



Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften

De Amerikaanse rivierkreeft in het Veenweidegebied: Managementsamenvatting

Alterra-rapport 2244
ISSN 1566-7197

A. Boerkamp, I. Roessink, J. van Giels en F.G.W.A. Ottburg

Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee
beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften

Dit onderzoek is uitgevoerd en gesubsidieerd in het kader van het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water. Het project is gefinancierd door Agentschap.nl (voorheen SenterNovem), de gemeente Woerden, STOWA, het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en team Invasieve Exoten.

Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften

De Amerikaanse rivierkreeft in het Veenweidegebied: Managementsamenvatting

Boerkamp¹, A., I. Roessink², J. van Giels¹ en F.G.W.A. Ottburg²

- 1 Aqua Terra Kuiper Burger, adviesbureau voor bodem water en ecologie
- 2 Alterra, Wageningen UR

Alterra-rapport 2244

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2012



Referaat

Boerkamp, A, I. Roessink, J. van Giels en F.G.W.A. Ottburg, 2011. Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2244. 92 blz.; 13 fig.; 5 tab.; 29 ref.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het 'Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden' (HDSR), i.s.m. Waternet, gemeente Woerden, STOWA en Team Invasieve Exoten. In deze studie wordt onderzocht wat de impact van de, uit de literatuur, twee meest veelbelovende beheers/bestrijdingsmaatregelen van invasieve kreeften is op een populatie rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*). De twee maatregelen bestaan uit het wegvangen van adulte dieren en het inzetten van predatore vis om de aantallen van de jonge dieren te controleren. In dit experiment is gekozen voor paling als roofvis omdat dit de meest voor de hand liggende keuze was gezien het beheersgebied van HDSR en Waternet. Echter deze combinatie geeft in dit experiment niet de duidelijke resultaten die vooraf verwacht werden. Dit geeft in ieder geval aan dat de impact van predatore paling op kreeftenpopulaties niet sterk genoeg was om binnen 81 dagen duidelijke effecten te sorteren of dat deze impact van andere factoren (die niet of niet afdoende in de test vertegenwoordigd waren) afhankelijk is.

Trefwoorden: bestrijding, rode Amerikaanse rivierkreeft, *Procambarus clarkii*, roofvis, paling, wegvangen, experimentele proefsloten, Sinderhoeve.

Foto's omslag: boven een van de zes palingen die in elke proefsloten zijn losgelaten. Onder een detail opname van een rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). Foto's: Fabrice Ottburg.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2012 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- 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.

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

Alterra-rapport 2244
Wageningen, maart 2012

Inhoud

Voorwoord	7
Managementsamenvatting	9
Samenvatting	17
1 Inleiding	19
1.1 Aanleiding	19
1.2 Doel	21
1.3 Verwachtingen	21
2 Materiaal en methode	23
2.1 Locatie	23
2.2 Algemene opzet	23
2.3 Kreeften	26
2.4 Paling	28
2.5 Parameters	29
2.6 Schijnrondes	30
2.7 Beëindigen experiment	30
2.8 Data analyse	31
3 Resultaten	33
3.1 Kreeften	33
3.1.1 Inzetten experiment	33
3.1.2 Tussentijds	34
3.1.3 Einde experiment	34
3.2 Paling	38
3.3 Waterplanten	39
3.4 Waterkwaliteitsparameters	40
3.5 Macrofauna	41
4 Discussie	43
4.1 Algemeen	43
4.2 Kreeften	43
4.3 Palingen	45
4.4 Overige parameters	46
5 Conclusies	49
6 Aanbevelingen	51
7 Dankwoord	53
Literatuur	55

Bijlage 1 Tijdsplanning	57
Bijlage 2 Gegevens paling	59
Bijlage 3 Statistiek kreeften	61
Bijlage 4 Ruwe data kreeften	67
Bijlage 5 Waterplanten	75
Bijlage 6 Waterkwaliteitsparameters	77
Bijlage 7 Ruwe data macrofauna	79
Bijlage 8 Resultaten schijnrondes	83

Voorwoord

Voor u ligt het derde en laatste rapport van het onderzoek 'Amerikaanse rivierkreeft in het veenweidegebied'. Onderzoek naar verspreiding, abundantie en beheer in relatie tot het bereiken van de KRW-doelen. Het onderzoek bestaat uit drie delen:

1. Een literatuurstudie naar biologie, impact en mogelijke bestrijding.
2. Onderzoek naar de invloed van rode- en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften op het watersysteem.
3. Onderzoek naar twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften.

Het voorliggende rapport geeft de resultaten van het laatste onderdeel van het onderzoek, het onderzoek naar twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften. Daarnaast is een management-samenvatting opgenomen. De management samenvatting is de weergave van het hele onderzoek, zoals is gerapporteerd aan de subsidieverlener, nadat het met de begeleidingscommissie en opdrachtnemers is besproken.

Managementsamenvatting

Inleiding

Tegenwoordig worden exotische rivierkreeften in hoge dichtheden aangetroffen in de beheergebieden van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Waternet. Deze dieren kunnen in grote aantallen een bedreiging vormen voor het halen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) doelen. De impact van exotische rivierkreeften op het zoetwater-ecosysteem en vooral op de hierin voorkomende waterplanten is in de Nederlandse situatie nog niet grondig onderzocht. Daarom hebben beide waterbeheerders, samen met enkele andere geïnteresseerde partijen, een onderzoeksvoorstel ingediend en gehonoreerd gekregen in het kader van het Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden in samenwerking met Waternet, gemeente Woerden, STOWA en nWVA (Team Invasieve Exoten). De projectleiding was in handen van ATKB, adviesbureau voor Bodem, Water en Ecologie. Alterra, onderdeel van Wageningen UR, verzorgde de wetenschappelijke begeleiding. De rapporten zijn verschenen als ATKB-rapporten en Alterra-rapporten.

Onderzoek

Het doel van dit onderzoek was kennis te verzamelen over de impact van exotische rivierkreeften op het zoetwater-ecosysteem waarbij is gekeken naar mogelijke causale verbanden tussen de aanwezigheid van de kreeften en het verdwijnen van waterplanten in de Nederlandse situatie. Daarnaast zijn mogelijke beheermaatregelen voor deze dieren onderzocht. De nadruk van dit onderzoek ligt op de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) en de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*), omdat dit de soorten zijn die vóórkomen in de genoemde beheergebieden. Het onderzoek bestaat uit twee fasen. Fase I is een literatuuronderzoek naar de biologie, impact op aquatische ecosystemen en bestrijding van beide soorten kreeften. In Fase II zijn drie praktijkexperimenten uitgevoerd. In de eerste twee experimenten is gekeken in hoeverre er causale verbanden bestaan tussen de aanwezigheid van kreeften en waterplanten. In het derde experiment is de meest kansrijke bestrijdingsmaatregel onderzocht die uit het literatuuronderzoek naar voren kwam.

Fase I: Literatuurstudie

In de literatuurstudie is gekeken naar de biologie, impact en mogelijke bestrijdingstechnieken van de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*). Belangrijkste resultaat: Er is veel kennis beschikbaar gekomen door de literatuurstudie. De combinatie van wegvangen van volwassen kreeften en het uitzetten van roofvis lijkt de meest belovende maatregel.

Fase II: Praktijkstudie

Om onder Nederlandse condities mogelijke causale verbanden aan te tonen tussen het verdwijnen van waterplanten en andere negatieve invloeden op de waterkwaliteit van de aanwezigheid van exotische rivierkreeften zijn in 2009 twee gecontroleerde (semi)veld experimenten uitgevoerd (Fase II, Praktijkexperiment causale verbanden). Om de toepasbaarheid en effectiviteit van deze gecombineerde beheermaatregel te onderzoeken is in de zomer van 2010 een praktijkexperiment uitgevoerd (Fase II, Praktijkexperiment beheermethoden).

Belangrijkste resultaat: Beide kreeftensoorten hebben in grote aantallen een nadelige invloed op hun omgeving. Beheer door het toepassen van de combinatie van het vangen van volwassen kreeften en het uitzetten van roofvis is niet aangetoond.

Betrokken partners

Bij het onderzoek waren in de begeleidingscommissie de volgende personen en instanties betrokken: Willie van Emmerik (Sportvisserij Nederland), Maarten Bekkers, later vervangen door Wilco van Bodegraven (gemeente Woerden), Bas van der Wal (STOWA), Ronald Gylstra (Waterschap Rivierenland), Bram Koese (Stichting EIS-Nederland), Bart Specken (Waternet), José Vos (Team Invasieve Exoten, nVWA, alleen bij praktijkexperiment bestrijdingsmethoden en voorzitter Peter Heuts (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden). Herbert Kuyvenhoven was agenda-lid namens de provincie Utrecht.

Het project is uitgevoerd door ATKB: Jouke Kampen, Astrid Boerkamp en Johan van Giels. De wetenschappelijke begeleiding is verzorgd door Alterra: Ivo Roessink en Fabrice Ottburg.

Resultaten en conclusie

Fase I Literatuurstudie

De rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) is een snelgroeiende, omnivore soort met een hoge reproductiesnelheid en een hoge resistentie. Hierdoor is de soort aangepast aan extreme milieucondities zoals tijdelijke droogval. Omdat de kreeft ook langere tijd zonder water kan overleven en zich over land voortbeweegt, kan hij zich erg goed verspreiden en veel wateren koloniseren.

De rode Amerikaanse rivierkreeft heeft een directe negatieve invloed omdat hij planten opeet of vernielt. Door het verdwijnen van waterplanten heeft de kreeft ook een negatieve impact op aquatische macro-invertebraten, vissen en amfibieën. Ook worden door het verdwijnen van de planten herbivore watervogels negatief beïnvloed. Daarentegen kunnen vogels en zoogdieren die de kreeft op het menu hebben staan van zijn aanwezigheid profiteren. De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) is in Europa alleen aangetroffen in Nederland en Groot-Brittannië. Voor zover bekend is de impact van deze kreeft op aquatische levensgemeenschappen vergelijkbaar met de impact van de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*).

Beheerstrategieën die in de literatuur voor deze kreeften gevonden zijn, zijn op te delen in wetgeving (die ervoor moet zorgen dat deze dieren niet geïntroduceerd worden) en bestrijdingsmethoden om eenmaal aanwezige populaties te beheren. Voor bestrijdingsmethoden worden in de literatuur verschillende mogelijkheden genoemd zoals:

- Mechanische bestrijding met vangtuigen.
- Biologische bestrijding met predatoren.
- Fysieke toepassingen als droogleggen, plaatsing van barrières.
- Chemische bestrijding met biociden of pesticiden.

Conclusie literatuuronderzoek

In de Nederlandse situatie is chemische bestrijding door biociden geen optie. Bestrijdingsmiddelen mogen niet in of nabij het water worden toegepast. Hoewel elke situatie vraagt om een op maat gesneden aanpak, lijkt geen enkele bestrijdingsmethode op zichzelf volledig succesvol te zijn. De meest veelbelovende aanpak lijkt een combinatie te zijn van mechanische bestrijding met vangtuigen van de volwassen exemplaren gepaard gaande met een biologische bestrijding door roofvis van de jonge rivierkreeften.

Fase II : Veldexperiment causale verbanden

Met twee experimenten, uitgevoerd in 2009, is onderzocht of: 1. invasieve rivierkreeften in de Nederlandse situatie negatieve effecten hebben op waterplanten en waterkwaliteitsparameters en 2. er een kritische kreeftdichtheid is waaronder deze mogelijke effecten niet optreden.

Deze twee experimenten zijn uitgevoerd onder gecontroleerde omstandigheden op het experimentele onderzoekstation 'de Sinderhoeve' van Alterra, Wageningen UR. Er is gebruik gemaakt van twee experimentele sloten van 40 meter lang. In beide sloten stond een volledig ontwikkelde ondergedoken vegetatie. De sloten

liggen afgeschermd binnen een kooi zodat ongewenste invloeden van buitenaf (bijvoorbeeld eenden en reigers) de proeven niet konden verstoren. De twee sloten waren ook afgescheiden van de andere sloten zodat eventueel ontsnappende kreeften zich niet over het terrein konden verspreiden.

Enclosures

Voor het eerste experiment werd gebruik gemaakt van zogenaamde enclosures. Deze testsystemen bestonden uit lichtdoorlatende polycarbonaat cilinders met een oppervlakte van 0,86 m². Per enclosure is één kreeft ingebracht. De ingezette dichtheid komt overeen met een maximale veldichtheid. De deelvragen die hierin onderzocht werden zijn: of één enkele *Procambarus clarkii* of één enkele *Orconectes virilis* een effect op de aanwezige waterplanten en waterkwaliteit heeft en of dit effect mogelijk verschilt tussen beide soorten. In het geval van *Orconectes virilis* werd ook onderzocht of dit effect mogelijk verandert als er additioneel voer (regenwormen) aanwezig is. De aanname hierbij is dat als een kreeft voldoende voedsel heeft, hij minder tijd besteedt aan het consumeren/vernielen van waterplanten.

Conclusie enclosure onderzoek

Op basis van de enclosure studie kon niet geconcludeerd worden dat in de experimentele periode van 35 dagen de aanwezigheid van één *Procambarus clarkii* of één *Orconectes virilis* per 0,86 m² (1,2 kreeft/m²) van invloed is op ondergedoken waterplanten en waterkwaliteitsparameters.

Compartimenten

Bij het tweede experiment is onderzocht in welke dichtheid (kreeften/m²) de kreeften een mogelijk effect hebben op de aanwezige waterplanten (structuur van het systeem) en waterkwaliteitsparameters (functie van het systeem). Hiervoor is een experimentele sloot van 40 meter opgedeeld in achttien compartimenten waarin verschillende dichtheden van kreeften zijn ingebracht.

Conclusie compartimentenonderzoek

Het compartimentonderzoek met de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft liet in tegenstelling tot de enclosure studie wel duidelijke effecten op waterplanten en waterkwaliteitsparameters zien. Significante effecten op EGV zijn bij kreeftdichtheden vanaf vier kreeften per compartiment waargenomen en waren gerelateerd aan een toename van de dichtheid. Effecten op turbiditeit werd wel waargenomen maar waren niet duidelijk gerelateerd aan de dichtheid van de kreeften en de verschillen namen af gedurende de proef.

Voor de situatie in het veld, waarin kreeftdichtheden oplopend tot 2,5 kreeft/m² worden gerapporteerd, betekent dit dat de aanwezigheid van geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften een negatieve impact op waterplanten en waterkwaliteit kan hebben.

Praktijkexperiment beheermethoden

Het derde experiment werd uitgevoerd om de meest veelbelovende beheermaatregel uit de literatuur te onderzoeken. Dit is een combinatie van het wegvangen van adulte kreeften en het inzetten van roofvis tegen kleine kreeften. Bij het wegvangen worden veelal alleen de grotere individuen gevangen. De populaties van de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften kunnen echter zonder problemen 60% uitval op de dieren van één jaar en ouder weerstaan. Naast het wegvangen is het dus noodzakelijk om ook de aanwas van juveniele kreeften te beperken. Dit beperken gaat het beste met het inzetten van een predator. In het Nederlandse veenweidegebied is paling (*Anguilla anguilla*) de meest geschikte predator. In het laatste experiment is geprobeerd een indicatie te krijgen van de effectiviteit van de combinatie van deze maatregelen op populaties van de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). De duur bedroeg 81 dagen (30 juli tot 18 oktober 2010).

Van het aanvankelijke voornemen dit experiment onder natuurlijke omstandigheden uit te voeren is afgezien nadat in het voorjaar van 2010 zeer lage dichtheden van de geknobbelde en de rode Amerikaanse rivierkreeft

werden aangetroffen in het veld. Er is uitgeweken naar de proefsloten op de Sinderhoeve. Bij dit praktijkexperiment is in vier proefsloten de effectiviteit van de maatregelen onderzocht. In twee sloten is een populatie adulte kreeften ingezet om een natuurlijk bestand na te bootsen (populatie A). In twee andere sloten is een door wegvangen gesimuleerde populatie ingezet die bestond uit de helft van het aantal adulte kreeften gecombineerd met 100 juveniele kreeften (populatie B). Paling is ingezet in één van de sloten met populatie A en in één van de sloten met populatie B. Vanwege de randvoorwaarden van het project werden de behandelingen in enkelvoud uitgevoerd.

Conclusie praktijkexperiment beheermethoden

De resultaten uit dit laatste experiment lieten geen eenduidig behandelingseffect zien op de kreeftenpopulatie en overige waterkwaliteitsparameters (pH, EGV, zuurstofconcentratie). Op basis van de gehanteerde proefopzet kan geen uitspraak gedaan worden van de effectiviteit van de combinatie van de maatregelen. Een tegelijkertijd uitgevoerd Italiaans onderzoek met vergelijkbare onderzoeksvragen kon ook geen duidelijk effect van paling-predatie onder veld omstandigheden aantonen (Aquiloni et al., 2010). Tijdens het onderzoek van Aquiloni en medewerkers (2010) werd in een laboratoriumsituatie wel aangetoond dat paling bij voorkeur op kreeften kleiner dan 4 cm carapaxlengte of op net verschaalde dieren predeerde. De uitgezette juveniele kreeften in de Nederlandse proefopzet waren groter en waarschijnlijk ongeschikt om als prooi voor de ingezette palingen te dienen. Het werd wel duidelijk dat de testorganismen bleven leven, dergelijke experimenten technisch uitvoerbaar zijn en dat dergelijke interacties in principe in proefsloten onderzocht kunnen worden.

Eindconclusie

De belangrijkste conclusies uit het onderzoek zijn:

1. Van de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) is onder gecontroleerde omstandigheden vanaf een dichtheid van 0,63 kreeft /m² invloed op de vegetatiedichtheid (door vraat en vernielen) aangetoond. Op basis van literatuur wordt verwacht dat dit ook geldt voor de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). Bij een dichtheid vanaf 1,25 kreeften/m² wordt een effect waargenomen op de waterkwaliteit (door bioturbatie en afname van primaire processen) maar dit verschil is niet geheel eenduidig te relateren aan de dichtheid van de kreeften. De genoemde dichtheden zijn in Nederlandse watersystemen meerdere keren waargenomen.
2. In het proefslotexperiment kon een effectieve predatie van paling op (jonge) kreeften niet worden aangetoond. De door omstandigheden aangepaste proefomstandigheid (verplaatsing van de startdatum van experiment en de gebruikte kreeftensoort) bleek hiervoor uiteindelijk minder geschikt.

Wijzigingen ten opzichte van het projectplan

In april is in overleg met Senternovem/Agenstschap.nl een wijziging van de onderzoekopzet doorgevoerd. De nieuwe opzet is door de begeleidingscommissie van het project ondersteund. Om de uitvoering van het 'Praktijkexperiment Beheerstrategie' op de proefboerderij mogelijk te maken is extra financiering ontvangen. Deze financiering werd verkregen van STOWA, nVWA en HDSR.

Volgens de oorspronkelijke opzet was na een literatuurstudie (1) en praktijkexperimenten onder gecontroleerde omstandigheden (2) een veldexperiment opgenomen, waarin de meest belovende maatregel uit 1 en 2 in de werkelijke omstandigheden getoetst zou worden.

Omdat de omvang van de kreeftenpopulatie kleiner was dan in voorgaande jaren, is besloten de startdatum van het veldexperiment van april naar juni te verplaatsen, in de veronderstelling dat de populatie zich zou herstellen. Toen bleek dat de kreeften nog steeds in dermate lage concentraties voorkwamen dat het testen van de beheermaatregel in het veld niet mogelijk was. Voorgesteld werd om deze maatregel in de proefsloten uit te voeren. Daarmee is de wijziging ten opzichte van de oorspronkelijke opzet tweeledig. Ten eerste was de startdatum, april 2010, van het laatste onderdeel van het onderzoek niet haalbaar door de afwezigheid van

kreeften op de proeflocaties. De startdatum is verplaatst naar begin juli 2010. Ten tweede werd het onderzoek niet in het veenweidegebied uitgevoerd maar op de Sinderhoeve in proefsloten.

Fase II Praktijkexperiment beheermethoden, situatie 2010

De bedoeling was om in het beheergebied van Waternet (de rode Amerikaanse rivierkreeft) en in het gebied van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft) twee sloten te selecteren om het veldexperiment in uit te voeren. In september 2009 zijn deze locaties geselecteerd en op aanwezigheid van kreeften gecontroleerd. In april 2010 zijn deze locaties opnieuw bezocht om de veldproef te kunnen inrichten. Er bleken geen kreeften meer aanwezig te zijn. De oorzaak is waarschijnlijk de lange en strenge winter van 2009-2010. In diepere wateren zijn wel kreeften aangetroffen. Deze wateren zijn niet geschikt voor het experiment vanuit waterhuishoudkundig oogpunt. In juni zijn de sloten opnieuw onderzocht op de aanwezigheid van kreeften. Uit dit onderzoek bleek dat er niet voldoende kreeften aanwezig waren. Ook op de alternatieve locaties zijn weinig of geen kreeften aangetroffen, of ze bleken niet geschikt vanwege de slechte bereikbaarheid. Alles in overweging genomen heeft de begeleidingscommissie besloten het veldexperiment niet uit te voeren maar het 'veldexperiment' aangepast op de Sinderhoeve uit te voeren.

Wijziging van oorspronkelijke opzet

De afwezigheid van kreeften op de proeflocaties heeft tot gevolg dat de startdatum van het onderzoek is verplaatst van april tot juli. De geringe aanwezigheid van kreeften in het veld in juni heeft er toe geleid dat de kans op een geslaagd veldexperiment erg klein is geworden. Daarom is het testen van de meest belovende maatregel niet in het veld uitgevoerd maar op de Sinderhoeve onder gecontroleerde omstandigheden en met een andere soort kreeft dan oorspronkelijk was bedoeld.

Impact

In het proefslotexperiment kon een effectieve predatie van paling op (jonge) kreeften niet worden aangetoond, omdat de jonge rivierkreeften hoogstwaarschijnlijk te groot waren om geconsumeerd te kunnen worden door de ingezette paling. Het effect van wegvangen op de kreeftenpopulatie kon niet worden getest door de gekozen experimentele opzet. De door omstandigheden aangepaste proefomstandigheid bleek hiervoor uiteindelijk ongeschikt.

Rapporten

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, Alterra-rapport 1923. 62 blz.; 54 fig.; 10 tab.; 132 ref.

Roessink, I., J. van Giels, A. Boerkamp en 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.

Boerkamp, A., J. van Giels, I. Roessink en F.G.W.A. Ottburg, 2011. Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2244. 92 blz.; 13 fig.; 5 tab.; 29 ref.

De rapporten zijn gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Verspreiding van de rapporten vindt ook plaats via de verschillende ecologengremia: Platform Nederlandse waterschapsecologen; Platform Meren en Plassen; Vissennetwerk; Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Exoten en via de Hydrotheek van de STOWA.

Effecten op het behalen van de KRW-doelen

Het onderzoek heeft aangetoond dat invasieve kreeften een risico kunnen vormen voor het behalen van de KRW-doelstellingen. Onder de gecontroleerde omstandigheden op de Sinderhoeve bleken de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften bij realistische dichtheden te zorgen voor een afname van de plantenbiomassa. Enerzijds kan dat direct gevolgen hebben op de EKR-score voor het kwaliteitselement vegetatie, anderzijds indirect door het verdwijnen van habitat voor plantminnende vissoorten en macrofauna waardoor ook deze kwaliteitselementen lager gaan scoren. Wat het effect van de kreeften in het veld zal zijn is niet met zekerheid te voorspellen. Dit komt omdat de effecten van vele factoren afhankelijk zijn waaronder de soort rivierkreeft en de veerkracht van het systeem. In watersystemen met een relatief geringe bedekking van water- en oeverplanten kan een afname van de bedekking al snel gevolgen hebben op het systeem en mogelijk op de EKR-scores. In extreme gevallen kan de afname van biomassa aan waterplanten en rotting van afgeknipte plantdelen nutriënten vrijmaken voor algen die voor afname van het doorzicht zorgen, wat op zijn beurt ontwikkeling van nieuwe waterplanten belemmert. In hoeverre deze processen ook daadwerkelijk in het veld zo optreden is in dit onderzoek niet onderzocht. Wel kan aangenomen worden dat de kans op verslechtering vermindert naarmate het ecosysteem zich in een stabielere toestand bevindt. Het systeem is dan eerder in staat om eventuele effecten op te vangen.

Effecten op niet-KRW gerelateerde natuurwaarden

Effecten van invasieve kreeften op watervegetatie kunnen gevolgen hebben voor niet-KRW gerelateerde natuurwaarden zoals watervogels en insecten. Aangezien deze effecten niet binnen dit onderzoek zijn bestudeerd, voert het te ver om uitspraken te doen over afgeleide effecten. In hoeverre dergelijke effecten daadwerkelijk tot uitdrukking komen in het veld hangt waarschijnlijk af van de robuustheid van het aquatische systeem.

Kosteneffectiviteit

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat het bestrijden van exotische rivierkreeften het meest kansrijk is wanneer er een combinatie van het wegvangen van kreeften en het uitzetten van predatoren (aal) wordt toegepast. Tijdens het veldonderzoek waarbij deze maatregelen zijn onderzocht bleek echter dat er geen duidelijke effecten waarneembaar waren. Hierdoor is het niet doenlijk om de kosteneffectiviteit van deze maatregelen inzichtelijk te krijgen. Om toch een inschatting te geven wat een dergelijke gecombineerde maatregel in de praktijk gaat kosten is navolgende een globale kostenindicatie uitgewerkt. De kosten zijn gegeven voor een fictief poldergebied met 10 km watergang.

Voordat de toepassing van de maatregel kan worden ingezet is het van belang dat de omvang van de aanwezige populatie in beeld wordt gebracht. Deze dient bepaald te worden door een merk-terugvangst onderzoek. Nadat de omvang van de populatie is vastgesteld kan worden begonnen met het plaatsen van de vangtuigen op verschillende (strategische) locaties in het gebied. Het gaat daarbij om circa twintig vangtuigen per km watergang. De vangtuigen moeten in de terugvangperiode van circa drie maanden meerdere malen worden geleeft om sterfte van kreeften en bijvangst te voorkomen (minimaal twee keer per week). Als het merendeel van de kreeften is afgevangen wordt er aal uitgezet in het betreffende water. De hoeveelheid schatten we nu in op circa 100 kg/ha. Als de watergangen gemiddeld vijf meter breed zijn komt dit neer op 500 kg paling. Omdat de kreeftenpopulatie door de ontstane (voedsel)ruimte zeer snel aan kan groeien is het van belang om de kreeftenpopulatie tenminste drie jaar te blijven volgen met een monitoringsprogramma.

<i>Merk-terugvangst onderzoek</i>					
Vangen en merken kreeften (zetten + 2 lichten)	3	dagen	1.000	€	3.000
Terugvangperiode (3 lichten)	3	dagen	1.000	€	3.000
Materiaalkosten			500	€	500
Subtotaal merk-terugvangst onderzoek				€	6.500
<i>Wegvangen kreeften</i>					
Plaatsen en opruimen vangtuigen	5	dagen	500	€	2.500
Lichten vangtuigen (3 maanden , 2 keer per week)	24	dagen	500	€	12.000
Materiaalkosten				€	5.000
Subtotaal wegvang periode				€	19.500
<i>Uitzetten paling</i>					
Uitzetten paling (500 kg)				€	6.000
Subtotaal uitzet paling				€	6.000
<i>monitoring effect maatregel (3 jaar)</i>					
Vangen en merken kreeften	9	dagen	1.000	€	9.000
Terugvangperiode	9	dagen	500	€	4.500
Materiaalkosten			1.500	€	1.500
Subtotaal monitoring effect maatregel				€	15.000
Totale kosten				€	47.000

De kosten voor dit gehele project zijn in bovenstaande tabel per onderdeel uiteen gezet. Hierbij moet worden aangegeven dat de uiteindelijke kosten sterk afhankelijk zijn van de lokale omstandigheden en de gedragingen van de kreeften. Daarnaast zijn de uiteindelijke kosten ook sterk afhankelijk van het al dan niet slagen van de maatregel en de uitwerking van de maatregel. Groeit het bestand weer snel aan, dan moet aanvullend worden weggevangen. In de kostenraming zijn nog geen kosten opgenomen voor eventuele begeleiding van een ecologisch adviesbureau en het opstellen van voortgang- en eindrapportages, overlegmomenten etc. De kosten voor de begeleiding van een dergelijk project liggen rond de € 15.000 (excl. BTW). De totale kosten voor het nemen van de maatregelen komen inclusief de begeleiding uit rond de € 60.000,- (excl. BTW). De eventuele verkoop van de kreeften is onzeker, maar in een dergelijk systeem is de opbrengst niet meer dan € 1.500,-.

Vertaalbaarheid van de projectresultaten

Op basis van de gehanteerde proefopzet kan geen uitspraak gedaan worden van de effectiviteit van de combinatie van de bestrijdingsmethoden in de veldsituatie. Uit de literatuur werd het wegvangen van adulte dieren in combinatie met biologische bestrijding als meest kansrijk gezien. Ondanks de onduidelijke resultaten uit het huidige en Italiaanse onderzoek (Aquiloni et al., 2010), blijft deze combinatie van maatregelen nog steeds een mogelijke oplossing.

Het wegvangen van volwassen kreeften gebeurt in toenemende mate al door beroepsvissers die alternatieve inkomsten zoeken voor de aal. Met twee subsidies uit het Europese Visserijfonds (EVF) wordt momenteel gewerkt aan het ontwikkelen van betere selectieve vangtuigen en aan marktontwikkeling. Per 1 juli 2010 is de visserij op invasieve kreeften onder de visserijwet geregeld, waarbij uitdrukkelijk gesteld is dat uitzetting van deze dieren strikt verboden is. Toch kan het op grote schaal exploiteren van invasieve kreeften een verdere verspreiding van de soort wel in de hand werken, hetzij bewust door (illegale) uitzetting, hetzij onbewust door ontsnapping bij transport of opslag. Verder kan het wegvangen van volwassen dieren een verhoging van de productie van jonge dieren bewerkstelligen, waarbij het niet duidelijk is of deze aantallen door predatie in toom gehouden worden. Het volgen van een aan bevissing onderhevige kreeftenpopulatie onder gecontroleerde omstandigheden of in de praktijk kan hierin duidelijkheid verschaffen.

Hoewel dit onderzoek aantoont dat invasieve kreeften negatieve effecten op waterplantenbiomassa en waterkwaliteitsparameters kunnen hebben, is het niet met zekerheid te voorspellen in hoeverre aquatische

ecosystemen dergelijke effecten ook daadwerkelijk gaan vertonen. Als er gestreefd wordt naar robuuste evenwichtige systemen die ruim aan de gestelde KRW-doelen voldoen, kan enige negatieve impact van invasieve kreeften wellicht goed opgevangen worden waardoor de invloed van de kreeften op het aquatische systeem relatief gering is.

Samenvatting

Met de invoering van de Kaderrichtlijn Water zijn voor de waterlichamen ecologische doelstellingen geformuleerd. Deze doelstellingen zijn per watertype afgeleid van de natuurlijke situatie en gaan uit van een gevarieerd en evenwichtig ecosysteem waarbij waterplanten een belangrijke rol spelen. Waterplanten zorgen voor een goede waterkwaliteit en verhogen de biodiversiteit in een watersysteem, onder andere doordat meerdere soorten (zowel vissen en amfibieën als ongewervelden) hierin schuilgaan, paaien en opgroeimogelijkheden vinden. Als dergelijke onderwater-ecosystemen gekoloniseerd worden door exotische invasieve rivierkreeften kan dit tot gevolg hebben dat inheemse dier- en plantsoorten plaatselijk verdwijnen door bijvoorbeeld predatie, graas en/of de graaf- en vernielzucht van deze kreeften. Het is hierdoor goed mogelijk en niet ondenkbaar dat de aanwezigheid van invasieve rivierkreeften het behalen van de KRW-doelstellingen in gevaar brengt.

Dit onderzoek is het derde en afsluitende onderzoek naar de invloed van exotische invasieve rivierkreeften op het Nederlandse watersysteem. Eerder is een literatuurstudie uitgevoerd en is in een enclosure- en compartimentenstudie de invloed van de rivierkreeften op slootssystemen onderzocht. Belangrijkste conclusies uit deze experimenten waren dat de aanwezigheid van kreeften een negatieve impact op waterplanten en waterkwaliteit kan hebben. De waterplantbiomassa kan verminderen en als gevolg kunnen waterkwaliteitsparameters (zoals het EGV) beïnvloed worden. Invasieve rivierkreeften kunnen dus ook in de Nederlandse situatie heldere door waterplanten gedomineerde systemen om laten slaan naar troebele, door algen gedomineerde systemen.

Uit het literatuuronderzoek kwam naar voren dat een combinatie van het wegvangen en het inzetten van predatore vis het meest effectief lijkt bij de bestrijding van rivierkreeften. Bij het wegvangen worden voornamelijk adulte kreeften gevangen. Doordat adulte kreeften een regulerende invloed hebben (o.a. door kannibalisme) op de hoeveelheid jongen die kunnen opgroeien, kan het wegvangen van adulten tot een toename van kreeften leiden. Door het wegvangen te combineren met de inzet van roofvis worden ook juveniele kreeften verwijderd. Voor de Nederlandse situatie in het veenweide gebied is paling de meest geschikte predator. Met deze veldstudie is geprobeerd een indicatie te krijgen van de effectiviteit van de combinatie van deze maatregelen op populaties van rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*).

Bij het onderzoek is in vier proefsloten de effectiviteit van de maatregelen onderzocht. In twee sloten zijn adulte kreeften in een veldrelevante dichtheid ingezet (populatie A, met 76 adulten, geen juvenielen) en in twee andere sloten is een door wegvang beïnvloede populatie ingezet (populatie B, met 38 adulten en 100 juvenielen). Aangezien het verwijderen van adulten uit een populatie betekent dat de opgroeierende juveniele dieren minder competitie en kannibalisme ondervinden, nemen deze laatste sterk toe (er blijven er meer over om door te groeien). Het verwijderen van adulte dieren kan daarom nooit los gezien worden van een toename van juveniele dieren. Elk van de populaties is ook blootgesteld aan potentiële predatie door paling. Dit resulteerde in populatie A zonder mogelijke predatie, populatie A met mogelijke predatie, populatie B zonder mogelijke predatie en populatie B met mogelijke predatie.

De test in de proefsloten heeft laten zien dat voor in ieder geval de duur van dit experiment zowel de kreeften als de paling in dit systeem te houden zijn.

Hoewel soms trends zichtbaar lijken zoals bij de waterkwaliteitsparameters, is er geen eenduidige impact van de verschillende behandelingen op ecosysteem-parameters waar te nemen.

Ook uit de macrofauna-opnamen is niet af te leiden dat er een effect van de paling dan wel van de kreeft op macrofauna is opgetreden. Bij het onderzoek was het niet mogelijk om een controlesloot mee te nemen waardoor eventuele seizoen-effecten niet uitgesloten konden worden.

De meest veelbelovende maatregel uit de literatuur om kreeftenpopulaties te controleren, namelijk wegvangen in combinatie met de inzet van predatore vis, geeft in dit experiment niet de duidelijke resultaten die vooraf verwacht werden. Dit geeft in ieder geval aan dat de impact van predatore paling op kreeftenpopulaties niet sterk genoeg was om binnen 81 dagen duidelijke effecten te sorteren of dat deze impact van andere factoren (die niet of niet afdoende in de test vertegenwoordigd waren) afhankelijk is.

Eén van die factoren kan zijn dat de gebruikte juveniele kreeften mogelijk te groot waren om als 'gemakkelijk' voedsel voor de paling van ca. 55 cm te dienen en dat de predatie van paling op net verschaalde adulten niet van dien aard is dat dit een grote impact op de populaties had. Wellicht dat in een andere tijd van het jaar, wanneer er kleinere juveniele dieren aanwezig zijn, wel een duidelijke impact waargenomen kan worden en dat het tijdsraam waarin paling mogelijk effect kan hebben dus nauw luistert.

Aangezien de onderzoeksvraag betrekking had op mogelijke problematiek in het veenweidegebied, was als mogelijke predator paling de enige serieuze kandidaat omdat andere roofvissen hier niet of niet in voldoende mate voorkomen. Wellicht dat in andere systemen met andere predatoren andere resultaten behaald kunnen worden.

1 Inleiding

Leeswijzer

In dit hoofdstuk staan de aanleiding, het doel en de verwachtingen van het onderzoek. Na dit hoofdstuk worden in hoofdstuk 2 het materiaal en de methode besproken. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten weer. Tot slot volgen de discussie, conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 4.

1.1 Aanleiding

Met de invoering van de Kaderrichtlijn Water zijn voor de waterlichamen ecologische doelstellingen geformuleerd. Deze doelstellingen zijn per watertype afgeleid van de natuurlijke situatie en gaan uit van een gevarieerd en evenwichtig ecosysteem waarbij waterplanten een belangrijke rol spelen. Waterplanten zorgen voor een goede waterkwaliteit en verhogen de biodiversiteit in een watersysteem, onder andere doordat meerdere soorten (zowel vissen en amfibieën als ongewervelden) hierin schuilgaan, paaien en opgroeimogelijkheden vinden. Als dergelijke onderwater-ecosystemen gekoloniseerd worden door exotische invasieve rivierkreeften kan dit tot gevolg hebben dat inheemse dier- en plantsoorten verdwijnen door bijvoorbeeld predatie, graas en/of de graaf- en vernielzucht van deze kreeften (Hanson, Chambers et al., 1990; Lodge, Taylor et al., 2000; Cruz, Rebelo et al., 2006; Ahern, England et al., 2008). Het is hierdoor goed mogelijk dat de aanwezigheid van invasieve rivierkreeften het behalen van de KRW-doelstellingen in gevaar brengt (Van der Meulen, Vos et al., 2009).

Deze veldstudie vormt het derde deel van een groter project geïnitieerd door het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Waternet (Heuts et al., 2008); beide waterbeheerders in het Westelijk veenweide gebied. Het gehele project is opgedeeld in drie deelonderzoeken:

1. Een literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijdingstechnieken van de rode (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde (*Orconectes virilis*) Amerikaanse rivierkreeft (Roessink, Hudina et al., 2009).
2. Twee experimenten om causale verbanden aan te tonen. Eén om te onderzoeken of invasieve rivierkreeften in de Nederlandse situatie negatieve effecten hebben op waterplanten en waterkwaliteit en één om te onderzoeken of er een kritische kreeftdichtheid is waaronder deze negatieve effecten niet optreden (Roessink et al., 2010).
3. Een veldstudie naar de effectiviteit van de, uit de literatuurstudie naar voren komende, bestrijdingsmaatregel die als meest veelbelovende maatregel mag worden beschouwd voor de twee kreeftensoorten.

Deze drie onderzoeken dragen bij aan een beter begrip van de daadwerkelijke impact en mogelijk beheer van deze invasieve exoten in Nederlandse oppervlaktewateren. Uit het literatuuronderzoek is naar voren gekomen dat geen van de onderzochte maatregelen, zoals mechanische bestrijding, biologische bestrijding, fysieke toepassingen en chemische bestrijding, op zichzelf effectief genoeg is om alle kreeften uit een systeem te verwijderen (Roessink et al., 2009). Uit het literatuuronderzoek kwamen twee voorbeelden uit het buitenland naar voren die met een combinatie van het wegvangen en het inzetten van predatoren het beste resultaat boekten op populaties van de roestige rivierkreeft (*Orconectes rusticus*) en de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) waardoor deze combinatie als meest kansrijke maatregel wordt bestempeld (Frutiger, Borner et al., 1999; Hein en Roth et al., 2006). Dit veldonderzoek moet een indicatie geven of een combinatie van deze maatregelen in de Nederlandse situatie succesvol zou kunnen zijn.

Het eventuele succes van de combinatie van deze twee maatregelen berust op twee principes. Ten eerste worden bij het wegvangen voornamelijk de adulte dieren verwijderd en blijven de juveniele dieren achter (Holdich, Gydemo et al., 1999; Hyatt, 2004). Doordat adulte kreeften een regulerende invloed hebben (o.a. door kannibalisme) op de hoeveelheid jongen die kunnen opgroeien, leidt het wegvangen van adulten tot een toename van de overleving van juveniele kreeften en/of een snellere groei ervan.

Ook worden niet alle adulten verwijderd zodat er altijd een reproducerende populatie aanwezig blijft. Ten tweede worden bij het inzetten van roofvis voornamelijk de juveniele dieren verwijderd waardoor er minder dieren kunnen doorgroeien tot adulte dieren.

Het enerzijds wegvangen van adulten en het anderzijds laten opeten van juveniele dieren zou de populatie in zijn geheel terugdringen en op een laag niveau houden (Rickett, 1974; Lodge en Hill 1994; Blake en Hart, 1995; Mueller en Frütiger, 2001).

Uit de literatuurstudie kwamen onder andere paling, snoek en baars naar voren als vissen die op kreeften kunnen prederen in de Nederlandse situatie. In discussies met de begeleidingscommissie zijn ook meerval en snoekbaars besproken als mogelijke predatoren van kreeften. De keuze is gevallen op paling als meest representatieve predatore vis in het veenweidegebied. Hoewel er in de huidige situatie 10-20 kg/ ha paling voorkomt, kan paling in aanzienlijke dichtheden voorkomen in poldersloten. De biologische maximale dichtheid in veenweidegebied is ca.100 kg/ha slootoppervlak. Verder is bekend dat paling op kreeft predeert (Klein Breteler, 2005) en gaven verschillende beroepsvissers aan dat ze bij het schoonmaken van paling kreeften tot ca. 10 cm totaallengte in de maag tegen zijn gekomen. Bijkomend is dat paling gemakkelijk te houden is in afgesloten systemen en goed is opgewassen tegen zuurstoffluctuaties. De andere roofvissen waren voor deze proef minder geschikt omdat:

- Snoek helder plantenrijk water nodig heeft om te kunnen jagen. Dit is niet aanwezig in wateren met een hoge dichtheid aan kreeften (= aanleiding voor het onderzoek). Snoek is daarom minder goed inzetbaar als predator om de kreeftenstand in toom te houden. Ook is snoek kannibalistisch waardoor de dichtheid van deze predatoren (in de proef en in het veld) vrij laag zal zijn;
- Baars een gevoelige soort is die niet tegen warm water kan. Grote piscivore baars die ook op grotere kreeften kan prederen komt nauwelijks in de sloothabitat voor;
- Meerval niet voor komt in sloothabitat;
- Snoekbaars nauwelijks voor komt in sloothabitat.

1.2 Doel

De doelstelling van de proef is om na te gaan of de meest veelbelovende maatregel gevonden in de literatuur, namelijk het gecombineerd inzetten van roofvis en vangtuigen, ook kan werken in de Nederlandse veldsituatie voor de rode en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft.

Wegvangen resulteert in minder adulten en als gevolg hiervan minder kannibalisme en concurrentie waardoor meer juveniele kreeften overleven en/of sneller groeien. Een populatie waarin wegvang heeft plaatsgevonden bestaat daarom uit relatief minder adulten en veel juvenielen in vergelijking met een populatie waarin niet is weggevangen.

	Geen predatie	Wel predatie
Geen wegvang (populatie A)	76 adulten	76 adulten
Wel wegvang (populatie B)	38 adulten + 100 juvenielen	38 adulten + 100 juvenielen

Om dit te onderzoeken moeten de volgende onderzoeksvragen beantwoord worden:

- Wat is de invloed van alleen wegvangen van adulte kreeften.
- Wat is de invloed van alleen inzetten van een predator.
- Wat is de invloed van een combinatie van beide maatregelen.

1.3 Verwachtingen

De verwachting is dat de paling een voorkeur heeft voor juveniele kreeften en dat de mogelijke predatie van paling op verschalende adulten geen verschil uitmaakt op de populatie adulte kreeften.

De kreeften hebben een impact op het aquatische ecosysteem hebben doordat ze waterplanten eten/vernietigen, waterkwaliteit negatief beïnvloeden (verhoogde troebelheid en EGV) en macrofauna eten. De juveniele kreeften hebben een grotere impact op het watersysteem omdat ze nog in de groei zijn en veel consumeren en omdat er in verhouding meer juveniele kreeften zijn dan adulte kreeften.

Wanneer de verschillen in populatieopbouw als gevolg van wegvangen, predatie van paling of een combinatie hiervan inderdaad een effect op de kreeftenpopulatie heeft, verwachten we dat deze invloed ook terug te zien is op de waterkwaliteitsparameters en macrofauna gemeenschap.

Hierbij wordt er van uitgegaan dat wanneer er minder kreeften zijn, deze parameters minder negatief beïnvloed worden. Bij de macrofaunagemeenschap is het onbekend of de paling de macrofauna prefereert boven de kreeften. Het is daarom niet duidelijk hoe de macrofauna gemeenschap zich gedurende het experiment gaat ontwikkelen.

2 Materiaal en methode

2.1 Locatie

Voor de uitvoering van deze veldstudie was de oorspronkelijke opzet om twee veldlocaties te zoeken; één in het beheergebied van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden waar de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft voor komt en één in het beheergebied van Waternet waar de rode Amerikaanse rivierkreeft te vinden is. In week 15 van 2010 zijn de veldlocaties die door beide waterschappen zijn voorgedragen, bezocht om te kijken of er na de strenge winter voldoende kreeften in de watergangen aanwezig waren en of de locaties geschikt waren om helemaal af te zetten.

In het slotengebied nabij Kamerik is slechts één geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft aangetroffen. Tijdens een vergelijkbare bemonstering eind 2009 werden echter enkele tientallen kreeften gevangen. Bij een onderzoek naar de aanwezigheid van geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften rond Kamerik en Kockengen in augustus en november 2010 werden ook veel minder kreeften aangetroffen dan op basis van eerdere gegevens werd verwacht (Koese, 2011). In het beheersgebied van Waternet is een laagveensloot in Terra Nova bemonsterd. Er is geen enkele rode Amerikaanse rivierkreeft in de sloot aangetroffen, terwijl in Terra Nova, waar deze sloten op aansluiten, al wel veel kreeften werden gevangen (Van Tilburg, 2010). De eerder aangedragen locatie in het beheersgebied van Waternet bleek gezien de ligging niet geschikt voor het inzetten en uitvoeren van de proeven (ca. 400 meter lopen en daarna 800 meter varen). Bij de locatie 'boer Bert' was het praktisch niet mogelijk om de gehele sloot over land af te scheiden door de aanwezigheid van vee en omdat de oevers afgekald zijn.

Omdat er geen geschikte veldlocaties zijn gevonden waar voldoende kreeften aanwezig waren en die een praktische uitvoering van het experiment mogelijk maakten, is gezamenlijk met de begeleidingscommissie besloten de proef op de experimentele buitenlocatie van Alterra 'De Sinderhoeve' in Renkum uit te voeren.

2.2 Algemene opzet

Door het beschikbare budget zijn de verschillende behandelingen in enkelvoud ingezet. De keuze om de proef in enkelvoud in te zetten heeft tot gevolg dat de verkregen meetresultaten voornamelijk indicatief zijn en zich niet lenen voor een statistische toetsing op verschillen tussen de vier behandelingen. Dit betekent dat de verkregen resultaten vooral gezien moeten worden als een eerste aanwijzing of de gebruikte maatregelen potentieel hebben voor toepassing in de situatie van het veenweide gebied.

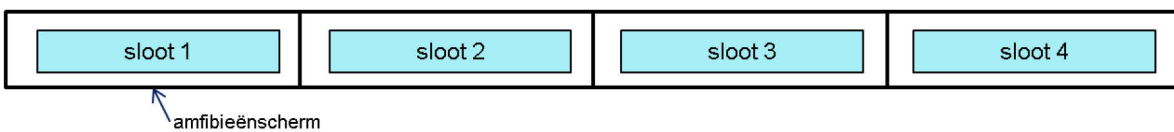
Er is geprobeerd om voldoende geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften (*Orconectes virilis*) te vinden om in te zetten in het experiment maar dit bleek niet mogelijk omdat onvoldoende dieren zijn aangetroffen in het veld. Daarom is ervoor gekozen om rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*) in te zetten. In paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wordt de inzet van kreeften verder besproken.



Figuur 1

Plaatsing amfibieënscherm. Foto: Ivo Roessink

Er is gebruik gemaakt van vier experimentele sloten van 40 meter lengte die volledig van elkaar gescheiden waren. Het bodemoppervlak van de sloten is circa 100 m². De waterdiepte bij dit experiment was 50 cm. In de sloten staat een volledig ontwikkelde ondergedoken waterplantenvegetatie die gedomineerd wordt door aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) en smalle waterpest (*Elodea nuttallii*). In mindere mate komen kranswier (*Chara sp.*), pijlkruis (*Sagittaria sagittifolia*) en veenwortel (*Persicaria amphibia*) voor. De sloten liggen afgeschermd binnen een kooi zodat ongewenste invloeden van buitenaf (bijvoorbeeld eenden en reigers) de proeven niet kunnen verstoren (zie figuur 2). De vier sloten zijn op het land volledig afgezet met een amfibieënscherm van 40 cm hoog (boven maaiveld) zodat kreeften en paling niet uit de sloten kunnen ontsnappen.



Figuur 2

Schematische weergave sloten en amfibieënscherm

De opzet van de proef ziet er als volgt uit:

Populatie A Geen wegvang, geen predatie (sloot 4)

76 adulten, geen juveniele kreeften (0,76 adulte kreeft/m²) geen paling.

Populatie A Geen wegvang, wel predatie (sloot 3)

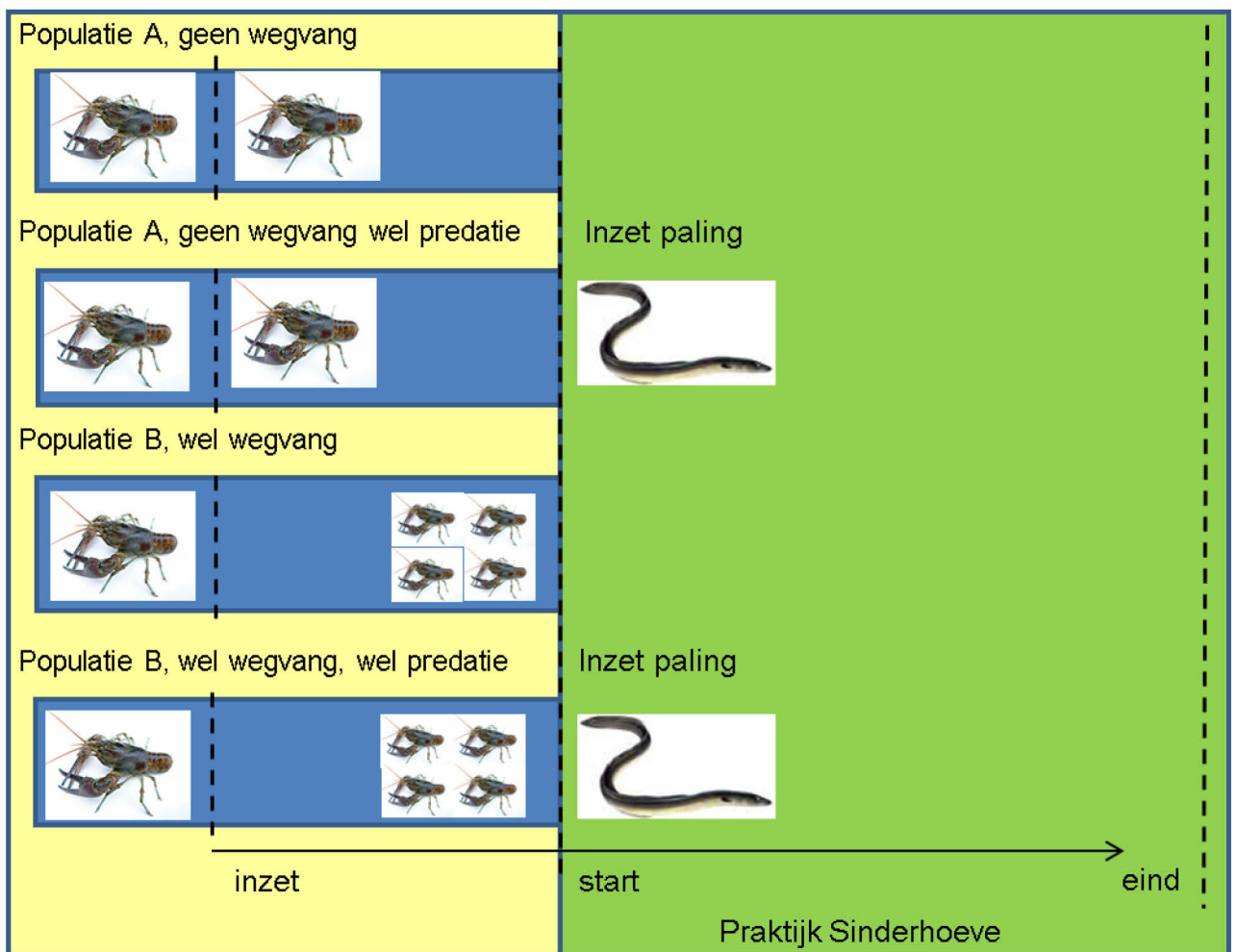
76 adulten, geen juveniele kreeften (0,76 adulte kreeft/m²) predatie door zes palingen.

Populatie B Wel wegvang, geen predatie (sloot 2)

38 adulten en 100 juveniele kreeften (respectievelijk 0,38 adulte en 1,0 juveniele kreeft/m²) en geen paling.

Populatie B wel wegvang, wel predatie (sloot 1)

38 adulten en 100 juveniele kreeften (respectievelijk 0,38 adulte en 1,0 juveniele kreeft/m²) en predatie door zes palingen.



In de vier sloten zijn twee verschillende populaties van kreeften ingebracht. Populatie A is gebaseerd op in het veld voorkomende aantallen. Op basis van de weinige literatuurgegevens kunnen de dichtheden in verschillende wateren (van de Wilnise Bovenlanden en Goudse stadswateren) variëren van 0,04 kreeft/m² tot 2,5 kreeft/m² (Van Emmerik et al., 2008; Van Emmerik, 2010). Bij de compartiment-experimenten van 2009 is een negatieve invloed op de totale biomassa van alle waterplanten en EGV bij respectievelijk 0,63 en 1,25 kreeft/m² gevonden. Deze dichtheden vallen binnen de in de literatuur teruggevonden veldrelevante range en

daarom zijn in een sloot van 100 m² als 'originele' dichtheid 76 adulte kreeften ingebracht. De man/vrouw ratio is bij de kreeften 1 op 1 gehouden.

De andere behandeling bootst een veldsituatie na waarin weggevangen is. Hierbij is het initieel ingebrachte aantal kreeften verlaagd om wegvang te simuleren. Omdat een inschatting van de vangstefficiëntie in de Nederlandse wateren ontbreekt, zijn we er van uitgegaan dat door wegvangen tenminste 50% van de populatie verwijderd kan worden (dit is waarschijnlijk een optimistische schatting; Skurdal, Qvenild et al., 1992). Als gevolg hiervan is ervoor gekozen om in de sloten met een door wegvangen beïnvloede populatie (B) 38 adulte kreeften/100 m² in te zetten.

Bij het wegvangen worden vaak alleen de grotere individuen (mannetjes) gevangen waardoor er een scheve populatieopbouw ontstaat. Zo kunnen populaties van geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften zonder problemen 60% uitval op de dieren van één jaar en ouder weerstaan (Momot, 1993). Dit komt doordat de grotere dieren, vooral de mannetjes, door hun agressieve gedrag een zware druk op de net geboren jongen uitoefenen. Bij het wegvallen van die druk door vangst van de adulte exemplaren groeien er dus meer jongen op en neemt de populatie op zichzelf niet af (Holdich et al., 1999). Om dit fenomeen ook in de proef af te dekken was het in eerste instantie de opzet om eierendragende vrouwelijke exemplaren in te zetten, maar deze zijn niet gevonden. Daarom is de toename van jonge dieren gesimuleerd door het inzetten van juveniele kreeften. In de sloot met de door wegvangen beïnvloede populatie B zijn naast het aantal van 38 adulte kreeften per sloot 100 juveniele dieren uitgezet.

In twee sloten werden palingen als predator uitgezet. De maximaal biologische dichtheid van paling in veenweide gebied is ca. 100 kg/ha slootoppervlak. Uitgangspunt was om deze dichtheid ook toe te passen in de sloten; tien palingen van 100 gram/paling (0,01 kg/m² sloot). Omdat de ingezette juveniele kreeften groter waren dan was voorzien is er voor gekozen om ook grotere paling in te zetten die mogelijk ook grotere juveniele kreeften kunnen eten. In totaal zijn zes palingen per sloot ingezet. Het ingezette gewicht is iets groter dan het geplande gewicht. Minder paling is echter niet wenselijk omdat er dan naar verwachting onvoldoende individuen, te weinig monden, zijn die kreeften eten. In sloot 1 bedraagt het totaal gewicht van de palingen 0,018 kg/m² en in sloot 3 0,016 kg/m² (zie bijlage 2). De palingen zijn op maandag 9 augustus ingezet in sloot 1 en sloot 3.

2.3 Kreeften

Het is niet gelukt om voldoende geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften te vinden om in te zetten in het experiment. Daarom is ervoor gekozen om rode Amerikaanse rivierkreeften in te zetten. Adulte en juveniele kreeften zijn gevangen door ATKB in Terra Nova. Aanvullend zijn door de beroepsvisser in de Stichtse Ankeveense Plassen juveniele kreeften gevangen. Om de conditie van de kreeften zo goed mogelijk te houden, zijn de kreeften getransporteerd in ruime bakken en met een beluchtingspomp voorzien van zuurstof.

Voor het uitzetten in de sloten is van de adulte kreeften het geslacht, de carapaxlengte (standaard meetlengte bij kreeften) en het gewicht genoteerd. Bij het inzetten van de adulte kreeften is een sex-ratio van 1:1 aangehouden. Van de juveniele kreeften is alleen het gewicht bepaald. Bij het uithalen van de proef is van alle kreeften lengte, gewicht en geslacht genoteerd. In bijlage 4 zijn de metingen weergegeven.

Voor de inzet van de juveniele kreeften is gebruik gemaakt van de kleinste kreeften die gevangen konden worden (geschatte carapaxlengte 3,5-4,5 cm op basis van lengte - gewicht relatie van de uitgehaalde juveniele kreeften). Het gemiddelde gewicht van de juveniele kreeften was 15,0 gram (\pm 3,2) en dit is beduidend lager dan het gemiddelde gewicht van de adulte kreeften die 43,0 gram (\pm 11,2) was. De lengte en/of het gewicht van de ingezette kreeften per sloot is weergegeven in tabel 3.1.

De juveniele kreeften waren moeilijker te vangen in Terra Nova en de Stichtse Ankeveense Plassen en waren bij het inzetten van de proef onvoldoende aanwezig. In eerste instantie zijn op 30 juli 26 jonge kreeften per sloot ingezet. In twee rondes, 3 en 6 augustus, zijn de juveniele kreeften aangevuld tot 100 stuks (zie tijdschema in bijlage 1).

Kreeften die dood zijn gegaan na het inzetten van het experiment zijn niet vervangen. De reden hiervoor is dat sterfte als gevolg van aanpassingsproblemen aan het slootmilieu in alle systemen vergelijkbaar zou moeten zijn en geen probleem vormt voor de verdere interpretatie van de resultaten. In het geval dat er meer sterfte bij hogere dichtheid zou plaatsvinden is dit op zichzelf een onderzoeksresultaat dat door vervanging alleen maar verhuld zou worden.



Figuur 3

Van de proefkreeften worden de lengte- en gewichtsgegevens genoteerd. Foto's: Fabrice Ottburg

2.4 Paling

Paling kan geclassificeerd worden als 'spitskop' of 'breedkop', dit hangt samen met hun voedselvoorkeur. Deze voorkeur is afhankelijk van de beschikbaarheid van dat voedsel (die bepaald wordt door de waterkwaliteit en het seizoen), maar ook van de grootte van de aal. De zogenaamde 'breedkop aal' (deze heeft een kopbreedte : totale lichaamslengte verhouding van 1:21) kan grotere prooidieren aan dan de 'spitskop aal' (met een kopbreedte : lichaamslengte-verhouding van 1:40). Vooral vissen en grotere kreeftachtigen vormen een belangrijk deel van het voedselpakket van de breedkop paling. Het voedsel van spitskop palingen daarentegen bestaat voor een groter percentage uit Chironomiden-larven. In de praktijk is het echter niet zo dat er een scherpe palingenverdeling is in ofwel spitskoppen dan wel breedkoppen. De meerderheid van de palingen is daar tussenin te classificeren. Spitskoppen en breedkoppen zijn het beste op te vatten als de extreme vormen van palingen met verschillende bekbreedtes. Visetende palingen hebben wel een significant grotere bekbreedte dan palingen die ongewervelde dieren eten (Klein Breteler, 2005). Bij de selectie van de vissen voor de proef zijn uit de voorradige palingen de palingen met de breedste bek gekozen.



Figuur 4

Het uitzetten van de zes palingen voor sloot 3. Foto's: Fabrice Ottburg

2.5 Parameters

Binnen dit onderzoek zijn in de periode 30 juli - 18 oktober de volgende parameters gemeten/bepaald:

1. Waterplanten

Voorafgaand aan de proef is op 30 juli de vegetatiebedekking per sloot vastgesteld. Daarbij is de totale bedekkingsgraad van de submerse en emerse vegetatie op soortniveau opgenomen en is er gekeken naar de hoeveelheid los drijvende planten. Gedurende het project is de bedekking tweewekelijks op zicht geïnventariseerd. Aan het eind van de proef is geen biomassa-bepaling uitgevoerd.

2. Waterkwaliteitsparameters

De volgende parameters zijn tweewekelijks op drie plaatsen in een sloot gemeten:

- pH
- opgelost zuurstof (DO)
- geleidbaarheid
- temperatuur
- chlorofyl-a
- turbiditeit

Daarnaast zijn monsters voor bepaling van nutriënten aan het begin (30 juli), midden (7 september) en aan het eind (18 oktober) van de proef verzameld en geanalyseerd op:

- $\text{NO}^3 + \text{NO}^2$ mg N/L
- PO^4 μg P/L
- NH^3 mg N/L
- Totaal P mg P/L
- Totaal N mg N/L

3. Kreeften

Bij het inzetten en uithalen van de kreeften is het volgende genoteerd:

- geslacht
- carapaxlengte
- gewicht

4. Paling

Bij het inzetten en uithalen van de paling is het volgende gemeten:

- lengte
- gewicht

5. Macrofauna

Vóór het inzetten van de kreeften is op 23 juli de macrofauna geïnventariseerd. De 40 meter lange sloten zijn onderverdeeld in 40 genummerde vakken van een meter. Deze zijn gebruikt om bemonsteringsvakken aan te duiden. De vaknummers voor bemonstering zijn at random gekozen, waarbij de buitenste vakken zijn vermeden (kopse einden).

Per sloot is met een macrofaunanet (maaswijdte 0.5 mm) viermaal een deelmonster planten (1 m) en tweemaal een deelmonster bodem (0,5 m) genomen. De monsters zijn 'levend gedetermineerd' en weer teruggezet. Aan het einde van de proef is op 15 oktober de macrofauna opnieuw bemonsterd volgens de hierboven beschreven methode.

2.6 Schijnrondes

De aanwezigheid van de kreeften en de paling is vlak voor en vlak na het uitzetten van de paling geobserveerd in vier schijnrondes (bijlage 8). Zowel kreeften als paling schuilen overdag en zijn vooral 's nachts actief. De schijnrondes zijn daarom na schemer uitgevoerd. Doel van de observaties is vooral het in de gaten houden of er net na het inzetten grote sterfte onder de kreeften optreedt als gevolg van bijvoorbeeld het aanpassen aan de slootomgeving. Als dit het geval was zou deze sterfte zonder deze rondes wellicht ten onrechte aan predatie van de paling worden toegeschreven. De schijnrondes zijn uitgevoerd op de volgende dagen:

1. Schijnronde 1 maandagavond 2 augustus.
2. Schijnronde 2 donderdagavond 5 augustus.
3. Schijnronde 3 dinsdagavond 10 augustus (1e dag na inzetten paling).
4. Schijnronde 4 dinsdagavond 17 augustus (8e dag na inzetten paling).

Elke avond zijn twee rondes gelopen. In totaal is 315 minuten geobserveerd en heeft elke ronde gemiddeld 40 minuten geduurd. Vooraf is eerst een controleronde bij daglicht uitgevoerd. Daarbij is vooral gelet op mankementen aan het amfibieënscherm en of er al kreeften en/of palingen het land op waren gekropen.

2.7 Beëindigen experiment

Wanneer in het najaar de watertemperatuur daalt, neemt de voedselopname van paling af. Beneden de 12 °C neemt de spijsvertering sterk af (Klein Breteler, 2005) en dit betekent dat rond oktober/november de paling vrijwel niet meer eet. In de koude winterperiode graaft de paling zich in in de modderbodem en verblijft in een rusttoestand, totdat de temperatuur in het voorjaar weer gunstig wordt (Klein Breteler, 2005). Ook kreeften worden bij lagere watertemperaturen minder actief. Gezien de lage watertemperaturen die begin oktober al gemeten werden, is besloten de proef op maandag 18 oktober (temperatuur 8,5-9 °C) af te sluiten. Langer meten gaf in deze situatie alleen maar een langere periode van inactiviteit waarin geen effect meer is bewerkstelligd wordt van de paling op de kreeften. Het lang laten duren van een dergelijke periode zou alleen maar voor mogelijke verstoring van het experiment zorgen.

Op maandag 18 oktober zijn de laatste metingen uitgevoerd waarna begonnen is het waterpeil in de sloten 1 en 3 met paling te verlagen. Maandagavond is met zaklampen in alle sloten geschenen om te kijken of de kreeften en paling zichtbaar waren.

Op dinsdag 19 oktober is de paling terug gevangen uit de sloten 1 en 3 met twee draagbare elektrovis-apparaten (Deka 3000). Hierbij zijn de sloten meerdere malen afgevist om daadwerkelijk alle dieren terug te vinden.

Na het vangen van de paling zijn de sloten drooggezet, waarbij de vegetatie handmatig met harken is verwijderd. Hierbij werden al enkele kreeften gevangen. Vervolgens is meerdere malen langs de sloot gelopen, waarbij zichtbare, zich bewegende kreeften zijn gevangen. Hierna werd de sloot systematisch op de tast afgezocht en werden aanwezige holen uitgegraven. Op woensdag 20 oktober zijn in de sloten 1 en 3 de kreeften die toen weer zichtbaar waren alsnog gevangen. Op 20 oktober is 's ochtends het peil van de sloten 2 en 4 verlaagd waarna dezelfde handelingen zijn uitgevoerd om de planten te verwijderen en de kreeften te vangen. Op donderdag 21 oktober zijn de sloten nogmaals langsgelopen om dan nog zichtbare kreeften te vangen. In de sloten werd daarna een laagje water van circa 30 cm gezet waardoor de mogelijk in het sediment achtergebleven kreeften nog actief en zichtbaar werden. De dagen daarna zijn de sloten nog gecontroleerd op kreeften, maar er zijn geen exemplaren meer gevonden. De amfibieënschermen om de sloten zijn blijven staan als voorzorgsmaatregel om eventueel gemiste dieren in het voorjaar te kunnen vangen.

Van de gevangen kreeften is het aantal levende en dode dieren geteld. Omdat van de dode dieren niet altijd het gehele dier werd teruggevonden kon hiervan het geslacht en gewicht niet altijd worden bepaald. Van de levende dieren is verder het gewicht, de carapaxlengte en het geslacht bepaald.

2.8 Data analyse

Zoals al eerder vermeld heeft de keuze om de proef in enkelvoud in te zetten tot gevolg dat de verkregen meetresultaten voornamelijk indicatief zijn en zich niet lenen voor een statistische toetsing op verschillen tussen de vier behandelingen. Dit betekent dat de verkregen resultaten vooral gezien moeten worden als een eerste aanwijzing of de gebruikte maatregelen potentieel hebben voor toepassing in de Nederlandse situatie.

Gegevens die wel statistisch geanalyseerd kunnen worden zoals mogelijk verschil in start- en einde-lengte en/of gewicht van de dieren zijn geanalyseerd met een f-toets en een t-toets. Met de f-toets is vastgesteld of er sprake is van gelijke of ongelijke variantie. Afhankelijk van die uitkomst zijn vervolgens de gegevens geanalyseerd met een t-toets met een gelijke of ongelijke variantie. Dode kreeften zijn bij de berekeningen niet meegenomen. Het gewicht en de lengte van de paling zijn ook geanalyseerd met een t-toets.

Bij het inzetten van de kreeften is alleen het gewicht van de juveniele kreeften bepaald. In de 81 dagen die de proef heeft geduurd, is de verwachting dat de juveniele kreeften zijn gegroeid. Om bij het uithalen toch nog onderscheid te kunnen maken tussen juveniele en adulte dieren is het minimale gewicht van de adulte mannetjes en vrouwtjes bij het inzetten als grenswaarde gebruikt. De uitgehaalde kreeften die minder wegen dan deze grenswaarden vallen onder de groep juveniele kreeften.

De macrofauna data zijn geanalyseerd met Principal Component Analysis (PCA). Met deze multivariate analyse techniek worden de monsterpunten op basis van de aanwezige macrofauna gemeenschap geordend in een tweedimensionaal vlak. Hierbij liggen punten die qua macrofauna gemeenschap op elkaar lijken dicht bij elkaar in het diagram en punten die veel verschillen ver van elkaar af.

3 Resultaten

3.1 Kreeften

3.1.1 Inzetten experiment

In tabel 1 zijn de gemiddelde lengte en gewicht van de ingezette kreeften weergegeven. Er bleek geen verschil te zijn tussen de lengte en het gewicht van mannetjes en vrouwtjes bij het inzetten, terwijl de gewichten van de juveniele kreeften significant lager waren (zie bijlage 3). De adulte kreeften (43,0 gram) zijn bijna drie keer zo zwaar als de juveniele kreeften (15,0 gram).

Tabel 1

Gemiddelde lengte en gewicht met standaarddeviatie van de ingezette kreeften

	sloot 1		sloot 2		sloot 3		sloot 4	
	n	gem (stdev)	n	gem (stdev)	n	gem (stdev)	n	gem (stdev)
Adulte kreeften	38		38		76		76	
Lengte (mm)		57,3 (± 5,3)		57,1 (± 4,5)		57,5 (± 5,8)		57,1 (± 5,7)
Gewicht (g)		43,3 (± 10,6)		41,2 (± 8,9)		43,9 (± 12,6)		43,0 (± 11,1)
Mannetjes	19		19		38		38	
lengte (mm)		59,9 (± 5,0)		56,7 (± 5,2)		57,6 (± 6,5)		56,3 (± 5,8)
Gewicht (g)		49,3 (± 9,6)		41,6 (± 10,3)		45,9 (± 13,7)		44,1 (± 11,6)
Vrouwtjes	19		19		38		38	
Lengte (mm)		54,7 (± 4,3)		57,4 (± 3,9)		57,4 (± 5,1)		57,8 (± 5,5)
Gewicht (g)		37,2 (± 7,5)		40,8 (± 7,6)		41,8 (± 11,1)		41,8 (± 10,6)
Juvenile kreeften	101		101					
Gewicht (g)		15,1 (± 3,3)		14,9 (± 3,0)				

3.1.2 Tussentijds

De aanwezigheid van de kreeften is gedurende het experiment vastgesteld tijdens vier schijnrondes. In bijlage 8 zijn de resultaten van de schijnrondes weergegeven. In tabel 2 is te zien dat er een beperkt aantal kreeften is waargenomen en dat er ook een aantal dode exemplaren is aangetroffen. In sloot 4 was het water in het begin te troebel om de kreeften te kunnen zien.

Tabel 2

Resultaat inventarisatie van levende en dode kreeften tijdens de schijnrondes

Sloot	Schijnronde 1 02-08-2010	Schijnronde 2 05-08-2010	Schijnronde 3 10-08-2010	Schijnronde 4 17-08-2010
Sloot 1	31%/4,7%*	29,6%/4,9%	17,4%/2,2%	19,6%/4,3%
Sloot 2	17,1%/0%	33%/1,3%	22,5%/0%	18,8%/0%
Sloot 3	32,9%/0%	38%/9,2%	17,1%/5,3%	21,1%/5,3%
Sloot 4	5,6%/? **	5,3%/? **	2,6%/? **	10,5%/6,6%

* 31%/4,7%: percentage waargenomen levenden van totaal aantal ingezette dieren/percentage doden van totaal aantal ingezette dieren.

** water is troebel.

Eind augustus is bij sloot 2 en 3 eenmalig een kreeft gevonden die op het land liep. Maandagavond 18 oktober zijn tijdens de nachtelijke check geen palingen of kreeften op het land of in het water waargenomen. Omdat door het verlaagde waterpeil de waterplanten als een deken over de bodem lagen, was het zicht slecht en mogelijkkerwijs waren de dieren door het koele weer ook niet actief.

3.1.3 Einde experiment

Het terugvangen van de kreeften was een zeer arbeidsintensief proces, omdat er veel gangen aanwezig waren waar de kreeften uitgegraven moesten worden. Hierbij zijn hollen aangetroffen met een lengte tot circa 30-35 cm. Daarnaast is waargenomen dat deze hollen één of twee openingen met gangen kunnen hebben. Zoals verwacht zijn niet alle uitgezette kreeften teruggevonden. Tijdens de schijnrondes is al gebleken dat er inderdaad sterfte onder de kreeften optrad. Door het meerdere malen handmatig aftasten van het sediment tijdens het uithalen is de kans dat er nog veel dieren in de bodem ingegraven zitten erg verkleind. Het is echter niet volledig uit te sluiten dat enkele dieren zich nog in het sediment bevinden. In april 2011 is met een schijnronde gekeken of er nog kreeften uit het sediment naar boven zijn gekropen. Er zijn geen kreeften meer aangetroffen. De verwachting is dat er geen dieren in het sediment zijn achtergebleven.

Bij het uithalen van de kreeften bleken negen van de in totaal 62 teruggevonden vrouwtjes eieren te dragen. Bij sloot 2 en 3 ging het om twee vrouwtjes en bij sloot 4 om vijf vrouwtjes. In sloot 1 zijn geen ei-dragende vrouwtjes aangetroffen. Na het leeglopen van de sloten is in sloot 2 nog een parend stel kreeften aangetroffen.



Figuur 5

Links een bij het uithalen aangetroffen ei-dragend vrouwtje van de rode Amerikaanse rivierkreeft. Rechts één van de gangen die bij het uithalen uitgegraven is met aan de rechterkant nog een kreeft. Foto's: ATKB

Aantal

In tabel 3 is aangegeven welk percentage van de kreeften is teruggevangen. Daarnaast is in bijlage 3 per groep het aantal uitgezette en teruggevangen kreeften opgenomen. Om vast te stellen welke kreeften tot de juveniele kreeften behoren, is het minimale gewicht van de adulte mannetjes en vrouwtjes aangehouden. Kreeften die minder wegen dan deze grenswaarden vallen onder de groep juveniele kreeften.

Tabel 3

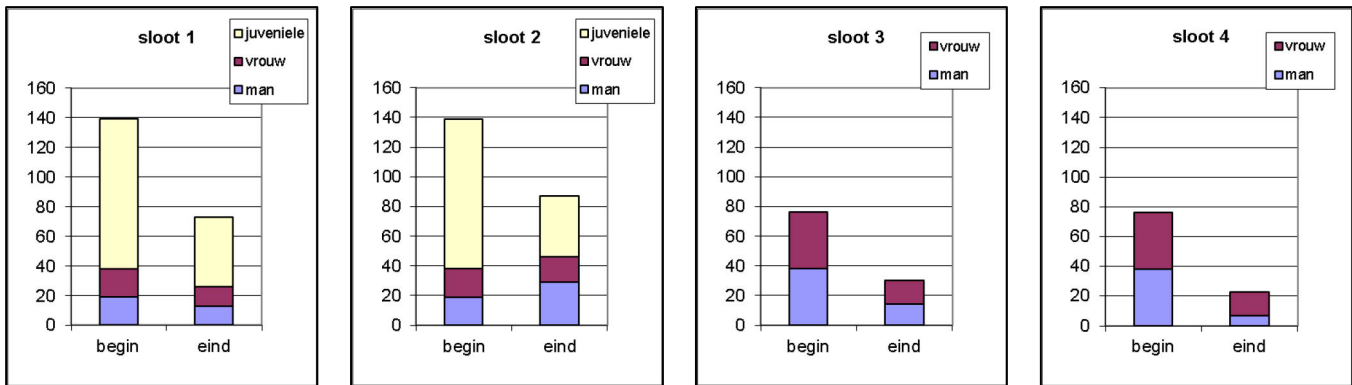
Aantal terug gevangen kreeften

Groep	Totaal aantal (adult + juveniel)	Aantal dode	Adulte kreeften (♂♂ + ♀♀)	Mannetjes	Vrouwtjes	Juveniel
Sloot 1	73 (53%)	6	26 (68%)	13 (68%)	13 (68%)	47 (47%)
Sloot 2	87 (63%)	3	46 (121%)	29 (153%)	17 (89%)	41 (41%)
Sloot 3	30 (39%)	8	30 (39%)	14 (37%)	16 (42%)	nvt
Sloot 4	23 (30%)	16	23 (30%)	7 (18%)	16 (42%)	nvt

Te zien is dat de terugvangst per sloot vrij wisselend is. In de sloten 3 en 4 is iets meer dan een derde van de kreeften terug gevangen. Het aantal vrouwtjes dat is terug gevangen in deze sloten is hoger dan het aantal mannetjes. Bij de sloten 1 en 2 ligt het percentage kreeften dat is terug gevangen behoorlijk hoger. Bij sloot 1 is het percentage terugvangst 53% en in sloot 2 63%.

In figuur 6 zijn de aantallen ingezette en terug gevangen kreeften weergegeven. In populatie B van sloot 2 zonder paling zijn minder juveniele kreeften terug gevangen (41%) dan bij sloot 1 (47%) waar paling is ingezet om te prederen op juveniele kreeften. Bij sloot 2 is het aantal terug gevangen adulte kreeften zelfs groter dan het aantal ingezette (121%, tabel 3.3).

Er is voor de sterfte geen significant verschil gevonden tussen de sloten met en zonder paling ($p=0,35$, $\alpha = 0,05$). Ook is er geen significant verschil gevonden in de sterfte van de kreeften tussen populatie B (sloot 1 en 2) en populatie A (sloot 3 en 4) ($p=0,08$, $\alpha = 0,05$).



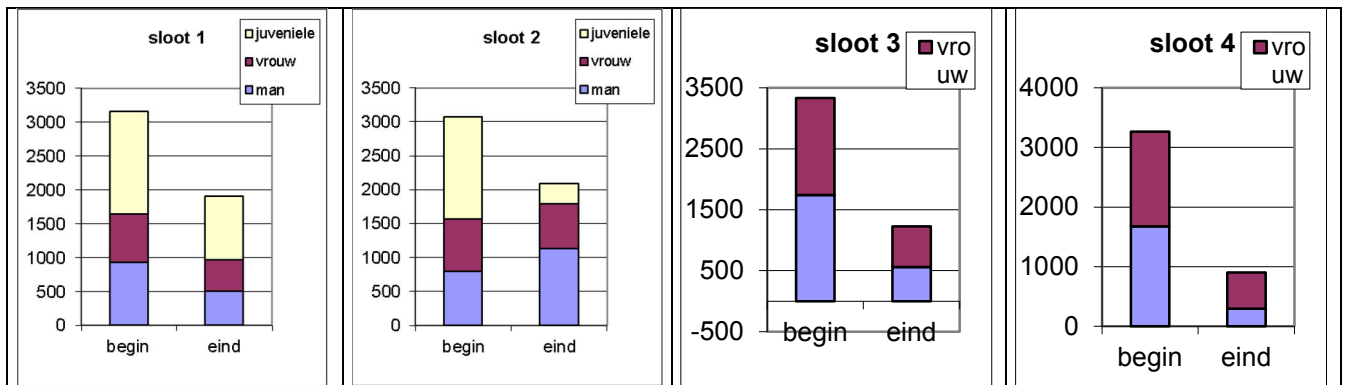
Figuur 6

Aantal ingezette en terug gevangen kreeften, verdeeld in mannetjes, vrouwtjes en juveniele kreeften

Gewicht

In tabel 3.4 is te zien dat er een significante toename is van het gewicht van de juveniele kreeften in sloot 1 en 2, maar de volwassen kreeften hebben gemiddeld een lager gewicht dan bij de start van het experiment. De juveniele kreeften zijn gegroeid in de periode dat ze in de sloten hebben gezeten (zie figuur 7). In sloot 2 zijn de juveniele kreeften meer in gewicht toegenomen dan in sloot 1. Door de groei is een deel van de juveniele kreeften doorgesleept naar het formaat van de adulte kreeften. Deze 'kleine' kreeften zijn dan meegeteld bij de adulte kreeften, maar zijn gemiddeld wel kleiner dan de andere adulte kreeften. Dit kan verklaren dat in sloot 1 en 2 het gemiddelde gewicht verlaagd is.

Echter, ook in sloot 3 en 4 (juveniele kreeft afwezig) is er een afname van het gemiddelde gewicht van de adulte kreeften gevonden. Het gemiddelde gewicht van de adulte kreeften is in alle sloten afgenomen. Alleen bij de mannetjes van sloot 1 is er een significante afname in gewicht. Alle grafieken van het gemiddelde gewicht voor en na de proef zijn weergegeven in bijlage 3.



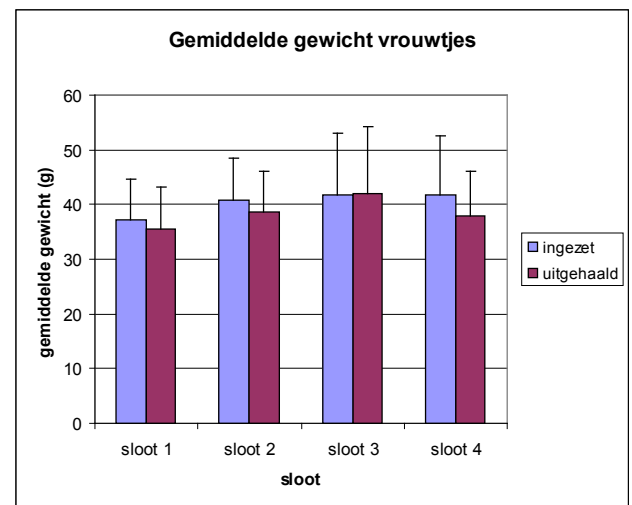
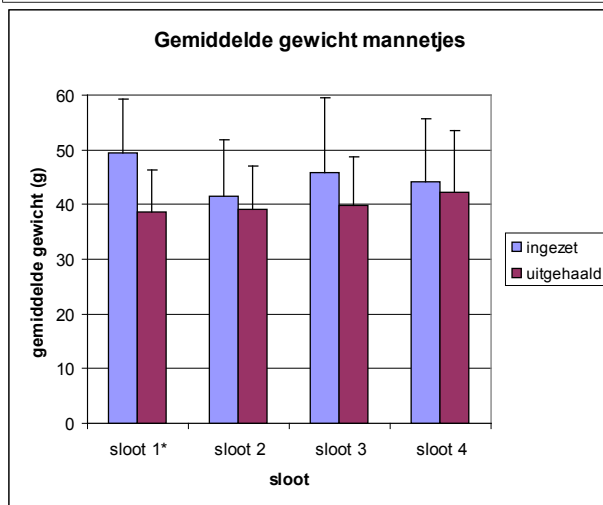
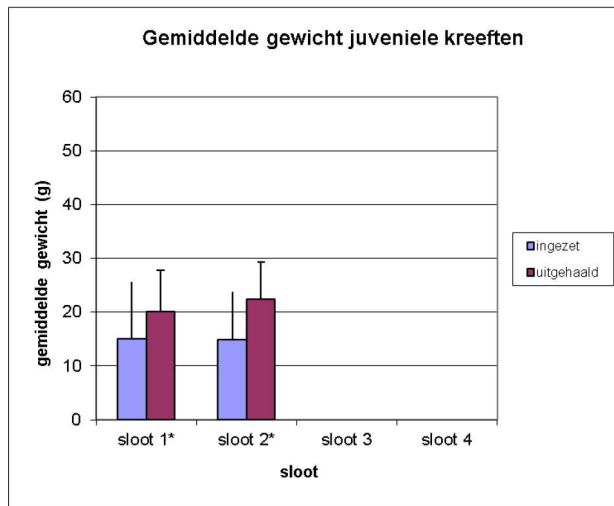
Figuur 7

Totaal gewicht ingezette en terug gevangen kreeften, verdeeld in mannetjes, vrouwtjes en juveniele kreeften

Tabel 4

Bijbehorende p-waarden van de statistische analyse met een t-toets ($\alpha = 0.05$) van het verschil in gewicht van de ingezette en uitgehaalde kreeften in een sloot. Vet is significant

Klasse	sloot 1	sloot 2	sloot 3	sloot 4
Totaal adult	<0,05	0,22	0,27	0,15
Man adult	<0,05	0,36	0,07	0,69
Vrouw adult	0,55	0,41	0,98	0,20
Juveniel	<0,05	<0,05	nvt	nvt



Figuur 8

Gemiddelde gewicht met standaarddeviatie van de rode Amerikaanse rivierkreeft voor en na de proef. Boven zijn de juveniele kreeften weergegeven, linksonder de adulte mannetjes en rechtsonder de adulte vrouwtjes. Significante verschillen zijn weergegeven met een asterisk (*) bij de slootnaam

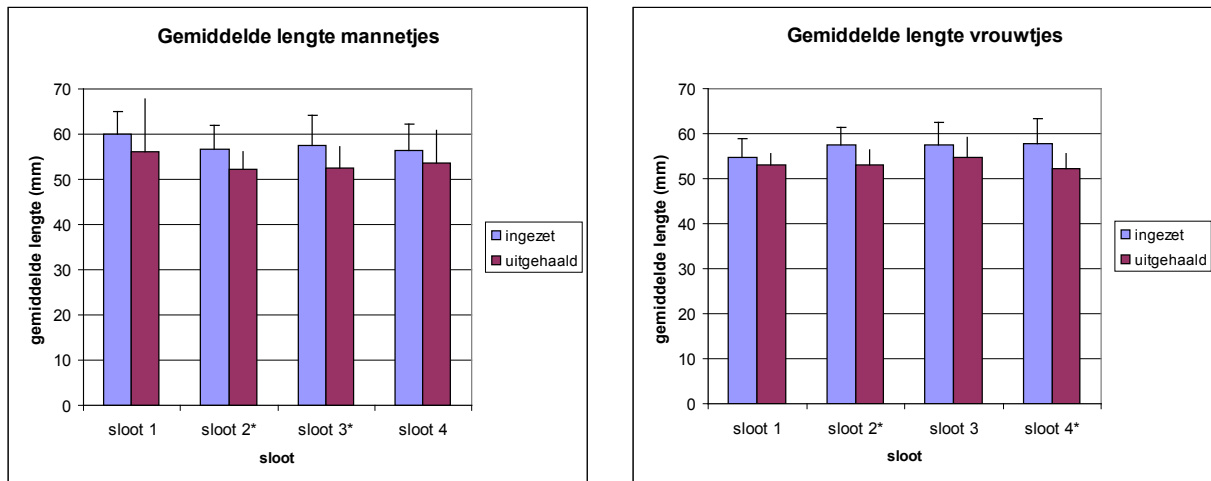
Lengte

In tabel 5 is te zien dat er significante verschillen zijn gevonden in de lengte van de kreeften tussen aanvang en afloop van het onderzoek. In figuur 8 is te zien dat de gemiddelde lengte van zowel de mannetjes als de vrouwtjes in alle vier de sloten is afgenomen. In sloot 2 is er een significante afname van de gemiddelde lengte van zowel de mannetjes als de vrouwtjes. In sloot 3 is er alleen een significant verschil bij de mannetjes en in sloot 4 bij de vrouwtjes.

Tabel 5

Bijbehorende p-waarden van de statistische analyse met een t-toets ($\alpha = 0.05$) van het verschil in lengte van de ingezette en uitgehaalde kreeften in een sloot. Vet is significant

Klasse	sloot 1	sloot 2	sloot 3	sloot 4
Totaal adult	0,15	<0,05	<0,05	<0,05
Man adult	0,29	<0,05	<0,05	0,29
Vrouw adult	0,19	<0,05	0,062	<0,05



Figuur 9

Gemiddelde lengte met standaarddeviatie van de rode Amerikaanse rivierkreeft voor en na de proef. Links zijn de adulte mannetjes en rechts de adulte vrouwtjes weergegeven. Significante verschillen zijn weergegeven met een asterisk (*) bij de slootnaam

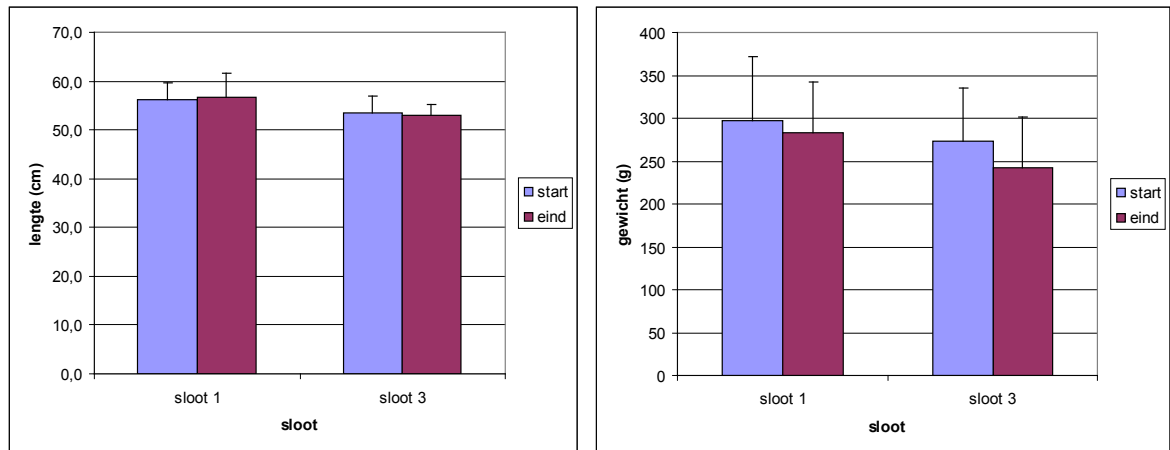
3.2 Paling

Bij de schijnrondes op 10 en 17 augustus is ook gekeken naar de paling. Alle zes palingen in sloot 1 zijn op 10 augustus waargenomen en waren op 10 augustus zo te zien in goede conditie. Opvallend was dat bij de tweede schijnronde op 17 augustus weinig palingen zijn waargenomen in beide sloten. De paling in de sloten had blijkbaar voldoende mogelijkheden om zich goed te verbergen. In sloot 3 zijn twee palingen waargenomen en deze zagen er op 10 augustus prima uit. Op 17 augustus is een paling gezien in sloot 3 die mogelijk schimmelachtige plekken had. Omdat deze paling nog normaal gedrag vertoonde (geen ontwijkingsgedrag) is aangenomen dat de paling redelijk gezond was en is deze niet vervangen door een andere paling. Tijdens de schijnrondes zijn in geen van beide sloten dode en/of fysiek gewonde palingen aangetroffen. Op 25 augustus is er in sloot 3 een paling waargenomen die zich wat traag bewoog.

In sloot 1 zijn vijf palingen terug gevangen, één paling is 18 oktober dood aangetroffen. Deze dode paling had schimmelachtige plekken, maar was verder nog intact. Omdat het overlijden van deze paling vlak voor het uithalen van de proef viel en er geen veranderingen meer in gewicht en lengte in de vissen werd verwacht is dit exemplaar gemeten en gewogen en meegenomen in de analyses. In sloot 3 zijn ook vijf levende palingen teruggevangen. De zesde paling bevond zich in de aanvoerbus (van water) en was in verregerende staat van ontbinding. Aangezien dit exemplaar niet meer te meten was, is hij niet meegenomen in verdere berekeningen.

In bijlage 2 zijn de meetgegevens van de paling weergegeven. In figuur 10 zijn de gemiddelde lengte en het gemiddelde gewicht weergegeven van de paling bij het inzetten en uithalen van de proef. Hoewel er een afname van het gewicht van de palingen zichtbaar is, is dit verschil niet statistisch significant. In sloot 1 is het gewicht gemiddeld 5% afgenomen en in sloot 3 is er een gemiddelde afname van 12%.

Daarnaast blijkt dat gedurende de proef de palingen in geen van beide sloten in lengte zijn toegenomen. De toename in lengte in sloot 1 (0,4 cm) en de afname van de lengte in sloot 3 (0,7 cm) valt binnen de marge van de meetnauwkeurigheid van paling.



Figuur 10

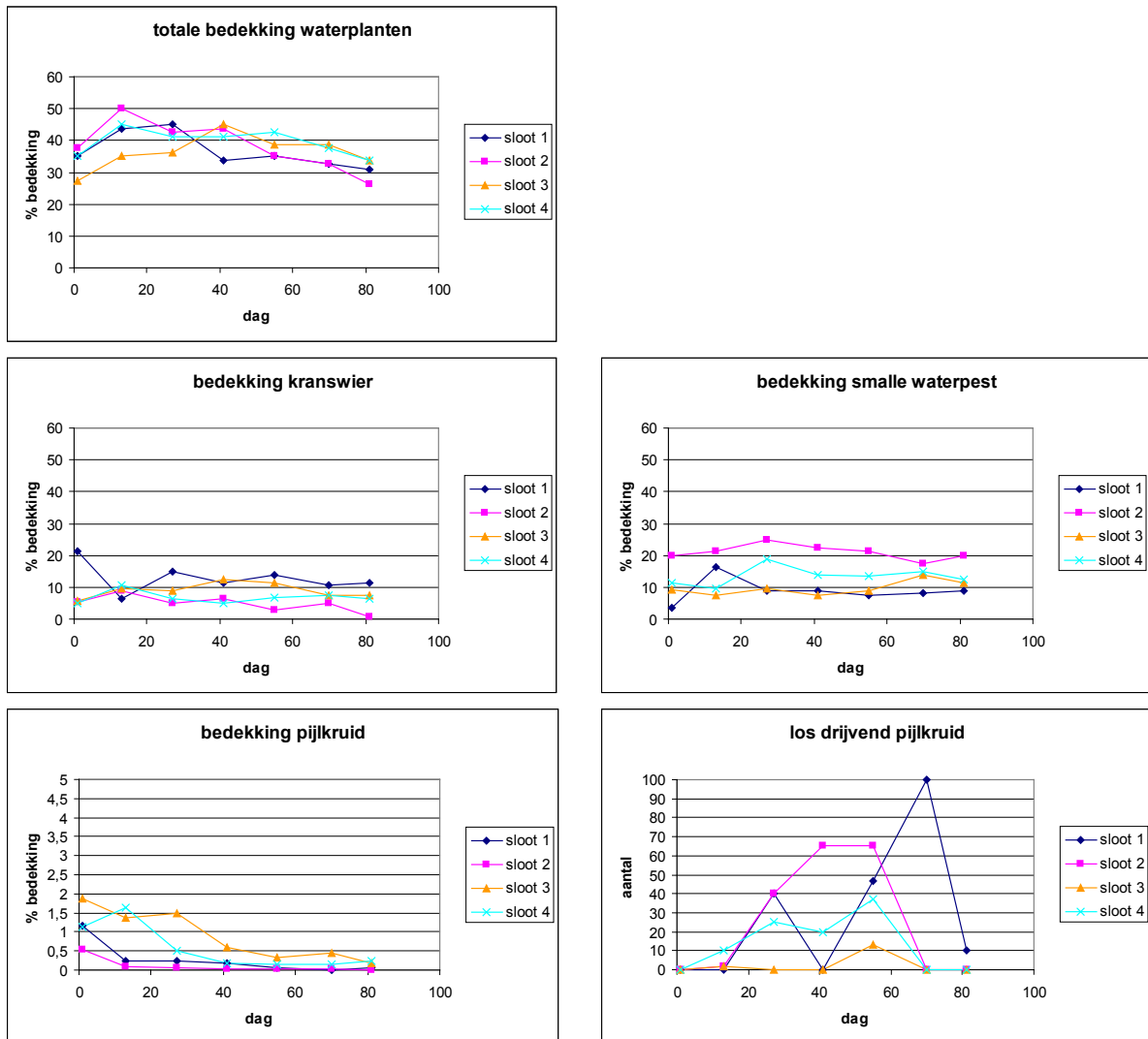
Gemiddeld gewicht (g) en gemiddelde lengte (cm) van de paling met bijbehorende standaardafwijking aan het begin en aan het einde van het experiment

3.3 Waterplanten

In sloot 1 en 4 was door troebelheid het zicht op de bedekking aan het begin van de proef beperkt waardoor het lastig was om de vegetatie goed te kunnen bepalen. Op 8 september regende het en werd het zicht op de vegetatie enigszins beperkt door regendruppels op het water. De vegetatie bestond in de vier sloten voornamelijk uit aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*), smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), kranswieren (*Chara sp.*) en pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*). Daarnaast komen veenwortel (*Persicaria amphibia*), schede fonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*), draadwier en riet (*Phragmites australis*) in een lage bedekking in één of meerdere sloten voor. In bijlage 5 zijn de grafieken van alle waterplanten weergegeven.

In figuur 11 is te zien dat de totale bedekking van waterplanten in de vier sloten in het begin van de proef een lichte toename liet zien en daarna een afname. Het verschil in de dichtheden van kreeften en de inzet van paling is niet bepalend geweest voor een verschil in bedekking van waterplanten in de vier sloten. De bedekking van kranswieren is hoger in de sloten met paling dan de sloten zonder paling. De bedekking van smalle waterpest laat een omgekeerd beeld zien waarbij in de sloten met paling de bedekking lager is.

Bij de proef is ook gekeken naar het aantal losse takjes pijlkruid dat op het water drijft. De bedekking met pijlkruid is vrij laag en de bedekking neemt gedurende het verloop van de proef af. Het aantal los drijvende pijlkruid takjes neemt daarentegen toe, vooral in de sloten 1 en 2. In oktober (na dag 70) was duidelijk te zien dat het pijlkruid aan het afsterven was omdat de planten bruin werden en later verschrompelden.



Figuur 11

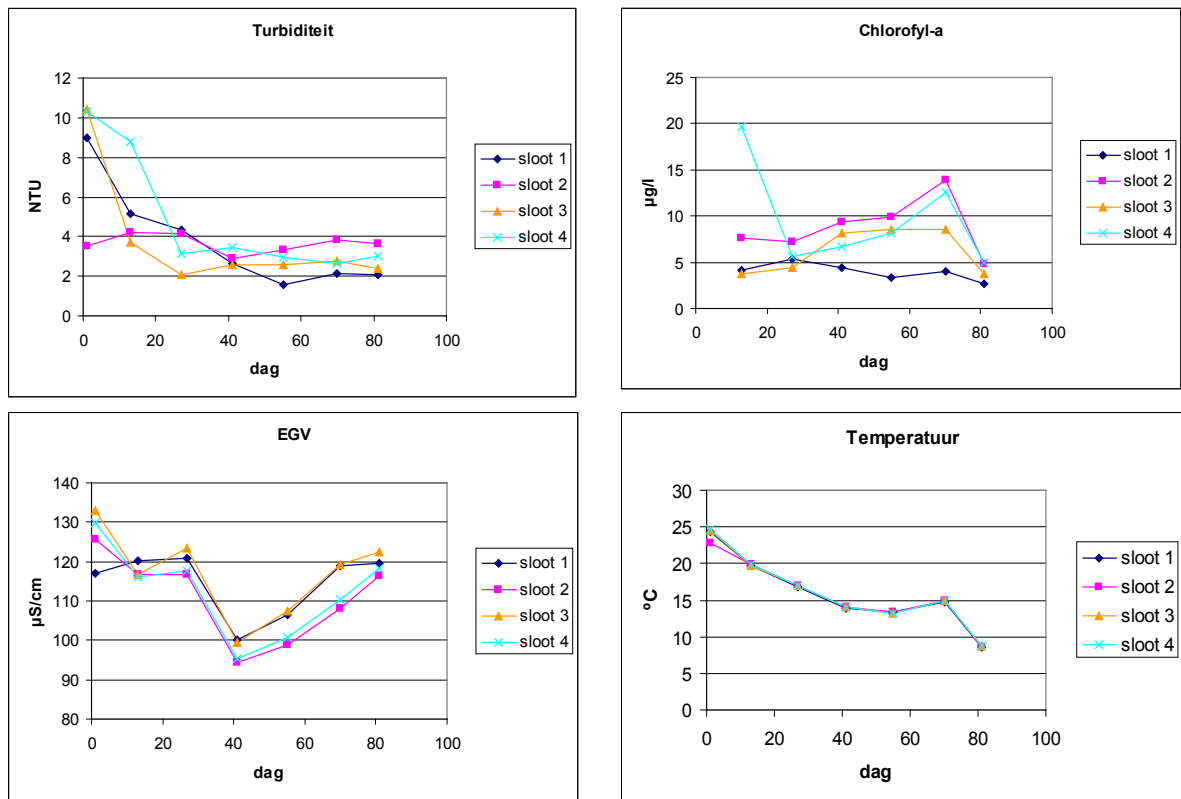
De totale bedekking van waterplanten en de bedekking van kranswier, smalle waterpest en pijlkruid gedurende de proef. Daarnaast het aantal losse drijvende takjes pijlkruid gedurende de proef

3.4 Waterkwaliteitsparameters

Gedurende de proef zijn zevenmaal (30 juli, 11 aug, 25 aug, 8 sept, 22 sept, 7 okt en 18 okt) de parameters chlorofyl-A, EGV, zuurstof, pH, temperatuur en turbiditeit gemeten. De nutriënten stikstof (totaal N mg N/L, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ mg N/L en NH_3 mg N/L) en fosfor (totaal P mg P/L en PO_4 mg P/L) zijn gedurende het project driemaal gemeten (zie bijlage 6). De parameters laten geen duidelijk consistent beeld zien. Het EGV, zuurstof, temperatuur, pH en de nutriënten laten bij de vier sloten hetzelfde beeld zien. Chlorofyl-a en turbiditeit verschillen per sloot.

De turbiditeit is in het begin hoog en de waarden liggen verder uit elkaar maar naar het einde van de proef toe liggen de waarden dicht bij elkaar en lager dan aan het begin van de proef. In sloot 4 blijft de turbiditeit langer hoog in vergelijking met de andere sloten, hetzelfde beeld is te zien bij de concentratie van chlorofyl-A. Er is geen relatie te zien tussen het chlorofyl of de turbiditeit en het aantal kreeften.

Bij het EGV is er een verschil te zien tussen de sloten met paling en de sloten zonder paling. Het EGV bij de sloten met paling is vanaf dag 27 hoger dan bij de sloten zonder paling. De overige parameters laten geen relatie zien met de aanwezigheid van kreeften en/of paling.

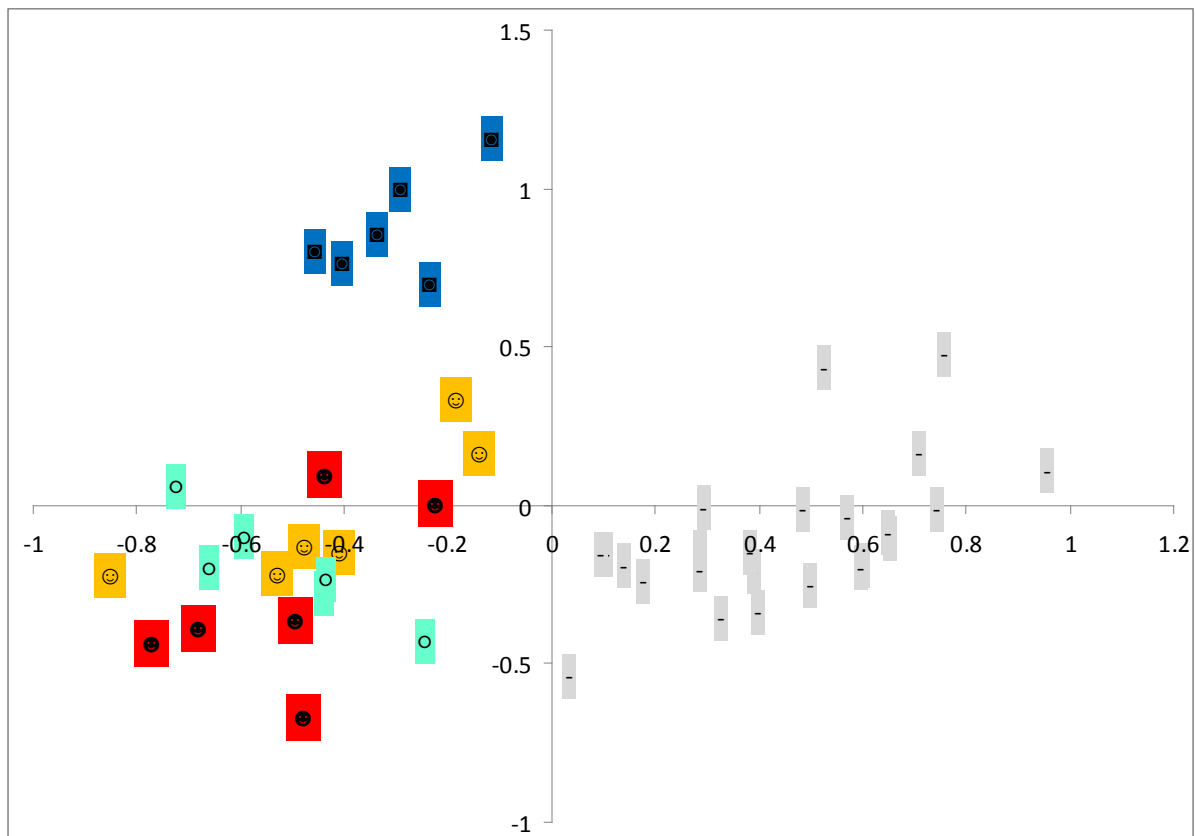


Figuur 1

Verloop waterkwaliteitsparameters turbiditeit, chlorofyl-a, EGV en temperatuur gedurende het onderzoek

3.5 Macrofauna

Bij het begin van de proef was de soortensamenstelling redelijk vergelijkbaar. Toch waren er ook verschillen. Het aantal individuen in sloot 3 was lager dan in de andere drie sloten, vooral door lagere aantallen haften (voornamelijk *Cloeon sp.*) en muggen (*Chaoborus sp.*). In sloot 2 ontbraken de slakken nagenoeg. Omdat slakken een belangrijke voedselbron zijn voor kreeften is besloten om slakken extra in te zetten. De resultaten van de macrofauna bemonstering zijn weergegeven in bijlage 7.



Figuur 2

Resultaat van de Principal Component Analyse voor de bemonsterde macrofauna bij het begin en het einde van het experiment. Grijs = start - geen paling, geen kreeft, rood = eind sloot 1, blauw = eind sloot 2, geel = eind sloot 3, groen = eind sloot 4

Figuur 13 geeft de resultaten weer van een Principal Component Analyse. De figuur laat zien dat er een verschil is tussen de macrofauna gemeenschap van de monsterpunten aan het begin van de proef, voor het inzetten van de paling en kreeften (rechts in het figuur) en de monsters bij het uithalen van de proef (links in het figuur).

Er is geen groot verschil tussen de monsterpunten van de verschillende sloten bij aanvang van het experiment. Dit betekent dat op dat moment de bemonsterde macrofauna gemeenschap in de vier sloten geen grote verschillen vertoonden. Bij het beëindigen van het experiment blijken alle monsterpunten aan de linkerzijde van de grafiek te liggen. Dit geeft aan dat er een verschuiving ten opzichte van de startsituatie heeft plaatsgevonden en dit duidt op een ontwikkeling van de macrofauna-gemeenschap gedurende het seizoen. Dit is een normaal fenomeen. Opvallend is dat alleen de monsters van sloot 2 apart liggen van de overige sloten, dit heeft te maken met het meer voor komen van juveniele slakken in deze sloot. Verder is er geen duidelijk effect van de verschillende behandelingen waar te nemen.

4 Discussie

4.1 Algemeen

Vershil proefsloten en veenweidesloten

Het gebruik van experimentele sloten om te onderzoeken of het wegvangen van kreeften en de inzet van roofvis effect hebben op de kreeftenpopulatie heeft enkele voordelen ten opzichte van natuurlijke sloten. Zo is precies bekend hoeveel kreeften en paling worden ingezet en vindt er geen verstoring plaats door bijvoorbeeld andere vissen of predatie door vogels. De kreeften en paling worden aan de normale weersomstandigheden en dag- en nachtritmes blootgesteld waardoor de dieren hun natuurlijke gedrag vertonen. Verder zijn de sloten over het land goed af te zetten waardoor het voor kreeften niet mogelijk is om het systeem te verlaten. De sloten zijn beter te controleren en zijn ook beschermd tegen verstoring door vandalisme of vee dat de geplaatste schermen kan vernielen. Naast de voordelen zijn er ook nadelen. De kreeften en palingen moeten worden ingebracht, waardoor mogelijk sprake is van aanpassingsproblemen aan een andere habitat dan ze gewend zijn. Bij de natuurlijke sloten in het veenweide gebied hebben de sloten hoofdzakelijk een veenbodem die niet overeenkomt met de (zandige) kleibodem van de experimentele sloten. Daarnaast hebben de experimentele sloten een goed ontwikkelde watervegetatie en macrofauna-gemeenschap waardoor de sloten mogelijk niet overeenkomen met de gemiddelde veensloot waar veel kreeften in voor komen.

Duur en beëindiging experiment

De proef is eind juli 2010 ingezet en liep door tot in oktober. In totaal heeft de proef twaalf weken geduurd waarin effecten van de verschillende maatregelen op de kreeftenpopulatie verwacht werden. Een verlenging van de experimentele periode was niet mogelijk omdat in oktober de watertemperatuur al vrij laag werd (8-9 °C). Aangezien paling en kreeften inactief worden bij kouder weer geeft het verlengen van de proef hier alleen maar een langere periode waarin niets gebeurt en mogelijke verstoringen van de proef kunnen optreden zoals het afsterven van de waterplanten of andere seizoensgebonden effecten. Gezien het verloop van de watertemperatuur aan het einde van de proef (figuur 12) zijn de dieren gedurende de laatste twee weken van het experiment al vrij inactief geworden.

4.2 Kreeften

Duur en beëindiging experiment

Het uithalen van de kreeften was zeer arbeidsintensief en niet alle ingezette kreeften zijn (volgens de verwachting) teruggevonden. Hoewel niet kan worden uitgesloten dat enkele kreeften zich in het sediment van de sloten verstopt hebben, heeft het op de tast uitkammen van de sloten tijdens het uithalen de kans hierop aanzienlijk verkleind. Daarom wordt ook aangenomen dat de niet-teruggevonden kreeften zijn doodgegaan door natuurlijk verloop, onderlinge predatie en agressie of predatie door paling. Om de kreeften uit de sloten te halen, werd door de sloten gelopen. Het is mogelijk dat hierbij enkele kreeften gedood zijn omdat ze per ongeluk vertrapt zijn. Echter dit gaat hooguit om enkele individuen.

Gangen graven

Toen de sloten werden drooggelegd bleken er veel gangen en holen in het sediment aanwezig te zijn. Het graven van gangen en holen is ook waargenomen in het compartimentenexperiment in 2009. De gangen en holen waren bij de compartimentenstudie echter korter en kleiner en bij dat onderzoek werd als mogelijke oorzaak aangegeven het dalen van het waterpeil waardoor de kreeften (in dit geval *Orconectes virilis*) zich ingraven. In zijn natuurlijke verspreidingsgebied schuilt de geknobbelde (*Orconectes virilis*) in holtes onder

stenen maar incidenteel bouwt de kreeft een uitgebreid tunnelnetwerk in rivieroeveren (Hamr, 2002). Echter, de bouw van schoorstenen, zoals bekend van de rode (*Procambarus clarkii*), is uiterst zeldzaam. De gangenstelsels in de huidige proef waren te ver ontwikkeld om als ingraafactie tijdens drooglegging geclassificeerd te worden. De rode Amerikaanse rivierkreeft (*P. clarkii*) is een tertiaire graver, dit wil zeggen dat hij voornamelijk graaft gedurende de reproductieve periode en om uitdroging te voorkomen (Gherardi, 2002). Het kan dus zijn dat de kreeften de gangen en holen hebben gegraven als voorbereiding op de winterperiode of dat de gangen al gegraven zijn gedurende de proef om als schuilmogelijkheid te dienen. In tegenstelling tot de compartimentenproef zijn bij dit onderzoek geen potjes als schuilmogelijkheid aangeboden.

Sterfte tijdens aanpassing aan nieuwe habitat

In de vier sloten zijn tijdens de schijnrondes dode kreeften aangetroffen en er waren geen duidelijke verschillen tussen de sloten. Ook zijn er twee weken na het inzetten niet meer dode kreeften geteld dan vlak na het inzetten. Gezien de redelijk lage mortaliteit is het niet waarschijnlijk dat het hier om aanpassingsproblemen gaat aan de slootomgeving of om negatieve effecten van het transport naar de testlocatie. Dit was ook niet verwacht omdat eerdere experimenten in dezelfde systemen een goede overleving lieten zien (Verdonschot en Van Schaik et al., 2009; Roessink, Van Giels et al., 2010).

Gewicht kreeften

Er is een significante toename van het gewicht van de juveniele kreeften. De kreeften zijn gegroeid in de periode dat ze in de sloten hebben gezeten. Door de groei van de juveniele kreeften is het mogelijk dat een aantal juveniele kreeften aan het einde van het onderzoek in de klasse adulte kreeften vallen. Deze hypothese wordt bevestigd omdat in sloot 2 meer adulte kreeften zijn terug gevangen dan er zijn ingezet. In sloot 1 met paling is deze groei niet terug te vinden in het aantal adulte kreeften dat is terug gevangen. Wordt gekeken naar het gewicht van de adulte kreeften dan is er alleen bij de adulte kreeften in sloot 1 een significante afname te zien. De verwachting zou zijn dat er in sloot 2 een significant verschil in het gewicht was door de groei van juveniele kreeften.

Aantallen adulte en juveniele kreeften

In sloot 2 is het aantal terug gevangen adulte kreeften groter dan het aantal ingezette kreeften. Dit wordt verklaard doordat een deel van de juveniele kreeften is gegroeid naar het formaat van de adulte kreeften. Deze groei kan ook een verklaring zijn waarom in sloot 2 zonder paling (41%) minder juveniele kreeften zijn terug gevangen dan in sloot 1 met paling (47%).

Verskil mannetjes en vrouwtjes

De toename van het aantal adulte kreeften in sloot 2 bestaat naar verhouding meer uit mannetjes dan uit vrouwtjes. Uit de eerdere literatuurstudie (Roessink et al., 2009) komt naar voren dat er, hoewel de verschalingsfrequentie gelijk is, een verschil is in de groeisnelheid van mannetjes en vrouwtjes. In Spaanse populaties laten de mannetjes twee perioden van snelle groei zien aan het einde van de winter en na het paarseizoen (eind september), terwijl de vrouwtjes meer continu groeien met een kleine maar significante toename in september. Omdat het geslacht van de juveniele kreeften bij het inzetten niet is vastgesteld kan bij dit onderzoek niet worden geconcludeerd dat er een verschil in de groeisnelheid is tussen mannetjes en vrouwtjes.

Lengte kreeften

Wordt gekeken naar de lengte van de kreeften, dan is er bij de sloten 2, 3 en 4 een significante afname te zien van de lengte van adulte kreeften. De afname van de lengte in sloot 2 kan misschien verklaard worden door de groei van juveniele kreeften. Doordat (grote) adulte kreeften dood gaan en er aanwas is van onderaf door de juveniele kreeften die zijn doorgesluisd, neemt de gemiddelde lengte van de adulte kreeften af. De afname is echter ook te zien bij de sloten 3 en 4 zonder juveniele kreeften. De afname van de lengte kan alleen maar verklaard worden door sterfte van kreeften.

Effect paling op kreeft

Een afname in gewicht van de kreeften kan veroorzaakt worden doordat naast de directe predatie van paling op juveniele kreeften, de paling het gedrag van de juveniele kreeften beïnvloedt. De resultaten van een Italiaans onderzoek (Aquiloni, Brusconi et al., 2010) laten zien dat paling vooral jaagt op juveniele kreeften. De door paling veroorzaakte sterfte was het grootst onder kreeften met een carapaxlengte kleiner dan vier centimeter. Daarnaast werden bij, door paling bejaagde, kreeften vaker kreeften met een lege maag aangetroffen. Dit suggereert dat de (juveniele) kreeften door de aanwezigheid van predatoren minder voedsel zoeken en daardoor langzamer groeien.

Dit zou ook verklaren waarom de juveniele kreeften in sloot 2 (zonder paling) zoveel zijn gegroeid en er bij de adulte kreeften geen significante afname is in het gewicht. Zonder aanwezigheid van de predator hadden zowel de juveniele als de adulte kreeften voldoende tijd om te eten en zijn ze in gewicht toegenomen.

Oorzaak sterfte en gewichtsafname kreeften

Gezien de volop aanwezige waterplanten, amfibieënlarven en macrofauna is het niet waarschijnlijk dat voedseltekort direct een rol heeft gespeeld bij de afname in het gemiddelde gewicht van de kreeften. De juveniele kreeften zijn in gewicht toegenomen en doorgesloofd naar het adulte stadium. Daarnaast zijn de kreeften in sloten 2, 3 en 4 in lengte significant afgenomen, maar niet in gewicht. Aangezien kreeften niet krimpen wijst dit erop dat een aantal grote adulte kreeften is gestorven.

Predatie kreeften door paling

Bij het inzetten van het experiment bleek het niet mogelijk om in de natuurlijke wateren, maar ook niet bij kwekers, hele kleine juveniele kreeften te vinden van het formaat grote macrofauna. Er is daarom gebruik gemaakt van de kleinste juveniele kreeften die voorradig waren.

Het risico hierbij was dat deze juveniele kreeften mogelijk minder aantrekkelijk waren als voedsel voor de paling dan hele kleine kreeftjes. Om dit te ondervangen is grotere paling uitgezet. Uit onderzoek van Aquiloni en medewerkers (2010) is naast de predatie van kreeften (*Procambarus clarkii*) kleiner dan 4 cm ook predatie op grotere kreeften waargenomen. Deze predatie op de wat grotere kreeften was bijna altijd gekoppeld aan het verschalen van de kreeften. In het Italiaanse experiment lijkt de paling een voorkeur te hebben voor juveniele en zachte kreeften. Daar de ingezette juvenielen in de huidige veldstudie een carapax lengte hadden die groter was dan 4 cm, is het mogelijk dat de paling hierdoor minder dan verwacht op juveniele kreeften predeerde en zich op net verschaalde adulte kreeften concentreerde (Lodge en Hill, 1994). Onbekend is ook hoeveel kreeften een paling nu eigenlijk eet. Het is mogelijk dat dit aantal gering is en wegvalt tegen de andere oorzaken van sterfte onder de kreeften.

Dat de predatie van paling niet erg hevig was wordt onderstreept door het feit dat er geen significant verschil gevonden werd in kreeft-mortaliteit in de sloten met en zonder paling. Hoewel er ook geen statistisch significant verschil werd gevonden tussen de sloten met en zonder wegvang was de uitval van kreeften procentueel wel beduidend hoger in de sloten waar meer individuen aanwezig waren (populatie B, wel wegvangen). Dit wijst erop dat in dit experiment het effect van de paling op de kreeften veel kleiner is dan het effect van de kreeften op elkaar.

4.3 Palingen

Sterfte paling

In beide sloten is één paling dood gegaan. De oorzaak hiervan de sterfte is niet bekend. Tijdens de schijnrondes is in sloot 3 een paling waargenomen die een schimmelachtige huidandoening had. Mogelijk is dit een slijmhuibbeschadiging geweest als gevolg van het vangen en hanteren tijdens transport en inzetten. Omdat deze paling nog redelijk normaal gedrag vertoonde (geen ontwijkgingsgedrag) is aangenomen dat de paling gezond was en is daarom niet vervangen. Of het deze paling is geweest die is doodgegaan, is niet bekend. De dode maar intacte paling in sloot 1 vertoonde ook schimmelachtige plekken.

Gewicht paling

De palingen zijn gedurende de proef in beide sloten afgenomen in gewicht (5 tot 12%). De afname is opmerkelijk, zeker gezien palingen normaal gesproken juist toenemen in gewicht als reserve voor de wintermaanden. Mogelijk dat de verplaatsing naar een sloot tot gevolg heeft gehad dat het natuurlijke foeragegedrag van de palingen is verstoord. Daarnaast kunnen de juveniele kreeften voor de palingen te groot zijn geweest (Aquiloni, Brusconi et al., 2010). Of is de duur van het onderzoek te kort geweest voor de breedbek-palingen om over te stappen op kleiner voedsel als macrofauna. Dit betekent dat de palingen alleen op net verschaalde kreeften hebben kunnen prederen. Aangezien kreeften ook soortgenoten eten (Perez-Bote, 2005), zijn palingen en kreeften elkaars concurrent van net verschaalde dieren en dit komt de foeragemogelijkheden voor de paling niet ten goede.

Interactie kreeften en palingen

Onbekend is of er interactie is tussen de adulte kreeften en de paling. Een hoge dichtheid aan adulte kreeften zou mogelijk verstrend kunnen werken op het normale foeragegedrag van de paling.

4.4 Overige parameters

Waterkwaliteit

Wordt gekeken naar de grafieken van de waterkwaliteit van de vier sloten, dan kan er geen duidelijk effect van de aangebrachte behandelingen worden aangetoond.

Turbiditeit

In het begin van het onderzoek zijn hoge waarden voor turbiditeit gevonden. Alleen de macrofauna bemonstering is uitgevoerd voor het begin van de meting. Aangezien echter een hogere turbiditeit niet waargenomen is bij sloot 2 en de laatste meting vlak na de laatste macrofauna bemonstering, is het dus niet aannemelijk dat de macrofauna-bemonstering hiervan de oorzaak was. De turbiditeit laat een overeenkomstig patroon zien met de algemene ontwikkeling van de turbiditeit uit de compartimentenstudie (Roessink et al., 2010). De turbiditeit is in het begin hoog waarbij de waarden een relatief grote spreiding vertonen maar naar het einde van de proef neemt de spreiding af en wordt de turbiditeit lager. Echter, in tegenstelling tot de response uit de compartimentenstudie (Roessink et al., 2010) is in dit experiment geen relatie tussen het aantal aanwezige kreeften en de turbiditeit in het water. Mogelijk wordt de hogere turbiditeitswaarde aan het begin veroorzaakt door chlorofyl-a. Aangezien de eerste chlorofyl-a metingen niet goed verlopen zijn, is niet bekend wat de waarde van het chlorofyl-a was voor aanvang van de proef. Een indirecte aanwijzing dat Chl-a turbiditeit veroorzaakt komt uit sloot 4, waar de turbiditeit en ook Chl-a langer hoog blijven in vergelijking met de andere sloten.

EGV

Bij de compartimentenstudie werd er ook een significant effect op het EGV waargenomen bij kreeftdichtheden van 1,25 en 5 kreeften/m². Dit is bij de huidige studie niet waargenomen. Bij de compartimentenstudie is gebruik gemaakt van geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften en bij het voorliggend onderzoek zijn rode Amerikaanse rivierkreeften gebruikt. Het is mogelijk dat de effecten op EGV (en ook turbiditeit) soort specifiek zijn. Bij deze veldstudie is op het EGV wel een verschil te zien tussen de sloten met paling en de sloten zonder paling. Het EGV bij de sloten met paling is vanaf dag 27 hoger dan bij de sloten zonder paling. Het precieze achterliggende mechanisme is echter niet bekend.

Macrofauna

Bij het begin van de proef was de soortensamenstelling van de macrofauna redelijk vergelijkbaar. Toch waren er ook verschillen. Het aantal individuen in sloot 3 was lager dan in de andere drie sloten. Vooral door lagere aantallen hatten (voornamelijk *Cloeon sp.*) en muggen (*Chaoborus sp.*). In sloot 2 ontbraken de slakken

nagenoeg. Omdat slakken een belangrijke voedselbron zijn voor kreeften is besloten om extra slakken in te zetten. Een reden voor het ontbreken van de slakken kan de aanwezigheid zijn van larven van de spinnende watertor. Uit de macrofauna-opnames is niet af te leiden dat de paling dan wel kreeft op macrofauna is gaan prederen. Er is geen controlesloot meegenomen waardoor het niet mogelijk was om een vergelijking te maken met een niet-behandelde sloot. Verder viel op dat bij de start van de proef veel kikkervisjes in de sloten aanwezig waren. Tijdens de proef is niet gezien dat er veel jonge kikkers de slootkant opkropen wat mogelijk een impact van de kreeften op deze groep geweest is.

Vegetatie

De vegetatiebedekking laat bij alle vier de sloten een lichte toename zien in het begin van de proef en neemt af aan het einde van de proef, dit is een natuurlijke seizoenfluctuatie. De afname in de algehele biomassa van de waterplanten zoals is gemeten bij de compartimentenstudie (Roessink et al., 2010) is niet direct waargenomen.

Bij de proef is ook gekeken naar het aantal los geknipte takjes pijlkruid. Opvallend is dat bij alle sloten de bedekking van pijlkruid, onafhankelijk van de natuurlijke afsterving in de herfst, afneemt. Dit is ook waargenomen bij de compartimentenstudie met geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften (Roessink et al., 2010).

5 Conclusies

De test in de proefsloten heeft laten zien dat voor - in ieder geval - de duur van dit experiment zowel de kreeften als de paling in dit systeem te houden zijn.

Hoewel soms trends zichtbaar lijken zoals bij de waterkwaliteitsparameters, is er geen eenduidige impact van de verschillende behandelingen op ecosysteem parameters waar te nemen.

Ook uit de macrofauna opnames is niet af te leiden dat er een effect van de paling dan wel van de kreeft op macrofauna is opgetreden. Bij het onderzoek was het niet mogelijk om een controlesloot mee te nemen waardoor eventuele seizoen-effecten niet uitgesloten konden worden.

De meest veelbelovende maatregel uit de literatuur om kreeftenpopulaties te controleren, namelijk wegvangen in combinatie met de inzet van predatore vis, geeft in dit experiment niet de duidelijke resultaten die vooraf verwacht werden. Het geeft in ieder geval aan dat de impact van predatore paling op kreeftenpopulaties niet sterk genoeg was om binnen 81 dagen duidelijke effecten te sorteren of dat deze impact van andere factoren (die niet of niet afdoende in de test vertegenwoordigd waren) afhankelijk is.

Eén van die factoren kan zijn dat de gebruikte juveniele kreeften mogelijk te groot waren om als 'gemakkelijk' voedsel voor de paling van ca. 55 cm te dienen, dat de predatie van paling op net-verschaalde adulten niet van dien aard is dat dit een grote impact op de populaties had en dat het tijdsraam waarin paling mogelijk effect kan hebben dus nauw luistert.

Aangezien de onderzoeksvraag betrekking had op mogelijke problematiek in het veenweide gebied was als mogelijke predator paling de enige serieuze kandidaat, omdat andere roofvissen hier niet of in niet voldoende mate voor komen. Wellicht dat in andere systemen met andere predatoren andere resultaten behaald kunnen worden.

6 Aanbevelingen

Om enkele versturende onderdelen in de huidige experimentele opzet te voorkomen is het aan te raden in vervolgstudies met het volgende rekening te houden.

Keuze soort rivierkreeft

Bij experimenten met verschillende rivierkreeftsoorten moet met seizoen-effecten rekening gehouden worden. Daar de proef in eerste instantie met de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) gepland was, was de geplande start in augustus geen probleem voor het verkrijgen van jonge kreeften. *Orconectes virilis* laat eind voorjaar/begin zomer de jongen los waardoor rond de start van het experiment de juiste grootte aanwezig zou zijn. Toen deze soort niet voorradig bleek moest naar de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) worden overgeschakeld. Deze soort kan jongen voor de winter loslaten, met eieren de winter ingaan en laat de jongen dan eerder in het jaar los of zelf meerdere keren per jaar los, waardoor tijdens de start van het experiment de jongen al veel groter waren.

Macrofaunabemonstering

Macrofaunabemonsteringen in dit experiment werden alleen voorafgaand en na beëindiging van het experiment uitgevoerd. Voor een goede karakterisering van de ontwikkeling van deze groep moet er frequenter gemonsterd worden en moet er een controlesysteem zonder kreeft en paling meegenomen worden.

Keuze predator

Het daadwerkelijk bevestigen van predatie van paling op kreeften kan helpen in de interpretatie van de veldresultaten. Hierbij kan in dit specifieke geval gedacht worden aan het voeren van de palingen met kreeften in een kleinere, goed observeerbare omgeving.

Aangezien de onderzoeksvraag betrekking had op mogelijke problematiek in het veenweide gebied was als mogelijke predator paling de enige serieuze kandidaat omdat andere roofvissen hier niet of in niet voldoende mate voorkomen. Wellicht dat in andere systemen met andere predatoren andere resultaten behaald kunnen worden.

Ontwikkeling vegetatie

Omdat de start van de proef vertraagd is, was de slootvegetatie al volledig ontwikkeld. Eventuele effecten van de kreeften op opkomende waterplanten konden daardoor niet goed geobserveerd worden. Een eerdere start van het experiment kan hier wellicht ook antwoord op geven.

7 Dankwoord

Dit onderzoek beslaat een proef waarin veel verschillende parameters gemeten zijn en waar, door de aard van deze proef, veel werk in de voorbereiding en afronding nodig was. Het uitvoeren van dit soort proeven is dan ook teamwork en is door meer handen gedragen dan door die van de auteurs alleen. Graag willen de auteurs dan ook iedereen bedanken die een bijdrage geleverd heeft aan het tot stand komen van deze experimenten.

De leden van de begeleidingscommissie bedanken wij voor hun opbouwende commentaar en constructieve meedenken tijdens het hele proces van projectplan tot en met de finale verslaglegging. De begeleidingscommissie bestaat uit Willie van Emmerik (Sportvisserij Nederland), Wilco van Bodegraven (gemeente Woerden), Bas van der Wal (STOWA), Ronald Gylstra (Waterschap Rivierenland), Bram Koese (Stichting EIS-Nederland), Bart Specken (Waternet), José Vos (Team Invasieve Exoten) en voorzitter Peter Heuts (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden). Herbert van Kuyvenhoven was agenda-lid namens de provincie Utrecht.

Maar zeker ook de verschillende personen die geassisteerd hebben in het onderzoek door het lopen van schijnronde, macrofauna bemonstering, het aanleveren van paling of kreeften en het uithalen van kreeften. Patrick Rutjes, Ronald Gylstra, Jochem Hop, Hendrik Visser, Peter Heuts, Tom Heuts, José Vos, Jouke Kampen, Bennie ter Horst, Marie-Claire Boerwinkel, John Deneer, Nico van den Brink en alle anderen die direct en indirect geholpen hebben: allemaal enorm bedankt voor jullie inzet.

Daarnaast heeft Ronald Gylstra de determinatie van macrofauna, de statische analyse ervan en de interpretatie van deze gegevens voor zijn rekening genomen.

Speciaal willen wij Peter Heuts bedanken voor zijn bijdrage aan de management-samenvatting.



Literatuur

- Ahern, D., J. England et al., 2008. The virile crayfish, *Orconectes virilis* (Hagen, 1870) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae), identified in the UK. Aquatic Invasions **3**(1): 102-104.
- Aquiloni, L., S. Brusconi et al., 2010. Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. Biological Invasions **12**(11): 3817-3824.
- Blake, M. A. en P.J.B. Hart, 1995. Habitat preferences and survival of juvenile signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* - the influence of water depth, substratum, predatory fish and gravid female fish. Freshwater Crayfish **9**: 318-332.
- Cruz, M.J., R. Rebelo et al., 2006. Effects of an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, on the distribution of south-western Iberian amphibians in their breeding habitats. Ecography **29**: 329-338.
- Frutiger, A., S. Borner et al., 1999. How to control unwanted populations of *Procambarus clarkii* in Central Europe? Freshwater crayfish **12**: 715-725.
- Gherardi, F., 2002. Behaviour. Biology of Freshwater Crayfish. D. Holdich. Oxford, Blackwell: 258-290.
- Hamr, P., 2002. Orconectes. Biology of freshwater crayfish. D. Holdich. Oxford, Blackwell: 585-608.
- Hanson, J.M., P.A. Chambers et al., 1990. Selective foraging by the crayfish *Orconectes virilis* and its impact on macroinvertebrates. Freshwater Biology **24**: 69-80.
- Hein, C.L., B. Roth et al., 2006. Fish predation and trapping for rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) control: a whole-lake experiment. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **63**: 383-393.
- Holdich, D.M., R. Gydemo et al., 1999. A review of possible methods for controlling alien crayfish populations. Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation? F. Gherardi en D.M. Holdich. Rotterdam, Balkema, A.A.: 245-270.
- Hyatt, M.W., 2004. Investigation of crayfish control technology. Phoenix, Arizona Game and Fish Department: 89.
- Lodge, D.M. en A.M. Hill, 1994. Factors governing species composition, population size, and productivity of cool-water crayfishes. Nordic J. Freshwat. Res. **69**: 111-136.
- Lodge, D.M., C.A. Taylor et al., 2000. Nonindigenous crayfishes threaten North American freshwater biodiversity: Lessons from Europe. Fisheries **25**(8): 7-20.
- Mueller, K.W. en A. Frütiger, 2001. Effects of intensive trapping and fish predation on an (unwanted) population of *Procambarus clarkii*. Annual meeting of the North American Bethological Society. LaCrosse, WI.
- Perez-Bote, J.L., 2005. Feeding ecology of the exotic red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in the Guadiana River (SW Iberian Peninsula). Crustaceana **77**(11): 1375-1387.
- Rickett, J.D., 1974. Trophic relationships involving crayfish of the genus *Orconectes* in experimental ponds. Prog. Fish-Culturist **36**: 207-211.

- Roessink, I., S. Hudina et al., 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 et al., 2010. Invloed van de invasieve rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) op waterplanten en waterkwaliteit. Wageningen, Alterra. **2052**: 77.
- Skurdal, J., T. Qvenild et al., 1992. Mark-recapture experiments with noble crayfish, *Astacus astacus* L., in a Norwegian lake. Aquaculture Research **23**(2): 227-233.
- Van der Meulen, M. en J. Vos et al., 2009. Effecten van exotische rivierkreeften op de KRW-maatlatscores. H2O **14/15**: 41-43
- Verdonschot, R., H. van Schaik et al., 2009. Effecten van de rode Amerikaanse rivierkreeft op de vegetatie en macrofauna van sloten. H2O **20**: 36-38.

Bijlage 1 Tijdsplanning

Datum	Actie
23 en 30 juli	Inventarisatie van de macrofauna door Ronald Gylstra
30 juli	Monsternamen P en N
30 juli	Opname vegetatie en waterkwaliteitsparameters
30 juli	Proef ingezet door Astrid Boerkamp, Patrick Rutjes en Fabrice Ottburg. In een viertal sloten zijn de adulte kreeften uitgezet en 26 juveniele
2 augustus	In de avond schijnronde door Ronald Gylstra en Fabrice Ottburg
3 augustus	Door Patrick Rutjes en Fabrice Ottburg zijn 18 juveniele kreeften bijgezet in sloot 1 en 17 juveniele in sloot 2. Totaal aantal juveniele kreeften komt daarmee op 43 en 42
5 augustus	In de avond schijnronde door José Vos en Fabrice Ottburg
6 augustus	Door Astrid Boerkamp en Patrick Rutjes de laatste 57 en 58 juveniele kreeften ingezet waardoor de gewenste hoeveelheid kreeften behaald werd
9 augustus	Door Jouke Kampen, Patrick Rutjes en Fabrice Ottburg zijn de palingen ingezet
10 augustus	In de avond schijnronde door Ivo Roessink en Fabrice Ottburg
11 augustus	Opname vegetatie en waterkwaliteitsparameters
17 augustus	In de avond schijnronde door Peter Heuts, Tom Heuts, Ivo Roessink en Fabrice Ottburg.
25 augustus	Opname vegetatie en waterkwaliteitsparameters
7 september	Monsternamen P en N
8 september	Opname vegetatie en waterkwaliteitsparameters
22 september	Opname vegetatie en waterkwaliteitsparameters
7 oktober	Opname vegetatie en waterkwaliteitsparameters
15 oktober	Inventarisatie van de macrofauna door Ronald Gylstra en Peter Heuts
18 oktober	Monsternamen P en N
19 oktober	Terugvangst paling door Johan van Giels, Hendrik Visser, Jochem Hop
20, 21 oktober	Uithalen kreeften door Ivo Roessink, Jochem Hop, Johan van Giels, Fabrice Ottburg, Hendrik Visser
22-31 oktober	Controle achtergebleven kreeften

Bijlage 2 Gegevens paling

SLOOT 1				SLOOT 3			
Uitgezet		9-8-2010		Uitgezet		9-8-2010	
sloot	lengte (cm)	gewicht (g)		sloot	lengte (cm)	gewicht (g)	
1	56	280		3	59,5	380	
1	54	260		3	56	300	
1	59	400		3	51,5	240	
1	57,5	320		3	51,5	220	
1	60	340		3	52	280	
1	51	180		3	51	220	
gemiddelde	56,3	296,7		gemiddelde	53,6	273,3	
stdev	3,3	75,3		stdev	3,4	61,5	
min	51	180		min	51	220	
max	60	400		max	59,5	380	
Terug gevangen		19-10-2010		Terug gevangen		19-10-2010	
sloot	lengte (cm)	gewicht (g)	dood	sloot	lengte (cm)	gewicht (g)	dood
1	56	289		3	52	229,71	
1	49	189		3	52,5	187,26	
1	60	309		3	57	343,89	
1	63	366		3	52	222,29	
1	54	253		3	51	224,64	
1	58	292	opm1	3			opm2
gemiddelde	56,7	282,9		gemiddelde	52,9	241,6	
stdev	4,9	58,9		stdev	2,4	59,6	
min	49	189		min	51	187,26	
max	63	366		max	57	343,89	
Opmerking 1. 18-10-10 aangetroffen: de paling heeft schimmel plekken, de rest van de paling intact.							
Opmerking 2. Eén paling is dood gevonden in ver verteerde staat, in inlaatkanaal gezwommen.							

Er is geen significant verschil in lengte en gewicht van de paling voor en na de proef.

Bijlage 3 Statistiek kreeften

Ingezette kreeften

Significantie ($\alpha = 0,05$)

Sloot 1	F-toets	t-toets
Lengte vrouw vs man adult	0,252	$6,72 * 10^{-4}$ (g)
Gewicht vrouw vs man adult	0,125	$6,84 * 10^{-5}$ (g)
Gewicht vrouw vs juveniel	$5,14 * 10^{-8}$	$4,85 * 10^{-11}$ (o)
Gewicht man vs juveniel	$9,75 * 10^{-14}$	$2,70 * 10^{-12}$ (o)

(g) t-toets gelijke variantie

(o) t-toets ongelijke variantie

Significantie ($\alpha = 0,05$)

Sloot 2	F-toets	t-toets
Lengte vrouw vs man adult	0,122	0,295 (g)
Gewicht vrouw vs man adult	0,111	0,398 (g)
Gewicht vrouw vs juveniel	$2,1 * 10^{-10}$	$4,46 * 10^{-12}$ (o)
Gewicht man vs juveniel	$1,95 * 10^{-17}$	$3,71 * 10^{-10}$ (o)

(g) t-toets gelijke variantie

(o) t-toets ongelijke variantie

Significantie ($\alpha = 0,05$)

Sloot 3	F-toets	t-toets
Lengte vrouw vs man adult	0,070	0,437 (g)
Gewicht vrouw vs man adult	0,105	0,080 (g)

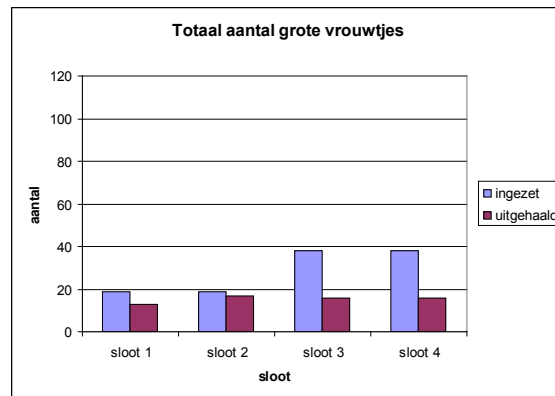
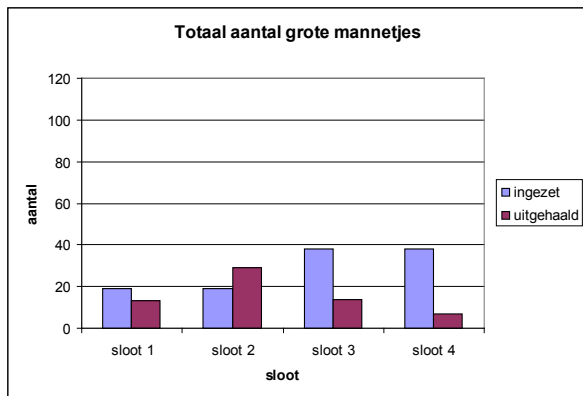
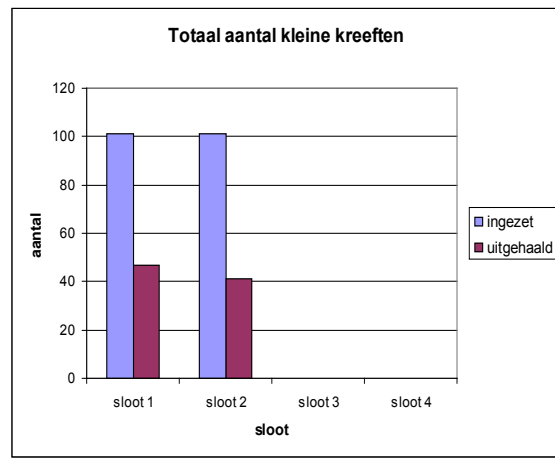
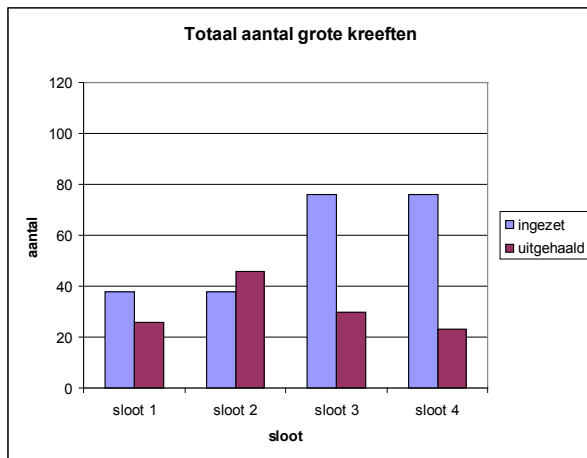
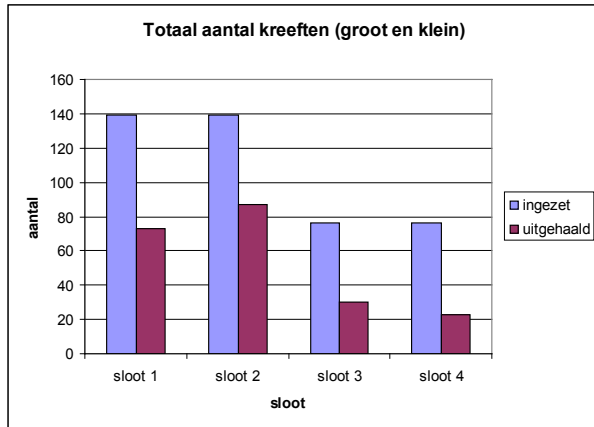
(g) t-toets gelijke variantie

Significantie ($\alpha = 0,05$)

Sloot 4	F-toets	t-toets
Lengte vrouw vs man adult	0,369	0,126 (g)
Gewicht vrouw vs man adult	0,304	0,192 (g)

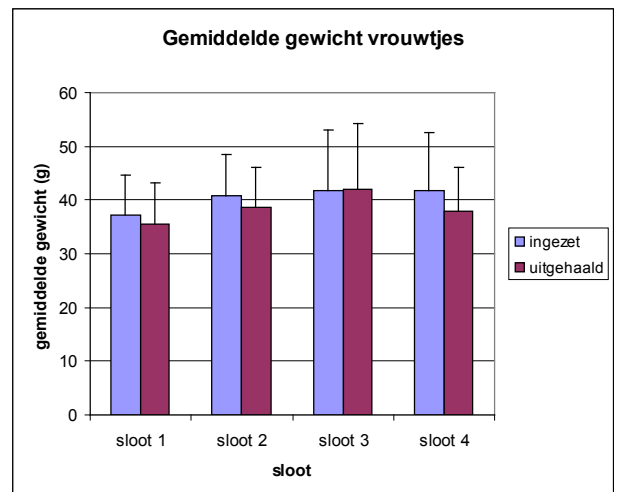
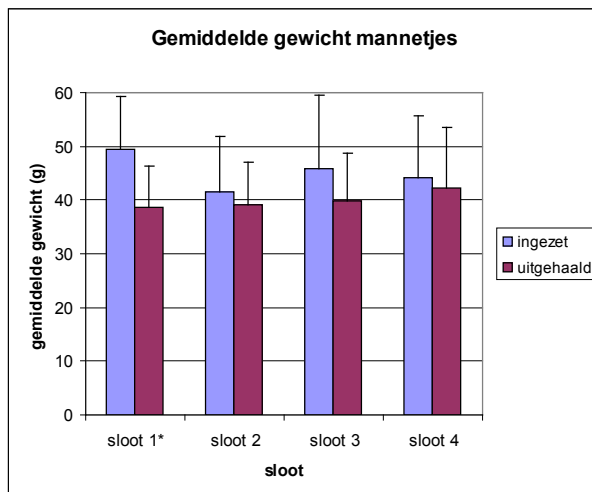
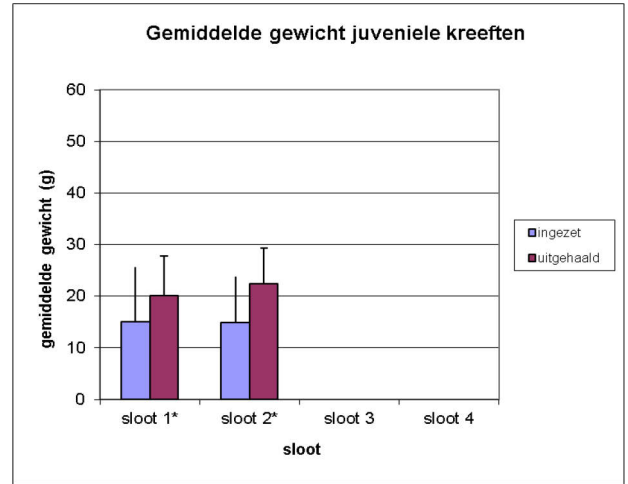
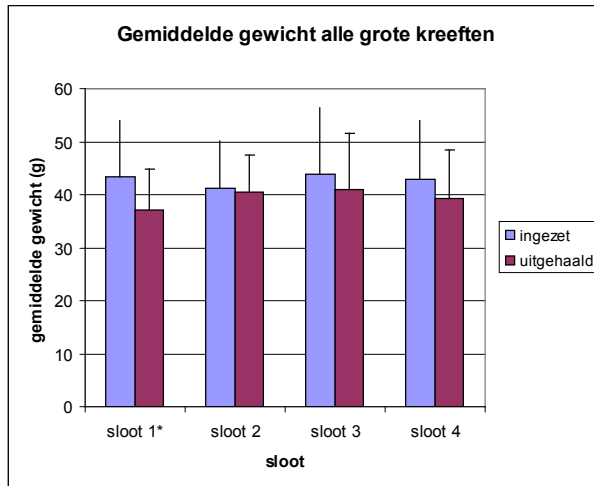
(g) t-toets gelijke variantie

Aantallen



Gewicht

Gemiddelde gewicht met standaarddeviatie van de rode Amerikaanse rivierkreeften bij het inzetten van de proef en bij het uithalen. Bij sloten voorzien van een * is er een significant verschil in het gemiddelde gewicht van de ingezette en uitgehaalde kreeften. De significantie is in onderstaande tabel weergegeven.

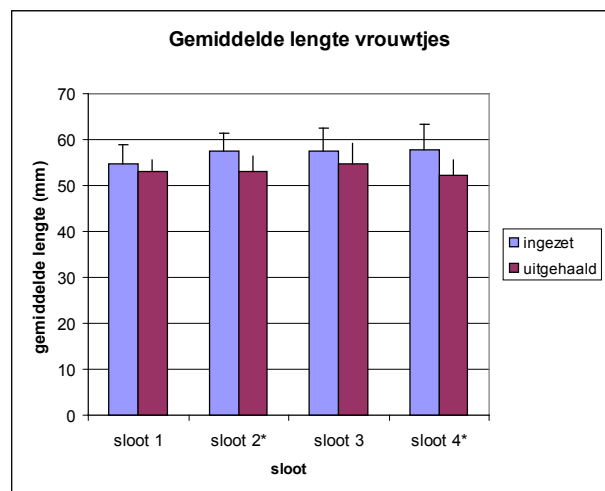
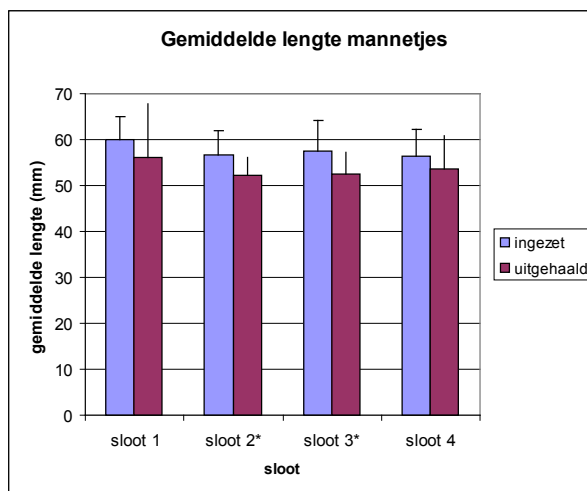
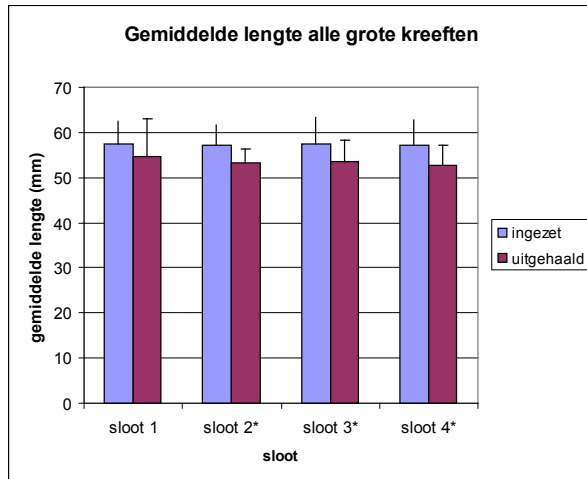


Significantie (met t-toets, $\alpha = 0,05$)

Klasse	sloot 1	sloot 2	sloot 3	sloot 4
Totaal adult	$8,44 * 10^{-03}$	0,22	0,27	0,15
Man adult	$2,48 * 10^{-03}$	0,36	0,07	0,69
Vrouw adult	0,55	0,41	0,98	0,20
juveniel	$7,22 * 10^{-10}$	$4,38 * 10^{-14}$	nvt	nvt

Lengte

Gemiddelde carapaxlengte met standaarddeviatie van de rode Amerikaanse rivierkreeften bij het inzetten van de proef en bij het uithalen. Bij sloten voorzien van een * is er een significant verschil in de gemiddelde carapaxlengte van de ingezette en uitgehaalde kreeften. De significantie is in onderstaande tabel weergegeven.

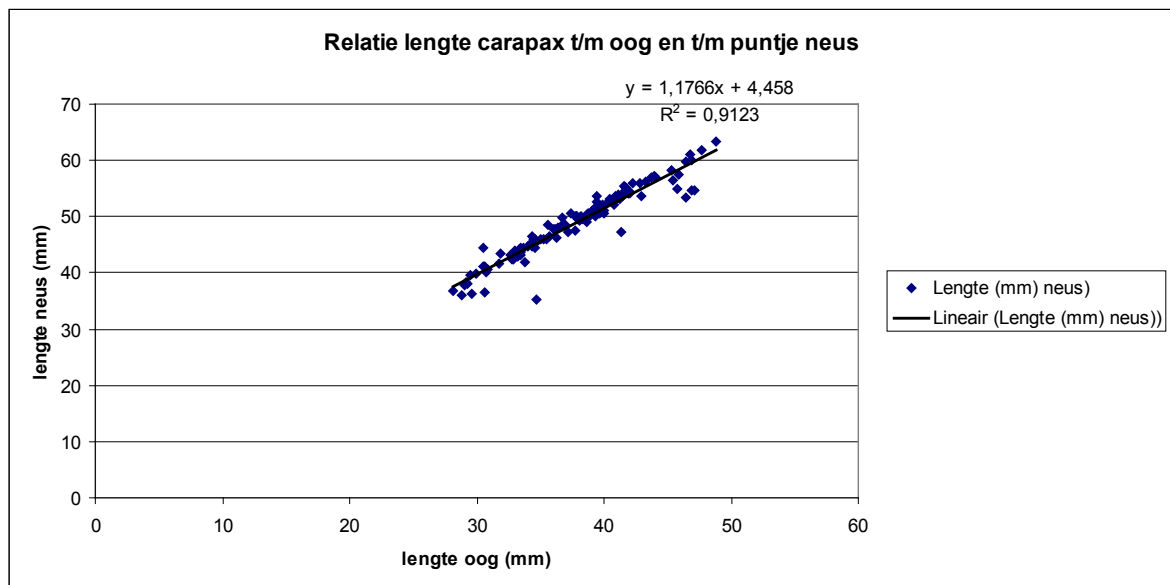


Significantie (met t-toets, $\alpha = 0,05$)

Klasse	sloot 1	sloot 2	sloot 3	sloot 4
Totaal adult	0,15	$2,21 \cdot 10^{-06}$	$1,31 \cdot 10^{-03}$	$9,44 \cdot 10^{-04}$
Man adult	0,29	$9,90 \cdot 10^{-04}$	$8,88 \cdot 10^{-03}$	0,29
Vrouw adult	0,19	$1,30 \cdot 10^{-03}$	0,062	$3,23 \cdot 10^{-02}$

Relatie carapax lengte

Bij het inzetten van de kreeften is de carapaxlengte gemeten t/m de neus. Bij het uithalen is per abuis de lengte van de kreeft gemeten tot de oogkas. Zodra deze fout opgemerkt werd is zowel de carapax lengte gemeten tot de neus als tot de oogkas om een relatie tussen beide vast te kunnen stellen. In totaal zijn bij het uitzetten 216 metingen van de lengte tot de oogkas uitgevoerd en van 114 metingen is ook de lengte tot en met de neus opgenomen. Van de 114 dubbele metingen is in onderstaande grafiek de relatie bepaald. Met deze relatie zijn de lengtes tot de oogkas omgerekend. De omgerekende waarden zijn gebruikt voor de vergelijking van de lengte van de kreeften bij het inzetten en de lengte van de kreeften bij het uithalen van de proef.



Bijlage 4 Ruwe data kreeften

Bij het inzetten van de kreeften is de carapaxlengte gemeten t/m de neus. Bij het uithalen is per abuis de lengte van de kreeft gemeten tot de oogkas. Zodra deze fout opgemerkt werd is zowel de carapaxlengte gemeten tot de neus als tot de oogkas om een relatie tussen beide vast te kunnen stellen. Deze relatie is weergegeven in bijlage 3. De berekende waarden van de carapaxlengte tot en met neus zijn cursief weergegeven.

SLOOT 1 INGEZET				SLOOT 1 UITGEHAALD						
Datum	Lengte carapax (mm)	Gewicht (g)	Klasse	Datum	Lengte (mm) oog	Lengte (mm) neus	Gewicht (g)	Geslacht	Klasse	Opmerking
30-7-2010	52,77	29	v groot	19-10-2010	38,29	49,51	29,17	m	m groot	
30-7-2010	52,37	29	v groot	19-10-2010	38,69	49,98	31,37	m	m groot	
30-7-2010	49,92	36,5	v groot	19-10-2010	40,85	52,52	33,18	m	m groot	
30-7-2010	45,6	32,5	v groot	19-10-2010	34,4	46,39	33,25	m	m groot	
30-7-2010	60	47,5	v groot	19-10-2010	40,58	52,20	35,29	m	m groot	
30-7-2010	58,71	44	v groot	19-10-2010	37,43	48,50	35,5	m	m groot	
30-7-2010	57,81	44	v groot	19-10-2010	39,1	50,46	36,4	m	m groot	
30-7-2010	57,07	42	v groot	19-10-2010	42,51	54,48	37,4	m	m groot	
30-7-2010	54,2	35	v groot	19-10-2010	73,73	91,21	39,54	m	m groot	
30-7-2010	51,6	32	v groot	19-10-2010	46,6	59,29	41,1	m	m groot	
30-7-2010	52,16	32	v groot	19-10-2010	42,71	54,71	42,73	m	m groot	
30-7-2010	55,01	32	v groot	19-10-2010	50,28	63,62	48,89	m	m groot	
30-7-2010	61,1	48	v groot	19-10-2010	45,24	57,69	57,6	m	m groot	
30-7-2010	53,38	29,5	v groot	19-10-2010	41,45	53,23	28,83	v	v groot	
30-7-2010	58,8	47	v groot	19-10-2010	38,13	49,78	30,11	v	v groot	
30-7-2010	57,42	41	v groot	19-10-2010	40,16	51,71	30,45	v	v groot	
30-7-2010	51,85	27	v groot	19-10-2010	40,18	51,73	31,1	v	v groot	
30-7-2010	60,21	48	v groot	19-10-2010	38,86	50,18	31,15	v	v groot	
30-7-2010	49,31	31,5	v groot	19-10-2010	40,79	52,45	31,18	v	v groot	
30-7-2010	59,29	50,5	m groot	19-10-2010	38,19	49,39	31,22	v	v groot	
30-7-2010	56,44	39,5	m groot	19-10-2010	40,13	51,67	32,24	v	v groot	
30-7-2010	51,15	30	m groot	19-10-2010	40,85	52,52	34,1	v	v groot	
30-7-2010	50,06	28,5	m groot	19-10-2010	45,28	58,26	40,28	v	v groot	
30-7-2010	64,43	54	m groot	19-10-2010	43,35	55,46	43,18	v	v groot	
30-7-2010	57,29	42,5	m groot	19-10-2010	42,99	55,04	44,85	v	v groot	
30-7-2010	63,81	57,5	m groot	19-10-2010	44,31	56,59	53,95	v	v groot	
30-7-2010	69,4	62,5	m groot	19-10-2010	28,69	38,21	10,48	m	klein	
30-7-2010	61,05	55,5	m groot	19-10-2010	26,68	35,85	15,14	m	klein	
30-7-2010	58,41	55	m groot	19-10-2010	29,9	39,64	15,35	m	klein	
30-7-2010	59,75	64,5	m groot	19-10-2010	29,02	38,60	15,48	m	klein	
30-7-2010	56,07	52	m groot	19-10-2010	29,7	39,40	15,95	m	klein	
30-7-2010	61,77	50	m groot	19-10-2010	29,91	39,65	16,37	m	klein	
30-7-2010	67,8	49,5	m groot	19-10-2010	30,55	40,40	16,58	m	klein	
30-7-2010	57,73	49,5	m groot	19-10-2010	31,88	41,97	17,11	m	klein	
30-7-2010	62,13	39,5	m groot	19-10-2010	33,65	44,05	17,71	m	klein	
30-7-2010	64,78	60	m groot	19-10-2010	30,64	40,51	18,15	m	klein	
30-7-2010	56,62	46	m groot	19-10-2010	33,65	44,05	18,28	m	klein	
30-7-2010	60,59	51	m groot	19-10-2010	31,01	40,94	18,29	m	klein	
30-7-2010		15,5	klein	19-10-2010	35,04	45,69	18,57	m	klein	
30-7-2010		16	klein	19-10-2010	34,21	44,71	18,6	m	klein	
30-7-2010		22	klein	19-10-2010	33,22	43,54	18,9	m	klein	
30-7-2010		15,5	klein	19-10-2010	33,67	44,07	19,62	m	klein	
30-7-2010		13	klein	19-10-2010	31,56	41,59	19,73	m	klein	
30-7-2010		18,5	klein	19-10-2010	35,09	45,74	20,58	m	klein	
30-7-2010		19	klein	19-10-2010	38,59	49,86	20,92	m	klein	
30-7-2010		20	klein	19-10-2010	35,39	46,10	21,6	m	klein	
30-7-2010		8,5	klein	19-10-2010	32,93	43,20	22,29	m	klein	
30-7-2010		12,5	klein	19-10-2010	38,55	49,82	25,57	m	klein	
30-7-2010		17	klein	19-10-2010	36,06	46,89	26,5	m	klein	
30-7-2010		13,5	klein	19-10-2010	38,51	49,77	27,38	m	klein	
30-7-2010		14	klein	19-10-2010	34,91	45,53	27,67	m	klein	
30-7-2010		11,5	klein	19-10-2010	36,86	47,83	27,84	m	klein	
30-7-2010		16,5	klein	19-10-2010	36,98	47,97	28,27	m	klein	
30-7-2010		15,5	klein	19-10-2010	28,87	38,43	13,49	v	klein	
30-7-2010		13	klein	19-10-2010	32,39	42,57	14,27	v	klein	
30-7-2010		16	klein	19-10-2010	31,34	41,33	15,15	v	klein	
30-7-2010		19	klein	19-10-2010	31,98	42,09	16,02	v	klein	
30-7-2010		12	klein	19-10-2010	35,85	46,64	17,23	v	klein	
30-7-2010		15,5	klein	19-10-2010	32,67	42,90	17,49	v	klein	
30-7-2010		14	klein	19-10-2010	33,97	44,43	17,55	v	klein	
30-7-2010		16	klein	19-10-2010	31,11	41,06	17,98	v	klein	
30-7-2010		16,5	klein	19-10-2010	32,77	43,02	18,29	v	klein	
30-7-2010		15,5	klein	19-10-2010	32,29	42,45	19,2	v	klein	
30-7-2010		14,5	klein	19-10-2010	36,66	47,59	21,57	v	klein	
3-8-2010		14,5	klein	19-10-2010	33,41	44,35	22,88	v	klein	
3-8-2010		21,5	klein	19-10-2010	38,32	49,55	23,19	v	klein	
3-8-2010		23	klein	19-10-2010	36,26	47,12	23,9	v	klein	
3-8-2010		24	klein	19-10-2010	39,37	50,78	23,98	v	klein	
3-8-2010		11,5	klein	19-10-2010	35,51	46,24	24,4	v	klein	
3-8-2010		13	klein	19-10-2010	36,15	47,8	24,77	v	klein	
3-8-2010		17,5	klein	19-10-2010	36,98	47,97	24,9	v	klein	
3-8-2010		18,5	klein	19-10-2010	39,19	50,57	24,95	v	klein	
3-8-2010		10,5	klein	19-10-2010	35,76	46,53	25,95	v	klein	

SLOOT 1 VERVOLG

SLOOT 1 INGEZET

Datum	Lengte carapax (mm)	Gewicht (g)	Klasse
3-8-2010		10,5	klein
3-8-2010		5,5	klein
3-8-2010		12	klein
3-8-2010		12	klein
3-8-2010		13	klein
3-8-2010		15	klein
3-8-2010		14,5	klein
3-8-2010		16,5	klein
3-8-2010		23,5	klein
6-8-2010		10,3	klein
6-8-2010		14,1	klein
6-8-2010		12	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		13,7	klein
6-8-2010		17,9	klein
6-8-2010		15,9	klein
6-8-2010		16,2	klein
6-8-2010		15,6	klein
6-8-2010		16,8	klein
6-8-2010		14	klein
6-8-2010		13,4	klein
6-8-2010		13,6	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		16,5	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		10	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		11,5	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		14	klein
6-8-2010		12,5	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		13,5	klein
6-8-2010		19,8	klein
6-8-2010		15,5	klein
6-8-2010		17,8	klein
6-8-2010		15,5	klein
6-8-2010		19	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		16,5	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		19	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		11,5	klein
6-8-2010		10	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		10	klein
6-8-2010		11,5	klein
6-8-2010		11,5	klein
6-8-2010		9	klein
6-8-2010		13,5	klein
6-8-2010		18,5	klein
6-8-2010		16,5	klein
6-8-2010		19	klein
6-8-2010		9	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		12,5	klein

SLOOT 1 UITGEHAALD

Datum	Lengte (mm) oog	Lengte (mm) neus	Gewicht (g)	Geslacht	Klasse	Opmerking
19-10-2010	27,11			m		dood
19-10-2010						dood
19-10-2010	33,43					dood
19-10-2010						dood
19-10-2010						dood
19-10-2010						dood

SLOOT 2 INGEZET				SLOOT 2 UITGEHAALD						
Datum	Lengte carapax (mm)	Gewicht (g)	Klasse	Datum	Lengte (mm) oog	Lengte (mm) neus	Gewicht (g)	Geslacht	Klasse	Opmerking
30-7-2010	60,16	51 v groot		20-10-2010	32,68	43,2	25,57	m	m groot	
30-7-2010	56,99	39,5 v groot		20-10-2010	35,56	48,63	26,71	m	m groot	
30-7-2010	52,53	32,5 v groot		20-10-2010	34,57	45,96	29,33	m	m groot	
30-7-2010	57,01	45,5 v groot		20-10-2010	35,7	46,6	31,2	m	m groot	
30-7-2010	60,92	46,5 v groot		20-10-2010	36,24	46,17	31,32	m	m groot	
30-7-2010	59,77	46 v groot		20-10-2010	38,69	49,94	31,7	m	m groot	
30-7-2010	63,67	55,5 v groot		20-10-2010	37,74	50,03	31,74	m	m groot	
30-7-2010	60,41	47 v groot		20-10-2010	40,52	52,77	32,65	m	m groot	
30-7-2010	54,37	38 v groot		20-10-2010	38,24	50,1	34,03	m	m groot	
30-7-2010	57,66	36 v groot		20-10-2010	41,57	55,48	35,64	m	m groot	
30-7-2010	51,84	30,5 v groot		20-10-2010	39,42	52,55	35,96	m	m groot	
30-7-2010	57,49	41,5 v groot		20-10-2010	41,53	54,35	37,1	m	m groot	
30-7-2010	53,72	35 v groot		20-10-2010	39,46	53,71	37,76	m	m groot	
30-7-2010	66,63	54,5 v groot		20-10-2010	41,16	53,91	37,88	m	m groot	
30-7-2010	57,78	40,5 v groot		20-10-2010	41,37	47,2	38,44	m	m groot	
30-7-2010	53,11	35 v groot		20-10-2010	39,35	51,57	38,65	m	m groot	
30-7-2010	54,05	34 v groot		20-10-2010	39,36	50,07	38,82	m	m groot	
30-7-2010	57,65	34,5 v groot		20-10-2010	40,89	53,54	39,36	m	m groot	
30-7-2010	54,68	33 v groot		20-10-2010	38,71	50,48	42,41	m	m groot	
30-7-2010	53,49	35,5 m groot		20-10-2010	42,05	54,51	43,25	m	m groot	
30-7-2010	50,6	38,5 m groot		20-10-2010	38,12	49,52	43,6	m	m groot	
30-7-2010	55,83	37 m groot		20-10-2010	43,75	57	44	m	m groot	
30-7-2010	52,9	34,5 m groot		20-10-2010	43,96	57,1	44,93	m	m groot	
30-7-2010	49,4	25,5 m groot		20-10-2010	45,47	56,37	47,1	m	m groot	
30-7-2010	57,69	42 m groot		20-10-2010	45,74	54,87	49,9	m	m groot	
30-7-2010	58,35	25,5 m groot		20-10-2010	46,07	58,66	50,12	m	m groot	
30-7-2010	52,17	26,5 m groot		20-10-2010	42,23	55,86	51,09	m	m groot	
30-7-2010	57,2	41 m groot		20-10-2010	42,78	56,07	51,41	m	m groot	
30-7-2010	52,55	37 m groot		20-10-2010	46,86	54,61	54,3	m	m groot	
30-7-2010	59,77	51 m groot		20-10-2010	38,33	49,58	31,12	v	v groot	
30-7-2010	63,31	54,5 m groot		20-10-2010	36,4	47,98	31,45	v	v groot	
30-7-2010	71,41	59 m groot		20-10-2010	38,68	50,28	32,53	v	v groot	
30-7-2010	57,89	51 m groot		20-10-2010	36,22	47,07	33,05	v	v groot	
30-7-2010	54,77	51 m groot		20-10-2010	37,82	50	33,15	v	v groot	
30-7-2010	54,93	38 m groot		20-10-2010	39,89	52,14	35,55	v	v groot	
30-7-2010	60,03	56,5 m groot		21-10-2010	41	56	32,24	v	v groot	
30-7-2010	61,68	47 m groot		21-10-2010	43	58	40,43	v	v groot	
30-7-2010	53,67	39,5 m groot		21-10-2010	40	54	34,59	v	v groot	
30-7-2010		16,5 klein		21-10-2010	42	58	40,46	v	v groot	
30-7-2010		20 klein		20-10-2010	40,11	51,99	38,22	v	v groot	
30-7-2010		18,5 klein		20-10-2010	42,03	54,21	39,3	v	v groot	
30-7-2010		12,5 klein		20-10-2010	41,42	53,58	40,83	v	v groot	
30-7-2010		21 klein		20-10-2010	40,82	52,95	42,7	v	v groot	
30-7-2010		13,5 klein		20-10-2010	43,51	55,65	45,7	v	v groot	
30-7-2010		15 klein		20-10-2010	44,08	57	50,1	v	v groot	
30-7-2010		16,5 klein		20-10-2010	47,07	54,71	57,35	v	v groot	eieren
30-7-2010		13 klein		21-10-2010	27	38	12,66	m	klein	
30-7-2010		13,5 klein		20-10-2010	29,12	38,34	14,01	m	klein	
30-7-2010		18 klein		20-10-2010	33,41	44,01	14,7	m	klein	
31-7-2010		13,5 klein		20-10-2010	30,88	40,58	17,01	m	klein	
1-8-2010		19 klein		20-10-2010	29,55	36,15	17,1	m	klein	
2-8-2010		13,5 klein		20-10-2010	28,17	36,86	18,21	m	klein	
3-8-2010		13,5 klein		20-10-2010	29,46	39,56	18,51	m	klein	
4-8-2010		15 klein		20-10-2010	30,69	40,13	18,52	m	klein	
5-8-2010		17 klein		20-10-2010	29,06	37,81	18,53	m	klein	
6-8-2010		18 klein		20-10-2010	29,89	39,79	19,71	m	klein	
7-8-2010		13,5 klein		20-10-2010	33,73	41,92	20,22	m	klein	
8-8-2010		15 klein		20-10-2010	31,8	41,64	20,5	m	klein	
9-8-2010		18 klein		20-10-2010	33,18	43	20,76	m	klein	
10-8-2010		17 klein		20-10-2010	30,58	41,08	20,81	m	klein	
11-8-2010		12,5 klein		20-10-2010	32,79	42,48	22,79	m	klein	
12-8-2010		9,5 klein		20-10-2010	34	44,77	23,1	m	klein	
13-8-2010		18 klein		20-10-2010	30,56	41,02	23,5	m	klein	
14-8-2010		10 klein		20-10-2010	35,45	46,17	24,56	m	klein	
3-8-2010		16,5 klein		20-10-2010	32,91	42,42	24,91	m	klein	
3-8-2010		20,5 klein		20-10-2010	33	44,06	24,95	m	klein	
3-8-2010		20,5 klein		20-10-2010	34,53	44,44	25,13	m	klein	
3-8-2010		15,5 klein		20-10-2010	29,21	38,06	15,64	v	klein	
3-8-2010		12,5 klein		20-10-2010	32,95	42,8	20,01	v	klein	
3-8-2010		13,5 klein		20-10-2010	33,39	43,11	21,52	v	klein	
3-8-2010		19 klein		21-10-2010	34	47	22,21	v	klein	
3-8-2010		13,5 klein		20-10-2010	33,71	44,34	22,2	v	klein	
3-8-2010		11,5 klein		20-10-2010	33,47	43,65	22,75	v	klein	

SLOOT 2 VERVOLG

SLOOT 2 INGEZET

Datum	Lengte carapax (mm)	Gewicht (g)	Klasse
3-8-2010		11,5	klein
3-8-2010		12	klein
3-8-2010		15	klein
3-8-2010		14	klein
3-8-2010		14,5	klein
3-8-2010		13	klein
3-8-2010		15,5	klein
3-8-2010		22	klein
6-8-2010		17,5	klein
6-8-2010		17,1	klein
6-8-2010		11,3	klein
6-8-2010		11,4	klein
6-8-2010		16,6	klein
6-8-2010		17,8	klein
6-8-2010		16,7	klein
6-8-2010		15,1	klein
6-8-2010		21,3	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		16,1	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		19	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		14,5	klein
6-8-2010		11	klein
6-8-2010		14	klein
6-8-2010		15,5	klein
6-8-2010		10	klein
6-8-2010		15,5	klein
6-8-2010		9,5	klein
6-8-2010		10,5	klein
6-8-2010		17,5	klein
6-8-2010		16,5	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		13,5	klein
6-8-2010		9	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		15,5	klein
6-8-2010		10,5	klein
6-8-2010		19	klein
6-8-2010		14,5	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		17,5	klein
6-8-2010		17,5	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		12	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		11	klein
6-8-2010		8,5	klein
6-8-2010		10	klein
6-8-2010		12	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		14	klein
6-8-2010		14	klein
6-8-2010		18	klein
6-8-2010		15	klein
6-8-2010		17	klein
6-8-2010		16	klein
6-8-2010		11	klein
6-8-2010		13	klein
6-8-2010		12	klein

SLOOT 2 UITGEHAALD

Datum	Lengte (mm) oog	Lengte (mm) neus	Gewicht (g)	Geslacht	Klasse	Opmerking
20-10-2010	31,9		43,47		klein	
20-10-2010	35,22		45,98	24,19 v	klein	
20-10-2010	34,74		35,22	24,96 v	klein	
20-10-2010	34,71		45,42	25,47 v	klein	
21-10-2010	36		48	25,64 v	klein	
20-10-2010	34,33		44,78	26,39 v	klein	
20-10-2010	34,23		45,2	26,49 v	klein	
20-10-2010	34,42		45,98	26,9 v	klein	
20-10-2010	36,93		48,64	27,51 v	klein	
20-10-2010	37,23		47,34	28,46 v	klein	
20-10-2010	37,71		47,54	28,62 v	klein	
20-10-2010	36,13		46,97	28,94 v	klein	
20-10-2010	35,08		46,04	29,33 v	klein	eieren
21-10-2010	39		51	30,09 v	klein	
20-10-2010	39,71		50,63	v		dood
20-10-2010	28,79		35,99			dood
20-10-2010	30,57		36,54			dood

SLOOT 3 INGEZET

Datum	Lengte carapax (mm)	Gewicht (g)	Klasse
30-7-2010	66,53	57,5	v groot
30-7-2010	63,19	54,5	v groot
30-7-2010	61,93	69,5	v groot
30-7-2010	53,33	37,5	v groot
30-7-2010	56,43	37	v groot
30-7-2010	61,84	49,5	v groot
30-7-2010	65,57	64	v groot
30-7-2010	53,45	30,5	v groot
30-7-2010	53,17	38,5	v groot
30-7-2010	60,43	38,5	v groot
30-7-2010	50,43	31	v groot
30-7-2010	56,8	39,5	v groot
30-7-2010	50,89	27,5	v groot
30-7-2010	56,41	36	v groot
30-7-2010	54,44	27,5	v groot
30-7-2010	52,83	30,5	v groot
30-7-2010	63,96	52	v groot
30-7-2010	67,39	59	v groot
30-7-2010	68,81	55,5	v groot
30-7-2010	60,38	46,5	v groot
30-7-2010	59,4	58,5	v groot
30-7-2010	60,45	41,5	v groot
30-7-2010	58,98	42	v groot
30-7-2010	51,91	35	v groot
30-7-2010	51,54	31	v groot
30-7-2010	53,29	32	v groot
30-7-2010	58,89	45	v groot
30-7-2010	55,63	39,5	v groot
30-7-2010	56,35	34	v groot
30-7-2010	58,02	40	v groot
30-7-2010	53,63	33,5	v groot
30-7-2010	52,26	32,5	v groot
30-7-2010	54,83	38	v groot
30-7-2010	50,33	29,5	v groot
30-7-2010	50,79	27	v groot
30-7-2010	58,46	46	v groot
30-7-2010	56,08	54	v groot
30-7-2010	62,76	48,5	v groot
30-7-2010	53,38	46	m groot
30-7-2010	66,11	53	m groot
30-7-2010	60,43	46	m groot
30-7-2010	56,01	66,5	m groot
30-7-2010	54,3	54	m groot
30-7-2010	66,53	64	m groot
30-7-2010	50,12	33,5	m groot
30-7-2010	52,92	35	m groot
30-7-2010	64,55	48,5	m groot
30-7-2010	53,63	40,5	m groot
30-7-2010	51,28	36,5	m groot
30-7-2010	57	41	m groot
30-7-2010	61,32	45	m groot
30-7-2010	59,99	70	m groot
30-7-2010	56,35	46	m groot
30-7-2010	61,38	45,5	m groot
30-7-2010	58,94	47,5	m groot
30-7-2010	55,72	46,5	m groot
30-7-2010	52,42	39	m groot
30-7-2010	50,44	27,5	m groot
30-7-2010	46,51	26,5	m groot
30-7-2010	50,2	26	m groot
30-7-2010	48,45	22	m groot
30-7-2010	44,29	17,5	m groot
30-7-2010	46,23	21	m groot
30-7-2010	62,28	60	m groot
30-7-2010	64,18	65,5	m groot
30-7-2010	68,02	71,5	m groot
30-7-2010	59,58	56	m groot
30-7-2010	59,53	47	m groot
30-7-2010	61,11	51	m groot
30-7-2010	55,13	38	m groot
30-7-2010	68,4	65	m groot
30-7-2010	62,66	44,5	m groot
30-7-2010	69,17	56,5	m groot
30-7-2010	57,37	49,5	m groot
30-7-2010	62,54	49	m groot
30-7-2010	61,51	46	m groot

SLOOT 3 UITGEHAALD

Datum	Lengte (mm) oog	Lengte (mm) neus	Gewicht (g)	Klasse	Opmerking
19-10-2010	39,02	50,37	41,06	m groot	
19-10-2010	43,11	55,18	40,5	m groot	
19-10-2010	43,12	55,19	40,35	m groot	
19-10-2010	50,51	63,89	53,86	m groot	
19-10-2010	36,7	47,64	33,62	m groot	
19-10-2010	39,07	50,43	36,5	m groot	
19-10-2010	37,18	48,20	27,12	m groot	
19-10-2010	40,69	52,33	44,8	m groot	
19-10-2010	42,31	54,24	48,54	m groot	
19-10-2010	38,58	49,85	37,04	m groot	
19-10-2010	45,01	57,42	44,27	m groot	
19-10-2010	41,71	55,15	53,06	m groot	
19-10-2010	35,45	46,08	22,93	m groot	
19-10-2010	36,1	47,87	35,48	m groot	
19-10-2010	45,09	57,51	55,72	v groot	
19-10-2010	40,9	52,58	33,03	v groot	
19-10-2010	46,3	58,93	47,3	v groot	
19-10-2010	39,96	51,47	32,27	v groot	
19-10-2010	49,24	62,39	65,66	v groot	eieren
19-10-2010	45,01	57,42	36,27	v groot	
19-10-2010	44,02	56,25	47,85	v groot	
19-10-2010	38,61	49,89	33,07	v groot	
19-10-2010	42,43	54,38	39,92	v groot	
19-10-2010	45,2	57,64	51,3	v groot	
19-10-2010	38,19	49,39	31,77	v groot	eieren
19-10-2010	38	49,17	28,7	v groot	
19-10-2010	41,73	55,2	45	v groot	
19-10-2010	47,67	61,88	63,33	v groot	
19-10-2010	37,98	49,65	27,64	v groot	
19-10-2010	38,92	50	31,5	v groot	
19-10-2010	44,48				dood
19-10-2010	40,34				dood
19-10-2010	47,76				dood
19-10-2010	45,9				dood
19-10-2010	45,26				dood
19-10-2010	42,08				dood
19-10-2010	46,54				dood
19-10-2010					dood

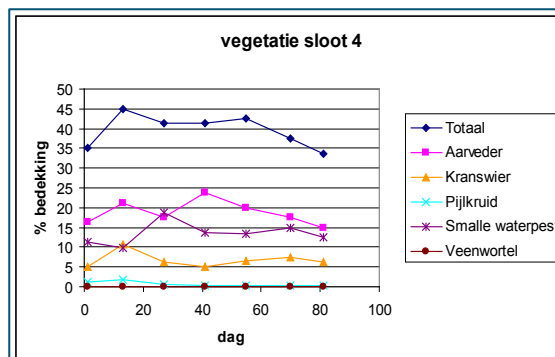
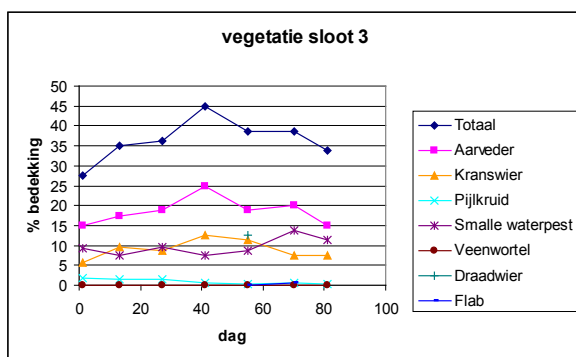
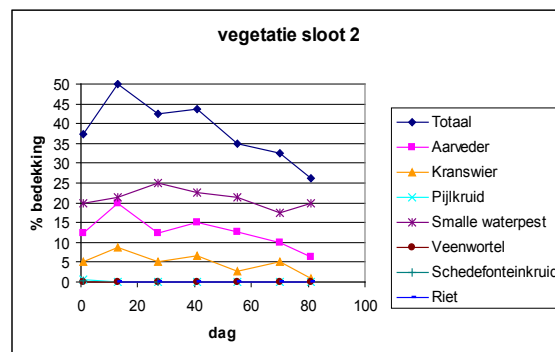
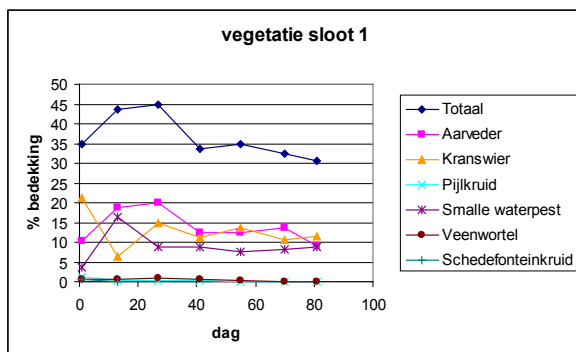
SLOOT 4 INGEZET

Datum	Lengte carapax (mm)	Gewicht (g)	Klasse
30-7-2010	63,83	56,5	v groot
30-7-2010	68,45	67,5	v groot
30-7-2010	66,61	51	v groot
30-7-2010	62,13	57,5	v groot
30-7-2010	60,28	43,5	v groot
30-7-2010	58,2	39,5	v groot
30-7-2010	51,67	33,5	v groot
30-7-2010	54,79	36	v groot
30-7-2010	51,56	32,5	v groot
30-7-2010	53,96	34	v groot
30-7-2010	53,96	31	v groot
30-7-2010	54,71	33,5	v groot
30-7-2010	53,27	38	v groot
30-7-2010	54,77	39,5	v groot
30-7-2010	54,76	34	v groot
30-7-2010	60,31	51	v groot
30-7-2010	51,11	29	v groot
30-7-2010	60,05	47	v groot
30-7-2010	55,13	38	v groot
30-7-2010	53,72	32,5	v groot
30-7-2010	59,22	46	v groot
30-7-2010	61,3	46,5	v groot
30-7-2010	72,83	73	v groot
30-7-2010	66,53	54	v groot
30-7-2010	61,51	42,5	v groot
30-7-2010	66,65	47	v groot
30-7-2010	59,48	43,5	v groot
30-7-2010	51,68	30,5	v groot
30-7-2010	60,68	56,5	v groot
30-7-2010	56,01	39	v groot
30-7-2010	54,81	39	v groot
30-7-2010	56,76	47,5	v groot
30-7-2010	57,44	38	v groot
30-7-2010	57,93	35,5	v groot
30-7-2010	49,18	28,5	v groot
30-7-2010	49,58	30,5	v groot
30-7-2010	55,03	34,5	v groot
30-7-2010	56,38	33	v groot
30-7-2010	55,76	34	m groot
30-7-2010	51,52	33	m groot
30-7-2010	57,93	42	m groot
30-7-2010	57,2	32,5	m groot
30-7-2010	48,44	33,5	m groot
30-7-2010	53,79	40	m groot
30-7-2010	51,62	28	m groot
30-7-2010	57,59	33	m groot
30-7-2010	48,89	27	m groot
30-7-2010	47,92	26,5	m groot
30-7-2010	52,12	36,5	m groot
30-7-2010	45,79	19	m groot
30-7-2010	56,72	37,5	m groot
30-7-2010	64,61	60	m groot
30-7-2010	63,86	60	m groot
30-7-2010	63,44	61,5	m groot
30-7-2010	59,64	56,5	m groot
30-7-2010	64,78	64	m groot
30-7-2010	58,77	54	m groot
30-7-2010	59,14	53,5	m groot
30-7-2010	56,27	58,5	m groot
30-7-2010	51,72	34	m groot
30-7-2010	50,13	35	m groot
30-7-2010	57,36	51	m groot
30-7-2010	55,4	35	m groot
30-7-2010	56,45	44,5	m groot
30-7-2010	59,01	49,5	m groot
30-7-2010	60,95	53,5	m groot
30-7-2010	64,75	59,5	m groot
30-7-2010	60,88	42,5	m groot
30-7-2010	57,19	39,5	m groot
30-7-2010	62,14	51,5	m groot
30-7-2010	58,01	50,5	m groot
30-7-2010	57,49	44,5	m groot
30-7-2010	57,03	49	m groot
30-7-2010	56,63	57,5	m groot
30-7-2010	61,09	44,5	m groot
30-7-2010	37,38	43	m groot

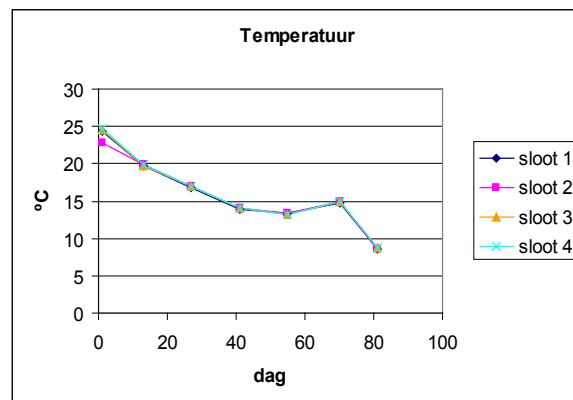
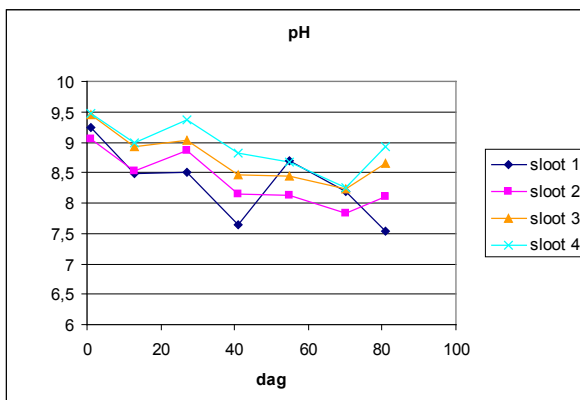
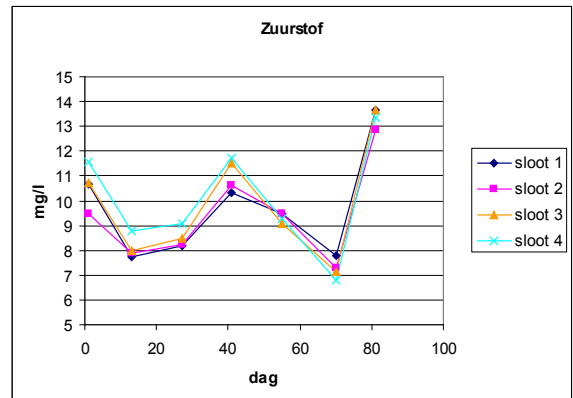
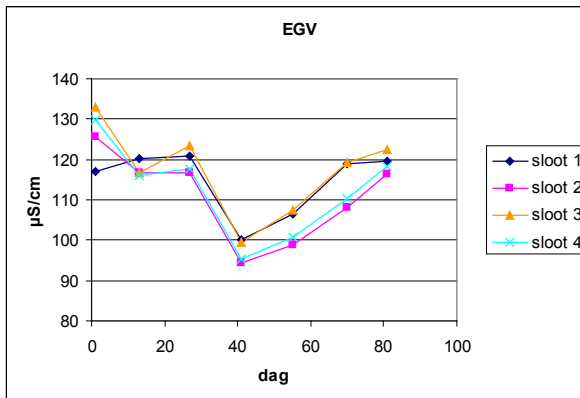
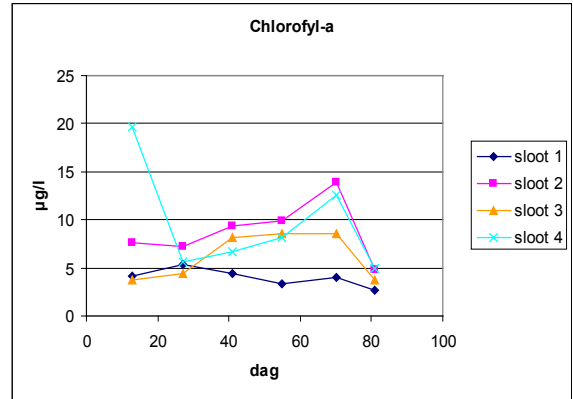
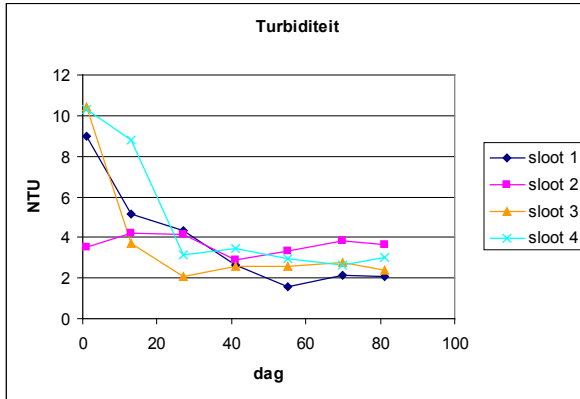
SLOOT 4 UITGEHAALD

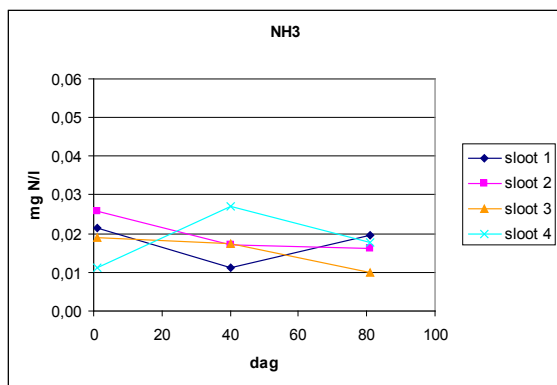
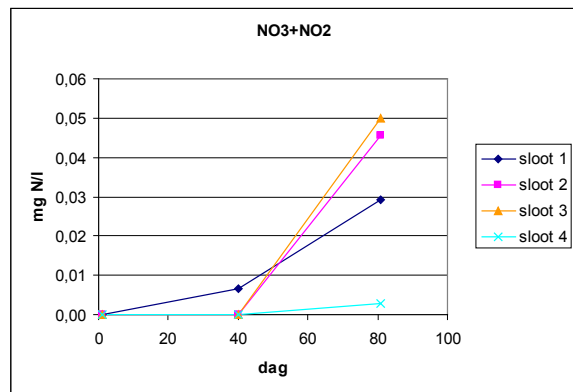
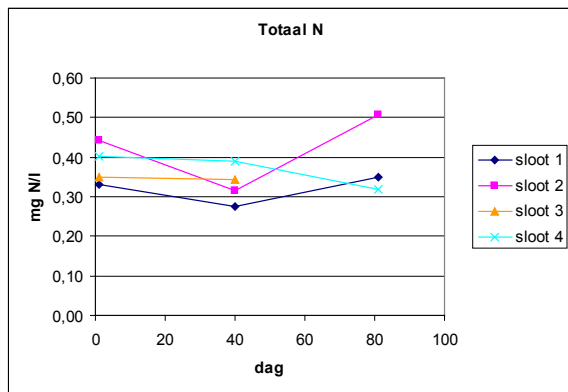
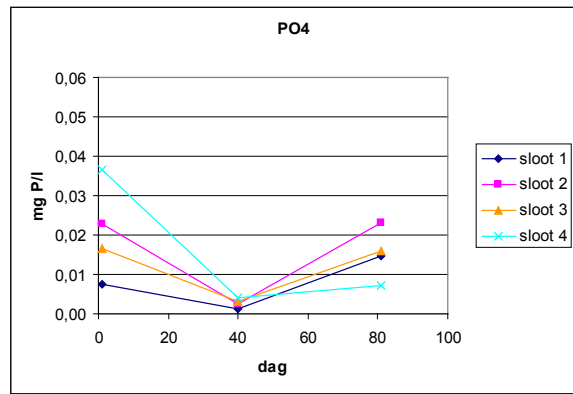
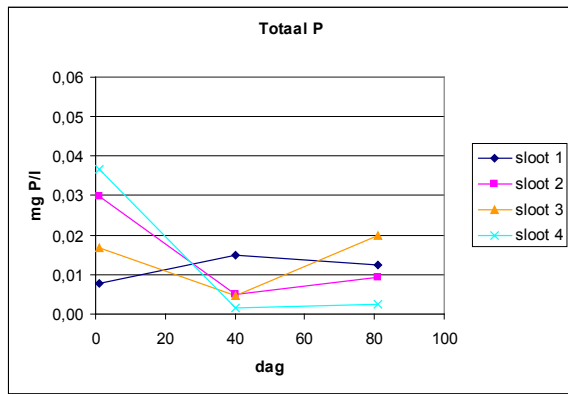
Datum	Lengte (mm) oog	Lengte (mm) neus	Gewicht (g)	Klasse	Opmerking
20-10-2010	30,47	44,45	27,2	m groot	
20-10-2010	36,37	47,25	34,69	m groot	
20-10-2010	38,08	49,4	38,57	m groot	
21-10-2010	44	58	33,94	m groot	
20-10-2010	41,22	53,26	50,62	m groot	
20-10-2010	48,83	63,27	51,53	m groot	
20-10-2010	46,91	60,1	58,54	m groot	
20-10-2010	39,05	51,06	25,44	v groot	eieren
20-10-2010	36,27	47,65	28,66	v groot	
20-10-2010	36,74	48,62	28,82	v groot	
20-10-2010	43,33	56,26	32,43	v groot	enkele eieren
20-10-2010	38,02	49,53	32,6	v groot	
20-10-2010	37,81	50,09	33,74	v groot	enkele eieren
20-10-2010	37,36	50,55	34,78	v groot	eieren
20-10-2010	39,73	51,25	37,24	v groot	
20-10-2010	40,45	53,14	37,44	v groot	
20-10-2010	41,21	53,34	37,85	v groot	
20-10-2010	39,98	50,51	38,74	v groot	
20-10-2010	41,94	54,2	43,3	v groot	eieren
20-10-2010	41,91	54,25	47,07	v groot	
20-10-2010	38,01	49,47	48,41	v groot	
20-10-2010	42,99	53,62	49,92	v groot	
20-10-2010	46,8	61,02	52	v groot	
20-10-2010	50,79	64,22	52,04	v	dood
20-10-2010	47,93	60,85	58,91	v	dood
20-10-2010	46,41	59,82		m	dood
20-10-2010	40,04	51,17		m	dood
20-10-2010	40,82	52,17		m	dood
20-10-2010	41,06	53,44		m	dood
20-10-2010	36,67	49,7		v	dood
20-10-2010	45,9	57,47		v	dood
20-10-2010	39,76	50,83		v	dood
20-10-2010	45,25	57,70			dood
20-10-2010	46,47	53,4			dood
20-10-2010					dood
20-10-2010	40,81	52,8			dood
20-10-2010					dood
20-10-2010	38,7	49,05			dood

Bijlage 5 Waterplanten



Bijlage 6 Waterkwaliteitsparameters





Bijlage 7 Ruwe data macrofauna

			Sloot 1			oktober			
			juli						
			planten	bodem	totaal	planten	bodem	totaal	
	Platwormen	Mesostoma sp	5	0	5	6	5	11	
		Polycelis sp	0	0	0	0	0	0	
		Dugesia sp	0	0	0	0	1	1	
	Bloedzuigers	Glossiphonia heteroclita	1	0	1	0	0	0	
		Erpobdella sp	0	0	0	0	0	0	
	Borstelarme wormen	Oligochaeta sp	0	1	1	0	0	0	
	Slakken-mosselen	Valvata sp	0	0	0	0	0	0	
Weekdieren	Poelslak	Lymnaea stagnalis	37	12	49	3	0	3	
	Begroeide poelslak	Radix peregra f. ovata	3	0	3	0	0	0	
	Schijfthorens	Planorbis sp	10	1	11	0	0	0	
Wantsen	Bootsmannetjes	Notonecta sp	1	0	1	0	0	0	
	Dwergrugzwemmers	Plea sp	49	0	49	62	0	62	
	Duikerwantsen	Sigara sp	1	0	1	1	3	4	
	Platte waterwantsen	Naucoridae sp	0	1	1	0	0	0	
	Duikerwantsen	Corixa sp	0	0	0	0	0	0	
Kevers	Waterroofkevers	Dytiscidae sp	4	0	4	0	0	0	
	Watertreders	Halipus sp	0	0	0	1	1	2	
	Waterkevers	Coleoptera sp	0	0	0	2	0	2	
	Waterpieptor	Hygrobius sp	0	0	0	0	0	0	
Kokerjuffers		Trienodes sp	2	0	2	0	0	0	
		Oecetis sp	0	1	1	0	0	0	
		Molanna angustata	0	0	0	0	0	0	
		Leptoceridae sp	0	0	0	1	0	1	
		Phryganea sp	0	0	0	10	0	10	
Libellen	Glazenmakers	Anisoptera sp	17	0	17	10	1	11	
	Waterjuffers	Zygoptera sp	2	1	3	44	8	52	
Haften		Cloeon sp	180	4	184	476	110	586	
		Caenis sp	14	12	26	220	370	590	
Muggen	Spookmuggen	Chaoborus sp	312	20	332	190	18	208	
	Dansmuggen	Chironomidae sp	11	6	17	274	13	287	
	Knutten	Ceratopogonidae sp	0	0	0	2	0	2	
	Langpootmuggen	Tipula sp	0	0	0	0	0	0	
Watermijten		Hydracarina sp	3	0	3	0	2	2	
Kreeftachtigen	Vlokreeften	Gammarus sp	0	1	1	0	7	7	
	Pissebedden	Asellidae sp	0	0	0	0	1	1	
Slijkvlieg		Sialis lutaria	0	1	1	0	1	1	
Vlinders		Lepidoptera sp	0	0	0	0	0	0	
Kikkers	Dikkopjes	Ranidae sp larve	2	1	3	0	0	0	
Salamanders	Kleine watersalamander	Lissotriton sp	3	2	5	0	0	0	
Totaal individuen			657	64	721	1302	541	1843	
Aantal taxa			19	14	24	15	14	20	

		Slot 2			oktober		
		juli			oktober		
		planten	bodem	totaal	planten	bodem	totaal
	Platwormen	Mesostoma sp	0	0	0	0	0
		Polycelis sp	0	0	0	1	0
		Dugesia sp	0	0	0	2	0
	Bloedzuigers	Glossiphonia heteroclita	0	0	0	0	0
		Erpobdella sp	0	0	0	0	1
	Borstelarme wormen	Oligochaeta sp	0	0	0	0	1
	Slakken-mosselen	Valvata sp	0	0	0	0	0
Weekdieren	Poelslak	Lymnaea stagnalis	2	2	4	1	0
	Begroeiende poelslak	Radix peregra f. ovata	0	1	1	67	0
	Schijfhorens	Planorbis sp	3	0	3	2	1
Wantsen	Bootsmannetjes	Notonecta sp	0	0	0	1	0
	Dwergrugzwemmers	Plea sp	11	1	12	5	0
	Duikerwantsen	Sigara sp	1	2	3	3	3
	Platte waterwantsen	Naucoridae sp	0	0	0	0	0
	Duikerwantsen	Corixa sp	0	0	0	0	0
Kevers	Waterroofkevers	Dytiscidae sp	14	2	16	0	0
	Watertreders	Halipus sp	1	1	2	2	0
	Waterkevers	Coleoptera sp	0	0	0	0	0
	Waterpieptor	Hygrobius sp	0	0	0	0	1
Kokerjuffers		Trienodes sp	0	0	0	0	0
		Oecetis sp	0	0	0	0	0
		Molanna angustata	0	1	1	0	0
		Leptoceridae sp	1	0	1	1	1
		Phryganea sp	0	0	0	8	0
Libellen	Glazenmakers	Anisoptera sp	3	0	3	6	1
	Waterjuffers	Zygoptera sp	7	0	7	20	25
Haften		Cloeon sp	112	15	127	503	56
		Caenis sp	8	1	9	1	7
Muggen	Spookmuggen	Chaoborus sp	133	44	177	147	42
	Dansmuggen	Chironomidae sp	24	4	28	54	15
	Knutten	Ceratopogonidae sp	0	0	0	2	1
	Langpootmuggen	Tipula sp	0	0	0	0	0
Watermijten		Hydracarina sp	0	3	3	0	0
Kreeftachtigen	Vlokreeften	Gammarus sp	2	13	15	6	48
	Pissebedden	Asellidae sp	0	3	3	152	144
Slijkvlieg		Sialis lutaria	0	0	0	0	0
Vlinders		Lepidoptera sp	0	0	0	7	0
Kikkers	Dikkopjes	Ranidae sp larve	5	1	6	0	0
Salamanders	Kleine watersalamander	Lissotriton sp	1	3	4	0	0
Totaal individuen			328	97	425	991	347
Aantal taxa			16	16	20	21	15
							24

			Sloot 3					
			juli			oktober		
			planten	bodem	totaal	planten	bodem	totaal
	Platwormen	Mesostoma sp	0	0	0	6	0	6
		Polycelis sp	0	0	0	0	0	0
		Dugesia sp	0	0	0	0	0	0
	Bloedzuigers	Glossiphonia heteroclita	0	0	0	0	0	0
		Erpobdella sp	0	0	0	9	0	9
	Borstelarme wormen	Oligochaeta sp	0	0	0	0	1	1
		Valvata sp	0	0	0	0	0	0
Weekdieren	Poelslak	Lymnaea stagnalis	0	1	1	1	0	1
	Begroeide poelslak	Radix peregra f. ovata	5	3	8	3	3	6
	Schijfhorens	Planorbis sp	0	0	0	2	3	5
Wantsen	Bootsmannetjes	Notonecta sp	1	0	1	0	0	0
	Dwergrugzwemmers	Plea sp	22	18	40	6	0	6
	Duikerwantsen	Sigara sp	18	7	25	0	1	1
	Platte waterwantsen	Naucoridae sp	1	0	1	0	0	0
Kevers	Duikerwantsen	Corixa sp	2	0	2	0	0	0
	Waterroofkevers	Dytiscidae sp	9	2	11	0	0	0
	Watertreders	Halipus sp	0	0	0	0	1	1
	Waterkevers	Coleoptera sp	0	1	1	2	0	2
Kokerjuffers	Waterpieptor	Hygrobis sp	0	0	0	0	0	0
		Trienodes sp	0	0	0	0	0	0
		Oecetis sp	0	0	0	0	0	0
		Molanna angustata	0	1	1	0	0	0
		Leptoceridae sp	1	0	1	1	0	1
Libellen	Glazenmakers	Phryganea sp	0	1	1	5	0	5
		Anisoptera sp	14	3	17	37	2	39
	Waterjuffers	Zygoptera sp	19	5	24	54	20	74
Haften		Cloeon sp	42	9	51	644	80	724
		Caenis sp	3	8	11	21	38	59
Muggen	Spookmuggen	Chaoborus sp	140	40	180	103	21	124
	Dansmuggen	Chironomidae sp	46	17	63	53	18	71
	Knutten	Ceratopogonidae sp	1	0	1	32	0	32
	Langpootmuggen	Tipula sp	0	1	1	0	0	0
Watermijten		Hydracarina sp	0	1	1	1	0	1
Kreeftachtigen	Vlokreeften	Gammarus sp	0	0	0	0	15	15
	Pissebedden	Asellidae sp	0	0	0	0	0	0
Slijkvlieg		Sialis lutaria	0	0	0	0	1	1
Vlinders		Lepidoptera sp	0	0	0	13	0	13
Kikkers	Dikkopjes	Ranidae sp larve	1	0	1	0	0	0
Salamanders	Kleine watersalamander	Lissotritron sp	4	1	5	0	0	0
Totaal individuen			329	119	448	993	204	1197
Aantal taxa			17	17	23	18	13	23

			Sloot 4					
			juli			oktober		
			planten	bodem	totaal	planten	bodem	totaal
	Platwormen	Mesostoma sp	0	1	1	0	0	0
		Polycelis sp	0	0	0	0	0	0
	Bloedzuigers	Dugesia sp	0	0	0	0	0	0
		Glossiphonia heteroclita	1	0	1	0	0	0
	Borstelarme wormen	Erpobdella sp	0	0	0	1	0	1
		Oligochaeta sp	0	0	0	0	1	1
Weekdieren	Slakken-mosselen	Valvata sp	0	0	0	0	0	0
	Poelslak	Lymnaea stagnalis	5	4	9	6	0	6
	Begroeide poelslak	Radix peregra f. ovata	6	0	6	0	0	0
		Schijfhorens	Planorbis sp	2	0	2	5	0
Wantsen	Bootsmannetjes	Notonecta sp	0	0	0	2	0	2
	Dwergrugzwemmers	Plea sp	85	10	95	14	44	58
	Duikerwantsen	Sigara sp	17	2	19	1	2	3
		Platte waterwantsen	Naucoridae sp	3	0	3	0	0
	Duikerwantsen	Corixa sp	0	0	0	0	1	1
		Waterroofkevers	Dytiscidae sp	4	2	6	0	1
Kevers	Watertreders	Halipus sp	0	0	0	0	0	0
	Waterkevers	Coleoptera sp	0	0	0	1	0	1
	Waterpieptor	Hygrobius sp	0	0	0	0	0	0
		Trienodes sp	0	0	0	0	0	0
Kokerjuffers		Oecetis sp	3	1	4	0	0	0
		Molanna angustata	0	0	0	0	1	1
Libellen	Glazenmakers	Leptoceridae sp	0	0	0	0	0	0
		Phryganea sp	0	0	0	9	0	9
Waterjuffers	Anisoptera sp	10	2	12	18	2	20	
	Zygoptera sp	17	2	19	50	25	75	
Haften	Cloeon sp	27	14	41	756	228	984	
	Caenis sp	6	1	7	4	21	25	
Muggen	Spookmuggen	Chaoborus sp	49	18	67	45	10	55
	Dansmuggen	Chironomidae sp	22	32	54	144	127	271
	Knutten	Ceratopogonidae sp	0	0	0	4	3	7
		Langpootmuggen	Tipula sp	0	0	0	0	0
Watermijten		Hydracarina sp	2	0	2	3	0	3
Kreeftachtigen	Vlokreeften	Gammarus sp	1	0	1	0	4	4
	Pissebedden	Asellidae sp	0	0	0	0	0	0
Slijkvlieg		Sialis lutaria	0	0	0	0	0	0
Vlinders		Lepidoptera sp	0	0	0	2	0	2
Kikkers	Dikkopjes	Ranidae sp larve	3	0	3	0	0	0
Salamanders	Kleine watersalamander	Lissotriton sp	6	0	6	0	0	0
Totaal individuen			269	89	358	1065	470	1535
Aantal taxa			19	12	20	17	14	22

Bijlag 8 Resultaten schijnrondes



ALTERRA
WAGENINGEN UR



Schijnverslag: Broodje paling, broodje kreeft of broodje aap?

De invloed van paling (*Anquilla anquilla*) op rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*) in een pilot experiment. Verslag van controlerondes uitgevoerd met zaklampen op de kreeften en palingen geplaatst in de proefsloten van de Sinderhoeve.

Door: Ottburg, F.G.W.A. en I. Roessink

DEFINITIEF

Datum 16 februari 2011

1. Inleiding

In opdracht van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden voert ecologisch adviesbureau ATKB in samenwerking met kennisinstituut Alterra, onderdeel van Wageningen UR onderzoek uit naar de invloed van paling (*Anquilla anquilla*) op de uitheemse rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*).

In een eerdere fase is een literatuurstudie uitgevoerd naar onder andere de meest belovende maatregel voor het bestrijden van exotische rivierkreeften (Roessink et al., 2009). De belangrijkste conclusie van deze literatuurstudie is dat de aanwezigheid van zowel de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) als de rode Amerikaanse rivierkreeft negatieve effecten voor het aquatische ecosysteem heeft. Daar de meeste studies zijn uitgevoerd in Zuid-Europa is het niet uit te sluiten dat de effecten in de Nederlandse situatie anders zijn. De meest veelbelovende maatregel beschreven in de literatuur om de populatie van dergelijke invasieve rivierkreeften te controleren lijkt een combinatie van wegvangen van kreeften en inzetten van roofvis te zijn.

Op de Sinderhoeve (de proefboerderij van Alterra in Renkum) zijn daarnaast al twee deelonderzoeken uitgevoerd naar de effecten van de rivierkreeften op de watervegetatie in sloten, waarbij inderdaad ook onder Nederlandse omstandigheden negatieve effecten op waterplanten en waterkwaliteit werden gevonden bij respectievelijke dichtheden van 0,65 en 1,25 kreeften/m² (Roessink et al., 2010).

Op basis van het eerdere literatuuronderzoek is besloten een pilot experiment uit te voeren, waarmee een indicatie kan worden verkregen over het effect dat paling kan hebben op dichtheden van schadelijke invasieve kreeften.

Dit is de laatste fase van het overkoepelend onderzoeksproject, waarbij de naar verwachting meest succesvolle maatregel in het veld wordt getest. Het voorliggende verslag geeft de 'voorlopige' resultaten weer van vier schijnrondes¹.

2. Inzetten van de proef

Op vrijdag 30 juli is de proef ingezet door Astrid Boerkamp, Patrick Rutjes en Fabrice Ottburg. In vier sloten² zijn verschillende dichtheden kreeften uitgezet, waarbij de volgende situatie het uitgangspunt is:

Sloot 1: wegvangen + predatie

38 adulten en 100 juveniele kreeften (respectievelijk 0,38 adulte en 1,0 juveniele kreeft/m²)
predatie door zes palingen

Sloot 2: wegvangen

38 adulten en 100 juveniele kreeften (respectievelijk 0,38 adulte en 1,0 juveniele kreeft/m²)
geen paling

Sloot 3: predatie

76 adulten, geen juveniele kreeften, (0,76 adulte kreeft/m²)
predatie door zes palingen

Sloot 4: geen maatregel

76 adulten, geen juveniele kreeften, (0,76 adulte kreeft/m²)
geen paling

De benodigde adulte kreeften zijn in de vier sloten ingezet, nadat deze zijn gewogen en gemeten (carapaxlengte). Een sexratio van 1:1 is aangehouden. Voor de juveniele kreeften gold dat er niet direct voldoende dieren aanwezig waren en dat er in eerste instantie 26 jonge kreeften per sloot zijn ingezet. Op dinsdag 3 augustus zijn door Patrick Rutjes en Fabrice Ottburg 18 juveniele kreeften bijgezet in sloot 1 en 17 juveniele kreeften in sloot 2. Daarmee kwam de teller op 43 en 42 juveniele kreeften. Op vrijdag 6 augustus zijn door Astrid Boerkamp en Patrick Rutjes de laatste 57 en 58 juveniele kreeften ingezet waardoor de gewenste hoeveelheid kreeften behaald werd.



Links. Astrid Boerkamp bezig met het noteren van de weeg- en meetgegevens van de proefkreeften. Rechts. Een rode Amerikaanse rivierkreeft van 15 gram. Foto's: Fabrice Ottburg.

¹ Met schijnrondes wordt bedoeld een inventarisatie met zaklampen waarbij op geschikte avonden de kreeften en palingen middels zichtwaarnemingen kunnen worden waargenomen.

² De Sinderhoeve (SH) hanteert een eigen slootnummering. Sloot 1 = SH sloot 8, sloot 2 = SH sloot 7, sloot 3 = SH sloot 6 en sloot 4 = SH sloot 5.



V.l.n.r. Fabrice Ottburg, Patrick Rutjes en Astrid Boerkamp, bezig met het verzamelen van biometrische gegevens. Rechts. Een net vol exotische rivierkreeften. Foto's: Fabrice Ottburg

Maandagmiddag 9 augustus zijn door Jouke Kampen, Patrick Rutjes en Fabrice Ottburg de palingen ingezet. Dit gebeurde onder toezicht van John Deneer in verband met het DEC-protocol. In de oorspronkelijke opzet zouden vijftien palingen per sloot worden uitgezet. Dit komt overeen met de geschatte dichtheid in veenweide gebied, namelijk 100 kg/ha slootoppervlak. Omdat de ingezette juveniele kreeften groter zijn dan was voorzien, is er gekozen om ook grotere paling in te zetten. In totaal zijn zes palingen per sloot uitgezet.

In sloot 1 bedraagt het totaal gewicht van de palingen 1,7 kg en in sloot 3 1,6 kg. Voor beide sloten geldt dat dit iets boven het geplande gewicht van 1,5 kg paling per sloot ligt (vijftien palingen van 100 gram/paling).



V.l.n.r. John Deneer, Patrick Rutjes en Jouke Kampen, bezig met het meten en wegen van de palingen. Rechts. Eenmaal zes palingen voor sloot 3. Foto's: Fabrice Ottburg



Links. Een van de losgelaten palingen. Rechts. Jouke Kampen en Patrick Rutjes laten de palingen los in sloot 3. Foto's: Fabrice Ottburg

3. Schijnrondes

In totaal zijn de volgende vier schijnrondes uitgevoerd;

1. Schijnronde 1 maandagavond op 2-8-2010 door Ronald Gylstra en Fabrice Ottburg.
2. Schijnronde 2 donderdagavond op 5-8-2010 door José Vos en Fabrice Ottburg.
3. Schijnronde 3 dinsdagavond op 10-8-2010 door Ivo Roessink en Fabrice Ottburg.
4. Schijnronde 4 dinsdagavond op 17-8-2010 door Peter Heuts, Tom Heuts, Ivo Roessink en Fabrice Ottburg.

De eerste twee rondes zijn uitgevoerd voordat de palingen zijn toegevoegd. Deze rondes geven een beeld of er wel/niet uitval van kreeften is c.q. effect van paling op kreeften. De schijnrondes voor het inzetten van de palingen kunnen voorkomen dat naderhand de palingen wonderbaarlijke eigenschappen worden toegedicht.

Op elke schijnavond zijn twee rondes gelopen. In totaal is 315 minuten geschiedenis en duurt elke ronde gemiddeld 40 minuten. Vooraf is eerst een controleronde bij daglicht uitgevoerd. Er is vooral gelet op mankementen aan het scherm en of er kreeften en/of palingen het land op waren gekropen. Vooral het scherm heeft in het begin veel aandacht geëist en wordt dagelijks gecontroleerd. In totaal zijn op achttien verschillende plaatsen openingen ontstaan, doordat de palen waaraan het scherm zat bevestigd scheurden of het plastic niet juist was bevestigd. Deze openingen zijn voorlopig gerepareerd. In een later stadium heeft de betreffende aannemer de noodreparaties definitief vervangen.



Links. Een voorbeeld van één van de ontstane openingen en rechts een uitgevoerde noodreparatie. Foto's: Fabrice Ottburg



Bovenstaande foto's geven een impressie van de sloten bij daglicht. Helder plantenrijkwater. Foto's: Fabrice Ottburg

4. Resultaat schijnrondes

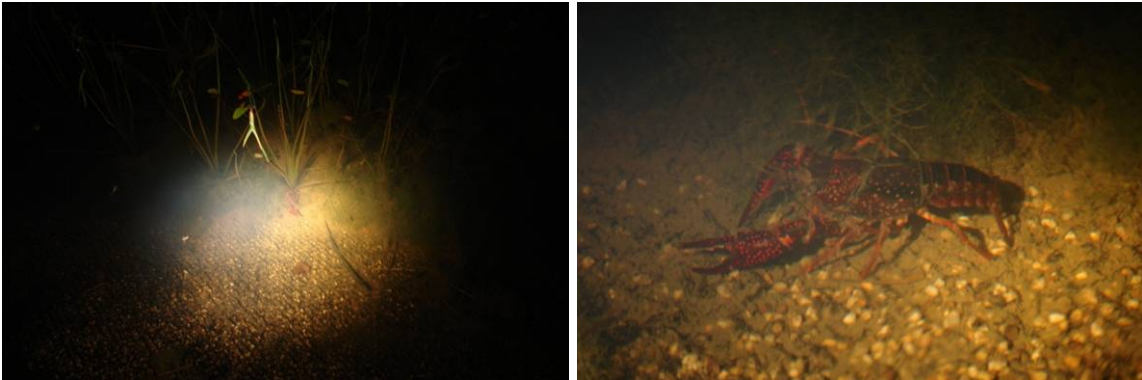
Tabel 1 geeft de behaalde resultaten in de vier schijnrondes. Voor elke avond geldt dat in de eerste ronde het aantal levende dieren, het aantal dode dieren en het aantal verschaalde dieren c.q. vellingen wordt genoteerd. Daarnaast het aantal palingen en bijzonderheden als dit van toepassing is. In de tweede ronde worden de dode kreeften en verschaalde dieren niet meer opgeschreven. De weersomstandigheden waren voor de eerste drie schijnrondes gelijk. Circa 20 graden, droog en helder weer. Op de laatste schijnronde was het circa 18 graden met af en toe lichte motregen.

Tabel 1

Resultaat van de vier schijnrondes

	Schijnronde 1. 02-08-2010		Schijnronde 2. 05-08-2010		Schijnronde 3. 10-08-2010		Schijnronde 4. 17-08-2010	
	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 1	Ronde 2
Tijd	21.45-22.34 uur	22.45-23.30 uur	21.45-22.45	23.00-23.34 uur	21.55-22.28 uur	22.45-23.30 uur	22.00-22.30 uur	22.45-23.15 uur
Sloot 1								
Levend	64/9/14%	64/20/31,3%	81/23/28,4%	81/24/29,6%	138/14/10,1%	138/24/17,4%	138/27/19,6%	138/23/16,7%
Dood	64/3/4,7%	n.v.t.	81/4/4,9%	n.v.t.	138/3/2,2%	n.v.t.	138/6/4,3%	n.v.t.
Vervelling	64/3/4,7%	n.v.t.	81/1/1,2%	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.
Palingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	2	6	3	1
Bijzonderheden					Palingen prima	Palingen prima	Palingen prima	Waar palingen?
Sloot 2								
Levend	64/10/15,6%	64/11/17,1%	80/23/28,8%	80/26/33%	138/31/22,5%	138/18/13%	138/26/18,8%	138/14/10,1%
Dood	0	n.v.t.	80/1/1,3%	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.
Vervelling	64/1/1,6%	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.
Bijzonderheden								
Sloot 3								
Levend	76/14/18,4%	76/25/32,9%	76/23/30,3%	76/29/38%	76/12/15,8%	76/13/17,1%	76/8/10,5%	76/16/21,1%
Dood	0	n.v.t.	76/7/9,2%	n.v.t.	76/4/5,3%	n.v.t.	76/4/5,3%	n.v.t.
Vervelling	76/3/3,9%	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.	0	n.v.t.
Palingen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	1	2	1	1
Bijzonderheden					Paling prima	Paling + kreeft	Paling/schimmel	
Sloot 4								
Levend	76/5/6,5%	76/4/5,6%	76/2/2,6%	76/4/5,3%	76/2/2,6%	76/1/1,3%	76/8/10,5%	76/4/5,3%
Dood	?	n.v.t.	?	n.v.t.	?	n.v.t.	76/5/6,6%	n.v.t.
Vervelling	?	n.v.t.	?	n.v.t.	?	n.v.t.	0	n.v.t.
Bijzonderheden	Sloot is troebel	Sloot is troebel	Sloot is troebel	Sloot is troebel	Sloot is troebel	Sloot is troebel	Sloot is helder	Sloot is helder

Hoe het genoteerde te lezen? Bijvoorbeeld 64/9/14% uit schijnronde 1, ronde 1 van sloot 1 bij de kolom 'levend'. 64 is het aantal kreeften dat op dat moment aanwezig is in de betreffende sloot. 9 is het aantal dat daadwerkelijk met de zaklamp is gespot en 14% is het gespotte percentage.



Links. Een impressie van het schijnen. Rechts. Eén van de kreeften die goed is waar te nemen met een zaklamp. Foto's: Fabrice Ottburg

Foto's onder laten zien dat ook palingen goed zijn te spotten met een zaklamp. Foto's: Fabrice Ottburg



5. Conclusie/discussie

Het schijnen met een zaklamp levert waardevolle inzichten op. Alle resultaten zijn genoteerd in het logboek en samengevat in dit verslag besproken. Onderstaand worden er enkele op rij gezet.

Bij de interpretatie van de gevonden waarden in de schijnrondes 1 en 2 moet men rekening houden met het feit dat hier de kreeft bezetting niet/nog niet het gewenste niveau had. Hierdoor verschillen de aantallen aanwezige kreeften tussen de sloten en zijn de aantallen ook lager. In latere rondes is dit door het gefaseerde bijzetten verholpen. Dit gold echter alleen voor de juveniele dieren, de aantallen adulte dieren waren compleet. Voor deze specifieke sloten, sloot 1 en 2, geldt dat hierdoor in de eerste twee schijnrondes het aantal levend waargenomen kreeften van 22,6% steeg naar 29%. Een stijging in sloot 1 van 6,4%. In sloot 2 steeg het percentage levende kreeften met 14,5% (van 16,4% naar 30,9%).

In schijnronde 3 en 4 hebben alle sloten de gewenste bezetting qua aantallen kreeften en palingen. Het gemiddelde percentage levende kreeften over de vier rondes in schijnronde 3 en 4 is voor de sloten 1, 2, 3 en 4 respectievelijk 16%, 16,1%, 16,1% en 4,9% (sloot 4 was tot de 4e schijnronde troebel). Voor de sloten met lage dichtheden, sloot 1 en 2, geldt dat het percentage nauwelijks verschilt, ondanks dat paling

aanwezig is. Voor deze sloten schommelt het percentage levend waargenomen kreeften rond de 16%. Voor de sloten met hoge dichtheden geldt dat het percentage levend waargenomen kreeften alleen voor sloot 3 goed kan worden beoordeeld omdat sloot 4 tot de 4e schijnronde troebel was.

Het percentage waargenomen levende kreeften in sloot 3 is 16%, net als in sloot 1 en 2. Ogenscheinlijk lijkt er geen verschil te zijn tussen de sloten met lage dichtheden aan kreeften en sloten met hoge dichtheden.

Met betrekking tot het aantal dode kreeften geldt dat alleen in sloot 1 in deze schijnrondes het percentage varieert van 2,2% tot 4,9%, gemiddeld 3,6%. In sloot 2 is slechts één dode kreeft aangetroffen. In sloot 3 geldt dat dit voor de laatste twee schijnrondes slechts 5,3% was (vier dieren) en door de eerder gemeld troebelheid in sloot 4 geeft alleen het percentage in schijnronde 4 een indicatieve waarde. In deze ronde is een percentage van 6,6% dode kreeften gevonden. In totaal voor alle schijnrondes samen werden de volgende aantallen dode kreeften aangetroffen: zestien kreeften (sloot 1), één kreeft (sloot 2), vijftien kreeften (sloot 3) en vijf kreeften (sloot 4).

Tenslotte is er nog een viertal opmerkelijke zaken waargenomen tijdens het schijnen:

1. Gedurende de eerste weken viel het op dat het aanwezige pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*) door de rode Amerikaanse rivierkreeften niet werd afgeknipt. Dit in tegenstelling tot de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft die in de proef van vorig jaar 'direct' tot het stengelknippen overging. Al in de eerste week was dit merkbaar. Een schijnbaar verschil tussen beide soorten? Rond 26 augustus zijn wel de eerste gesnoeide pijlkruidstengels aangetroffen.
2. Ook opvallend was de waarneming van twee palingen met direct daarom heen vijf adulte kreeften. Er gebeurde totaal niets. De palingen maakten geen aanstalten om over te gaan op predatie, de kreeften hadden geen verdedigingshouding, liepen ook niet zenuwachtig heen en weer, maar bleven rustig om de palingen zitten.
3. In schijnronde 4 de laatste ronde zijn maar weinig palingen waargenomen, ondanks het heldere water en de gunstige weersomstandigheden. Wel was er één paling in sloot 3 die schimmelachtige vlekken vertoonde. Er zijn verder geen dode en/of fysiek gewonde palingen aangetroffen.
4. Op 25 augustus 2010 is de eerste kreeft binnen de enclosure op het land aangetroffen. Het gaat om een mannelijk dier binnen de enclosure van sloot 2. Vier dagen later is nog een mannetje op het land gezien naast sloot 3.

De schijnrondes waren niet voorzien in dit project, maar bewijzen wel degelijk hun nut. Als was het maar om te monitoren hoe het met de ingezette dieren gaat. Aanbevolen wordt dan ook om schijnrondes ook in toekomstige (kreeft/sloot) projecten op te nemen.

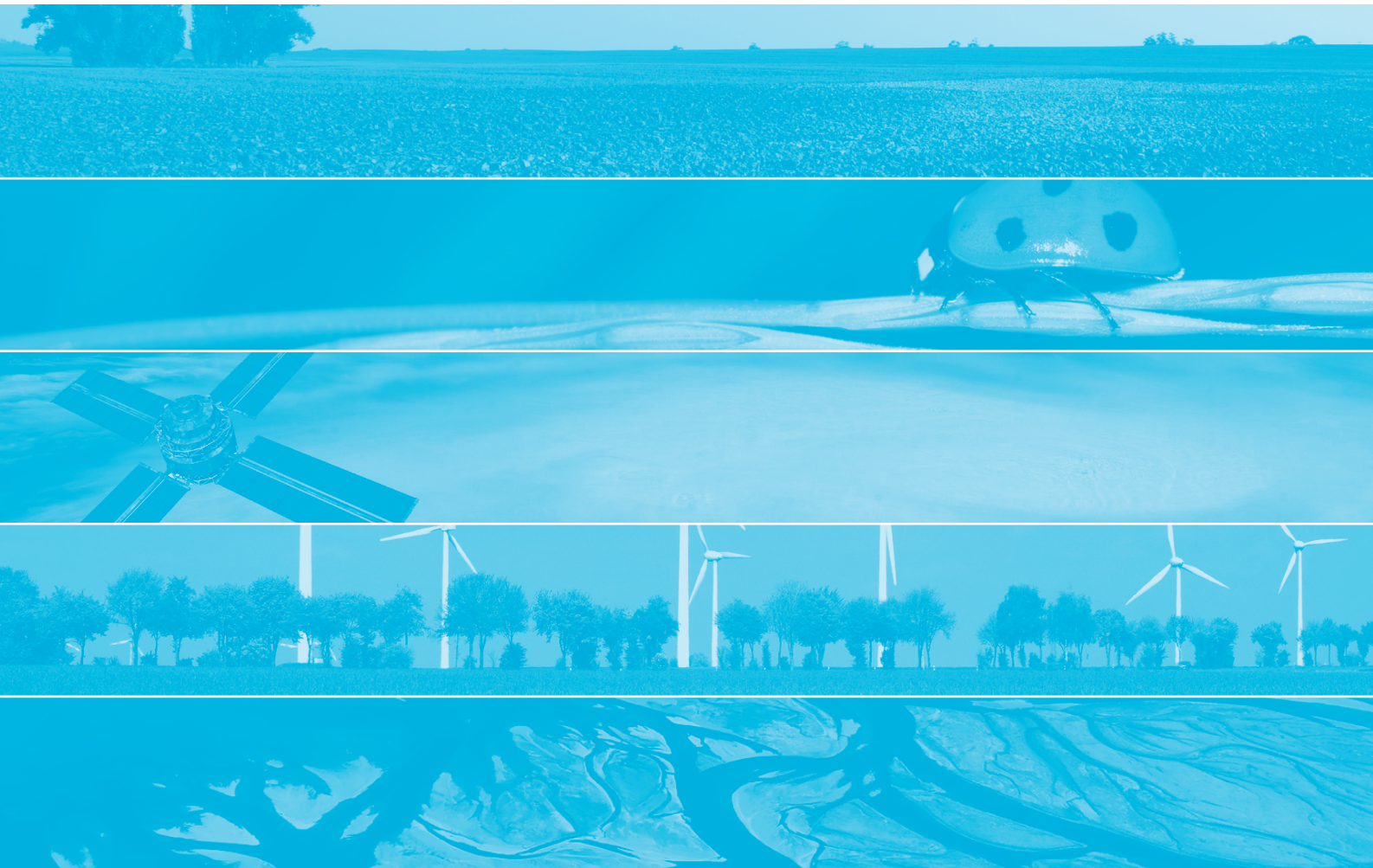
Literatuur

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, Alterra-rapport 1923. 62 blz.; 54 fig.; 10 tab.; 132 ref.

Roessink, I., J. van Giels, A. Boerkamp en 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. 8 blz.; 16 fig.; 2 tab.; 27 ref.



Ivo Roessink (midden), nadat hij onbedoeld kopje onder is geweest in sloot 3 op 17 augustus. Links Tom Heuts en rechts Peter Heuts, zij houden Ivo staande aan zijn kraag. Foto: Fabrice Ottburg



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl