranwierwateren gekenmerkt door twee verschillende verbonden: *Nitellion flexilis* & *Charion fragilis*. Het verbond van *Nitellion flexilis* komt voor in relatief basische, voedselarme wateren met een zandige bodem. Het verbond van *Charion fragilis* komt voor in mesotrofe wateren. Dit verbond heeft het zwaar te verduren door de vertroebeling van het water, vooral door waterrecreatie en scheepvaart (LNV, 2019). Tijdens het onderzoek wordt bij dit habitatype gekeken naar de aanwezigheid van de volgende planten: buigzaam glanswier (*Nitella flexilis*), gebogen kranblad (*Chara connivens*) en ruw kranblad (*Chara aspera*). Zoals beschreven in paragraaf 2.5 “Macrofyten”.

Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden komen van nature voor in voedselrijke plassen en meren. In dit habitatype komen twee verschillende verbonden voor, *Hydrocharition morsus-ranae* en *Nymphaeion*, de verbonden worden gekenmerkt door drijvende planten. Eén van de belangrijkste begroeiingen in de *Hydrocharition morsus-ranae* verbond is vegetatie met krabbenscheer begroeiing. Krabbenscheer vegetatie speelt een belangrijke rol in de verlanding van laagveenwater tijdens het successiestadium. Het *Hydrocharition morsus-ranae* verbond is voornamelijk te vinden in mesotrofe wateren waarin het fosfaatgehalte laag is. Het *Nymphaeion* verbond heeft met name betrekking op fonteinkruid-begroeiingen. Dit verbond is gebonden aan stilstaand of zwak stromend water met eutroof water in laagveen- of rivierkleigebieden (LNV, 2019). Tijdens het onderzoek wordt bij dit habitatype gekeken naar de aanwezigheid van de volgende planten: krabbenscheer en glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*). Zoals beschreven in paragraaf 2.5 “Macrofyten”.

2.1.3 Beschrijving voorkomende rivierkreeften in het Naardermeer

De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft komt van origine uit het westelijk deel van Noord-Amerika (Koese & Soes, 2011). In het land van herkomst gedijt de soort in stilstaand en langzaam stromend water. In Nederland is de soort voornamelijk te vinden in watergangen en sloten waarvan de bodem vaak een zachte veenachtige bodem is (Couperus, 2015). De soort wordt beschouwd als een habitatgeneralist (Crandall, 2010).

De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft komt voor in wateren met hoge nutriëntenrijkheid, waarbij lage temperaturen en onregelmatige droge condities van belang zijn (Holdich & Black, 2007). In Nederland komt de soort landelijk in veelvoud voor, voornamelijk in meren, grote kanalen en rivieren (Soes & Koese, 2010; Verbrugge et al., 2015). De soort komt van nature voor in Noord-Amerika. Hier gedijt de soort het best in meren, stromingen en rivieren, waarbij het water troebel is en veel vegetatie aanwezig is. In Canada komt de soort voor in stromingen met een hard substraat en matige stromingen. In Europa maakt de soort gebruik van dezelfde habitattypes. Echter, gaat de voorkeur uit naar kalme en diepe wateren, zoals meren en vijvers. Voor de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft maakt het niet uit of het water vervuild is of veel organische stoffen bevat (Hamr, 2002; Holdich & Black, 2007). In gebieden waar andere invasieve rivierkreeften aanwezig zijn wordt de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft snel weggeconcentreerd. Ondiepe wateren worden door de soort vermijdt (Soes & Koese, 2010).

De rode Amerikaanse rivierkreeft komt voor in eutrofe wateren met lage zuurstofconcentraties en zoutgehaltes tot 10% (Huner, 2002). De soort komt van oorsprong uit Noord-Amerika en is van nature te vinden in moerassen, rivieren en rijstvelden (Holdich et al., 2006). In Nederland komt de soort voornamelijk voor in het westen van het land en bij steden langs de grote rivieren (Koese & Soes, 2011; Leewis et al., 2013; Verbrugge et al., 2015). De rode Amerikaanse rivierkreeft heeft het vermogen om zich snel aan te kunnen passen, hierdoor is het mogelijk voor de soort om te kunnen vestigen in diverse habitats. De voorkeur gaat uit naar ondiepe wateren met een dynamisch karakter, waarbij voldoende schuilgelegenheden essentieel zijn (Gherardi, 2006; Soes & Koese, 2010). De verschillende habitats waar de rode Amerikaanse rivierkreeft het best gedijt betreffen: rivieren, beken, kustgraslanden met zoetwater of brakwatersloten (Soes & Koese, 2010).

2.2 Onderzoek

Het laatste stuk van de materiaal en methode schetst hoe de beantwoording van elk deelvraag tot stand is gekomen door middel van een interview, veldonderzoek en het bestuderen van literatuur.

2.2.1 Veldonderzoek naar de relatieve dichtheid per habitatype

Bram Koese, de rivierkreeften expert van het EIS kenniscentrum, was geïnterviewd. Tijdens dit interview was advies vergaard m.b.t. de gebruikte methode van de inventarisatie (zie bijlage II).

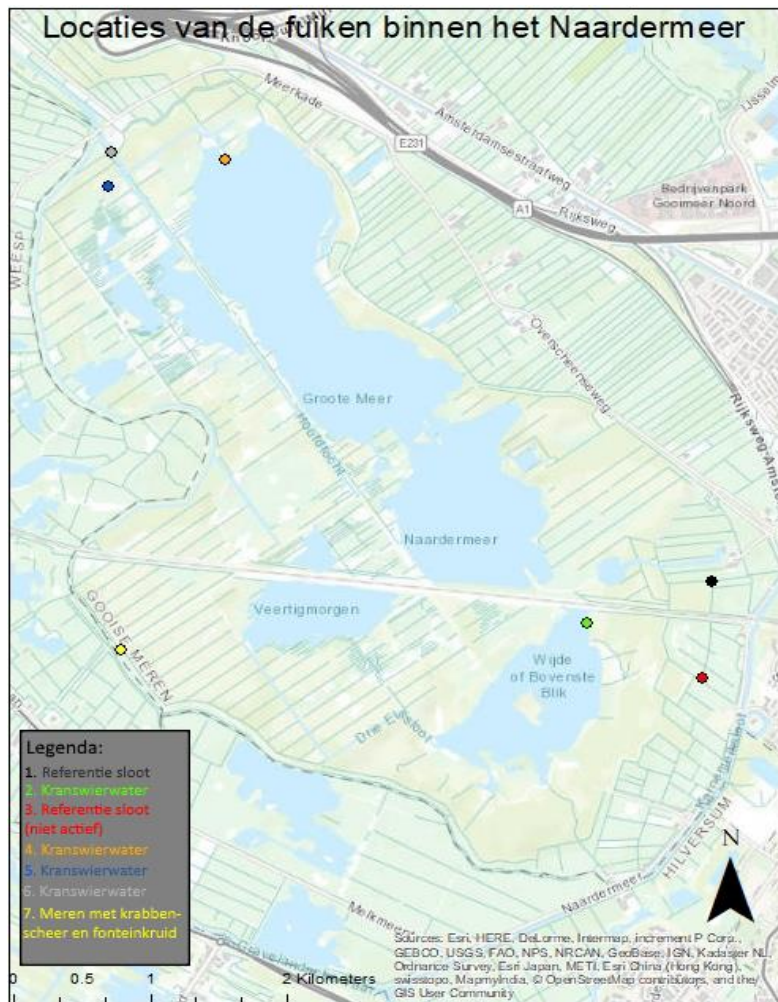
De eerste deelvraag werd beantwoord door rivierkreeften te inventariseren rondom en in het Naardermeer. Dit werd gedaan door op zes verschillende deelgebieden (zie figuur 1) zeventien fuiken verspreid te plaatsen met een minimum afstand van tien meter tussen elkaar (Koese, 2011). Per deelgebied werden drie fuiken uitgezet. Deelgebied zes was een uitzondering, in dit deelgebied werden enkel twee fuiken gebruikt door een tekort aan fuiken. Daarnaast was dit deelgebied op het laatste moment betrokken bij dit onderzoek. De fuiken werden uitgezet voor een periode van tien weken; eind februari t/m eind april (Coignet *et al.*, 2012). De fuiken van deelgebied drie waren verplaatst naar deelgebied zeven, omdat gedurende vier weken weinig rivierkreeften gevangen werden. De inventarisatie van rivierkreeften zal later in het seizoen lastig worden, omdat de wateren dichter begroeid zullen zijn, waardoor sommige plekken niet toegankelijk zullen zijn. De voorkeur gaat uit om twee maal per jaar te inventariseren; tijdens het voorjaar en het najaar (Emmerik, 2010). Echter, werd tijdens dit onderzoek alleen geïnventariseerd tijdens het begin van het voorjaar i.v.m. tijdsbestek. In de toekomst zal ook voor twee maanden geïnventariseerd worden in augustus t/m oktober, nadat de vegetatie gemaaid is.

Gedurende het onderzoek werden de fuiken op dinsdag, woensdag en donderdag gecontroleerd. Het kwam soms voor dat door omstandigheden (>code geel, ziekte en verplichte lessen) de veldwerker niet in staat was om de fuiken te controleren. Op de dagen dat niet gecontroleerd werd, bleven de fuiken in het water, de data op dinsdag zal hierdoor afwijken met woensdag en donderdag, omdat het 4 nachten lang in het water bleef. Echter, wordt dit meegenomen in het onderzoek om zo te kunnen kijken of de duur van het plaatsen van fuiken daadwerkelijk invloed had (zie resultaten). Hierbij zijn de dagen dinsdag, woensdag en donderdag geanalyseerd op significante verschillen. Dit werd gedaan door voor deze dagen een gemiddelde vangst te berekenen over 10 weken. De data voldeed aan de aannames van de one-way ANOVA. Deze test is uitgevoerd met programma IBM SPSS Statistics versie 25. De locaties waren gekozen a.d.h.v. habitatypes, beheertypes en de aanwezigheid van watervegetatie, zoals beschreven in de hoofdvraag (zie bijlage III). Van de zes locaties hadden vier locaties het habitatype kranswierwater, één locatie had het habitatype meren met krabbenscheer en fonteinkruid en tot slot functioneerde een locatie als referentiesloot.

Voor het onderzoek werd gekozen voor vier kranswierwater deelgebieden, omdat dit meer wijdverspreid was in het Naardermeer dan krabbenscheer op het moment van onderzoeken. Daarnaast werd ook een referentie sloot in gebruik genomen om te kijken of grote verschillen in vangst waren tussen de referentie sloot en de twee habitatypes. De referentiesloot wordt gekenmerkt als ‘boerensloot’.

De diepte van het water was van belang, omdat de fuiken volledig ondergedompeld moesten zijn. De fuiken die tijdens het onderzoek gebruikt werden, hadden uniforme dimensies van 50cm bij 30cm bij 20cm. Om rivierkreeften te lokken naar de fuiken werd gebruik gemaakt van boilies. De boilies waren

van het merk Pro Line met een diameter van 20mm en de smaak big chili S. In elke fuik werden drie boilies los in het midden geplaatst. Gedurende dit onderzoek werden boilies gebruikt, omdat rivierkreeften boilies aantrekkelijk vinden (B. Koese persoonlijke communicatie, 7 februari, 2019). De boilies werden na twee weken vernieuwd, mochten de boilies opgegeten zijn dan werd het lokmiddel ook vernieuwd. De achterliggende gedachtes hiervoor waren dat het aas uitwerkt, waardoor minder individuen gevangen zullen worden. Daarnaast zal de fuik minder rivierkreeften aantrekken als al meerdere individuen gevangen waren in een fuik (B. Koese persoonlijke communicatie, 7 februari, 2019).



Figuur 1: deelgebieden met specifieke natuurwaarden.

De fuiken werden geplaatst in beschermde habitattypen in het Naardermeer. De zes locaties waar de fuiken geplaatst werden, waren bepaald a.d.h.v. de eisen (Aanwezigheid oeverrand en abundant watervegetatie) die rivierkreeften stellen aan hun habitat i.c.m. beschermde habitattypen in het Naardermeer (Koese *et al.*, 2011).

Door de fuiken te verspreiden over verschillende habitattypen, konden conclusies getrokken worden met de hoeveelheden rivierkreeften die gevangen werden in relatie tot de watervegetatie en de chemische huishouding (pH en fosfaat) van nu en enkele jaren geleden. De tijdsduur en inspanning diende op elke locatie hetzelfde te zijn om zo voor elke locatie een relatieve dichtheid te kunnen meten. Dit werd gedaan

door middel van het catch per unit effort formule (Emmerik, 2010). De locaties van de fuiken werden ook genoteerd a.d.h.v. GPS coördinaten. De rivierkreeften werden ter plekke gedetermineerd op soortnaam en geslacht. De determinatie werd gedaan a.d.h.v. de kreeften zoekkaart van het EIS kenniscentrum (zie bijlage IV). Wanneer het individu een vrouw betreft werd ook gekeken naar het aantal jongen of eieren onder de buik. Natuurmonumenten had vanuit de EIS een ontheffing gekregen (zie bijlage V) om rivierkreeften te vangen a.d.h.v. fuiken. De rivierkreeften mochten niet verwijderd worden; conform de ontheffing die Natuurmonumenten vanuit de EIS heeft gekregen. De achterliggende gedachte hiervoor was, om de verspreiding van de rivierkreeften te minimaliseren. Daarnaast waren beroepsvissers die actief rivierkreeften bevissen. Mocht iedereen vissen op de rivierkreeften, dan zal dit leiden tot inkomstendervingen voor de beroepsvissers (B. Koese persoonlijke communicatie, 7 februari, 2019). De verzamelde gegevens i.c.m. een foto werd ter plekke ingevoerd op waarneming.nl. Daarnaast werd de data ook ingevuld op een Excelsheet. Op waarneming.nl werd de data van elke fuik apart ingevuld. De data van de drie verschillende fuiken per deelgebied werden in een Excelsheet geclusterd, omdat een relatieve dichtheid hierdoor realistischer was. De locaties waar rivierkreeften gevangen waren werden verwerkt in een GIS kaart. De kaart gaf de onderzochte gebieden in het Naardermeer weer. De GIS kaart werd met Arcmap 10.3 gemaakt.

2.2.2 Watertemperatuur bemonstering

Naast het reguliere veldwerk werd de watertemperatuur ook bekeken, om te kijken of de rivierkreeft hoeveelheden zouden toenemen naarmate de watertemperatuur zou toenemen. De watertemperatuur was op elke veldwerkdag bijgehouden van elke locatie door middel van een thermometer. De thermometer werd gedurende 30 seconden in het water gehouden, zodra de watertemperatuur stabiliseerde op de thermometer werd de watertemperatuur genoteerd. Deelvraag twee zal beantwoord worden door de gemiddelde watertemperatuur en de gemiddelde vangst per week te correleren aan elkaar. Hierbij werd ook een correlatie uitgerekend. De correlatie is uitgerekend aan de hand van Excel 2010.

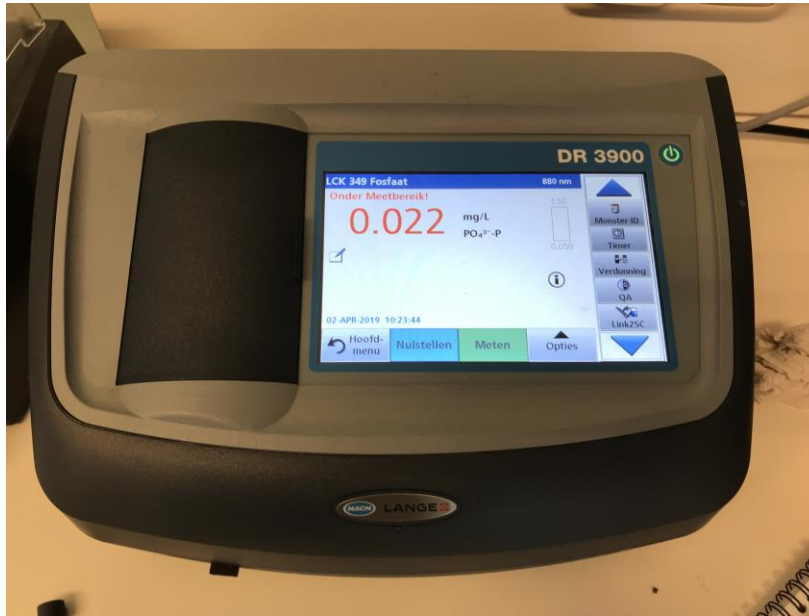
2.2.3 pH en totaal fosfaat bemonstering

Deelvraag drie werd beantwoord door de bemonsterde pH- en fosfaatwaardes te vergelijken met de chemische waardes van een aantal jaar geleden. De pH-waardes werden gecorreleerd aan de relatieve dichtheden per deelgebied. Hierbij was ook een correlatie uitgerekend. De correlatie is uitgerekend aan de hand van Excel 2010.

Gedurende het onderzoek was de pH-waarde bemonsterd op elke locatie door middel van een pH-meter. De totaal fosfaatwaardes waren verkregen door een watermonster te nemen van elk deelgebied. Vervolgens werden de monsters verder geanalyseerd op school met behulp van een DR 3900 spectrophotometer (zie figuur 2). De volgende stappen waren genomen om het monster voor te bereiden.

1. Afdekfolie van LCK oplossing verwijderen.
2. DosiCap Zip van LCK oplossing afschroeven.
3. 2.0 ml van het genomen monster pipetteren in de LCK oplossing.
4. DosiCap Zip vastschroeven op de LCK oplossing met geribbelde zijde naar boven.
5. De oplossing goed schudden.
6. De oplossing verhitten voor 60 min bij 100 °C.

7. De oplossing laten afkoelen tot kamertemperatuur vervolgens goed schudden.
8. 0,2 ml LCK 349 B pipetteren in de afgekoelde oplossing.
9. Grijze DosiCap C op de oplossing schroeven.
10. De oplossing goed zwenken. Na 10 min opnieuw schudden, van buiten dient de oplossing goed schoongemaakt te worden. Het totaal fosfaat in de oplossing kan nu gemeten worden.



Figuur 2: DR 3900 spectrophotometer.

2.2.4 Macrofyten abundantie

De laatste deelvraag werd beantwoord door de florakartering van het Naardermeer uit 2018 te vergelijken met de florakartering uit voorgaande jaren (Langbroek *et al.*, 2018). De florakartering van 2018 heeft voor het eerst het gehele Naardermeer gekarteerd. In 2005, 2009, 2011 en 2014 zijn alleen bepaalde delen van het Naardermeer geïnventariseerd.

Voor het habitattype kranswierwateren werd gekeken naar de volgende planten: buigzaam glanswier, gebogen kransblad en ruw kransblad. Bij het habitattype meren met krabbenscheer en fonteinkruid werd naar de volgende planten gekeken worden: glanzig fonteinkruid en krabbenscheer.

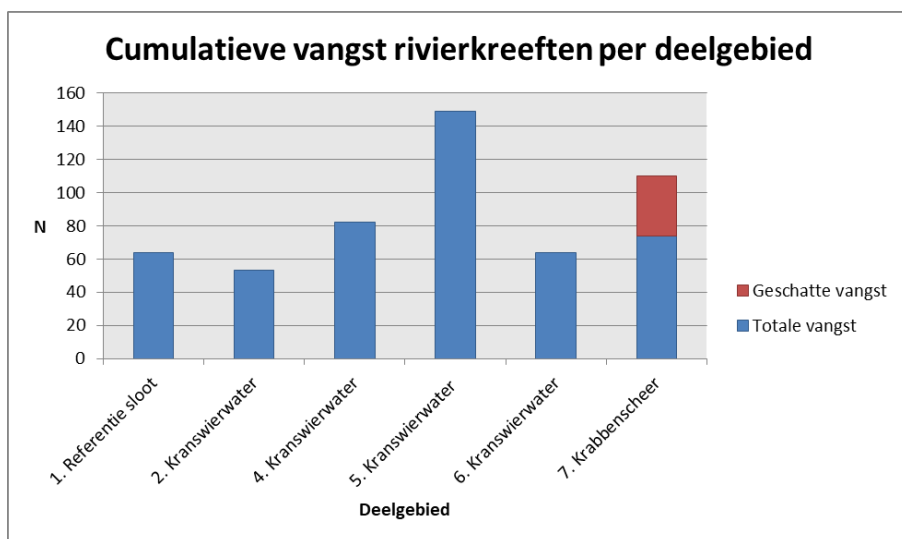
De bovenstaande planten werden gekozen, omdat ze karakteriserend zijn voor de bovengenoemde habitattypen. Door de florakartering van 2018 te vergelijken met de florakartering van 2005, 2009, 2011 & 2014 kon een toename of afname van de plant abundantie geconstateerd worden. Met de verkregen resultaten konden aannames gemaakt worden m.b.t. de aanwezigheid van rivierkreeften in relatie tot de abundantie van de bovengenoemde waterplanten.

H3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven. Tijdens het onderzoek is voor een periode van 10 weken op 6 verschillende locaties een totale hoeveelheid van 486 rivierkreeften gevangen. Naast het reguliere veldwerk zijn ook drie verschillende abiotische factoren gemeten: watertemperatuur, totaal fosfaat en pH.

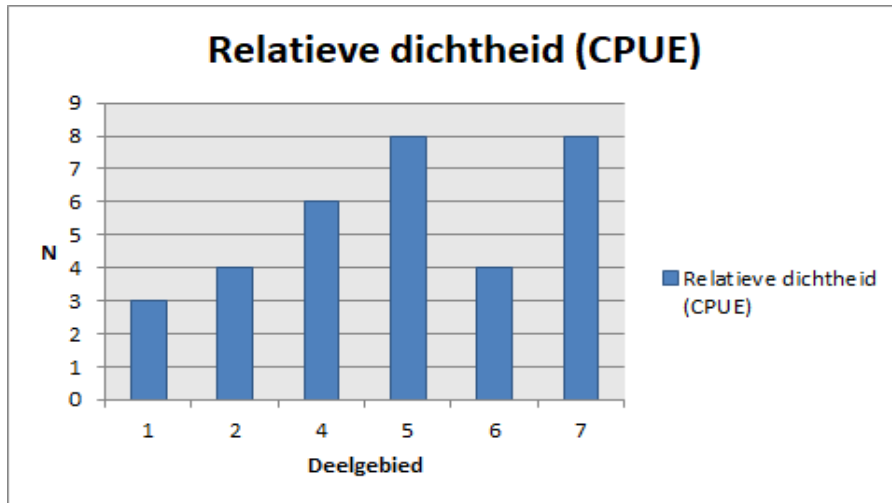
3.1 Totale vangst per deelgebied

Uit de resultaten (zie figuur 3 en bijlage VI) is te zien dat cumulatief de meeste rivierkreeften gevangen zijn in deelgebied vijf en zeven. Deelgebied vijf wordt gekarakteriseerd door veenmosrietland en moerasheide, maar in het water komen voornamelijk kranswieren voor. De totale hoeveelheid aan gevangen rivierkreeften in deelgebied vijf bedraagt 149. Om de vangst voor elk deelgebied uniform te houden is voor deelgebied 7 een geschatte vangst berekend voor vier weken. Dit is gedaan door het gemiddelde per week te berekenen en het vervolgens te vermenigvuldigen met vier. In deelgebied zeven is namelijk zes weken geïnventariseerd, omdat de fuiken eerst in deelgebied 3 stonden voor vier weken. De vangst van de referentie sloot verschilt maximaal met 18 individuen en minimaal met 8 vergeleken met deelgebied 2,4 en 6.



Figuur 3: Cumulatieve vangst per deelgebied.

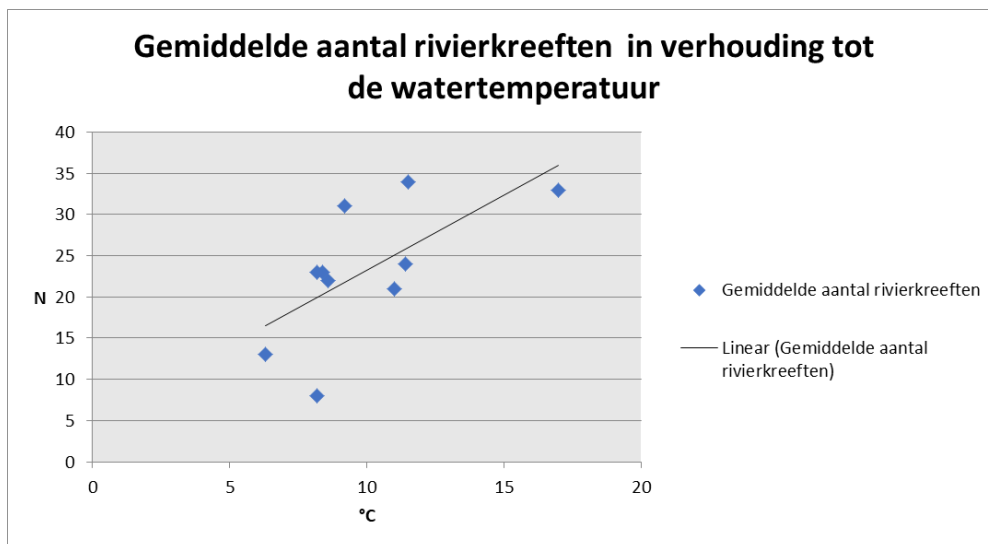
In deelgebied 5 en 7 zijn de hoogste relatieve dichtheden gemeten, namelijk een relatieve dichtheid van 8 (zie figuur 4). De laagste relatieve dichtheid is gemeten in deelgebied 1, een relatieve dichtheid van 3. De relatieve dichtheid (CPUE) wordt berekend door per deelgebied de totale vangst (catch) te delen door het totaal aantal keren dat de fuiken geleegd zijn (effort).



Figuur 4: totale vangst per deelgebied.

3.2 Gemiddelde watertemperatuur per week

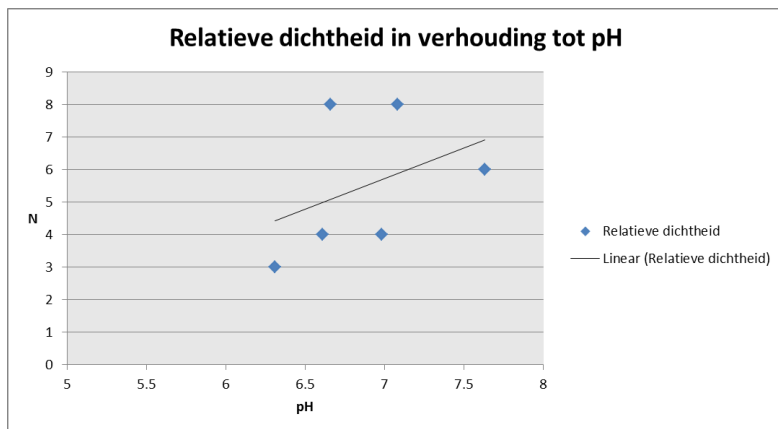
De temperatuur van het water is gedurende tien weken bijgehouden, om te kijken of de aantallen zouden toenemen naarmate het water warmer werd. In figuur 5 is te zien dat de gemiddelde gevangen rivierkreeften stegen naarmate de temperatuur warmer werd in de loop der tijd. Het hoogste gemiddelde van 34 rivierkreeften werd gevangen bij een gemiddelde watertemperatuur van 11,5 graden Celsius. De hoogste gemeten gemiddelde watertemperatuur was 17 graden Celsius, een gemiddelde van 33 rivierkreeften werden toen gevangen. De laagst gemeten gemiddelde watertemperatuur was 6,3 graden Celsius, hierbij werden gemiddeld 13 rivierkreeften gevangen. Tot slot is de correlatie tussen het gemiddelde aantal rivierkreeften en de gemiddelde watertemperatuur berekend ($r(9) = 0,655$). Uit dit resultaat is te zien dat er een matig tot sterke correlatie aanwezig is tussen de watertemperatuur en het aantal rivierkreeften (Feminella *et al.*, 2013).



Figuur 5: Het gemiddelde aantal rivierkreeften per week gecorreleerd aan de gemiddelde watertemperatuur.

3.3 pH bemonstering per deelgebied

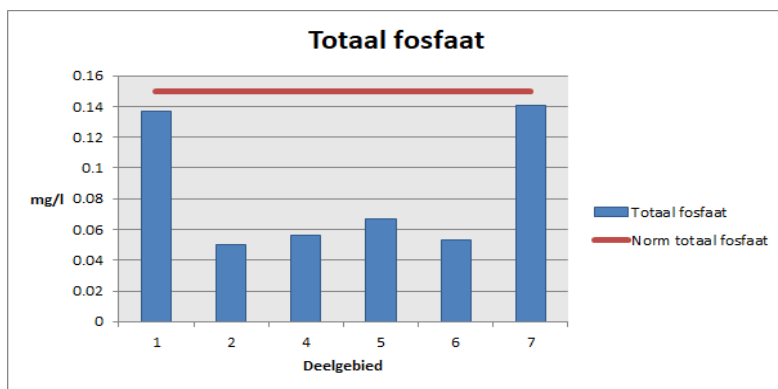
De pH van de deelgebieden is eenmalig bemonsterd in week 6 (figuur 6). Uit de resultaten is te zien dat de hoogste relatieve dichtheid 8 is. Deze dichtheid is twee keer gemeten bij twee verschillende pH-waardes, namelijk 6,66 en 7,08. De laagste gemeten dichtheid bedraagt 3. Het is opvallend dat de laagste dichtheid gemeten is bij een relatief gezien zuur deelgebied. De hoogste dichtheden zijn gemeten bij pH-waardes tussen de 6,5 en 7,66. Ook is de correlatie tussen de relatieve dichtheid en de pH berekend ($r(6) = 0,40$). Uit dit resultaat is te zien dat er een zwak tot matige correlatie aanwezig is tussen de relatieve dichtheid en pH (Feminella et al., 2013).



Figuur 6: pH van elk deelgebied gecorreleerd aan de relatieve dichtheid.

3.3 Totaal fosfaat bemonstering per deelgebied

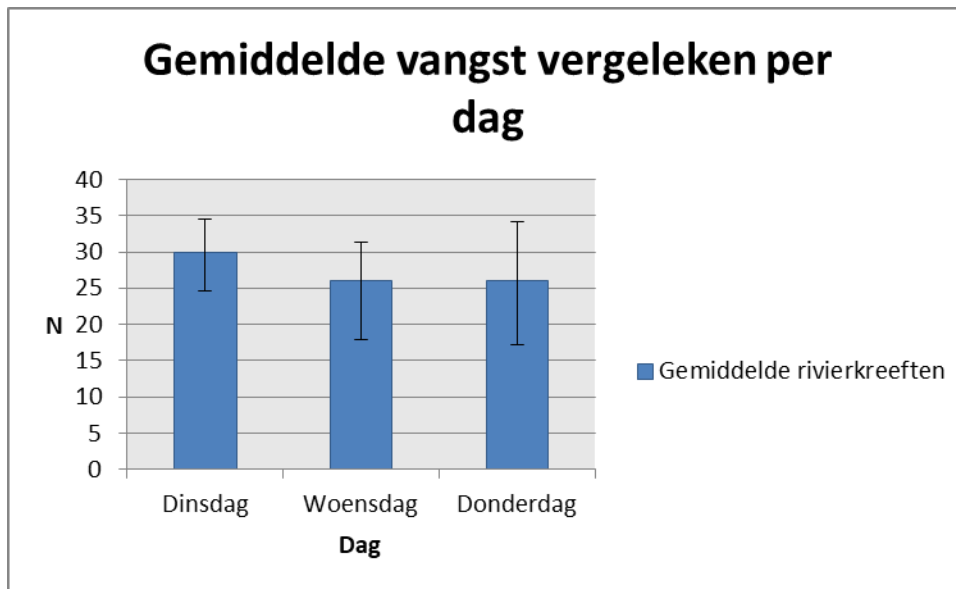
De hoeveelheid aan totaal fosfaat in elk deelgebied is ook eenmalig bemonsterd in week 6. In figuur 7 is te zien dat de totaal fosfaatgehalten in deelgebied 1 en 7 relatief gezien hoger zijn dan in de resterende deelgebieden, respectievelijk rond de 0,14 mg/l. De waarden in deelgebied 2, 4, 5 en 6 liggen net boven de 0,04 mg/l en net onder de 0,07 mg/l. Alle bemonsterde deelgebieden voldoen aan de norm die in het waterplan Naarden-Bussum opgesteld zijn, namelijk 0,15 mg/l totaal fosfaat (Grontmij, 2008). De gemeten waarden in deelgebied 1 en 7 zijn vrijwel identiek, echter zijn de gemeten relatieve dichtheden uiteenlopend: zo is in deelgebied 1 een relatieve dichtheid van 3 gemeten en in deelgebied 7 een relatieve dichtheid van 8 gemeten. Deelgebied 5 heeft net zoals deelgebied 7 een relatieve dichtheid van 8, maar de gemeten hoeveelheid aan totaal fosfaat is twee keer zo klein als in deelgebied 7.



Figuur 7: totaal fosfaat per deelgebied.

3.4 Gemiddelde vangst per dag

Zoals vermeld staat in de materiaal & methode werd tijdens het onderzoek ook gekeken of de duur van de fuiken in het water invloed zal hebben op de gemiddelde vangst. Zo stonden de fuiken die dinsdag geleegd werden voor vier nachten in het water. De fuiken die geleegd werden op woensdag en donderdag stonden voor één nacht in het water. In figuur 8 is te zien dat op dinsdag gemiddeld vier rivierkreeften meer gevangen werden dan op woensdag en donderdag. Op woensdag en donderdag werden dezelfde gemiddelde aantallen gevangen namelijk gemiddeld 26 individuen. Ook zijn standaarddeviaties berekend (dinsdag $\sigma = 4,51$; woensdag $\sigma = 5,26$; donderdag $\sigma = 8,08$). Tot slot is ook een one-way ANOVA toegepast. Uit deze berekeningen blijkt dat dinsdag en woensdag statistisch verschillen ($F_{1,12} = 7,39$, $P < 0,05$). Daarentegen hebben dinsdag en donderdag geen statistisch verschil ($F_{1,12} = 2,14$, $P > 0,05$). Ook is er tussen woensdag en donderdag ook geen statistisch verschil gevonden ($F_{1,12} = 2,43$, $P > 0,05$).



Figuur 8: gemiddelde vangst per dag

3.5 Abundantie watervegetatie

Tot slot wordt de meest recente waterplantenkartering en de florakartering vergeleken met oude florakarteringversies van het Naardermeer. In tabel 1 is te zien welke waterplanten af- of toegenomen zijn in het desbetreffende deelgebied. De kaarten van 2018 hebben zowel rode als blauwe stippen. De rode stippen zijn voor de florakartering en de blauwe stippen voor de waterplantenkartering. De rode en de blauwe stippen in één kaart betreffen dus dezelfde plant en hetzelfde jaartal. De figuren 9 t/m 13 geven de verspreiding van de beschreven watervegetatie weer. Figuur 1 kan geraadpleegd worden voor de exacte locaties van de deelgebieden.

Voor het habitattype kranswierwateren is gekeken naar de abundantie van gebogen kransblad, buigzaam glanswier en ruw kransblad. In deelgebied 2 (kranswierwater) is in 2018 voor het eerst gebogen kransblad waargenomen t.o.v. 2005-2014, dit betreft een positieve ontwikkeling voor het habitattype kranswierwater in het betreffende deelgebied (zie figuur 9). Buigzaam glanswier en ruw kransblad zijn niet waargenomen (Langbroek *et al.*, 2018).

In deelgebied 4 (kranswierwater) is de hoge abundantie aan gebogen kransblad verdwenen. Gebogen kransblad komt nog steeds in deelgebied 4 voor, maar minder geclusterd als in 2005-2014 (zie figuur 9). Deelgebied 4 is wel rijk aan ruw kransblad. De waterplant heeft het voormalige areaal uitgebreid, de plant breidt zich meer uit naar het oosten en zuiden van het Naardermeer, waardoor de plant in 2018 in grote aantallen waargenomen is (zie figuur 10) (Langbroek *et al.*, 2018).

Buigzaam glanswier is voor het eerst waargenomen in deelgebied 5 en 6 (kranswierwater). De plant is tussen 2005-2014 nooit waargenomen in het Naardermeer (zie figuur 11).

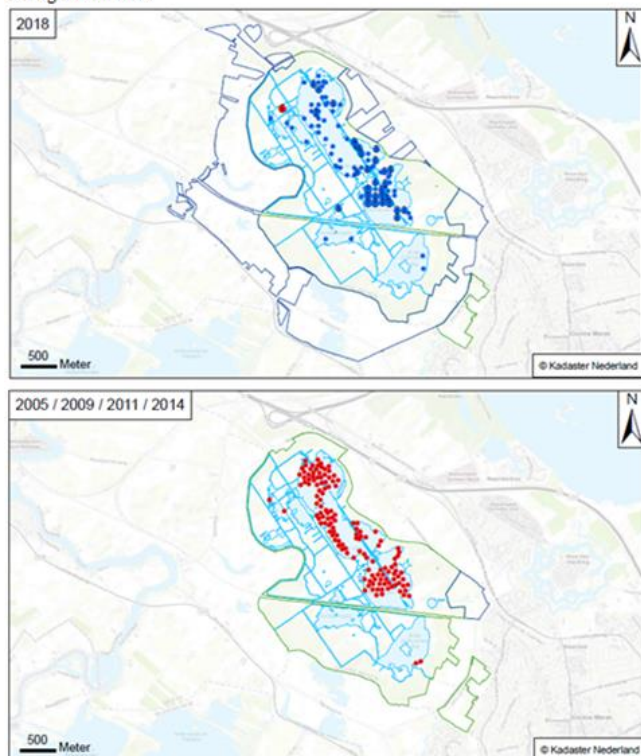
Ook is gekeken naar het habitattype meren met krabbenscheer en fonteinkruid. Voor dit habitattype is gekeken naar de aanwezigheid van glanzig fonteinkruid en krabbenscheer. Glanzig fonteinkruid doet het in de meest recente florakartering goed. De plant heeft zich weten te verspreiden over meerdere delen van het Naardermeer (zie figuur 12). In 2018 is de plant dan ook voor het eerst waargenomen in deelgebied 7 (meren met krabbenscheer en fonteinkruid), waar krabbenscheer erg abundant is (zie figuur 13). Het krabbenscheer is afgenomen in het zuidelijk deel van het Naardermeer, kijkend naar de florakartering. Ook is een cluster van krabbenscheer afgenomen rondom de spoorlijn. Echter, is voor het eerst krabbenscheer waargenomen in deelgebied 6 en is de dichtheid aan krabbenscheer flink toegenomen in deelgebied 7 (Langbroek *et al.*, 2018).

In tabel 1 is te zien dat de relatieve dichtheden van rivierkreeften het hoogst is in de deelgebieden waar de watervegetatie floreert.

Tabel 1: toe- of afname karakteriserende watervegetatie per deelgebied.

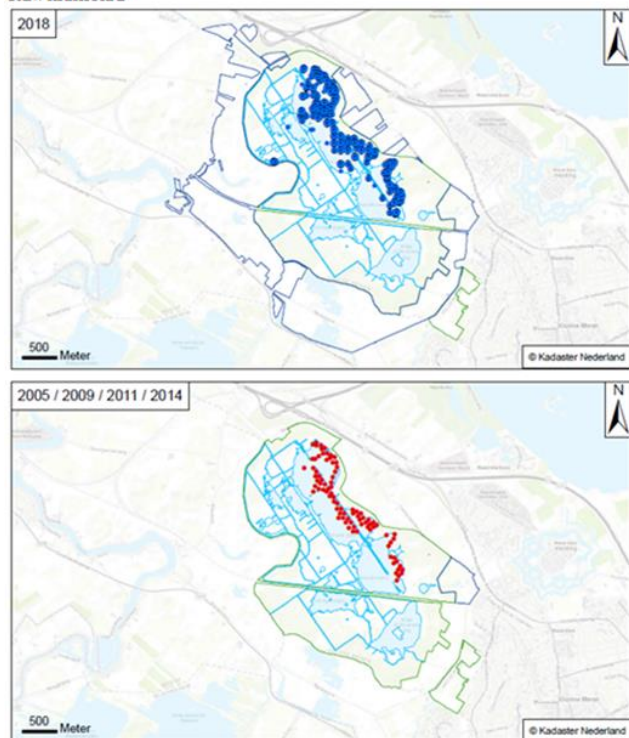
Deelgebied	Gebogen kransblad	Buigzaam glanswier	Ruw kransblad	Krabbenscheer	Glanzig fonteinkruid	Relatieve dichtheid
1 (referentie sloot)						3
2 (kranswierwater)	+					4
4 (kranswierwater)	-		++			6
5 (kranswierwater)		+				8
6 (kranswierwater)		+		+	-	4
7 (meren met krabbenscheer en fonteinkruid)				++	+	8

Gebogen kransblad



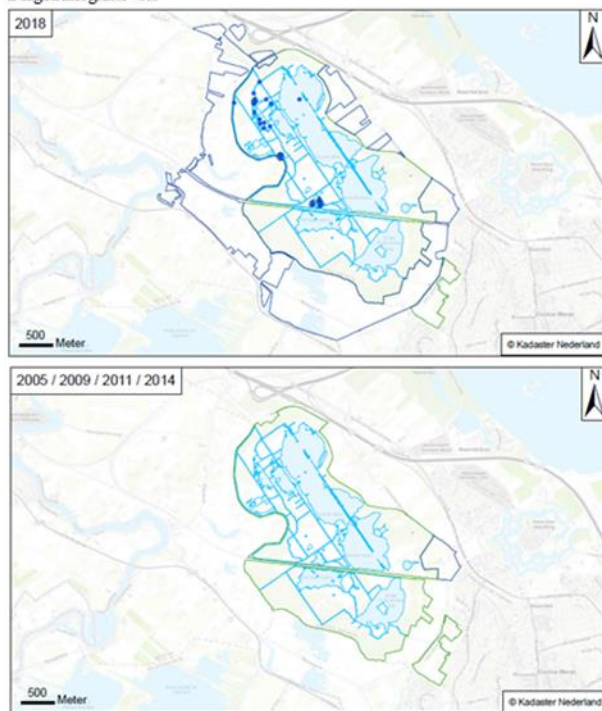
Figuur 9: florakartering gebogen kransblad.

Ruw kransblad



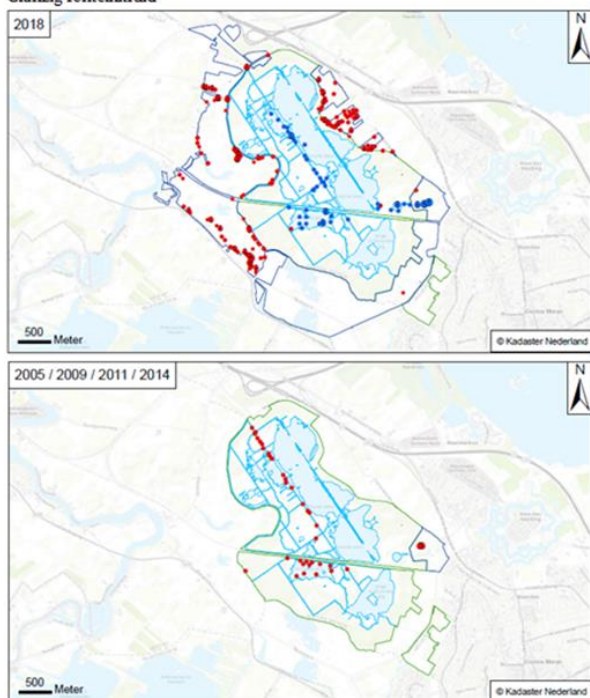
Figuur 10: florakartering ruw kransblad.

Buigzaam glanswier

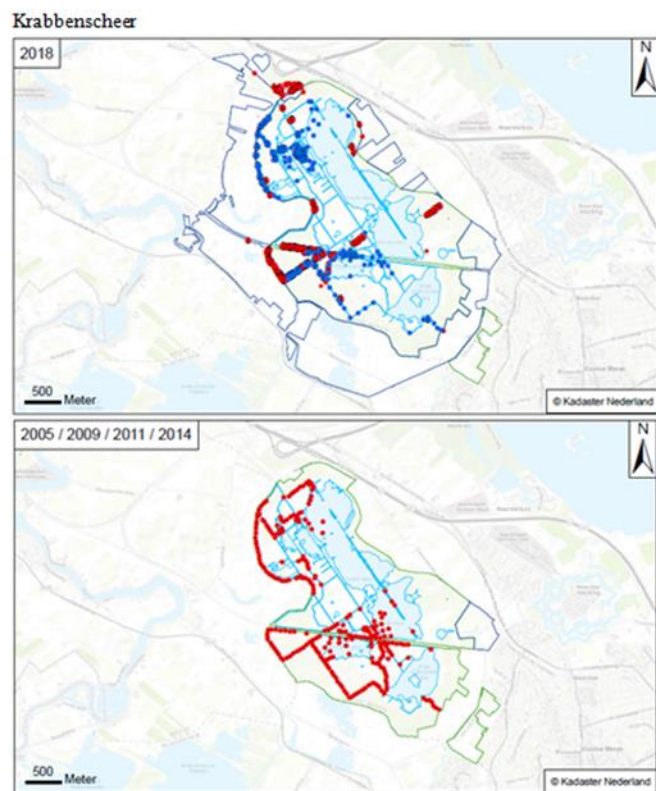


Figuur 11: florakartering buigzaam glanswier.

Glanzig fonteinkruid



Figuur 12: florakartering glanzig fonteinkruid



Figuur 13: florakartering krabbenscheer.

H4. Discussie

Tijdens dit onderzoek is gekeken naar het effect van exotische rivierkreeften op beschermde natuurwaarden in het Naardermeer. Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn vier deelvragen opgesteld die elk een bijdrage zullen leveren aan de beantwoording van de hoofdvraag. Tijdens het onderzoek is gekeken naar de relatieve dichtheden van rivierkreeften in specifieke habitattypen. Ook is gekeken naar het effect van watertemperatuur op de vangst van het aantal rivierkreeften. Daarnaast is de fosfaat en pH huishouding in elk deelgebied bemonsterd. Tot slot is de meest recente florakartering vergeleken met de florakartering van 2005, 2009, 2011 en 2014. De relatieve dichtheden en de cumulatieve vangsten hebben weergegeven dat het probleem van exotische rivierkreeften in het Naardermeer nog niet een grote dreiging is. De beheereenheid Gooi en Vechtstreek heeft door het onderzoek meer inzicht gekregen over de druk van exotische rivierkreeften op specifieke habitattypen.

Het is opvallend dat de totaal gevangen rivierkreeften per deelgebied sterk uiteenlopen (zie figuur 3). In het onderzoek van Coignet *et al.* (2012) zijn vier verschillende deelgebieden bemonsterd. In dit onderzoek zijn ook per deelgebied uiteenlopende aantallen van rivierkreeften gevangen. In het huidige onderzoek heeft deelgebied vijf de hoogste hoeveelheid aan gevangen rivierkreeften, namelijk 149 rivierkreeften. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat deelgebied vijf een geschikte bodem heeft waardoor rivierkreeften hier goed in kunnen graven. De rode Amerikaanse rivierkreeft wordt gezien als een secundaire graver (zie bijlage VII), dit betekent dat de kreeft graag in de bodem graaft tijdens kwetsbare periodes, zoals tijdens een vervelling en periodes van droogte. De in mindere mate gevangen, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, wordt gekenmerkt als een tertiaire graver, voor deze kreeftensoort is een steile oeverrand essentieel (Welch & Eversole, 2006). In een onderzoek van Mazlum & Eversole uit 2004 is gebleken dat het graven van holen in de grond essentieel is om de levenscyclus van een rivierkreeft te voltooien; jongen van de rivierkreeften worden vaak in bovengenoemde holen grootgebracht. Bij een onderzoek naar kreeftengangen nabij oevers, zijn 65 gangen onderzocht. Uit dit onderzoek is gebleken dat 25% van de onderzochte gangen toegerekend kunnen worden aan rivierkreeften. De resterende gangen zijn voornamelijk door woelmuizen en ratten gegraven (Moedt, 2011). Hieruit kan geconcludeerd worden dat rivierkreeften een rol spelen bij het instorten van oevers, maar andere grotere gravers zoals muizen en ratten, zijn de voornaamste boosdoeners. De één na hoogste hoeveelheid aan rivierkreeften is aangetroffen in deelgebied zeven, namelijk 110 gevangen rivierkreeften. Een verklaring hiervoor zou de hoge abundantie aan krabbenscheer kunnen zijn, daarnaast is ook een steile oeverrand aanwezig waar de rivierkreeften zich in kunnen graven. Uit twee veldonderzoeken is gebleken dat Amerikaanse rivierkreeften veel begrazen op krabbenscheer (Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren, n.d; Staatsbosbeheer Utrecht, 2016).

De totale hoeveelheid van 486 rivierkreeften die gevangen zijn over een periode van tien weken is vrij laag. In de Molenpolder, een vergelijkbaar gebied als het Naardermeer, loopt ook een onderzoek waar gekeken wordt naar de dichtheden van exotische rivierkreeften. In oktober 2018 zijn 3200 individuen gevangen. Vergeleken met de aantallen die gevangen zijn in het Naardermeer is dit meer dan zes keer zoveel (Naturetoday, 2019). Wel moet rekening gehouden worden met het feit dat de inventarisaties niet in dezelfde maanden uitgevoerd zijn. De Molenpolder had tijdelijk een te hoge toevoer van fosfaat, dit was gunstig voor de rivierkreeften, maar ging wel ten koste van de biodiversiteit ter plekke. In het Naardermeer zijn de totaal fosfaat waardes vrij laag, waardoor het water niet aantrekkelijk is voor de rivierkreeften. Naast de lage totaal fosfaat waardes spelen andere factoren zoals een robuust ecosysteem,

natuurlijke rietoevers en voldoende predatoren een belangrijke rol. De bovengenoemde factoren hebben bijgedragen aan het feit dat de rivierkreeft populaties tot op heden in het Naardermeer minimaal zijn. Dit is terug te zien in de cumulatieve vangsten.

Om een beter beeld te krijgen van de dichtheid van rivierkreeften in het Naardermeer is een relatieve dichtheid berekend. Deelgebied 5 en 7 hebben de hoogste relatieve dichtheden met allebei een relatieve dichtheid van 8. Hiervoor geldt dezelfde redenering die gebruikt is bij de ‘totaal gevangen rivierkreeften per deelgebied’. Tijdens het onderzoek kon een betere dichtheid berekend worden als de rivierkreeften gemarkeerd mochten worden, zoals in het onderzoek van Nowicki *et al.* (2008). Voor het onderzoek heeft Natuurmonumenten geen ontheffing kunnen krijgen voor het uitvoeren van dierproeven. Dit is de reden waarom gekozen is voor een relatieve dichtheid. Echter, geeft een relatieve dichtheid niet een betrouwbaar beeld weer, omdat de kans op terugvangst relatief gezien groot is. In het onderzoek dat sportvisserij Nederland in Gouda heeft uitgevoerd, is een terugvangst percentage van 43% geconstateerd (Emmerik, 2010). In het huidige onderzoek is de relatieve dichtheid toch berekend, ondanks de hoge terugvangst percentage, om zo in kaart te brengen waar de meeste druk van exotische rivierkreeften per onderzochte habitatype in het Naardermeer plaatsvindt.

De fuiken die geleege zijn op dinsdag hebben gemiddeld gezien vier meer rivierkreeften per dag gevangen dan op woensdag en donderdag. Uit de one-way ANOVA is te zien dat dinsdag statistisch verschilt van woensdag. De andere dagen hebben geen statistisch verschil t.o.v. elkaar. Een verklaring voor de hogere vangst op dinsdag is dat de fuiken vier nachten in het water hebben gezeten, i.p.v. één nacht. Dit gaat tegen de verwachting in dat de rivierkreeften minder aangetrokken zullen worden tot een fuik die relatief gezien vol zit (B. Koese persoonlijke communicatie, 7 februari, 2019). Voor een eventueel vervolgonderzoek is dit goed om te weten.

Per deelgebied zijn ook drie verschillende abiotische factoren bemonsterd/gemeten, namelijk watertemperatuur, pH en totaal fosfaat. De watertemperatuur is dagelijks bijgehouden, zoals vermeld in de materiaal en methode. In figuur 5 is te zien dat het aantal waarnemingen van rivierkreeften sterk toenemen nadat de watertemperaturen stijgen. In de eerste week van het veldwerk is een gemiddelde van 8 rivierkreeften gevangen met een gemiddelde watertemperatuur van 8,2 °C. In de tiende week zijn gemiddeld 33 rivierkreeften gevangen, waarbij de gemiddelde watertemperatuur 17,0 °C was. Dit komt overeen met de bevindingen van Emmerik (2010). In dit onderzoek is ook geconstateerd dat meer kreeften gevangen werden bij een hogere watertemperatuur; een positieve matig tot sterke correlatie is berekend. Watertemperatuur heeft invloed op de activiteiten van rivierkreeften. Uit onderzoek is gebleken dat volwassene rivierkreeften gestimuleerd worden door temperatuurveranderingen om zichzelf voort te planten (Ackefors & Lindqvist, 1994). De rivierkreeften mogen naarmate de watertemperatuur zakt dan wel minder actief worden, maar individuen binnen een populatie kunnen jaarrond eitjes of juvenielen dragen, zodat de kreeften gemakkelijker gebieden kunnen koloniseren (Souty-Grosset *et al.*, 2006). Tijdens het veldwerk zijn ook vrouwtjes met eieren en juvenielen waargenomen.

Eén van de onderzochte chemische waardes in elk deelgebied is de pH. De bemonsterde pH-waardes voldoen aan de waardes zoals beschreven in het Natura 2000 beheerplan van het Naardermeer (Provincie Noord-Holland, 2019). Voor kranswierwateren bedraagt de pH tussen de 6 en 8,5 en voor meren met krabbenscheer en fonteinkruid bedraagt de pH tussen de 6 en 7. Dit wil zeggen dat de pH huishouding in de betreffende habitatype waarschijnlijk niet aangetast is door rivierkreeften. Wel is er een positieve

zwakke tot matige correlatie gebleken met betrekking op de pH en de relatieve dichtheid van de rivierkreeften, dit houdt in dat de pH wel invloed heeft op de aanwezigheid van rivierkreeften. Het optimumwaarde voor de meeste Amerikaanse rivierkreeften bevindt zich rond de 7,5 (Soes & Koese, 2010). De meeste gedeelten in het Naardermeer voldoen aan het bovengenoemde optimumwaarde. Echter, zullen de rivierkreeften niet voorkomen in wateren met een pH lager dan 5,5. Dit is niet het geval in het Naardermeer. pH maakt deel uit van het primaire productieproces wat gerealiseerd wordt door waterplanten. In dit proces wordt CO₂ gebruikt, mocht dit in het systeem op zijn of in lagere hoeveelheden aanwezig zijn dan wordt bicarbonaat gebruikt. Dit kan op termijn resulteren in een hogere pH (Roessink *et al.*, 2010). Bij een dalende primaire productie van de waterplanten stijgt de pH, de primaire productie zou aangetast kunnen worden door rivierkreeften doordat de soorten watervegetatie wegnippen of begrazen.

De tweede onderzochte chemische waarde is totaal fosfaat. In het Naardermeer is de hoeveelheid aan totaal fosfaat laag, zoals te zien is in figuur 7. De bemonsterde waarden voldoen aan de norm die is opgesteld vanuit het waterplan Naarden-Bussum, de waarde bedraagt totaal fosfaat 0,15 mg/l (Grontmij, 2008). Het Naardermeer wordt sinds 1990 gedefosfateerd, de waardes zijn sinds 1991 vrijwel uniform gebleven (Grandiek *et al.*, 2015). Mocht op lokaal niveau veel rivierkreeften aanwezig zijn, dan kan een hogere waarde van totaal fosfaat verwacht worden door het gewoel van de rivierkreeften. Niet alleen de rivierkreeft is schuldig voor de vertroebeling van het water, de brasem staat ook bekend om het woelen van de bodem, waardoor slib met fosfaat in het water terecht komt (Werner, 2010; Natuurinformatie, n.d.). Fosfaat is een belangrijke factor voor de aanwezigheid van rivierkreeften, omdat fosfaat een positieve invloed heeft op de groei van algen wat resulteert in troebel water. Rivierkreeften prefereren troebelwater (Naturetoday, 2019). De rivierkreeften woelen in de bodem om zo hun gewenste leefomgeving te creëren, namelijk eutrofe wateren (Soes & van Eekelen, 2006).

Uit een eerder onderzoek is al gebleken dat rivierkreeften in minder dan anderhalve maand de diversiteit aan waterplanten sterk kunnen doen verminderen (Feminella & Resh, 1989). Tijdens het onderzoek is specifiek gekeken naar twee verschillende habitattypen: kranswierwateren en meren met krabbenscheer en fonteinkruid. Uit de resultaten is te zien dat de abundantie van krabbenscheer en gebogen kransblad is afgenomen in 2018 ten opzichte van 2005, 2009, 2011 en 2014. Daarentegen zijn ruw kransblad, glanzig fonteinkruid en buigzaam glanswier in aantallen toegenomen in 2018 ten opzichte van 2005, 2009, 2011 en 2014 (Langebroek *et al.*, 2018). Een mogelijke verklaring voor de afname in de abundantie van bovengenoemde waterplanten zou een verandering in abiotische factoren kunnen zijn zoals: licht, pH, fosfaat en stikstof. Echter, zou dit zeer onwaarschijnlijk zijn, omdat de abiotische waardes (stikstof en fosfaat) in het Naardermeer vrijwel stabiel zijn gebleven over de jaren heen (Grandiek *et al.*, 2015). Een andere verklaring is de aantasting door rivierkreeften. Hierbij kan gedacht worden aan begrazing van macrofyten en omwoeling van de bodem. Echter is dit een aanname en om het uit te kunnen sluiten moet dit gedeelte van het onderzoek verder onderzocht worden.

Het Naardermeer ondervindt tot op heden minimale last van de exotische rivierkreeften. Gekeken naar andere gebieden in Nederland, zouden de lokale exotische rivierkreeften populaties in het Naardermeer zich sterk kunnen ontwikkelen over enkele jaren (Naturetoday, 2019). Hierbij de kunnen de individuen ook verspreiden naar andere locaties binnen het Naardermeer. Dit kan gebeuren doordat rivierkreeften de waardes van de pH en het totaal fosfaat langzaam, maar geleidelijk doen veranderen (Natuurinformatie, n.d. en Roessink *et al.*, 2010). In het Naardermeer is tot op heden nog geen verandering van de abiotische

waarden door exotische rivierkreeften vastgesteld, maar het is belangrijk dat men hier rekening mee houdt voor in de toekomst. Het bovenstaande proces wordt versneld doordat de rivierkreeften veel begrazen op waterplanten (Feminella & Resh, 1989). Al deze activiteiten helpen bij het voortbestaan van de rivierkreeften doordat het water steeds troebeler wordt (Naturetoday, 2019). Organismen zoals vissen en amfibieën, maar ook macrofyten zullen geleidelijk verdwijnen door de destructie van het habitat (Feminella & Resh, 1989; Guan & Wiles, 1997). In een onderzoek van Nishijimi *et al.* (2017) is aangetoond dat invasieve rivierkreeften kunnen zorgen voor een verplaatsing in de ecologische veerkracht. Zodra een populatie van rivierkreeften een bepaalde dichtheid behaalt, kan het desbetreffende water veranderen van helder water met een abundantie aan macrofyten naar troebel water met veel fytoplankton (algen, bacteriën en blauwalgen). In het Naardermeer zou dit effect ook plaats kunnen vinden. De exotische rivierkreeften in het Naardermeer kunnen ervoor zorgen dat het ecosysteem kan omslaan van helderwater naar troebelwater. Dit kan gebeuren door een kritische P-belasting van 0,56 mg P/m²/dag. De verblijftijd van het fosfaat in het systeem bedraagt 80 dagen. Het is mogelijk om van troebel naar helder te gaan, dan is het noodzakelijk dat 0,44 mg P/m²/dag verwijderd wordt uit het systeem (Planbureau voor de Leefomgeving, 2019).

Het gehele onderzoek is vrijwel vlekkeloos verlopen. Voor een eventueel vervolgonderzoek kunnen de volgende punten meegenomen worden. Soms kwam het voor dat een fuik niet op de bodem van het desbetreffende water bleef liggen. In de toekomst kan dit opgelost worden door een gewicht te hangen aan de fuik, waardoor de fuik op de bodem blijft liggen. Hierdoor zal het onderzoek meer uniform zijn.

H5. Conclusie

Het doel van dit rapport is om de beheereenheid Gooi en Vechtstreek te informeren over de verspreiding en potentiële negatieve effecten van exotische rivierkreeften in het Naardermeer. In dit hoofdstuk worden antwoorden gegeven op de deelvragen en de hoofdvraag die geformuleerd zijn in de inleiding. De onderstaande conclusies dragen bij aan het nationale probleem omtrent exotische rivierkreeften.

De hoogste totale hoeveelheid aan rivierkreeften is gevangen in deelgebied 5, namelijk 149 rivierkreeften. Het laagste aantal rivierkreeften is gevangen in deelgebied 2, met een totale hoeveelheid van 53 rivierkreeften. In deelgebied 5 (kranswierwateren) en 7 (meren met krabbenscheer en fonteinkruid) zijn de hoogste relatieve dichtheid aan rivierkreeften geconstateerd, namelijk een relatieve dichtheid van 8. De laagste relatieve dichtheid is geconstateerd in deelgebied 1(referentie sloot), namelijk een relatieve dichtheid van 3. Hieruit kan geconcludeerd worden dat deelgebied 5 en 7 beter presteren in de behoeftes van de exotische rivierkreeften en dus ook een hogere dichtheid hebben. Zo is in deelgebied 7 een hoge dichtheid aan krabbenscheer aanwezig en een steile oeverrand nabij, waar de rivierkreeften eventueel in kunnen graven. In deelgebied 5 is buigzaam glanswier abundant en is een steile oeverrand aanwezig.

De invloeden van rivierkreeften op de pH en totale fosfaat waarden in de bemonsterde gebieden zijn minimaal. Een verklaring voor de lage totale fosfaat waarden zou de minimale woeling van rivierkreeften in bodemmateriaal kunnen zijn, doordat de populaties in het Naardermeer relatief gezien klein zijn. De bemonsterde pH-waarden zijn redelijk stabiel en normaal voor het betreffende habitat. Mochten de rivierkreeften veel foerageren op waterplanten dan zou de pH-waarden basisch worden, in dit geval is het niet zo. Met de bovengenoemde verklaring kan ook geredeneerd worden dat rivierkreeften in de bemonsterde habitattypen een minimaal effect hebben op het voortbestaan van de watervegetatie. In praktijk foerageren de rivierkreeften nog steeds op de watervegetatie, maar alleen op lokale schaal. Mocht dit op een grotere schaal gebeuren dan is het terug te zien in o.a. de pH-waarden en de troebelheid van het water.

De kritische P-belasting voor het Naardermeer bedraagt 0,56 mg P/m²/dag. Mocht deze waarde behaald worden dan slaat het water om van helder naar troebel. Exotische rivierkreeften kunnen een bijdrage leveren aan het bereiken van de kritische P-belasting waarde door te woelen in de bodem en de watervegetatie te begrazen. Tot op heden is hier nog geen sprake van aangezien de relatieve dichtheden vrij laag zijn.

Uit de florakarteringen is te zien dat de aanwezigheid van krabbenscheer en gebogen kransblad in de onderzochte gebieden is afgenomen. Echter zijn ruw kransblad, glanzig fonteinkruid en buigzaam glanswier in hogere abundantie aanwezig. Een mogelijke verklaring voor de afname van krabbenscheer en gebogen kransblad zou de begrazing van exotische rivierkreeften kunnen zijn. Daarnaast zou de omwoeling van sediment ook een rol kunnen spelen. Het woelen in het sediment maakt het water meer troebel waardoor sommige waterplanten niet kunnen groeien. Ook is het mogelijk dat op lokaal niveau de abiotische factoren veranderd zijn, waardoor sommige watervegetatie hier minder goed gedijt. Een mogelijke verklaring voor de toename van bovengenoemde macrofyten zou een lagere begrazingsdruk van rivierkreeften kunnen zijn of gunstigere abiotische en biotische factoren

Watertemperatuur speelt een belangrijke rol op de totale hoeveelheid rivierkreeften die per week gevangen zijn. Uit de resultaten is af te leiden dat de aantallen toenemen naarmate de watertemperatuur toenam.

De reden waarom de rivierkreeften in het Naardermeer onsuccesvoller zijn dan in vergelijking met de Molenpolder, is waarschijnlijk te danken aan het robuuste ecosysteem van het Naardermeer. Zo heeft het Naardermeer een goede visstand, een verscheidenheid aan vogels en diverse zoogdieren die bijdragen aan het onderdrukken van de exotische rivierkreeften.

Met behulp van de beantwoorde deelvragen kan de hoofdvraag "Wat zijn de effecten van exotische rivierkreeften op de kranswierwateren & meren met krabbenscheer en fonteinkruid in het Naardermeer?" beantwoord worden. De onderzochte gebieden op het moment van onderzoeken ondervinden of hebben minimale negatieve effecten van invasieve exotische rivierkreeften ondervonden. Echter, betekent het niet dat dit altijd zal blijven. Kijkend naar de nationale trend van exotische rivierkreeften zou de populatie in het Naardermeer er heel anders uit kunnen zien over enkele jaren. Op het moment van schrijven zijn er weinig aanwijzingen van negatieve effecten van exotische rivierkreeften in het Naardermeer. De rivierkreeften hebben potentie om schade te verrichten aan het ecosysteem, maar de dichtheden zijn relatief gezien vrij laag. De hypothese die verwachtte, dat rivierkreeften een negatieve impact hebben op het ecosysteem is hierdoor afgewezen.

H6. Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gemaakt voor mogelijke vervolgonderzoeken en eventuele beheermaatregelen die van pas kunnen komen op korte en lange termijn.

6.1 Vervolgonderzoek

Voor vervolgonderzoek is het aan te raden om de fuiken voor maximaal drie nachten op dezelfde locatie te laten staan, zodat de fuiken daarna naar een andere locatie binnen het Naardermeer verplaatst kunnen worden. Hierdoor kan een groter oppervlakte van het Naardermeer bedekt worden, wat een realistischere dichtheid van het gehele Naardermeer zal weergeven.

6.2 Beheermaatregelen

Om de rivierkreeftenstand in het Naardermeer laag te houden, is het van belang om inheemse predatoren van de exotische rivierkreeften in stand te houden. Het is namelijk bekend dat predatoren zoals paling, snoek, snoekbaars, blauwe reiger en fuut prederen op exotische rivierkreeften (Couperus, 2015). De inheemse predatoren functioneren hierdoor als eerste bestrijdingsmiddel tegen de exotische rivierkreeften. Deze predatoren dienen zoveel mogelijk geholpen te worden, omdat het op peil houden van deze populaties belangrijk is. Dit kan gedaan worden door bepaalde factoren in het ecosysteem te verbeteren of aan te passen.

De bovengenoemde soorten profiteren van een ecosysteem waar een goede waterkwaliteit aanwezig is. Een goede waterkwaliteit zal de lokale biodiversiteit stimuleren. Schone wateren met een goede waterkwaliteit hebben vaak een hoge abundantie aan watervegetatie. Een goede waterkwaliteit en abundant watervegetatie vormen de basis van een goed waterecosysteem (Natuur & Milieu, 2019). Naast een goede waterkwaliteit is het ook van belang om natuurlijke oevers te behouden en waar nodig is aan te leggen, zodat de oevers weerbaarder zijn tegen het gegrave van exotische rivierkreeften (Gylstra, 2017).

Het Naardermeer heeft een robuust ecosysteem met een verscheidenheid aan planten- en diersoorten. Ondanks het robuuste systeem zijn er enkele bedreigingen voor het Naardermeer. De beheereenheid Gooi & Vechtstreek heeft in 2017 geïnvesteerd in de renovatie van een fosfaat-zuivering installatie, om zo de waterkwaliteit en natuur positief te stimuleren (Natuurmonumenten, 2017). Naast fosfaat speelt stikstof ook een belangrijke rol in de aantasting van de verschillende habitattypes in het Naardermeer.

Het wordt aangeraden voor de beheereenheid Gooi en Vechtstreek om te blijven investeren in de defosfatering van het water en maatregelen te blijven nemen voor de aanpak van stikstof zoals het baggeren van stikstof rijk slib (Natuurmonumenten, 2019). Hierdoor zal het robuuste ecosysteem behouden blijven.

Wanneer de rivierkreeftenpopulatie zodanig toeneemt dat het ecosysteem verslechtert, wordt aangeraden om de rivierkreeften door middel van fuiken intensief weg te vangen (Hoop *et al.*, 2016). Deze methode is geschikt voor het Naardermeer, omdat deze methode het ecosysteem het minst aantast. Andere bestrijdingsmethoden als chemische bestrijding of biologische bestrijding (door middel van uitzetten van palingen), passen niet goed bij de visie van Natuurmonumenten. Aangezien het ecosysteem hiervan meer in onbalans kan raken (Holdich *et al.*, 1999).

Bronnenlijst

- Ackefors, H., & Lindqvist, O. V. (1994). Cultivation of freshwater crayfishes in Europe. *Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe and Australia*, 157-216.
- Blake, M. A., & Hart, P. J. B. (1995). The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. *Freshwater Biology*, 33(2), 233-244.
- Boerkamp, A., Roessink, I., van Giels, J., & Ottburg, F. G. W. A. (2012). *Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften: de Amerikaanse rivierkreeft in het Veenweidegebied: managementsamenvatting* (No. 2244). Alterra.
- Coignet, A., Pinet, F., & Souty-Grosset, C. (2012). Estimating population size of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in fish-ponds (Brenne, Central France). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (406), 02.
- Couperus, A. S. (2015). Kennisdocument rivierkreeften (No. C190/15). IMARES.
- Crandall, K.A. (2010). *Procambarus acutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2010.
- Emmerik, W.A.M. (2010). Oriënterend onderzoek exotische rivierkreeften stadswateren Gouda. Geraadpleegd op 02-03-2019 van https://www.sportvisserijnederland.nl/files/kreeftenrapport-gouda_5628.pdf
- Feminella, J. W., & Resh, V. H. (1989). Submersed macrophytes and grazing crayfish: an experimental study of herbivory in a California freshwater marsh. *Ecography*, 12(1), 1-8.
- Fowler, J., Cohen, L., & Jarvis, P. (2013). Practical statistics for field biology. John Wiley & Sons.
- Gherardi, F. (2006). Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39(3), 175-191.
- Grandiek, N., Van Leerdam, A., Rip, W., Hofstra, J., Sijtsma, B., Hoogenboom, D., Van 't Veer, R. (2015) 094 Naardermeer gebiedsanalyse. Geraadpleegd op 02-06-2019 van https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/Documenten/Pas/Vastgestelde%20gebiedsanalyses_1-7-2015/094_Naardermeer_gebiedsanalyse_01-06-15_NH.pdf
- Grontmij. (2008). *Waterplan Naarden-Bussum*. Geraadpleegd op 15-05-2019 van https://bestuur.gooisemerren.nl/fileadmin/Beleidsnota_s/Waterplan/Waterplan_Naarden_Bussum_2008-2014.pdf
- Guan, R. Z., & Wiles, P. R. (1997). Ecological Impact of Introduced Crayfish on Benthic Fishes in a British Lowland River: Impacto Ecológico de un Langostino de Río Introducido en Poblaciones de Peces Bentónicos de un Río de las Tierras Bajas Británicas. *Conservation Biology*, 11(3), 641-647.
- Gurevitch, J., & Padilla, D. K. (2004). Are invasive species a major cause of extinctions?. *Trends in ecology & evolution*, 19(9), 470-474.
- Gutiérrez-Yurrita, P. J., Sancho, G., Bravo, M. A., Baltanas, A., & Montes, C. (1998). Diet of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in natural ecosystems of the Donana National Park temporary freshwater marsh (Spain). *Journal of Crustacean Biology*, 18(1), 120-127.
- Gylstra, R. (2017). *Exotische rivierkreeft is de nieuwe muskusrat*. Geraadpleegd op 05-06-2019 van <https://www.ad.nl/rivierenland/exotische-rivierkreeft-is-de-nieuwe-muskusrat~a491d634/>

- Hamr, P. (2002) Orconectes. In: Holdich, D. (Eds.), *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Huner, J. (2002) Procambarus. In: Holdich, D.M. (Eds.), *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell, Oxford. p. 541-584.
- Holdich, D., & Black, J. (2007). The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817)[Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions*, 2(1), 1-15.
- Holdich, D. M., & Gherardi, F. (Eds.). (1999). *Crayfish in Europe as Alien Species: How to Make the Best of a Bad Situation?*. AA Balkema.
- Holdich, D. M., Gydemo, R. O. L. F., & Rogers, W. D. (1999). A review of possible methods for controlling nuisance populations of alien crayfish. *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation*, 245-270.
- Holdich, D., Haffner, P., Noël, P., Carral, J., Füreder, L., Gherardi, F., ... & Taugbøl, T. (2006). . Species files.
- Hoop, L. D., Van der Loop, J. M. M., van Kleef, H. H., Hullu, E. D., & Leuven, R. S. E. W. (2016). Maatregelen voor het elimineren en beheersen van invasieve exoten van EU-belang in Nederland.
- Koese, B. (2011). De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft rond Kamerik en Kockengen in 2010. Geraadpleegd op 02-03-2019 van <http://www.eis-nederland.nl/rivierkreeften>
- Koese, B. (2008). Rivierkreeften proeftabel. *Naturalis, Leiden*.
- Koese, B., Raaphorst, E., Heuts, P., & Kolff, E. (2011). Gravende rivierkreeften: waar gaat het heen?. *De Levende Natuur*, 112(3), 120-123.
- Koese, B., & Soes, M. (2011). *De Nederlandse rivierkreeften (Astacoidea & Parastacoidea)*. Nederlandse Entomologische Vereniging.
- Langbroek, M., Pepping, P., Slingerland, P. (2018). Florakartering Naardermeer 2018. Van der Goes & Groot, Alkmaar.
- Leewis, R., Duistermaat, L., Gittenberger, A., & van der Have, T. M. Soes en J. van Valkenburg, 2013. *Veldgids Exoten. KNNV Uitgeverij, Zeist*.
- Lindqvist, O.V., Huner J.V. (1999). Life history characteristics of crayfish: What makes some of them good colonizers?. In: Gherardi F, Holdich DM, editors. *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?* Rotterdam: A.A. Balkema. pp 23–30
- Mazlum, Y., & Eversole, A. G. (2004). Observations on the life cycle of *Procambarus acutus acutus* in South Carolina culture ponds. *Aquaculture*, 238(1-4), 249-261.
- Mills, E. L., Leach, J. H., Carlton, J. T., & Secor, C. L. (1993). Exotic species in the Great Lakes: a history of biotic crises and anthropogenic introductions. *Journal of Great Lakes Research*, 19(1), 1-54.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2019). Naardermeer. Geraadpleegd op 22-01-2019 van <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=1&id=n2k94&topic=introductie>

Moedt, S. (2011). Kreeftengangen HDSR. Onderzoek naar gangen van rivierkreeften in de oevers van een watergang nabij de Tuurdijk te Houten.

Nature Today (2019). *Provincie Utrecht en Waternet pakken rode Amerikaanse rivierkreeft aan*. Geraadpleegd op 08-05-2019 van <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=25114>

Natuurmonumenten (2017). Grootschalige renovatie waterzuivering Naardermeer. Geraadpleegd op 07-07-2019 van <https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/naardermeer/nieuws/grootschalige-renovatie-waterzuivering-naardermeer>

Natuurmonumenten (2019). Stikstof en het Naardermeer. Geraadpleegd op 07-07-2019 van <https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/naardermeer/nieuws/stikstof-en-het-naardermeer>

Nowicki, P., Tirelli, T., Sartor, R. M., Bona, F., & Pessani, D. (2008). Monitoring crayfish using a mark-recapture method: potentials, recommendations, and limitations. *Biodiversity and conservation*, 17(14), 3513-3530.

NWF (2018). *Invasive Species*. Geraadpleegd op 28-12-18 van <https://www.nwf.org/Educational-Resources/Wildlife-Guide/Threats-to-Wildlife/Invasive-Species>

Nyström, P. (2017). Ecological impact of introduced and native crayfish on freshwater communities: European perspectives. In *Crayfish in Europe as alien species* (pp. 63-85). Routledge.

Nyström, P. E. R., & Strand, J. (1996). Grazing by a native and an exotic crayfish on aquatic macrophytes. *Freshwater biology*, 36(3), 673-682.

Paglianti, A., & Gherardi, F. (2004). Combined effects of temperature and diet on growth and survival of young-of-year crayfish: a comparison between indigenous and invasive species. *Journal of Crustacean Biology*, 24(1), 140-148.

Planbureau voor de Leefomgeving (2019). Metamodel PCLake. Geraadpleegd op 04-07-2019 van <https://themasites.pbl.nl/modellen/pclake/index.php>

Provincie Noord-Holland (2019). Natura 2000-beheerplan Naardermeer 2019-2025. Geraadpleegd op 04-06-2019 van https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2019/03/Ontwerp_Natura_2000_Naardermeer_2019-2025-DEF.pdf

Provincie Noord-Holland (2019). Natuurplannen Naardermeer krijgen vorm. Geraadpleegd op 02-04-2019 van https://www.noord-holland.nl/Actueel/Archief/2019/Maart_2019/Natuurplannen_Naardermeer_krijgen_vorm

Rodríguez, C. F., Bécares, E., Fernández-Aláez, M., & Fernández-Aláez, C. (2005). Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological invasions*, 7(1), 75.

Roessink, I., van Giels, J., Boerkamp, A., & Ottburg, F. G. W. A. (2010). Effecten van rode-en geknobbeld Amerikaanse rivierkreeften op waterplanten en waterkwaliteit (No. 2052). Alterra.

Roessink, I., Hudina, S., & Ottburg, F. G. W. A. (2009). Literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijding van twee invasieve soorten: de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbeld Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) (No. 1923). Alterra.

Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ... & Leemans, R. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *science*, 287(5459), 1770-1774.

Soes, D.M. (2018). Kennisdocument uitheemse rivierkreeften Hoogheemraadschap van Rijnland. Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-293. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Slater, F. M., & Rayner, G. (1993). *Austropotamobius pallipes* in otter diet in the mid-Wye catchment of central Wales. *Freshwater crayfish*, 9, 365-367.

Soes, D. M., & Koese, B. (2010). Invasive crayfish in the Netherlands: a preliminary risk analysis. *Interim report, Bureau Waardenburg bv, Stichting EIS-Nederland, Invasive Alien Species Team, Waardenburg, The Netherlands.*

Soes, D. M., & van Eekelen, R. (2006). *Rivierkreeften, een oprukkend probleem?*. De Levende Natuur, 107(2), 56-59.

Souty-Grosset, C., Holdich, D., Noel, P., Reynolds, J. D., & Haffner, P. (2006). *Atlas of crayfish in Europe* (p. 188). Muséum national d'Histoire naturelle.

Staatsbosbeheer Utrecht (2016). Waar is het krabbenscheer gebleven? Geraadpleegd op 03-06-2019 van <https://www.boswachtersblog.nl/utrecht/2016/03/04/waar-is-het-krabbenscheer-gebleven/>

Verbrugge, L. N. H., Hoop, L. D., Leuven, R. S. E. W., Aukema, R., Beringen, R., Creemers, R. C. M., ... & Van Turnhout, C. A. M. (2015). Expertpanelbeoordeling van (potentiële) risico's en managementopties van invasieve exoten in nederland: inhoudelijke input voor het nederlandse standpunt over de plaatsing van soorten op eu-verordening 1143/2014.

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (n.d.). Verlanding van laagveenpetgaten. Geraadpleegd op 03-06-2019 van <http://edepot.wur.nl/406338>

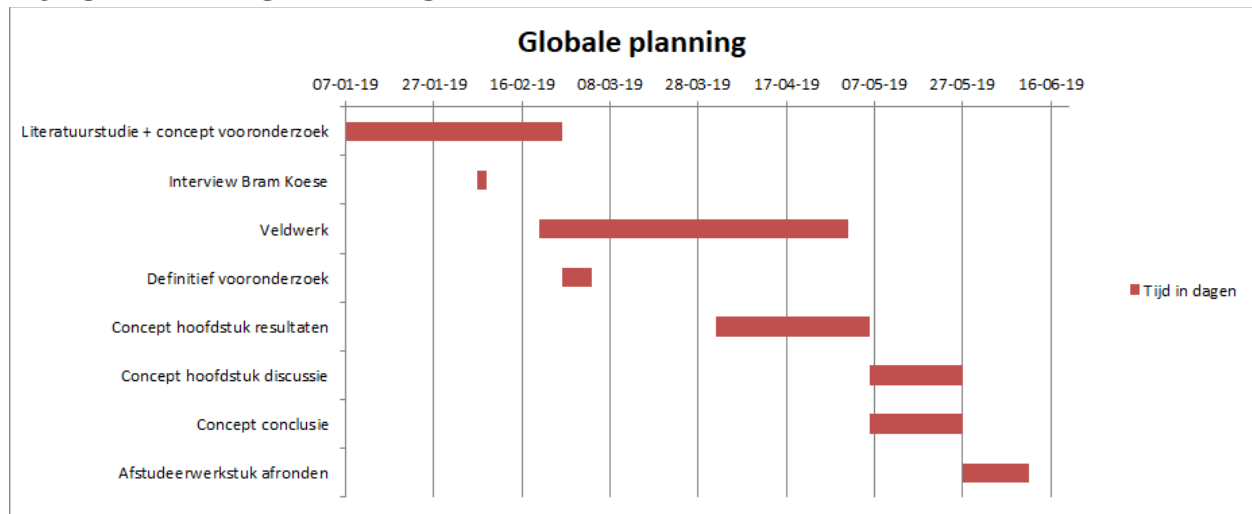
Waarneming.nl (2019) Naardermeer. Geraadpleegd op 02-04-2019 van <https://waarneming.nl/locations/202/>

Welch, S. M., & Eversole, A. G. (2006). Comparison of two burrowing crayfish trapping methods. *Southeastern Naturalist*, 27-30.

Werner, M. (2010). Wie helder water wilt, moet brasem vangen. Geraadpleegd op 04-06-2019 van <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/wie-helder-water-wil-moet-brasem-vangen~b248b238/?referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

Bijlagen

Bijlage I Planning uitvoering



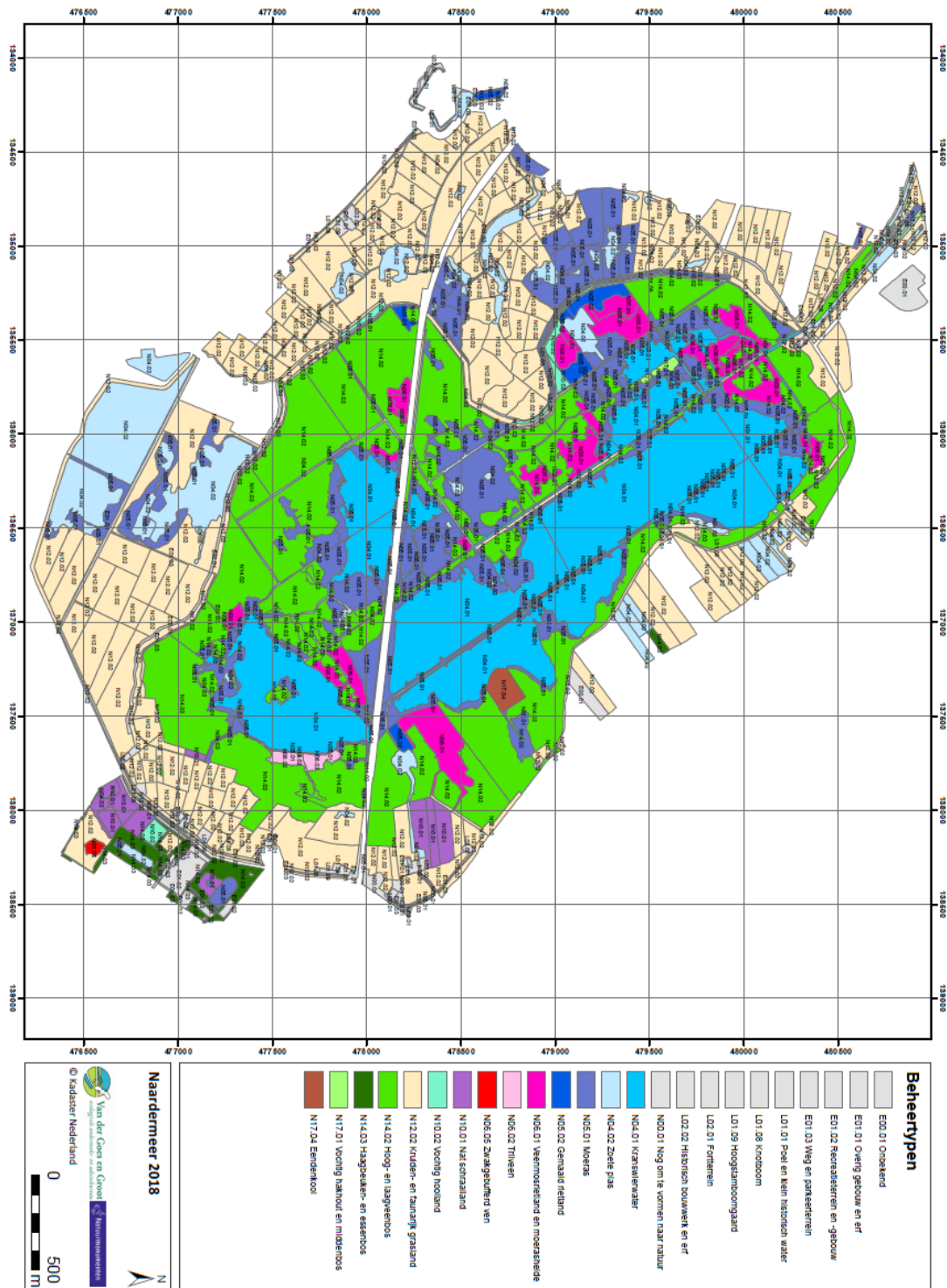
Bijlage II Interview met Bram Koese

Interview Bram Koese

07-02-2019 EIS kenniscentrum

- Welke methode kan het best gebruikt worden om rivierkreeften te vangen? (fuiken)
- Hoe ziet de verspreiding van de rode, gestreepte en gevlekte Amerikaanse rivierkreeft eruit rondom het Naardermeer?
- Wat zijn de nieuwste ontwikkelingen (dispersie) rondom de rode, gestreepte en gevlekte Amerikaanse rivierkreeft?
- Zijn er nog andere rivierkreeften die we kunnen verwachten in het Naardermeer?
- Welke lokmiddel is het best om te gebruiken om rivierkreeften aan te trekken? Tot op heden wordt kattenvoer gebruikt bij Natuurmonumenten
- Bestaat er een manier om rivierkreeften te taggen? (Waterdicht papier en secondelijm)
- Waarom mogen de rivierkreeften niet verwijderd worden? Wat is de achterliggende gedachte?

Bijlage III Kaart SNL-beheertypen (Langbroek *et al.*, 2018)



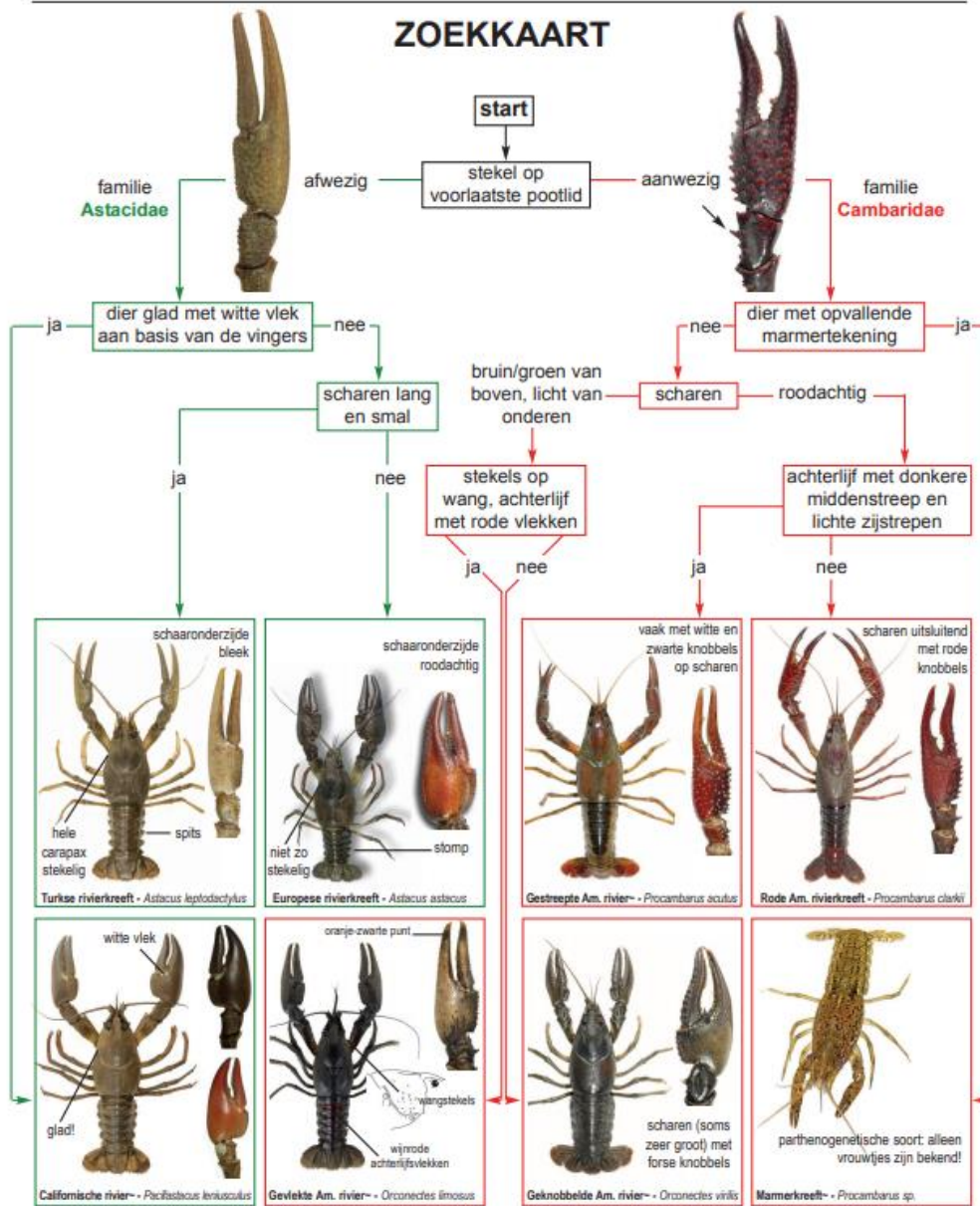
Bijlage IV Determinatietabel rivierkreeften

Kreeft gezien? Stuur een mail naar eis@naturalis.nl!



EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, nauw verbonden met Naturalis, doet onderzoek naar de verspreiding van ongewervelde dieren in Nederland. De inzet van enthousiaste waarnemers is hierbij onmisbaar! De opmars van invasieve kreeften, vooral Amerikaanse soorten, is een relatief recente ontwikkeling, waarvan het einde nog niet in zicht is. Met uw hulp kunnen we ontwikkelingen in de gaten houden. Stuur uw waarneming naar eis@naturalis.nl.

ZOEKKAART



Bijlage V Ontheffing

MAGTIGING VOOR HET GEBRUIK VAN DE KREEFTENKORF

Stichting EIS Kenniscentrum Insecten magtigt

Luc Hoogenstein
p/a Meerkade 2
1412 AB Naarden

(hierna te noemen: de machtiginghouder)

Tot het verrichten van de handelingen ten behoeve van inventarisaties en monitoring zoals genoemd in de ontheffing van het Ministerie van Economische zaken aan EIS Kenniscentrum Insecten. De machtiging geldt voor de binnenwateren in de provincie Noord-Holland en Utrecht, met uitzondering van het IJsselmeer, van 16 oktober 2018 tot en met 15 oktober 2019 en voor de handelingen en werkwijzen zoals genoemd in het protocol behorend bij de ontheffing.

Deze machtiging wordt verleend onder de volgende voorwaarden:

1. De handelingen waar de machtiging voor geldt, mogen alleen worden uitgevoerd conform het protocol, welke deel uitmaakt van deze machtiging.
2. De machtiging is slechts geldig voor zover de machtiginghouder beschikt over een schriftelijke toestemming van de visrechthebbende, tenzij de visrechthebbende zelf bij de visserij aanwezig is.
3. De machtiginghouder draagt bij de toepassing van de machtiging bij zich: de machtiging en een kopie van de ontheffing aan Stichting EIS Kenniscentrum Insecten, inclusief de meest recente versie van het protocol. De machtiginghouder dient de documenten op eerste vordering te tonen aan een met controle belaste ambtenaar.
4. De machtiginghouder zorgt dat zij op de hoogte is van de laatste wijzigingen of aanwijzingen inzake het protocol.
5. De machtiginghouder dient alle door of namens de minister Economische zaken verstrekte of nog te verstrekken aanwijzingen in verband met de uitvoering van de ontheffing, en de hierop gebaseerde machtiging, nauwkeurig op te volgen.
6. De machtiginghouder dient toe te zien op de strikte naleving van de machtiging en de hieraan ten grondslag liggende ontheffing, met de daarin vermelde voorwaarden.
7. Bij overtreding van de voorwaarden in de machtiging, of de hieraan ten grondslag liggende ontheffing, door de machtiginghouder is de machtiginghouder wettelijk aansprakelijk.
8. Alle werken of eigendommen van de Staat, welke worden beschadigd door de uitoefening van de visserij waarvoor deze machtiging is verleend, moeten door en op kosten van de machtiginghouder tot genoegen van Staat worden hersteld. Indien de machtiginghouder in gebreke blijft, heeft de Staat de bevoegdheid het nodige te doen verrichten op kosten van de machtiginghouder. Onverminderd het vorenstaande behoudt de Staat zich het recht voor van de machtiginghouder te vorderen, dat schade geheel of gedeeltelijk in geld wordt vergoed.
9. Deze machtiging wordt bij het niet of niet voldoende naleven van de voorwaarden onmiddellijk ingetrokken door de machtigingverlener (Stichting EIS Kenniscentrum Insecten), dan wel in opdracht van de ontheffingverlener (de Staat).

Leiden, namens Stichting EIS Kenniscentrum Insecten,

Drs. B. Koesse



Postbus 9517
2300 RA Leiden
Nederland

bezoekadres
Naturalis
Darwinweg 2-4
Leiden

071 751 73 14
eis@naturalis.nl
www.eis-nederland.nl



onthefing

onderzoek exclusief IJsselmeer

Documentnummer: 64466

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit;

Gelet op de artikelen 11 en 12 van het Reglement voor de Binnenvisserij 1985 en artikel 33 van de Uitvoeringsregeling visserij;

ten aanzien van het verzoek van Stg. European Invertebrate Survey Nederland te LEIDEN d.d. 28 september 2018;

Besluit:

aan:

naam	Stg. European Invertebrate Survey Nederland
adres	Vondellaan 55
postcode en woonplaats	2332 AA LEIDEN

hierna te noemen ontheffinghouder wordt ten behoeve van onderzoek en monitoring voor het voor het vissen met de kreeftenkorf van **16 oktober 2018** tot en met **15 oktober 2019** voor de Nederlandse binnenwateren met uitzondering van het IJsselmeer, ontheffing verleend van het bepaalde in:

- artikel 7a van het Reglement voor de Binnenvisserij;
- artikel 28b van de Uitvoeringsregeling visserij.

Deze ontheffing wordt verleend onder de volgende voorwaarden:

1. Deze ontheffing geldt slechts voor zover het betreft de uitvoering van de visserij in het kader van onderzoek van rivierkreeften met kreeftenkorven.
2. De ontheffing is van toepassing op de Nederlandse binnenwateren zoals die zijn gedefinieerd in de Visserijwet, met uitzondering van het IJsselmeer.
3. Deze ontheffing geldt slechts voor zover het betreft de uitvoering van de visserij op rivierkreeften in het kader van inventarisaties en monitoring.
4. Alle gevangen dieren dienen, na meting en registratie, levend in hetzelfde water te worden teruggezet, met uitzondering van de eventueel benodigde dieren ten behoeve van nader onderzoek.
5. Het bestuur van de ontheffinghouder dient toe te zien op de strikte naleving van deze ontheffing met de daarin vermelde voorwaarden.
6. De ontheffinghouder dient alle door of namens de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit verstrekte of nog te verstrekken aanwijzingen in verband met de uitvoering van deze ontheffing nauwkeurig op te volgen.
7. Machtigingen voor gebruik van deze ontheffing mogen alleen worden uitgegeven aan vrijwilligers die in opdracht van de Stichting European Invertebrate Survey Nederland de visserij op rivierkreeften uitoefenen en onder de voorwaarde dat de bepalingen van het protocol behorende bij deze ontheffing van toepassing zijn bij het gebruik van de machtiging.
8. De machtiging vermeldt in ieder geval de volgende gegevens:
 - NAW gegevens van de vrijwilliger;
 - de handelingen die mogen worden verricht;
 - plaats(en) waar de handelingen mogen worden verricht;
 - periode waarvoor de machtiging geldt;
 - naam en handtekening van de ontheffinghouder.



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

9. De ontheffinghouder zorgt dat de gemachtigde op de hoogte is van de laatste wijzigingen of aanwijzingen inzake het protocol dat door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit goedgekeurd is.
10. Bij overtreding van de ontheffingsvoorwaarden door gebruikers van de machtiging ligt de wettelijke aansprakelijkheid bij de machtigingshouder onder wiens verantwoordelijkheid de gebruikers van de machtiging werken.
11. De ontheffinghouder dient, hiertoe verzocht door de ontheffingverlener, te rapporteren over het gebruik van de ontheffing. De wijze waarop rapportage dient plaats te vinden en het tijdvak waarop deze betrekking dient te hebben worden hierbij bepaald door de ontheffingverlener.
12. Medewerkers van het Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kunnen ten alle tijden aanwijzingen geven met betrekking tot de machtiging of het protocol.
13. Deze ontheffing kan bij het niet of niet voldoende naleven van de voorwaarden onmiddellijk worden ingetrokken.

Den Haag, 16 oktober 2018

Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit,
namens deze:


N.J. Westerwaal
Procesmanager Uitvoering Visserijregelingen

Bijlage 1

Datum:

Versie nummer:

Protocol

Voor het gebruik van de kreeftenkorf op basis van de aan Stichting European Invertebrate Survey Nederland verstrekte ontheffing voor toepassing van de kreeftenkorf

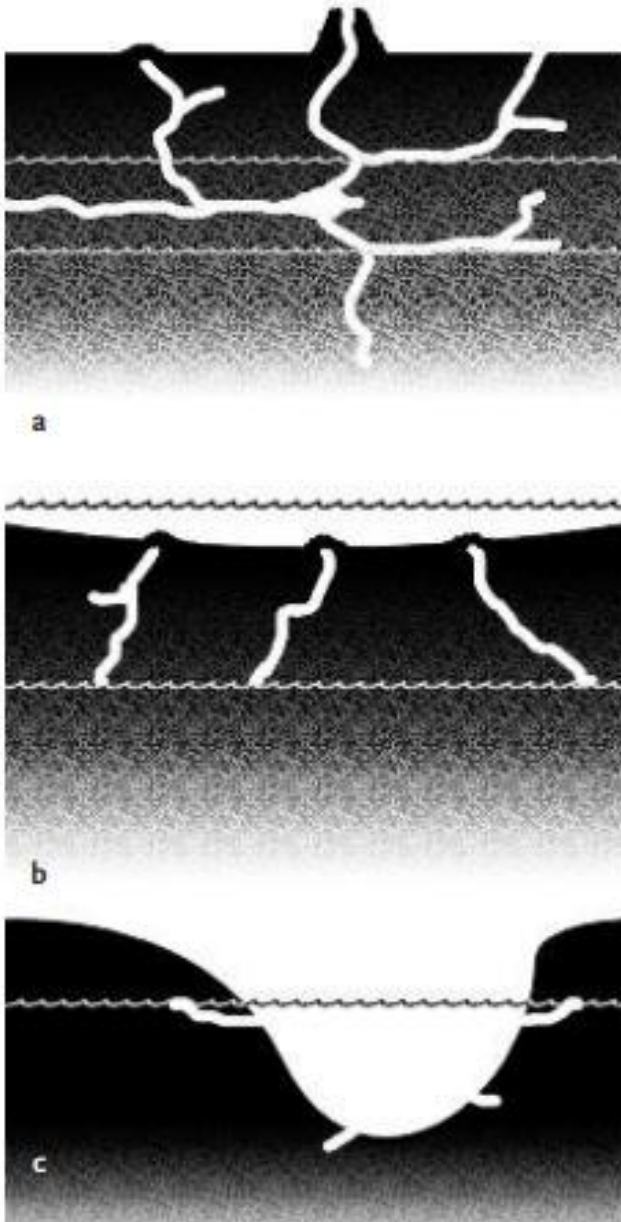
Voor het gebruik van de kreeftenkorf gelden de volgende voorwaarden:

1. Bij toepassing van de kreeftenkorf wordt zorgvuldig gehandeld ten aanzien van de gevangen dieren en wordt onnodige schade voor de dieren vermeden.
2. De gevangen dieren dienen levend in hetzelfde water worden teruggezet, met uitzondering van de eventueel benodigde dieren ten behoeve van nader onderzoek.
3. De inhoud van de kreeftenkorf wordt in de korf zelf, of in een bak doorzocht. Het terugplaatsen van gevangen dieren vanuit korf, emmer of bak gebeurt zo spoedig mogelijk.
4. Vangen met kreeftenkorven gebeurt alleen met schoon materiaal. Korven worden na afloop van de bemonstering zo goed mogelijk gespoeld, om transport van materiaal naar andere wateren zo veel mogelijk te beperken.
5. De verstoring van het water wordt tot een minimum beperkt. Verwijder nooit onnodig vegetatie uit het water.
6. Korven die in het water blijven staan worden duidelijk gemarkeerd en voorzien van een kenmerk van de ontheffinghouder.

Bijlage VI Aantal gevangen rivierkreeften per deelgebied



Bijlage VII Verschillende graafmethodes van rivierkreeften (Koesse *et al.*, 2011)



Schematische weergave van gangen-
stelsel(s) van de verschillende type gravers.
a) primaire graver; b) secundaire graver;
c) tertiaire graver. Pijlen indiceren het verschil
tussen minimale en maximale waterstand.