

BIOLOGISK OVERVÅKNING AV HALDENVASSDRAGET



ISTIDSKREPS I FEMSJØEN 2016

En kartlegging av bestandene

Ingvar Spikkeland og Jan P. Vaaler



ØSTFOLD  MUSEENE

Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum
Ørje

Rapport 1/2016

FORORD

I forbindelse med gjennomføringen av Vanndirektivet/Vannforskriften har det siden 2008 blitt drevet biologisk overvåkning av bekker, elver og innsjøer i Haldenvassdraget.

Østfoldmuseene, avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum på Ørje, har hatt ansvaret for overvåkingen av bunndyr i bekker og elver. Museet har i tillegg gjennomført en kartlegging av vannplanter i seks av de store innsjøene i vassdraget, som et ledd i overvåkingen av vannkvaliteten i innsjøene.

Haldenvassdraget er kjerneområdet i Norge for en spesiell gruppe globalt sjeldne krepsdyr som kalles istidskreps, og vassdraget har alle de norske artene i denne gruppen unntatt den sørvestlige arten *Mysis salemaai*, som bare er funnet på Jæren. Et par av artene har nesten hele sin norske bestand i Haldenvassdraget. Men dette betyr også at vi har et spesielt ansvar for å sørge for at bestanden av disse sjeldne og interessante dyra har gode leveforhold. Istidskrepsene lever i innsjøenes kalde dypvannssone, hvor de er avhengige av god tilgang på oksygen. Siden oksygenmangel i bunnvannet er en effekt av overgjødning (eutrofiering), er bestandene av istidskreps en god indikator på miljøsituasjonen i innsjøene.

Høsten 2013 ble det gjennomført en kartlegging av istidskrepsbestandene i Rødenessjøen, og resultatene viste at alle artene unngikk de dypeste områdene i innsjøen, høyst sannsynlig på grunn av oksygenmangel. En tilsvarende undersøkelse ble gjort i Hemnessjøen høsten 2015, og det ble da påvist nesten total oksygenmangel i de dypeste områdene samtidig som bare tre arter, flammekreps, pungreke og firetornt istidskreps ble funnet, den siste med bare ett dødt individ. Dette tydet på at denne spesielle dyregruppen er svært utsatt i innsjøen pga. næringsstofftilførsel og eutrofiering.

Alle de store sjøene i Haldenvassdraget fra Bjørkelangen og Hemnessjøen og ned til Femsjøen er påvirket av forurensning fra næringsstoffer, men forurensningsgraden avtar nedover vassdraget. Femsjøen har i dag god vannkvalitet ut fra kriteriene som benyttes i Vannforskriften (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013), og representerer trolig tilnærmet naturtilstanden for de mer næringsrike delene av vassdraget som Bjørkelangen, Hemnessjøen og Rødenessjøen. Det er derfor av stor interesse å kartlegge bestandene av istidskreps i denne innsjøen for å få et bilde av hvordan bestandene i Hemnessjøen og Rødenessjøen kan ha vært før tilførselen av næringsstoffer fra menneskelige aktiviteter satte inn for alvor utover på 1900-tallet.

Forsidebildet viser øverst Femsjøen og nederst fra v. trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris*, firetornt istidskreps *Pallaseopsis (Pallasea) quadrispinosa*, flatbent istidskreps *Monoporeia affinis* og pungreke *Mysis relicta* (Foto av pungreke: Arild Hagen, alle andre fotos: Ingvar Spikkeland).

INNHOLD

Forord	2
Innhold	3
Sammendrag	4
Innledning	5
Metoder	6
Resultater	9
Litteratur	13
Vedlegg	14

SAMMENDRAG

Femsjøen (innsjøkode Vann-nett 001-316-L) er den dypeste av innsjøene i Haldenvassdraget (54 m), og den nest største mht. volum. Innsjøen har god miljøtilstand, og representerer trolig langt på vei naturtilstanden for de mer næringsrike innsjøene lenger nord i vassdraget, som Bjørkelangen, Hemnessjøen og Rødenessjøen. Det er påvist seks arter av istidskreps i Femsjøen; pungreke *Mysis relicta*, trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris*, firetornet istidskreps *Pallaseopsis (Pallasea) quadrispinosa*, flatbent istidskreps *Monoporeia affinis*, og de to hopperkrepsene flammekreps *Limnocalanus macrurus* og *Eurytemora lacustris* (se figur 1).

Det ble benyttet fire metoder for å kartlegge bestanden av de forskjellige artene (figur 2); bunntrål for å fange bunnlevende arter, van Veen-grabb for å påvise flatbent istidskreps, stor grovmasket hov (500 µm, d = 60 cm) for fangst av pungreke (mysishov) og stor finmasket hov (140 µm, d = 60 cm) for å påvise planktonartene flammekreps og *Eurytemora*. Prøver ble tatt fra 10, 20, 30, 40 og 50 m dyp (figur 3). Det ble også med enkle metoder tatt noen hydrografiske og kjemiske målinger for å få et innblikk av innsjøens hydrografi.

Femsjøen er en kalkfattig, noe humuspåvirket innsjø. Det ble ikke funnet antydning til oksygensvinn i innsjøens bunnområder. En undersøkelse gjennomført av NIVA i 2015 viser at innsjøen har god miljøtilstand.

Det ble registrert fem arter av istidskreps ved denne undersøkelsen. Den svært sjeldne hoppekrepsen *Eurytemora lacustris*, som i Norge nesten utelukkende er funnet i Haldenvassdraget, ble ikke registrert ved denne undersøkelsen. Det er likevel sannsynlig at det fortsatt finnes en svært tynn bestand av arten i innsjøen. Flammekreps forekom derimot i stort antall i planktonet på dypt vann i innsjøen. Også den sjeldne hoppekrepsen *Cyclops lacustris* ble påvist. Denne arten, som er utbredt på Østlandet i de samme områdene som istidskrepsene, forekom i mye mindre antall enn flammekreps, men i likhet med istidskrepsene fantes også den bare på dypt vann.

Pungreke var den dominerende arten av istidskreps på alle dyp unntatt på 30 m, hvor firetornet istidskreps hadde større tetthet (figur 4). Firetornet istidskreps hadde for øvrig sin største tetthet på dette dypet, og tettheten avtok deretter sterkt nedover i dypet, mens pungreke også opptrådte med stor tetthet på 40 og 50 m dyp. I tillegg viste trekkene med mysishov at mange pungreker også oppholdt seg i de frie vannmasser i innsjøens dypeste områder (figur 5). Trollistidskreps ble påvist på 30, 40 og 50 m dyp i forholdsvis lite antall. Flatbent istidskreps ble funnet i svært lite antall, og bare på 30 og 40 m dyp.

Fordelingen av de forskjellige artene i innsjøen stemmer bra med det som er funnet i innsjøer i Sverige, og viser også god overensstemmelse med resultater fra en tilsvarende, men noe mindre omfattende undersøkelse i den næringsfattige innsjøen Setten nordøst i Haldenvassdraget. Resultatene fra undersøkelser i Hemnessjøen og Rødenessjøen avviker imidlertid markant fra det som er funnet i Femsjøen, ved at de dypeste områdene i disse innsjøene har svært lave tettheter av istidskreps, noe som trolig skyldes forurensning av næringsstoffer og dermed mangel på oksygen i bunnvannet.

Det er grunn til å tro at fordelingen av de forskjellige istidskrepsbestandene i Femsjøen tilsvarer det en tidligere hadde i de andre store innsjøene i vassdraget før forurensningen av næringsstoffer begynte å gjøre seg gjeldende for alvor etter 1950. Dette gjelder spesielt for Rødenessjøen og innsjøene nedstrøms, der artssammensetningen både av istidskreps og fisk er omtrent den samme som i Femsjøen.

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 på egen hånd (se Figur 1). Noen av dem er imidlertid ved menneskers hjelp blitt spredt til reguleringsmagasiner i Midt-Norge, for å gi bedre næringsforhold for fisk. Gruppen omfatter noen få arter som alle er 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 av krepsdyr, hvorav en art (skorv) ikke finnes i Norge, men har sin nærmeste forekomst i Vänern. Tre av de norske artene tilhører gruppen tanglopper (amfipoder); trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris* (inntil 3,5 cm), firetornet istidskreps *Pallaseopsis* (*Pallasea*) *quadrispinosa* (inntil 2,5 cm) og flatbent istidskreps *Monoporeia affinis* (inntil 0,8 cm), mens to av artene er nær beslektede rekelignende krepsdyr; *Mysis relicta* og *Mysis salemaai* (inntil 3 cm). *Mysis salemaai* er nylig skilt ut som egen art, og kan bare påvises sikkert ved genetiske undersøkelser. Her i landet er *Mysis salemaai* bare påvist i et vann på Jæren, mens undersøkelser i Mjøsa, Store Le og Haldenvassdraget bare har gitt funn av *Mysis relicta* (Väinölä mfl. 1994, Audzijonyté & Väinölä 2005). Med et fellesnavn kalles de to artene for pungreke. De to siste norske artene er flammekreps *Limnocalanus macrurus* og *Eurytemora lacustris*. Begge artene er små hoppekreps. Den sistnevnte arten mangler norsk navn, og er her i landet med unntak av ett funn i Enningdalsvassdraget bare påvist i Haldenvassdraget. I motsetning til de andre istidskrepsene, som har et levevis nært tilknyttet innsjøbunnen, lever de to hoppekrepsene i de frie vannmasser, men også de har i det vesentlige tilhold i de dype og kalde delene av innsjøene, spesielt i den varme årstida.

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 flere av artene over lengre tid 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 pungreka *Mysis relicta* sto tidligere på den norske rødlista (Kålås mfl. 2010), men på grunn av at det i løpet av de siste åra er påvist flere gode bestander av de forskjellige artene, spesielt i Haldenvassdraget, er de nå tatt ut av rødlista (Henriksen & Hilmo 2015).



Figur 1. Påviste arter av istidskreps (istidsrelikter) i Femsjøen. Øverst fra v. flammekreps *Limnocalanus macrurus*, hoppekrepsen *Eurytemora lacustris* og pungreke *Mysis relicta*, nederst fra v. flatbent istidskreps *Monoporeia affinis*, firetornet istidskreps *Pallaseopsis* (*Pallasea*) *quadrispinosa* og trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris*. Foto av pungreke: Arild Hagen. Alle andre fotos: Ingvar Spikkeland.

I Norge er istidskrepsene, med unntak av *Mysis salemaai*, utbredt i deler av det sørøstlige Østlandet, vesentlig Akershus og Østfold, men tre av dem (fjærtornet istidskreps, flatbent istidskreps og pungreke *Mysis salemaai*) er også funnet på Jæren. Det er bare Haldenvassdraget og Store Le som har alle seks artene som finnes på Østlandet, og dette området utgjør kjerneområdet for disse spesielle krepsdyra i Norge. Alle seks artene er funnet i Femsjøen, Rødenessjøen og Øymarksjøen, men det er grunn til å tro at i hvert fall Aremarksjøen og Aspern har de samme artene. Et så stort arts mangfold av istidskreps er ellers bare funnet i et mindre antall innsjøer globalt. Eksempelvis har en i Finland bare påvist tilsvarende artsantall i 7 innsjøer (Väinölä & Rockas 1990), mens antallet er større i Sverige (jf. Kinsten 2012a). Det er da tatt hensyn til at *Eurytemora lacustris* ikke er regnet som istidskreps i disse to landene.

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 Vanndirektivet/Vannforskriften, og det er følgelig heller ikke utviklet indekser som måler miljøtilstanden for dette faunaelementet. Men siden dette er sjeldne arter som kan være truet i forbindelse med eutrofiering, og siden Haldenvassdraget er kjerneområdet for disse artene i Norge, er det i samsvar med tenkningen i Vannforskriften å overvåke disse bestandene.

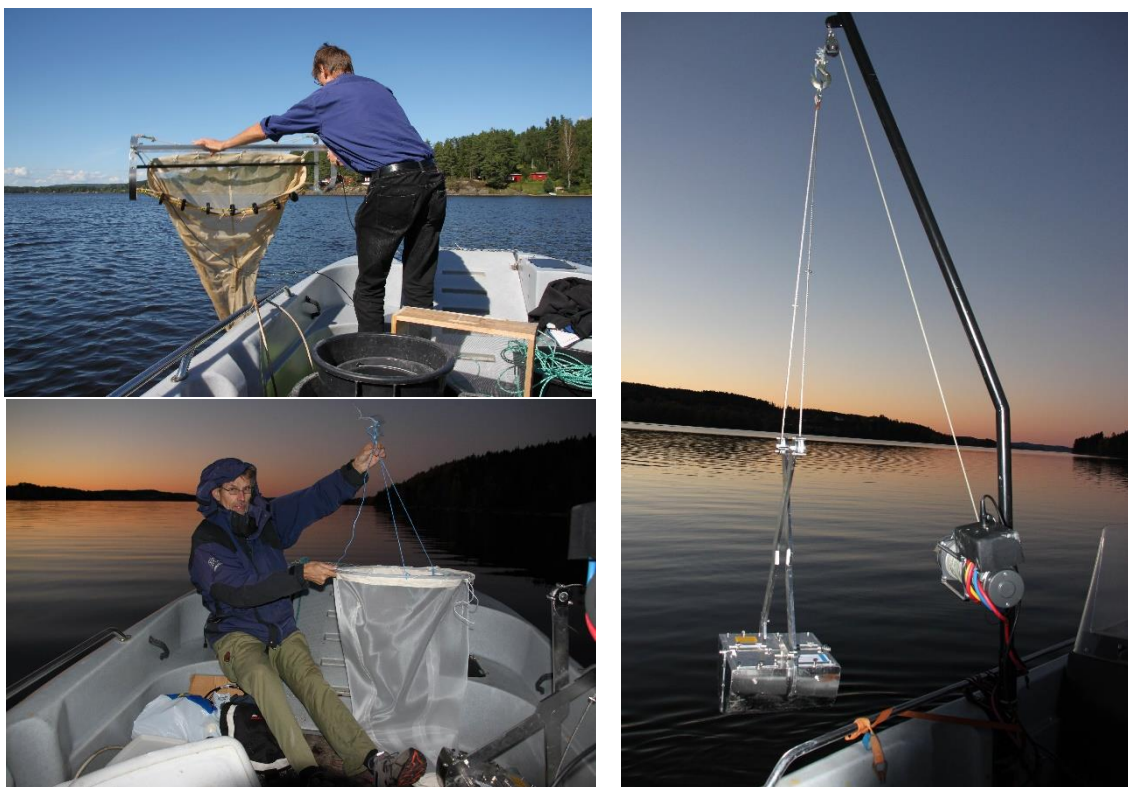
I Sverige, som har et mye større antall innsjøer med istidskreps enn Norge, er det imidlertid utviklet metoder som også er direkte anvendbare for norske forhold. De metodene som vi har benyttet i vår undersøkelse, er en noe tillempet utgave av en metodikk som er anbefalt av den svenske istidskrepsforskeren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

Feltarbeidet ble gjennomført 30.8.2016. Det ble benyttet fire metoder til kartlegging av istidskrepsbestandene. En bunntrål (figur 2) ble brukt for å fange de store artene. Trålen, som har en åpning på 30 x 100 cm, ble trukket 150 m langs bunnen med en fart på ca. 0,5 knop. Trålen har da fanget dyr på et bunnareal tilsvarende ca. 150 m². Bruk av bunntrål ansees som en semikvantitativ metode, da den strekningen som tilbakelegges i løpet av en viss tid kan variere noe avhengig av f.eks. vind og strøm (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten & Degerman 2012). Men siden vi ved hjelp av GPS hadde kontroll med hvor langt trålen ble trukket, er denne usikkerheten redusert. Varierende vindforhold kan imidlertid påvirke farten som trålen trekkes med, noe som kan påvirke fangsten.

I tillegg til bunntrål ble det benyttet en hov («mysishov») med diameter 60 cm og maskevidde 500 µm til å kartlegge mengden av pungreke (Figur 2) som står høyere opp i vannmassene. Hoven fanger bare dyr når den dras opp, og tettheten av dyr angis i antall ind./m² overflateareal. Denne metoden ansees som den beste for kvantitativ registrering av pungreke, forutsatt at prøvene tas når det er mørkt (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten & Degerman 2012). I Femsjøen ble imidlertid innsamlingen foretatt på dagtid. Men siden det ble tatt trekk med hoven samtidig som trålprøvene ble tatt, burde dette til sammen gi et godt bilde av pungrekebestanden.

Flatbent istidskreps lever i stor grad nedgravd i muddret, og til kartlegging av denne arten ble det benyttet en van Veen-grabb med vinsj (Figur 2), som i hvert bunnklipp dekker en flate på 0,10 m². Innholdet i grabben ble siktet gjennom sold med maskevidde 1 mm. Dette regnes som en god kvantitativ metode for kartlegging av flatbent istidskreps (Leonardsson & Sparrevik 1995, Kinsten & Degerman 2012). 4 bunnklipp ble tatt på hhv. 20 og 40 m dyp, men det ble funnet verken flatbent istidskreps eller andre arter av istidskreps, og bunnklipp på 30 og 50 m dyp ble derfor ikke prioritert.

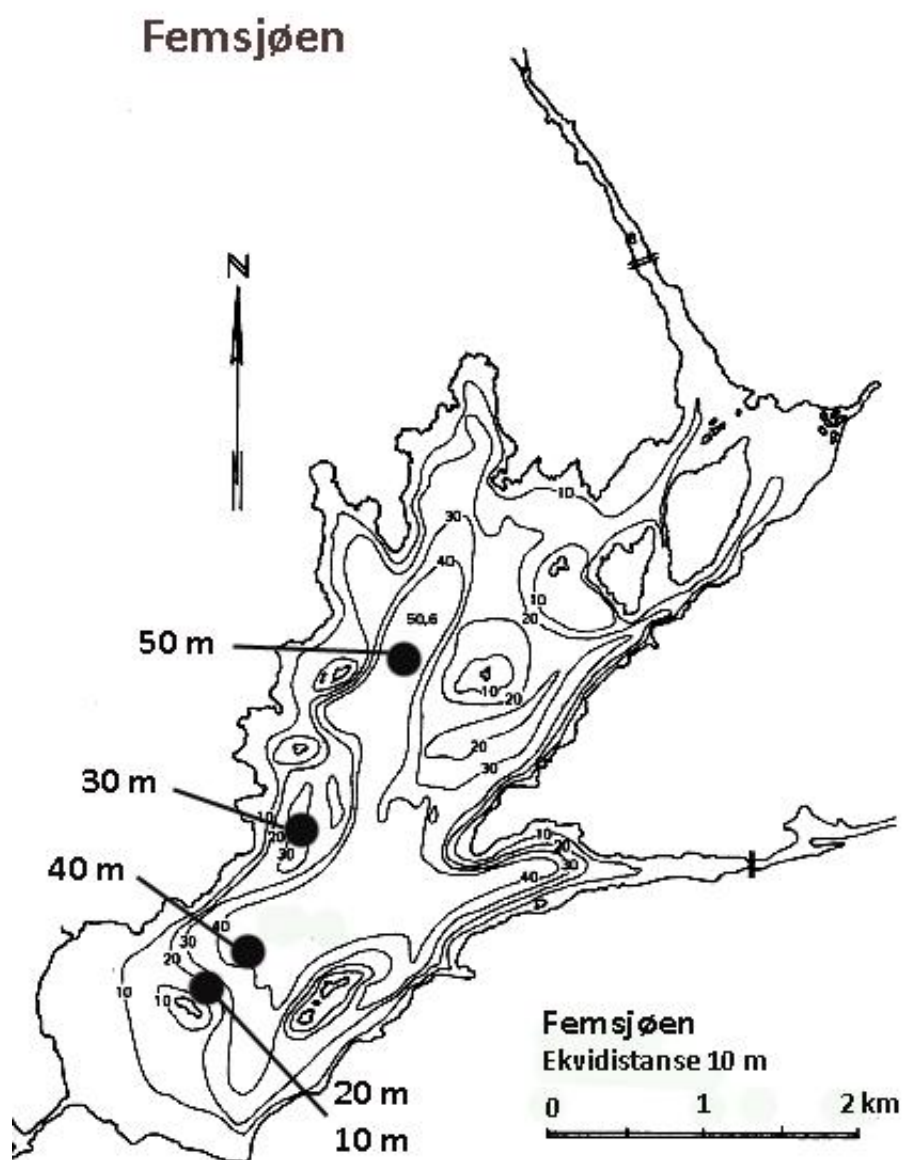
Flammekreps og *Eurytemora lacustris* ble fanget med planktonhov med maskevidde 150 µm og diameter 60 cm. Hoven ble trukket fra innsjøens bunn til overflate med en fart på ca. 20 cm pr. sek., og tettheten av dyr angitt i antall ind./m². Også denne hoven fanger bare dyr når den er på vei opp. Det ble tatt ett hovtrekk på hhv. 10 m, 20 m og 50 m dyp.



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 stor finmasket planktonhov benyttet til å registrere planktonartene flammekreps og Eurytemora. Foto: Jan P. Vaaler (t.v.) og Ingvar Spikkeland.

Femsjøen består av bare ett basseng (figur 3), som i de sentrale delene av sjøen er dypere enn 40 m. Største registrerte dyp var 54 m, som er det største dyp som er registrert i innsjøer i Haldenvassdraget. Prøver av istidskreps med bunntål ble tatt på 10, 20, 30, 40 og 50 m dyp. Figur 3 viser beliggenheten til prøvestasjonene. På hver av disse stasjonene ble det tatt to tråltrekk, men ett av trekkene på 20 m var mislykket og er ikke regnet med. I tillegg ble det tatt ett hovtrekk med mysishov og ett med planktonhov på stasjonene 10, 20 og 50 m. Bunnklipp med Van Veen-grabb ble bare tatt på 20 og 40 m dyp. Siden bunnklippene hadde svært få dyr, ble de slått sammen for hvert dyp og behandlet videre som en enhet, mens tråltrøvene, pungreke- og planktonprøvene ble talt opp hver for seg. Alle prøvene unntatt planktonprøvene ble talt opp i sin helhet.

I tillegg til prøver av faunaen, ble det også foretatt noen enkle hydrografiske og vannkjemiske målinger for å få et inntrykk av innsjøens hydrografi. Det ble tatt vannprøve med Ruttnerhenter på 1 m, 20 m og 50 m dyp, og temperatur, ledningsevne, kalsiuminnhold og humusinnhold (mg Pt/L) målt. På 50 m dyp ble også oksygeninnholdet analysert. Til ledningsevne målingene ble et apparat av typen Impo ELelectronics benyttet, mens kalsiuminnholdet ble målt med EDTA-titrering (digitaltitrator) og humusinnholdet (vannfarge) med Hellige fargekomparator. Oksygeninnholdet ble målt med Winkler-metoden, og siktedyp og innsjøfarge (Lundqvist-Strøms skala) målt med Secchiskive. Resultatene fra alle prøvene er gitt i tabellform i Vedlegg 1-5.



Figur 3. Dybdekart over Femsjøen, med angivelse av bunndyrstasjonene

RESULTATER

Hydrografi

Femsjøen (innsjøkode Vann-nett 001-316-L) er en stor innsjø (10,2 km²) tilhørende klimaregion lavland (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013). Den ligger 79 m o.h., og har et middeldyp på 20 m. Det største middeldypet for innsjøer i vassdraget har Rødenessjøen med 20,5 m (Skulberg & Kotai 1982). Ved hjelp av ekkolodd fant vi største dyp i Femsjøen til å være 54 m. Femsjøen er den dypeste innsjøen i Haldenvassdraget. Sammenlignet med de store innsjøene lenger nord i hovedvassdraget er Femsjøen også den som er minst påvirket av næringstilførsel og eutrofiering. Overvåkningsdata (Strand & Hagman 2016) viser at miljøtilstanden i innsjøen er god, og en analyse av vannplantefloraen i innsjøen i 2011 ga det samme resultatet (Spikkeland 2011). For en mer inngående beskrivelse av vannkvaliteten og forurensningsbelastningen i Femsjøen, henvises til Strand & Hagman (2016).

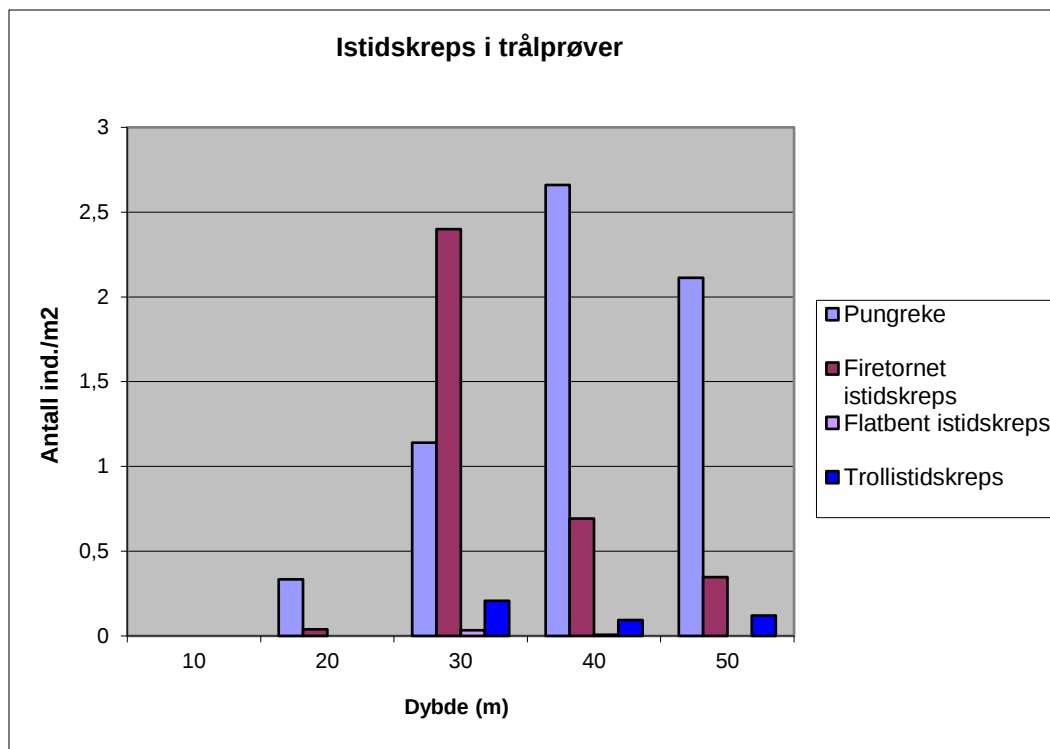
Resultatet av de hydrografiske og kjemiske målingene i 2016 er gitt i vedlegg 4. Innsjøen er kalkfattig (Ca = 2,9-3,2 mg/l). Siktedypet var 2,7 m, og innsjøfargen gul med en antydning til brunt. Humusinnholdet var relativt lavt til å være i Haldenvassdraget, bare 20-25 mg Pt/l, noe som er lavere enn det som mange tidligere målinger viser (se Spikkeland 2011). Årsaken kan være langvarig stabilt vær med mye sol, noe som kan ha hatt en blekende effekt på humusstoffene. Innsjøen klassifiseres som en kalkfattig, humøs lavlandssjø. Vannet hadde 30. september fortsatt tydelig sjiktning, med 17 °C i overflata og 5,5 °C på 20 m dyp. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble målt til 7,5 mg/l O₂, noe som viser at det i liten grad er oksygensvinn, og understreker innsjøens gode miljøtilstand.

Istidskreps

Det ble registrert fem arter av istidskreps ved denne undersøkelsen, dvs. alle artene som tidligere er påvist unntatt hoppekrepsen *Eurytemora lacustris*. Denne arten ble heller ikke funnet ved undersøkelser 24.9.2011 og 31.8.2013, men ble påvist svært fåtallig 12.9.1997 (Spikkeland upubl.). Arten ble registrert her første gangen av krepsdyrforskeren G.O. Sars i 1880-årene (Spikkeland m.fl. 2016). Siden det ikke har vært noen store endringer i vannkvaliteten i innsjøen, og siden denne arten også finnes i de andre innsjøene i hovedvassdraget opp til Skulerudsjøen, er det lite trolig at arten er utdødd i Femsjøen. Sannsynligvis har den en svært tynn bestand her, og er derfor krevende å påvise.

Resultatene fra trålprøvene framgår av figur 4 og vedlegg 1. Vi ser at det ikke fantes istidskreps på 10 m dyp. Tettheten på 20 m dyp er liten, og her ble bare pungreke og firetorner istidskreps påvist. Størst tetthet ble funnet på 30 og 40 m dyp, mens tettheten deretter avtok noe. Firetorner istidskreps hadde sin største tetthet på 30 m dyp med 2,4 ind./m², og avtok deretter sterkt i antall nedover i dypet, mens pungreke oppnådde sin største tetthet på 30 m dyp, med 2,7 ind./m², men hadde relativt stor tetthet på alle dyp fra 30 m og nedover. Trollistidskreps ble påvist fra 30 m og ned til 50 m med omtrent samme gjennomsnittlige tetthet ved alle dyp. Antall individer i de to trålprøvene som ble tatt på 30 m dyp varierte imidlertid mye (46 og 16 individer hhv.), men ellers var det god overensstemmelse mellom de to trekkene på hvert dyp (Vedlegg 1). Flatbent istidskreps ble funnet i lite antall på 30 m dyp, men ble også påvist på 40 m dyp. Denne arten graver seg ned i bunnmaterialet, og en må derfor anta at antallet er underestimert. Den ble imidlertid ikke påvist i grabbprøvene, som regnes som den beste metoden for bestemmelse av artens tetthet. Dette tyder på at tettheten til flatbent istidskreps er liten i innsjøen.

Det tetthetsmønsteret vi ser hos istidskreps i Femsjøen stemmer godt overens med det som er funnet ved undersøkelser i svenske innsjøer (Kinsten 2012a, 2012b), selv om materialet fra Femsjøen ikke viser økende tetthet av trollistidskreps ved større dyp, noe som ellers er et vanlig mønster.

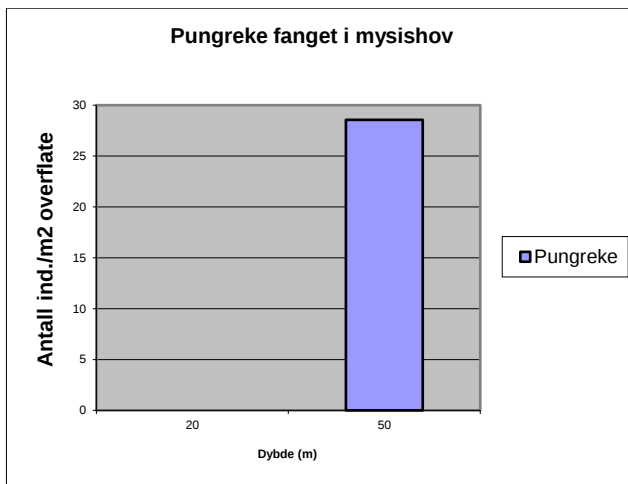


Figur 4. Tetthet av istidskreps i Femsjøen registrert med bunntåll, og angitt som antall ind./m². Figuren viser resultatet av en prøve på 20 m dyp og gjennomsnittet av to prøver på 10, 30, 40 og 50 m.

I Haldenvassdraget er det tidligere gjennomført istidskrepsundersøkelser i Rødenessjøen (Spikkeland 2013) og Hemnessjøen (Spikkeland 2015). Det foreligger også noen resultater fra tråltrekk i Setten (Spikkeland upubl.), som er en stor, næringsfattig innsjø i Haldenvassdragets nordøstlige del. Rødenessjøen har de samme istidskrepsartene som Femsjøen, mens Hemnessjøen bare har 3-4 arter og er betydelig grunnere, slik at sammenligning med Rødenessjøen er mest relevant. Der var tettheten størst på 20 m dyp både nord og sør i innsjøen, mens tettheten i de dypeste områdene (35 m i nord og 45 m i sør) var svært lav, sannsynligvis pga. oksygenmangel i bunnvannet. Tetthetene av firetornet istidskreps og pungreke var imidlertid mye høyere på 20 m dyp i Rødenessjøen enn i Femsjøen. En nærliggende forklaring på dette kan være at næringsforholdene er bedre i Rødenessjøen, men fiskepredasjonen er trolig også en viktig faktor, da både lake, hork og krøkle beiter i betydelig grad på istidskreps (Vøllestad 1983, 1985, 1992). I Rødenessjøen ble ikke flatbent istidskreps påvist i trålpøverne, men det ble tatt noen individer av denne arten i grabbprøverne på 20 m dyp, slik at materialet ikke viser noen tydelige forskjeller når det gjelder forekomsten til denne arten i de to innsjøene. I Setten har vi i hovedsak den samme tetthetsfordelingen til de ulike artene som i Femsjøen, selv om populasjonen av firetornet istidskreps i denne innsjøen er overraskende fåtallig. Det ble heller ikke registrert flatbent istidskreps i Setten, selv om denne arten tidligere er påvist her (Håkon Ørjasæter pers. medd.).

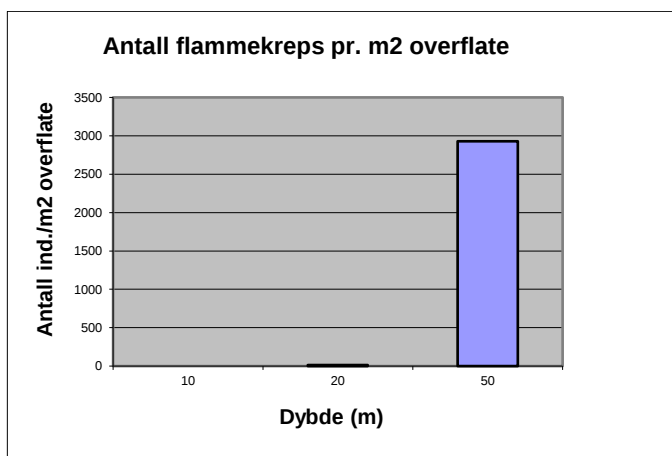
Pungreke er ikke bundet til bunnområdene i like stor grad som de andre store istidskrepsene, og derfor brukes en mysishov for å undersøke forekomsten til denne arten høyere opp i vannmassene. Figur 5 viser at det i vannsøylen over bunnen på 20 m dyp ikke var pungreke i det hele tatt, mens trekket som ble tatt fra 50 m dyp antyder snau 30 ind. av pungreke pr. m² overflate. Dette viser at det meste av pungrekepopulasjonen her var å finne opp i de frie vannmassene, mens tettheten på bunnen på 50 m dyp bare var vel 2 ind./m² (Figur 4). Forklaringen på denne fordelingen er trolig at stor fiskepredasjon på 20 m dyp og grunnere hindrer pungreke i å oppholde seg i de åpne vannmassene, men at arten i de dypere områdene er mindre utsatt for å bli spist av fisk, og derfor også til en viss grad står

høyere oppe i vannsøylen. I Setten derimot viste prøvene at pungrekebestanden var konsentrert nær bunnen både ved 20 og 40 m dyp, mens Rødenessjøen hadde et betydelig antall pungreke oppe i vannmassene både ved 20 og 45 m dyp. Disse forskjellene kan trolig dels tilskrives forskjeller i bestandene av planktonspisende fisk i de tre innsjøene, og for Rødenessjøens del også at bunnområdene har lite oksygen, spesielt i de dypeste områdene, slik at pungreke tvinges høyere opp i vannmassene.



Figur 5. Tetthet av pungreke i de åpne vannmasser i Femsjøen, registrert med mysishov og angitt som antall ind./m²overflate. Ingen individer ble fanget over 20 m dyp.

Når det gjelder planktonarten flammekreps, ble det ikke funnet noen individer i planktontrekket over 10 m dyp, mens det var noen få dyr (14 ind./m²) i trekket fra 20 m. I hovtrekket fra 50 m dyp ble det derimot funnet store mengder flammekreps, tilsvarende snaue 3000 ind./m², og denne arten var sammen med *Eudiatomus gracilis* og *Mesocyclops leuckarti* den dominerende hoppekrepsen. Denne fordelingen er omtrent som forventet, da flammekreps i likhet med andre istidskrepsarter har sin hovedforekomst i de kalde vannmassene i dypet av innsjøen. Tettheten av flammekreps i Femsjøen var omtrent 3-4 ganger så stor som i Rødenessjøen, mens det i Hemnessjøen ble funnet en enda større tetthet av flammekreps enn i Femsjøen.



Figur 5. Tetthet av flammekreps *Limnocalanus macrurus* i de åpne vannmasser i Femsjøen på de forskjellige prøvestasjonene, registrert med planktonhov og angitt som antall ind./m²overflate. Ingen individer ble fanget i hovtrekket fra 10 m dyp, mens det i hovtrekket fra 20 m ble funnet 14 ind./m².

Selv om planktonprøvene ble undersøkt nøye, ble den andre planktonistidskrepsen, *Eurytemora lacustris*, ikke påvist. En annen sjelden hoppekreps, *Cyclops lacustris*, ble imidlertid funnet relativt fåtallig i planktonprøven fra 50 m dyp (ca. 140 ind./m²), men ikke i prøvene fra 10 og 20 m. Denne arten er ikke blitt regnet med i istidskreps-gruppen, men dens utbredelse i Norge er nesten utelukkende begrenset til innsjøer der istidskreps finnes, og forekomsten i Femsjøen viser at den i likhet med istidskrepsene har sin forekomst i innsjøens kalde dypområder. Resultatene fra planktontrekkene er vist i Vedlegg 5.

Konklusjoner

- Det ble funnet 5 arter av istidskreps i Femsjøen. Den svært sjeldne hoppekrepsen *Eurytemora lacustris*, som i Norge nesten utelukkende er funnet i Haldenvassdraget, ble ikke registrert ved denne undersøkelsen. Den er imidlertid tidligere påvist i innsjøen, og finnes trolig i en svært tynn bestand.
- Planktonkrepsen flammekreps *Limnocalanus macrurus* ble funnet i store mengder i de frie vannmasser, men stort sett dypere enn 20 m. Den sjeldne hoppekrepsen *Cyclops lacustris*, som ikke er regnet som en istidskreps, ble også påvist i relativt lite antall, og var i enda større grad enn flammekreps bundet til innsjøens dypeste og kaldeste områder.
- Det ble ikke funnet istidskreps på 10 m dyp, noe som heller ikke var forventet siden vanntemperaturen der er relativt høy.
- Av de store istidskrepsene dominerte firetornet istidskreps *Pallaseopsis quadrispinosa* antallsmessig på prøvestasjonen på 30 m dyp, men hadde en tydelig avtakende tetthet nedover mot innsjøens dypeste områder.
- Pungreka *Mysis relicta* dominerte på alle de andre prøvestasjonene (20, 40 og 50 m dyp), men også denne arten med en noe avtakende tetthet mot de dypeste områdene. Ved hjelp av trekk med mysishov ble det imidlertid vist at mye av pungrekebestanden sto høyere oppe i vannmassene ved prøvestasjonen på 50 m dyp. Trolig var pungrekene her konsentrert til området fra 30-40 m dyp og ned mot bunnen.
- Den største istidskrepsen, trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris*, hadde en noenlunde lik tetthet på alle stasjonene fra 30 til 50 m, men ble ikke påvist på 20 m dyp. Dette er nokså typisk for denne arten, som gjerne opptrer med økende tetthet nedover mot dypet dersom oksygenforholdene er tilfredsstillende.
- Flatbent istidskreps *Monoporeia affinis* ble registrert med lav tetthet på 30 og 40 m dyp. Dette er en art som graver seg ned i bunnmaterialet, men den ble ikke påvist i grabbprøvene fra 20 og 40 m dyp, og må antas å være fåtallig i Femsjøen.
- Forekomsten og tetthetsfordelingen til istidskreps i Femsjøen stemmer bra overens med det som er funnet i svenske innsjøer. En tilsvarende dybdefordeling av artene er også funnet i den næringsfattige innsjøen Setten i Haldenvassdragets nordøstlige del. I Hemnessjøen og Rødenessjøen viser derimot forekomsten av de forskjellige artene et annet bilde, med fåtallige eller manglende bestander i innsjøenes dypeste områder, noe som trolig henger sammen med forurensningssituasjonen og lavt oksygeninnhold i bunnvannet i de to innsjøene.
- Femsjøen har i dag miljøtilstand som trolig tilsvarer det en tidligere hadde i de andre store innsjøene i Haldenvassdraget fra Hemnessjøen/Rødenessjøen og nedover. Det er grunn til å tro at den tetthetsfordelingen av istidskreps som ble funnet i Femsjøen ved denne undersøkelsen i grove trekk tilsvarer det en hadde i de andre store innsjøene lenger oppe i vassdraget før forurensningen av organisk stoff og næringsstoffer for alvor begynte å gjøre seg gjeldende i siste halvdel av 1900-tallet. Dette gjelder spesielt for innsjøene fra Rødenessjøen og nedstrøms, der vi finner de samme artene av istidskreps og stort sett også de samme fiskeartene som i Femsjøen.

LITTERATUR

- Audzijonyte, A. & Väinölä, R. 2005. Diversity and distributions of circumpolar fresh- and brackish-water *Mysis* (Crustacea: Mysida): descriptions of *M. relicta* Lovén, 1862, *M. salemaai* n. sp., *M. segerstralei* n. sp. and *M. diluviana* n. sp., based on molecular and morphological characters. *Hydrobiologia* 544: 89-141.
- Direktoratgruppen Vanndirektivet 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifikasjonssystem for kystvann, grunnvann og elver. Veileder 02:2013. 263 s.
- Henriksen S. og Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.
- Kinsten, B. 2012a. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Havs- og 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 Vätternvårdsförbundet. 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 Vänerns Vätternvårdsförbundet. Havs och Vattenmyndigheten. 24 s.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjelseth, S. (red.). 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Leonardsson, K. & Sparrevik, E. 1995. Metoder för innsamling och övervakning av glacialrelikta kräftdjur. S. 157-172 i Broberg, O. Miljöövervakning Vättern: Forslag till program och undersökningstyper 93/94 och 94/95. Vätternvårdsförbundet, Rapport no. 36.
- Skulberg, O & Kotai, J. 1982. Haldenvassdraget. Vannkvalitet og forurensningsvirkningr. Resultater av vassdragsundersøkelser for Haldenvassdragets vassdragsforbund 1975-1981. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-70219. 179 s.
- Spikkeland, I. 2011. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Vannplanter og eutrofiering. Hemnessjøen, Rødenessjøen og Femsjøen 2011. Østfoldmuseene, Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum, Ørje. Rapport 2/2011. 7 s.
- Spikkeland, I. 2013. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Istidskreps i Rødenessjøen. En kartlegging av bestandene. Østfoldmuseene, Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum, Ørje. Rapport 2/2013.
- Spikkeland, I. 2015. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Istidskreps i Hemnessjøen. En kartlegging av bestandene. Østfoldmuseene, Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum, Ørje. Rapport 2/2015. 14 s.
- Spikkeland, I., Kinsten, B., Kjellberg, G., Nilssen, J.P. & Väinölä, R. in press. The aquatic glacial relict fauna of Norway – an update of distribution and conservation status. *Fauna norvegica* 36.
- Strand, D.A. & Hagman, C.H.C. 2016. Overvåkning av Haldenvassdraget 2015. Notat NIVA. 25 s.
- Väinölä, R. & Rockas, H. 1990. New distributional data on "glacial relict" crustaceans. *Ann. Zool. Fennici* 27:215-220.
- Väinölä, R., Riddoch, B.J., Ward, R.D. & Jones, R.I. 1994. Genetic zoogeography of the *Mysis relicta* species group (Crustacea: Mysidacea) in northern Europe and North America. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1490-1505.
- Vøllestad, L.A. 1983. Nye funn av istidsimmigrantene *Pontoporeia affinis*, *Pallasea quadrispinosa* og *Mysis relicta* i Norge. *Fauna* 36: 129-131.
- Vøllestad, L.A. 1985. Horkens biologi i Haldenvassdraget. *Fauna* 38 (1): 13-17.
- Vøllestad, L.A. 1992. Age, growth and food of Burbut *Lota lota* in two eutrophic lake in southeast Norway. *Fauna Norw. Ser. A* 13: 13-18.

VEDLEGG 1-5

Vedlegg 1. Istidskreps i trålprøver. Tabellen angir antall dyr av ulike arter som ble fanget på forskjellige dyp. Trålen (1 m bred) ble trukket 150 m i en fart av ca. 0,5 knop.

Norsk navn	Latinsk navn	10 m		20 m	30 m		40 m		50 m	
		P1	P2	P1	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Pungreke	<i>Mysis relicta</i>	0	0	50	140	193	412	386	394	239
Flatbent istidskreps	<i>Pallaseopsis quadrispinosa</i>	0	0	6	343	376	138	69	44	59
Flatbent istidskreps	<i>Monoporeia affinis</i>	0	0	0	6	3	0	2	0	0
Trollistidskreps	<i>Gammaracanthus lacustris</i>	0	0	0	46	16	12	15	21	16

Vedlegg 2. Antall ind. av pungreke fanget i trekk med mysishov fra angitt dyp 28.8.2016

Norsk navn	Latinsk navn	Dyp (m)	Dyp (m)
		20	50
Pungreke	<i>Mysis relicta</i>	0	8

Vedlegg 3. Antall flammekreps fanget i trekk med planktonhov fra angitt dyp 28.8.2016

Norsk navn	Latinsk navn	10 m	20 m	50 m
Flammekreps	<i>Limnocalanus macrurus</i>	0	4	820

Vedlegg 4. Hydrografiske målinger i Femsjøen 30.8.2016

Dyp m	Temperatur °C	Konduktivitet mS/m	Kalsium mg/L	Vannfarge mg Pt/L	pH	Siktedyp m	Innsjøfarge
1	17	5,7	2,9	20	6,7	2,7	Brunlig gul
20	5,5	5,7	3,1	25	-		
50	4,3	5,7	3,2	25	-		

Vedlegg 5. Planktonkrepsdyr fanget i hovtrekk fra hhv. 10, 20 og 50 m dyp i Femsjøen 28.8.2016. For prøvene fra 10 og 20 m er det angitt relative tall: 1: svært sjelden, 2: sjelden, 3: fåtallig, 4: vanlig og 5: tallrik/dominant. Resultatene fra 50 m dyp er angitt som antall dyr talt opp i 1/20 av hele planktonprøven. I tillegg er resten av prøven sett gjennom for å registrere sjeldne arter.

Art	10 m	20 m	50 m
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1	2	4
<i>Sida crystallina</i>			1
<i>Daphnia cristata</i>	2-3	3	25
<i>Daphnia cucullata</i>	1		
<i>Daphnia galeata</i>	1-2	5	11
<i>Bosmina coregoni</i>	2	2-3	14
<i>Bosmina longispina</i>	3	4	24
<i>Chydorus sphaericus</i>	4	3	67
<i>Leptodora kindti</i>	1	2	1
<i>Limnocalanus macrurus</i>		1	41
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	5	3-4	29
<i>Heterocope appendiculata</i>			1
<i>Cyclops lacustris</i>			2
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	4	4	68
<i>Thermocyclops oitonoides</i>	4	4	20
<i>Små copepoditter/nauplier</i>	x	x	x