

Finpriikkaurens næringsdyr – Reetablering av marflo (*Gammarus lacustris*) og skjold- kreps (*Lepidurus arcticus*) i forsuringsskadete innsjøer på Hardangervidda

Av Arne Fjellheim¹, Åsmund Tysse² og Vilhelm Bjerknes³

1) Seniorforsker ved Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen.

2) Førstekonsulent ved Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Buskerud

3) Forskningsleder ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Innlegg på Svensk-Norsk Kalkingsseminar i Stavanger 2001

Sammendrag

En rekke tiltak ble satt inn på 1990-tallet for å berge finpriikkauren, som lever i et lite, forsuringsskadt område på Hardangervidda. Etter kalking er det satt ut 13700 *Gammarus lacustris* og 350 *Lepidurus arcticus* i Svartavasstjørni. Begge arter er forsuringssensitive og hører til de viktigste næringsdyr for aure i området. Tre metoder ble benyttet for å kartlegge eventuell re-etablering: kvalitative bunnprøver, kunstig substrat (jutesekker) og analyse av fiskemager. I 1997 ble *Gammarus* og *Lepidurus* registrert i auremager fra det nedenforliggende Svartavatnet. *Lepidurus* ble første gang registrert i Svartavasstjørni i 2001. Begge arter har relativt lav fekunditet og har sannsynligvis overlevd forsuring

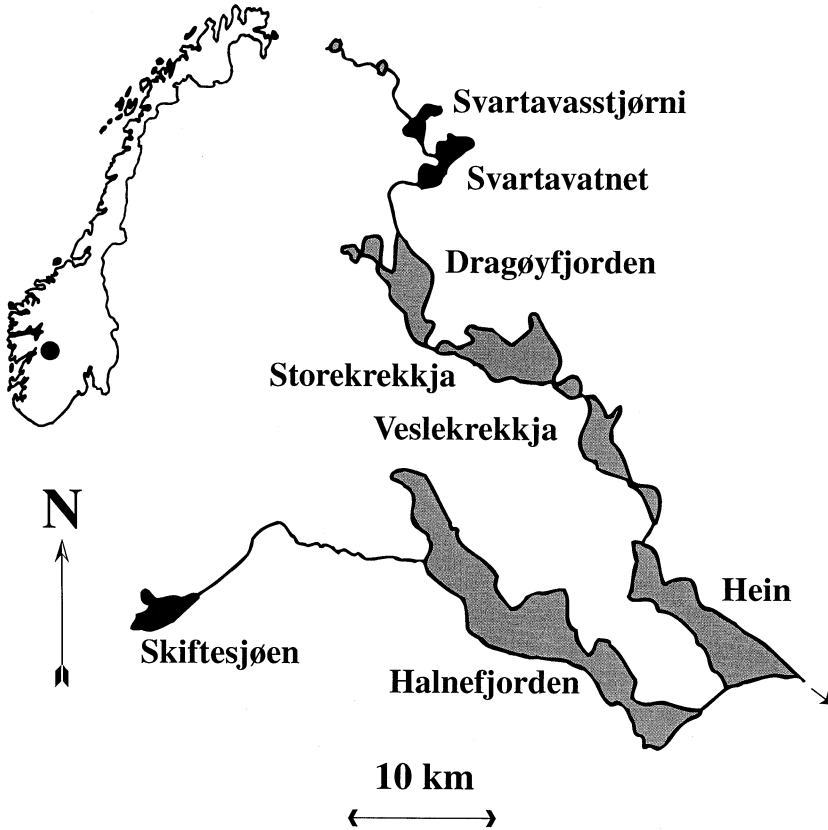
ingsperiodene i refuger med bedre vannkvalitet. Skjebnen til de *Gammarus* som ble satt ut i Svartavasstjørni er foreløpig uvisst. Vår hypotese er at en populasjon av *Gammarus* vil bygges opp i dette vatnet i nær framtid, enten fra en liten stedegen bestand eller fra de utsatte dyr.

Innledning

Finpriikkauren har sin hovedutbredelse i et lite område på Hardangervidda, i Svartavatnet (1233 m o.h.) og Svartavasstjørni (1243 m o.h.) øverst i Numedalsvassdraget (Figur 1) og er en av de mest særmerkete aurevariantene vi kjenner. Den har vært kjent fra skriftlige kilder i 90 år (Grieg 1911). På slutten av 1980-tallet ble en klar over at bestandene av finpriikkaure var truet (Skaala og Jørstad 1987, Skaala 1990, Tysse og Garnås 1994). I løpet av

1900-tallet var finprikkaurens geografiske utbredelse var blitt betydelig mindre og bestandene i det nåværende leveområdet var preget av rekrutteringssvikt. Samtidig ble det observert at marfloa (*Gammarus lacustris*), som tidligere var hovedfø-

den for auren i området (Madsen 1975, 1986), var fraværende i auremagene. Årsaken til dette var etter all sannsynlighet sur nedbør, ettersom vannprøver viste overskridelse av tålegrensene for aure og forsuringssensitive bunndyr.



Figur 1. Kart over øverste del av Numedalsvassdraget.

Det ble satt i gang en rekke tiltak for berge bestandene av finprikkauren. Disse omfattet genetiske studier (Skaala og Jørstad 1987, 1988), innlegging av fisk i levende genbank, kalking og forsøk på å reetablere bestander av de viktigste næringsdyr for auren i området. Direktoratet for Natur-

forvaltning (DN) ga i 1997 tillatelse til å sette ut *Gammarus lacustris* og *Lepidurus arcticus* i Svartavasstjørne. En forutsetning for tillatelsen var at dyrene skulle hentes fra samme vassdrag. Etter en befarig i de øvre delene av vassdraget, ble Skiftesjøen (1239 m o.h.) i Eidfjord kommune valgt som stam-

lokalitet. Skiftesjøen utgjør en del av det vestlige nedslagsfeltet til Halnefjorden (Figur 1). Formålet med denne artikkelen er å beskrive og å gi resultater fra den delen av prosjektet som omhandler utsetting av næringsdyr.

Materiale og metoder

Svartavasstjøerni er 0,4 km² stort og har et nedbørfelt på 7,6 km². Største dyp er 18 m. Berggrunnen domineres av gneis og det er stort innslag av bart fjell. Fra Svartavasstjøerni stiger terrenget til over 1500 m. Innløpsbekken går gjennom mange småtjern. Feltet til Svartavasstjøerni er snøfast, og det ligger fonner langt utover sommeren. En rasvifte og en liten høl (lagune) danner innløpet til Svartavasstjøerni. Både innen- og utenfor lagunen er det små gyteområder. Ovenfor disse gyteområdene danner en foss vandringshinder for fisk.

Svartavatnet er 1,1 km² stort og har et samlet nedbørfelt på 11,4 km². Maksimal dybde er 28 m. Restfeltet til Svartavatnet har samme karakter som feltet til Svartavasstjøerni. Elva mellom vatna er variert med stryk, kulper og tjern. Utløpet av Svartavatnet er bredt og storsteinet og lite egnet som gyteplass. Det er mulig for fisk å vandre mellom Dragøyfjorden og Svartavasstjøerni. Mellom Krækkja og Dragøyfjorden er det en foss som hindrer oppgang av fisk.

I 1991 ga DN tillatelse til å kalke i Svartavassområdet. Som følge av vedtaket la Eidfjord fjellstyre ut 1 tonn skjellsand nedstrøms Svartavasstjøerni. I 1993 supplerte fjellstyret med 1 tonn korallgrus i innløpet til Svartavasstjøerni og mellom vatna. Feltet til Svartavasstjøerni ble første gang fullkalket i september 1994. I østre basseng av Svartavasstjøerni ble det sup-

plert med kalksteinmel. Kalkingen i feltet til Svartavasstjøerni er gjentatt med samme mengde og metode i årene 1995 - 2001. Fra 1997 er det supplert med 5 tonn grovkalk på grunnene i Svartavasstjøerni og 10 tonn kalksteinmel i østenden av Svartavatnet. Vannkjemiske prøver er tatt fra et utvalg av kalkete lokaliteter og referanselokaliteter to ganger pr. måned i tidsrommet mai - september.

Gammarus og *Lepidurus* ble satt ut i Svartavasstjøerni på tre lokaliteter i årene 1997 - 2000. Dyrene ble utsortert enkeltvis fra bunnprøver tatt i Skiftesjøen. *Gammarus lacustris* ble transportert på fuktet papir i plastbeholdere. På varme dager ble dyrene nedkjølt ved at beholderne ble dekket av snø i en plastsekk. *Lepidurus arcticus* ble transportert i vann. Dødeligheten under transport var lav, < 5% for *Gammarus* og < 1% for *Lepidurus*. Forsøk viste at *Gammarus* kan overleve i fuktig papir i flere dager uten at dødeligheten øker. Månedsskiftet juli/ august viste seg å være det gunstigste tidspunktet for fangst og utsetting. På denne tiden bærer de drektige hunnene klekkeferdige egg. Utsetting av en drektig hunn gir en "bonus" på rundt 20 nyklekte individer. I utsettingsperioden 1997 - 2000 ble det til sammen overført 13700 *Gammarus* og 350 *Lepidurus* til Svartavasstjøerni (Tabell I).

	<i>Gammarus</i>	<i>Lepidurus</i>
1997	2873	230
1998	3873	85
1999	4947	34
2000	2030	0
Sum	13723	349

Tabell I. Antall marflo (*Gammarus lacustris*) og skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) som er overført fra Skiftesjøen til Svartavasstjøerni i perioden 1997-2000.

Det er benyttet tre ulike metoder for å påvise eventuelle tilslag av de utsatte næringsdyr:

- 1) Kvalitative bunnprøver fra tre lokaliteter i hvert vatn, tatt årlig i perioden 1997 – 2001.
- 2) Kunstig substrat bestående av jutesekker. Disse ble lagt ut i de samme tre lokaliteter i Svartavasstjørni og Svartavatnet og i en lokalitet i Skiftesjøen (kontroll) i juli 2000. Jutesekkene ble kontrollert i august 2000 og i September 2001.
- 3) Analyse av mageprøver fra fisk.

Resultater og diskusjon

Den vannkjemiske utviklingen fra før kalking til utgangen av 2000 er beskrevet av Fjellheim m. fl. (2001a). Før kalking ble det ved utløpet av Svartavasstjørni registrert vannkjemiske verdier som overskred tålegrensene for aure, *Gammarus* og *Lepidurus* (pH < 5,2, kalsium < 0,3 mg l⁻¹, labilt aluminium > 50 µg l⁻¹). Vannkvaliteten ble forbedret betydelig etter at innløpselva og vatna ble full-

kalket i 1994 (pH > 6,0, kalsium > 0,5 mg l⁻¹, labilt aluminium < 10 µg l⁻¹).

I 1999 ble *Gammarus* og *Lepidurus* for første gang registrert i auremager fra Svartavatnet (Tabell II). Dette var første registrering etter 1985. Parallelt med dette ble det også registrert en annen forsureingssensitiv art, sneglen *Lymnaea peregra* (Fjellheim m. fl. 2001a). *Gammarus* og *Lepidurus* ble også registrert i auremager fra vatnet i 2000 og 2001. *Gammarus* er foreløpig ikke registrert i Svartavasstjørni etter kalkingen, men det ble funnet *Lepidurus arcticus* i minst to auremager ved prøvefiske i september 2001. Disse mageprøvene er av tidsmessige årsaker foreløpig ikke ferdig bearbeidet. Årlig bunnprøvetaking fra Svartavasstjørni og fra Svartavatnet i årene 1997 – 2001 og kontroll av utlagte jutesekker (2000 – 2001) har gitt negative resultater med hensyn på *Gammarus* og *Lepidurus* (Tabell II). Dette viser at studier av fiskemager er et viktig verktøy ved påvisning av næringsdyr som har lave tettheter eller klumpvis fordeling.

Lokalitet	Metode	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	
<i>Gammarus lacustris</i>																	
Svartavatnet																	
	Bunnprøver													Nei	Nei	Nei	Nei
	Jutesekker															Nei	Nei
	Fiskemager					Nei							Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Svartavasstjørni																	
	Bunnprøver												Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
	Jutesekker															Nei	Nei
	Fiskemager					Nei							Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Skiftesjøen (referanse)																	
	Bunnprøver												Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Jutesekker															Ja	Ja
<i>Lepidurus arcticus</i>																	
Svartavatnet																	
	Bunnprøver														Nei	Nei	Nei
	Jutesekker															Nei	Nei
	Fiskemager					Nei							Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Svartavasstjørni																	
	Bunnprøver												Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
	Jutesekker															Nei	Nei
	Fiskemager					Nei							Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
Skiftesjøen (referanse)																	
	Bunnprøver												Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Jutesekker															Nei	Nei

Tabell II. Oversikt over funn av (*Gammarus lacustris*) og skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) i fiskemager, bunnprøver og på kunstig substrat (jutesekker) i perioden 1987-2001.

Både *Gammarus lacustris* og *Lepidurus arcticus* regnes for å være av de viktigste næringsemner for aure i norske høyfjellssjøer (Aass 1969, Økland og Økland 1980). Begge arter regnes å være svært sensitive for forurening. I følge Økland og Økland (1985) krever *Gammarus lacustris* pH > 6.0 og Ca >1 mg l⁻¹. Tålegrensene for *Lepidurus arcticus* er mindre kjent. I følge Borgstrøm et al. er arten ikke registrert i vann med pH < 6.1. Borgstrøm og Hendrey har vist eksperimentelt at utviklingstiden av første larvestadium var betydelig lengre ved pH lavere enn 5,5.

Gammarus lacustris har en toårig livssyklus (Bjerknes 1974). Om høsten, når marfloa er ett år, søker hunner og hanner sammen i par. Hannen lever fastheftet til hunnens rygg hele vinteren og eggene befruktes i det hunnen skifter skall etter isløsning om våren. *Gammarus lacustris* fra Skiftesjøen legger ca 22 egg pr. hunn (Fjellheim m. fl. 2001b).

Lepidurus arcticus har en ettårig livssyklus med eggstadium om vinteren og en hurtig vekst gjennom sommeren til voksent individ. Bestanden av voksne *Lepidurus arcticus* er størst på sensommeren, men voksne individer er funnet i auremager fra Heimdalsvatnet, 1090 m o.h., i november (Lien 1978) og i Halnefjorden, 1130 m o.h., i januar (Sømme 1934). *Lepidurus arcticus* har til enhver tid bare noen få egg i eggsekkene (Sømme 1934). Den produserer imidlertid egg kontinuerlig. Vi kjenner ikke til hvor mange egg ett individ produserer (Borgstrøm pers komm.), men fekunditeten blir

høyere jo lenger skjoldkrepser lever. Etter eggleggingsperioden dør alle de voksne individene.

Lepidurus arcticus i Svartavatnet og Svartavasstjørni har med stor sannsynlighet overlevd i refuger med bedre vannkvalitet, enten under det sure overflatevatnet eller i områder med grunnvannsutstrømning. Det samme gjelder marflobestanden i Svartavatnet. Med bakgrunn i lave utsettingstettheter i Svartavasstjørni, ca 49 *Gammarus* og 1,5 *Lepidurus* pr. 1000 m² littoralområde (0-5 m dybde), er det lite trolig at de utsatte dyrene ville etablere bestander store nok til å kunne påvises i fiskemager etter få år. Dette støttes også av det faktum at begge arter først ble påvist i Svartavatnet, der det ikke er satt ut dyr. *Gammarus* har evne til å unngå surt overflatevann ved å flytte seg ned på dypere vann (Costa 1967, Borgstrøm og Hendrey 1976) eller ved å klamre seg fast til materiale som gir bufrende virkning (Engblom og Lingdell 1983). Klekkingen av skjoldkrepseegg på Hardangervidda faller delvis sammen med snøsmeltingen. Med bakgrunn i Borgstrøm og Hendrey's forsøk (1976) er det sannsynlig at larveutviklingen har vært forsinket i perioden før kalking ble satt igang.

Restpopulasjonene av *Gammarus* og *Lepidurus* før kalkingen var sannsynligvis svært små, kanskje nær utryddelse. Vi kjenner ikke til om det har eksistert en bestand av *Gammarus lacustris* i Svartavasstjørni på det tidspunkt kalkingen tok til. Vi forventer imidlertid at bestanden skal bygge seg opp igjen, enten fra overlevende

stedegne individer og/eller fra den utsatte bestanden. Scenarier over bestandsutvikling av den utsatte *Gammarus lacustris* (Fjellheim m. fl. 2001b) viser at selv ved en årlig gjennomsnittsnivå overlevelse opp mot 0,5 vil det ennå gå noen år før bestanden oppnår en tetthet høyere enn ett individ pr. m² i littoralsonen.

Takk

Vi vil rette en stor takk til Direktoratet for Naturforvaltning som har finansiert prosjektet.

Referanser

Bjerknes, V. 1974. Life cycle and reproduction of *Gammarus lacustris* G.O. Sars (Amphipoda) in a lake at Hardangervidda, western Norway. *Norw. J. Zool.* 22: 39-43.

Borgstrøm, R. og Hendrey, G. R., 1976. PH tolerance of the first larval stages of *Lepidurus arcticus* Pallas and adult *Gammarus lacustris* G. O. Sars. SNSF Project IR 22/76, Oslo-Ås.

Engblom, E. 1996. Ephemeroptera, Mayflies. In A. Nilsson (ed.) *Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook.* Vol 1: 13-53. Apollo Books, Stenstrup.

Fjellheim, A., Tysse, Å. og Bjerknes, V. 2001a. Reappearance of highly acid-sensitive invertebrates after liming of an alpine lake ecosystem. - *Water Air and Soil Pollution* (in press).

Fjellheim, A., Tysse, Å. og Bjerknes, V. 2001b. Prikkauren på Hardangervidda. FoU-prosjekt 1997 – 2000. Årsrapport 2000. Notat, 27 s.

Grieg J. A. 1911. Dyrelevninger fra de gamle bopladser på Hardangervidda. *Bergens Museums Aarbok* (5) 1-28.

Lien, L. 1978. The dynamics and exploitation of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn, In: Vik, R. (ed.) *The Lake Øvre Heimdalsvatn, a subalpine freshwater ecosystem – Holarctic Ecology* 1: 279 – 300.

Madsen, J. P. 1975. Fiskeriundersøkelser i Eidfjord Statsalmenning 1974. *Fiskeriteknikerens i Hordaland.*

Madsen, J. P. 1986. Fiskeriundersøkelser i Eidfjord Statsalmenning 1985. *Fylkesmannen i Hordaland.*

Skaala, Ø. 1990. Rapport til Eidfjord fjellstyre om feltarbeidet i Svartavassjønn i 1990, samt forslag til tiltak.

Skaala, Ø. og K. Jørstad. 1987. Fine-spotted brown trout (*Salmo trutta*); its phenotypic description and biochemical genetic variation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 44: 1775-1779.

Skaala, Ø. og K. Jørstad. 1988. Inheritance of the fine-spotted pigmentation pattern of brown trout. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 35: 295-304.

Sømme, S. 1934. Contributions to the biology of norwegian fish food animals. 1. *Lepidurus arcticus* Pallas 1793. Syn. *L. glacialis* Krøyer 1847. Det Norske Vitenskaps-Akademi, Avhandling 1. Matem.-Naturvit. Klasse 1934, nr. 6, 1-36.

Tysse, Å. og Garnås, E. 1994. Fiskeribiologiske undersøkingar i Halne, Hein- og Krækkjavassdraget i Hol og Nore og Uvdal komune 1992/93. *Fylkesmannen i Buskerud*, rap. nr. 16/94.

Økland, J. 1990. Lakes and snails. *Universal Book Services.* Oegstgeest.

Økland, J. og Økland, K. A. 1985. Factor interaction influencing the distribution of the freshwater "shrimp" *Gammarus*. - *Oecologia* (Berl.) 66, 364-367.