

Istidskreps i kystnære innsjøer i Østfold

Resultater fra en kartlegging høsten 2019

Ingvar Spikkeland, Ragnar Kasbo og Håkon Ørjasæter



Müller-Sars Biologiske Stasjon
Ørje
Rapport 1
2019

Sammendrag

Istidskreps er betegnelsen på en liten gruppe sjeldne krepsdyr som lever i dype innsjøer i nordlige områder i Eurasia og Nord-Amerika, med flest arter (7) i Fennoskandia. Av disse finnes 6 arter i Norge, og de har de sitt kjerneområde i Store Le og Haldenvassdraget. En har imidlertid manglet opplysninger om forekomsten til disse artene i kystnære og vestlige deler av Østfold. Høsten 2019 ble det derfor gjennomført en kartlegging av istidskreps i 9 innsjøer i disse områdene. De innsjøene som ble undersøkt var Tvetervann, Stiksvann, Børtevannet, Isesjøen, Vestvannet, Visterflo, Vansjø, Sæbyvannet og Lyseren.

Det ble påvist istidskreps i fire av de undersøkte innsjøene: Vestvannet, Visterflo, Vansjø og Lyseren. Pungreke (trolig *Mysis relicta*) ble funnet i alle disse innsjøene, mens firetornt istidskreps *Pallaseopsis quadrispinosa* ble registrert i Vestvannet. Minge vannet oppstrøms Vestvannet var ikke med i undersøkelsen, men både pungreke og firetornt istidskreps finnes ganske sikkert der også. I Visterflo er det tidligere ikke påvist forekomst av istidskreps, men de andre istidskrepsbestandene er registrert ved tidligere undersøkelser.

Det utbredelsesmønsteret som istidskrepsene har i Østfold, kan stort sett forklares ut fra innvandringshistorie og ut fra innsjøenes dybde, vannkjemi og tilknytning til større vassdrag med istidskrepsbestander oppstrøms. Mangel på istidskreps i ellers egnede innsjøer som Isesjøen og Sæbyvannet forklares ved at disse innsjøene ble dannet ved landheving og isolert fra et salt- eller brakkvannshav hvor saliniteten var for høy til at istidskreps kunne overleve.

Forekomsten av pungreke i Vansjø er vanskelig å forklare, da salt vann også her burde ha hindret etablering av eventuelle bestander. I kystnære områder i Vest-Sverige finne den sørlige pungreka *Mysis salemaai*, som i større grad enn *Mysis relicta* tåler saltvann. Det bør derfor undersøkes hvorvidt pungrekebestanden i Vansjø tilhører denne arten, noe som vil kreve genetiske undersøkelser.

Forord

Istidskreps er betegnelsen på et faunaelement bestående av 6 arter av krepsdyr med en spesiell utbredelse i Norge. Innvandringshistorien til istidskrepsene er sterkt knyttet til innlandsisens avsmeltningshistorie mot slutten av siste istid, og disse artene finnes vanligvis i store og dype innsjøer. Her i landet er de med unntak av Jæren bare utbredt i områder som var dekket av Yoldiahavet og/eller Ancylussjøen (11 700-9 800 BP), dvs. store deler av Østfold, Akershus og den sørøstlige delen av Hedmark. Store Le og Haldenvassdraget utgjør kjerneområdet for istidskreps i Norge, med 5 av de 6 norske artene.

Rapporter om istidskreps mangler fra flere relativt dype innsjøer i Ytre Østfold som burde kunne oppfylle disse artenes miljøkrav, som f.eks. Isesjøen og Sæbyvannet. Det har derfor vært ønskelig å undersøke om dette skyldes manglende undersøkelser, eller om istidskreps faktisk mangler i disse lokalitetene. Høsten 2019 ble det søkt etter istidskreps i totalt 9 innsjøer i ytre og vestlige deler av fylket, og denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen. Økonomisk støtte er mottatt fra Fylkesmannen i Oslo og Viken.

Forsidebildene

Øverst: Isesjøen ved Fjell

Nederst fra v.: pungreke *Mysis relicta*, Lyseren ved Vatn og firetornet istidskreps *Pallaseopsis quadrispinosa*. Foto: Arild Hagen (pungreke) og Ingvar Spikkeland.

Innhold

Sammendrag	2
Forord	3
1. Innledning	5
2. Metoder	6
3. Områdebeskrivelse	7
4. Resultater og diskusjon	9
4.1. Hydrografi og vannkjemi	9
4.1. Forekomst av istidskreps... ..	9
5. Konklusjoner	13
6. Takk	13
7. Litteratur	14

1. 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 skal regnes som istidskreps, men her i landet regnes det nå gjerne med 7 arter krepsdyr, hvorav en art (skorv *Saduria entomon*) ikke er påvist 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), firetorntet istidskreps *Pallaseopsis quadrispinosa* (inntil 2,5 cm) og flatbent istidskreps *Monoporeia affinis* (inntil 0,8 cm), mens to av artene er svært nærstående rekelignende krepsdyr; *Mysis relicta* og *Mysis salemaai* (inntil 2,5 cm). *Mysis salemaai* er nylig skilt ut som egen art, og kan bare påvises sikkert ved genetiske undersøkelser (Audzijonyte & Väinölä 2005). Her i landet er *Mysis salemaai* bare påvist i et vann på Jæren. Genetiske undersøkelser av *Mysis* fra Mjøsa, Store Le og Haldenvassdraget har bare gitt funn av *Mysis relicta* (Audzijonyte & Väinölä 2005). Med et fellesnavn kalles de to artene for pungreke. Den siste arten, flammekreps *Limnocalanus macrurus* er mindre (ca. 2 mm), og tilhører gruppen hoppekreps. Flammekrepsen lever i de frie vannmasser, men også den har som de andre istidskrepsene 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 flere av artene heller ikke tåler varmere vann enn 12-14 grader (Kinsten 2012), vil de kunne dø ut dersom forurensningssituasjonen blir alvorlig. *Mysis salemaai* står på den norske rødlista i kategorien VU (sårbar). Ingen av de andre artene står lenger på rødlista, men trollistidskreps og flatbent istidskreps er sjeldne og opptrer ofte i fåtallige bestander. Det bør derfor vurderes om de skal tas inn i rødlista igjen ved neste revisjon.

I Norge er istidskrepsene, trolig med unntak av *Mysis salemaai*, utbredt i deler av det sørøstlige Østlandet, vesentlig Østfold, Akershus og sørøstlig del av Hedmark, men tre av dem (firetorntet istidskreps, flatbent istidskreps og pungreke *Mysis salemaai*) er også funnet på Jæren. Det er bare innsjøer i Haldenvassdraget og Store Le som har alle fem artene som finnes på Østlandet. Dette området er derfor kjerneområdet for istidskreps i Norge. I Haldenvassdraget er alle 5 artene utbredt i alle innsjøene i hovedvassdraget fra Rødenessjøen og nedstrøms, og i tillegg finnes de i Setten. De samme artene er også påvist i Glommas nedbørfelt. Her er det Mjøsa som har flest arter, med 4 av 6 norske arter, mens Øyeren nå bare ser ut til å ha 3 arter (Spikkeland mfl. 2016). I Mosseassdraget er det bare funnet istidskreps i Vansjø, mens ingen istidskrepsarter er funnet i Enningdalsvassdraget.

Det foreligger opplysninger om istidskreps fra tre av innsjøene som er med i denne undersøkelsen. *Limnocalanus* ble observert i Vestvannet av G.O. Sars på 1880-tallet (Spikkeland mfl. 2016), men arten ble ikke funnet her verken i 2005-2006 (Nilssen 2009) eller i 1973 (Borgstrøm mfl. 1974). Pungreke ble imidlertid rapportert herfra av Jansen (1965), og i 1974 ble det også publisert funn av firetorntet istidskreps herfra (Borgstrøm mfl. 1974).

Pungreke ble første gang rapportert fra Vansjø av Per Aass (Aass 1969), og er seinere funnet der ved flere anledninger. I Lyseren ble pungreke påvist første gang i 1960 av Einar Snekvik (Spikkeland mfl. 2016). Funnet ble ikke publisert, men Eivind Løkke (1964) har dokumentert forekomsten i sin hovedoppgave i geografi fra Lyseren.

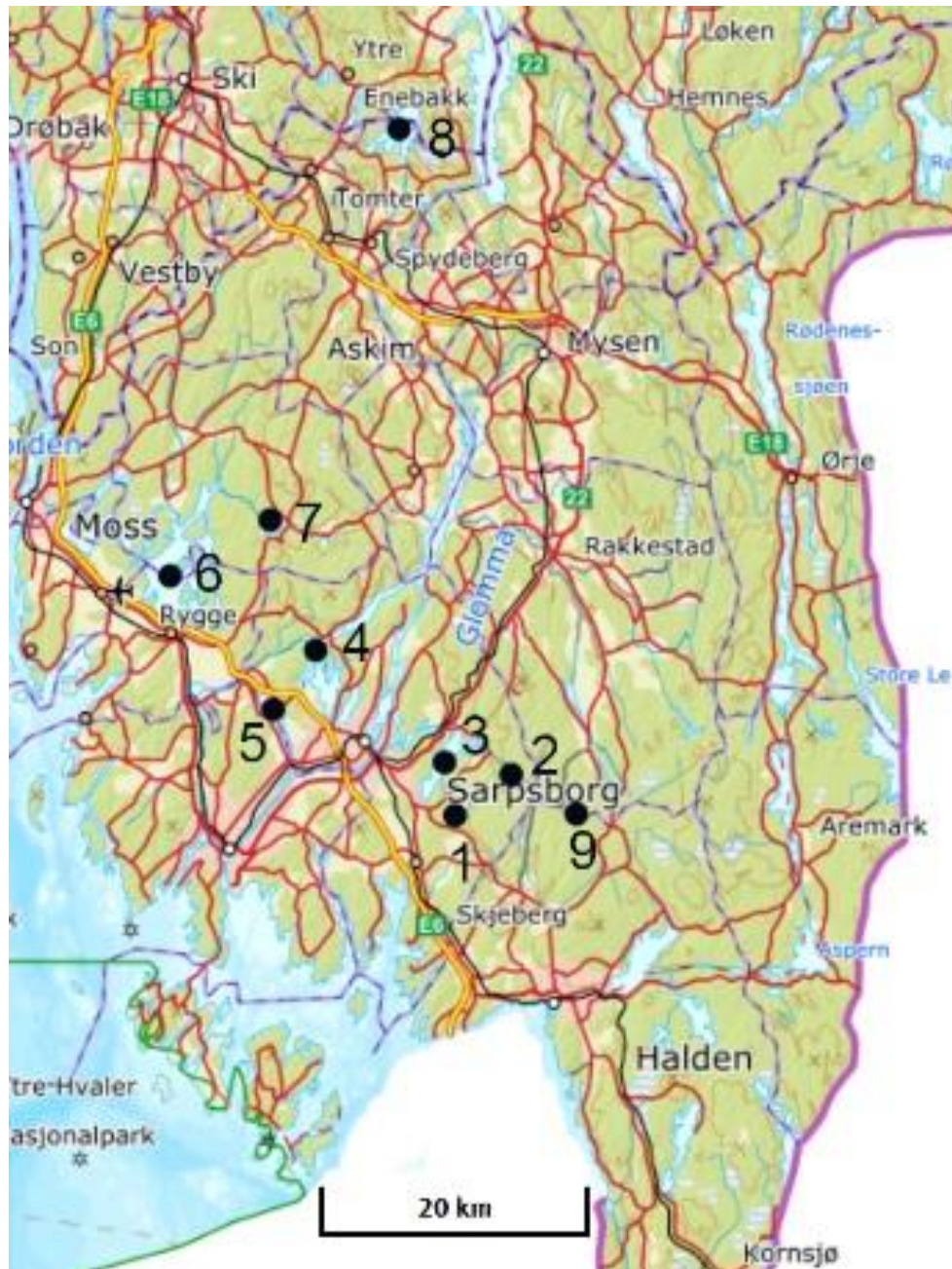
2. Metoder

Bunndyrprøvene i innsjøene ble tatt med en bunntrål med åpning 30 x 100 cm (Fürost 1965). Trålen ble dratt langs bunnen med en hastighet på 0,5-1 knop (jf. Leonardsson & Sparrevik 1995). Hvert tråldrag var på 5 min, og det ble tatt to drag i hver innsjø. For å påvise *Limnocalanus* og andre planktonkreps ble det i dessuten tatt et vertikalt hovtrekk fra bunnen til overflata over innsjøens dypeste punkt. Hovens diameter var 60 cm, og maskevidden 200 µm.

Det ble dessuten gjennomført noen hydrografiske og kjemiske målinger i innsjøene, da også det kjemiske miljøet er viktig for forekomsten av istidskreps. Siktedyr og vannfarge ble målt med en Secchi-skive. Ved hjelp av en sonde (YSI-multimeter) ble temperatur, pH og ledningsevne målt hver 5. meter ned til bunnen. Sonden målte også oksygeninnhold, men det viste seg at disse resultatene ikke var korrekte. De ga imidlertid sammen med de biologiske prøvene en viss indikasjon på oksygeninnholdet i bunnvannet. I området omkring termoklinen ble målingene tatt hver meter. Siden instrumentets kabel bare var 20 m lang, ble det tatt en vannprøve fra bunnvannet med vannhenter i de innsjøene som var dypere enn 20 m. Undersøkelsene i Stiksvann ble gjennomført så sent at høstsirkulasjonen hadde brutt temperatursjiktningen. På laboratoriet ble kalsium-innhold målt ved titrering med EDTA (Hack digitaltitrator), og humusinnhold (vannfarge mgPt/L) bestemt med Lovidbond fargekomparator.

3. Beskrivelse av de undersøkte innsjøene

Figur 1 viser den geografiske lokaliseringen til innsjøene som er med i undersøkelsen. Alle innsjøene unntatt Stiksvann og Lyseren er demt opp av Raet. Når vi ser bort fra Lyseren, ligger de også i ytre deler av Østfold. Når Lyseren er tatt med i undersøkelsen, er det fordi denne innsjøen ligger langt vest i fylket, og avstanden ut til kysten (Oslofjorden) er dermed ikke mye større enn for flere av de andre innsjøene i undersøkelsen. Det er derfor mulig at inntrenging av saltvann i perioden etter istida kan ha påvirket faunaen i denne innsjøen på samme måte som i innsjøer sør i Østfold.



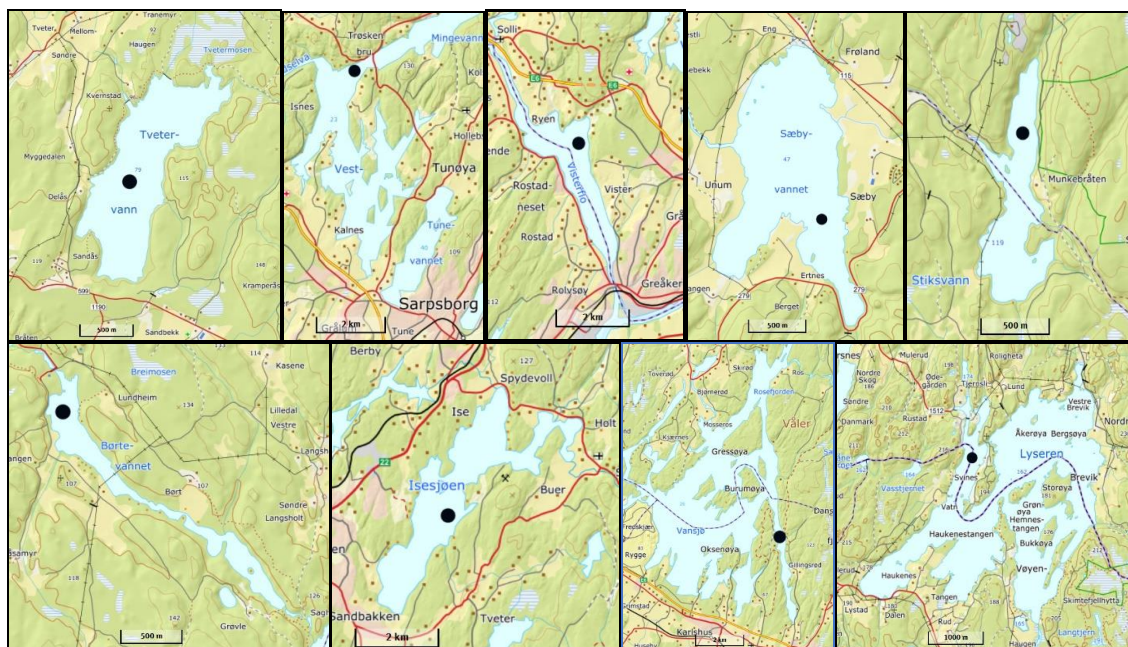
Figur 1. Den geografiske plasseringen til innsjøene i undersøkelsen. Innsjønummer på kartet henviser til nummerering i Tabell 1. Grunnlagskart: Norgeskartet (Kartverket).

Tabell 1. Høyde over havet, maksimal dybde og areal for de undersøkte innsjøene. Opplysningene er stort sett hentet fra Wikipedia, når det gjelder areal og høyde over havet fra en egen tabell over innsjøer i Østfold (https://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_innsjøer_i_Østfold). Dybden i Tvetervann, Børtevannet og Stiksvann er bestemt ved opplodding.

Nr.	Innsjø	H.o.h. (m)	Maks. dybde (m)	Areal (km ²)
1	Tvetervann	79	12	1,14
2	Børtevannet	86	11	0,37
3	Isesjøen	38	26	6,2
4	Vestvannet	25	28	7,55
5	Visterflo	0,1	18	3,35
6	Vansjø	26	37	35,6
7	Sæbyvannet	47	18	1,54
8	Lyseren	161	47	7,27
9	Stiksvann	119	17	0,45

Visterflo ligger bare ca. 0,10 m over havets nivå, mens Lyseren ligger høyest av innsjøene (161 m o.h.). Lyseren er dessuten den dypeste av dem, med største dyp 47 m. Vansjø er nest dypest (37 m), mens Børtevannet ifølge vår noe ufullstendige opplodding bare er 11 m dypt. Når det gjelder areal, er Vansjø overlegent den største innsjøen, med et flateinnhold på 35,6 km². Minst areal har Stiksvann (0,45 km²) og Børtevannet (0,37 km²).

I Figur 2 er området hvor tråldragene ble tatt vist for hver innsjø med svart sirkel. Trålen ble trukket i innsjøenes dypeste område. Unntaket er Vansjø, hvor store avstander og sterk vind gjorde at en mer beskyttet og noe grunnere del an sjøen ble valgt.



Figur 2. Bunntål ble trukket i de dypeste områdene i alle innsjøene unntatt i Vansjø. Prøvepunktene er angitt med svart sirkel. Øverst fra v.: Tvetervann, Vestvannet, Visterflo, Sæbyvannet og Stiksvann. Nederst fra v.: Børtevannet, Isesjøen, Vansjø og Lyseren.

4. Resultater og diskusjon

4. 1. Hydrografi og vannkjemi

Tabell 2 gir en oversikt over hydrografiske og vannkjemiske parametere i de undersøkte innsjøene. Dybden for tråldraget er også angitt.

Fem av innsjøene; Tvetervann, Børtevannet, Isesjøen, Sæbyvannet og Stiksvann faller i gruppen små, kalkfattige lavlandssjøer, med et Ca-innhold < 4,0 mg/L (jf. Direktoratgruppen 2013). Stiksvann, Tvetervann og Børtevannet drenerer alle til Isesjøen og videre til Glomma ved Sarpsborg, mens Sæbyvannet har avløp mot Vansjø. Med unntak av Tvetervann, som er en klarvannsjø, er de nevnte innsjøene også humøse. Stiksvann har de laveste verdiene for pH, ledningsevne og kalsiuminnhold.

Lyseren har den beste vannkvaliteten av de ni innsjøene. Humusinnholdet her er lavt (15 mg PT/L), vannet er klart (siktedyp = 3,0 m) og nøytralt (pH = 6,9), med middels høy ledningsevne (5,4 mS/m) og gullig grønn farge. Vansjø utmerker seg med de høyeste verdiene for både pH (7,1), ledningsevne (9,5 mS/m) og kalsiuminnhold (6,6 mg/L). Isesjøen, Sæbyvannet, Vansjø og Visterflo kan betegnes som eutrofe innsjøer.

Tydelig temperatursjiktning ble bare funnet i Lyseren og Vestvannet. Her var bunnvannets temperatur 4-5 grader. I Vansjø var temperaturen på 22 m dyp 14,0 grader, noe som viser at vind, bølger og strøm har blandet vannet ned til relativt store dyp. I de dypeste områdene (37 m) er det utvilsomt temperatursjiktning med tilnærmet 4 grader i bunnvannet, men sterk vind hindret oss i å ta prøver der.

Tabell 2. Hydrografiske og kjemiske parametere for de undersøkte innsjøene

Innsjø	Dato	Tråldyp (m)	Temperatur bunn (°C)	pH	Ledn.evne (mS/m)	Ca (mg/L)	Siktedyp (m)	Farge	Humus (mg Pt/l)
Tvetervann	26.8.	12	16,0	6,3	5,2	2,4	3,5	Gul	20
Børtevannet	26.8.	11	16,5	6,3	5,8	2,4	1,0	Gul	70
Isesjøen	2.9.	18	12,5	6,7	6,7	3,3	1,8	Gul	40
Vestvannet	5.9.	25-28	5,2	6,9	4,8	5,5	1,2	Gul	20
Visterflo	6.9.	17	14,4	6,9	8,7	6,3	0,8	Gul	30
Vansjø	11.9.	22	14,0	7,1	9,5	6,6	1,9	Brun. gul	30
Sæbyvannet	16.9.	18	12,8	6,3	5,9	3,3	0,9	Gul. brun	70
Lyseren	16.9.	35-40	4,2	6,9	5,4	4,3	3,0	Gul. grønn	15
Stiksvann	9.10.	16-18	9,4	5,9	4,7	2,3	2,5	Gul. brun	70

Som nevnt ovenfor var oksygenmålingene som ble gjort med YSI-multimeteret ikke helt til å stole på. Men ved sammenligning av resultatene fra de forskjellige innsjøene, sammenholdt med antallet svevemygglarver som ble fanget i trålposen, tydet det på at oksygeninnholdet i bunnvannet var lavest i Visterflo, Sæbyvannet og Isesjøen. Men dessverre mangler vi det eksakte tallet for O₂-innholdet i bunnvannet.

4.2. Forekomst av istidskreps

Resultatene fra trålprøvene er vist i tabell 3. Nye artsregistreringer i 2019 er angitt med rødt kryss. Vi ser at pungreke for første gang er funnet i Visterflo. I tillegg er de tidligere funnene av pungreke og firetorntet istidskreps i Vestvannet, og pungreke både i Vansjø og Lyseren, bekreftet ved denne undersøkelsen.

Flammekreps ble ikke påvist i Vestvannet, der G.O. Sars registrerte arten på 1880-tallet. Denne arten ble heller ikke funnet her i 1973 (Borgstrøm mfl. 1974) og i 2005-2006 (Nilssen 2009). Vestvannet har imidlertid en stor gjennomstrømning av vann fra Glomma, og en må regne med at i den kalde årstid, når flammekrepsen går opp i høyere vannlag, vil arten fraktes i stort antall fra Øyeren og ned til Mingevannet og Vestvannet. Dersom feltarbeidet hadde blitt gjennomført seinhøstes eller på vinteren, er det ikke usannsynlig at en ville kunne påvise enkelte individer av arten. Men resultatene våre tyder likevel på at arten ikke danner bestand i innsjøen nå.

Tabell 3. Forekomst av istidskreps i de undersøkte innsjøene i 2019.

X: Arten er registrert både i 2019 og ved tidligere undersøkelser

X: Ny registrering i 2019, 0: Arten er ikke registrert hverken i 2019 eller tidligere

0: Arten påvist av G.O. Sars på 1880-tallet, men ble ikke registrert i 2019.

Innsjø	Firetornet		
	Pungreke	istidskreps	Flammekreps
Tvetervann	0	0	0
Børtevannet	0	0	0
Isesjøen	0	0	0
Vestvannet	X	X	0
Visterflo	X	0	0
Vansjø	X	0	0
Sæbyvannet	0	0	0
Lyseren	X	0	0
Stiksvann	0	0	0

Funn av pungreke fra Isnesfjorden i Vestvannet ble først rapportert av Jansen (1965) i sin hovedfagsoppgave i limnologi derfra, og Borgstrøm mfl. (1974) fant relativt stort antall av firetornet istidskreps i roteprøver fra denne innsjøen i 1973. Siden begge disse artene også finnes i Øyeren (Spikkeland mfl. 2016), vil Glomma utvilsomt stadig frakte begge disse artene inn i både Mingevannet (30 m dypt, oppstrøms Vestvannet) og Vestvannet. Vestvannet er relativt dypt (28 m), og vil by på gode leveforhold for begge disse artene. Vi kan også med stor grad av sikkerhet anta at både pungreke og firetornet istidskreps danner bestander i Mingevannet., som ikke er med i denne undersøkelsen.

Fra Vestvannet renner Ågårdselva, en grein av Glomma, videre ned til Visterflo. Visterflo er bare 18 m dyp og utsatt for sørvestlige vinder, samtidig som Ågårdselva bidrar til en rask utskiftning av vannet. Det vil derfor kunne være ufullstendig temperatursjiktning her om sommeren, slik situasjonen var i 2019, da det ble målt 14,4 °C i bunnvannet. Innsjøen vil dermed ikke være ideell for istidskreps, som krever lave temperaturer. Pungreke er imidlertid relativt tilpasningsdyktig når det gjelder temperatur. Funnet av pungreke her er så vidt vi vet det første som er gjort i denne innsjøen. Også firetornet istidskreps tåler relativt høye temperaturer, men er mer utsatt for oksygenmangel enn pungreke, som om nødvendig kan stå høyere oppe i vannsøylen dersom det er lite oksygen i bunnvannet. Dessuten er pungreka nesten helt gjennomsiktig, og er mindre utsatt for fiskepredasjon enn firetornet istidskreps.

En annen mulig årsak til at firetornet istidskreps ikke finnes i Visterflo, er at innsjøen bare ligger 0,1 meter over havets nivå. Det kan derfor tenkes at saltvann i perioder med springflo kan trenge inn i sjøen. Firetornet istidskreps er en typisk ferskvannsart som bare i liten grad tåler brakkvann, mens pungreke også lever i brakkvann langs kystene av Østersjøen (Kinsten 2012). Pungreke kan dessuten unngå saltvannet, som samles på bunnen, ved å vandre høyere opp i

vannsøylen, mens firetorner istidskreps er mye mer bundet til bunnområdene. Det er derfor flere mulige årsaker til at pungreke danner bestand i Visterflo, mens firetorner istidskreps ikke gjør det.

I Tvetervann, Børtevannet, Isesjøen, Sæbyvannet og Stiksvann ble det ikke funnet noen arter av istidskreps. Tvetervann og Børtevannet (hhv. 12 og 11 m dype) er for grunne til at istidskreps vil kunne trives der. Dybden i disse vannene var imidlertid ikke kjent før vi foretok våre undersøkelser, og ble derfor ansett for å være potensielle istidskrepslokaliteter. Når det gjelder Isesjøen, Sæbyvannet og Stiksvann, tilfredsstiller innsjøenes dybde (22, 18 og 17 m hhv.) kravene til både pungreke, firetorner og flatbent istidskreps. Firetorner istidskreps finnes f.eks. i Skinnarbutjern i Marker, som er 17 m dypt, og pungreke har inntil nylig (og muligens fortsatt) en bestand i den 16 m dype og hypereutrofe innsjøen Bjørkelangen. Stiksvann kan kanskje i perioder ha vært for surt for disse artene, men det gjelder ikke Isesjøen og Sæbyvannet. De to sistnevnte vannene har nok et visst oksygensvinn i bunnvannet, noe undersøkelsene våre antyder, men de er ikke på langt nær så eutrofe som Bjørkelangen. Det burde derfor ikke være noen hydrografiske eller vannkjemiske årsaker til at det ikke er istidskreps i disse innsjøene.

Mye tyder på at forklaringen ligger i istidskrepsenes innvandringshistorie etter siste istid. Innvandringen av istidskreps til Norge skjedde som tidligere nevnt i Yoldia- og Ancylus-perioden (11 700 – 9 800 kalenderår BP). Yoldiahavet var i perioder brakkvann, mens Ancylussjøen utelukkende var en ferskvannssjø (Björck 1995, Andrén et. al 2011). Da innlandsisen trakk seg tilbake fra Østfold, strømmet havvann inn og fulgte iskanten opp til 170-200 m over dagens havnivå, den høyden som nå utgjør den marine grense i Østfold. Både Yoldiahavet og Ancylussjøen hadde utløp til Kattegat via «Store Le-fjorden», i tillegg til utløpet ved Vänersborg (Göta Älv). Fra «Store Le-fjorden» rant vannet over til Haldenvassdraget der vannskillet var lavest, og de enorme vannmassene i avsmeltningssperioden gravde ut en canyon i Stenselva, hvor passasjen var på det smaleste. Like etter at isen trakk seg tilbake, da landet var presset langt ned av isen, var det et sørlig utløp fra «Store Le-fjorden» over Ulevannet sør for Bjørkebekk og ned langs dagens Svarelva, mens overløpet fra Nössemark til Bjørkebekk var aktivt lenger, siden vannskillet ligger lavere her. Lenger nord var det overløp fra «Store Le-fjorden» til Haldenvassdraget over store områder både i Østre Aremark og Østre Øymark. Fra Haldenvassdragets dalføre var det i et tidlig stadium også utløp mot Kattegat via Kolbjørnsvikområdet og over Rakkestad, og lenger nord fra dagens Rødenessjø over til Østre Trøgstad og videre mot Øyeren. Dessuten rant vann fra Yoldiahavet over fra Høland via Aurskog mot Glomma. Landet steg raskt da isen forsvant, og de forskjellige utløpene ble stengt etter hvert, de stedene hvor vannskillet lå høyest ble stengt først. Hovedutløpet fra Østersjøområdet til Kattegat var imidlertid Otteid/Stenselva i tillegg til Göta Älv. Dette utløpet ble trolig stengt en gang i perioden 10 400 – 10 000 kalenderår BP (jf. Björck 1995), dvs. omtrent midt i eller i siste del av Ancylus-perioden. Det var imidlertid fortsatt kontakt mellom Ancylussjøen og Glomma over Magnor/Kongsvinger i en periode etter dette, kanskje i flere hundre år. Grunnen var at landhevingen ikke var kommet så langt i disse nordlige områdene, hvor isen smeltet bort omtrent 1000 år senere enn ved Otteid. Flere arter av istidskreps kom derfor også til dette området, og finnes i dag i en del innsjøer i Eidskog-Kongsvinger-området, og de spredte seg trolig videre derfra både til Storsjøen (Odal) og Mjøsa.

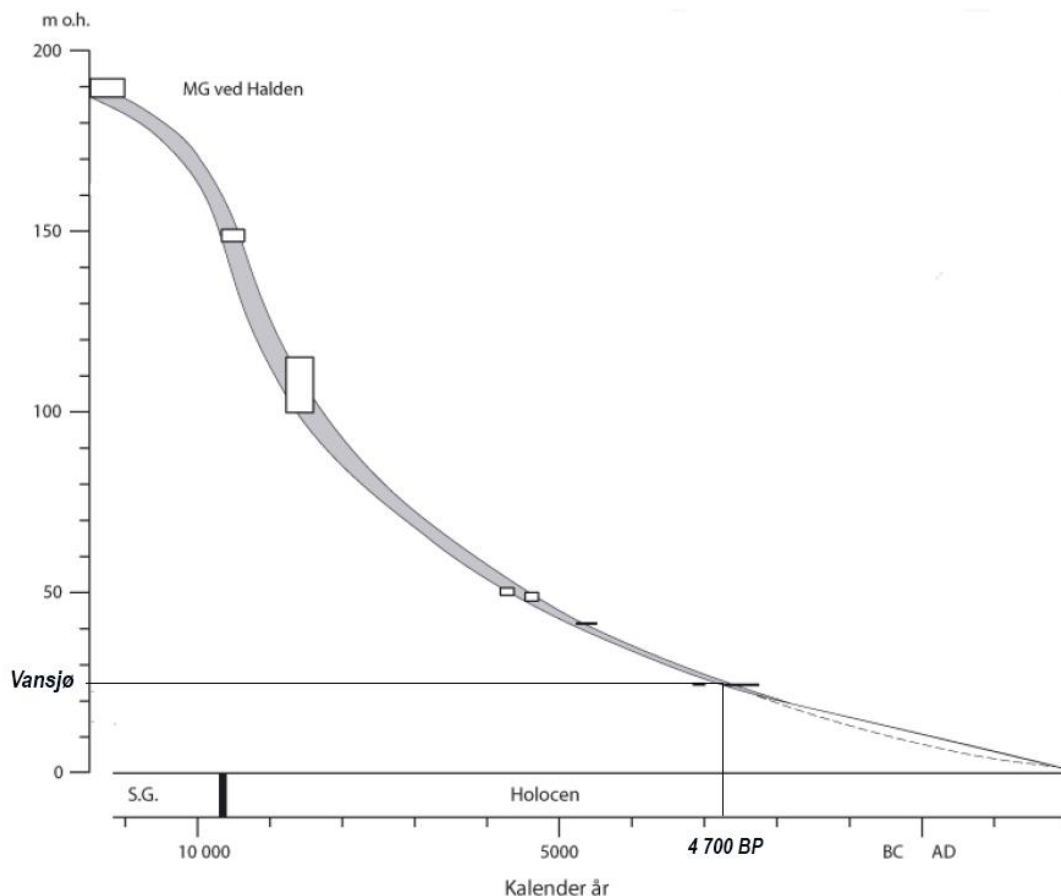
Istidskreps og mange andre arter av planter og dyr ble spredt fra Yoldiahavet og Ancylussjøen og innover i områdene på det sørlige Østlandet, spesielt i perioder med stor vannutstrømning, og noen arter spredte seg også videre vestover langs kysten, som f.eks. abbor, sik, lagesild og krøkle. I de perioder da vannstrømmen fra Østersjøområdet var ferskvann eller saltfattig brakkvann, kunne istidskrepsartene leve der. Etter hvert som landet steg, ble de igjen i innsjøer som ble dannet i fordypninger i terrenget, og kunne danne bestand der dersom forholdene lå til rette. Men jo lenger vest og jo nærmere kysten innsjøene lå, jo større var sjansen for innsjøene ble isolert fra havvann som var for salt til at istidskreps kunne overleve der. Dette gjelder spesielt de lavtliggende innsjøene (< 100 m o.h.) som ble isolert fra havet etter Ancylusperioden, f.eks. de fleste av innsjøene i vårt materiale. Dersom lavtliggende innsjøer sto i kontakt med større vassdrag, kunne de imidlertid få innvandring av istidskreps fra innsjøer oppstrøms, innsjøer som ble isolert fra havet i en tidligere periode da havets saltinnhold var lavere på grunn av stor utstrømning av smeltevann fra nord og øst. De vassdragene som lå langt øst, f.eks. Haldenvassdraget, hadde større innstrømningen av ferskvann

fra Yoldiahavet/Ancylussjøen og mindre kontaktflate mot Kattegat, slik at vannets saltinnhold gjennomgående var lavere. Her finnes derfor alle de østnorske artene.

Dette er trolig forklaringen på at de innsjøene nær Østfoldkysten som har bestander av istidskreps, er del av et større vassdrag. Vestvannet og Visterflo tilhører Glomma-vassdraget, og kunne dermed få tilført istidskreps fra populasjoner i Øyeren. Lyseren drenerer til Glomma, men ligger vest for hovedvassdraget. Her finnes bare pungreke. Trolig var havet så langt vest i Østfold for salt da Lyseren ble dannet, slik at de andre istidskrepsartene ikke overlevde.

Forekomsten av pungreke i Vansjø er av spesiell interesse. Denne innsjøen ligger lengst vest i Østfold, svært nær kysten og bare 24 m o.h., og hverken pungreke eller andre istidskreps er påvist lenger oppe i Mosse-vassdraget, som Vansjø er en del av. Dette vassdraget er dessuten relativt lite og drenerer bare lavlandsområder, og har derfor ikke hatt spesiell stor vannføring etter at innlandsisen smeltet bort i nedbørfeltet. Det virker derfor ikke sannsynlig at ferskvann fra vassdraget kunne holde saltvann fra Kattegat borte fra Vansjø da innsjøen ble dannet.

Ved å benytte en strandforskyvningskurve for Søndre Østfold (Sørensen 1999), kan vi beregne omtrentlig tidspunkt da Vansjø ble isolert fra havet. På Figur 3 er det tegnet inn linjer som representerer Vansjø, og dette antyder at innsjøen ble isolert fra havet for omkring 4 700 kalenderår siden (4 700 ka BP). Dette er lenge etter hovedperioden for spredning av istidskreps i Fennoskandia (Yoldia- og Ancylus-perioden), og også lenge etter at kontakten med Østersjø-området over Otteid-Stenselva ble brutt (ca. 10 000 BP), noe som antyder at vi her må ha hatt en annen spredningsmekanisme.



Figur 3. Strandforskyvningskurve for Søndre Østfold, hentet fra Sørensen (1999). De inntegnede linjene representerer Vansjø, som ifølge kurven ble isolert fra havet omkring 4 700 kalenderår BP.

Dersom vi sammenligner med lokaliteter med tilsvarende høyde over havet på den svenske vestkysten (jf. Kinsten 2012), ser vi at få innsjøer der har istidskreps. Noen lokaliteter har imidlertid bestand av pungreke, men arten der er *Mysis salemaai* og ikke *Mysis relicta*. *M. salemaai* tåler saltvann bedre enn *M. relicta*, og finnes bl.a. ute på åpent hav i Østersjøen. Det kan derfor være aktuelt å genteste pungreke fra Vansjø (og Lyseren), for å sjekke om arten der kan være *M. salemaai*.

5. Konklusjoner

Hensikten med denne undersøkelsen var å kartlegge forekomsten av istidskreps i kystnære innsjøer i Østfold. Ni innsjøer ble valgt ut, av disse ligger åtte i ytre deler av Østfold; Tvetervann, Børtevatnet, Isesjøen, Vestvatnet, Visterflo, Vansjø, Sæbyvatnet og Stiksvann. I tillegg ble også Lyseren undersøkt, siden denne innsjøen ligger langt vest i fylket og dermed ikke så langt fra kysten. Kriteriet for å bli valgt var at innsjøene burde være dypere enn ca. 15 m, for å skulle kunne egne seg som levested for istidskreps, som normalt lever i de kalde dypområdene i innsjøene.

Opplodding viste at Tvetervann og Børtevatnet bare er hhv. 12 og 11 m dype, og egner seg derfor ikke som levested for istidskreps. De resterende innsjøene er 17 m eller dypere, men bare Lyseren og Vansjø er dypere enn 30 m (47 og 37 m hhv.). Stiksvann hadde lavest pH (5,9), og har trolig hatt for lav pH i enkelte perioder til at istidskreps kan ha overlevd.

Det ble funnet istidskreps i 4 innsjøer; Vestvatnet, Visterflo, Vansjø og Lyseren. I Vestvatnet ble to arter av istidskreps påvist; pungreke (*Mysis*) og firetornt istidskreps (*Pallasiola quadrispinosa*). Disse er også påvist her tidligere. En må anta som sikkert at de også lever i Mingevatnet oppstrøms Vestvatnet, som er 30 m dypt. Derimot ble ikke flammekreps (*Limnocalanus macrurus*) påvist i Vestvatnet. Denne arten ble registrert her i 1880-åra av G.O. Sars, men er seinere ikke funnet her.

I Visterflo, som ligger nedstrøms Vestvatnet, ble det påvist pungreke. Arten er tidligere ikke registrert her. Derimot er pungreke tidligere funnet både i Vansjø og Lyseren, og ble også påvist der ved denne undersøkelsen.

Det finnes ikke istidskreps verken i Isesjøen eller Sæbyvatnet, selv om begge disse innsjøene burde ha en dybde og vannkvalitet som tilfredsstiller kravene til i hvert fall noen av istidskrepsartene. Det er sannsynlig at innvandringshistoriske forhold knyttet til landheving og havvannets saltinnhold da innsjøene ble dannet, er en viktig årsak til at istidskreps ikke finnes her.

Vansjø står i en særstilling blant istidskrepslokalitetene, siden innsjøen ligger langt vest i Østfold, nær kysten og bare 24 m o.h. Denne innsjøen ble isolert fra havet for ca. 4 700 år siden, dvs. mange tusen år etter at istidskreps vandret inn i Østfold i Yoldia- og Ancylus-perioden. Her må det derfor ha vært en annen innvandringsmekanisme enn f.eks. i Haldenvassdraget. I lavtliggende innsjøer langs den svenske vestkysten finnes pungreka *Mysis salemaai*, som tåler høyere saltkonsentrasjoner enn *Mysis relicta*. Det er derfor aktuelt å undersøke hvilken pungreke-art som lever i Vansjø, noe som vil kreve genetiske undersøkelser.

6. Takk

Halvor Fjeld stilte båten sin til disposisjon for undersøkelser i Isesjøen, og deltok selv som båtfører de to dagene vi jobbet i innsjøen. Det samme gjelder Harry Guttormsen i Vansjø og Ola Wergeland Krog i Stiksvann. Til disse personene rettes en hjertelig takk.

6. Litteratur

Aass P. 1969. *Mysis relicta* i Vansjø, Østfold. Fauna (Oslo) 22: 161.

Andrén, T., Björck, S., Andrén, E., Conley, D. Zillén, L. & Ankar, J. 2011. The development of the Baltic Sea Basin during the last 130 ka. S. 75-96 i Harff, J. et al. (red.) The Baltic Sea Basin, Central and Eastern European Development Studies (CEEDES). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

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.

Björck, S. 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13,0-8,0 ka BP. Quaternary International 27: 19-40.

Borgstrøm, R., Eie, J.A., Hardeng, G., Nordbakke, R., Raastad, J.E. & Solem, J.O. 1974. Inventeringer av verneverdige områder i Østfold. Boksjøområdet, Berbydalen/Indre Iddefjord og Mingevatn/Vestvatn. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, rapport nr. 17, 1974.

Direktoratsgruppa 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifikasjonssystem for kystvann, grunnvann og elver. Veileder 02:2013. 263 s. Revidert 2015.

Fürst, K. 1965. Experiments on the transplantation of *Mysis relicta* Lovén into Swedish Lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 46: 79-89

Jansen, R.G. 1965. Vestvannet. En limnologisk undersøkelse med hovedvekt på de hydrografiske forhold i innsjøen. Hovedfagsoppgave, Univ. Oslo.

Kinsten B. 2012. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Havs- och vattenmyndigheten. Publ. (1). 284 pp.

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. Vattenvårdsförbundet, Rapport no. 36.

Løkke E.R. 1964. Lysern. En innsjø med uregelmessig omriss i det sør-østnorske grunnfjellsområdet. Unpubl. Hovedfagsoppgave i geografi, Univ. Oslo. 65 pp.

Nilssen, J.P. 2009. Glomma og dens nedslagsfelt i Østfold: limnologisk naturtilstand og økologisk stress fra 1880-tallet til i dag belyst med mikrokrepsdyr. Müller-Sars Selskapet. Rapport nr. 9 – 2009. 53 s.

Spikkeland, I., Kinsten, B., Kjellberg, G., Nilssen, J.P. & Väinölä, R. 2016. The aquatic glacial relict fauna of Norway – an update of distribution and conservation status. Fauna norvegica 36: 51-65.

Sørensen, R. 1999: En 14C-datert og dendrokronologisk kalibrert strandforskyvningskurve for søndre Østfold, Sørøst-Norge. *AmS-Rapport* 12A, 227-242. Stavanger.