

**ØF-Rapport nr. 16/1999**

**Kreps i kalkede vann:  
Reetablering og utvikling av  
eksisterende bestander**

**av**

**Trond Taugbøl**

# Østlandsforskning

er et forskningsinstitutt som ble etablert i 1984 med Oppland, Hedmark og Buskerud fylkeskommuner samt Kommunaldepartementet som stiftere, og har i dag 50 ansatte.

**Østlandsforskning** er lokalisert i høgskolemiljøet på Lillehammer. Instituttet driver anvendt, tverrfaglig og problemorientert forskning og utvikling.

**Østlandsforskning** er orientert mot en bred og sammensatt gruppe brukere. Den faglige virksomheten er konsentrert om tre områder:

*Regional- og næringsforskning*  
*Kommunal- og samfunnsforskning*  
*Miljøvern- og naturforvaltningsforskning*

**Østlandsforskning**s viktigste oppdragsgivere er departement, fylkeskommuner, kommuner, statlige etater, råd og utvalg, Norges forskningsråd, næringslivet og bransjeorganisasjoner.

**Østlandsforskning** har samarbeidsavtaler med Høgskolen i Lillehammer, Høgskolen i Hedmark og Norsk institutt for naturforskning. Denne kunnskapsressursen utnyttes til beste for alle parter.

**ØF-rapport nr. 16/1999**

**Kreps i kalkede vann:  
Reetablering og utvikling av eksisterende bestander**

**av**

**Trond Taugbøl**



**Østlandsforskning**

**Tittel:** Kreps i kalkede vann: Reetablering og utvikling av eksisterende bestander

**Forfattere:** Trond Taugbøl

**ØF-rapport nr.:** 16/1999

**ISBN nr.:** 82-7356-448-7

**ISSN nr.:** 0809-1617

**Prosjektnummer:** M930

**Prosjektnavn:** Kreps i kalkede vann

**Oppdragsgiver:** Direktoratet for naturforvaltning

**Prosjektleder:** Trond Taugbøl

**Referat:** Prosjektet omfatter lokalitetene Rokosjøen (Løten kommune), Bæreia og Digeren (Kongsvinger kommune), Søndre Øyungen (Eidskog kommune) og Dølisjøen (Sør-Odal kommune) i Hedmark. Alle sjøene er påvirket av forsuring, og hensynet til krepsen er hovedårsaken til kalkingen. Prosjektets hovedmål er å undersøke effekten av å kalke krepselokaliteter når det gjelder: 1) å reetablere utdødde eller sterkt reduserte bestander ved ny-utsettinger (Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen) og 2) å snu en negativ trend m.h.t. krepsbestandens størrelse og fordeling (Bæreia og Rokosjøen). I Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen er det for tidlig å si om reetablering lykkes, men vekst og overlevelse av utsatt kreps indikerer at forholdene for kreps er bra. I Rokosjøen har kalkingen ført til en markert større andel stor kreps i teinefangstene. Også tettheten av kreps har økt i hele innsjøen. I Bæreia har teinefangst av voksen kreps økt, selv om økningen har vært mindre enn forventet. Generelt har kalkingen ført til god vannkvalitet, men det kan fortsatt synes som om surstøtepisoder på senvinter/vår har negativ effekt på reproduksjon i enkelte lokaliteter.

**Sammendrag:** Norsk

**Emneord:** Kreps, forsuring, kalking, reetablering

**Dato:** Juli 1999

**Antall sider:** 78

**Pris:** Kr 100,-

**Utgiver:** Østlandsforskning  
Postboks 1066 Skurva  
N-2601 Lillehammer  
Telefon 61 26 57 00  
Telefax 61 25 41 65  
e-mail: oef@ostforsk.no  
<http://www.ostforsk.no>

©Dette eksemplar er fremstilt etter KOPINOR, Stenergate 1 0050 Oslo  
1. Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og i strid med  
åndsverkloven er straffbart og kan medføre erstatningsansvar.



## Forord

Prosjektet "Kreps i kalkede vann: Reetablering og utvikling av eksisterende bestander" har vært finansiert av Direktoratet for naturforvaltning og gjennomført av Østlandsforskning i perioden 1995-1998 i et bredt samarbeid med mange aktører. Vi takker følgende (i tilfeldig rekkefølge) for god bistand: Sportsfiskerforeningen Raufjøringen, ferskvannsgruppa v/Holt U-skole, BioLimno v/ Einar Kystvåg, Kongsvinger Jeger- og Fiskerforening, Arild Endal, Torsten Herud, Even Engelhardt, Arvid Karlsen, Arne Linløkken, Svein B. Wærvågen og Ottar Taugbøl.

Denne rapporten markerer slutten på fire-års prosjektet. Fire år er imidlertid kort tid i forhold til å reetablere tapte eller sterkt reduserte krepsbestander. Det er derfor behov for en regelmessig overvåking også i årene som kommer for å kunne gi en bedre vurdering av kalkingeffekten på krepsbestandene.

Lillehammer, juni 1999

  
Jostein Skurdal  
Forskningsleder

  
Trond Taugbøl  
Prosjektleder



# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	7
<b>1 Innledning</b> .....	9
1.1 Prosjektets mål og problemstillinger .....	9
1.2 Omfang og oppbygging av rapporten .....	10
1.3 Navnebruk - definisjoner .....	11
<b>2 Kort om kreps, kalsium og forsuring</b> .....	13
<b>3 Prosjektlokaliteter og metoder</b> .....	15
3.1 Prosjektlokaliteter .....	15
3.2 Generelt om metoder .....	17
3.2.1 Vannkjemi .....	17
3.2.2 Krepseforekomst .....	18
3.2.3 Fiskeforekomst .....	20
3.2.4 Utsettingsmateriale - tillatelser .....	21
<b>4 Rokosjøen (Løten kommune)</b> .....	23
4.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995 .....	23
4.2 Mål og problemstillinger for Rokosjøen .....	23
4.3 Materiale og metoder .....	24
4.4 Resultater og diskusjon .....	25
4.4.1 Vannkjemi .....	25
4.4.2 Kreps .....	28
4.4.3 Fisk .....	31
<b>5 Bæreia (Kongsvinger kommune)</b> .....	33
5.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995 .....	33
5.2 Mål og problemstillinger for Bæreia .....	33
5.3 Materiale og metoder .....	34
5.4 Resultater og diskusjon .....	35
5.4.1 Vannkjemi .....	35
5.4.2 Kreps .....	36
5.4.3 Fisk .....	38
<b>6 Søndre Øyungen (Eidskog kommune)</b> .....	39
6.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995 .....	39
6.2 Mål og problemstillinger for Søndre Øyungen .....	39

6.3	Materiale og metoder .....	39
6.4	Resultater og diskusjon .....	41
6.4.1	Vannkjemi .....	41
6.4.2	Kreps .....	43
6.4.3	Fisk .....	45
<b>7</b>	<b>Digeren (Kongsvinger kommune) .....</b>	<b>47</b>
7.1	Status for krepsforekomst og vannkjemi fram til 1995 .....	47
7.2	Mål og problemstillinger for Digeren .....	47
7.3	Materiale og metoder .....	47
7.4	Resultater og diskusjon .....	49
7.4.1	Vannkjemi .....	49
7.4.2	Kreps .....	51
7.4.3	Fisk .....	54
<b>8</b>	<b>Dølisjøen (Sør-Odal kommune) .....</b>	<b>55</b>
8.1	Status for krepsforekomst og vannkjemi fram til 1995 .....	55
8.2	Mål og problemstillinger for Dølisjøen .....	55
8.3	Materiale og metoder .....	55
8.4	Resultater og diskusjon .....	57
8.4.1	Vannkjemi .....	57
8.4.2	Kreps .....	58
8.4.3	Fisk .....	59
<b>9</b>	<b>Overlevelse- og kalsifiseringsstudier .....</b>	<b>61</b>
9.1	Overlevelse .....	61
9.1.1	Overlevelse hos rogn .....	61
9.1.2	Overlevelse hos voksen kreps gjennom skallskifte .....	64
9.2	Kalsifisering/Mineralisering .....	64
<b>10</b>	<b>Sammenfattende diskusjon .....</b>	<b>69</b>
10.1	Utvikling i krepsbestand etter kalking .....	69
10.2	Gir kalkingen god nok vannkvalitet for krepsen? .....	71
10.3	Kunnskapsbehov .....	72
	<b>Referanser .....</b>	<b>75</b>

## Sammendrag

Prosjektets hovedmål har vært å undersøke effekten av å kalke krepselokaliteter når det gjelder:

- 1) å reetablere utdødde eller sterkt reduserte bestander ved ny-utsettinger (Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen)
- 2) å snu en negativ trend m.h.t. krepsbestandens størrelse og fordeling (Bæreia og Rokosjøen).

Prosjektet omfatter lokalitetene Rokosjøen (Løten kommune), Bæreia og Digeren (Kongsvinger kommune), Søndre Øyungen (Eidskog kommune) og Dølisjøen (Sør-Odal kommune), alle i Hedmark. Alle sjøene er påvirket av forsuring. Innsjøene representerer en gradient når det gjelder bestandsstatus for kreps: Pr. 1994 var Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen krepsertomme eller kun en svært tynn bestand igjen. I Bæreia var det relativt bra med småkreps, mens de store krepsene i stor grad var forsvunnet. I Rokosjøen hadde forsuringen hatt mindre effekt på krepsbestanden, men trolig var en mindre gjennomsnittsstørrelse på krepsen en sannsynlig forsuringseffekt. Bæreia ble kalket første gang i 1991, Rokosjøen, Digeren og S. Øyungen i 1994 og Dølisjøen i 1996. Fra 1995 er det foretatt vannkjemianalyser, prøvefiske etter kreps med teiner og dykking, samt prøvefiske med oversiktsgarn. Overlevelse hos rogn/ungel og voksen kreps i forbindelse med skallskifte, samt kalsifisering/mineralisering av krepseskallet etter skallskifte, er studert ved burforsøk ute i to av lokalitetene (Dølisjøen og Digeren, samt Einavann som kontroll). Utsetting av kreps er foretatt i Digeren og S. Øyungen i 1995-97, og i Dølisjøen i 1996-97.

I Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen, hvor krepsen var utryddet, er det fortsatt for tidlig å si om reetableringen vil lykkes. Gjenfangst av utsatt voksen kreps i alle tre lokalitetene og i tillegg unger i S. Øyungen og Digeren, viser imidlertid at overlevelse og vekst er bra. I Bæreia har kalkingen gitt effekt i form av økt teinefangst av voksen kreps, selv om denne økningen har vært mindre enn forventet. I Rokosjøen har kalkingen ført til en markert større andel stor kreps i teinefangstene, dvs. det har blitt enten bedre vekst eller bedre overlevelse for store individer. Også tettheten av kreps har økt i hele innsjøen.

Generelt har vannkvaliteten i forsøkslokalitetene vært tilfredsstillende etter kalking, og de påviste positive effekter på krepsbestanden i Rokosjøen og Bæreia er trolig et resultat av det. Vannkjemiundersøkelser indikerer imidlertid at surstøtsepisoder på senvinter/vår fortsatt kan være et problem i strandnære områder, og det er uvisst hvilken

effekt disse episodene har på reproduksjonen. Burforsøk i Dølisjøen kan tyde på at lav pH i løpet av senvinter/vår forårsaker problemer for rekrutteringen.

I løpet av prosjektet har det blitt avdekket mange nye problemstillinger og kunnskapsbehov. Det er spesielt tre forhold det bør skaffes mer kunnskap om:

- 1) Krepsens habitatvalg gjennom senvinter/vår.
- 2) Reproduksjon i kalka lokaliteter - effekt av surstøtsepisoder.
- 3) Utlegging av kalksteinsrøyser som mulig forbedringstiltak for kreps i forsura/kalka lokaliteter



# 1 Innledning

Forsuring er en alvorlig trussel mot det biologiske mangfoldet i våre vassdrag, og kreps er en av de artene som er mest følsomme for forsuring (Appelberg & Odelström 1990). En rekke krepsebestander på Østlandet, som er krepsens hovedutbredelsesområde, har enten forsvunnet eller blitt sterkt redusert på grunn av forsuring (Taugbøl & Skurdal 1996). Vår krepseart, edelkreps (*Astacus astacus*), regnes internasjonalt som en truet dyreart. Den største trusselen mot edelkrepsen som art, er utsetting av amerikanske krepsearter som kan smitte edelkrepsen med krepsepest. Av europeiske land med edelkreps er det kun Norge og Estland som ikke har bestander av amerikansk kreps. Norge er derfor blant landene som har de beste forutsetninger for å bevare edelkrepsen i et langt tidsperspektiv. Innenfor bevaringsarbeidet er det imidlertid også nødvendig å gjøre en innsats for å re-etablere og styrke bestander som er forsvunnet eller svekket på grunn av forsuring eller andre forhold. Kalking er et godt virkemiddel for å reetablere og opprettholde liv i forsura vassdrag. I Norge har kalkingen først og fremst konsentrert seg om å bevare eller reetablere laksefisk, men i de siste årene har det også blitt fokusert på kalking for å bevare truede krepsebestander.

## 1.1 Prosjektets mål og problemstillinger

Prosjektet "Kreps i kalkede vann: Re-etablering og utvikling av eksisterende bestander" omfatter lokalitetene Rokosjøen (Løten kommune), Bæreia og Digeren (Kongsvinger kommune), Søndre Øyungen (Eidskog kommune) og Dølisjøen (Sør-Odal kommune), alle i Hedmark. Alle sjøene er påvirket av forsuring, og hensynet til krepsen er hovedårsaken til kalkingen. Innsjøene representerte en gradient når det gjaldt bestandsstatus for kreps: Pr. 1994 var Digeren, Dølisjøen og Søndre Øyungen krepsetomme eller med kun en svært tynn bestand igjen. I Bæreia var det relativt bra med småkreps, mens de store krepsene i stor grad var forsvunnet. I Rokosjøen hadde forsuringen hatt minimal effekt på krepsebestanden. Bæreia ble kalket første gang i 1991, Rokosjøen, Digeren og S. Øyungen i 1994, og Dølisjøen i 1996.

Prosjektets hovedmål har vært å undersøke effekten av å kalke krepselokaliteter når det gjelder:

- 1) å re-etablere utdødde eller sterkt reduserte bestander ved hjelp av utsettinger (Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen)
- 2) å snu en negativ trend m.h.t. krepsebestandens "kvalitet" (bestandsstørrelse og størrelsessammensetning) (Bæreia og Rokosjøen).

Problemstillinger i den forbindelse har vært:

- a) hvordan utvikler krepsbestandene seg i de ulike lokalitetene etter kalking, sett i relasjon til bestandens utgangspunkt, utsetninger, fiskebestand og vannkvalitet?
- b) hva slags utsetningsmateriale er best for å bygge opp igjen en bestand: voksen kreps eller yngel?
- c) vil det forekomme surstøtsepisoder eller gradienter i vannkvalitet selv etter kalking som kan gjøre forholdene vanskelige for kreps?
- d) hvordan er overlevelsen i ulike følsomme stadier (1: perioden fra eggutlegging og fram til klekking, 2: skallskifte hos voksen kreps)?
- e) hvordan er kalsifiseringen av krepsens skall etter skallskifte i de forsura/kalkede lokalitetene sammenlignet med mer optimale lokaliteter?

En nærmere presisering av målsetting og problemstillinger for de enkelte lokaliteter er gitt i kapitlene 4-8.

I reetableringssammenheng er en periode på fire år veldig kort. En kan derfor ikke forvente klare resultater på om reetablering lykkes innenfor prosjektperioden. Data om vekst og overlevelse, og dermed klare indikasjoner på om den utsatte krepsen trives, kan imidlertid innhentes. Det blir desto viktigere å sørge for en fortsatt overvåking av bestandsutviklingen etter at prosjektperioden er over.

## **1.2 Omfang og oppbygging av rapporten**

Denne rapporten markerer slutten på fire-års prosjektet og er en oppsummering og sammenfatning av tidligere årsrapporter (Taugbøl et al. 1996, Taugbøl 1997, 1998, 1999). I sluttrapporten er det fokusert på hovedresultater og trender. Endel detaljer om kreps materialet og primærdata for vannkjemi er ikke tatt med, men kan finnes i de enkelte årsrapportene.

I Kap. 2 gis en kort redegjørelse om kreps i forhold til kalsium og forsuring som er viktige faktorer når det gjelder krepsens forekomst og utbredelse. I Kap. 3 gis en samlet presentasjon av forsøkslokalitetene og metoder som er anvendt i undersøkelsene. Deretter presenteres kapittelvis (Kap. 4-8) de fem forsøkslokalitetene med status for vannkjemi og krepsforekomst før kalking, problemstillinger og resultater. Overlevelse- og kalsifiseringsforsøkene som har pågått i to av lokalitetene (Dølisjøen og Digeren, med Einavann som kontroll-lokalitet) presenteres i et eget kapittel (Kap. 9). Til slutt (Kap. 10) gis en oppsummerende diskusjon samt påpeking av nye kunnskapsbehov i forhold til forsuring, kreps og kalking.



### 1.3 Navnebruk - definisjoner

I Norge har vi kun én art ferskvannskreps, nemlig edelkrepsen (*Astacus astacus*). I dagligtale omtales den kun som kreps, og denne betegnelsen bruker vi også i rapporten når vi snakker om “vår” art. Betegnelsen kreps brukes også i mer generelle vendinger, og kan da omfatte ulike arter ferskvannskreps som en felles gruppe. Når det henvises spesielt til andre, fremmede krepsearter brukes artens eget navn.



## 2 Kort om kreps, kalsium og forsuring

Krepsen er omgitt av et hardt, ytre skall hvor kalsium er et viktig byggelement. Når krepsen vokser, må den skifte skall. Før skallskiftet blir endel kalsium trukket ut av det gamle skallet og lagret i de såkalte krepsensteinene (gastrolitter) i krepsens mave (Willig & Keller 1973). Etter skallskiftet blir dette kalsiumlageret brukt til å bygge opp det nye skallet. I tillegg må krepsen også ta opp kalk direkte fra vannet for å gjøre det nye skallet hardt og robust (Adegboye et al. 1975, Malley 1980, Wheatly & Gannon 1995). Det må derfor være en viss kalsiummengde i vannet for at krepsen skal kunne leve der. Det finnes lite dokumentasjon på minimumsnivået som trengs. For en annen europeisk krepseart, *Austropotamobius pallipes*, hevdes det at kalsiumkonsentrasjonen må være  $>5$  mg Ca/l (Jay & Holdich 1977, 1981). Vi vet imidlertid fra norske og finske lokaliteter at det kan være gode edelkrepsbestander ved ca. 2 mg Ca/l (Jussila et al. 1995, denne rapporten). Også ferskvannskreps av slekten *Orconectes* kan finnes i vann med så lave kalsiumverdier (France 1987). Ved lavere verdier vil trolig krepsen få store problemer. Generelt er norske vassdrag svært kalsiumfattige, og nettopp lav kalsiumkonsentrasjon er trolig en av de viktigste faktorene som begrenser krepsens utbredelse.

Krepsen er blant våre mest forsuringfølsomme organismer, og generelt vil pH-verdier under 6 gi forsuringsskader (Appelberg & Odelström 1990). Rogn og yngel-stadiene er de mest følsomme. Eksperimentelt er det for disse stadiene påvist fysiologiske forstyrrelser ved pH-verdier 5.6 - 5.8, med økt dødelighet som resultat. Ved rognutleggingen vil surt vann påvirke selve festingen av rogn til krepsens haleføtter. Rogna vil dermed lettere mistes under den lange perioden (oktober - juni) som de må bæres under halen fram mot klekking. Hvis rogn utsettes for surt vann i perioden fram til klekking er det også påvist økt dødelighet, spesielt i forbindelse med den nyklekte yngelens første skallskifte (Appelberg 1984, Appelberg & Odelström 1990).

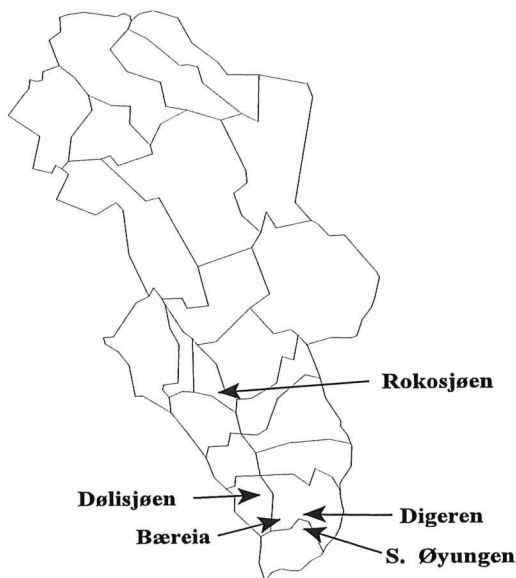
Etter skallskifter har både yngel og voksen kreps et sterkt behov for raskt å kalsifisere skallet, dvs. gjøre skallet hardt. Dette for raskere å komme i gang med næringsopptak samt for å få bedre beskyttelse mot fisk og andre fiender som spiser kreps. Kalsifiseringsprosessen krever, som tidligere nevnt, opptak av kalsium fra vannet. Denne prosessen er svært pH-følsom ved at surt vann blokkerer opptaksmekanismen. Forsøk med en amerikansk krepseart viste at kalsium-opptaket ble betydelig hemmet ved pH lavere enn 5.75 (Malley 1980). For krepseyngel er det påvist at ved pH 5.6 var opptakshastigheten av kalsium halvert i forhold til ved nøytralt vann (Appelberg & Odelström 1990). Hvis kalsiuminnholdet i vannet er lavt, f.eks.  $<2-3$  mg Ca/l som er vanlig i svært mange norske krepselokaliteter, vil effekten av forsuringen forsterkes.

Svenske laboratorieforsøk og felterfaringer konkluderer med at voksen kreps i mindre grad er følsom for forsuring, selv under skallskiftet, og at det er rekrutteringen, dvs. egg og ungeproduksjonen, som blir ødelagt (Appelberg & Odelström 1990). I litteraturen har vi ikke funnet beskrevet tilfeller der det i størst grad er den voksne delen av krepsbestanden som blir borte eller sterkt redusert. I Søndre Billingen og Bæreia i Hedmark er det imidlertid observert en sterk tilbakegang i bestanden av voksen kreps (>90 mm), mens småkrepsen fortsatt finnes i relativt bra mengde (Taugbøl 1994). Det har ikke vært overbeskatning av store individer her, men pH og kalsium-nivået tilsier at forsuringen må skape store problemer. Spørsmålet blir da om forsuringen, kombinert med bl.a. svært lav kalsiumkonsentrasjon, kan gi en bestandsrespons der voksne individer i hovedsak blir rammet? Videre er det spørsmål om det kan være et for-stadium til denne bestandsresponsen vi har observert i Rokosjøen, i og med at krepsen i fangstene synes å ha blitt mindre av størrelse de siste årene (Taugbøl & Linløkken 1995). Oppfølgende undersøkelser gjennom dette prosjektet, etter kalking i Rokosjøen og Bæreia, vil kunne påvise om det skjer endringer i størrelsessammensetningen i retning mot større kreps. Det vil isåfall indikere at den voksne krepsen hadde problemer med forsuring/lavt kalsium-nivå før kalkingen.

### 3 Prosjektlokaliteter og metoder

#### 3.1 Prosjektlokaliteter

En oversikt over beliggenheten til prosjektlokalitetene er gitt i Fig. 3.1. Rokosjøen ligger i Løten kommune og drenerer via Rokoelva/Svartelva til Mjøsa. Bæreia og Digeren ligger begge i Kongsvinger kommune. Bæreia drenerer via Vrangselva til Sverige, mens Digeren dreneres av Skinnarbølåa til Vingersjøen og videre ut i Glomma. Søndre Øyungen ligger i Eidskog kommune og drenerer også via Vrangselva til Sverige. Dølisjøen ligger i Sør-Odal kommune og drenerer via utløpselva Sloa til Glomma.



*Fig. 3.1. Oversikt over Hedmark fylke og beliggenheten til prosjektlokalitetene.*

Tab. 3.1 gir en fysisk beskrivelse av prosjektlokalitetene samt oversikt over kalkingshistorie og registrerte minimumsverdier for pH og kalsium før kalking. Verdiene for de enkelte lokaliteter kan ikke uten videre sammenlignes fordi de kan være registrert ved forskjellige årstider, men de er tatt med for å vise at for alle lokalitetene har pH og kalsium-nivået vært kritisk for krepsen.

En oversikt over krepseforekomst pr. 1994 og fiskearter i de ulike lokalitetene er gitt i Tab. 3.2.



**Tabell 3.1.** Fysisk beskrivelse, kalkingshistorie t.o.m. 1998 og registrerte minimumsverdier for pH og kalsium i prosjektlokalitetene før kalking (årstall og referanse for registreringer er også angitt).

Lokalitet (NVE-nr.)	H.o.h. (m)	Innsjø- areal (km <sup>2</sup> )	Nedbør- felt (km <sup>2</sup> )	Middel- dyp (m)	Kalkingshistorie (mengde CaCO <sub>3</sub> )	Registrerte min.-verdier for pH og kalsium (mg/l) før kalking
Rokosjøen (253)	215	3,36	96	6,3	20.10.94: 42 tonn 05.10.95: 82 tonn 24.06.96: 123 tonn 12.06.97: 116 tonn 17.06.98: 116,1 tonn	1994: pH 5.7; Ca 2.5 (Taugbøl & Linløkken 1995)
Bæreia (4203)	231	1,38	11	7,5	1991: 60 tonn 1994: 27 tonn 1995: 19 tonn 01.08.96: 19,9 tonn 08.08.97: 19 tonn 04.06.98: 19,6 tonn	1989: pH 5.8; Ca 1.8 (Rognerud 1992)
Søndre Øyungen (369)	194	1,36	22	9,1	11.11.94: 248 tonn 04.09.95: 47 tonn	1993/94: pH 5.5; Ca 2.3 (Skaug 1994, Hindar & Skiple 1995)
Digeren (155)	236	2,64	48	17,5	21.10.94: 150 tonn 28.09.95: 120 tonn 17.06.96: 132 tonn 17.10.97: 120 tonn 24.06.98: 106,6 tonn	1993: pH 5.4; Ca 1.6 (Skaug 1994, Hindar & Skiple 1995)
Dølisjøen (153)	170	1,50	25	6,5	26.06.96: 110 tonn 19.06.97: 104 tonn 25.06.98: 105,7 tonn	1995: pH 4.8; Ca 2.2 (Taugbøl et al. 1996)

**Tabell 3.2.** Oversikt over krepseforekomst og fiskearter i prosjektlokalitetene.

Lokalitet	Forekomst av kreps pr. 1994	Fiskearter
Rokosjøen	relativt god bestand	abbor, mort, hork, laue, gjedde, lake
Bæreia	relativt god bestand av småkreps. lite kreps > 90 mm	abbor, mort, gjedde, lake, ørret (tynn bestand, utsatt)
S. Øyungen	utdødd, evt. svært tynn bestand	abbor, hork, steinulke, krøkle, ørekyte, ørret (tynn bestand)
Digeren	utdødd, evt. svært tynn bestand	abbor, mort, gjedde, lake, ørret (tynn bestand)
Dølisjøen	utdødd, evt. svært tynn bestand	abbor, mort, hork, brasme, gjedde, krøkle, lake, ørret (få individer, utsatt)

## 3.2 Generelt om metoder

I det følgende gis en generell oversikt over metoder som er benyttet. En nærmere beskrivelse av materiale og metoder for kreps og fisk er gitt i kapitlene for de enkelte prosjektlokalitetene.

### 3.2.1 Vannkjemi

Vannkemiske data fra forsøkslokalitetene er skaffet tilveie på flere måter:

- ved direkte analyse ute i lokaliteten ved bruk av Hydrolab-sonde (H-20 Multiprobe). Hydrolab-sonden er jevnlig kalibrert og sjekket mot pH-meteret på laboratoriet på Høgskolen i Hedmark (HiH), avd. Blæstad.
- ved vannprøvetaking og senere analyse ved HIAS-Vannlaboratoriet og Høgskolen i Hedmark, avd. Blæstad (Rokosjøen) og ved Næringsmiddeltilsynet Glåmdal (Bæreia, Søndre Øyungen, Digeren og Dølisjøen).
- ved tilgang på data fra Norsk Institutt for Vannforskning (Digeren og Søndre Øyungen) (A. Hindar, primærdata fra upubl. manus).
- fra tidligere publiserte arbeider i Rokosjøen (Taugbøl & Linløkken 1995), Digeren og Søndre Øyungen (Skaug 1994, Engen et al. 1995, Berg & Gulliksen 1996).

De viktigste parametrene i denne sammenhengen har vært pH, kalsium og alkalitet, men også parametre som farge, turbiditet og ledningsevne har blitt jevnlig analysert. Oversikt over primærdata analysert gjennom prosjektet finnes i årsrapportene.

### 3.2.2 Krepseforekomst

Krepseforekomst er undersøkt både ved teinefangst og dykking. Fangst pr. innsats, enten som antall kreps pr. teinenatt (K/TN) ved teinefangst, eller antall kreps fanget pr. tidsenhet ved dykking, er brukt som et relativt estimat på tettheten av kreps. All fanget kreps ble lengdemålt (total lengde fra pannespiss til ytterst på midtre haleflik) og kjønnsbestemt før de ble sluppet tilbake til innsjøen.

#### *Teinefangst*

Ved teineundersøkelsene ble det benyttet sammenleggbare, sylinderformede teiner (diam. 24 cm, lengde 48 cm) med to åpninger (5x5 cm) og maskevidde 12 mm. De ble satt om kvelden og tømt morgenen etter. Fangbarheten til krepsen i forhold til teiner varierer mye over tid og er først og fremst avhengig av skallskiftfase og temperatur (Appelberg & Odelström 1985, Skurdal et al. 1985). Skallskiftene foregår normalt i løpet av juli-august. Like før, under og etter skalsskiftet (totalt ca. en uke), er krepsen i svært liten grad fangbar med teiner. Skallskiftetidspunktet kan variere fra lokalitet til lokalitet avhengig av temperaturforholdene, noe som kan gjøre det vanskelig å sammenligne teinefangster fra ulike lokaliteter. Krepsens aktivitet og næringsopptak er også svært temperaturavhengig, og ved temperaturer under 8-10°C er krepsen lite fangbar med teiner. For å minimalisere effekten av skallskifter og lav temperatur er prøvfisket i hovedsak gjennomført i perioden fra slutten av august til midten av september.

Det er videre kjent at en rekke andre faktorer også påvirker teinefangsten og dermed også sammenligningen mellom ulike lokaliteter og/eller fangsttidspunkt. Slike faktorer er f.eks. teinetype, maskevidde, bunnssubstrat, månesyklus, tilstedeværelse av predatorfisk og åtetype (jf. Taugbøl et al. 1997a og referanser her). Påvirkning av slike faktorer er minimalisert ved å bruke standard teinetype og karpefisk som åte (med noen få unntak av praktiske grunner).

Teinefangst av kreps er også størrelses- og kjønnssektiv med favorisering av hanner og større kreps sammenlignet med bestanden for øvrig (Qvenild & Skurdal 1988). Kreps mindre enn 75 mm fanges i svært liten grad i teiner, selv om maskevidden er 12 mm. Imidlertid anser vi ikke dette å ha noen praktisk betydning i forhold til hensikten med teinefangsten i dette prosjektet.

Antall kreps pr. teinenatt (K/TN) gir et relativt mål på tettheten av kreps i en lokalitet. K/TN kan brukes til å sammenligne ulike krepselokaliteter og til å følge en bestandsutvikling over tid (Appelberg & Odelström 1985). Ofte ønsker man ved hjelp av K/TN å si om det er en tynn, middels eller god krepsebestand. Usikkerheten og



variasjonen i K/TN er imidlertid stor. Verdien avhenger av alle de faktorene som påvirker teinefangsten, og som ble nevnt ovenfor. Det er derfor viktig å foreta teinefisket under mest mulig sammenlignbare forhold. Men uansett vil det være stor tilfeldig variasjon, og tolkningen av K/TN-data må gjøres med varsomhet. K/TN-tallet må ses i sammenheng med krepsens lengdefordeling, beskatningen av bestanden, samt andre fysiske, kjemiske og biologiske data om lokaliteten. Ofte vil supplerende dykkeundersøkelser kunne gi essensiell tilleggsinformasjon, jf. situasjonen i Bæreia (Kap. 5). Kun teinefisket ville her forledet en til å tro at bestanden var utryddet. Hvis en god krepsbestand beskattes hardt, vil en stor andel av krepsen over minstemålet (95 mm) tas ut i løpet av krepsesesongen, og K/TN ved et prøvefiske etter sesongen kan bli lav (Skurdal et al. 1993). En slik krepsbestand vil allikevel være "bedre" enn en ubeskattet bestand med samme lave K/TN. Andelen kreps over minstemålet kan altså si noe om beskatningstrykket, men det har ikke vært noen aktuell problemstilling i dette prosjektet.

### **Dykking**

Dykking som fangstmetode er, i forhold til teinefangst, mye mindre påvirket av skallskifter og temperatur, og gjør det mulig å fange kreps også ved lave temperaturer. Videre vil en ved dykking fange kreps av mye mindre størrelse enn ved teinefangst. I dette prosjektet er dykkingen av praktiske grunner gjennomført på dagtid, og da ligger krepsen normalt i skjul under steiner, røtter, i huler, etc. Ved dagdykk er de store krepsene mindre fangbare enn ved nattdykk, sannsynligvis fordi de største krepsen har de vanskeligst tilgjengelige skjulestedene på dagen (f.eks under de største steienne og i de dypeste hulene). Dykkfangst og teinefangst er ikke sammenlignbare estimater for krepsetettheten, men er viktige for å utfylle hverandre, jf. erfaringen fra Bæreia (Kap. 5) hvor det ikke ble fanget noe kreps med teiner, men mye småkreps ved dykking. Typisk er gjennomsnittstørrelsen for dykkefanget kreps på dagtid i intervallet 55-75 mm, mens teinefangsten oftest er i intervallet 85-95 mm.

Antall kreps fanget pr. tidsenhet kan, på samme måte som K/TN ved teinefangst, brukes til å overvåke bestandsutviklingen over tid eller sammenligne lokaliteter (f. eks Taugbøl 1999a,b, Taugbøl 1993, 1994). Ofte brukes én time som enhet og fangster tatt ved kortere dykketid omregnes da til fangst pr. time ( $K/TD = \text{antall kreps fanget pr time dykk}$ ). Usikkerheten og variasjonen i K/TD er stor, på samme måte som for K/TN, og supplerende teineundersøkelser samt annen informasjon om lokaliteten er ofte nødvendig for å gi et riktig bilde av bestanden. Et av de største problemene med å sammenligne K/TD-verdier er den store variasjonen mellom ulike bunnforhold, dvs. ulik fangbarhet på ulikt substrat. Dette er spesielt gjeldende for dagdykk da krepsen må letes fram under stakk og stein. Ved sammenligning mellom år bør samme stasjon innen lokaliteten brukes og ved sammenligning av lokaliteter bør det tilstrebes å finne

stasjoner med relativt like bunnforhold. Forskjeller i erfaring hos ulike dykkere kan også gi store forskjeller i fangst og observasjoner.

### ***Vurdering av krepsebestand utfra fangst pr. innsats***

Det er altså vanskelig å gi noen klare kriterier for å bedømme en krepsebestand utfra antall kreps pr. teinenatt (K/TN), eller antall kreps pr. time dykk (K/TD). Som en tommelfingerregel, basert på egen, lang erfaring med teine- og dykkfangst i ulike lokaliteter, mener jeg allikevel at følgende generelle beskrivelse kan brukes:

#### *For K/TN:*

$K/TN < 0.5$ : Svært tynn bestand

$0.5 < K/TN < 2.5$ : Tynn til middels bestand

$2.5 < K/TN < 5$ : God bestand

$K/TN > 5$ : Svært god bestand

#### *For K/TD:*

$K/TD < 10$ : Svært tynn bestand

$10 < K/TD < 50$ : Tynn til middels bestand

$50 < K/TD < 100$ : God bestand

$K/TD > 100$ : Svært god bestand

Det presiseres imidlertid at annen bakgrunnsinformasjon om lokaliteten, samt generelt god kunnskap om krepsebiologi, er nødvendig som bakgrunn for vurderingen. Videre at teinefangsten foretas på et tidspunkt da fangbarheten er minst mulig redusert p.g.a. skallskifte eller temperatur. Det beste grunnlaget for å vurdere en lokalitet er å ha både K/TN og K/TD-data.

### **3.2.3 Fiskeforekomst**

Fiskeforekomst er undersøkt ved prøvefiske med bunngarn av typen oversiktsgarn, Nordisk serie, med 12 ulike maskevidder og et samlet garnareal på 45 m<sup>2</sup> (1,5 x 2,5 m felt pr. maskevidde, maskevidder 5, 6.25, 8, 10, 12.5, 16, 19.5, 24, 29, 39, 43, 55 mm). Fisken ble artsbestemt, lengdemålt og veid.

### 3.2.4 Utsettingsmateriale - tillatelser

Som utsettingsmateriale er benyttet voksen kreps og yngel. Den voksne krepsen ble innkjøpt fra lokale fiskere og var fanget under den ordinære krepsesesongen (6. august - 14 september). All voksen kreps var dermed større enn 90-95 mm (minstemålet for ordinær fangst er 95 mm, men forskjeller i måleteknikker gjør at kreps ned i mot 90 mm ofte kan bli inkludert). Yngel ble innkjøpt fra Norsk Kreps A/S, et kultiveringsanlegg for kreps beliggende i Setskog, Aurskog-Høland kommune. Yngelen var tidligere klekket i forhold til det naturlige, ved bruk av oppvarmet vann (klekking i april sammenlignet med juni/juli ute i naturen). Den ble levert/utsatt i løpet av juni som 4. stadium yngel, dvs. den hadde gjennomgått 3 skallskifter og var blitt føret. Størrelsen var 13-15 mm, dvs. en størrelse som naturlig klekket yngel først når på sensommer/høst.

All utsetting av kreps krever tillatelse i henhold til "Forskrift om utsetting av fisk og andre ferskvannsorganismer av 11. november 1993", hjemlet i lov om laksefisk og innlandsfisk m.v. av 15. mai 1992. Fylkesmannen kan gi tillatelse til utsetting dersom kreps finnes eller har forekommet tidligere i den aktuelle delen av vassdraget. Utsetting av kreps utenom fangstplassen eller uten godkjent helse- og opprinnelsesattest er også forbudt i henhold til "Sjukdomsforskrifter for akvatiske organismer av 4. juli 1991" som er hjemlet i midlertidig lov om tiltak mot sykdom hos akvatiske organismer av 22. juni 1990. Her kan Statens dyrehelsetilsyn gi dispensasjon fra forbudet. For alle utsettingene innenfor prosjektet ble det innhentet tillatelse fra fylkesmann og dyrehelsetilsynet.





## 4 Rokosjøen (Løten kommune)

### 4.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995

Krepsebestanden i Rokosjøen hevdes å stamme fra Svartelva som drenerer Rokosjøen ned til Mjøsa. I Svartelva ved Klevfoss ble det satt ut kreps rundt 1890 (Huitfeldt-Kaas 1918), og fra rundt 1930 og oppover til 1960-70-tallet var Svartelva utvilsomt en av Norges beste krepseelver. Utsetting i Rokosjøen med kreps fra Svartelva ble gjort tidlig på 1940-tallet samt i begynnelsen av 50-årene av lokale fiskere. Man antar at utsettingene dreide seg om ca. 1000 kreps. Det tok endel år før bestanden hadde bygd seg opp, og først fra midten på 60-tallet ble krepsefiske vanlig i Rokosjøen. Flere lokale fiskere hevder at fangsten av kreps i antall ikke var noe særlig dårligere på slutten av 80- og 90-tallet enn den var for 20-30 år siden, men at gjennomsnittsstørrelsen har gått ned. Dette til tross for at fisket etter kreps trolig var større før, dvs. størrelsesreduksjonen skyldes ikke overbeskatning (Taugbøl & Linløkken 1995).

I Rokosjøen ble det i løpet av 1994 foretatt en grundig undersøkelse både av krepsebestanden og vannkvaliteten for å få status før kalking (Taugbøl & Linløkken 1995). I perioder var pH helt ned mot 5.7 og kalsiuminnholdet  $\leq 3\text{mg/l}$ , dvs. det var liten tvil om at vannkvaliteten var nede på nivåer som kan medføre skader på krepsebestanden. I Rokosjøen syntes det imidlertid som om forsuringen fram til 1994 hadde hatt liten effekt på bestanden; en mulig størrelsesreduksjon som nevnt ovenfor kunne kanskje være forårsaket av forsuring. Likedan ble det antatt at den ujevne fordelingen av krepsen i innsjøen, med svært lite kreps nær innløpselva i øst og gode forekomster lenger vest, å være forårsaket av surere vann i den østlige delen (Taugbøl & Linløkken 1995). Kalking startet i Rokosjøen høsten 1994 for å forebygge at det skulle oppstå markerte skader på krepsebestanden.

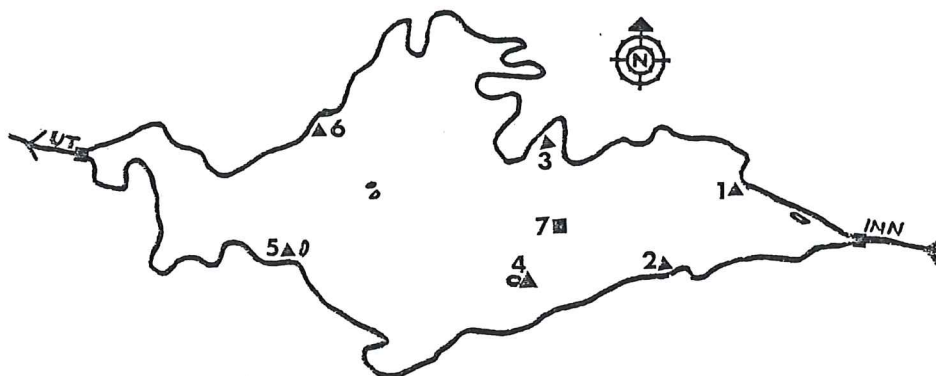
### 4.2 Mål og problemstillinger for Rokosjøen

I Rokosjøen har målet vært å undersøke kalkingens effekt på krepsebestanden med hensyn til krepsetetthet, -størrelse og fordeling av krepsen i innsjøen. Aktuelle spørsmål har vært:

- 1) Øker størrelsen på krepsen i teinefangstene?
- 2) Øker tettheten av kreps?
- 3) Vil det bli mer kreps i de østlige deler når vannkjemien bedres, dvs. har surt vann vært begrensende for krepseforekomsten her?

### 4.3 Materiale og metoder

Prøvestasjoner for vannkjemi-, kreps- og fiskeundersøkelser er vist i Fig. 4.1.



**Figur 4.1.** Oversikt over de ulike prøvestasjonene i Rokosjøen. Krepsforekomst er undersøkt på stasjonene 1-6, fiskeforekomst på stasjon 1 og 4 og vannkjemi på stasjonene 1-7 samt inn- og utløp.

#### **Kreps**

En oversikt over fangst og -innsats ved prøvefisket etter kreps i Rokosjøen er gitt i Tab. 4.1.

**Tabell 4.1.** Oversikt over prøvefisket etter kreps i Rokosjøen i 1995-1998.

Teine				Dykk		
År	Dato	Tot. innsats (teinenetter)	Tot. fangst (antall)	Dato	Tot. innsats (dykketid i min.)	Tot. fangst (antall)
1995	11.8, 15.9	180	232	15.6, 11.8, 15.9	300	142
1996	29.8, 15.9	180	126	26.8	120	47
1997	22.8, 27.9	180	225	22.8	120	56
1998	27.8, 8.9	180	351	8.9	120	140

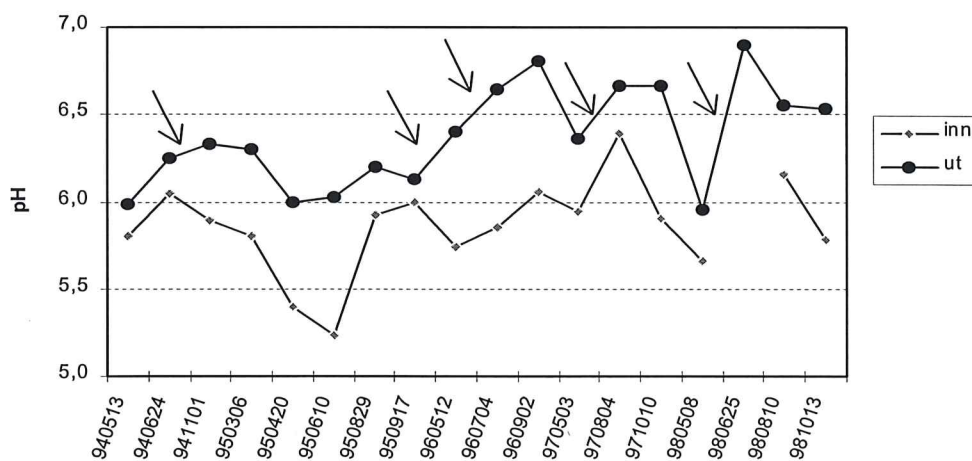
## Fisk

Det ble prøvofisket med ett oversiktsgarn pr. natt på stasjon 1 og 4 ved følgende datoer: 1995: 14.5 og 15.9; 1996: 5.6 og 15.9; 1997: 27.9; 1998: 4.10. På grunn av sammenfiltring av garnet på stasjon 1, ble bare resultatet fra stasjon 4 brukt i 1998.

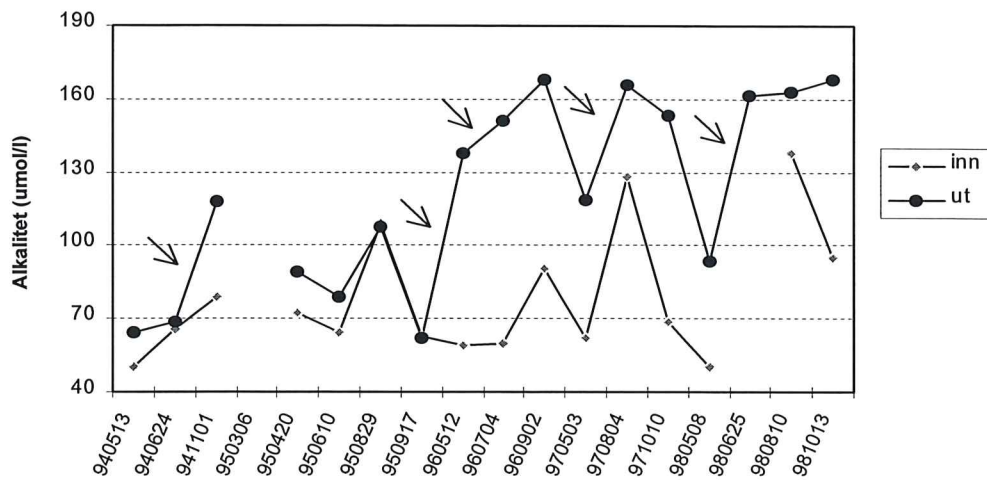
## 4.4 Resultater og diskusjon

### 4.4.1 Vannkjemi

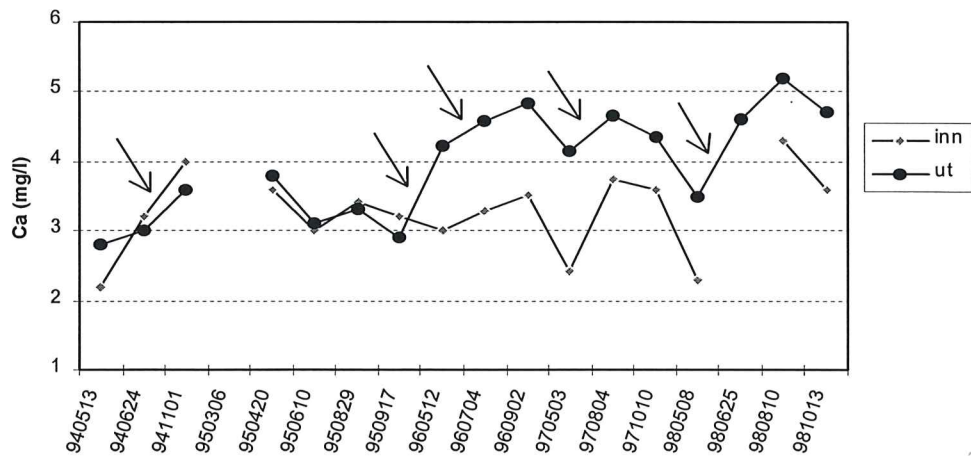
pH, alkalitet og kalsium i inn- og utløp i perioden 13.05.93 - 13.10.98 er vist i figurene 4.2 - 4.4. Kalkingen har hatt en markert effekt. Første kalkingen i oktober 1994 ble gjennomført med en for liten dose (42 tonn), men i påfølgende år har dosen vært tilstrekkelig (82 - 123 tonn) til å opprettholde en god vannkvalitet for krepsen. Med unntak av enkelte utslag på våren, har pH vært over 6,5, kalsiuminnholdet over 4 mg Ca/l og alkaliteten mer enn 130  $\mu\text{mol/l}$ .



**Figur 4.2** pH i inn- og utløp til Rokosjøen i perioden 13.05.94 - 13.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

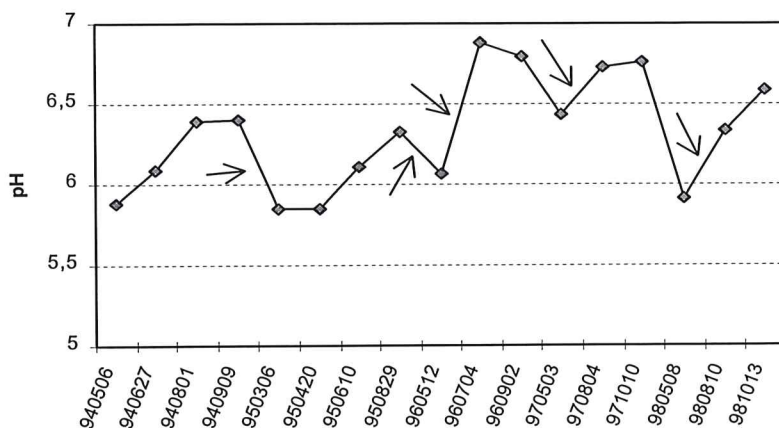


**Figur 4.3** Alkalitet i inn- og utløp til Rokosjøen i perioden 13.05.94 - 13.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.



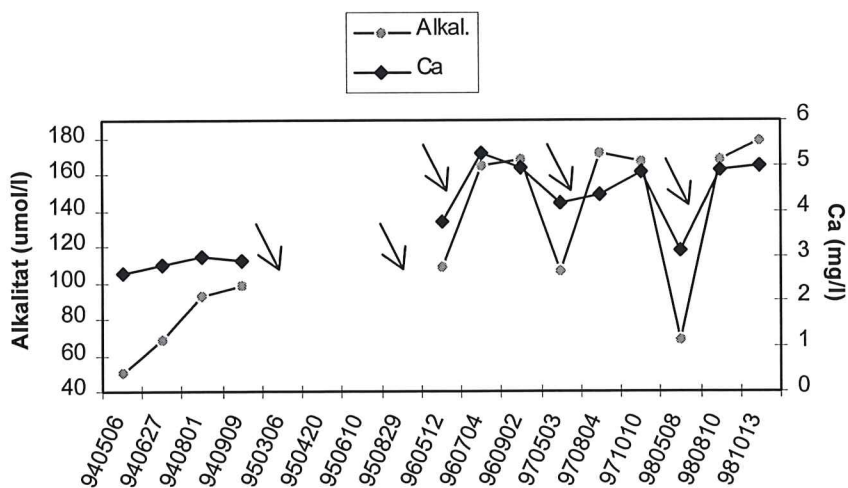
**Figur 4.4** Kalsium i inn- og utløp til Rokosjøen i perioden 13.05.94 - 13.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.





**Figur 4.5** pH på stasjon 1 i Rokosjøen i perioden 06.05.94 - 13.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

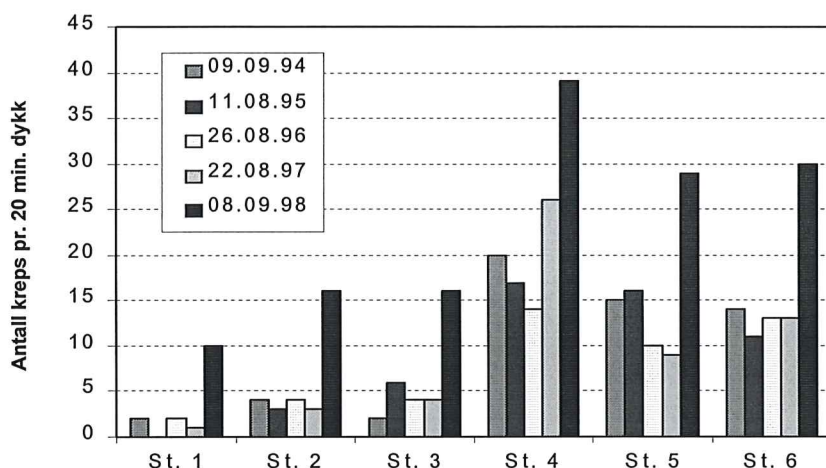
En av problemstillingene i Rokosjøen har vært å se om kalkingen medfører økt krepseforekomst i de østlige, innløpsnære områdene i innsjøen. Hypotesen er at surt vann har gjort disse områdene mindre attraktive for krepsen. Fig. 4.5 og 4.6 viser pH, alkalitet og kalsium på stasjon 1, den østligste stasjonen, i perioden 06.05.94 - 13.10.98. Situasjonen er den samme her som for utløpsmålingene, nemlig at vannkjemien generelt synes å være tilstrekkelig for å opprettholde en god krepsebestand.



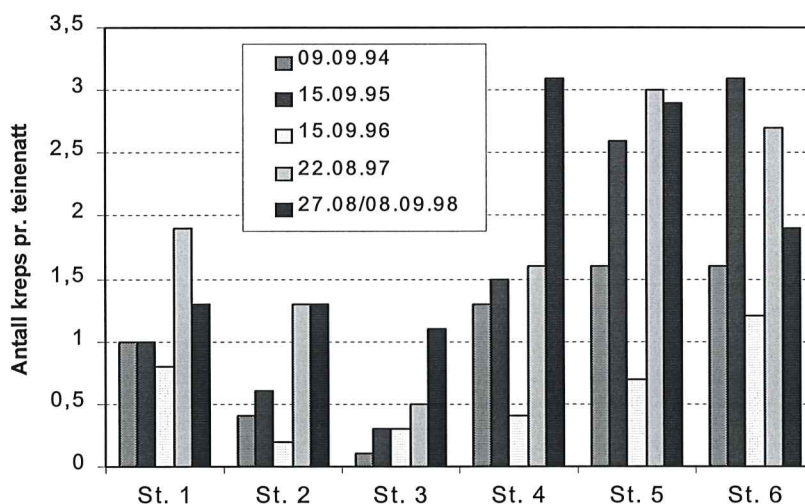
**Figur 4.6** Alkalitet og kalsium på stasjon 1 i Rokosjøen i perioden 06.05.94 - 13.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

#### 4.4.2 Krepser

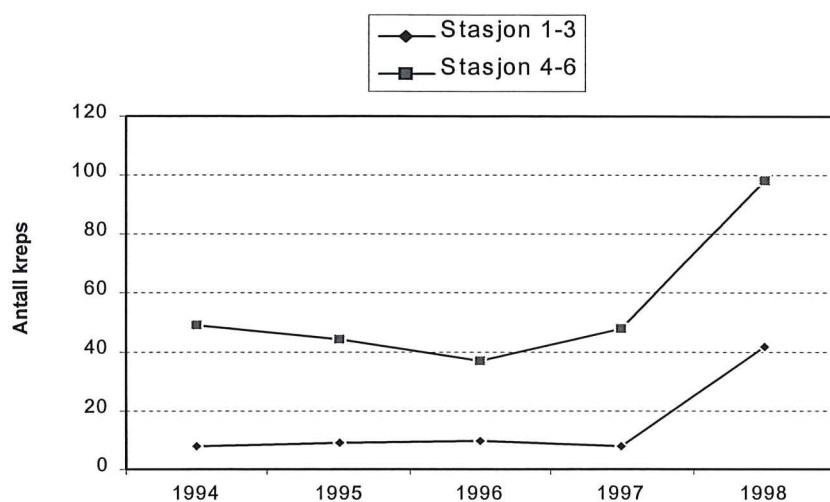
Krepsefangst pr. innsats på de ulike stasjonene ved sammenlignbare fangster i 1994-1998 er gitt i Fig. 4.7 og 4.8. Det er til dels stor variasjon i fangster mellom år, men allikevel en klar trend på at tettheten av kreps har økt de siste to årene for hele innsjøen. Det er vesentlig mer kreps på stasjonene 4-6 sammenlignet med stasjonene 1-3; en forskjell som har holdt seg gjennom hele forsøksperioden (Fig. 4.9 og 4.10).



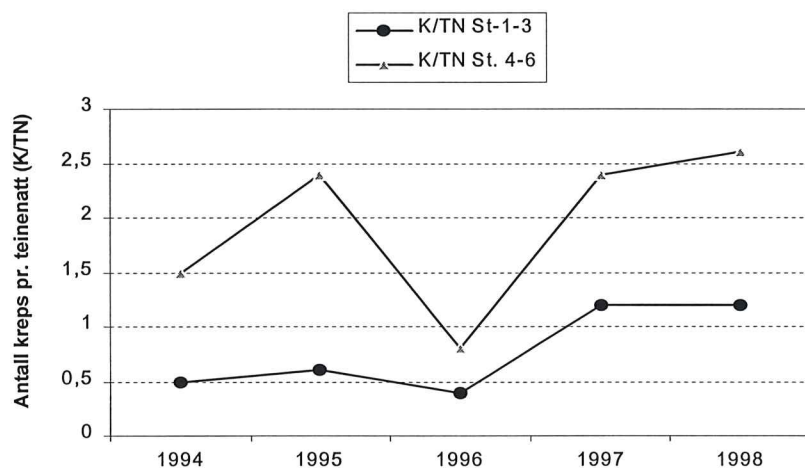
**Figur 4.7** Antall kreps fanget pr. 20 min. dykk på prøvestasjonene i Rokosjøen i 1994-1998.



**Figur 4.8** Antall kreps pr. teinenatt på prøvestasjonene i Rokosjøen i 1994-1998.

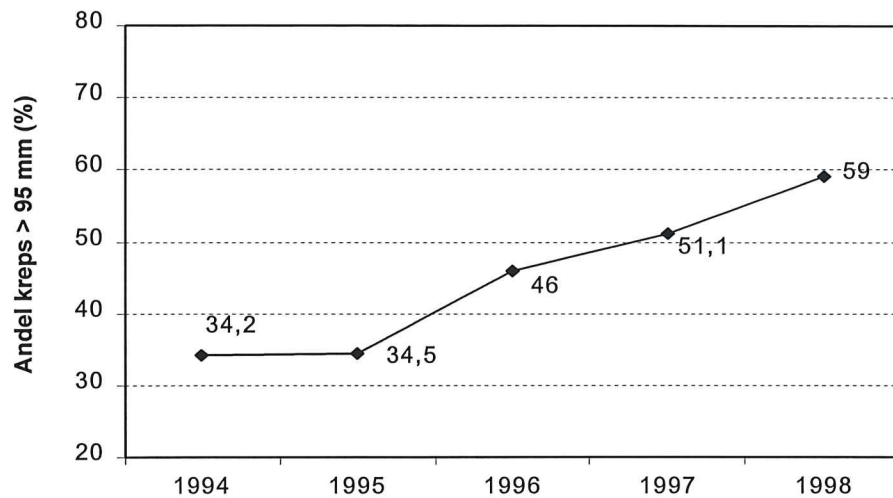


**Figur 4.9** Samlet antall kreps fanget ved dykking på stasjonene 1-3 og 4-6 i perioden 1994-1998.



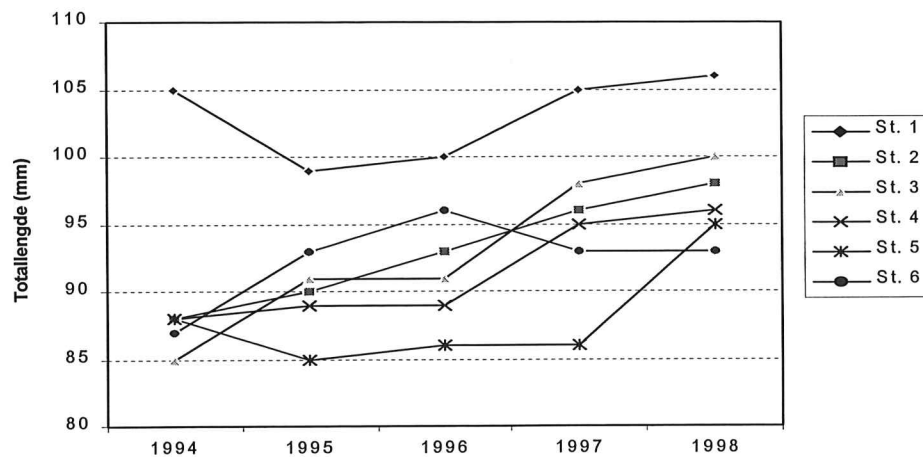
**Figur 4.10** Samlet antall kreps pr. teinenatt på stasjonene 1-3 og 4-6 i perioden 1994-1998.

Krepsen i teinefangstene har blitt markert større utover i forsøksperioden. I 1994-95 var bare ca. 34% av krepsen større eller lik minstemålet, men denne andelen har økt kraftig og var i 1998 ca. 60% (Fig. 4.11). Vi har antatt at en mulig forsuringsrespons i Rokosjøen har vært en redusert gjennomsnittstørrelse på krepsen (enten p.g.a. økt dødelighet på store individer eller redusert vekst). Det synes nå som om en mulig respons på kalkingen er økt størrelse på krepsen.



**Figur 4.11** Andel kreps i teinefangstene større eller lik minstemålet (95 mm) i perioden 1994-1998.

Hvis en ser på gjennomsnittslengden av krepsen på de ulike stasjonene, er det en generell trend at størrelsen har vært økende i løpet av prosjektperioden (Fig. 4.12). Krepsen på stasjon 1 har alltid vært markert større enn på de andre stasjonene, noe som kan tolkes dithen at de østligste, sureste områdene av innsjøen i mindre grad har vært rekrutteringsområde, men mer et område hvor større kreps har vært på opportunistisk næringsvandring. Kreps har en sensorisk evne til å unngå lav pH (France 1985), og det kan derfor være sannsynlig at kreps generelt og spesielt hunner med rogn har foretrukket andre områder. Utifra dykkefangsten i 1998 (Fig. 4.7) er det imidlertid mye som tyder på at også mindre kreps er på full fart inn i disse østligste områdene, dvs. at området i større grad også er blitt et rekrutteringsområde.



**Figur 4.12** Gjennomsnittslengde for teinefanget kreps på de seks prøvestasjonene i perioden 1994-1998.

#### 4.4.3 Fisk

Oversikt over fangst pr. garnserienatt for prøvefisket i Rokosjøen i perioden 1995-1998 er gitt i Tab. 4.2. Totalt ble det fanget 5 arter (abbor, mort, hork, gjedde og laue). I tillegg finnes også lake i innsjøen. Abbor og mort er de dominerende artene i antall og vekt.

**Tabell 4.2** Fangst pr. garnserienatt med oversiktsgarn i Rokosjøen i 1995-1998.

	Abbor	Mort	Hork	Gjedde	Laue	Totalt
<b>1998:</b>						
Antall fisk	16	45	-	-	-	61
Antall gram	714	763	-	-	-	1477
Middelvekt (gram)	45	17	-	-	-	24
<b>1997:</b>						
Antall fisk	22	42	0.5	-	1	65
Antall gram	1006	685	3.5	-	10.5	1698
Middelvekt (gram)	46	16	-	-	-	26
<b>1996:</b>						
Antall fisk	29	20	1.25	0.25	2	52
Antall gram	990	338	6.5	139	21	1494
Middelvekt (gram)	34	17	5	556	11	29
<b>1995:</b>						
Antall fisk	8	14	1	0.25	-	23
Antall gram	342	510	9	53	-	645
Middelvekt (gram)	43	36	9	209	-	28





## 5 Bæreia (Kongsvinger kommune)

### 5.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995

I Bæreia finnes data fra prøvafiske etter kreps i 1980, 1985 og hele perioden 1988-1994 (Taugbøl et al. 1989, Taugbøl 1995). Fra å være et svært godt krepsevann som ga gode fangster av kreps over minstemålet fram til ca. 1988, utviklet Bæreia seg til å bli et vann med relativt bra med småkreps (opptil 70-80 mm), men hvor stor kreps nærmest var forsvunnet. Fangst av voksen kreps ved prøvafiske endret seg fra 3-4 kreps pr. teinenatt i 1980 til 0 i 1994. Selv om det fortsatt fantes relativt bra med småkreps, ble også denne fangsten halvert i forhold til 1988. På slutten av 70 -tallet var pH i Bæreia  $>6$  (Kongsvinger kommune, udatert notat). I 1988 ble pH målt til 5.79 og Ca til 1.75 mg/l (Tab. 3.1). Dette er verdier som helt klart er kritiske for krepsebestanden. Alkaliteten var dengang helt nede på 23  $\mu\text{mol/l}$  (Rognerud 1992), dvs. det var svært lite bufferevne igjen mot forsuring. Hypotesen er at forsuring var årsaken til at krepsebestanden ble redusert. Bæreia ble kalket første gang i 1991 og deretter re-kalket i 1994 (Tab.3.1). I 1992 ble det målt pH på over 6, et kalsium-nivå på 3.2 mg Ca/l og alkalitet på 80  $\mu\text{mol/l}$  (Kongsvinger kommune, udatert notat).

### 5.2 Mål og problemstillinger for Bæreia

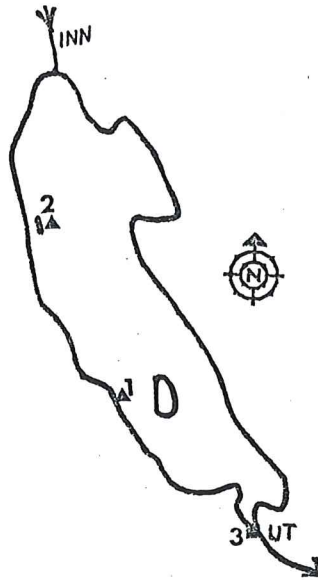
Også i Bæreia har hovedmålsettingen vært å undersøke kalkingens effekt på krepsebestanden. I motsetning til Rokosjøen hadde Bæreia en krepsebestand som var sterkt negativt påvirket av forsuringen. Det var interessant å se hvordan en såvidt sterkt redusert bestand ville respondere på kalkingen sammenlignet med den mer uberørte bestanden i Rokosjøen. I Bæreia synes det å være den store krepsen som er mest utsatt for forsuringsproblemer, og som nevnt innledningsvis kjenner vi ikke til at en slik bestandsrespons er beskrevet i litteraturen tidligere. Den tradisjonelle forsuringseffekten er svikt i rekrutteringen.

Aktuelle spørsmål i Bæreia etter kalkingen har vært:

- 1) Vil forekomsten av stor kreps ( $> 90$  mm) i teinefangstene øke, f.eks til samme nivå som i begynnelsen av 80-tallet?
- 2) Vil forekomsten av småkreps, vurdert utfra dykkefangstene, også øke?

### 5.3 Materiale og metoder

Prøvestasjoner for vannkjemi-, kreps- og fiskeundersøkelsene er vist i Fig. 5.1.



**Figur 5.1.** Oversikt over de ulike prøvestasjonene i Bæreia. Kreps- og fiskeforekomst er undersøkt på stasjonene 1 og 2, vannkjemi på stasjon 1 og 3.

#### *Kreps*

En oversikt over fangst og -innsats ved prøvefisket etter kreps i Bæreia er gitt i Tab. 5.1.

**Tabell 5.1.** Oversikt over prøvefisket etter kreps i Bæreia i 1995-1998.

Teine				Dykk		
År	Dato	Tot. innsats (teinenetter)	Tot. fangst (antall)	Dato	Tot. innsats (dykketid i min.)	Tot. fangst (antall)
1995	31.8	50	32	23.6, 14.8, 6.10	120	87
1996	4.9	47	42	27.8	40	31
1997	11.9	50	13	23.10	40	41
1998	5.8, 4.9	100	44	13.10	20	19

#### *Fisk*

Det ble prøvefisket med ett oversiktsgarn pr. natt på stasjon 1 og 2 ved følgende datoer:  
1995: 31.8; 1996: 4.9; 1997: 13.9; 1998: 4.9.

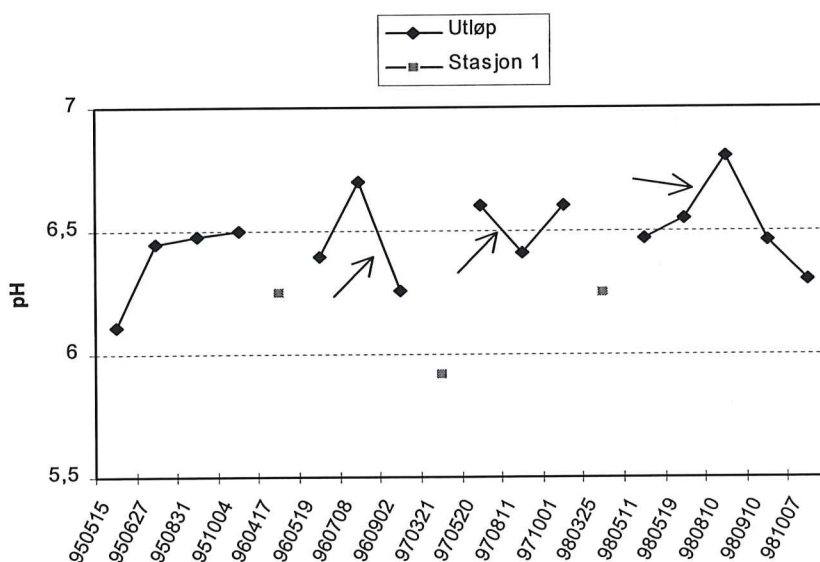


## 5.4 Resultater og diskusjon

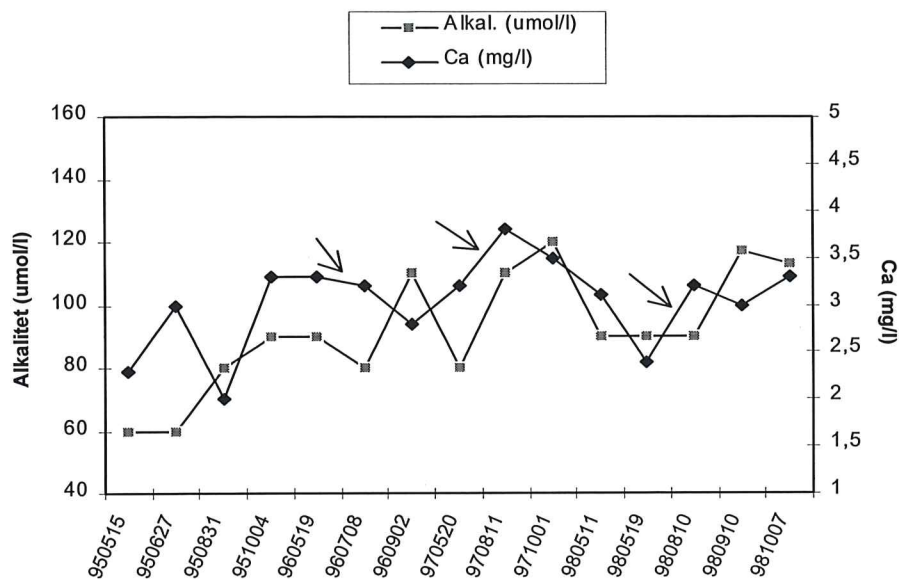
### 5.4.1 Vannkjemi

Kalkingen opprettholder en bra vannkvalitet for krepsen. pH i utløp har ligget rundt 6,5 siden 1995. Også i strandnære områder (st. 1) på senvinter/vår ser det ut til at pH har vært akseptabel. Kun i mars-97 krøp verdien såvidt under 6 (Fig. 5.2).

Når det gjelder alkalitet og kalsium har disse verdiene henholdsvis ligget på rundt 100  $\mu\text{mol/l}$  og 3 mg Ca/l siden 1995.



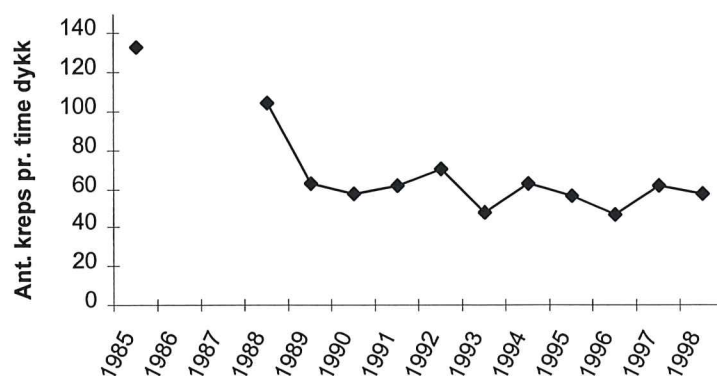
**Figur 5.2** pH i utløp og på stasjon 1 i Bæreia i perioden 15.05.95 - 07.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.



**Figur 5.3** Alkalitet og kalsium i utløp av Bæreia i perioden 15.05.95 - 07.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

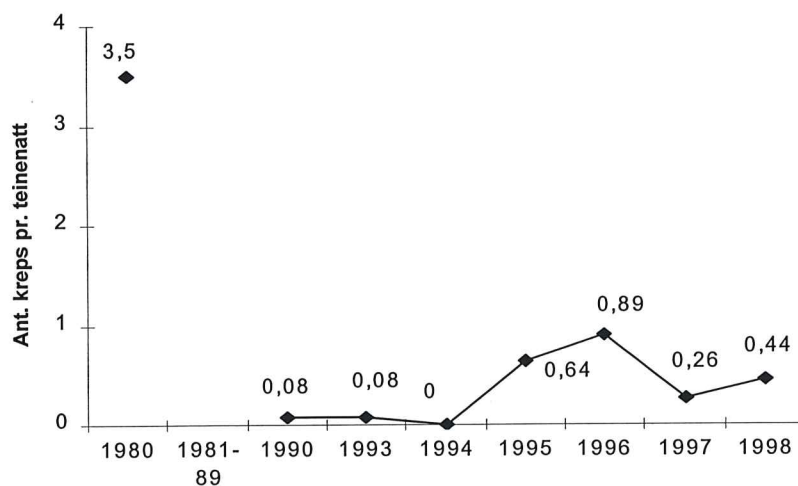
#### 5.4.2 Krepss

Vurdert utfra dykkfangstene ble krepsebestanden i Bæreia markert redusert fra 1988, men har vært noenlunde stabil siden 1989. Før 1989 kunne bestanden betraktes som svært god med fangster pr. time dykk på mer enn 100 kreps. Også fra 1989 og framover til i dag kan bestanden betraktes som god, med dykkfangster på rundt 60 kreps pr. time (Fig. 5.4).



**Figur 5.4** Antall dykkfanget kreps pr. time i Bæreia i perioden 1985-1998.

Teinefangstene gir et litt annet bilde (Fig. 5.5). Det er sammenfall med dykkfangstene i forhold til en markert reduksjon i bestanden fra 1989, men i motsetning til dykkingen ga teinefisket ingen eller svært lite kreps, spesielt i perioden 1990-1994. Bare teinefangstresultatene kunne forledet en til å tro at bestanden var nesten utryddet, men dykkingen, som i langt større grad fanger småkreps, viste at det fortsatt var en relativt god tetthet av kreps mindre enn 85-90 mm. I Bæreia synes altså forsuringresponsen å ha vært at stor kreps (>85-90 mm) nærmest har blitt borte, mens det fortsatt har vært relativt bra med småkreps. Årsaken kan både være økt dødelighet på stor kreps eller stagnering i vekst. Vår hypotese var at kalkingen ville føre til at forekomsten av stor kreps igjen ville øke. Fra 1995 har teinefangstene økt noe i forhold til perioden 1990-1994, men fortsatt er det svært langt igjen til fangstnivået tidlig på 80-tallet (Fig. 5.5). Overbeskatning kan ikke være årsak til at gjenoppbyggingen tar så lang tid, fordi krepsen har vært fredet i perioden 1993-1997. Det ser heller ikke ut til at predatorer som f.eks abbor har økt i antall de siste årene og på den måten hemmer bestandsutviklingen, jf. pkt. 5.4.3.



**Figur 5.5** Antall kreps pr. teinenatt ved prøvefiske i Bæreia i perioden 1980-1998.

### 5.4.3 Fisk

Oversikt over fangst pr. garnserienatt for prøvefisket i Bæreia i perioden 1995-1998 er gitt i Tab. 5.2. Det ble fanget tre arter; abbor, mort og gjedde. I tillegg finnes lake i vannet og en tynn bestand av ørret. Tettheten av fisk har vært på noenlunde samme nivå i hele prosjektperioden og er markert lavere enn i Rokosjøen.

**Tabell 5.2** Fangst pr. garnserienatt med oversiktsgarn i Bæreia i 1995-1998.

	Abbor	Mort	Gjedde	Totalt
<b>1998:</b>				
Antall fisk	6	12	-	18
Antall gram	313	1043	-	1356
Middelvekt (gram)	52	87	-	75
<b>1997:</b>				
Antall fisk	14	12	0.5	26
Antall gram	746	523	829	2098
Middelvekt (gram)	53	44	-	81
<b>1996:</b>				
Antall fisk	8	15	-	23
Antall gram	570	405	-	975
Middelvekt (gram)	72	27	-	42
<b>1995:</b>				
Antall fisk	9	9	-	18
Antall gram	606	617	-	1223
Middelvekt (gram)	67	69	-	68

## **6 Søndre Øyungen (Eidskog kommune)**

### **6.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995**

I Søndre Øyungen var det en relativt god krepsebestand fram mot 1980-tallet (Anne Gunn Pramm, grunneier, pers. medd.). Ved prøvefiske i 1988 og 1993 ble det påvist at det kun fantes en svært tynn bestand. Ingen kreps (bortsett fra ett stort individ i 1988) ble fanget ved dykking, og kun to kreps ble fanget ved prøvefiske med 50 teiner i 1993 (Taugbøl 1994). Vannkjemien er godt undersøkt gjennom prosjektoppgaver ved HiH-Blæstad (Skaug 1994, Engen et al. 1995), og ved at kalkingen har vært et ledd i testing av kalkingsstrategi med Norsk institutt for vannforskning (NIVA) som prosjektansvarlig (Hindar & Skiple 1995). Før kalking ble det registrert pH-verdier ned mot 5.5, med kalsium-verdier omkring 2.3 mg Ca/l (Tab. 3.1). Dette er helt klart en vannkvalitet som skaper store problemer for krepsen. Alkaliteten i 1994 før kalking var  $<40 \mu\text{mol/l}$  (Engen et al. 1995), dvs. liten bufferevne mot forsurening. Søndre Øyungen ble kalket første gang høsten 1994.

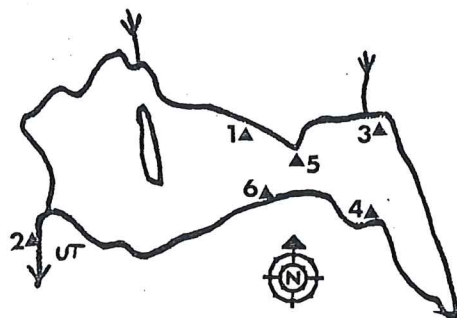
### **6.2 Mål og problemstillinger for Søndre Øyungen**

For Søndre Øyungen har målsettingen vært å forsøke å re-etablere en krepsebestand i en lokalitet der den opprinnelige bestanden er tilnærmet utdødd som følge av forsurening. Videre har det vært et mål å få en bedre vurdering av hva som egner seg best av yngel eller voksen kreps som utsettingsmateriale ved reetableringer. Et annet forhold som er belyst i Søndre Øyungen er forekomsten av surstøtepisoder i strandnære områder på senvinter/vår.

### **6.3 Materiale og metoder**

Prøvestasjoner for vannkjemi-, kreps- og fiskeundersøkelsene er vist i Fig. 6.1.





**Figur 6.1.** Oversikt over de ulike prøvestasjonene i Søndre Øyungen. Krepseforekomst er undersøkt på stasjonene 2, 3 og 4, og kreps er satt ut på stasjonene 2, 3, 5 og 6. Fiskeforekomst er undersøkt på stasjon 3 og vannkjemi på stasjon 1 og 2.

### **Kreps**

En oversikt over fangst og innsats ved prøvefisket etter kreps i Søndre Øyungen er gitt i Tab. 6.1.

**Tabell 6.1.** Oversikt over prøvefisket etter kreps i Søndre Øyungen i 1995-1998.

Teine				Dykk		
År	Dato	Tot. innsats (teinenetter)	Tot. fangst (antall)	Dato	Tot. innsats (dykketid i min.)	Tot. fangst (antall)
1995	13.9	30	6	-	-	-
1996	19.9	50	25	-	-	-
1997	26.8	49	84	7.9	25	4
1998	29.8, 3.9	50	41	13.10	10	1

Oversikt over krepseutsettingene i S. Øyungen er gitt i Tab. 6.2. Totalt er det satt ut 5597 kreps, fordelt på 3800 yngel og 1797 voksne kreps. Den voksne krepsen stammer fra Sperillen/Ådalselva, mens yngelen er avkom av stamkreps fra Setten og Øgderen i Haldenvassdraget.

**Tabell 6.2.** Oversikt over utsettinger av kreps i Søndre Øyungen.

År	Stasjon 2 (utløp)		Stasjon 3		Stasjon 5	Stasjon 6	Totalt
	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Yngel	Yngel	
1995	178	163	250	200	-		791
1996	-	-	486	520	1800		2806
1997	-	-	-	-		2000	2000
<b>Totalt</b>	178	163	736	720	1800	2000	5597

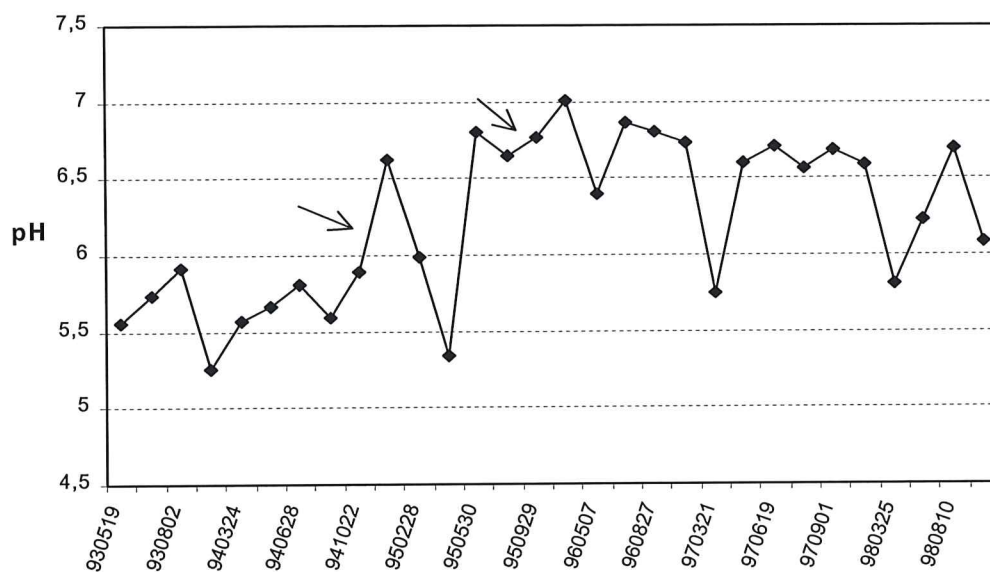
### *Fisk*

Det ble prøvefisket på stasjon 3 med to oversiktsgarn pr. natt den 19.09.96, 26.08.97 og 03.09.98, og med ett oversiktsgarn over to netter i 1995 (20.09 og 18.10).

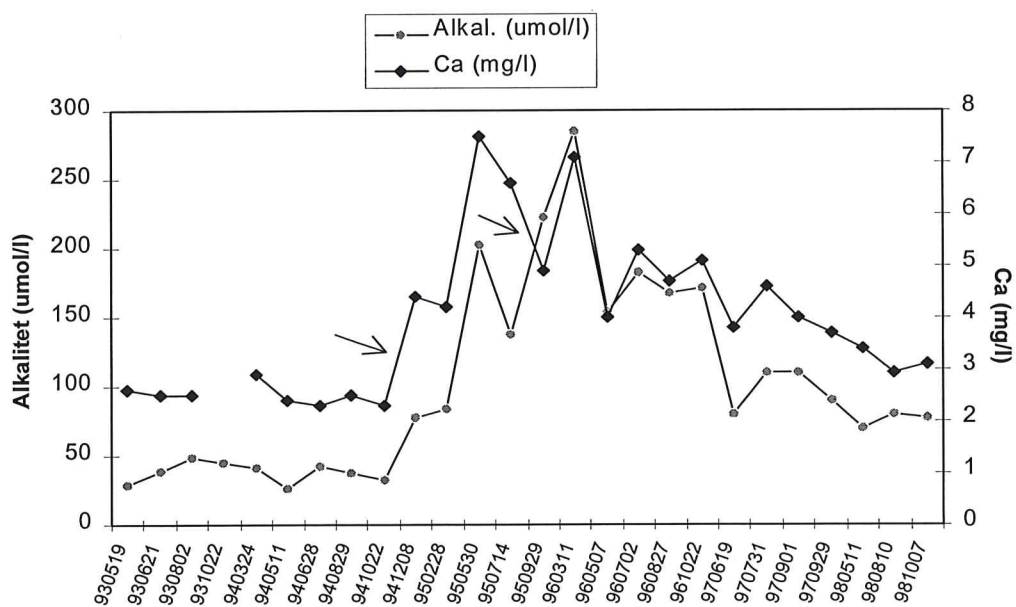
## 6.4 Resultater og diskusjon

### 6.4.1 Vannkjemi

I Søndre Øyungen (og Digeren, jf. neste Kap.) er effekten av kalkingen svært tydelig fordi serien med vannkjemidata starter nesten to år før første kalking. I Søndre Øyungen var pH stabilt under 6, kalsium ca. 2,5 mg Ca/l og alkaliteten godt under 50 µmol/l før kalkingen. Etter kalking har pH, med visse unntak i snøsmeltingsperioden, vært godt over 6, og det har vært tildels svært høye kalsium og alkalitetsverdier (Fig. 6.2 og 6.3). Søndre Øyungen har bare blitt kalket to ganger; den første gangen med en meget stor dose som for det meste (80%) ble spredd i strandsonen. Det er denne store dosen og videre oppløsning herfra som har gitt at pH fortsatt holder seg over 6, selv tre år etter siste kalking. Spesielt for kalsium og alkalitet kan man imidlertid se en klar tendens til at verdiene er på vei nedover til nivået før kalking.

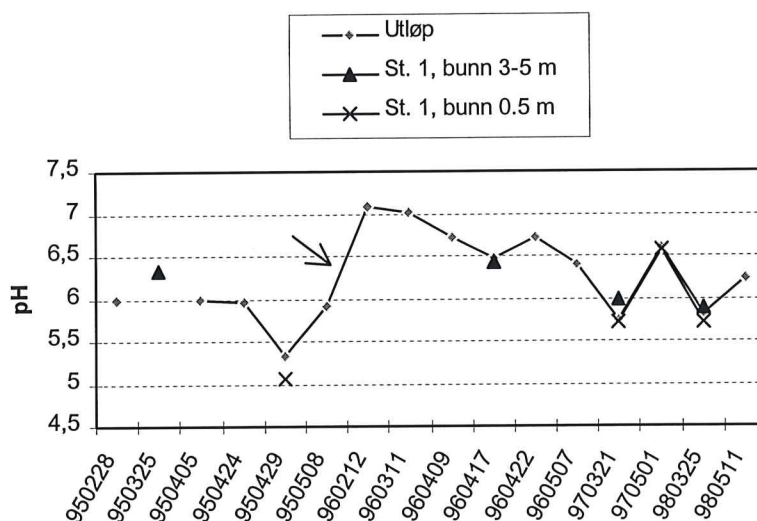


**Figur 6.2** pH i utløp av Søndre Øyungen i perioden 19.05.93 - 07.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.



**Figur 6.3.** Alkalitet og kalsium i utløp av Søndre Øyungen i perioden 19.05.93 - 07.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

Det har vært endel usikkerhet om hvorvidt kalkingen også greier å avsyre strandområdene i forbindelse med snøsmelting og såkalte surstøtepisoder. Det er kjent at det kan være tildels store forskjeller i pH ute i de frie vannmasser og i strandnære områder. Krepser oppholder seg i stor grad på gruntområdene, spesielt når vannet begynner å varmes opp på våren, og kan dermed være spesielt utsatt for slike surstøtepisoder. Fig. 6.4 viser pH i utløp og på to forskjellige dyp i strandkanten på st. 1 i Søndre Øyungen. Verdiene viser veldig god overensstemmelse, noe som betyr at utløpsverdien gir et godt bilde på hvordan forholdene er også i strandnære områder. Med unntak av april-prøven i 1995 har pH generelt vært akseptabel på senvinter/vår i 1996-1998.



**Figur 6.4** pH i utløp og i strandnært område (st. 1) av Søndre Øyungen på senvinter/vår i 1995-1998. Pilen markerer tidspunkt for 2. kalking.

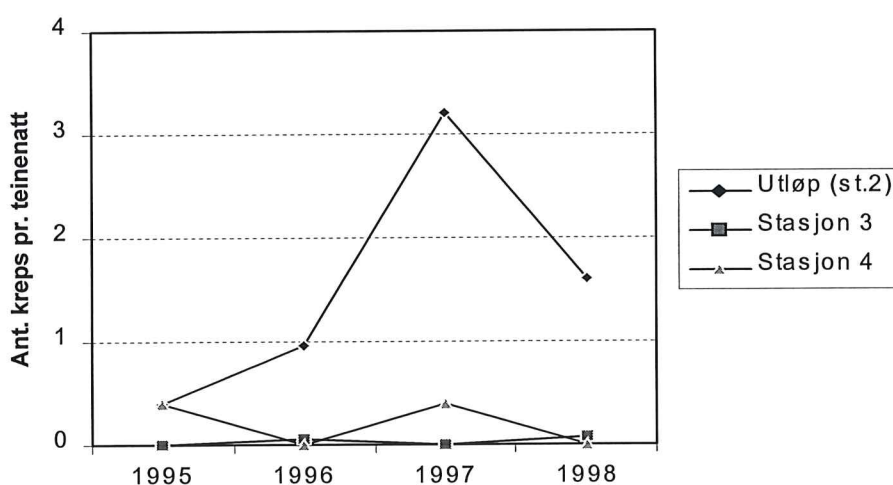
#### 6.4.2 Krepser

Prøvefisket med teiner har bekreftet at det kun er en svært tynn bestand av kreps i selve innsjøen (Fig. 6.5). Dykking har påvist at det heller ikke finnes småkrepser, dvs. det er ingen parallell til situasjonen i Bæreia. I utløpsbekken (Grønbekken) derimot viste det seg å være en livskraftig krepsebestand (Fig. 6.5). I 1995 var fangstinnnsatsen liten (kun 10 teiner) slik at resultatet det året er relativt usikkert. I 1996 antok vi at mesteparten av teienfangsten stammet fra utsettingen året før, men i 1997 var det helt klart at den store fangsten var egenprodusert i bekken. Utsettingen i 1995 besto av kreps > 90 mm, mens

hele 75% av prøvafiskefangsten i 1997 var kreps < 90 mm, dvs. de kunne ikke stamme fra utsettingen. I og med at dette var voksen kreps som var født før kalkingen er det lite sannsynlig at den gode forekomsten har sammenheng med kalkingen. Krepsen i Grønnbekken er av relativt liten størrelse, men det er uvisst om dette skyldes at det har vært stor dødelighet på stor kreps som følge av forsureningen, stagnasjon i vekst eller stor predasjon fra mink på de største individene. Med de lave pH-verdiene som ble målt i vassdraget før kalking er det ganske overraskende at en såpass god krepsebestand har blitt opprettholdt.

I selve innsjøen er det for tidlig å si om utsettingene av yngel og voksen kreps vil føre til en re-etablering av krepsebestanden. Det er trolig først når 2. generasjon etter de utsatte krepsene kommer opp i fangbar størrelse, at det blir et oppsving i fangstene. Erfaringer fra Glomma tilsier at dette kan ta mer enn 10 år fra første utsetting (Taugbøl 1999).

Veksten til utsatt yngel ser ut til å være god. I 1997 ble det gjenfanget yngel i september, tre måneder etter utsettingen. Disse hadde vokst 10-20 mm (fra 13-15 til 22-33 mm) i løpet av sommeren.



**Figur 6.5** Antall kreps pr teinenatt på ulike stasjoner i Søndre Øyungen i 1995-1998.



### 6.4.3 Fisk

Oversikt over fangst pr. garnserienatt for prøvefisket i Søndre Øyungen i perioden 1995-1998 er gitt i Tab. 6.3. Det ble fanget fire arter; abbor, hork, krøkle og ørret. I tillegg finnes steinulke og ørekyte i vannet. Abbor er den dominerende arten, og var spesielt tallrik i 1998. Om dette skyldes tilfeldigheter eller er et resultat av kalkingen er for tidlig å si.

**Tabell 6.3** Fangst pr. garnserienatt med oversiktsgarn i S. Øyungen i 1995-1998

	Abbor	Hork	Krøkle	Ørret	Totalt
<b>1998:</b>					
Antall fisk	47	9	-	-	56
Antall gram	2195	67	-	-	2262
Middelvekt (gram)	47	7	-	-	40
<b>1997:</b>					
Antall fisk	2,5	5,5	5,5	-	13,5
Antall gram	339	44	69	-	360
Middelvekt (gram)	136	8	13	-	27
<b>1996:</b>					
Antall fisk	20	12	12,5	0,5	45
Antall gram	550	59	130	169	905
Middelvekt (gram)	28	5	10	337	20
<b>1995:</b>					
Antall fisk	26	16	-	0,5	42
Antall gram	397	103	-	70	569
Middelvekt	15	6	-	139	14



## **7 Digeren (Kongsvinger kommune)**

### **7.1 Status for krepsforekomst og vannkjemi fram til 1995**

I Digeren var det en relativt god krepsbestand fram til 1980-tallet (Westye Egeberg og Thorvald Løvenskjold, grunneiere, pers. medd.). Ved dykkeundersøkelser i 1985 ble det ikke påvist kreps (Taugbøl et al. 1989), og vi antok at bestanden var utdødd.

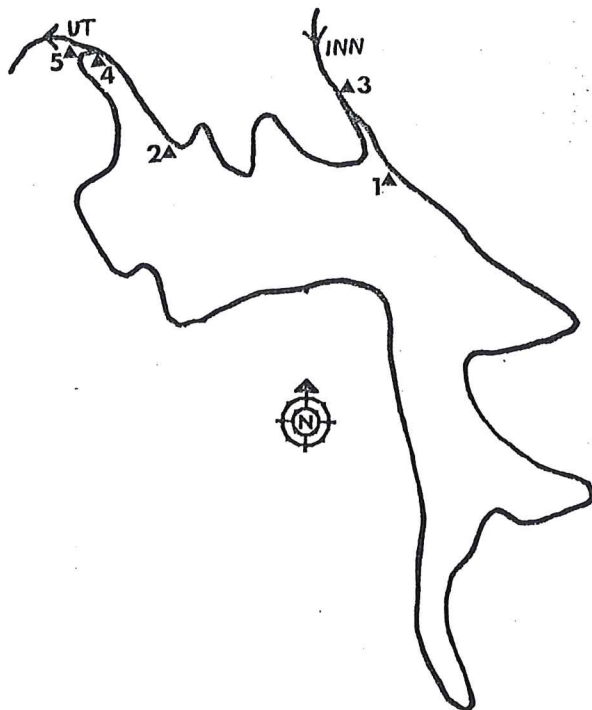
Vannkjemien før kalking er godt undersøkt gjennom prosjektoppgaver ved HiH-Blæstad (Skaug 1994, Engen et al. 1995), og ved at kalkingen er et ledd i testing av kalkingsstrategi med NIVA som prosjektansvarlig (Hindar & Skiple 1995). Før kalking ble det registrert pH-verdier ned mot 5.4 og kalsium-verdier rundt 1.6 mg Ca/l (Tab. 3.1). Dette er en vannkvalitet som opplagt kan ha vært årsaken til at krepsbestanden forsvant. Digeren ble kalket første gang høsten 1994.

### **7.2 Mål og problemstillinger for Digeren**

Målsettingen for Digeren har vært, i likhet med Søndre Øyungen, å reetablere en krepsbestand i en lokalitet der den opprinnelige bestanden er sterkt redusert eller utdødd som følge av forsuring. Også her er det forsøkt med både yngel og voksen kreps som utsettingsmateriale. Digeren og Søndre Øyungen er forskjellige med hensyn på fiskeforekomst (mindre fisk, færre arter i Digeren), vannkvalitet (mindre kalsium i Digeren) og de kalkes på ulike måter (jf. Tab. 3.1). Søndre Øyungen kalkes på "svensk måte", dvs. med større kalkdose enn hva som har vært vanlig i Norge (Hindar & Skiple 1995). Videre er det i Digeren undersøkt mineralisering/kalsifisering av krepseskallet etter skallskiftet for å se hvordan denne prosessen er i en kalkfattig lokalitet. Dette er sammenlignet med tilsvarende forsøk i den noe mer kalkrike Dølisjøen og med den svært gode krepselokaliteten Einavann. Samtidig er det sett på overlevelse til voksen kreps i forbindelse med skallskifte. Mer om dette i Kap. 9. Forekomsten av surstøtepisoder i strandnære områder på senvinter/vår er også belyst.

### **7.3 Materiale og metoder**

Prøvestasjoner for vannkjemi-, kreps- og fiskeundersøkelsene er vist i Fig. 7.1.



*Figur 7.1. Oversikt over de ulike prøvestasjonene i Digeren. Krepseforekomst er undersøkt og kreps er utsatt på stasjonene 2, 4 og 5. Fiskeforekomst er undersøkt på stasjon 4 og vannkjemi på alle stasjonene 1-5.*

### **Kreps**

En oversikt over fangst og innsats ved prøvefisket etter kreps i Digeren er gitt i Tab. 7.1.

**Tabell 7.1.** *Oversikt over prøvefisket etter kreps i Digeren i 1995-1998.*

År	Dato	Teine		Dykk		
		Tot. innsats (teinenetter)	Tot. fangst (antall)	Dato	Tot. innsats (dykketid i min.)	Tot. fangst (antall)
1995	23.8	35	7	-	-	-
1996	4.9	50	21	-	-	-
1997	2.9	50	13	18.6, 7.9	50	10
1998	21.8, 23.8	75	9	13.10	15	14

Oversikt over krepseutsettingene i Digeren er gitt i Tab. 7.2. Totalt er det satt ut 5731 kreps fordelt på 3800 yngel og 1931 voksen kreps. Den voksne krepsen stammer fra Einavann og Sperillen/ Ådalselva, mens yngelen er avkom av stamkrepser fra Setten og Øgderen.

**Tabell 7.2.** *Oversikt over utsettinger av kreps i Digeren.*

År	Stasjon 5 (utløp)		Stasjon 4		Stasjon 2	Totalt
	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Yngel	
1995	334	300	300	300	-	1234
1996	-	-	352	345	1800	2497
1997	-	-	-	-	2000	2000
<b>Totalt</b>	334	300	652	645	3800	5731

### ***Fisk***

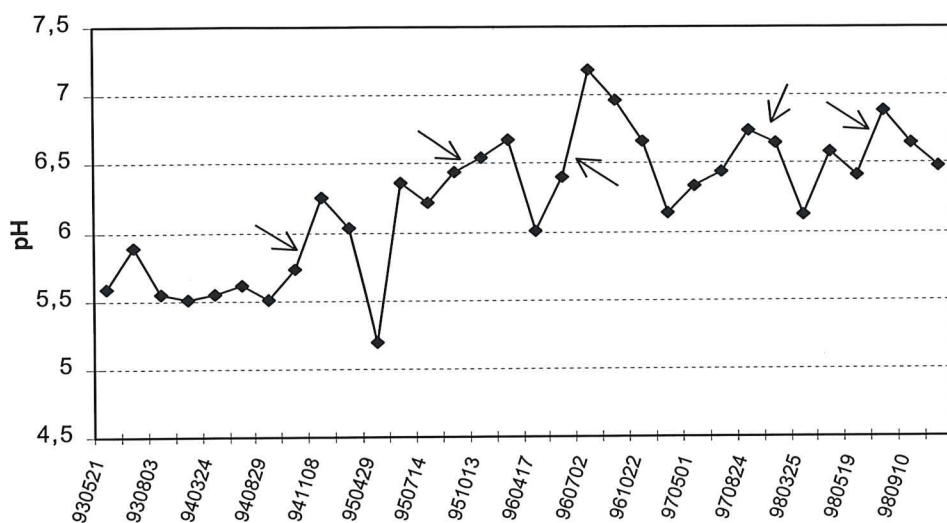
Det ble prøvefisket på stasjon 4 med to oversiktsgarn pr. natt den 02.09.97 og 08.09.98, og med ett oversiktsgarn over to netter i 1995 (20.09 og 18.10) og 1996 (04.09 og 11.09).

## **7.4 Resultater og diskusjon**

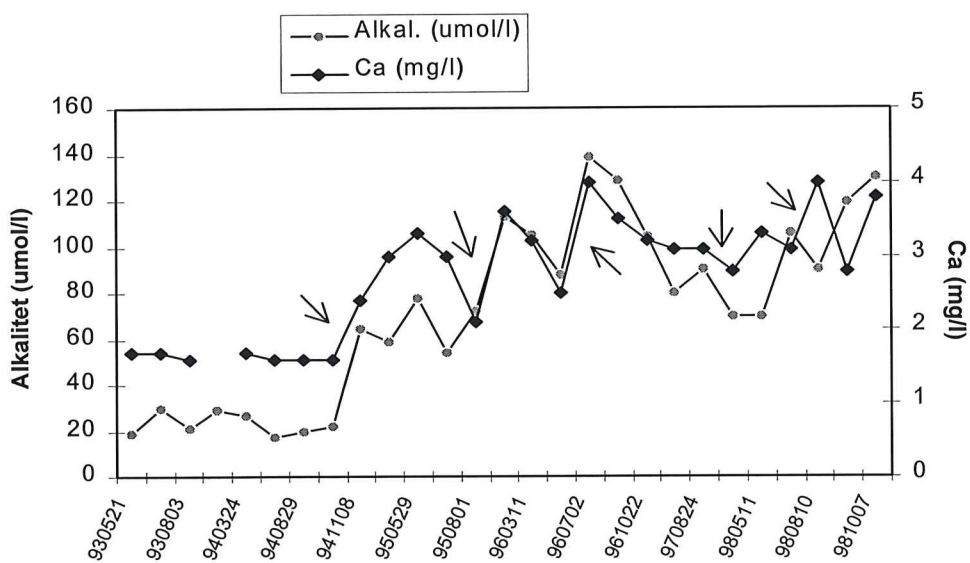
### **7.4.1 Vannkjemi**

Også i Digeren er effekten av kalkingen svært tydelig fordi det er gode vannkjemidata fra perioden før første kalking. I Digeren var pH rundt 5.5, kalsium under 2 mg Ca/l og alkaliteten helt nede på ca. 20  $\mu\text{mol/l}$  før kalkingen. Etter kalking har pH, med ett ekstremunntak våren 1995, vært over 6, kalsiuminnholdet har variert rundt 3 mg Ca/l og alkaliteten har stort sett vært over 80  $\mu\text{mol/l}$ . I motsetning til Søndre Øyungen har Digeren blitt re-kalket hvert år t.o.m. 1998, og det er derfor ingen tendens til at vannkjemien er i ferd med å vende nedover til nivået før kalkingen (Fig. 7.2 og 7.3).



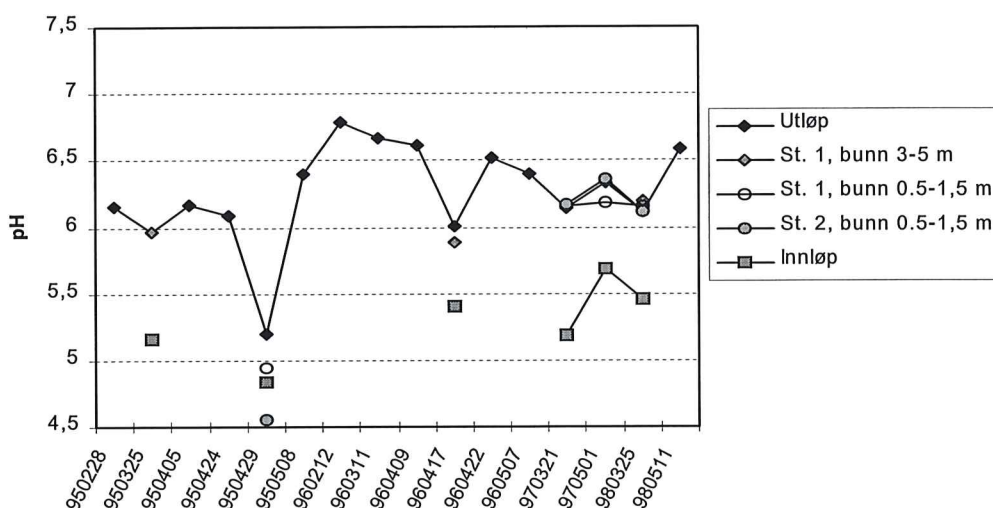


**Figur 7.2** pH i utløp av Digeren i perioden 21.05.93 - 07.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.



**Figur 7.3** Alkalitet og kalsium i utløp av Digeren i perioden 21.05.93 - 07.10.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

Også i Digeren har vi undersøkt pH i strandnære områder på senvinter/vår for å se om dette er områder som er vanskelig å avsyre under snøsmelting/surstøteepisoder. Det er interessant å sammenligne Digeren og Søndre Øyungen når det gjelder disse forholdene, fordi kalkingsstrategien var forskjellig. I Søndre Øyungen ble svært mye av kalken spredd og sedimentert i strandsonen, og det kunne derfor være sannsynlig at avsyringseffekten på de strandnære områdene var bedre. I forrige kapittel så vi at pH-forholdene i strandsonen i Søndre Øyungen generelt var bra etter kalkingen, og det samme bildet danner seg for Digeren. Med unntak av ekstremstusjonen i slutten av april 1995 med pH-verdier under 5, har pH vært over 6 både i utløp og i strandsonen. pH i innløpet har imidlertid stort sett ligget på under 5.5 (Fig. 7.4)



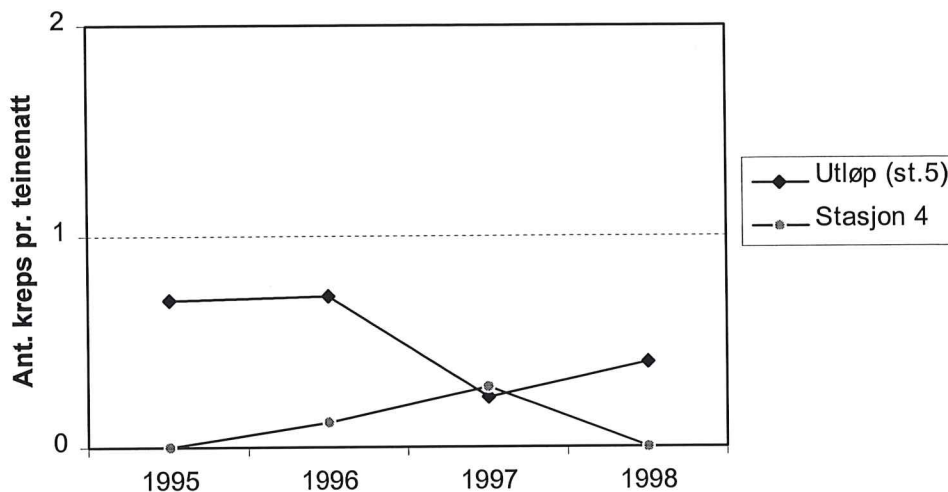
**Figur 7.4** pH i utløp, innløp og strandnære områder i Digeren på senvinter/vår i 1995-1998.

## 7.4.2 Krepser

Prøvefisket med teiner i 1995 bekreftet at det med stor sannsynlighet ikke fantes kreps i selve Digeren. I utløpselva (Skinnarbølåa) ble det imidlertid fanget relativt mye kreps (Fig. 7.5). Fisket foregikk før utsettingene slik at krepsen var av elvas egen bestand. Dette er en parallell til situasjonen i Søndre Øyungen hvor det også, meget overraskende, ble avdekket en relativt bra krepsebestand i utløpsbekken (jf. Kap. 6).

Prøvefiskefangstene med teiner i Digeren i 1996-97 består av den utsatte krepsen og er nede på null igjen i 1998. Til tross for utsettingene, også i utløpselva, økte ikke krepsefangsten her i 1996 (Fig. 7.5). Det har trolig sammenheng med noe som er

observert i en rekke andre utsettingsforsøk, nemlig at voksen kreps i svært stor grad vandrer avsted når den blir satt ut i en ny lokalitet (Taugbøl 1996).



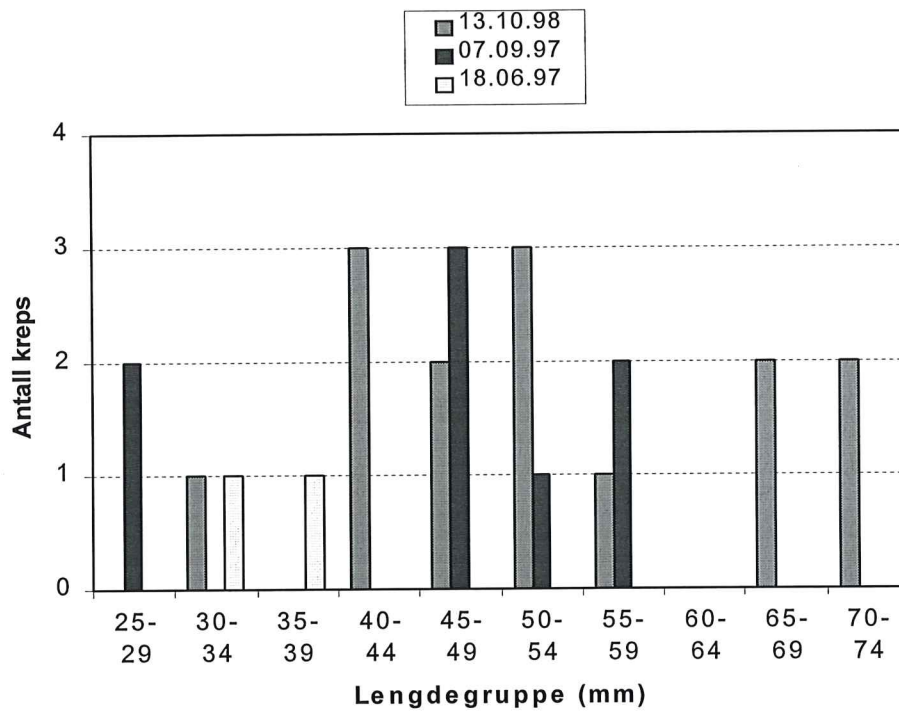
**Figur 7.5** Antall kreps pr teinenatt på ulike stasjoner i Digeren i 1995-1998.

Yngel i størrelsen 12-15 mm ble satt ut i juni 1996 og juni 1997. Yngelen var forstrekt, dvs. klekket i et kultiveringsanlegg på et tidligere tidspunkt enn ute i naturen, og hadde en størrelse som naturlig klekket yngel først har i september. Ved tre anledninger (18.06.97, 07.09.97 og 13.10.98) ble det dykket på utsettingsstedet for å sjekke vekst og overlevelse. I juni-97 ble det fanget yngel i størrelsesgruppen 30-39 (Fig. 7.6). Disse hadde blitt satt ut i juni 1996 og hadde altså kun en vekstsommer bak seg. Tilsvarende størrelse på naturlig yngel i juni året etter klekking er ca. 15-20 mm. Senere i september-97 ble det fanget yngel som var opptil 60 mm. Disse måtte også være av de som ble satt ut i juni-96, og hadde altså nådd en lengde på nesten 60 mm etter to somre. Ved siste dykking i oktober-98 ble det fanget småkreps på opptil 75 mm som var av de som ble satt ut i juni-96, samt mange yngel og småkreps i intervallet 30-59 mm. Enkelte hadde altså blitt opptil 75 mm i løpet av tre somre, noe som må betegnes som svært god vekst og en indikasjon på at forholdene for kreps er gode. Det er også verdt å merke seg at allerede etter 2-3 somre er det vanskelig å sette distinkte skiller mellom ulike aldersgrupper av kreps.

Ved dykkingen ble det kun funnet yngel/småkreps på eller like ved utsettingsstedet, noe som indikerer at yngelen er svært stasjonær og at de faktisk stammer fra utsettingen. Ved

utsetting av tilsvarende antall voksen kreps i andre reetableringsforsøk har gjenfangstene på utsetningsstedet vært langt mindre (Taugbøl 1999).

I likhet med Søndre Øyungen er det for tidlig å si om utsettingene av yngel og voksen kreps vil føre til en re-etablering av krepsbestanden i selve Digeren. Som nevnt, er det trolig først når 2. generasjon etter de utsatte krepsene kommer opp i fangbar størrelse, at det blir et oppsving i fangstene.



**Figur 7.6** Antall kreps fanget ved dykking på utsetningsstedet for yngel (st. 2) ved ulike datoer i 1997-1998. Krepserne stammer fra yngelutsettinger (yngelstørrelse: 12-15 mm) i juni-1996 og juni-1997.

### 7.4.3 Fisk

Oversikt over fangst pr. garnserienatt for prøvofisket i Digeren i perioden 1995-1998 er gitt i Tab. 7.3. Det ble kun fanget abbor og mort, men i tillegg skal det finnes gjedde, lake og ørret i vannet. Digeren er svært lik Bæreia med hensyn på fiskebestand, med abbor og mort som dominerende arter, og med noenlunde samme tetthet av fisk.

**Tabell 7.3** Fangst pr. garnserienatt med oversiktsgarn i Digeren i 1995-1998

	Abbor	Mort	Totalt
<b>1998:</b>			
Antall fisk	11	5	16
Antall gram	536	441	977
Middelvekt (gram)	49	88	61
<b>1997:</b>			
Antall fisk	10,5	17	27,5
Antall gram	233	841	1074
Middelvekt (gram)	22	50	39
<b>1996:</b>			
Antall fisk	24	10	34
Antall gram	694	826	1520
Middelvekt (gram)	29	83	45
<b>1995:</b>			
Antall fisk	15	9	24
Antall gram	548	814	1361
Middelvekt (gram)	37	96	57



## **8 Dølisjøen (Sør-Odal kommune)**

### **8.1 Status for krepseforekomst og vannkjemi fram til 1995**

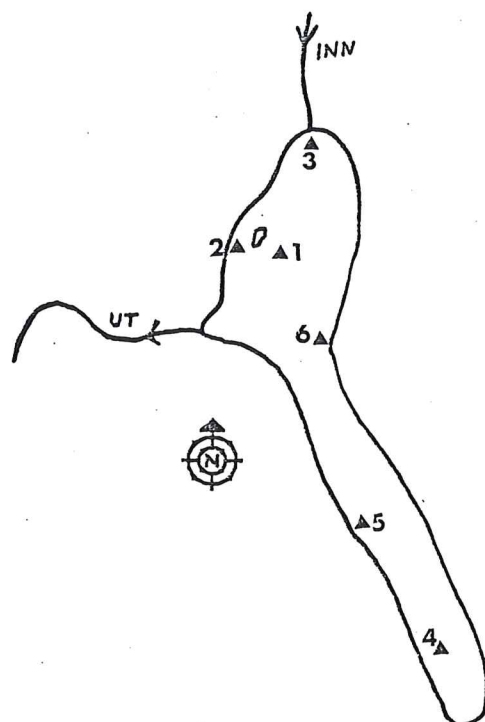
Dølisjøen hadde fram til midten av 80-tallet en god krepsebestand. Deretter ble bestanden gradvis redusert, og på begynnelsen av 90-tallet ble det ikke fanget en eneste kreps ved prøvofiske (Torsten Herud, grunneier, pers. medd). Det ble derfor antatt at bestanden på det nærmeste var utdødd i 1994. Allerede i 1993 begynte de første forsøkene med å se på overlevelse av rogn fra gyting om høsten og fram til klekking neste sommer. Ingen rogn overlevde fram til yngel. Disse funnene indikerte at svikt i rekrutteringen som følge av stor dødelighet på rogn, kunne være årsak til at krepsebestanden var forsvunnet. Det var ingen dødelighet blant mordyrene. I 1988 ble pH i innsjøen målt til 5.95 og kalsium til 3.2 mg Ca/l (Rognerud 1992). I løpet av 1994 ble pH målt til 5.7. Utfra disse målingene ble det antatt at forsuring var den mest sannsynlige årsak til sviktende rekruttering.

### **8.2 Mål og problemstillinger for Dølisjøen**

Dølisjøen er en tredje type lokalitet hvor målet har vært å reetablere en krepsebestand. Det er interessant å sammenligne resultater fra disse såvidt ulike lokalitetene (Søndre Øyungen, Digeren og Dølisjøen). I forhold til de to andre innsjøene er Dølisjøen svært fiskerik. Også i Dølisjøen har mineralisering/kalsifisering av krepseskallet etter skallskifte blitt undersøkt, sammen med overlevelse til voksen kreps i forbindelse med skallskiftet (se kap. 9). Forekomsten av surstøtepisoder i strandnære områder på senvinter/vår er også belyst.

### **8.3 Materiale og metoder**

Prøvestasjoner for vannkjemi, kreps- og fiskeundersøkelsene er vist i Fig. 8.1.



**Figur 8.1.** Oversikt over de ulike prøvestasjonene i Dølisjøen. Krepseforekomst er undersøkt og kreps utsatt på stasjon 2, 5 og 6. Vannkjemi er undersøkt på stasjonene 1-4, samt inn- og utløp.

### **Kreps**

En oversikt over fangst og innsats ved prøvefisket etter kreps i Dølisjøen er gitt i Tab. 8.1.

**Tabell 8.1.** Oversikt over prøvefisket med teiner etter kreps i Dølisjøen i 1997-1998.

År	Dato	Tot. innsats (teinenetter)	Tot. fangst (antall)
1997	19., 24., 27.8	44	24
1998	12., 13., 14.8	36	36

En oversikt over utsettingene er gitt i Tab. 8.2. Totalt er det satt ut 1752 voksen kreps fra Einavann og Sperillen/Ådalselva.

**Tabell 8.2** Oversikt over utsetninger av kreps i Dølisjøen.

År	Stasjon 2		Stasjon 5		Stasjon 6		Totalt
	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	
1996	375	354	150	150	-	-	1029
1997	170	140	130	73	110	100	723
<b>Totalt</b>	<b>545</b>	<b>494</b>	<b>280</b>	<b>223</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>1752</b>

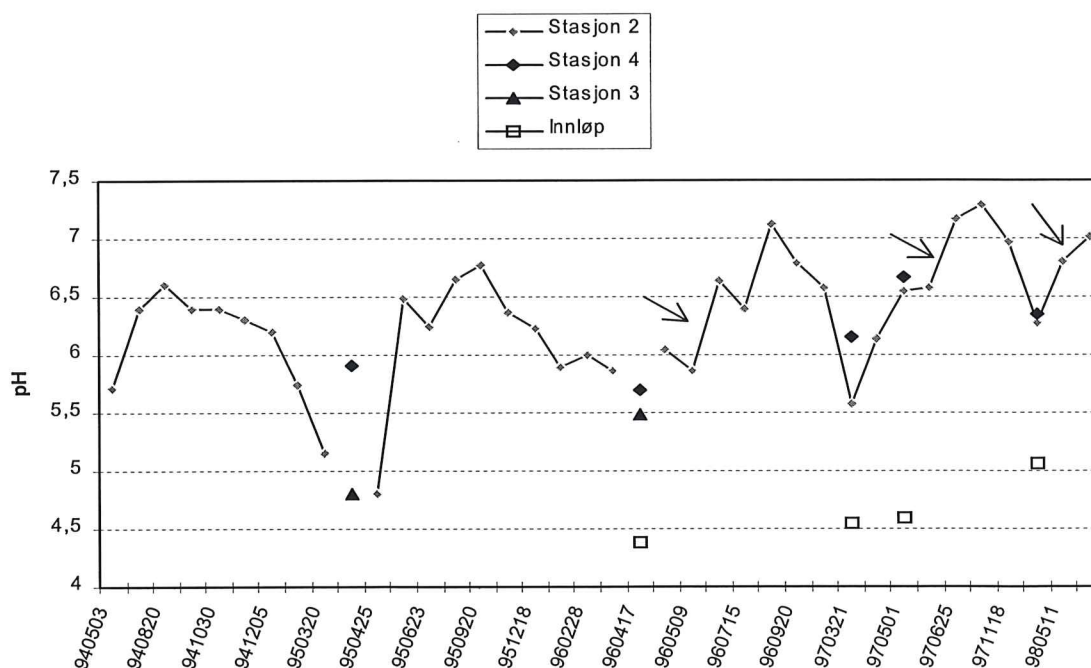
### Fisk

Det ble prøvefisket på stasjon 2 med ett oversiktsgarn den 20.08.97.

## 8.4 Resultater og diskusjon

### 8.4.1 Vannkjemi

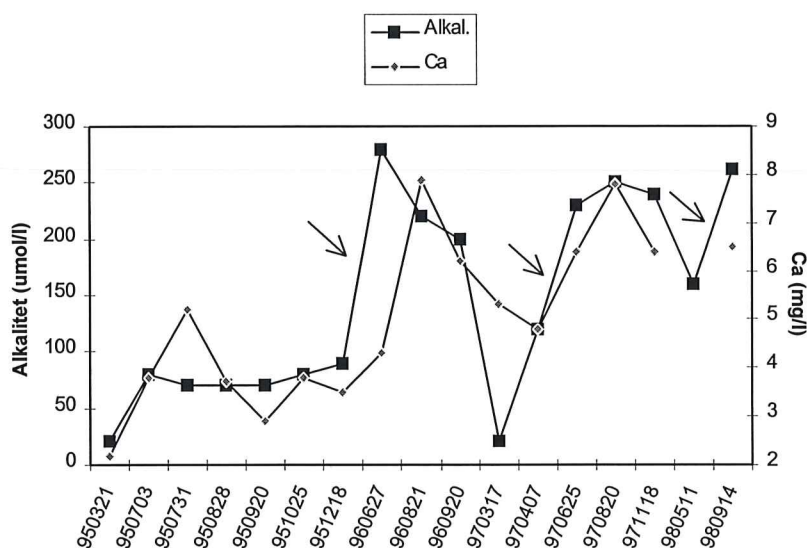
Det typiske for vannkjemien i Dølisjøen før kalking var kraftig forsuring på senvinter/vår med pH-verdier ned mot og også under 5, og stabil pH mellom 6 og 6.5 resten av året (Fig. 8.2). Også etter første kalking var det en markert surstøtsepisode i mars-97 med pH ned mot 5.5, men generelt ser kalkingen ut til å ha tatt brodden av de verste episodene.



**Figur 8.2** pH på ulike stasjoner i Dølisjøen i perioden 03.05.94 - 15.09.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

Innløpselva er svært sur, med pH ned mot 4.5 (Fig. 8.2).

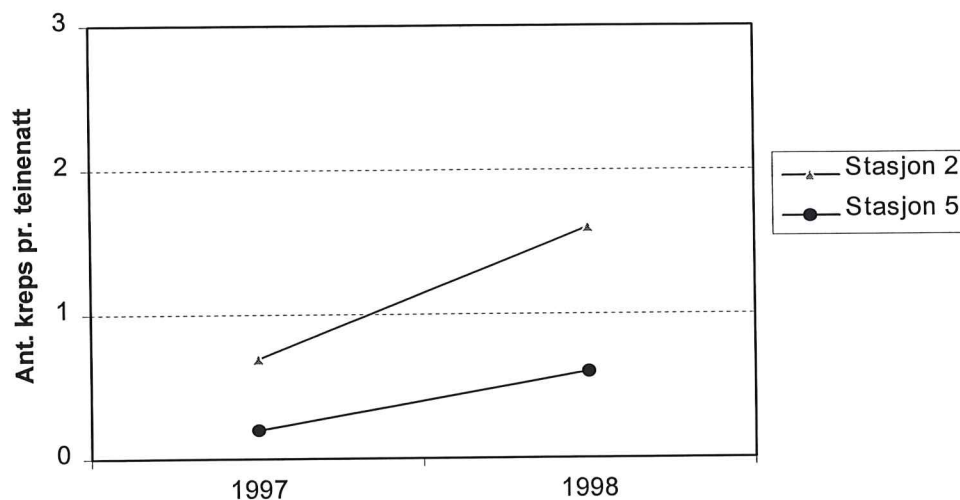
Alkalitet og kalsium-nivået i Dølisjøen før kalking var relativt høyt sammenlignet med de andre prosjektlokalitetene. Kalsium var ca. 3-4 mg Ca/l og alkaliteten rundt 75  $\mu\text{mol/l}$ . Etter kalking har kalsiumnivået ligget på mellom 5 og 8 mg Ca/l og alkaliteten som regel over 150  $\mu\text{mol/l}$  (Fig. 8.3).



**Figur 8.3** Alkalitet og kalsium på stasjon 2 (siste verdi er for utløp) i Dølisjøen i perioden 21.03.95 - 14.09.98. Pilene markerer tidspunkt for kalking.

#### 8.4.2 Krepser

Prøvefiske med teiner er foretatt i 1997 og 1998 og har gitt en overraskende god fangst pr. innsats (Fig. 8.4). Prøvefisket er foretatt etter utsettinger (Tab. 8.2), og fangsten består nok derfor i hovedsak av utsatt kreps. En gjennomsnittsstørrelse på godt over 100 mm og nesten ingen kreps under 95 mm bekrefter dette. Sammenlignet med gjenfangster etter andre utsettingsforsøk med voksen kreps, f.eks Søndre Øyungen og Digeren (jf. også Taugbøl 1999), må allikevel gjenfangsten betegnes som svært god. I 1998-fangsten var det imidlertid også en kreps på kun 85 mm som er for liten til å stamme fra utsettingene. Den kan være et tegn på at krepsebestanden ikke har vært helt utryddet i innsjøen.



Figur 8.4 Antall kreps pr teinenatt på stasjon 2 og 5 i Dølisjøen i 1997 - 1998.

### 8.4.3 Fisk

Oversikt over fangst pr. garnserienatt for prøvefisket i Dølisjøen i 1997 er gitt i Tab. 8.3. Totalt ble det fanget tre arter; abbor, mort og brasme, men i tillegg finnes hork, gjedde, krøkle og lake. Dølisjøen er den mest fiskerike av forsøkslokalitetene med abbor som den dominerende arten.

Tabell 8.3 Fangst pr. garnserienatt med oversiktsgarn i Dølisjøen i 1997.

	Abbor	Mort	Brasme	Totalt
<b>1997:</b>				
Antall fisk	80	16	1	97
Antall gram	2240	368	185	1074
Middelvekt (gram)	28	23	-	29





## 9 Overlevelse- og kalsifiseringsstudier

### 9.1 Overlevelse

Overlevelsesforsøkene har i første rekke bestått i å se på overlevelsen til rogn fra rognutlegging om høsten og fram til klekking og eventuelt første skallskifte neste sommer. I tillegg har vi også sett på overlevelse i forbindelse med skallskifte hos voksen kreps. Forsøkene har blitt utført i Dølisjøen og Digeren, med kontroll i Einavann.

#### 9.1.1 Overlevelse hos rogn

##### *Metoder*

Kjønnsmodne kreps av begge kjønn ble plassert i bur i forsøkslokaliteten i september/oktober for parring. Etter parring i oktober ble buret/burene (to i Dølisjøen) oppdelt i individuelle kamre (størrelse ca. 10x15 cm) og parrede hunner ble plassert i hvert kammer (for antall, se Tab. 9.1). Burene var godt perforert for å sikre gjennomstrømming av vann. Før isen la seg ble rognantallet kontrollert. Oreløv ble lagt ned i buret som fôr. Om våren/forsommeren ble burene jevnlig kontrollert fram mot klekking. Utvalgte hunner med nyklekt yngel ble plassert i mindre bur kledd med myggnetting for å holde på eventuelle 2. stadium yngel.

##### *Resultater*

Tab. 9.1 gir en oppsummering av forsøkene med rogn/yngel. I Dølisjøen har det ikke blitt registrert noen levende 2. stadium yngel, dvs. som har greid å gjennomføre første skallskifte, i løpet av forsøksperioden. Vi antok at forsurening var årsaken til den dårlige overlevelsen i 1993-1996, og etter kalkingen i 1996 hadde vi håp om at yngeloverlevelsen ville bli bedre. Dette skjedde ikke, til tross for at vannkjemien har blitt markert bedre (jf. Fig. 8.2), og det er en viss usikkerhet om det fortsatt er vannkvaliteten eller om det er de eksperimentelle forholdene som er for dårlige.

Typisk for alle forsøkene i Dølisjøen er at mange av hunnene har tilsynelatende fin rogn helt fram mot klekking. Selve rognutleggingen og festingen av rogn til halen om høsten synes derfor å fungere bra. Festingen av rogn er en forsuringsfølsom prosess (Appelberg & Odelström 1990), men om høsten er pH i Dølisjøen på et godt nivå, dvs. godt over 6 (jf. Fig. 8.2). I mange tilfeller synes også klekkingen å forløpe bra, men i løpet av den drøye uken det tar fra klekking til første skallskifte, dør all yngelen. Dersom det er slik at dårlig vannkvalitet er årsaken, kan det muligens fortsatt være lave pH-verdier i løpet av sen vinteren/våren som er kritiske for krepsrogn, og som medfører at yngelen dør i

forbindelse med selve klekkingen eller første skallskiftet. Selv i 1997, etter første kalkingen, ble det i slutten av mars målt pH-verdier ned mot 5.5 på stasjon 2 der forsøksburet befant seg. Tidligere i mars samme år ble pH målt helt ned til 5.3 samme sted, men bare noen få titalls meter unna på litt dypere vann (3 m) var pH over 6. I begynnelsen av april var pH over 6 også der forsøksburet stod. Dette viser at surstøteperioder kan være svært lokale og kraftige selv etter kalking. Spesielt når kreps holdes fanget i forsøksbur kan effekten av surstøtene bli ekstra alvorlige fordi krepsen ikke kan trekke seg unna.

I Digeren/Skinnarbølåa ble klekking i 1996 registrert over én måned senere enn i Dølisjøen. Dette må skyldes kaldere vann, men allikevel var klekkespunktet overraskende sent. Etter klekking ble én av hunnene med yngel tatt vare på for å følge yngelskallskiftene videre. Dessverre ble buret som denne hunnen ble oppbevart i trolig åpnet av mink, og kun én yngel ble gjenfunnet i boksen. Denne overlevde imidlertid to skallskifter og var i 3. stadium da den ble funnet død i oktober-96. Som følge av uhell ble dermed resultatet fra Digeren/Skinnarbølåa lite tungtveiende, men kan allikevel være en indikasjon på at overlevelsen til yngel etter klekking er bedre her enn i Dølisjøen. Vannkvaliteten (pH) i løpet av våren var også markert bedre her enn i Dølisjøen (jf. Fig. 7.4 og 8.2).

Også forsøksburene i kontrolllokaliteten Einavann var utsatt for uhell (ble delvis skylt opp på land) som medførte stor dødelighet på burkrepsen og rogn. Kun én hunn med rogn overlevde fram til klekking i midten av juli. Den forløp imidlertid normalt, og 2. stadium yngel ble observert etter ca. én uke.

På grunn av diverse uhell er resultatene fra overlevelsesforsøkene med rogn/yngel relativt usikre. Forsøkene indikerer likevel klart at det fortsatt synes å være problemer for krepsens reproduksjon i Dølisjøen (i hvert fall i visse områder av innsjøen). Her har det i løpet av fire forsøksperioder hvor hunnene har kommet så langt som til midten av juni med fin rogn, ikke lyktes å få fram 2. stadium yngel, mens det både i Digeren og Einavann (kontroll) ble påvist slik yngel til tross for store uhell tidligere under forsøket.

**Tabell 9.1. Oppsummering av forsøkene med rognoverlevelse i Dølisjøen (1993-1998), Digeren (1995/96) og Einavann (kontroll) (1995/96).**

<b>Dølisjøen:</b>				
<b>Forsøk 1993-94</b>	Høst 1993: 15 hunner m/ >100 rogn	30.06.94: 4 m/50-100 rogn 4 m/<50 rogn 7 mistet all rogn	primo juli 1994: Ingen hunner m/rogn eller yngel (dvs. mistet/død i tiden fram mot klekking eller første skallsifte).	
<b>Forsøk 1994-95</b>	Høst 1994: 25 hunner m/>100 rogn	15.06.95: 14 m/>100 rogn 4 m/<50 rogn 7 mistet all rogn	primo juli 1995: Ingen hunner m/rogn eller yngel (dvs. mistet/død i tiden fram mot klekking eller første skallsifte).	
<b>Forsøk 1995-96</b>	Høst 1995: 16 hunner m/>100 rogn	06.07.96: 12 m/>100 rogn 3 m/50-100 rogn 1 mistet all rogn	21.07.96 <sup>1)</sup> : 10 m/100 1.st.yngel 1 m/<50 1.st.yngel 5 mistet alt	07.08.96: 4 m/>100 yngel ble plassert i eget bur 22.07.96. Ingen yngel har overlevd til st. 2.
<b>Forsøk 1996-97</b>	Høst 1996: 16 hunner m/>100 rogn	Våren 1997 ble forsøksburet tatt av isen.		
<b>Forsøk 1997-98</b>	Høst 1997: 16 hunner m/>100 rogn	16.06.98: 4 m/>100 rogn 2 m/50-100 rogn 5 m/<50 rogn 4 mistet all rogn 1 død	juli-97: 4 hunner m/>100 rogn ble beholdt i bur fram mot klekking. Ingen yngel overlevde fram til 2. stadium.	
<b>Digeren (Skinnarbølåa):</b>				
<b>Forsøk 1995-96</b>	Høst 1995: 12 hunner m/>100 rogn 1 m/50-100 rogn 2 m/< 50 rogn	12.08.96: 4 m/>100 rogn 3 m/50-100 rogn 5 m/<50 rogn 1 mistet all rogn 2 døde	19.08.96 <sup>2)</sup> : 4 m/>100 1.st.yngel 3 m/50-100 1.st. yng. 5 m/<50 1.st.yngel 1 mistet alt 2 døde	En av hannene m/>100 yngel ble plassert i eget bur som ble "åpnet" av mink. En yngel igjen som målte 11 mm den 18.09. Død som 3. stadium yngel ved sjekk 17.10.
<b>Einavann (kontroll):</b>				
<b>Forsøk 1995-96</b>	Høst 1995: Uhell førte til: 2 m/ >100 rogn 6 mistet all rogn 7 rømt/døde	07.06.96: 1 m/50-100 rogn 4 mistet all rogn 3 døde	Medio juli 1996: Klekking hos hunnen m/rogn. Sluppet løs når 2. st. yngel ble observert etter en drøy uke.	

1) Klekking ca. 10.07

2) Klekking ca. 15.08



### 9.1.2 Overlevelse hos voksen kreps gjennom skallskifte

I forbindelse med kalsifiseringsstudiene (se pkt. 9.2) ble 16 voksne kreps fra Einavann (8 hanner og 8 hunner) i størrelsen 79-102 mm holdt separat i hver sine kammer fordelt på to bur i hver av lokalitetene Digeren (utløpsåa), Dølisjøen og Einavann (kontroll). Buroppholdet varte fra 4 uker før skallskifte og opp til 3 uker etter. I hver av lokalitetene døde kun én kreps i forbindelse med skallskiftet. (I kontrollen Einavann døde også to kreps like etter forsøkets start, men disse antas å ha vært svake i utgangspunktet). Overlevelse i forbindelse med selve skallskiftet ser derfor ikke ut til å være noe større problem i Dølisjøen og Digeren sammenlignet med mer optimale lokaliteter som Einavann.

## 9.2 Kalsifisering/Mineralisering

Hensikten med dette studiet har vært å undersøke i hvilken grad det var forskjell i kalsifisering/mineralisering av skallet til krepsen etter skallskifte i lav pH/lav kalsium-lokaliteter (Dølisjøen og Digeren) sammenlignet med mer optimale lokaliteter (Einavann). Dersom kalsifiseringsraten er markert lavere i de marginale lokalitetene vil dette kunne være et betydelig stressmoment. Muligens kan det bidra til økt dødelighet og/eller lavere vekst og dermed en populasjonsrespons som er registrert i *Bæreia*, dvs. at stor kreps nærmest forsvinner.

### *Forsøksopplegg - metoder*

Voksen kreps fra Einavann (8 hanner og 8 hunner) i størrelsen 79-102 mm ble holdt separat i hver sine kammer fordelt på to bur i hver av lokalitetene Digeren (utløpsåa), Dølisjøen og Einavann i en periode fra 4 uker før skallskifte (start ca. 20. juni-95) og opptil 3 uker etter skallskifte (avslutning ca. 25. august-95). Ved henholdsvis én, to og tre uker etter skallskifte ble 3-5 kreps fra hver lokalitet tatt ut og frosset ned. Senere ble en bit fra et bestemt sted på ryggskjoldet tatt ut og analysert for kalsium og totalt mineralinnhold. Frittlevende kreps fra Einavann ble fanget i midten av september (6-7 uker etter skallskiftet) og analysert på samme måten, for å få vite kalsium og mineralinnhold i det "ferdige" intermolt-stadiet til sammenligning.

I post-molt perioden fram til siste kreps ble frosset ned, varierte pH i Digeren (utløpsåa) fra 5.6-7.0. med et snitt på 6.2. Kalsium ble målt fra <2-2.2 mg Ca/l. I Dølisjøen i samme



perioden varierte pH fra 6.1-6.7 (snitt 6.4) og kalsium fra 2.9-5.2 (snitt 3.9). Einavann har en stabil pH på rundt 7.5 og et kalsiuminnhold på ca. 14 mg Ca/l.

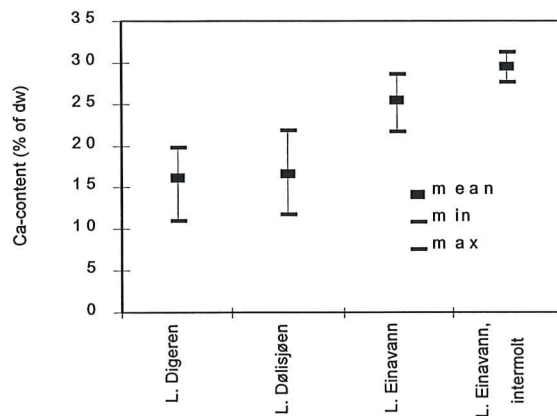
Prøvebiten fra krepseskallet (fra siden på ryggskjoldet) ble tørket til konstant vekt i minimum 48 timer for å oppnå tørr vekt. Prøven ble deretter brent ved 450°C i 12 timer for å få aske-vekt (mineral-innhold). Kalsiumkonsentrasjonen ble målt med atomabsorpsjonsspektrofotometer.

### ***Resultater og diskusjon***

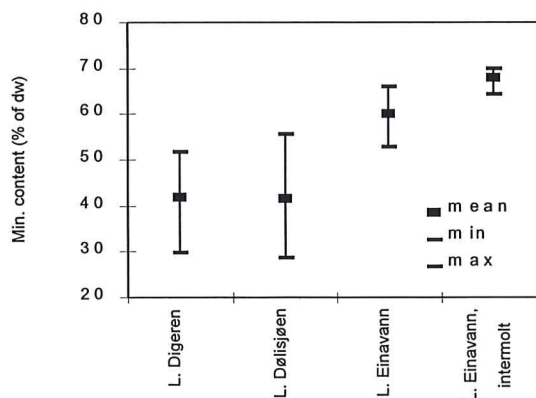
Det var ingen signifikant økning i kalsium- og mineralinnholdet i krepseskallet i løpet av 1-3 ukers perioden etter skallskiftet for noen av lokalitetene. Det viser at mineraliseringen av skallet i hovedsak skjer i løpet av de første dagene etter skallskifte, og deretter avtar prosessen betraktelig. Det var imidlertid sterkt signifikante forskjeller i mineraliseringsgrad mellom Einavann på ene siden og Digeren/Dølisjøen på andre siden. Noe overraskende ble det ikke funnet forskjeller mellom Digeren og Dølisjøen til tross for at Dølisjøen hadde nesten dobbelt så mye kalsium som Digeren. For forsøkskrepsen som ble holdt i Dølisjøen og Digeren utgjorde mineralinnholdet 41% og kalsiuminnholdet 16% av krepseskallets tørrvekt 1-3 uker etter skallskifte. Tilsvarende verdier for forsøkskrepsen i Einavann var 60% mineralinnhold og 25% kalsiuminnhold. For den frittlevende intermolt-krepsen som ble fanget i Einavann i midten av september, var verdiene 67% mineralinnhold og 29% kalsiuminnhold (Fig. 9.1 og 9.2). Sammenlignet med intermolt-krepsen i Einavann har forsøkskrepsen i Einavann akkumulert ca. 90% av mineralinnholdet og 86% av kalsiuminnholdet 1-3 uker etter skallskifte, mens tilsvarende verdier for forsøkskrepsen i Digeren og Dølisjøen var kun 60% av mineralinnholdet og 55% av kalsiuminnholdet.

Det kan stilles spørsmål om krepsen i Digeren og Dølisjøen til slutt ville endt opp på samme nivå som intermolt-krepsen i Einavann, eller om også det "ferdige" intermolt-stadiet i disse kalkfattige lokalitetene ville hatt et lavere nivå. Kanskje til og med så lavt at den relative kalsifiseringshastigheten ikke var redusert i Digeren/Dølisjøen i forhold til Einavann. I Finland er det påvist signifikante forskjeller i kalsiuminnholdet i skallet til intermolt kreps fra ulike lokaliteter, avhengig av kalsiuminnholdet i lokaliteten. I lokaliteter med 2.5, 14.7 og 27.4 mg Ca/l var kalsiuminnholdet i skallet til intermolt kreps henholdsvis 22.9, 25.2 og 27.9% (Jussila et al. 1995). La oss anta at intermolt-nivået i Digeren/Dølisjøen også ville vært ca. 23% kalsium i skallet, dvs. det samme som for den sammenlignbare finske lokaliteten. Akkumulert kalsiuminnhold etter 1-3 uker (ca. 16%) ville da fortsatt bare vært ca. 70% av intermolt-nivået, dvs. langt under 86% som var tilsvarende verdi for forsøkskrepsen i Einavann. I kalkfattige lokaliteter synes

det dermed som om både intermolt-nivået av kalsium i krepseskallet og kalsifiseringshastigheten er lavere sammenlignet med mer kalkrike lokaliteter.



**Figur 9.1.** Kalsium-innhold (i % av tørr-vekt) i ryggskjoldet til kreps 1-3 uker etter skallskifte i Digeren, Dølisjøen og Einavann, sammenlignet med "intermolt" kreps fra Einavann.



**Figur 9.2.** Mineral-innhold (i % av tørr-vekt) i ryggskjoldet til kreps 1-3 uker etter skallskifte i Digeren, Dølisjøen og Einavann, sammenlignet med "intermolt" kreps fra Einavann.

Kalsifiseringen var den samme i Digeren og Dølisjøen til tross for at Dølisjøen hadde nesten dobbelt så mye kalsium (ca. 3.9 vs. ca. 2.1 mg Ca/l). Det synes dermed ikke å være en enkel lineær sammenheng mellom kalsiumnivå i vannet og kalsifiseringen av skallet. pH og tilgang på kalsiumrikt fôr spiller høyst sannsynlig en rolle. Under forsøksperioden var imidlertid pH episodevis noe lavere i Digeren, men altså uten at dette førte til dårligere kalsifisering sammenlignet med Dølisjøen. Det er mulig at surt vann først virker hemmende på kalsifiseringen ved pH-verdier lavere enn ca. 5.8 (jf. Malley 1980, Appelberg & Odelström 1990).

Uansett synes det klart at i lokaliteter med kalsiumnivå lavere enn ca. 5 mg Ca/l er kalsifiseringen av skallet betydelig hemmet sammenlignet med lokaliteter med kalsiumnivå høyere enn 10 mg Ca/l. Det er imidlertid uklart i hvilken grad et lavt kalsium-nivå fører til stress og problemer for krepsebestanden. Det kan finnes gode krepsebestander selv med en kalsium-mengde mindre enn 3-4 mg Ca/l. Vi har mange eksempler på det i Norge og andre land, f.eks Finland (Jussila et al. 1995) Trolig kan krepsen greie seg bra under slike forhold dersom det ikke er ytterligere stressfaktorer som spiller inn. Ved f.eks forsuring kan kalsium-opptaket hemmes ytterligere, og sannsynligvis nok til at en i utgangspunktet god bestand kan få store problemer.

Mer detaljer om kalsifiseringsforsøket er publisert i Taugbøl et al. (1997b).





## 10 Sammenfattende diskusjon

### 10.1 Utvikling i krepsebestand etter kalking

#### *Søndre Øyungen, Digeren og Dølisjøen*

I S.Øyungen, Digeren og Dølisjøen hvor krepsebestanden i utgangspunktet var helt eller nesten utryddet, har det gått for kort tid etter utsetting av ny kreps til å kunne si om reetableringen vil lykkes. Det vil også være et spørsmål om hvilke kriterier som skal brukes for å betegne en reetablering som vellykket. Det kan f.eks være påvisning av naturlig rekruttering i vannet, eller det kan være et krav til størrelse på bestanden, f.eks at det minimum skal være en tynn til middels bestand (en fangst pr. innsats på mellom 0.5-2.5 K/TN eller 10-50 K/TD av vannets egenproduserte kreps). Påvisning av naturlig rekruttering kan skje ved dykking. I en tidlig fase blir dette i stor grad som å lete etter nåla i høystakken, og det ble ikke satt av ressurser til det. Naturlig rekruttering kan enklest påvises ved at kreps, som ikke kan stamme fra utsettingene p.g.a størrelsen, etter hvert kommer inn i teinefangstene. Hvor raskt naturlig rekruttering kan påvises og bestanden nå et visst minimumsnivå, vil bl.a. avhenge av hvor mye kreps som settes ut, samt at tilfredsstillende vannkvalitet kan opprettholdes. I forbindelse med reetablering av kreps i Glomma etter krepsepesten er det satt ut ny kreps flere steder. Et sted hvor det ble satt ut ca. 3.800 voksen kreps i 1989-1991, ble naturlig rekruttering påvist ved dykking i 1993 og i 1998 var teinefangsten oppe i ca. 0.7 K/TN (Taugbøl 1999). De beskjedne krepsefangstene i prøvefisket med teiner i S. Øyungen, Digeren og Dølisjøen har høyst sannsynlig bestått av utsatt kreps (med unntak av én kreps i Dølisjøen som viser at bestanden her ikke har vært helt utryddet). Gjenfangstene av utsatt kreps viser i det minste at det har vært levelige forhold for krepsen.

I S. Øyungen og Digeren ble det også satt ut yngel. Ved senere dykking på utsettingsstedene ble det, spesielt i Digeren, gjenfanget endel yngel. Disse hadde hatt en svært god vekst og er nok en indikasjon på at forholdene synes å være gode for krepsen. Gjenfangsten av yngel på utsettingsstedet var for øvrig god sammenlignet med det en vanligvis oppnår ved teinefangst eller dykking etter utsatt voksen kreps av samme antall. I forhold til å bygge opp en krepsebestand på et avgrenset område kan det synes som om det er mer hensiktsmessig å bruke yngel fordi disse er mer stasjonære. Tidligere forsøk med utsetting av voksen kreps har vist at disse i svært stor grad vandrer når de blir satt ut i en ny lokalitet (Taugbøl 1996, 1999). Det vil forsinke den tiden det tar å bygge opp en ny bestand.



I utløpselvene til Digeren og Søndre Øyungen ble det svært overraskende påvist en naturlig krepsebestand. I utløpet til S. Øyungen må bestanden endog betegnes som god. Når bestandene var forsvunnet i selve innsjøene antok vi i utgangspunktet at de også var borte i utløpselva. Bestandene her har altså klart å overleve med en vannkjemi der pH konstant har ligget på rundt 5.5 og med kalsium verdier under (Digeren) og såvidt over (S. Øyungen) 2 mg Ca/l. Det kan altså synes som om krepsebestander i rennende vann klarer seg bedre i forhold til forsuring enn kreps som lever i innsjøen, men det er uvisst hvilke faktorer i rennede vann som kan ha betydning her. Også i forhold til lave temperaturer klarer krepsen seg bedre i rennende vann. Temperatur er en viktig begrensende faktor for utbredelsen og de nordligste krepsebestandene i Skandinavia finnes først og fremst i rennende vann (Fürst & Eriksson 1983, Pursianen & Erkamo 1991).

Et annet viktig forhold for re-etablering av kreps, er om det skjer endringer i fiskesamfunnet, f.eks. økt forekomst av krepsespisende fisk. Abborbestanden øker ofte i antall i forbindelse med forsuring og kalking og kan bli så tallrik at den holder en krepsebestand effektivt nede gjennom predasjon (Appelberg & Odelström 1990, Appelberg 1990). I Søndre Øyungen kan det muligens ha vært en økning av abborbestanden etter kalkingen, men en lengre tidsserie må til for å fastslå om dette er en reell økning eller kun et tilfeldig utslag i prøvefisket.

### ***Rokosjøen og Bæreia***

I Rokosjøen var utgangspunktet at forsuringen fram til 1994 sannsynligvis hadde ført til en størrelsesreduksjon på krepsen, dvs. mindre andel stor kreps, og muligens også en redusert tetthet og skjev fordeling av krepsen i innsjøen. I Bæreia hadde forsuringen ført til at stor kreps ( $\geq 95$  mm) nærmest var forsvunnet (ingen kreps i teinefangstene), mens det fortsatt var en relativt god bestand av mindre kreps (observert ved dykking).

I Rokosjøen har vi sett klare effekter på krepsebestanden siden kalkingen startet i 1994. Den mest markerte er den økte andelen av stor kreps ( $\geq 95$  mm) i teinefangstene; en økning fra 34% til nærmere 60% i 1998. Også tettheten av kreps var markert større i 1998 enn tidligere år over hele innsjøen. Bæreia ble kalket første gang allerede i 1991 og deretter hvert år siden 1994. Effekten på krepsebestanden her har imidlertid vært mindre enn forventet. Det ble igjen fanget noe kreps med teiner i 1995, men det har ikke vært noen økning i fangstene siden. Krepsen har vært fredet i denne perioden, så overfiske kan ikke være årsaken til lave fangster. Uansett er det imidlertid et faktum at det igjen fanges kreps med teiner, dvs. at andelen stor kreps i bestanden har økt. Resultatene fra Rokosjøen og Bæreia støtter dermed hypotesen om at forsuring kan gi en bestandsrespons der de store individene i størst grad blir rammet. Dette er en

bestandsrespons hos kreps på forsuring vi ikke kjenner til er beskrevet tidligere. Muligens kan en slik respons ha sammenheng med kalsifiseringsproblemer.

Forekomsten av småkreps i Bæreia har holdt seg på samme nivå helt siden 1989, dvs. halvert i forhold til tidligere på 1980-tallet, men fortsatt en relativt bra forekomst. Årsaken til at det hele tiden har kunnet være en relativt god forekomst av småkreps, til tross for at den større krepsen nærmest har vært forsvunnet, skyldes at hunnene blir kjønnsmodne allerede fra ca. 70 mm. Hunnene kan dermed reprodusere 1-2 ganger før de når det som ser ut til å være kritiske størrelser. Det er sannsynlig at mangelen på store individer skyldes økt dødelighet og ikke stagnasjon i vekst. Hvis vekststagnasjon hadde vært årsaken, burde tettheten av småkreps øke. Dykkefangstene tyder ikke på at det er tilfellet.

## **10.2 Gir kalkingen god nok vannkvalitet for krepsen?**

Som en hovedregel for å unngå skader på en krepsebestand, bør pH alltid være over 6. Dette viser erfaringer fra mange års kalkingsvirksomhet i Sverige (Appelberg 1992, Fiskeriverket 1993). Det er ikke tilstrekkelig at hovedvannmassene oppnår en akseptabel pH. Krepsen er bunndyr og utnytter i hovedsak de grunne, strandnære områdene. Det er nettopp disse områdene som kan være mest utsatt for forsuring under såkalte surstøtsepisoder, og ved kalking med hensyn på kreps vil det være viktig å velge en kalkingsmetode som i størst grad kan avsyre de strandnære områdene. Målinger i Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen på senvinter/vår har vist at etter kalkingen har det vært episoder der pH har vært godt under 6, selv i S. Øyungen som ble kalket etter "svensk metode", dvs. med mye mer kalk enn hva som er vanlig i Norge, og med mesteparten av kalken (80%) spredt i strandsonen. Episodene har imidlertid vært kortvarige og generelt har vannkvaliteten holdt et akseptabelt nivå. Om kalkingen gir god nok vannkvalitet for krepsen vil først kunne få et sikkert, positivt svar når en bestand er reetablert og opprettholdes gjennom naturlig reproduksjon.

Det er usikkert i hvilken grad kortvarige surstøtsepisoder er til skade for krepsebestanden i forsøkslokalitetene. Reproduksjonsforsøkene i Dølisjøen, der det ikke har lyktes å få fram 2. stadium-yngel, indikerer at vannkvaliteten fortsatt kan være problematisk. I Digeren og S. Øyungen har overlevelse og vekst på utsatt yngel vært svært god, men det er en usikkerhet om vannkvaliteten er god nok til at prosessen fra rognutlegging til klekking/2.stadium yngel forløper bra. Sure episoder med pH under 6 trenger ikke bety at krepsen har store problemer. Det kan være svært gode krepsebestander også i innsjøer der pH faller under 6 i løpet av senvinter/vår. Harasjøen i Stange kommune er et godt



eksempel i så måte (Taugbøl 1999). Som nevnt ovenfor har også utløpselva i Søndre Øyungen beholdt en god krepsbestand til tross for at pH og kalsium før kalkingen var på henholdsvis rundt 5.5 og 2 mg Ca/l. En rekke andre faktorer i tillegg til pH og kalsium spiller trolig vesentlige roller i forhold til krepsbestandens overlevelse ved en forsuringssituasjon. Slike faktorer kan være biotiske, såsom predasjon og konkurranse, og abiotiske som f.eks. mengde, form og temporær og romlig forekomst av aluminiumsforbindelser, humus, m.m.

### 10.3 Kunnskapsbehov

I løpet av prosjektet har det blitt avdekket mange nye problemstillinger og kunnskapsbehov som det ikke har vært ressurser til å forfølge videre. Det er spesielt tre forhold vi har lyst til å påpeke at det bør skaffes mer kunnskap om:

1) *Krepsens habitatvalg gjennom vinter og vår.*

Det er velkjent at krepsen, og spesielt hunner med rogn, oppholder seg på tildels svært grunne områder (< 0.5 m) om forsommeren for å utnytte den høyere temperaturen her. Spørsmålet er om de trekker til disse områdene først utpå forsommeren, eller om de oppholder seg her også på senvinter/vår. Det synes å kunne være svært store forskjeller i pH f.eks. mellom 0.5 m dyp og 2-3 m dyp (jf. Fig. 6.4), så rognbærende hunners habitatvalg på senvinter/vår kan trolig ha stor betydning i forhold til forsuringsskader på rekrutteringen. Habitatvalget dirigeres i stor grad av bunnforholdene, dvs. at krepsen velger habitat som gir godt skjul. I mange lokaliteter er det kun den øverste delen av strandsona som gir gode skjulmuligheter. Vannkvaliteten kan trolig også styre habitatvalget, dvs. at krepsen kan unngå eller trekke vekk fra områder med dårlig vannkvalitet (lav pH). Undersøkelser av krepsens habitatvalg på senvinter, vår og forsommer i ulike lokaliteter med ulik vannkjemi og fysiske forhold bør gjennomføres.

2) *Reproduksjon i kalka lokaliteter. Effekt av surstøtsepisoder*

I de kalkede forsøkslokalitetene forekommer fortsatt surstøtsepisoder. Utsatt krepsenyngel vokser godt, men det er uvisst hvordan surstøtsepisodene påvirker reproduksjonen. Kontrollerte burforsøk bør gjennomføres for å undersøke om de surstøtsepisoder som faktisk forekommer i de kalkede vassdragene, er skadelig for reproduksjonen. Slik kunnskap er nødvendig å ha for å kunne vurdere kalkingsstrategi i forhold til kreps. Dersom kortvarige surstøt i strandnære områder er til stor skade, må det i større grad forsøkes å avsyre disse områdene.

3) *Alternative forbedringstiltak for kreps*

Det finnes ingen andre effektive tiltak enn kalking for å avbøte forsuringsskader eller gjenopprette en vannkvalitet som gir levelige forhold for kreps. Et supplerende forbedringstiltak som bør utprøves, er å legge ut kalkstein i strandnære områder. Såvidt vi kjenner til er ikke slike tiltak utprøvd i forhold til kreps tidligere, men det er oppnådd gode resultater i forhold til å motvirke forsuring av gyteområder for ørret (Barlaup & Kleiven 1995). Kalkstein av relativt stor størrelse kan både tjene som skjul (som i seg selv er et bestandsfremmende tiltak), og muligens kan det også bli et mikroklima inne i kalksteinsrøyser med høyere pH og kalsium enn i de åpne vannmassene omkring.





## Referanser

Adegboye, J.D., Hagadorn, I.R. & Hirsch, P.F. 1975. Variations in haemolymph calcium associated with the moulting cycle in the crayfish. *Freshwater Crayfish* 2: 227-247.

Appelberg, M. 1984. Early development of the crayfish *Astacus astacus* L. in acid water. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 61: 48-59.

Appelberg, M. 1990. Population regulation of the crayfish *Astacus astacus* L. after liming an oligotrophic, low-alkaline forest lake. *Limnologica* 20: 319-327.

Appelberg, M. 1992. Liming as a measure to restore crayfish populations in acidified lakes. *Finnish Fish. Res.* 14: 93-105.

Appelberg, M. & Odelström, T. 1985. Rekommendationer för provfiske efter kräftor. *Inf. Sötvattenslab. Drottningholm* 7.

Appelberg, M. & Odelström, T. 1986. Habitat distribution, growth and abundance of the crayfish *Astacus astacus* L. in the littoral zone of four neutralized lakes. In: *The crayfish Astacus astacus in acid and neutralized environments*. M. Appelberg, Ph.D. thesis, Limnologiska Institutionen, Uppsala Universitet.

Appelberg, M. & Odelström, T. 1990. Kräftor i sura och kalkade vann. *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* 4: 1-25.

Barlaup, B. & Kleiven, E. 1995. Kalking av innsjøer. *Store Hovvatn. Fisk. S.* 32-37 i: *Direktoratet for naturforvaltning 1995. Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1994. DN-notat 1995-9.*

Berg, J.A. & Gulliksen, H. 1996. En limnologisk undersøkelse av tre forsurede, humusrike innsjøer i Eidskog og Kongsvinger kommuner. *Prosjektoppgave, HiH-Blæstad*, 141 ss.

Engen, G., Fjeldheim, O.H. & Sigdestad, Aa. 1995. En limnologisk undersøkelse av tre forsurede, humusrike innsjøer i Eidskog og Kongsvinger kommuner. *Prosjektoppgave, HiH-Blæstad*, 106 ss.

- Fiskeriverket 1993. Möjligheter att öka flodkräftbestånd i svenska vatten. Inf. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 2, 66 s.
- France, R.L. 1987. Calcium and trace metal composition of crayfish (*Orconectes virilis*) in relation to experimental lake acidification. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 44: 107-113.
- Fürst, M. & Eriksson, B. 1983. Climate and stream as limiting factors in the distribution of *Astacus astacus* L. Freshwater Crayfish 5: 268 (abstract).
- Hindar, A. & Skiple, A. 1995. Kalkingsstrategi i grensevasdrag mellom Sverige og Norge. S: 125-131 i: Direktoratet for naturforvaltning 1995. Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1994. DN-notat 1995-9.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge, med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Jay, D. & Holdich, D.M. 1977. The pH tolerance of the crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). Freshwater Crayfish 3: 363-370.
- Jay, D. & Holdich, D.M. 1981. The distribution of the crayfish, *Austropotamobius pallipes* in British waters. Freshw. Biol. 11: 121-129.
- Jussila, J., Henttonen, P. & Huner, J.V. 1995. Calcium, magnesium, and manganese content of noble crayfish (*Astacus astacus* (L.)) branchial carapace and its relationship to water and sediment mineral contents of two ponds and one lake in Central Finland. Freshwater Crayfish 10: 230-238.
- Malley, D.F. 1980. Decreased survival and calcium uptake by the crayfish *Orconectes virilis* in low pH. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 364-372.
- Pursiainen, M. & Erkamo, E. 1991. Low temperatures as limiting factor for the noble crayfish (*Astacus astacus*) populations. Finn. Fish. Res. 12: 179-185.
- Qvenild, T. & Skurdal, J. 1988. Does increased mesh size reduce nonlegalized fraction of *Astacus astacus* in trap catches? Freshwater Crayfish 7: 277-284.

Rognerud, S. 1992. Vannkvalitetsundersøkelse i Hedmark fylke. En regional undersøkelse av 220 innsjøer høsten 1988. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernavdelingen. Rapport 4/92.

Skaug, G. 1994. En limnologisk undersøkelse av to forsurede innsjøer i Hedmark. Prosjektoppgave, HiH-Blæstad. 41 ss.

Skurdal, J., Fjeld, E. & Taugbøl, T. 1985. Feltmetodikk ved studier av ferskvannskreps. Fauna 38: 77-82.

Skurdal, J., Qvenild, T., Taugbøl, T. & Garnås, E. 1993. Long term study of exploitation, yield and stock structure of noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, S.E. Norway. Freshwater Crayfish 9: 118-133.

Taugbøl, T. 1994. Krepeundersøkelser i 1993. Overvåking og tiltak i regi av krepsepestutvalget. Østlandsforskning, notat 08/94.

Taugbøl, T. 1995. Krepeundersøkelser i 1994. Overvåking og tiltak i regi av krepsepestutvalget. Østlandsforskning, notat 03/95.

Taugbøl, T. 1999a. Krepsen i Harasjøen: Vurdering av vannkvalitet og beskatning. Østlandsforskning, notat 01/99.

Taugbøl, T. 1999b. Krepsepestutvalget. Årsrapport 1998. Østlandsforskning, notat 03/99.

Taugbøl, T., Qvenild, T. & Motzfeldt, M. 1989. Registrering og overvåking av krepsebestander i Sør-Hedmark. Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernadv., rapport 25.

Taugbøl, T. & Linløkken, A. 1995. Vannkvalitet og kreps i Rokosjøen, Løten kommune, Hedmark. Status før kalking. Østlandsforskning, rapport 06/95.

Taugbøl, T. & Skurdal, J. 1996. Ferskvannskreps i Norge. Kunnskapsstatus og forvaltningserfaring. Østlandsforskning, rapport 13/96.

Taugbøl, T., Wærvågen, S.B. & Linløkken, A.N. 1996. Kreps i kalkede vann: Re-etablering og utvikling av eksisterende bestander. Årsrapport 1995. Østlandsforskning, notat 08/96, 62 s. + vedlegg.

Taugbøl, T., Skurdal, J., Burba, A., Munoz, C. & Sàez-Royuela, M. 1997a. A test of crayfish predatory and nonpredatory fish species as bait in crayfish traps. *Fisheries Management and Ecology* 4: 127-134.

Taugbøl, T., Wærvågen, S.B., Linløkken, A.N. & Skurdal, J. 1997b. Post-molt exoskeleton mineralization in adult noble crayfish, *Astacus astacus*, in three lakes with different calcium levels. *Freshwater Crayfish* 11: 219-226.

Wheatly, M.G. & Gannon, A.T. 1995. Ion regulation in crayfish: Freshwater adaptations and the problem of molting. *American Zoologist* 35: 49-59.

Willig, A. & Keller, R. 1973. Molting hormone content, cuticle growth and gastrolith growth in the molt cycle of the crayfish *Orconectes limosus*. *Journal of Comparative Physiology* 86: 377-388.



## **Kreps i kalkede vann: Reetablering og utvikling av eksisterende bestander**

Prosjektet omfatter lokalitetene Rokosjøen (Løten kommune), Bæreia og Digeren (Kongsvinger kommune), Søndre Øyungen (Eidskog kommune) og Dølisjøen (Sør-Odal kommune) i Hedmark. Alle sjøene er påvirket av forsuring, og hensynet til krepsen er hovedårsaken til kalkingen. Prosjektets hovedmål er å undersøke effekten av å kalke krepselokaliteter når det gjelder: 1) å reetablere utdødde eller sterkt reduserte bestander ved ny-utsetninger (Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen) og 2) å snu en negativ trend m.h.t. krepsebestandens størrelse og fordeling (Bæreia og Rokosjøen). I Digeren, S. Øyungen og Dølisjøen er det for tidlig å si om reetablering lykkes, men vekst og overlevelse av utsatt kreps indikerer at forholdene for kreps er bra. I Rokosjøen har kalkingen ført til en markert større andel stor kreps i teinefangstene. Også tettheten av kreps har økt i hele innsjøen. I Bæreia har teinefangst av voksen kreps økt, selv om økningen har vært mindre enn forventet. Generelt har kalkingen ført til god vannkvalitet, men det kan fortsatt synes som om surstøtepisoder på senvinter/vår har negativ effekt på reproduksjon i enkelte lokaliteter.

**ØF-Rapport nr. 16/1999**

**ISBN nr. 82-7356-448-7**

**ISSN nr. 0809-1617**