



BIOLOGISK OVERVÅKNING AV HALDENVASSDRAGET

ISTIDSKREPS I RØDENESSJØEN

En kartlegging av bestanden

Ingvar Spikkeland



ØSTFOLD  MUSEENE

Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum
Ørje

Rapport 2/2013

Forord

I Haldenvassdraget har det siden 2008 vært drevet biologisk overvåkning av bekker og elver basert på bunndyr og påvekstalger, som et ledd i arbeidet med å bedre vannkvaliteten i vassdraget (Spikkeland 2009, 2010a, 2010b, 2011a, 2012a, 2013). I 2011 og 2012 er det også blitt gjennomført kartlegging av vannplanter i seks av de store innsjøene i vassdraget (Spikkeland 2011b, 2012b), og NIVA har foretatt overvåkning i vassdragets innsjøer, bl.a. med måling av algemengde og klorofyllinnhold (Haande & Hagman 2012).

Høsten 2013 ble det gjennomført en undersøkelse av istidskreps i Rødenessjøen. Rødenessjøen har alle de seks norske artene i denne gruppen. Disse artene lever i innsjøenes kalde dypvannssone, hvor de er avhengige av god tilgang på oksygen. Siden oksygenmangel i bunnvannet er en effekt av eutrofiering, er bestandene av istidskreps en god indikator på miljøsituasjonen i innsjøen. Det er tidligere ikke blitt gjennomført systematiske bestandsundersøkelser av istidskreps i Haldenvassdraget, og knapt nok ellers i Norge heller, og denne undersøkelsen er et første forsøk på å skaffe en oversikt over bestandene til denne interessante og sjeldne dyregruppen. Den foreliggende rapport gjør rede for forekomstene til istidskreps i Rødenessjøen, som er den største og i forurensningsmessig sammenheng også en av de mest sentrale av innsjøene i Haldenvassdraget.

Forsidebildet viser trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris* fra Rødenessjøen

Innledning

Istidskreps (også kalt istidsrelikter eller glacialrelikter) er betegnelsen på en gruppe krepsdyr som spredte seg under spesielle forhold mot slutten av siste istid, og som seinere ikke synes å ha utvidet sitt utbredelsesområde i særlig grad. Gruppen omfatter noen få arter som alle er mer eller mindre sjeldne, og de finnes sirkumpolart i den sørlige delen av innlandsisens maksimale utbredelsesområde, med flest arter i Eurasia. Det er ikke helt enighet om hvilke arter som kan regnes som istidskreps, men her i landet regnes det nå ofte med 8 arter krepsdyr, hvorav en art (skorv) ikke finnes i Norge, men har nærmeste forekomst i Vänern. Tre av de norske artene tilhører gruppen tanglopper (amphipoder); trollistidskreps (inntil 3,5 cm), firetornet istidskreps (inntil 2,5 cm) og flatbent istidskreps (inntil 0,8 cm), mens to av artene er svært nærstående rekelignende krepsdyr; *Mysis relicta* og *Mysis salemaai* (inntil 3 cm). *Mysis salemaai* er nylig skilt ut som egen art, og er her i landet bare påvist i et vann på Jæren, men enkelte av bestandene på Østlandet kan også tilhøre denne arten, som hittil bare kan sikkert skilles fra *Mysis relicta* ved genetiske undersøkelser. Med et fellesnavn kalles de to artene for pungreke. De to siste artene; flammekreps og *Eurytemora lacustris*, som mangler norsk navn, men som jeg her kaller eurytemora, er mindre (1,5-2 mm), og tilhører gruppen hoppekreps. De lever i de frie vannmasser, men også de har i det vesentlige tilhold i de dype og kalde delene av innsjøene. Siden alle disse artene lever i dypet, er de svært utsatt ved forurensning av næringsstoffer og organisk materiale, da dette vil kunne medføre oksygenmangel i bunnvannet og presse artene inn på grunnere vann. Her er de i mye sterkere grad utsatt for fiskepredasjon, og siden de heller ikke tåler varmere vann enn 12-14 grader (Kinsten 2012a), vil de kunne dø ut dersom forurensningssituasjonen blir alvorlig. Alle de nevnte artene unntatt firetornet istidskreps og pungreke står på den norske rødlista. *Eurytemora* står i kategorien VU (sårbar), *Mysis salemaai* i kategorien DD (datamangel) og de andre i kategorien NT (nær truet). Figur 1 viser bilder av de norske artene av istidskreps.

I Norge er istidskrepsene, trolig med unntak av *Mysis salemaai*, utbredt i deler av det sørøstlige Østlandet, vesentlig Akershus og Østfold, men tre av dem (firetornet istidskreps, flatbent istidskreps og *Mysis salemaai*) forekommer også i to (tre?) vann på Jæren. Det er bare Haldenvassdraget og Store Le som har alle artene som finnes på Østlandet, og det påligger derfor forvaltningsmyndighetene et særlig ansvar for å ta vare på disse bestandene.

Metoder

Siden istidskreps er en gruppe bunndyr med svært liten utbredelse i Norge, stort sett innen deler av vannområdet Glomma, er det ikke fastsatt metoder for bestandskartlegging av de enkelte artene i forbindelse med gjennomføring av Vanddirektivet/Vannforskriften, og det er følgelig heller ikke utviklet indekser som måler miljøtilstanden for dette faunaelementet. Men siden dette er sjeldne og rødlistede arter som kan være truet i forbindelse med eutrofiering, er det i samsvar med tenkningen i Vannforskriften å overvåke disse bestandene.

I Sverige, som har et mye større antall innsjøer med istidskreps enn Norge, er det imidlertid utviklet metoder som også er direkte anvendbare for norske forhold. De metodene som vi har benyttet i vår undersøkelse, er en noe tillempet utgave av en metodikk som er anbefalt av den svenske istidskrepsforskeren Björn Kinsten (pers. medd.), jf. også Leonardsson & Sparrevik (1995), Kinsten (2012b) og Kinsten & Degerman (2012).

Det ble benyttet fire metoder til kartlegging av istidskrepsbestandene i Rødenessjøen. En bunntål (figur 2) ble brukt for å fange de store artene. Trålen, som har en åpning på 30 x 100 cm, ble trukket langs bunnen i 5 minutter med den lavest mulige farten som båten kunne ha. Ved å benytte GPS fant vi at dette tilsvarte i gjennomsnitt 140 m, dvs. vi kjørte med en fart på snau 1 knop. Trålen har da fanget dyr på et areal tilsvarende ca. 140 m². Bruk av bunntål ansees som en semikvantitativ metode, da den strekningen som tilbakelegges i løpet av en viss tid kan variere avhengig av f.eks. vind og strøm (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten & Degerman 2012). I tillegg ble det benyttet en hov («mysishov») med diameter 60 cm og maskevidde 500 µm (areal 0,28 m²) til å kartlegge bestanden av pungreke (figur 2). Hoven fanger dyr både når den senkes ned og når den dras opp igjen.

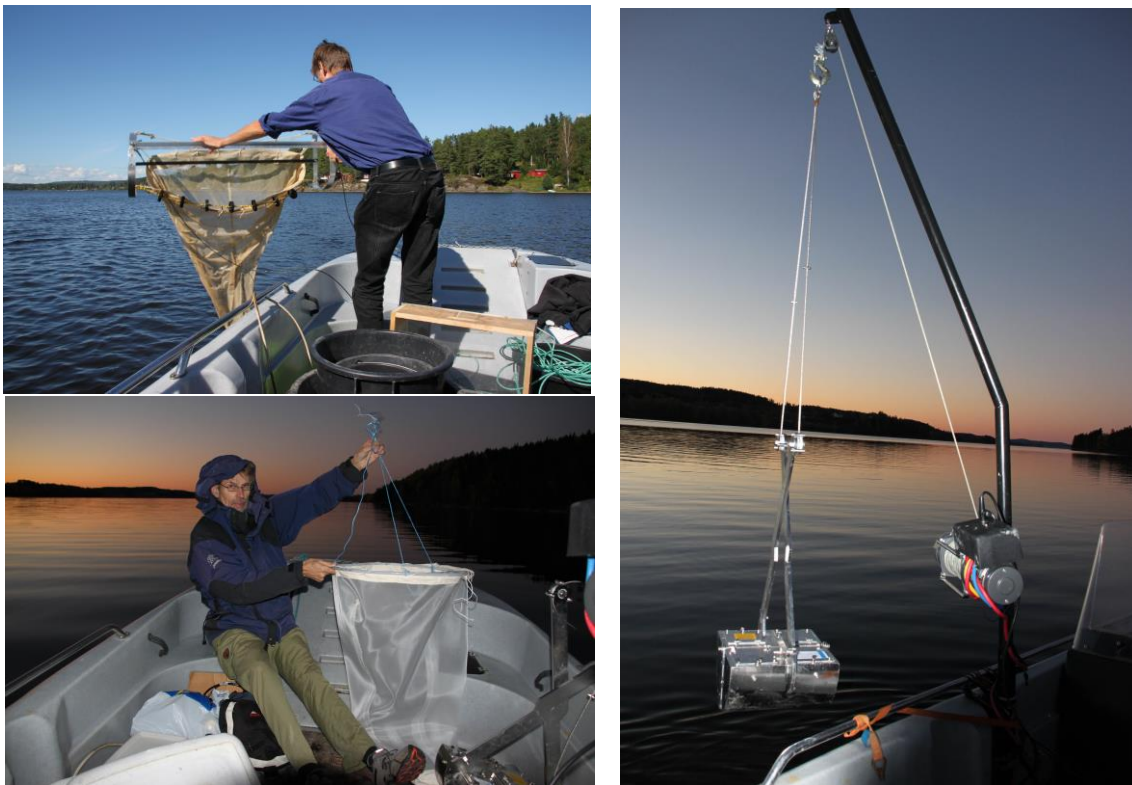
Tettheten er angitt i antall ind./m². Denne metoden ansees som den beste metoden for kvantitativ registrering av pungreke (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten & Degerman 2012). Flatbent istidskreps lever i stor grad nedgravd i mudderet, og til kartlegging av denne arten ble det benyttet en van Veen-grabb med vinsj (figur 2), som i hvert bunnklipp dekker en overflate på 0,10 m². Innholdet i grabben ble siktet gjennom sold med maskevidde 1 mm. Dette regnes som en god kvantitativ metode for flatbent istidskreps (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten & Degerman 2012). De to hoppekreps-artene flammekreps og eurytemora ble fanget med en planktonhov med maskevidde 100 µm og diameter 20 cm (areal 0,0314 m²), som ble trukket fra innsjøens bunn til overflate med en fart på ca. 20 cm pr. sek. Tettheten av dyr er angitt i antall ind./m².



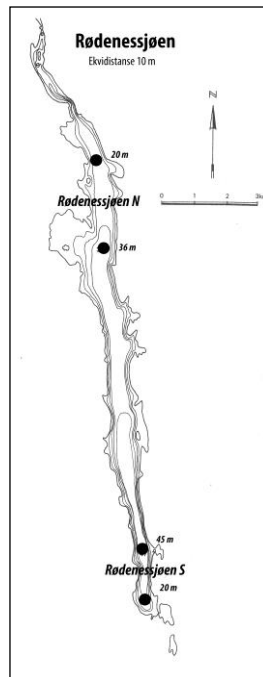
Figur 1. Norske arter av istidskreps. Øverst t.v. Eurytemora lacustris, t.h. flammekreps Limnocalanus macrurus, i midten t.v. flatbent istidskreps Monoporeia affinis, t.h. Pallasea quadrispinosa, nederst t.v. trollistidskreps Gammaracanthus lacustris, t.h. pungreke, trolig Mysis relicta. I tillegg har vi enda en art av pungreke som bare er funnet i et vann på Jæren; Mysis salemaai. Foto av pungreke: Arild Hagen. Alle andre fotos: Ingvar Spikkeland.

Det ble tatt prøver både i innsjøens nordlige og sørlige del, kalt Rødenessjøen N og Rødenessjøen S. (figur 3). Prøvene ble tatt i perioden 28.8.-13.10.2013. På hvert av disse stedene ble det tatt to tråltrekk og 5 bunnklipp, både fra 20 m dyp og fra det dypeste punktet (36 m i nord og 45 m i sør). I tillegg ble det tatt to hovtrekk med stor hov (mysishov) over 20 m dyp og tre trekk over det dypeste punktet i innsjøens nordlige del. Det ble videre tatt to plankontrekk med liten hov (dyreplankton) fra det dypeste området, både ved stasjonen i nord (36 m) og stasjonen i sør (45 m). Siden bunnklippene hadde svært få dyr, ble de slått sammen for hvert dyp og behandlet videre som en enhet, mens trål-, pungreke- og planktonprøvene ble talt opp hver for seg. Trålprøvene fra 20 m dyp inneholdt generelt mange dyr, og disse prøvene ble fraksjonert og 1/10 av prøven talt opp, mens resten bare ble sett igjennom for å registrere sjeldne og fåtallige arter (i praksis trollistidskreps). Fra de dypeste områdene inneholdt trålprøvene relativt få individer, og ble derfor talt opp i sin helhet. Det samme ble pungreke-, plankton- og grabbprøvene.

Resultatene fra alle prøvene som ble tatt er gitt i tabellform i Vedlegg 1-5.



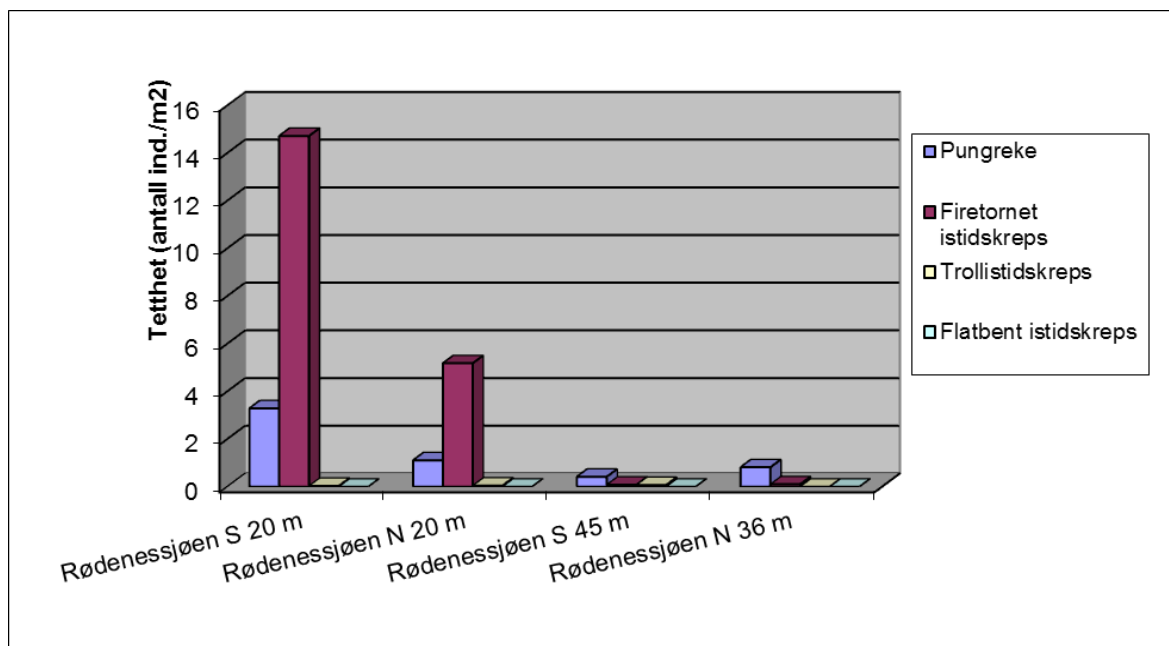
Figur 2. Utstyr som ble benyttet til å kartlegge istidskreps. T.v. øverst bunntål, nederst mysishov. T.h. Van Veen-grabb koblet til vinsj. I tillegg ble en vanlig planktonhov benyttet til å registrere hoppekrepsene flammekreps og eurytemora. Foto: Jan P. Vaaler (t.v.) og Ingvar Spikkeland.



Figur 3. Rødenessjøen, med angivelse av bunndyrstasjonene i innsjøens sørlige og nordlige del.

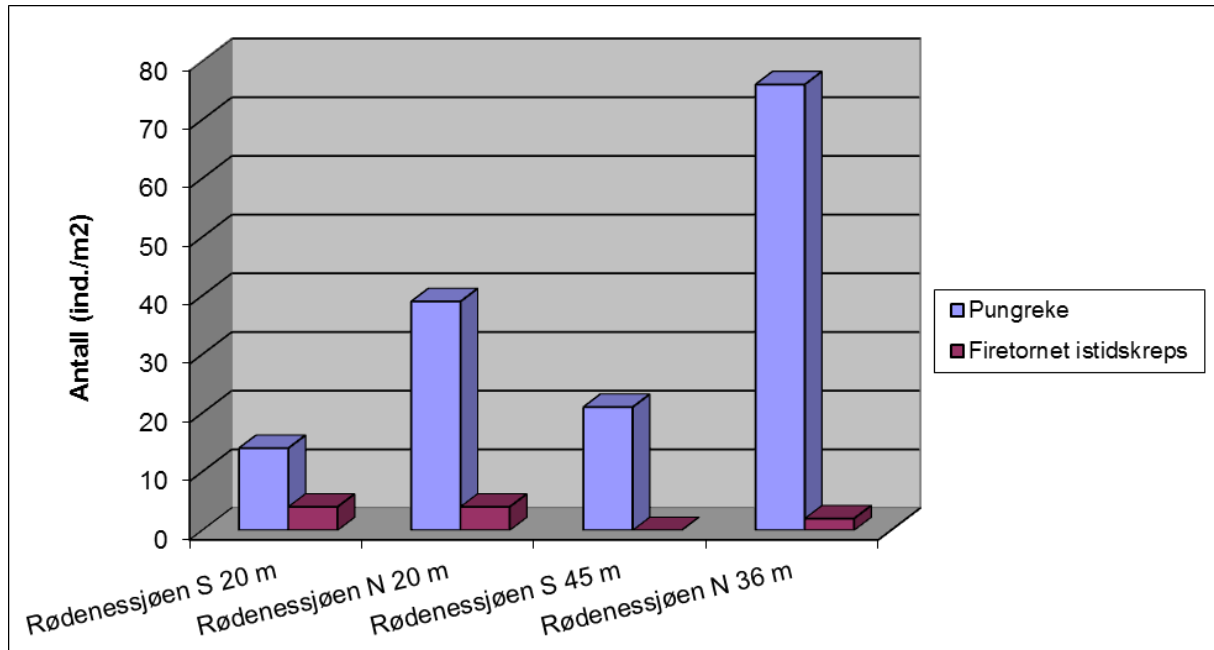
Resultater

Resultatene fra trålprøvene framgår av figur 4. Det ble som nevnt tatt to tråldrag på hvert dyp, og variasjonene mellom de to prøvene var i enkelte tilfeller betydelige, noe som antyder at det burde vært tatt en tredje prøve. Det er derfor ikke grunnlag for å trekke konklusjoner ut fra små forskjeller i tetthet, men noen tydelige forskjeller mellom de ulike dyp framkommer likevel. Generelt kan vi si at tettheten av dyr avtar drastisk når vi beveger oss fra 20 m og ned til de største dypene, både i nord og sør. Når det gjelder trollistidskreps, er antallet så lavt at det ikke er grunnlag for å vurdere tetthetene, og flatbent istidskreps ble ikke påvist i det hele tatt i trålprøvene.



Figur 4. Tetthet av istidskreps i Rødenessjøen registrert med bunntål, og angitt som antall ind./m². Figuren viser gjennomsnittet av to prøver på 20 m dyp og på det dypeste området i innsjøens nordlige og sørlige del.

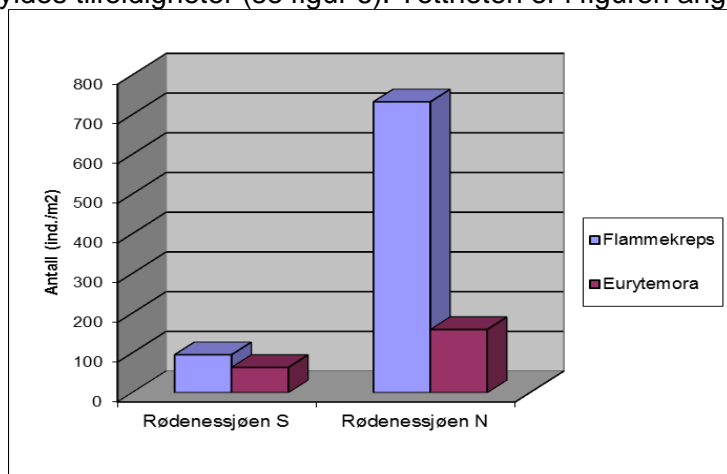
Resultatene som ble oppnådd for pungreke med mysishov (figur 5), stemmer ikke helt overens med trålprøvene. Vi ser at tettheten av pungreke er størst i den nordlige delen av Rødenessjøen, både i hovtrekkene tatt over 20 og over 36 m dyp.



Figur 5. Tetthet av pungreke og firetornet istidskreps, registrert med mysishov og angitt som antall ind./m². Antallet av firetornet istidskreps er så lavt at det ikke er grunnlag for å vurdere tettheten til denne arten med denne registreringsmetoden.

I bunngrabbprøvene, som benyttes for å beregne tettheten av flatbent istidskreps, ble denne arten bare funnet på 20 m dyp nord i Rødenessjøen. Her ble det totalt for alle fem bunnsklippene fanget 10 dyr, noe som tilsvarer en tetthet på 20 dyr pr. m². Siden det ikke ble funnet noen dyr i de andre grabbprøvene, antyder det en betydelig mindre tetthet der. Stor variasjon i tettheten av flatbent istidskreps er for øvrig et kjent fenomen fra undersøkelser i Sverige. Sammenlignet med tettheter som er funnet i for eksempel Vättern, er dette lave verdier, da det der er funnet tettheter opp til vel 4000 individer pr. m² (Kinsten 2012b).

Når det gjelder de to planktonartene i istidskrepsgruppen, er det klart større tetthet nord i sjøen enn i sør av flammekreps, mens forskjellen i tetthet av eurytemora er mindre og kan skyldes tilfeldigheter (se figur 6). Tettheten er i figuren angitt pr. m² overflate.



Figur 6. Tetthet av de to planktonartene flammekreps og eurytemora i Rødenessjøens nordlige og sørlige del, registrert med planktonhov og angitt som antall ind./m²

Diskusjon og konklusjoner

Hva forteller så resultatene fra denne undersøkelsen om miljøsituasjonen i Rødenessjøen? Det mest påfallende er den svært kraftige reduksjonen i tettheten av de store istidskrepsene som trålmaterialet viser når vi beveger oss fra 20 m og ned mot større dyp. I de dypeste områdene er tettheten svært liten, og den mest nærliggende forklaringen på dette er at det er lite oksygen i bunnvannet, slik at de aller fleste dyra unngår disse områdene.

Pungrekematerialet fra hov-prøvene er imidlertid ikke så entydig, siden det viser større tetthet i innsjøens nordlige del. Bruk av mysishov er som nevnt ovenfor regnet som den beste metoden for å måle tettheten av pungreke, og det er derfor naturlig å spørre hvorfor bruk av bunntål gir lavere tetthet. Dette skyldes høyst sannsynlig at pungreka går høyere opp i vannmassene dersom oksygeninnholdet blir kritisk lavt på bunnen, og er ikke avhengig av å oppholde seg helt nede ved bunnen slik som de andre store istidskrepsene. Vi vet også at pungreka henter sin føde høyere oppe i vannmassene (om natta), mens de andre store istidskrepsene finner mat på eller ved bunnen. Men dermed unngår også mange pungreker å bli fanget i bunntålen, mens de blir fanget i hoven, som fanger dyr i hele vannsøylen. Det er for øvrig et kjent fenomen at bruk av mysishov for å anslå tettheten av pungreke gir større verdier enn dersom bunngabb benyttes (Kinsten 2012b, Kinsten & Degerman 2012), trolig fordi pungreke ikke er strengt bundet til områdene nærmest bunnen.

Et annet interessant spørsmål er hvorfor tettheten av pungreke er størst nord i Rødenessjøen. En sannsynlig forklaring er at det er mest næringsstoffer i innsjøens nordlige del, og dette vil kunne gi større mengder plante- og dyreplankton der, noe som i sin tur gir mat til større bestander av pungreke. Dette stemmer godt overens med at vi også fant mer av de to planktonartene flammekreps og eurytemora i nord enn i sør. Disse artene er også rovdyr, og lever av små dyreplanktonarter. Selv om disse artene lever i den kalde og mørke dypvannssonen, trenger de i likhet med pungreke ikke leve helt nede ved bunnen, der oksygeninnholdet kan være lavt, og de kan overleve så lenge oksygenmangelen ikke når opp til varmere vannlag. Men erfaringer fra Tyskland viser at eurytemora kan dø ut dersom innsjøene eutrofieres i for stor grad (Kasprzak mfl. 2005).

Når oksygeninnholdet i bunnvannet falle til kritiske nivåer, som for eurytemoras vedkommende tilsvarer omtrent 1 mg/l (Kasprzak mfl. 2005), vil altså de artene som har et mer planktonisk levevis trekke høyere opp i vannet der oksygentilgangen er bedre. De artene som i større grad lever på og nær bunnen (firedornet og flatbent istidskreps og trollistidskreps), vil måtte trekke inn på grunnere vann for å overleve. Her er de i større grad enn dypere nede utsatt for fiskepredasjon og høye temperaturer. Temperaturfølsomheten ser ut til å variere hos de forskjellige artene. Trollistidskreps synes å være den arten som krever de laveste temperaturene, og finnes alltid på dypt vann om sommeren, mens firedornet og flatbent istidskreps tolererer temperaturer opp mot 16-18 °C (Kinsten 2012a). Også fra Haldenvassdraget og Store Le har vi erfaring for at disse to artene iblant kan finnes på grunt vann om sommeren, og på Kanalmuseet på Ørje har vi hatt en voksen firedornet istidskreps som har overlevd hele sommeren i et akvarium som får vann direkte fra Ørjeelva, og hvor temperaturen i perioder har vært godt over 20 °C. Når det gjelder pungreke og flammekreps, ser det ut til at 12-14 °C utgjør en øvre temperaturgrense for lengre tids eksponering (Kinsten 2012a). Men i et fiskerikt vassdrag som Haldenvassdraget, kan det tenkes at fiskepredasjon er en større utfordring for istidskrepsene enn høye temperaturer dersom oksygenmangel tvinger dem inn på grunnere vann.

Dersom vi antar at oksygenmangel er en trussel mot bestandene av istidskreps i Rødenessjøen, noe resultatene ovenfor antyder, skulle de opplysninger som er gitt ovenfor antyde at trollistidskreps er spesielt utsatt for dette miljøproblemet. Fra Sverige viser undersøkelser at det normale er at bestandene av istidskreps øker nedover mot dypet, kanskje med unntak av firedornet istidskreps (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten 2012b). Fra Bøensfjorden sør i Øymarksjøen, hvor forurensningsbelastningen er mindre enn i Rødenessjøen, ble det i oktober 2012 funnet en tilsvarende trend fra 10 m og nedover mot 30 m dyp (bunntål) både for pungreke og firedornet istidskreps, mens trollistidskreps bare ble registrert med ett ind. (på 30 m dyp), og flatbent istidskreps ikke ble påvist. Det foreligger

også data fra Femsjøen nederst i Haldenvassdraget fra 31.8.2013, hvor miljøsituasjonen er god. Her ble det imidlertid funnet en viss reduksjon i tettheten både av pungreke og firetorneret istidskreps fra 20 til 40 m dyp, mens både flatbent istidskreps og trollistidskreps var mest tallrike på 40 m dyp (bunntål). Det var imidlertid noe sprikende resultater her, så det er vanskelig å trekke en klar konklusjon. Som vi ser, er resultatene fra Haldenvassdraget ikke helt entydige, men hovedregelen er likevel økende tetthet av istidskreps mot dypere områder av innsjøene.

Den mest nærliggende forklaringen på den generelle reduksjonen i bestandstettheten i Rødenessjøen med økende dybde, slik den er målt med bunntål, er at forholdene er mindre gunstige der enn på grunnere vann. Dette skyldes trolig lavt oksygeninnhold, noe som igjen henger sammen med forurensningsbelastningene, spesielt nord i innsjøen. Stor forekomst av svevemygglarver støtter denne antagelsen. Det er foretatt målinger av oksygeninnholdet i forskjellige dyp i Rødenessjøen ned til 20 m (se Vedlegg 5), og disse målingene viser ca. 50 % oksygenmetning på 20 m dyp. Men det foreligger ikke O₂-målinger fra de dypeste områdene, noe som skyldes at kabelen til måleapparatet bare går til 20 m, men det hadde selvsagt vært ønskelig med O₂-målinger i de dypeste områdene også. I Skulerudsjøen, som ligger nord for Rødenessjøen og bare er 17 m dyp, ble det foretatt både tråltrekk og O₂-målinger samtidig med undersøkelsene i Rødenessjøen (28.8.2013), og her ble det ved to tråldrag bare registrert ett ind. av pungreke og ingen firetorneret istidskreps, mens det høsten 2008 ble funnet bestand av begge disse artene. Samtidig ble O₂-innholdet i bunnvannet målt til bare ca. 10 % metning, mens temperaturen lå på 7,5 °C. Det synes altså som om O₂-mangel nærmest har slått ut bestanden av istidskreps i denne innsjøen, og trolig kan vi se en tilsvarende effekt i Rødenessjøen.

Selv om resultatene i denne undersøkelsen spriker noe, viser den tydelig behovet for å følge bestandene av istidskreps i Rødenessjøen nøye. Det er grunn til å tro at også istidskrepsbestandene i Hemnessjøen kan være under press på grunn av økende eutrofiering, men dette er noe som bør undersøkes nærmere.

Når det gjelder eventuelle kriterier for en innsjømiljøtilstand basert på tilstanden til istidskreps-populasjonene, bør det nok skaffes mer data før en tar stilling til dette. Men basert på erfaringer spesielt fra Sverige om generelt økende bestandstetthet mot større dyp, kan en foreløpig antydning være at dersom tettheten av istidskreps målt med bunntål er klart lavere i de dypeste områdene enn ved 15-20 m dyp, indikerer dette at miljøtilstanden ikke er god.

Takk

Björn Kinsten har bidratt med gode råd om bruk av metoder i undersøkelsen, og har også kommet med viktige synspunkter angående rapporten. Jan P. Vaaler har vært båtfører i forbindelse med feltarbeidet, og til begge rettes en stor takk.

Litteratur

- Haande, S. & Hagman, C.H.C. 2013. Overvåkning av Haldenvassdraget 2012. Notat NIVA. 24 s.
- Kasprzak, P., Reese, C., Koschel, R., Schulz, M., Hambaryan, L. & Mathes, J. 2005. Habitat characteristics of *Eurytemora lacustris* (POPPE, 1887) (Copepoda, Calanoida): The role of lake depth, temperature, oxygen concentration and light intensity. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 90: 292-309.
- Kinsten, B. 2012a. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Havs- och vattenmyndigheten Publ. (1). 284 s.
- Kinsten, B. 2012b. Glacialrelikta kräftdjur i Vänern og Vättern 2011. Rapport nr 115 från Vätternvårdsförbundet. Rapport nr 70 från Vänerns Vattenvårdsförbundet. Havs och Vattenmyndigheten. s. 1-53.
- Kinsten, B. & Degerman, E. 2012. Skattning av glacialrelikta kräftdjurs täthet. En jämförelse av tre metoder samt täthet i Vänern och Vättern. Rapport nr 115 från

- Vätternvårdsförbundet. Rapport nr 70 från Vänerens Vätternvårdsförbund. Havs och Vattenmyndigheten. 24 s.
- Leonardsson, K. & Sparrevik, E. 1995. Metoder för innsamling och övervakning av glacialrelikta kräddjur. S. 157-172 i Broberg, O. Miljöövervakning Vättern: Forslag till program och undersökningstyper 93/94 och 94/95. Vätternvårdsförbundet, Rapport no. 36.
 - Spikkeland, I. 2009. Biologisk övervakning av Haldenvassdraget høst/vår 2008/2009. Bunndyr i eutrofe bekker og elver. Rapport Østfoldmuseet, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum. 6 s. + vedlegg.
 - Spikkeland, I. 2010a. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver høst 2009. Rapport 1/2010, Østfoldmuseet, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum. 8 s. + vedlegg.
 - Spikkeland, I. 2010b. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver – status etter to undersøkelser høst 2008-vår 2010. Østfoldmuseet, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum, rapport 2/2010.. 15 s. + vedlegg.
 - Spikkeland, I. 2011a. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver høst 2010. Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum, rapport 1/2011. 8 s. + vedlegg.
 - Spikkeland, I. 2011b. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Vannplanter og eutrofiering. Hemnessjøen, Rødenessjøen og Femsjø 2011. Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum, rapport 2/2011. 7 s.
 - Spikkeland, I. 2012a. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver 2008-2011. Status etter to undersøkelser. Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum, rapport 1/2012. 15 s. + vedlegg.
 - Spikkeland, I. 2012b. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Vannplanter og eutrofiering. Bjørkelangen, Øymarksjøen og Aremarksjøen 2012. Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum, rapport 3/2012. 12 s.
 - Spikkeland, I. 2013. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver høst 2012/vår 2013. Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets kanalmuseum, rapport 1/2013. 15 s. + vedlegg.

VEDLEGG 1-5

Vedlegg 1. Istidskreps i trålprøver. Trålen ble dratt i 5 min. i en fart av ca. 1 knop, dvs. ca. 140 m.

Noesk navn	Latinsk navn	Rødenessjøen S 18.8.2013				Rødenessjøen N 29.8.2013			
		20 m		45 m		20 m		36 m	
		P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Pungreke	<i>Mysis relicta s.l.</i>	400	520	25	90	170	140	104	124
Trollistidskreps	<i>Gammaracanthus lacustris</i>	4	4	16	3	8	3	0	28
Firetorneret istidskreps	<i>Pallasea quadrispinosa</i>	2500	1620	18	3	950	500	28	0
Flatbent istidskreps	<i>Monoporeia affinis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Vedlegg 2. Antall ind. av istidskreps fanget i mysishov

Areal hov: 0,28 m²

Norsk navn	Latinsk navn	Rødenes S 20m		Rødenes S 45 m		Rødenes N 20 m		Rødenes N 34 m		
		Pr. 1	Pr. 2	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 3
Pungreke	<i>Mysis relicta s.l.</i>	1	3	3	1	5	6	8	14	10
Firetorneret istidskreps	<i>Pallasea quadrispinosa</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1

Vedlegg 3. Istidskreps i bunngabbprøver, antall dyr i 5 bunnsklipp fra hver stasjon.

Areal pr. bunnsklipp 0,10 m²

Norsk navn	Latinsk navn	Rødenessjøen S		Rødenessjøen N	
		20 m	45 m	20 m	36 m
		15.8.13	10.9.13	15.8.13	29.8.13
Pungreke	<i>Mysis relicta s.l.</i>	0	0	0	0
Trollistidskreps	<i>Gammaracanthus lacustris</i>	0	0	0	0
Firetorneret istidskreps	<i>Pallasea quadrispinosa</i>	1	0	0	0
Flatbent istidskreps	<i>Monoporeia affinis</i>	0	0	10	0

Vedlegg 4. Antall ind av Limnocalanus og Eurytemora i Rødenessjøen 2013

To hovtrekk på hver stasjon fra 45 m dyp i sør og 36 m i nord. Areal hov: 0,0314 m².

Norsk navn	Latinsk navn	Rødenessjøen S 29.08.2013		Rødenessjøen N 10.09.2013	
		P1	P2	P1	P2
Flammekreps	<i>Limnocalanus macrurus</i>	1	5	22	23
Eurytemora	<i>Eurytemora lacustris</i>	1	2	4	5

Vedlegg 5. Hydrografiske parametre i Rødenessjøen ved Ørje 5.9.2013

Dybde (m)	0	2	5	10	12,5	15	20
Temp. (°C)	16,9	16,8	16,5	13,4	10,8	8,2	7,4
Ledningsevne (mS/m)	5,1	5,1	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1
O ₂ -innhold (%)	88	79,5	75	55,3	52,4	51	50
pH	7,03	6,99	6,93	6,82	6,82	6,82	6,85