

## Hva har vi lært etter 35 års overvåking av ferskvannskreps i Steinsfjorden?

Av Jostein Skurdal, Stein Ivar Johnsen, Erik Garnås, Dag O. Hessen, og Tore Qvenild

Jostein Skurdal og Stein Ivar Johnsen er forskere ved Norsk institutt for naturforskning, Erik Garnås er ansatt hos Fylkesmannen i Buskerud, Dag O. Hessen er professor ved Universitetet i Oslo og Tore Qvenild er ansatt hos Fylkesmannen i Hedmark.

### Summary

Long time series is of crucial importance to assess the long-term changes in the environment, not the least in the context of large scale ecosystem impacts from eutrophication, acidification and climate change as well as harvesting and stock management. Lake Steinsfjorden is one of the most important noble crayfish *Astacus astacus* localities in Norway. A standardized monitoring program for freshwater crayfish was implemented in 1979-81. The program was established to advise the government on crayfish regulations and consists of test fishing before and after the trapping season, recording the number of traps and collecting catch statistics from fishermen. In the monitoring period there have been major changes in harvest regulations, climate changes and invasion of new species such as pondweed *Elodea canadensis* and roach *Rutilus rutilus*. The harvest of the crayfish population during the period has been reduced by almost 75 %, primarily due to dense stands of pondweed preventing trapping over large areas. Moreover, the crayfish has abandoned the areas of dense pondweed. Climate change has also affected the population and the increase in temperature has probably contributed to increased productivity. The adaptive management has contributed to a more sustain-

able fishing for crayfish. The main regulations are a minimum legal size of 95 mm total length, a 7 days harvest season and a baited trap mesh size of 23 mm (knot to knot).

### Sammendrag

Lange tidsserier er av avgjørende betydning for å kunne vurdere langsiktige endringer i naturen, og nytten av disse er ikke minst vist gjennom langsomme og storskala økosystempåvirkninger ved overgjødning, forsuring og klimaendringer. Lange tidsserier kan også være av uvurderlig betydning for å fastslå effekter av fiske, fangst og bestandsforvaltning. Steinsfjorden er en av landets viktigste lokaliteter for edelkreps *Astacus astacus*. Det har vært gjennomført et standardisert overvåkingsprogram for ferskvannskreps i Steinsfjorden siden 1979. Programmet ble startet for å gi råd til forvaltningen om krepseregler og består av prøvefiske før og etter sesongen, registrering av antall teiner og innhenting av statistikk blant fiskerne. I overvåkingsperioden har det skjedd store endringer når det gjelder fangstreguleringer, klima og invasjon av nye arter som vasspest *Elodea canadensis* og mort *Rutilus rutilus*. I overvåkingsperioden har fangstene blitt redusert med ca. 75 %. Vasspest som har okku-

pert store deler av grunne områder og redusert fangstinnnsats er hovedårsaken til reduksjonen. Klimaendringene har også påvirket bestanden, og økningen i temperatur bidrar trolig til økt produktivitet. Fangstreguleringene har bidratt til et mer bærekraftig fiske etter kreps. De viktigste reguleringene er minstemål på 95 mm total lengde, fangstsesong på 7 dager og maskevidde på 23 mm i teinene.

## Innledning

Lange tidsserier er av avgjørende betydning for å kunne vurdere langsiktige endringer i naturen. Disse seriene er en viktig ressurs i mange forskningsprogrammer og er grunnelementet i all miljøovervåking. Lange tidsserier er nødvendig for å skille naturlig variasjon fra menneskeskapt påvirkning (Norges forskningsråd 2003) og er blant annet viktige for forståelsen av hvordan abiotiske faktorer påvirker økologiske prosesser (Stenseth et al. 2002).

Krepsebestanden i Steinsfjorden er overvåket årlig i over 30 år, og denne dataserien representerer en av de lengste tidsseriene på ferskvannskreps i verden. Steinsfjorden er sammen med Einafjorden de viktigste lokalitetene i Norge når det gjelder avkastning og fiske etter kreps *Astacus astacus* (Johnsen 2013). Steinsfjorden representerte alene nær 30 % av total avkastning av kreps i Norge i 1990 (Taugbøl og Eriksen 1991).

Økt krepsefiske og etablering av vasspest førte til at det lokalt var stor bekymring for framtida til krepsen i Steinsfjorden i slutten av 1970-årene. Videre ble Norge i perioden 1971-74 og i 1987-91 rammet av en rekke tilfeller av krepsepest som førte til at krepsebestanden i Vrangselva, Glomma, Haldenvassdraget og grensevassdraget Stora Le ble utryddet (Taugbøl et al. 1993). Steinsfjorden har så langt unngått å bli smittet av krepsepest.

Undersøkelsene av kreps i Steinsfjorden startet opp i 1979, og er rapportert i Qvenild et al. (1982), Skurdal et al. (1991, 2003) og Skurdal og Garnås (1997, 2009). Krepsefisket i Steinsfjorden er tidligere beskrevet av Huitfeldt-Kaas (1914) og Lund (1941, 1944). Overvåkingen av krepsebestanden i Steinsfjorden skulle primært bidra

til å utarbeide krepseregler for forvaltningen og vurdere krepsens rolle i økosystemet.

Formålet med denne artikkelen er å oppsummere noen av de viktigste resultatene fra overvåkingsprogrammet gjennom 35 sesonger og vise litt av verdien av slike langtidsserier for å vurdere både økosystemendringer og forvaltningsregimer. Først vil vi vise noen av tidsseriene når det gjelder fangst og bestandsutvikling. Dataene som er samlet inn, har også vært mulig å bruke for å analysere effekten av invasjon av vasspest *Elodea canadensis*, effekten av klimaendringer og effekten av beskatning, og trolig ha overføringsverdi til andre systemer. Resultatene er brukt i til sammen 22 artikler i internasjonale tidsskrift og her presenterer vi noen av hovedfunnene fra disse analysene.

## Steinsfjorden

Steinsfjorden, bilde nr 1, er 1,39 km<sup>2</sup>, middeldypet er 10,2 meter og maksimal dypet 22,6 meter. Innsjøen ligger 63 moh., og er sammenbundet med den større Tyrifjorden (areal 12,1 km<sup>2</sup>) gjennom et trangt, grunt sund. Steinsfjorden ble på grunn av økt næringstilførsel mer næringsrik i 1970-årene, og ble karakterisert som mesotrof (Skogheim og Rognerud 1978, Berge 1983). Bunnsubstratet i Steinsfjorden består mange steder av fjell, blokk og store steiner, og forholdene er gunstige for krepseproduksjon ved at det er høyt kalsiuminnhold, gode næringsforhold, godt med skjul i strandsona, samt optimale temperaturforhold. Steinsfjorden har minst 11 fiskearter (ørret *Salmo trutta*, sik *Coregonus lavaretus*, krøkle *Osmerus eperlanus*, gjedde *Esox lucius*, abbor *Perca fluviatilis*, brasme *Abramis brama*, 3- og 9-pigget stingsild *Gasterosteus aculeatus* og *Pungiteus pungiteus*, ørekyt *Phoxinus phoxinus*, niøye og mort *Rutilus rutilus*). I Tyrifjorden forekommer det i tillegg røye *Salvelinus alpinus* og suter *Tinca tinca*. Når det gjelder mort er den nylig introdusert (1990-tallet) gjennom nedvandring i Drammensvassdraget fra Nordmarka og via Randsfjorden. Det er knyttet spenning til hvordan mort vil påvirke artssammensetning og vannkvalitet i Steinsfjorden, og hvilken effekt dette vil ha for krepsebestanden. Det er bare



Bilde nr 1. Steinsfjorden

abbor som spiser kreps i betydelig grad (Dehli 1981, Enerud og Garnås 1999).

### Krepsebestanden og krepsefisket

Kreps ble satt ut i Steinsfjorden på 1850-tallet (Huitfeldt-Kaas 1918). Bestanden har vært utsatt for hard beskatning fra ca. 1910-20, da etterspørselen økte som følge av krepsepest i Sverige (Lund 1944, 1969). Hunner blir kjønnsmodne ved 75-91 mm total lengde (TL). Voksen kreps skifter skall en til to ganger pr sesong. Hunnene vokser ca. 8 mm og hannene ca. 9 mm pr skallskifte (Skurdal og Qvenild 1986).

Det er fritt fiske i Steinsfjorden etter en underrettsdom i 1758. Dette innebærer at alle i utgangspunktet kan krepse fritt i Steinsfjorden unntatt i Steinsvika. Særlig på slutten av 1970-tallet var det en sterk økning i fangsttrykket samtidig med at prisene på ferskvannskreps økte. Økningen skyldtes både at det kom flere krepsefiskere til området, og at lokale fiskere ble mer profesjonelle og fisket med et større antall teiner, – flere brukte hundrevis av teiner.

Fangstreglene for kreps har endret seg seks ganger siden 1979, tabell 1. Den viktigste endringen er at fangsts sesongen er redusert fra 147

Regulering	Før 1981	1981	1983	1989	1990	1995	2012
Minstemål	9,5 cm						
Maskevidde	17,5 mm		21 mm				23 mm
Sesong	147 dager (7.8-31.12)	39 dager (6.8-14.9)		14 dager (6.-20.8)		10 dager (6.-16.8)	7 dager (10.-17.8)
Ant. teiner/pers	Ingen begrensing					300	200
Registrering	Ingen krav om registrering				Påbudt		

Tabell 1. Oversikt over krepseforskriftene i Steinsfjorden.

til 7 dager. I tillegg ble maskeviddene i teinene økt fra 17,5 til 21 mm i 1983 og til 23 mm fra 2012. Det ble også innført en begrensning på inntil 300 teiner/natt pr person i 1995 med en videre reduksjon til 200 i 2012. Minstemålet på 9,5 cm målt fra pannespiss til enden av halevifta har vært uforandret. På grunn av farene for smitte av krepsepest ble det også innført tvungen registrering av alle krepsefiskere i 1990.

## Måleprogrammet

Kreps er samlet inn årlig før og etter fangstsesongen i et standardisert prøvefiske med teiner på en strekning på ca. 1200 meter strandlinje på østsida av Steinsfjorden (Skurdal et al. 1993). Teinene ble satt ut om kvelden og tatt opp igjen og tømt neste morgen. Det er noe vasspest i overvåkingsområdet, men ikke i slike mengder at det er et stort problem for krepsen eller krepsefisket. De lokale krepseteinene formet som lampeskjermer med 17,5 og 21 mm maskevidde med en inngang på

toppen er benyttet, bilde nr 2. Teinene er satt enkeltvis og agnet med brasme eller sik.

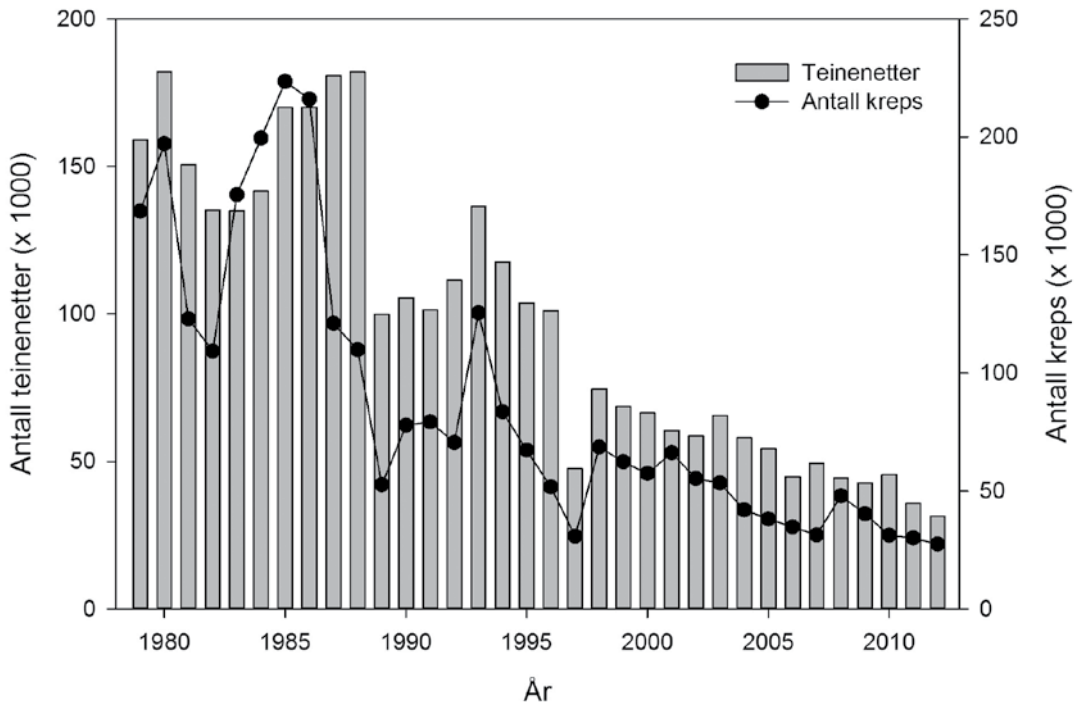
I alt er det fanget mer enn 50 000 kreps i teiner før fangstsesongen (29. juli – 6. august) og etter fangstsesongen (20. september – 27. oktober). Teineinnsatsen har variert fra 59-150 før sesongen og 50-110 etter sesongen. Fangst per enhet innsats (CPUE) uttrykkes som antall fangede individer per teinenatt. Kjønn, TL og modningsgrad hos hunner ble registrert (se Skurdal et al. 1993 og 2009 for mer informasjon).

## Fangstinnsats og avkastning

Krepsefisket i Steinsfjorden er svært populært og første dagen i krepsepesongen har vi registrert opptil 20 000 teiner. De seinere åra har innsatsen vært 12. 000-15 000 teiner første natta. Antall teiner avtar utover sesongen ettersom fangsten og fiskeinteressen avtar. Fram til 1989 var mønsteret at teineinnsatsen først avtok og deretter økte i slutten av august, i forbindelse med at en



Bilde nr 2. Teiner benyttet i Steinsfjorden.



Figur 1. Teineinnsats (antall teinenetter) og fangst av kreps (antall) i Steinsfjorden 1980-2012.

del kreps skiftet skall andre gang og ble mer fangbare. Etter at krepsesesongen ble redusert til 14 dager i 1989, er det en nedgang i teineinnsats gjennom hele sesongen.

Total teineinnsats har variert mye i løpet av perioden 1979-2013, fra 27 600 til 182 000, figur 1. Generelt har teineinnsatsen avtatt som følge av at krepsesesongen har blitt kortere, men andre faktorer har også spilt inn, slik som maskeviddeendringen i 1983 hvor fiskerne måtte skifte nett på teinene sine. Etter at kortere sesong ble innført fra sesongen i 1981 avtok teineinnsatsen fram til 1983. Fra 1983 økte teineinnsatsen igjen og nådde det høyeste nivået i 1988 med mer enn 182 000 teinenetter. Dette tilsvarer 260 teiner/ha for strandsonen der fisket foregår, bilde nr 3. I 1989 ble sesongen redusert til 14 dager. Dette førte til at antall teinenetter ble redusert med 42 % i forhold til i 1988. Imidlertid økte teineinnsatsen igjen med 40 % fram til 1993. Sesongen ble så ytterligere redusert til 10 dager i 1995 og til 7 dager i 2012. Teineinnsatsen har siden 1997

vært under 75 000 teinenetter og er avtagende ned mot 27 600 teiner i 2013.

De lokale fiskerne som har bidratt med fangststatistikk har representert 3,8-13,5 % av den totale fangstinnnsatsen. Ut fra innsats og fangststatistikk er årlig avkastning beregnet, og den har variert fra 31 000 til 223 000 kreps, figur 1, eller 915 – 6 773 kg, tilsvarende 0,7-4,9 kg/ha. Avkastningen i perioden 1998-2003 har vært relativt stabil rundt 2 000 kg. Fangsten er under halvparten av det som ble tatt ut på 1980-tallet. Imidlertid er det registrert en ytterligere ned-



Bilde nr 3. Teiner i strandsona i Steinsfjorden.

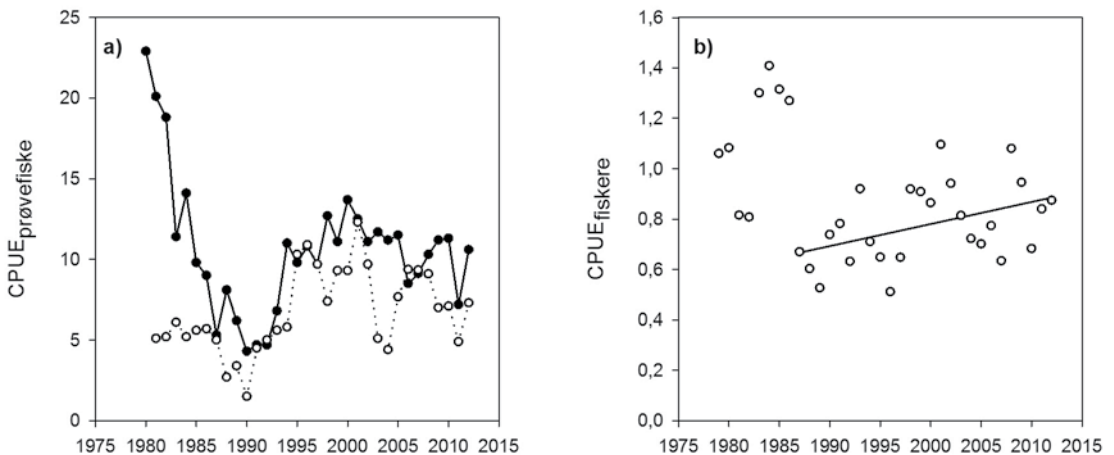
gang de siste årene. I perioden 2004-2013 har fangsten vært ca. 900-1500 kilo, eller 1/3-del av fangsten på 1980-tallet.

### Bestandsutvikling

Fangst pr. innsats ved prøvefisket før sesongen har variert fra 4,5-22,9 kreps/teine, mens fangst pr innsats i prøvefisket etter sesongen har variert fra 1,5-12,3 kreps/teine, figur 2a. Fangstene var lavest i perioden 1987-1992 og har deretter økt noe. Nedgangen i fangst pr. innsats fra prøvefisket før sesongen skyldes høyst sannsynlig at beskatningen i de foregående årene var svært stor. Den stadig ekspanderende vasspestbestanden kan også ha bidratt noe til nedgangen i fangstene fra prøvefisket, men den negative effekten av vasspest var langt større i andre deler av innsjøen. Den kombinerte effekten av for stor beskatning og økende vasspestbestand er trolig grunnen til den kraftige nedgangen i fangst pr. teinenatt i det totale fisket fra 1986 til 1987, figur 2b. Det har imidlertid vært en signifikant økning ( $R^2 = 0.19$ ,  $F_{1,24} = 5.5$ ,  $P = 0.028$ ) i fangst pr teinenatt i det totale fisket etter kollapsen i 1986/1987, figur 2b. Dette skyldes trolig at fangstreguleringene, se tabell 1, har ført til at fangsttrykket er såpass redusert at bestanden har klart å bygge seg noe opp igjen. Utbredelsen av vasspest har heller ikke økt nevneverdig siden kollapsen i krepse-

bestanden. Fangst pr teinenatt ved prøvefiske før sesong har også økt siden starten av 1990-tallet, og ligger på ca 50 % av fangstene før kollapsen, figur 2a. CPUE er ansett som en god indikator på bestandsstørrelse, særlig hvis innsatsen er høy (Zimmerman 2012). Større antall kreps pr teinenatt under prøvefisket sammenlignet med fangstene i det ordinære fisket skyldes at det under prøvefisket brukes mindre maskevidder (større fangst av mindre kreps), og at tettheten av teiner er svært stor, særlig tidlig, i det ordinære krepsefisket. I tillegg er trolig tettheten av kreps i gjennomsnitt høyere på strekningen for prøvefisket enn under det ordinære fisket hvor teiner settes over store områder.

Det eksisterer ikke noen sikker metode for å aldersbestemme kreps. Lengdesammensetningen i fangstene er derfor brukt for å se på rekruttering og effekt av beskatning. Teinefangsten er svært selektiv og fangbarheten av kreps mindre enn minstemålet er lav og avtar for mindre kreps. Det finnes derfor ikke noen gode bestandsmål for kreps under minstemålet. Lengdesammensetningen viser at beskatningen på kreps over minstemålet er høy. Når det gjelder rekruttering av mindre kreps er det stor variasjon mellom år. Andelen kreps over minstemålet har variert mellom 5,1 – 58,7 % i prøvefisket før sesongen og 0,4 – 26,3 % etter sesongen.



Figur 2. Fangst per innsats (CPUE) under prøvefiske før • og etter ◦ sesongen (a) og CPUE i det totale fisket (b) i Steinsfjorden fra 1981-2012.

## Vasspest og kreps

Vasspest ble første gang registrert i 1977. Planten kommer opprinnelig fra Nord-Amerika og ble første gang registrert i Norge i 1925 og i Europa i 1836. Vasspestens utbredelse og omfang i Steinsfjorden er undersøkt flere ganger siden invasjonen i 1977 (Berge 1989, Mjelde og Johansen 1997, Mjelde et al. 2012). I 1979 var det kun begrenset forekomst i området hvor den først ble observert, men allerede i 1982 var ca 72 % av områdene grunnere enn 6 meter dekket av vasspest (Rørslett et al. 1986). Vasspest danner massebestander i grunne områder i store deler av innsjøen. Det er noe variasjon i utbredelse og mengde fra år til år, noe som har sammenheng med plantens livssyklus. Imidlertid er ikke de årlige variasjonene i utbredelsen store.

Etter invasjonen av vasspest ble kreps fortrengt fra de områdene hvor det var tette bestander av vasspest. Vi undersøkte disse områdene både med prøvofiske med teiner og ved dykking. Tette bestander kan virke som et fysisk hinder for at kreps kan bevege seg. I tillegg registrerte vi store variasjoner i oksygeninnhold, til dels oksygensvinn om nettene, og pH. Selv om kreps kan spise vasspest kan de ikke kontrollere den raske veksten til vasspest over store områder. Resultatet er derfor paradoksalt nok blitt at en plantespiser som kreps faktisk blir ekskludert fra store områder fra en plante som er en potensiell ressurs (Hessen et al. 2004).

For å undersøke effekten av vasspest nærmere ble dataene fra Steinsfjorden brukt i en modell (Sadykova et al. 2009). Modellen viste at reduksjonen i krepsebestanden hovedsakelig var forårsaket av tetthetsavhengig effekt av vasspestekspansjonen som resulterte i færre skjulmuligheter og dermed økt risiko for predasjon og kannibalisme.

Vasspest hadde også stor innflytelse på krepsefiskerne og de unngikk å fiske med teiner på områder med mye vasspest, bilde nr 4, rett og slett fordi det var fysisk umulig å sette teiner der. De første årene etter invasjonen økte fangbarheten til kreps fordi krepsen ble trengt sammen på mindre, vasspestfrie områder.



Bilde nr 4. Vasspest, *Elodea canadensis*.

## Klima og kreps

I perioden 1979 til 2009 økte sommertemperaturen ved den nærmeste målestasjonen til Meteorologisk institutt (i Asker) med ca. én grad. I samme periode ble det registrert en stor variasjon i både andel hunner som er kjønnsmodne og i rognfall. Andelen kjønnsmodne hunner har variert fra 6,8 – 81,7 % blant hunner større enn 7,0 cm. Fra 1980 og fram til 2009 viste andelen kjønnsmodne hunner en økende trend. Hverken økningen i temperatur eller totalfangst kunne forklare denne variasjonen. Økt temperatur korrelerte imidlertid med økt fekunditet (Skurdal et al. 2011). Temperatur er en nøkkelparameter for å regulere reproduksjon. En videre økning av temperaturen vil trolig styrke rekrutteringen og øke årlig produksjon. Selv om det er mange indier som tyder på at krepseproduksjonen øker med økende temperatur, er det klart at det er et komplekst samspill mellom ulike aktører i økosystemet (Skurdal et al. 2011).

I en svensk undersøkelse fant de at avkastningen av både edelkreps og signalkreps var drevet av temperatur og bestandstetthet året før (Olsson et al. 2010). Vintertemperaturen hadde størst innflytelse på begge arter sammen med vekstsesongen og temperaturen i parringssesongen.

## Adaptiv forvaltning

Adaptiv forvaltning er systematisk anskaffelse og anvendelse av pålitelig informasjon for å forbedre naturressursforvaltning over tid. Adaptiv forvaltning dukket opp på 1970-tallet som en måte å søke kontinuerlig prosessforbedring til naturressursforvaltning (Holling 1978). Snarere enn å lage en enkelt definitiv beslutning basert på usikre data, understreker adaptiv forvaltning en prosess med læring via overvåking av midlertidige strategier, skiftende forhold og inkrementelle justeringer i lys av ny informasjon (Holling 1978, Williams 2011, Doremus et al. 2011). Det er viktig at tiltakene blir fulgt opp av systematiske observasjoner og vurderinger.

Utfordringen for regulering av krepsefisket i Steinsfjorden har vært å utvikle et styringssystem som ikke begrenser antall fiskere eller avhenger av ressurskrevende håndheving. Fylkesmannen i Buskerud har utarbeidet lokale krepseforskrifter for Steinsfjorden basert på data fra overvåkingsprogrammet. Forskriftene har blitt diskutert i lokale høringer før de har blitt gjennomført, slik at regelverket ble forstått og akseptert blant lokale fiskere.

Fangst per innsats (CPUE) ble ansett som den viktigste parameteren til å påvirke utvikling i reguleringen, siden CPUE er ansett som en god indikator på bestandstetthet, særlig hvis innsatsen er høy (Zimmerman 2012).

Det var generell enighet blant fiskere om at en innkorting av krepselesongen var den beste metoden for å redusere beskatningen. Denne reguleringen var både lett å gjennomføre og enkel å kontrollere. Folk som er interessert i krepser og bor ved Steinsfjorden vil umiddelbart melde fra til oppsynet hvis de observerer at noen krepser utenom lovlig krepselesong.

## Erfaringer og anbefalinger

Langtidsserien ble startet opp i 1979 i forbindelse med Tyrifjordundersøkelsen (Qvenild et al. 1982, Berge et al. 1983). Fisket etter krepser er svært intenst og en stor andel av fangbar krepser blir tatt opp etter få dager. Dette er et godt utgangspunkt for å lage et relativt enkelt registreringsopplegg som gir mye data om utviklingen i krepsefisket og krepsebestanden. Det er stor lokal interesse for krepser og krepsefiske, og uten engasjementet og bidragene fra de lokale fiskere og det lokale oppsynet hadde det ikke vært mulig å gjennomføre disse langtidsseriene.

Langtidsserier gir vanligvis helt andre og nye erkjennelser enn undersøkelser som avgrenser seg til en kort periode. Eksempelvis økte andelen kjønnsmodne hunner når tettheten gikk ned fra 1981 til 1983 (Skurdal & Qvenild 1986). Dette ble påvist også i andre korttidsundersøkelser (Abrahamsson & Goldman 1970, Momot & Gowing 1977, McGriff 1983). Ikke overraskende har senere analyser med data fra mange år vist at disse sammenhengene er langt mer komplekse (Skurdal et al. 2011).

Langtidsserier er særlig nyttige for å analysere effekter av menneskelig påvirkning og naturlige variasjoner på en bestand. Dataene har vært grunnlag for å analysere effekten av beskatning, klimaendringer og invasjon av vasspest. Til sammen har materialet til nå vært anvendt i 22 vitenskapelige artikler. Dataserien er blant de lengste sammenhengende tidsseriene for ferskvannskrepser i verden, og har stor interesse også utenfor landets grenser. Krepser er en rødlisteart som er sterkt truet, og det viktigste formålet med overvåkingen er å bidra med underlag for å sikre denne unike bestanden, blant annet ved å fastsette tidsriktige reguleringer av krepsefisket. Dataene vil kunne bidra til å gi reguleringene høy legitimitet. De lokale fiskerne er viktige bidragsytere til en ansvarlig forvaltning med fangststatistikker og prøvefiske.

Overvåkingsprogrammet vil fortsette i et samarbeid mellom de lokale fiskerne, Steinsfjorden fiskeforening, Fylkesmannen i Buskerud og Norsk institutt for naturforskning. De innsamlede data vil fortsatt stilles til rådighet for



forskningsmiljøer som ønsker langtidsserier som grunnlag for analyser og forskning.

## Takksigelser

I forbindelse med feltregistreringene av krepsebestanden fra 1979 har vi fått hjelp av Torleif og Terje Steinsæther, Kjell Sundøen og Truls Kristensen. Steinsfjorden Fiskeforening har registrert antall teiner, og tellingene har vært utført av Kjell Sundøen. Lokale krepsefiskere har velvillig hjulpet oss med fangstregistreringer. Undersøkelsene har vært finansiert av Direktoratet for naturforvaltning og fylkesmannen i Buskerud, og har vært gjennomført med betydelig egeninnsats.

## Referanser

Abrahamsson, S.A.A. & Goldman, C.R. 1970. Distribution, density and production of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) in Lake Tahoe, California-Nevada. *Oikos* 21:83-91.

Berge, D. (red). 1983. Tyrifjordundersøkelsen 1978 - 81. Sammenfattende sluttrapport. Tyrifjordutvalget NIVA. ISBN 82-90356-31-5.

Berge, D. (red). 1989. Vasspest. Problem og ressurs. Sammenfattende sluttrapport fra vasspestprosjektene. NIVA-rapport O-86238, 32 s.

Brettum, P. 1997. Vannkvalitetsovervåking i Tyrifjorden, Steinsfjorden og tilløpselvene Sogna og Storelva. NIVA-rapport O-96166.

Bråthen, J.E. 1999. Interaksjon mellom vasspest (*Elodea canadensis* Michx.) og krepse (*Astacus astacus* L.) i Steinsfjorden. Cand. Scient. Oppgave, Univ i Oslo, Biologisk Institutt, 41 s.

Dehli, E. 1981. Åbor og ferskvannskrepse. *Fauna* 34: 64-67.

Direktoratet for naturforvaltning. 1999. Nasjonal rødliste for truede arter i Norge 1998. DN-rapport, 3, 1-161.

Doremus H, Andreen WL, Camacho AE, Farber DA, Glicksman RL, Goble DD, Karkkainen BC, Rohlf D, Tarlock AD, Zellmer SB, Jones SC & Huang Y (2011). Making Good Use of Adaptive Management (April 1, 2011). Center for Progressive Reform White Paper No. 1104; UC Irvine School of Law Research Paper No. 2011-24. Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1808106>

Enerud, J. og Garnås, E. 1999. Fiskeribiologiske undersøkelser i Steinsfjorden i 1998, Hole og Ringerike kommuner, Buskerud fylke. Rapport. Fylkesmannen i Buskerud.

Hessen, D.O., Skurdal, J. & Braathen, J.E. 2004. Plant exclusion of an herbivore; crayfish population decline caused by an invading waterweed. *Biological Invasions* 6:133-140

Holling, C.S. 1978. Adaptive Environmental Assessment and Management. Wiley, Chichester, UK.

Huitfeldt-Kaas, H. 1914. Forslag til love for krebsfiskeriene. J. Griegs boktrykkeri, Bergen, 16 s. (Særtrykk av Norsk Fiskeritidende 8 og 9).

Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandfiskenes utbredelse og indvandring i Norge, med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet, Kristiania, 106 s.

Huner, J.V., Henttonen, P. & Lindqvist, O.V. 1991. Observations on noble crayfish, *Astacus astacus* Linnaeus, (Decapoda, Astacidae), populations in central Finland - management implications. *J. Shellfish Research*, 10, 187193.

Johnsen, S.I. 2013. Nasjonal overvåking av edelkreps - presentasjon av overvåkingsdata og bestandsstatus - NINA Rapport 941. 95 s. + vedlegg.

Krepseutvalget. 1981. Rapport og innstilling fra Krepseutvalget. Rapport fra utvalg oppnevnt av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk for å komme med forslag til regler og tiltak vedrørende krepsefangst, Trondheim, 41 s.

Lund, H. M.-K. 1941. En biologisk undersøkelse av krepsen (*Potamobius astacus*) i Norge, med særlig vekt på dens næring, vekst og forplantning. Hovedfagsoppgave i zoologi ved Universitet i Oslo, 63 s.

Lund, H. M.-K. 1944. A study of the food of the crayfish. *Nytt Mag. for Nat. Vitenskap*. B4: 219-250.

McGriff, D. 1983. Growth, maturity and fecundity of the crayfish *Pacifastacus leniusculus*, from the Sacramento-San Joaquin Delta. *California Fish Game* 69:227-242.

Mjelde, M. & Johansen, S.W. 1997. Vasspest i Steinsfjorden. Status for utbredelse og omfang i 1996. NIVA-rapport O-96161.

Mjelde, M., Lombardo, P., Johansen, S.W. & Berge, D. 2012. Mass invasion of nonnative *Elodea canadensis* Michx. In a large, clear-water, species-rich Norwegian lake - impact on macrophyte biodiversity. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 48:225-240.

Momot, W. & Gowing, H. 1977. Production and population dynamics of the crayfish *Orconectes virilis* in three Michigan lakes. *J. Fish. Res Board Canada* 34:2041-2055.

Norges Forskningsråd. 2003. Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning - viktige terrestriske og limniske dataserier. Rapport nr 2, 66 s.

- Olsson, K., Granéli, W., Ripa, J. & Nyström, P. 2010. Fluctuations in harvest of native and introduced crayfish are driven by temperature and population density in previous years. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 67(1): 157-164. doi: 10.1139/F09-170
- Qvenild, T., Skurdal, J. & Dehli, E. 1982. Fangst og bestandsdynamikk for krepser i Steinsfjorden. Tyrifjordutvalget, Fagrapport. 16, 49s.
- Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 382 pp.
- Skogheim, O.K. & Rognerud, S. 1978. Recent changes in plankton communities and present trophic state of Lake Steinsfjorden. *Arch. Hydrobiol.* 83: 179 - 199.
- Skurdal, J. & Qvenild, T. 1986. Growth, maturity and fecundity of *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, S.E. Norway. *Freshwater Crayfish* 6: 182-186.
- Skurdal, J., Qvenild, T., Taugbøl, T. & Garnås, E. 1991. Krepseundersøkelser i Steinsfjorden, Buskerud fylke, 1979 - 1990. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen Rapp. 7-1991, 38 s
- Skurdal, J. & Taugbøl, T. 1994. Do we need regulations for catching crayfish? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 4:461-485.
- Skurdal, J., Taugbøl, T. & Garnås, E. 1996. Catching season as a tool in crayfish management. *Freshwater Crayfish* 11: 501-511.
- Skurdal, J. & Garnås, E. 1997. Utviklingen av krepsebestanden i Steinsfjorden 1979-1996. ØF-rapport 1997/11.
- Skurdal, J. & Garnås, E. 2009. Status og overvåking av krepsebestanden i Steinsfjorden i Buskerud 1980-2008. Fylkesmannen i Buskerud, miljøvernnavdelingen rapport 2, 28 s.
- Skurdal, J. & Taugbøl, T. 2001. *Astacus*. In: *Biology of freshwater crayfish*, (ed. D.M. Hodich, D.M.), pp. 467-510. Blackwell Science, Oxford. ISBN 0-632-05431-X.
- Skurdal, J., Garnås, E. & Taugbøl, T. 2002. Management strategies, yield and population development of the noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 367:845-860.
- Skurdal, J., Taugbøl, T. & Garnås, E. 2003. Overvåking av krepsebestanden i Steinsfjorden, Hole og Ringerike kommuner, Buskerud fylke. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernnavdelingen Rapport nr 3, 43 s.
- Skurdal, J., Hessen, D.O., Garnås, E. & Vøllestad, A. 2011. Fluctuating fecundity parameters and reproductive investment in crayfish: driven by climate or chaos? *Freshwater Biology* 56(2): 335-341.
- Stenseth, N.C., Mysterud, A., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Chan, K-S. & Lima, M. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. *Science* 297: 1292-1296.
- Taugbøl, T. & Eriksen, H. 1991. Krepsefisket i Norge 1990. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernnavdelingen Rapp.
- Taugbøl, T., Skurdal, J. & Håstein, T. 1993. Crayfish plague and management strategies in Norway. *Biological Conservation* 63:75-82
- Williams, B.K. 2011. Adaptive management of natural resources – framework and issues. *Journal of Environmental Management* 92 (5):1346-1353. doi: 10.1016/j.jenvman.2010.10.041
- Zimmermann JKM. 2012. Noble crayfish (*Astacus astacus*) in a changing world – implications for management. Doctoral Thesis. Mid Sweden University, Sundsvall, Sweden.