

# Kalkingsplan for Lindås kommune 1995



Steinar Kålås  
Annie Elisabeth Bjørklund  
&  
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS  
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 189, mars 1996.



# Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Lindås kommune, 1995.

FORFATTERE:

Cand.scient. Steinar Kålås      Cand.scient. Annie E. Bjørklund      Dr.philos. Geir H. Johnsen

OPPDRAGSGIVER:

Lindås kommune. ved miljøvernleiar Nils Kvalvågnes, 5100 Isdalstø.

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995-1996

RAPPORT DATO:

8.mars 1996

RAPPORT NR:

189

ANTALL SIDER:

36

ISBN NR:

ISBN 82-7658-071-8

RAPPORT SAMMENDRAG:

I store deler av Lindås kommune er vassdragene moderat påvirket av sur nedbør, og det største området med lave pH-verdier ligger i de høyereliggende delene øst i kommunen. Her er det også innsjøer med tapte og reduserte fiskebestander, og de foreslåtte kalkingsprosjektene ligger i disse områdene. Høyest prioritert er Romarheimsvassdraget, mens fire innsjøer i Eikefetvassdraget er prioritert på andreplass. Kalking av tilløpsbekker til Husdalsvatnet kan vurderes. For Romarheimsvassdraget er en separat kalkingsplan under utarbeidelse, og dette bør også skje for Eikefetvassdraget dersom en ønsker å kalke dette.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Lindås kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
Telefon: 55 31 02 78    Telefax: 55 31 62 75



## FORORD

Rådgivende Biologer as. har utarbeidet en kalkingsplan for Lindås kommune. Gjennomføringen av arbeidet er utført i henhold til de krav som er gitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling for dette arbeidet. Arbeidet er finansiert likelig fra Fylkesmannen og fra Lindås kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1995. Planen for Lindås inngår som en av 29 kommunale kalkingsplaner som er utarbeidet i Hordaland i løpet av 1995. Denne serien av kommunale kalkingsplaner utgjør et sentralt grunnlag for den offentlige forvaltningen av de statlige kalkingsmidlene i Hordaland i årene som kommer.

Det er imidlertid viktig å understreke at dette er en KALKINGSPLAN og ikke et KALKINGSPROGRAM for Lindås kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Lindås. Ved tildeling av statlige kalkingsmidler vil disse prosjektene ut fra dagens prioriteringskriterier bli vurdert i forhold til de øvrige aktuelle og pågående kalkingsprosjekter i hele Hordaland. Gjeldende prioriteringskriterier kan bli endret i framtiden, slik at det ikke er en selvfølge at middels høyt prioriterte prosjekt nødvendigvis vil rykke oppover på listen i framtiden.

Planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernleiar Nils Kvalvågnes og Marit Anne Bysveen i Lindås kommune, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Lindås kommune besørget organisering og lokal innsamling av over 60 vannprøver våren og høsten 1995, samt samlet inn opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as. Fylkesmannens miljøvernavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av de foreliggende kalkingsplanene.

Følgende personer har bidratt med informasjon vedrørende fiskestatus i Lindås kommune:

*Trond Berge, Asbjørn Sæle, Pieter de Jonge.*

pH-prøvene er analysert av Rådgivende Biologer as., mens de utvidete vannkjemiske analysene er utført ved Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

Rådgivende Biologer as. takker samtlige for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og Lindås kommune ved Nils Kvalvågnes for oppdraget.

Første utkast er datert Bergen, 12.oktober 1995.

Den endelige planen er datert Bergen, 8.mars 1996.



## INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD .....	3
INNHALDSFORTEGNELSE .....	4
Liste over figurer .....	5
Liste over tabeller .....	5
SAMMENDRAG .....	6
SURHET I VASSDRAG OG VILKÅR FOR KALKING .....	8
Surhet i vassdrag .....	8
Kalking og kalkingskriterier .....	13
SURHETSTILSTAND .....	16
Surhet i Lindås i 1995 .....	16
Variasjon i surhet gjennom året .....	17
Oversikt over forsurede områder .....	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene .....	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene .....	21
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE .....	22
Status for innlandsfiskebestander .....	22
Status for anadrome bestander .....	23
Oversikt over forsurede bestander .....	25
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi .....	25
KALKINGSPLAN FOR LINDÅS .....	26
Behov for kalking i Lindås kommune .....	26
Forslag til prioritering .....	27
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt .....	28
Hvor skal en overvåke .....	29
LITTERATURREFERANSER .....	30
VEDLEGGSTABELLER .....	31
Surhetsdata for Lindås 1995 .....	31
Kart over prøvetakingspunktene .....	32
Status for fiskebestandene .....	34



## LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet .....	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Lindås kommune i 1995 .....	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Lindås i 1995 .....	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i tre drikkevannskilder i Lindås .....	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Lindås i 1995 .....	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet av Andåstjønna .....	22
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Sagelva .....	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk i ved elektrofiske i Romarheimselva .....	23
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i Eikefetelva .....	24
FIGUR 3.5: Fangst av fisk ved elektrofiske i Eikangerelva .....	24
FIGUR 3.6: Fangst av fisk ved elektrofiske i Storelva .....	24
FIGUR 3.7: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet av Fiskesetelva .....	25
FIGUR 4.1: Kart over aktuelle kalkingslokaliteter i sør-østre deler av Lindås .....	26
FIGUR 4.2: Kart over aktuelle kalkingslokaliteter i de nord-østre delene av Lindås .....	26

## LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye .....	12
TABELL 1.2: DN's overordnede prioriteringskriterier for kalkingsmidler .....	14
TABELL 2.1: Arealfordeling av sure områder .....	20
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen .....	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995 .....	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995 .....	21
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter .....	28
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold .....	29



## SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Lindås kommune, utarbeidet en kalkingsplan for kommunen. Arbeidet er utført i løpet av 1995 som en direkte oppfølging av Fylkesmannens miljøvernavdelings arbeide med beskrivelse av surhetstilstanden i Hordaland (Johnsen & Kambestad 1994) og kalkingsplanlegging i fylket (Kambestad mfl. 1995).

### NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i den vestre delen av kommunen er en del av Bergensbuene, og berggrunnen der er derfor meget variert. Dominerende bergarter er granitt, mangeritt, gabbro og anorthositt, der den sureste berggrunnen ligger like øst for Lurefjorden. I den østre delen av kommunen, øst for Austefjorden, dominerer surere grunnfjellsbergarter bestående av gneisser og gabbro. I de lavereliggende deler av kommunen er det en del marine avsetninger.

### SURHET

I store deler av Lindås kommune var vassdragene moderat påvirket av sur nedbør ved prøvetakingene våren og høsten 1995. Det største området med lave pH-verdier ligger i de høyereliggende delene øst i kommunen, der det ble registrert pH-verdier ned i mot 5,4 ved prøvetakingen våren 1995. Også i et område mellom Lurefjorden og Austfjorden, sør for Lindåspollene, ble det da målt lave pH-verdier. Ellers i kommunen ble det stort sett registrert gode pH-verdier over 6,0.

### FISK

I Romarheimselva og Eikefetelva ble det funnet svært lave tettheter av aure på tross av at elvene er velegnet for fisk. Dette gjelder spesielt Romarheimselva som har store områder med gode gyte- og oppvekstforhold for fisk. Nedgangen i fiskebestanden kom her allerede på sekstitallet lenge før nedgangen i de fleste andre anadrome fiskebestander på Vestlandet kom. Det er derfor sannsynlig at forsurening er den mest trolige årsaken, ved at den lave tettheten av aure i disse elvene skyldes lav pH og høye aluminiumskonsentrasjoner i elvevannet.

Tilstanden i fiskebestandene i det meste av kommunen er god, men i indre, nord-østre deler av kommunen er det meldt om mange innsjøer med tynne bestander, eller innsjøer med tapt fiskebestand. Om en sammenligner de opplysninger som NINA samlet inn i 1989 og de data som vi har samlet inn i samband med denne kalkingsplanen er situasjonen bedret. En rekke bestander er fortsatt tynne og et par er rapportert tapt siden 1989, men situasjonen er bedret i flere innsjøer. I øvre Sætrevatnet som var nærmest tomt ble det satt ut fisk i 1991. Auren reproducerer nå her og bestanden har tatt seg opp. Disse nyere opplysningene indikerer at surhetssituasjonen er vesentlig bedret i dette området siden 1990, men grundigere undersøkelser bør utføres for å bekrefte dette.



## KALKING

I Lindås er det kun Eikefetelven, Romarheimselven og muligens Molvikelven av de anadrome vassdragene som er aktuelle for kalking, og da i særlig grad Romarheimselven. Dette vassdraget er prioritert høyst i denne planen.

Storevatnet, Klefjellvatnet og Krokavatnet ligger alle opp mot og på grensen til Masfjorden, og er aktuelle som kalkingsobjekter. Disse drenerer alle sammen ned til Eikefetvassdraget, og vil gi bedring i vannkvaliteten der også. Prioritering mellom disse tre vil være avhengig av utnyttelsesgraden, og innsjøenes potensiale for utnytting. For Husdalsvatnet og Langevatnet vil kalking av gytebekker kunne være en måte å avhjelpe de sure forholdene for fisken i innsjøene.

Følgende aktuelle kalkingsprosjekt er foreslått for Lindås, i prioritert rekkefølge.

- 1) **Romarheimsvassdraget.** Det er ikke gått nærmere inn på prosjektering av dette vassdraget, da en egen kalkingsplan for vassdraget er under utarbeidelse våren 1996.
- 2) **Eikefetvassdraget,** med innsjøene Klefjellvatnet, Storevatnet, Krokavatnet og Langavatnet. De tre førstnevnte innsjøene foreslås kalket med helikopter årlig, mens Langavatnet har for hyppig vannutskifting. For samtlige fire bør en også vurdere å helikopterkalke gytebekker med kalksteinsgrus. Videre kalkingsplanlegging av vassdraget som helhet bør eventuelt gjennomføres separat.
- 3) **Husdalsvatnet,** med eventuelt utlegging av kalksteinsgrus i gytebekker. Innsjøen er for stor til at et fullkalkingsprosjekt her kan forsvares.



## 1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

Denne kalkingsplanen utfyller rapportene "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995) og "Forsuringsstatus for vassdrag i Hordaland, 1993" (Johnsen og Kambestad 1994),- og inngår som en av 29 kommunale kalkingsplaner som er utarbeidet i Hordaland i løpet av 1995.

Grovt sett viser de foreliggende rapportene at det er fire områder i Hordaland som er **sterkt preget av forsuring**: 1) Høyfjellsområdene på grensen mot Rogaland, 2) deler av Bergensbuene i Bergen og Nordhordland, 3) enkelte av øyene langs kysten; Askøy, Sotra, Øygarden og Fedje og til slutt 4) grunnfjellsområdene i nord bestående av Masfjorden, Modalen og deler av Osterøy. Områdene som er **minst preget av forsuring** finnes i 1) Ytre Sunnhordland, 2) Midthordland med Tysnes, Fusa, deler av Samnanger og Kvam og 3) Indre Hardanger med Ullensvang, Granvin, Ulvik og Eidfjord med deler av Hardangervidda. I de andre områdene i fylket er surhetsnivået meget variabelt, både i tid og geografisk.

Surheten i innsjøer og vassdrag i fylket varierer altså mye, både innen relativt små geografiske områder og i løpet av korte perioder. Dette skyldes at surhet er resultatet av mange forhold. Vi skal innledningsvis prøve å belyse noen av de sentrale forhold som vil ligge til grunn for forståelsen av det videre innhold i denne kalkingsplanen. Den kjemiske sammensetningen av overflatevann i vassdrag er i hovedsak styrt av bidrag fra følgende fire kilder, der de tre første dominerer i vannforekomster uten særlig lokal forurensning:

- 1) **Naturgrunlaget**, - berggrunnen og jordsmonnet bestemmer hvilke stoffer som løses ut når nedbøren passerer nedbørfeltet. Dette gjelder viktige stoffer som kalsium, magnesium, bikarbonat og aluminium.
- 2) **Langtransportert forurensning** som kommer med nedbøren eller som tørravsetninger. Denne tilfører nedslagsfeltene og vassdragene betydelige mengder syre (hydrogenioner), forsurende stoffer som sulfat og nitrat, samt miljøgifter som kvikksølv og andre metaller. Slike tilførsler kan også komme fra lokale forhold som gruvedrift.
- 3) **Sjøsalter** som føres inn over landet med vind og nedbør. Dominerende stoffer her er klorid og natrium, men også sulfat og magnesium tilføres derfra. Veisalt og veisalting kan faktisk også gi påviselige effekter på vannkvalitet.
- 4) Lokale tilførsler fra **menneskelig aktivitet**, det være seg kloakk, industriutslipp eller avrenning og tilsig fra jordbruksaktiviteter. Dette gir særlig fosfor- og nitrogenforbindelser, organisk stoff og tarmbakterier av forskjellig slag. Dette er en type forurensning som ikke har direkte innvirkning på surhetsnivået, men et forhøyet ioneinnhold og bedre næringsgrunnlag for algevekst fører indirekte til bedret bufferevne og demper dermed både nivået og variasjonen i surheten. Utstrakt jordbrukskalking vil imidlertid kunne påvirke vannkvaliteten betydelig i perioder.

### NATURGRUNNLAGET I LINDÅS

Berggrunnen i den vestre delen av kommunen er en del av Bergensbuene, og berggrunnen der er derfor meget variert. Dominerende bergarter er granitt, mangeritt, gabbro og anorthositt, der den sureste berggrunnen ligger like øst for Lurefjorden. I den østre delen av kommunen, øst for Austefjorden, dominerer surere grunnfjellsbergarter bestående av gneisser og gabbro. I de lavereliggende deler av kommunen er det en del marine avsetninger.





Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Ettersom lite av nedbøren faller direkte i vassdragene, vil det meste renne via jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som endrer mengden og sammensetningen av ioner i avrenningsvannet. De viktigste ionene i denne sammenheng er basekationene kalsium, magnesium, kalium og natrium.

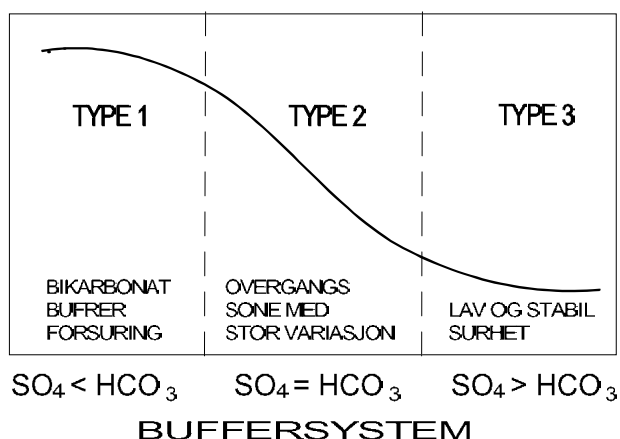
Et nedslagsfelt med en berggrunn som forvitrer lett, et rikt jordsmonn, store løsmasseavsetninger eller marine avsetninger vil avgi store mengder basekationer. Disse kan buffre den sure nedbøren slik at avrenningsvannet er adskillig mindre surt når det når vassdraget. Et nedslagsfelt som domineres av en hard berggrunn, som forvitrer sakte, og et skrint jordsmonn vil derimot ha et lavt innhold av basekationer, og derfor liten evne til å endre ionesammensetningen i regnvannet. Avrenningsvannet fra slike områder vil derfor være omtrent like surt som nedbøren når det når vassdragene.

Ettersom berggrunnen i den vestre delen av kommunen er meget variert med både sure og mindre sure bergarter med ulik forvittringshastighet, vil også vannkvaliteten i dette området være variert og preget av lokale forhold. Marine avsetninger i lavtliggende innsjøer i disse områdene vil også påvirke og øke innsjøenes tålegrense for sure tilførsler. I de østre deler av kommunen, øst for Austefjorden, dominerer imidlertid harde og sure grunnfjellsbergarter som bidrar lite til vannets ioneinnhold og evnen til å motstå sure tilførsler vil være meget lav i disse områdene.

## VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Lindås, fører altså til at det er stor variasjon i vassdragenes surhetsnivå fordi bufferevnen i jordsmonnet er forskjellig. På grunn av ulikt naturgrunnlag vil også selve vannet i vassdragene også få ulik bufferkapasitet. Denne bufferevnen er avhengig av vannets innhold av (hovedsakelig) bikarbonat, som for det meste tilføres fra nedslagsfeltet. Innholdet av bikarbonat har betydning for vannets evne til å motstå en ytterligere forsuring ved tilførsler av sur nedbør, og har derfor betydning for stabiliteten av surhetsnivået i vassdrag. Ulikt innhold av bikarbonat i vannet fører til at noen vassdrag kan ha en variasjon i surhetsnivået på opp til to pH-enheter fra det laveste til det høyeste, mens andre vassdrag kan være jevnt sure og andre igjen jevnt bra det meste av året. I områder der tilførslene av sure stoffer er relativt moderate og innholdet av bikarbonat høyt, vil pH vanligvis være høy og stabil til tross for periodevis sure tilførsler (TYPE 1 i figur 1.1).

FIGUR 1.1: Teoretisk sammenheng mellom type av buffersystem i en innsjø og variasjon i forsurningsnivå. I innsjøer med et høyt innhold av bikarbonat vil pH være god, og variasjonen liten (type 1). I et system der innholdet av bikarbonat og sulfat er omtrent likt vil pH være dårligere og svært variabel (type 2). Et sterkt forsuret system vil ha lite bikarbonat, aluminiumsforbindelsene har overtatt som buffersystem og pH vil være lav og stabil. Figuren er tilpasset fra Mason (1991).





I områder der jordsmonnets bufferkapasitet er utarmet etter en langvarig påvirkning av sure tilførsler, vil innholdet av bikarbonat avta fordi tilførslene fra nedslagsfeltet helt eller delvis erstattes av sulfat. Sulfationene kan ikke virke som buffer, og derfor blir slike vann meget følsomme for sure tilførsler. I innsjøer der bikarbonat og sulfat begge finnes i omtrent like mengder, vil pH være lavere og variere mye, avhengig av mengden sure tilførsler (TYPE 2 i figur 1.1).

I områder der tålegrensen for tilførsler av sure stoffer er langt overskredet, vil innholdet av bikarbonat være meget lavt, og aluminiumsforbindelser vil overta som buffersystem. Disse vassdragene vil ha en lav og stabil pH (TYPE 3 i figur 1.1).

## LANGTRANSPORTERTE FORURENSNINGER

Årlig middelavrenning i kommunen ligger i gjennomsnitt rundt 50 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> i de vestre deler (NVE 1987). I de østre deler er imidlertid nedbørmengdene adskillig større, og årlig middelnedbør ligger på 110 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> i de høyestliggende områdene. Det vil derfor være de mest sårbare østre deler av kommunen som får den største våtavsetningen av forsurende sure stoffer.

De viktigste forsurende stoffer i nedbøren er svovel- og nitrogenforbindelser. Disse påvirker forsuringen i vassdragene både direkte ved at vassdragene tilføres sterk syre, og indirekte ved at jordsmonnet utarmes fordi lageret av basekationer reduseres. Den indirekte virkningen av sur nedbør har dermed betydning for den langsiktige utviklingen i vassdragene og for evnen til å komme tilbake til den opprinnelige tilstanden dersom de sure tilførslene reduseres.

Når sulfat-ioner, og enkelte steder også nitrat-ioner, passerer gjennom jordsmonnet vil de binde til seg like store mengder basekationer fra jordsmonnet og frakte dem ut i vassdraget. Dersom mengden av basekationer som på denne måten transporteres bort fra jordsmonnet er større enn mengden basekationer som tilføres jordsmonnet, vil jordsmonnet utarmes og evnen til å buffre de sure tilførslene avtar. Når så basekationene i jordsmonnet er borte, vil effekten av de sure tilførslene forsterkes ved at sulfat- og nitrat-ionene frakter med seg hydrogenioner og aluminium i stedet, slik at avrenningsvannet i slike områder blir enda surere og i tillegg får et høyt innhold av aluminium.

Mengden av slike sure tilførsler vil imidlertid variere både fra år til år og i løpet av året, avhengig av mengden nedbør og hvor den kommer fra. Siden slutten av 1970-årene har svovelkonsentrasjonen i nedbør avtatt med omtrent 30%, men nitrogenkonsentrasjonen har endret seg lite og nedbørmengdene har økt (SFT 1994). Dette har ført til at de samlede sure tilførsler ikke er særlig redusert på Vestlandet de siste årene. Utviklingen i surhet i vassdragene vil likevel være ulik i de enkelte vassdrag avhengig av hvor utarmet nedslagsfeltene er. Langs kysten, som i Lindås, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

## SJØSALTEPISODER

Kystnære områder mottar ofte sjøsalter med nedbøren, - særlig i perioder med kraftig vind. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan føre til at vannet i vassdragene blir enda surere enn tilførslene fra den vanlige nedbøren skulle tilsi. Dette skyldes at natrium-ioner fra sjøsaltene i nedbøren holdes igjen i nedbørfeltet ved ionebytting med hydrogen og aluminium. Store mengder surt og aluminiumsrikt avrenningsvann vil derfor kunne gi surstøtepisoder i vassdrag. Slike episoder er vanligvis kortvarige, men det sure vannet kan oppholde seg lenge i innsjøer og dermed gi surt vann til vassdrag over et noe lengre tidsrom. På grunn av lav pH og mye aluminium, som i slike tilfeller foreligger i store mengder i den labile formen som er giftig for fisk og bunndyr, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet for vannlevende organismer.



En forutsetning for at dette skal skje er imidlertid at jordsmonnet allerede er helt eller delvis utarmet for basekationer på grunn av langvarig eksponering for sur nedbør. Surstøt vil derfor kun finne sted i områder der det allerede er moderat eller kraftig surt, men kan ventes å ha størst effekt der forholdene er moderate. De siste årene har hatt ekstremperioder med mye nedbør og sterk vind om vinteren, og dette har ført til surstøtepisoder i flere vassdrag med slike utarmede nedslagsfelt (Hindar mfl. 1993; Kroglund mfl. 1993).

Sjøsalttilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene som Lindås har en nærmest kontinuerlig tilførsel av salter (Johnsen & Bjørklund 1993). I slike områder vil det alltid være mye natrium i jordsmonnet, og det er derfor mindre sannsynlig at surstøtepisoder vil finne sted i slike vassdrag. I de deler av Lindås der vannkvaliteten allerede er påvirket av sur nedbør, vil en imidlertid kunne få surstøtepisoder med et høyt innhold av labilt aluminium i slike spesielle situasjoner.

## ALUMINIUM OG GIFTIGHET FOR FISK

Innholdet av totalaluminium i overflatevannet i Hordaland er stedvis meget høyt, og særlig i kystområder som i Lindås (Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er meget vanlig i jordsmonnet, og stammer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsurening øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere.

Spesielt den labile fraksjonen av aluminium øker når vannet blir surere, og det er denne delen som utgjør det største problemet for fisken i forsurete vassdrag. Dette skyldes at aluminium legger seg på gjellene og kan i verste fall føre til akutt død. Konsentrasjoner over 40 : g pr. liter med labilt aluminium kan under gitte forhold være giftig for fisk (Rosseland mfl. 1992). For laksesmolt diskuteres for tiden om enda lavere konsentrasjoner kan medføre problemer ved utvandring. I humusrike vannforekomster, spesielt langs kysten, kan imidlertid innholdet av aluminium være ekstremt høyt (Johnsen & Kambestad 1994), uten å være et problem for fisken. I slike tilfeller er aluminiumet bundet til humuspartikler, og denne formen for organisk bundet aluminium er ikke giftig for fisk.

Innholdet av aluminium i overflatevannet varierer ikke bare mellom steder med forskjellig surhetsnivå og varierende berggrunnsforhold. Det varierer også over tid på hvert enkelt sted. I periodene med lavere pH-verdier vinterstid vil derfor aluminiumsinnholdet i vassdragene være høyere enn ellers i året. Også i spesielle surstøtepisoder vil aluminiumsinnholdet øke i vassdragene.

## ALUMINIUM I BLANDSONER

I vassdragsområder der forskjellige vannkvaliteter møtes, vil en kunne oppleve særlige forhold knyttet til disse blandsonene. Der svært sure og aluminiumsrike vannmasser møter vesentlig mindre sure vannmasser, vil selve surhetsnivået relativt fort utjevnes, mens aluminiumsforbindelsene trenger noe lenger tid på å stabiliseres. I denne fasen kan det oppstå særlig giftige komplekser av aluminium, slik at det kan bli akutt giftige forhold for fisk i blandsonerområder (Rosseland mfl. 1992 b).

Dette er viktige forhold som må tas hensyn til i både forvaltning og direkte utnyttelse av vassdrag, og slike situasjoner finner en for eksempel:

- der sure sideelver møter større vassdrag med bedre vannkvalitet,
- der kalkede vassdragsdeler møter sure og ukalkede greiner,
- ved utslipp fra kraftverk
- i oppdrettsanlegg der en foretar en behandling av det sure råvannet før det slippes til fiskene,- men uten at vannet får modnet slik at aluminiumskompleksene har fått stabilisert seg.



## TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

Det er utarbeidet tålegrenser for mange ferskvannslevende organismer,- både for mange fiskearter og for evertebrater av forskjellig slag. Disse tålegrensene er basert på vannkvalitet, der de vannkjemiske målingene er sammenstilt i uttrykket **syrenøytraliserende kapasitet = ANC ( Acid Neutralizing Capacity)**. Dette er et begrep som sammenstiller balansen mellom basekationer og sterke syrers anioner, altså forskjellen mellom mengde tilførte forsurende stoffer og jordsmonnets mengde av tilgjengelige basekationer.

$$\text{ANC} = \text{basekationer} - \text{sterke syrers anioner} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^{+} + \text{K}^{+}) - (\text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^{-})$$

Selve beregningen av ANC inkluderer også en del omregninger, slik at en ikke uten videre kan foreta en summering av målte konsentrasjoner slik som vist over. Mange av stoffene angitt over stammer også fra sjøsaltilførsler til vassdragene (se side 10 foran), men disse tilførslene er kompensert for i beregningen av ANC, slik at det kun er tilførslene fra nedslagsfeltet og fra sur nedbør som inngår i beregningen.

Det er påvist betydelige forskjeller i tålegrenser for ulike fiskearter, der abbor er den fiskearten som tåler de laveste ANC-verdiene, mens laks synes å være mest følsom. Laks og ørret er derfor foreslått som indikatorarter for fisk på surt vann i Norge (Lien mfl. 1991). En ANC-verdi på 20 : ekv/l er foreslått som akseptabel tålegrense for fisk og evertebrater i Norge. Verdier under dette kan føre til skade på bestandene.

For laks skal ikke ANC-verdiene komme særlig under 0 før det er kritisk, mens ørret tåler noe dårligere vannkvalitet med lavere ANC-verdi. Allerede ved ANC=10 vil 25% av laksebestandene være redusert mens ved ANC=0 vil 50% være utdødd. Røye har omtrent tilsvarende toleranser som ørret (tabell 1.1)(Lien mfl. 1991).

TABELL 1.1: ANC-konsentrasjon (: ekv/l) for laks, ørret og røye hvor henholdsvis 25% og 50% av bestandene er redusert eller dødd ut. (fra Lien mfl. 1991)

ART	% REDUSERTE BESTANDER		% UTDØDDE BESTANDER		ANTALL BESTANDER
	25 %	50 %	25 %	50 %	
Laks	ANC = 10	ANC = 5	ANC = 5	ANC = 0	n = 30
Ørret	ANC = 10	ANC = 0	ANC = -10	ANC = -20	n = 827
Røye	ANC = 10	ANC = -5	ANC = -10	ANC = -15	n = 169

Årsaken til at laks og ørret er særlig sårbare arter, ligger i at de gyter i elver der yngelen og ungfisken også lever de første årene av livet sitt. Vannkvaliteten varierer mer og er periodevis mer ekstrem i elver enn i innsjøer. For innlandsørret er det derfor oftest rekrutteringen som først lider under forsurening, slik at kalking av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er innsjøgytende, og røye yngelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøtepisoder som ørretyngelen.

De vannkjemiske målingene som danner grunnlaget for beregning av ANC, gir også grunnlag for utarbeidelse av naturens tålegrenser for tilførsler av forsurende stoffer (Henriksen mfl. 1992). Denne tålegrensen avhenger av områdets evne til å "produsere" basekationer som kan motvirke de sure tilførslene. På grunnlag av kjennskap til dagens tilførsler av forsurende stoffer, kan en dermed beregne



hvorvidt tålegrensene for slike tilførsler i dag er overskredet. Med framtidige utslippsreduksjoner og dermed reduksjon i sure tilførsler, kan en også beregne hvor store reduksjoner i overskridelsene dette da vil føre til. Tålegrensekart og slike overskridelseskart for Hordaland er seinst presentert i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland" (Kambestad mfl. 1995).

## KALKING OG KALKINGSKRITERIER

Sur nedbør er hovedårsaken til den forsuringssituasjonen landet vårt har opplevd. Den industrielle revolusjon førte til en kraftig økning i utslipp av svovel- og nitrogenforbindelser fra ulike menneskelige aktiviteter som industri, kraftproduksjon og samferdsel, og allerede før århundreskiftet gav dette seg utslag på Sørlandet, men også de naturlig sure områdene i Hordaland opplevde sannsynlig en økt forsuring allerede rundt århundreskiftet.

Kalking har av flere grunner vist seg som det beste "reparerende" tiltaket for å hindre at sur nedbør ødelegger økosystemer i ferskvann. Kalken øker pH i vannet, samtidig som giftvirkningen av aluminium reduseres. Det er imidlertid viktig å være klar over at kalking aldri vil kunne reversere utviklingen og føre oss tilbake til den tilstanden man hadde i økosystemet før forsuringen. Målet ved valg av kalkingsstrategi er imidlertid å komme så nær den opprinnelige tilstanden som mulig.

### MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

Direktoratet for Naturforvaltning har definert følgende to hovedmålsettinger for den statlig finansierte kalkingen i vassdrag i Norge:

- Å REDDE FORSURINGSTRUEDE ORGANISMER
- Å LEGGE TIL RETTE FOR FRITIDSFISKE I FORSURINGSRAMMETE OMRÅDER.

Videre er det i stadig større grad fokusert på bevaring av det biologiske mangfoldet også i forbindelse med kalking de siste årene, og det er høyst sannsynlig at dette vil bli mer framtrekkende også i framtiden.

### PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

For at kalkingsprosjekter skal få statlig støtte må forskjellige vilkår oppfylles. Fordi hvert kalkingsprosjekt vil binde opp midler helt til forsuringssituasjonen har bedret seg, er det viktig å ikke sette i gang kalkingen før det er gjort grundige vurderinger. I "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" er det gitt en oversikt over hva slags lokaliteter staten vil prioritere i årene framover, og det er også listet opp krav som må oppfylles for å få statlig støtte til kalkingstiltak.

Direktoratet for Naturforvaltning har utarbeidet et sett med overordnede kriterier for prioritering av kalkingslokaliteter. Prioriteringskriteriene tar delvis hensyn til at vi i visse deler av Norge må leve med et tilnærmet evig forsuringssituasjon. Enkelte områder vil fremdeles være forsuret etter de utslippsreduksjoner som ble avtalt våren 1994. Ved plassering av lokaliteter i prioritet 3 og nedover tar man hensyn til en slik framtidig forsuringssituasjon ved å nedprioritere områder som vil være forsuret i overskuelig framtid. Inntil videre har man valgt ikke å gjøre dette innenfor de to øverste prioriteringene. Vi må i årene framover vente en politisk diskusjon om skjebnen til de "evig" forsurede områdene.



TABELL 1.2: Direktoratet for Naturforvaltning sine overordnede prioriteringskriterier for tildeling av kalkingsmidler. Prioriteringen går fra 1 til 6, avhengig av om det er forbundet store interesser til området, hvorvidt området vil oppleve en reduksjon i forsuringen ved framtidig reduksjon i sure tilførsler og hvorvidt de forsuringstruede organismene allerede er utdødd.

		FISKEINTERESSER			
		STORE	MINDRE		
TILSTAND ETTER UTSLIPPS- REDUKSJON	LIKEGYLDIG	PRI = 1	PRI = 2	TILSTEDE	FORSURINGS- TRUEDE ORGANISMER
	BEDRET	PRI = 3	PRI = 5	ALLEREDE UTDØDD	
	FORSURET	PRI = 4	PRI = 6		

Det gis bare statlig støtte til kalking i lokaliteter der det er dokumentert at forsuring har medført, eller vil medføre, endringer i det biologiske mangfoldet. Dette betyr at forsuringsskade eller reell forsuringstrussel må kunne dokumenteres.

Videre er det mange andre forhold som også inngår i en samlet vurdering fram mot den endelige prioritering av aktuelle kalkingsprosjekter. Disse er detaljert gjennomgått i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland". Et sentralt forhold her er almenhetens tilgang til fisket,- noe som vil være bortimot et krav for å bli prioritert ved tildeling av offentlige kalkingsmidler.

#### KOST / NYTTE - VURDERING

For å kunne vurdere effekten av de forskjellige prosjektene opp mot hverandre, er det benyttet et enkelt kost / nytte forhold. Dette er skjønnsmessig vurdert i denne sammenhengen, mens det i andre sammenhenger kan benyttes vitenskapelige metoder der elementene i detalj er gjort rede for.

Kostnadene for et kalkingsprosjekt vil i hovedsak være styrt av hvor store vannmengder som skal kalkes opp og hvor sure disse er. I tillegg vil transport- og spredningskostnadene være viktige. Helikopterkalking er dyrere enn kalking av innsjøer som ligger langs vei, og elvekalking med doseringsanlegg er mer kostbare enn innsjøkalking der en kan spre kalken ut i en enklere operasjon. Kalking av gytebekker med skjellsand eller kalksteinsgrus kan være billig.

Nytteverdien til et kalkingsprosjekt kan beregnes på mange detaljerte måter, men i denne sammenheng er det ikke foretatt noen vitenskapelig vurdering av hvert enkelt prosjekt. Her er det i hovedsak snakk om hvor mange som kan ha nytte av og eventuelt vil benytte seg av tilgangen til fisket, samtidig som kalking av en truet lakse-bestand gir mer "nytte" enn kalking av en truet sjøaure-bestand, som gir mer "nytte" enn kalking av en truet innlandsaure-bestand.

Kost/nytte-effekten vil således kunne være høy for både enkle prosjekt med begrenset nytteverdi og for mer omfattende og kostbare prosjekt der nytteverdien er meget høy. Og til tross for at små prosjekter kan oppnå en fordelaktig kost/nytte-effekt, kan en likevel oppleve at disse blir prioritert lavt. Dette vil være tilfellet der den generelle "nytte-verdien" er svært begrenset i forhold til større prosjekter med "større verdi".



## **FORBEDRING I FRAMTIDEN ?**

Siden utslippene av forsurende stoffer i stor grad passerer landegrensene med vær og vind, er det inngått internasjonale avtaler for å redusere disse utslippene betraktelig innen år 2010. De siste årene har en som et resultat av dette, opplevd en reduksjon i svoveltilførslene til Norge på nærmere 30%. Men selv med disse utslippsreduksjonene vil deler av Hordaland sannsynligvis fortsatt ha forsurede vassdrag også etter år 2010.

Statiske teoretiske modeller kan enkelt beregne tilstanden i vassdragene etter utslippsreduksjoner i henhold til de inngåtte avtaler. Dette baserer seg på at naturen er i stand til å reagere umiddelbart på reduksjoner i sure tilførsler, og at dette kan spores i vannkvaliteten direkte. Rammeplanen for kalkingsvirksomheten i Hordaland (Kambestad mfl. 1995) viser en oversikt over hvordan områdene i Hordaland vil fortone seg i år 2010 basert på en slik teoretisk beregning av tålegrenseoverskridelser ved avtalte reduserte utslipp.

Men både kjemiske og biologiske forhold virker forsinkende inn på tiden det tar før reduserte utslipp gir positive utslag på miljøet. Det er derfor utarbeidet dynamiske teoretiske modeller som tar hensyn til dette i beregningene (Wright 1994). Her er en kommet fram til at nylig forsurede områder vil kunne ta seg igjen raskere enn gamle forsurete området. I områder med stor grad av forsurening vil det imidlertid kunne ta fra 10-100 år før jordsmonnets evne til å buffre sure tilførsler er fullt restituert selv om tilførslene opphører.

Overvåkingen av utviklingen i vassdrag i Norge synes å indikere at forholdene i enkelte slike forsurede områder faktisk er på bedringens vei, i tråd med det de statiske teoretisk modellene antar. Men det gjenstår mye videre arbeide for å slå fast om dette faktisk er tilfellet. I de områdene der surheten i dag varierer mye (type II, se side 10) vil en eventuelt forvente den raskeste bedringen.

## **KALKING,- BARE ETT LEDD I KULTIVERINGEN**

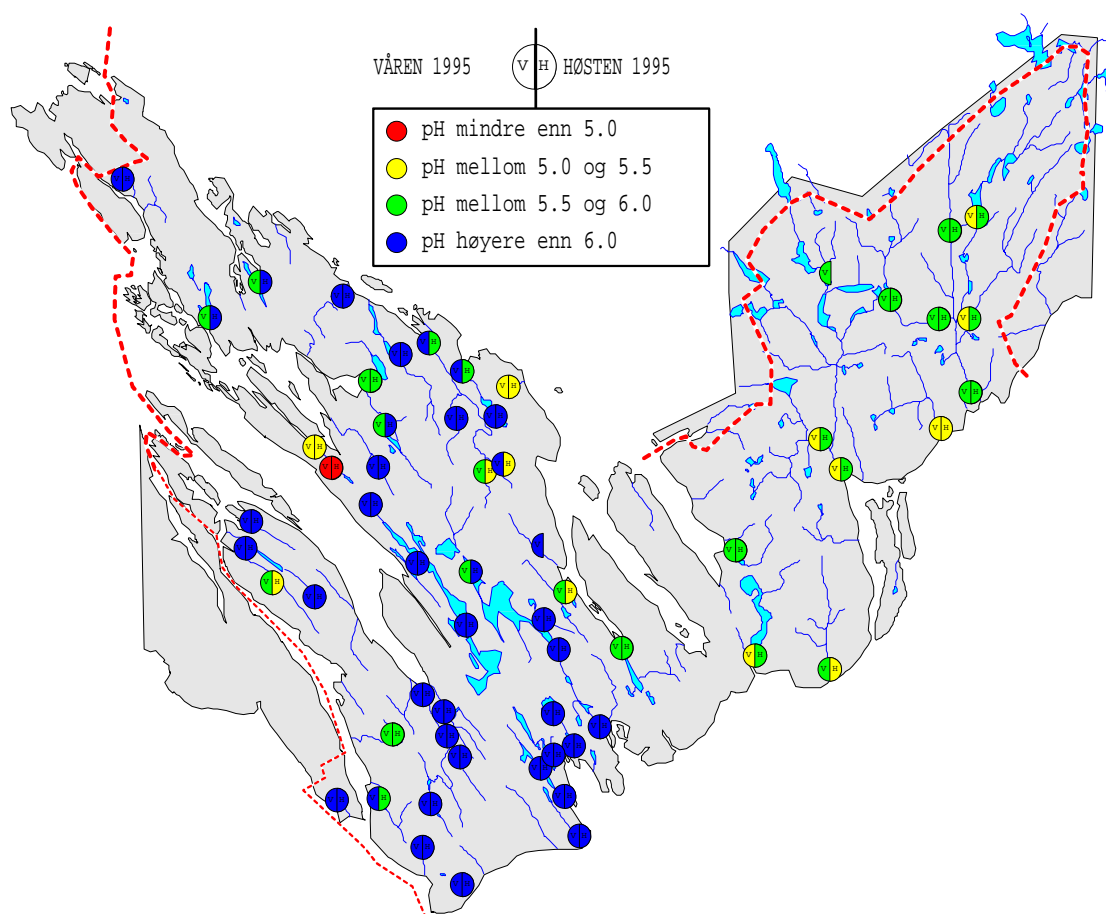
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som har ødelagt for rekrutteringsmulighetene. Dessuten observeres tilbakegang i anadrome bestander av laks og sjøaure også i ikke-sure vassdrag.

På den annen side vil kalking i et tidligere "tusen-brødre" system, der fisken har gått tilbake, kunne gi det resultat at en får tilbake tusenbrødre-systemet med liten fisk med dårlig kvalitet. Kalking i innsjøer der gyteforholdene er gode vil således kunne resultere i en reduksjon i fiskens kvalitet. En må derfor være klar over at kalking ikke alltid er eneste medisin for å bøte på skrantende forhold.



## 2. Surhetstilstand i Lindås kommune

I store deler av Lindås kommune var vassdragene moderat sure ved prøvetakingene høsten og våren 1995, med pH-verdier mellom 5,0 og 6,0 (figur 2.1). Det største området med lave pH-verdier ligger i de høyereliggende delene øst i kommunen, der det ble registrert pH-verdier ned i mot 5,4 ved prøvetakingen våren 1995. Også i et område mellom Lurefjorden og Austfjorden, sør for Lindåspollene, ble det da målt lave pH-verdier. Det sureste av de undersøkte vassdragene der var Kvalvågsvassdraget, der det i bekken mellom Nykksvatnet og Kvalvågsvatnet ble målt pH-verdier rundt 4,85 ved begge prøvetakingene (vedleggstabell 1). Ellers i kommunen ble det stort sett registrert gode pH-verdier over 6,0.

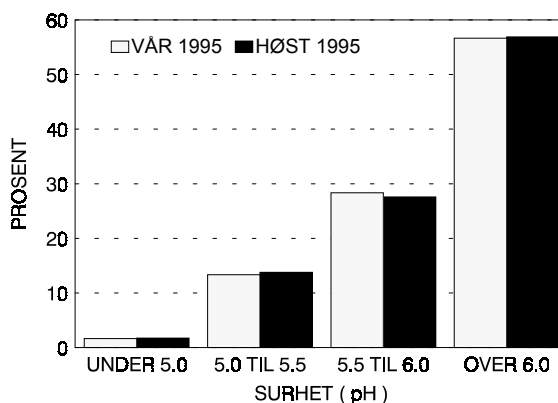


FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Lindås kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 60 prøver våren 1995 og 58 prøver høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernkonsulent Nils Kvalvågnes.





De fleste av de undersøkte lokalitetene i Lindås kommune hadde en god vannkvalitet med hensyn på forurening ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen. Over halvparten hadde pH-verdier over 6,0, og nesten 30% hadde pH-verdier mellom 5,5 og 6,0 (figur 2.2).



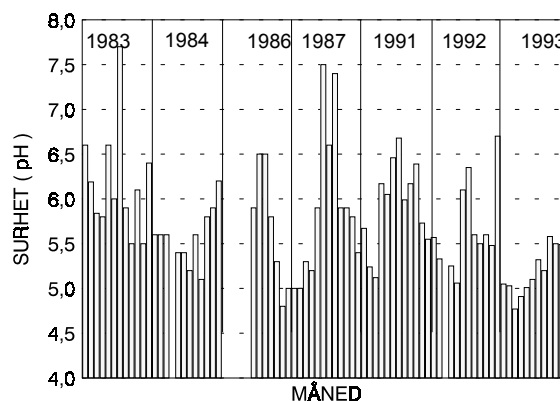
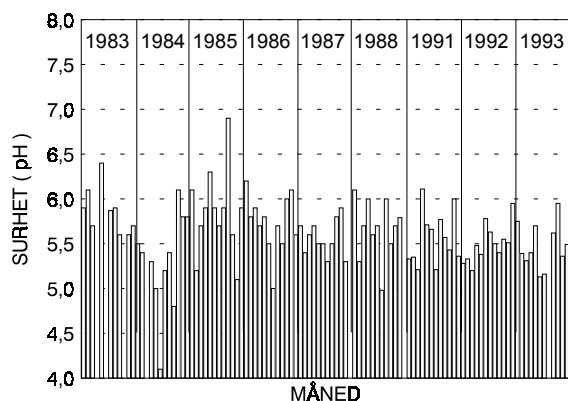
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 60 og 58 innsjøene i Lindås som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).

## VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

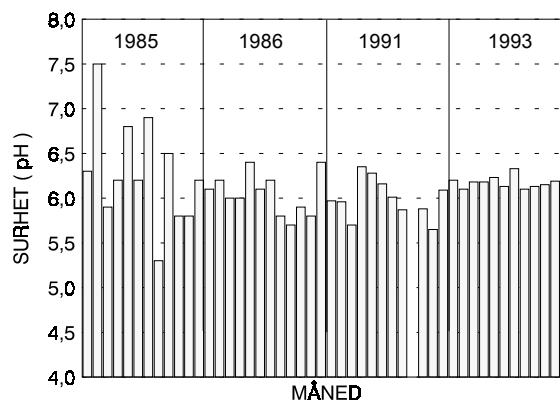
I Lindås viser årsvariasjonen i surhet i vassdragene et mønster som er vanlig i kystkommunene i Hordaland, der en de siste årene har hatt de sureste periodene på vinteren (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten. Dette mønsteret kommer imidlertid ikke fram i målingene i forbindelse med denne prøvetakingen (figur 2.2), fordi vårmålingene sannsynligvis er tatt etter at den sureste perioden var forbi. Det er imidlertid stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i drikkevannskilder i kommunen (figur 2.3).

Husdalsvatnet, råvannskilde for Kløve vannverk, (figur 2.3 øverst til venstre) og bassenginntaket til Eknes vannverk (figur 2.3 øverst til høyre) ligger begge i det største og østre moderat sure området i kommunen. Der er variasjonen i surheten relativt stor, med gjennomsnittlig pH rundt 5,5. I perioder finner en imidlertid pH-verdier under 5,0. I dette området varierer surheten mye fordi det er noe bufferkapasitet igjen i området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. I perioder vinterstid kan surhetsnivået her komme faretruende lavt, og forholdene kan bli problematiske for fisk.

Storavatnet, vannkilden for Storavatnet vannverk, ligger i det området der vi målte de beste pH-verdiene i 1995. Der er pH generelt sett relativt god, med pH-verdier rundt 6,0 hele året (figur 2.3, nederst til høyre). Der er buffersystemet fremdeles i stand til å møte selv de sureste tilførslene, slik at pH ikke påvirkes i samme grad på tross av store sure tilførsler eller andre spesielle forurende episoder. Undersøkelsene i forbindelse med Mongstadanlegget har også fire lokaliteter i de områdene der vi målte best pH i 1995, og også der ble det funnet gode pH-verdier mellom 5,75 og 6,23 (diverse NIVA-undersøkelser).



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i Lindås. Husdalsvatnet (øverst til venstre) og bassenget ved Eknes vassverk (øverst til høyre) er typisk for innsjøer med stor variasjon i surhet gjennom året (buffersystem type 2), mens Storavatnet (nederst til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Nordhordaland og Gulen på råvann fra drikkevannskildene.



I Romarheimselva ble det, i forbindelse med denne undersøkelsen, tatt ekstra prøver fra samtlige lokaliteter i april, juni og juli (vedleggstabell 1A). I dette vassdraget var også forholdene med hensyn på surhet best i prøvene fra seinsommeren og høsten, mens laveste pH ble målt i prøvene tatt på vinteren / våren. Vassdraget var surest i de høyestliggende deler, der det ble målt pH på 5,30. I disse områdene var den sureste perioden seinere ut på våren enn i de lavereliggende delene av vassdraget fordi snøsmeltingen skjer seinere i høyestliggende områder. I de lavereliggende deler av vassdraget ble laveste pH på 5,39 målt i juni. Surhetsnivået i elva kan imidlertid variere relativt raskt, avhengig av vær og snøsmelting, og i en prøve fra mai 1995, ble det målt pH helt ned på 4,95 i utløpet av Romarheimsvassdraget.

I Eikefetelva ble det kun tatt ekstra prøver fra utløpet ved sjøen, og sureste måling derfra på 5,33, ble gjort i juni, mens beste måling på pH 5,80 ble gjort i juli (vedleggstabell 1A). Ut fra vassdragets beliggenhet, geologi og topografi, er det imidlertid trolig at surhetsforholdene i denne elva vil være omtrent som forholdene i Romarheimselva; med surere forhold i de høyestliggende deler og noe mere varierende i lavereliggende deler. De sureste periodene i vassdraget vil sansynligvis være i forbindelse med snøsmelting i de høytliggende snørike områdene, og best vil forholdene være på sommeren / høsten.

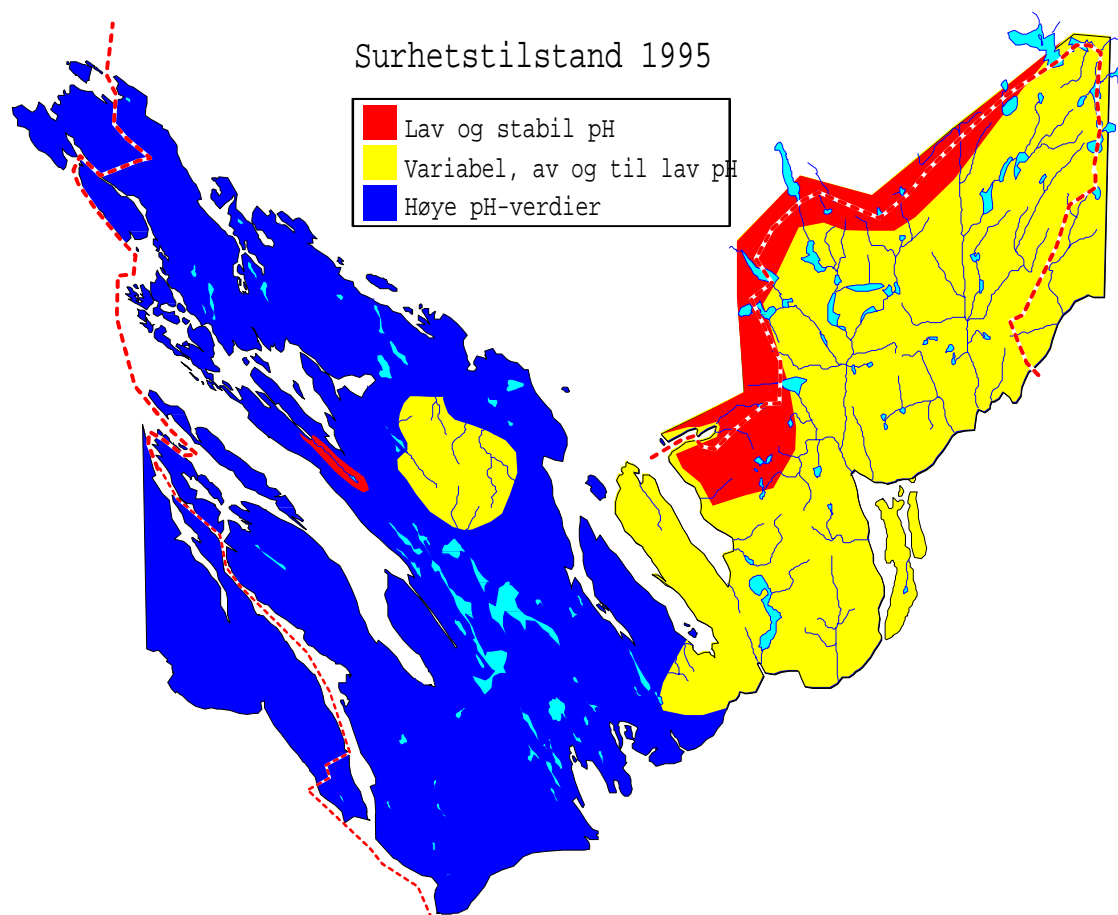
## OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Vi har ingen målinger fra Lindås kommune som viser områder som er så sterkt surt at vannkvaliteten er stabilt sur gjennom hele året. Den lave pH-verdien i bekken i Kvalvågsvassdraget skyldes trolig at myrpåvirkningen der er stor, ikke at området er sterkt forsuret på grunn av sur nedbør. Målinger fra de tiliggende områdene i Masfjorden kommune, der berggrunn og nedbørmengder er sammenlignbare, tyder imidlertid på at de høyereliggende deler helt mot grensen til Masfjorden kan være stabilt sure (figur 2.4).



Det er imidlertid to områder i kommunen som er moderat sure. I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler eller sjøsaltepisoder vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk. Det største av disse består av de høyereliggende østre deler av kommunen. Det er også et høyereliggende område sentralt i kommunen som er moderat surt. Målinger i Vikeelva som renner til Vikavatnet viste at det også der er store variasjoner i surheten og at det i perioder er pH under 5,0 (tilstandsrapport for Eikangervassdraget 1989-91).

Store deler av kommunen er imidlertid lite sur, både på grunn av berggrunnen, marine sedimenter i lavereliggende innsjøer, samt påvirkning fra bebyggelse og landbruk. Disse områdene finner en i de lavereliggende deler av kommunen.



*FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Lindås kommune i 1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1) mens de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen.*



Av kommunens totalareal er det sannsynligvis bare 4 % som er sterkt preget av forsuring (tabell 2.1). 40 % av arealet er moderat surt, mens hele 56 % av kommunen ikke har vassdrag som er vesentlig påvirket av den sure nedbøren (tabell 2.1).

TABELL 2.1: Arealfordelingen av sure områder i Lindås,- basert på kartet i figur 2.4.

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
474 km <sup>2</sup>	265 km <sup>2</sup>	190 km <sup>2</sup>	19 km <sup>2</sup>

Tabell 2.1 viser og kartet i figur 2.4 viser hvor store områder i kommunen som er preget av forsuring. Tabell 2.2 viser det teoretiske kalkbehovet dersom en skal avsyre alt avrenningsvannet i de sure områdene, mens det reelle behovet for kalk til de aktuelle kalkingsprosjektene selvsagt vil være vesentlig mindre.

TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Lindås kommune, basert på arealfordelingen i tabell 2.1 og figur 2.4

FORSURET AREAL ( km <sup>2</sup> )	AVRENNING ( l/s/km <sup>2</sup> )	SNITT pH	KALKBEHOV (g CaCO <sub>3</sub> / m <sup>3</sup> )	TONN CaCO <sub>3</sub>
Sterkt forsuret: 19 km <sup>2</sup>	110	5,0	4,0	260
Moderat forsuret: 190 km <sup>2</sup>	95	5,3	2,9	1.650

## ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium er undersøkt i tre vassdrag i kommunen, der to av vassdragene ligger i et moderat surt område og ett vassdrag ligger i et lite surt område. Eikefetelva og Romarheimselva ligger i det moderat sure området, altså i området med store variasjoner i surhet gjennom året. Innholdet av både reaktivt og labilt aluminium var meget høyt i disse ved prøvetakingene 3. mai 1995, med høyere konsentrasjoner enn det som regnes å kunne gi skader på fisk (tabell 2.3). Spesielt i Romarheimselva var aluminiums-innholdet høyt. Innholdet av labilt aluminium i drikkevannskildene er ikke målt, men innholdet av totalaluminium var meget høyt. Både Husdalsvatnet og bassengvannet til Eknes vannverk hadde konsentrasjoner av totalaluminium mellom 206 og 640 : g Al/l (Næringsmiddeltilsynet for Nordhordaland og Gulen, drikkevannsmålinger).

TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i tre vannprøver fra Lindås kommune. Prøvene er tatt 3. mai 1995 av miljøvernkonsulent Nils Kvalvågnes i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og er analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

PRØVETAKINGSSTED	Surhet pH	Fargetall mg Pt/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Fiskeseteelva (3)	6,75	30	45	30	15
Eikefetelva (38)	4,94	10	90	35	55
Romarheimselva (43)	4,95	11	130	40	90



I Fiskesetelva derimot, som ligger i området med relativt gode forhold hele året, hadde lave konsentrasjoner av både reaktivt og labilt aluminium i mai 1995 (tabell 2.3). I undersøkelsene i forbindelse med Mongstadundersøkelsene ble det også målt lave konsentrasjoner av labilt aluminium i det lite sure området, og både Fonnebostvatnet, Austrevatnet, Festevatnet og Tveitvatnet hadde konsentrasjoner under 25 : g labilt Al/l (diverse NIVA -undersøkelser). Ettersom det antas at surheten i disse vassdragene er relativt stabilt god, vil konsentrasjonen av labilt aluminium trolig ikke utgjøre noe problem for fisk i dette området. I drikkevannskilden Storavatnet var imidlertid aluminiumsinnholdet relativt høyt, med konsentrasjoner av totalaluminium opp mot 70 : g/l (Næringsmiddeltilsynet for Nordhordaland og Gulen, drikkevannsmålinger).

## SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble også undersøkt i området som er moderat surt. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC lav i de to undersøkte vassdragene i dette området, med verdier på henholdsvis - 5 : ekv/l og - 10 : ekv/l i Eikefetelva og Romarheimselva (tabell 2.4). Generelt antas at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20, mens fisken får store problemer når den er rundt 0 eller lavere. Det ser derfor ikke ut til at forholdene for fisk var dårlige i disse vassdragene på det tidspunktet.

I Fiskeseteelva, i området som var lite surt, var imidlertid ANC-verdien på hele 75 : ekv/l, og i dette vassdraget er derfor forholdene for fisk og bunndyr meget gode. Også i undersøkelsene i forbindelse med Mongstadundersøkelsene ble det registrert en god syrenøytraliserende kapasitet i dette området, med ANC-verdier mellom 37 og 102 : ekv/l i Fonnebostvatnet, Austrevatnet, Festevatnet og Tveitvatnet (diverse NIVA -undersøkelser).

Alkaliteten i vassdragene i det sureste området var meget lav (tabell 2.4), og viser at vassdragene der er meget følsomme for ytterligere forsuring i perioder med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning. I Fiskeseteelva (tabell 2.4) og i innsjøene i Mongstadundersøkelsen (diverse NIVA-undersøkelser) var alkaliteten noe bedre med verdier over 0,05 mmol/l, slik at det i disse vassdragene skal noe større påvirkning til før en får meget sure perioder i disse vassdragene.

*TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Lindås kommune. Prøvene er samlet inn 3. mai 1995 i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.*

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 : g N/l	ANC : ekv/l
Fiskeseteelva (3)	0,06	1,97	0,69	1,31	5,13	8,6	3,08	400	75,3
Eikefetelva (38)	< 0,02	0,24	0,25	0,20	2,73	4,2	1,43	180	- 5,3
Romarheimselva (43)	< 0,02	0,25	0,24	0,19	2,58	3,9	1,50	245	- 10,0



### 3: Biologisk tilstand i Lindås i 1995

#### STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Lindås kommune har 642 innsjøer med et samlet areal på 11,7 km<sup>2</sup>. De fleste er små men 51 er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 60 innsjøer i Lindås er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1995 (vedleggstabell 2). Fra innsjøene er det rapportert om aure, røye, stingsild og ål. Kanadisk bekkerøye er satt ut i Båtevatnet, ca 1990 og det blir fortsatt observert individ av denne arten i vassdraget. Stingsild og ål finnes trolig i alle lavlandsinnsjøer i kommunen. Gjedde finnes i Langavatnet/Åsevatnet der den ble satt ut i 1990 (Lura & Kålås 1994).

I følge spørreundersøkelsene om fiskestatus har 32 av de 60 innsjøene en tett eller god bestand med aure, 17 har en tynn bestand av aure og syv innsjøer har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Aurestatusen er ukjent i 4 innsjøer. Tettheten av fisk er uendret i 27 innsjøer, økt i 10, den har gått ned i ni, syv bestander er tapt og i syv innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure. Røye finnes i 11 av innsjøene.

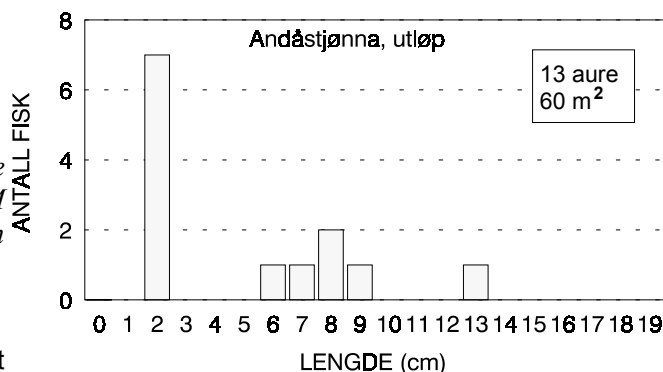
Det er gode eller brukbare gyteforhold i 36 av de 60 innsjøene som er med i spørreundersøkelsene, dårlige eller ingen gytemuligheter i 14 innsjøer og gyteforholdene er ukjente i 10 innsjøer (vedleggstabell 2).

Det er organisert fiskekortsalg i Eikangervassdraget, Festevasdraget, Austrevatnet og Fammestadvatnet. Ellers i kommunen er fisket etter innlandsfisk fritt. Det foregår noe sportsfiske i mange innsjøer i kommunen. Størst omfang har sportsfiske trolig i Seimsvatnet.

Fisk ble satt ut i Øvre Sætrevatnet i 1991. Siden dette er det observert flere årsklasser av fisk i vannet. Det er også utført tynningsfiske i en del innsjøer. Ellers er det ikke kjent at det er drevet kultiveringsarbeide i innsjøene.

I forbindelse med utarbeidelsen av denne kalkingsplanen ble to områder uten oppvandringsmuligheter for anadrom laksefisk undersøkt. Dette var utløpet av Andåstjønnna og Sagelva, som ble undersøkt ved elektrofiske 19/5-95.

Utløpet fra Andåstjønnna er omtrent 1,5 m bred og slak. Omtrent 80% av bunnen er dekket med mose. Det var likevel områder med brukbare gyteområder i bekken. Det ble observert mye årsyngel og noen få ble fanget og målt. Tettheten av eldre fisk var lav i (figur 3.1). Fiskedød ble observert i denne bekken i forbindelse med sjøsaltepisoden våren 1993.



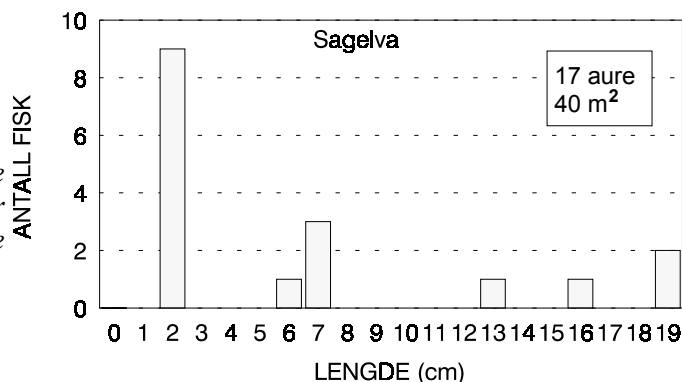
FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Andåstjønnna 19/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 077 315. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

Et lite område i Sagelva ble overfisket og det



ble observert høye tettheter av aureyngel. Fangsteffektiviteten var dårlig i denne elven grunnet drenering fra grøftegraving på nærliggende bø. Dette førte med seg mye mudder, og farget bekken. Det ble derfor fanget få fisk (figur 3.2).

FIGUR 3.2: Fangst av aure ved elektrofiske i Sagelva 19/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 077 315. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.



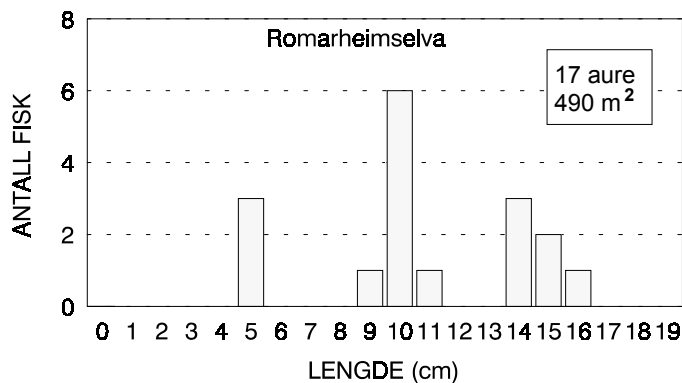
Utløpet av Kvalvågvatnet (KN 915 355) ble også undersøkt. Bekken var noe overgjødslet av tilsig fra jordbruk og ikke egnet som gyte og oppvekstområde for fisk. Ved elektrofiske ble det ikke funnet fisk i denne bekken.

## STATUS ANADROME BESTANDER

Det finnes to større og noen mindre elvestrekninger med forhold for anadrom laksefisk i Lindås. Romarheimselva og Eikefetvassdraget er de største. Ingen av elvene har fangststatistikk, men skal tidligere ha hatt bra fangster av sjøaure. Den negative utviklingen i disse elvene startet allerede på sekstitallet. Undersøkelser fra tidlig på åttitallet i disse elvene viste lav tetthet av ungfisk, og laks ble ikke funnet (Nordland 1983).

I forbindelse med denne kalkingsplanen ble elvene elektrofisket 19. mai 1995. I Romarheimselva ble tre områder overfisket. Det første området var 100-200m fra utløpet av elven (UTM LN 166 371). Bunnen var her grov og det var mange fine hølør i området. Forholdene så meget gode ut for fisk men ingen ungfisk ble observert. Et område ved den nederste broen ble også overfisket (UTM LN 165 378). Området var godt egnet for gyting og oppvekst for anadrom laksefisk, men kunne vært videre forbedret ved bygging av noen terskler. Det ble fanget noen få aureunger her. En stasjon lenger oppe ved høl (UTM LN 165 390) ble også overfisket. Her ble det også fanget noen aureunger. Totalt sett kan en si at tettheten av fisk i elven er meget lav (figur 3.3).

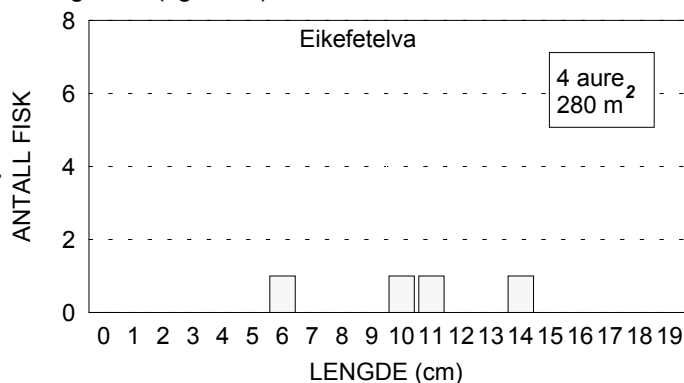
FIGUR 3.3: Fangst av aure ved elektrofiske flere steder i Romarheimselva 19/5-95. UTM koordinat for stasjonene er LN 166 371, LN 165 378 og LN 165 390. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.





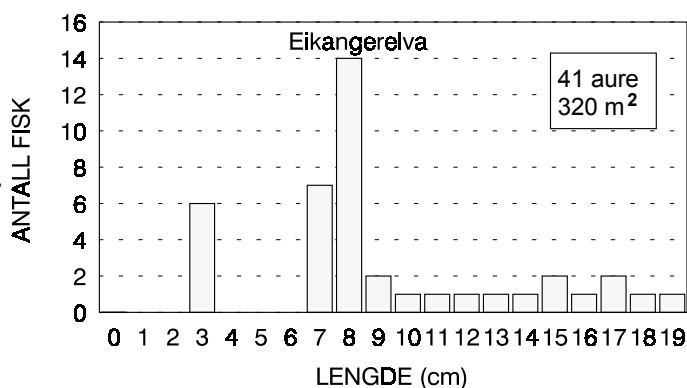
To områder nær utløpet av Eikefetvassdraget ble overfisket. Elven så ut til å være godt egnet for gyting og oppvekst av aure, men tettheten av fisk var meget lav (figur 3.4).

FIGUR 3.4: Fangst av aure ved elektrofiske i Eikefetelva 19/5-95. UTM koordinat for stasjonen er LN 115 350. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.



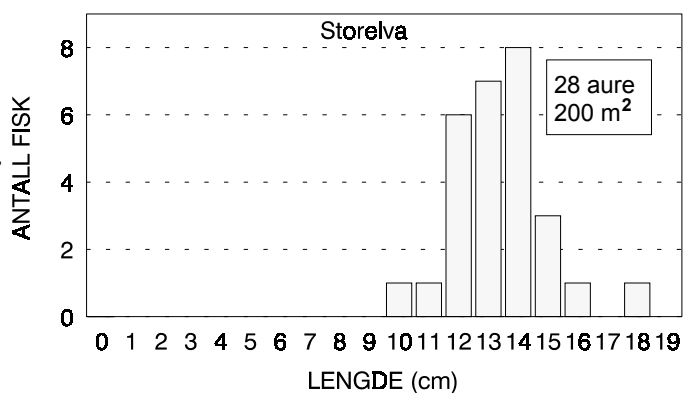
I Eikangerelva ble to områder overfisket; et fra utløpet og 80 m oppover og et fra ovenfor nederste kulp til 10m forbi trebroen. Alle forventede årsklasser av aure ble funnet. Tettheten av årssyngel av aure var høy, men bare noen få individ ble fanget og målt (figur 3.5). Det ble også observert ål.

FIGUR 3.5: Fangst av aure ved elektrofiske i Eikangerelva 19/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 016 247. Tre aure større enn 20 cm ble fanget.



Ved en undersøkelse av Storelva i september 1989 ble det påvist svært god tetthet av aureunger (Vasshaug og Grøndahl 1990). Ved overfiske våren 1995 var også tettheten meget god (figur 3.6). Ved elektrofiske i denne elven ble det observert store mengder årssyngel, men disse ble ikke tatt opp og målt, og er derfor ikke inkludert i figuren.

FIGUR 3.6: Fangst av aure ved elektrofiske i Storelva 19/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 958 395. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

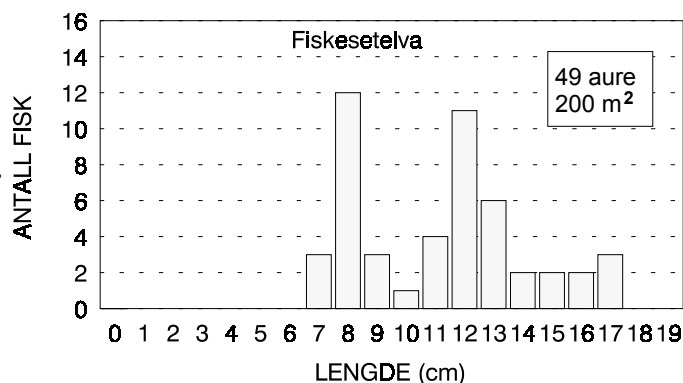






Fiskesetelva er en svært fin elv med fine gyteområder og hølør. Tettheten av aureyngel var svært høy (figur 3.7) og det ble også funnet mye auresmolt i elven. Det ble observert store mengder årsyngel, men disse ble ikke tatt opp og målt, og er derfor ikke inkludert i figuren.

FIGUR 3.7: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Fiskesetelva 19/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 953 263. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.



Av vassdrag med anadrom fisk i Lindås er det fiskekortsalg til Storelva, Festevassdraget og Eikangerelva.

## VURDERING AV FORSURINGSTRUDEDE BESTANDER

I Romarheimselva og Eikefetelva ble det funnet svært lave tettheter av aure på tross av at elvene er velegnet for fisk. Dette gjelder spesielt Romarheimselva som har store områder med gode gyte- og oppvekst-forhold for fisk. Nedgangen i fiskebestanden kom her allerede på sekstitallet lenge før nedgangen i de fleste andre anadrome fiskebestander på Vestlandet kom. Det er derfor lite trolig at forhold utenfor elven er årsak til nedgangen. Av lokale forhold er forsuring den mest trolige årsaken. Det er sannsynlig at den lave tettheten av aure i disse elvene skyldes lav pH, lav syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og/eller høye aluminiumskonsentrasjoner i elvevannet. At dette forekommer er bekreftet av målinger utført i samband med denne kalkingsplanen. Andre små anadrome vassdrag i området, som for eksempel Molvikvassdraget, har trolig også dårlige forhold og bør undersøkes.

Tilstanden i innlandsfiskebestandene i det meste av kommunen er god, men i indre, nord-østre, deler av kommunen er det meldt om mange innsjøer med tynne bestander eller innsjøer med tapt fiskebestand. Om en sammenligner de opplysninger som NINA samlet inn i 1989 og de data som vi har samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen er situasjonen bedret. En rekke bestander er fortsatt tynne og tre er rapportert tapt siden 1989, men situasjonen er bedret i flere innsjøer. Øvre Sætrevatnet var nærmest tomt da det ble det satt ut fisk i 1991. Auren reproducerer nå her og bestanden har tatt seg opp. I Husdalsvatnet skal også aurebestanden ha tatt seg opp i løpet av de siste årene. Disse nyere opplysningene indikerer at surhetssituasjonen er vesentlig bedret i dette området etter ca 1990, men grundigere undersøkelser bør utføres for å bekrefte dette.

## ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Frosk og padde finnes men det er ikke kjent at det har skjedd endringer i utbredelse eller tetthet til disse bestandene.



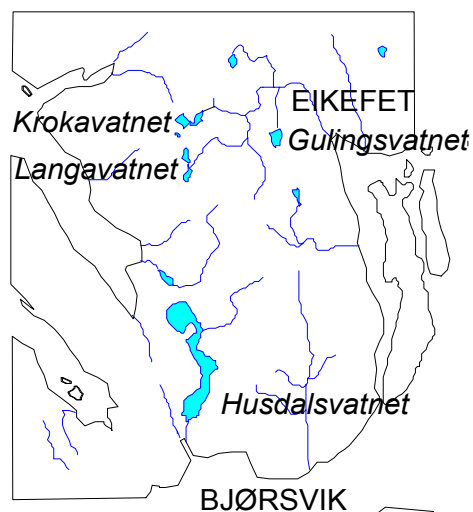
## 4: Kalkingsplanlegging i Lindås

### BEHOV FOR KALKING I LINDÅS KOMMUNE

Det foreligger ikke opplysninger om pågående kalkingsvirksomhet i Lindås kommune. Det er aktuelt å vurdere kalking i innsjøer i de østre delene på grensen til Masfjorden. Her er det, både fra opplysningene fra 1989 og den oppdaterte listen bakerst i rapporten (vedleggstabell 2) meldt om flere tapte og reduserte bestander. Samtidig som det siden 1989 rapporteres om bestander i framgang i dette området, har det likeledes gått tapt ytterligere fiskebestander i området i samme perioden.

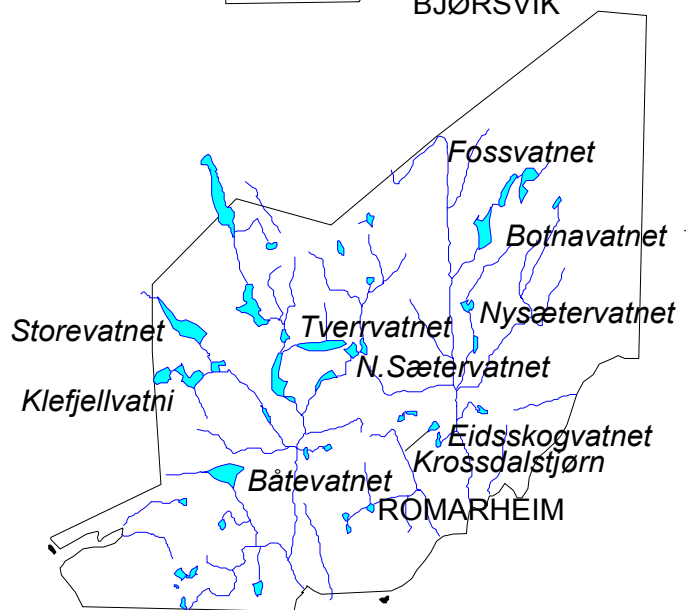
Det er meldt om tynne og reduserte fiskebestander i følgende innsjøer i de sørøstre delene av kommunen: Husdalsvatnet (36), Krokavatnet og Langevatnet, mens fiskebestandene var i 1989 tapt i Gulingsvatnet. Både Langavatnet og Krokavatnet drenerer til Eikefet-vassdraget (figur 4.1).

FIGUR 4.1: Oversiktskart over innsjøer med reduserte eller tapte fiskebestander i de sør-østre delene av Lindås kommune.



I de nord-østre deler av Lindås er det meldt om tynne og reduserte fiskebestander i følgende innsjøer: Klefjellvatnet, Storevatnet og Nedre Sætervatnet (40). Fiskebestandene var i 1989 tapt i disse innsjøene: Botnavatnet, Båtevatnet, Fossvatnet og Nysætervatnet. Siden 1989 har i tillegg bestandene gått tapt i disse innsjøene også: Eidsskogvatnet, Krossdalstjørrnet og Tverrvatnet, mens fiskeutsetting i Øvre Sætervatnet nå har slått til (figur 4.2).

FIGUR 4.2: Oversiktskart over innsjøer med reduserte eller tapte fiskebestander i de nord-østre delene av Lindås kommune.



I de øvrige deler av kommunen er det også et par innsjøer der en har fiskebestander i tilbakegang, men dette skyldes sannsynligvis andre forhold enn forurengning. Dette gjelder innsjøene: Esevatnet (26), Trødalsvatnet og Uksevatnet.

Romarheimsfjorden



## **NOEN OMRÅDER BØR IKKE KALKES**

Kalking vil ikke være ønskelig eller tillatt i flere verneområder, foreslått vernede områder eller i de fleste referanseområder i kommunen. Bakgrunnen for dette er nærmere beskrevet i "Vassdragskalking i Hordaland.- Rammepplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995). I tabell 4.1 er mulige slike konflikter markert. Dette betyr imidlertid ikke at kalking er utelukket disse stedene, men at Fylkesmannen må foreta en overordnet og nøyere vurdering før kalking eventuelt kan iverksettes.

## **FORSLAG TIL PRIORITERING**

I Lindås er det kun Eikefetelven, Romarheimselven og muligens Molvikelven av de anadrome vassdragene som er aktuelle for kalking, og da i særlig grad Romarheimselven. Dette vassdraget er derfor prioritert høyest i denne planen, og videre undersøkelse av forholdene der er igangsatt vinteren 1996.

Av de aktuelle innsjøene er Husdalsvatnet drikkevann og har et volum på sannsynligvis langt over 30 millioner m<sup>3</sup>. Denne innsjøen vil derfor bli svært så kostbar å kalke, selv om den ligger langs vei. Dessuten hevdes det at fiskebestanden her skal ha tatt seg opp de siste årene. Behov for kalking av eventuelle gytebekker bør vurderes nærmere.

Langavatnet, Krokavatnet, Storevatnet og Klefjellvatnet ligger alle opp mot og på grensen til Masfjorden, og er aktuelle som kalkingsobjekter. Disse drenerer alle sammen ned til Eikefetvassdraget, og vil gi bedring i vannkvaliteten der også. Prioritering mellom disse tre vil være avhengig av utnyttelsesgraden, og innsjøenes potensiale for utnytting (tabell 4.1).

Nedre Sætervatnet har en meget stor vannutskifting, slik at denne innsjøen er omtrent umulig å kalke. Dessuten skal det nå være bra med fisk i Øvre Sætervatnet som ligger like ved.

Med dagens prioriteringskriterier for bruk av offentlige kalkingsmidler vil det ikke være aktuelt å prioritere kalking av innsjøer der fiskebestandene i utgangspunktet er tapt. Disse innsjøene er derfor ikke med i den videre prioritering eller prosjektering i denne planen. Det må imidlertid understrekes at kalking i lokal regi i forbindelse med fiskeutsetting ofte kan være av stor nytte for bedring av de lokale fiskemulighetene. En må derfor vurdere de her omtalte prioriteringene på dette grunnlaget, slik at en ikke uten videre utelukker tiltak i innsjøer som er omtalt men lavt prioritert.



TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Lindås med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabilt surt (rødt område på kartet i figur 2.4), 2=variabelt og periodevist surt (gult område på kartet i figur 2.4) og 3=lite surt (blått område på kartet i figur 2.4). FISKESTATUS er klassifisert som 1=redusert bestand, 2=utdødd bestand og 3=god bestand. ANTATT BRUK antyder potensiale for framtidig utnyttelse som antall fiskedøgn årlig, , 1= over 100 døgn, 2 = opp til 100 døgn, 3= opp til 50 døgn og 4= 10 døgn eller mindre. DN prioriteringene går fra 1-6 (se side 15). KONFLIKT dekker opp både verneinteresser, drikkevannskilde, og eventuelt andre bruks- eller eierinteresser. KOST/NYTTE-EFFEKT er klassifisert fra 1 = meget god til 5 = meget dårlig.

STED	Kalket før	Surhet status	Fiske status	Antatt bruk	DN-prioriter	Konflikt	Kost / nytte	TOTAL PRIOR.
Husdalsvatn (36)	Nei	2	1	2	2	Drikkev	1	4
Klefjellvatn	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	3	2
Krokavatnet	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	3	2
Langevatnet	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	4	3
Storevatnet	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	3	2
N. Sætervatnet (40)	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	5	5
Eikefetelven	Nei	2	1	2	1	Ja 1)	?	3
Romarheimselven	Nei	2	1	2	1	Nei	1	1

1) Utgjør deler av verna vassdrag Lindås 25-0 Eikefet. Vassdraget renner også forbi Lindås 19-0 Eikemo.

## KALKINGSSTRATEGI FOR AKTUELLE PROSJEKT

Det vil bli utarbeidet egen kalkingsplan for Romarheimselven utenom denne kommunale planen. Grunnlagsarbeidet er gjennomført vinteren 1996

Kalking av fire innsjøer oppe i de vestre deler av Eikefetvassdraget vil bli omtalt omtalt i denne planen, og videre kalking av dette vassdraget bør basere seg på oppkalking av flere innsjøer i de øvrige deler av vassdraget. Dersom dette er aktuelt, bør det utarbeides en egen kalkingsplan for vassdraget.

Langavatnet, Krokavatnet, Storevatnet og Klefjellvatnet ligger i samme område, og alle innsjøene er aktuelle for innsjøkalking med helikopter. En bør også vurdere oppkalket viktige gytebekker med kalksteinsgrus, noe en også kan benytte helikopter til siden disse innsjøene ligger i samme område. Langavatnet har et lite volum men den har relativt stor vannutskifting, slik at årlig kalking her vil ha begrenset virketid, men kalking av gytebekker kan muligens gi tilstrekkelig effekt.

Dersom en skal kalke i forbindelse med Husdalsvatnet vil kalksteinsgrus i gytebekkene være eneste aktuelle innsats. Dette bør vurderes nærmere med hensyn på dagens rekrutteringssituasjon i elvene.

I tabell 4.2 er det foretatt grove kalkberegninger basert på anslag over innsjøvolum og tilrenning, med benyttet kalkdosering i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990). Ved eventuell iverksetting av kalking må en derfor foreta nærmere og mer nøyaktige beregninger. Kalkbehovet er beregnet i tonn CaCO<sub>3</sub> basert på et behov på 2,9 gram CaCO<sub>3</sub> / m<sup>3</sup> for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet 1,0 gram CaCO<sub>3</sub> / m<sup>3</sup>.



TABELL 4.2. Hydrologiske og morfologiske forhold knyttet til de aktuelle kalkingsobjektene. Areal og nedslagsfelt er hentet fra kartverkets M-711-serie i målestokk 1:50.000, gjennomsnittsdyp er anslått, mens avrenning er hentet fra NVEs avrenningskart (NVE 1987). Beregning av kalkbehov er utført i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990),- se for øvrig teksten. Første tallet er behov ved førstegangskalking mens det andre er for gjenkalking. Innsjøene må her kalkes årlig.

STED	Areal km <sup>2</sup>	Snittdyp meter	Volum mill. m <sup>3</sup>	Felt km <sup>2</sup>	Avrenning l / s / km <sup>2</sup>	Tilrenning mill. m <sup>3</sup> / år	Kalkbehov tonn CaCO <sub>3</sub>
Husdalsvatn (36)	1,38	20	27,6	8,5	80	21,4	-
Klefjellvatn	0,32	10	3,2	3,4	100	10,7	40 / 34
Krokavatnet	0,19	7	1,3	0,8	100	2,5	11 / 9
Langevatnet	0,13	5	0,7	2,3	100	7,3	-
Storevatnet	0,60	10	6,0	2,8	100	8,8	42 / 31
N. Sætervatnet (40)	0,13	10	1,3	9,3	100	29,3	-
Eikefetelven				67	90	190	-
Romarheimselven							-

## HVOR BØR EN OVERVÅKE

Generelt sett bør en overvåke tilstanden i de områder der forholdene i dag gjør at kalking ikke er umiddelbart aktuelt, men der forholdene "ligger på vippen" og der det KAN bli aktuelt dersom bedre kunnskap eller en videre negativ utvikling tilsier det. Dette kan gjelde i områder der: 1) det har vært enkeltstående episoder med fiskedød som kan tilskrives ekstreme surstøt, 2) der det er surt, men fisken ennå ikke har store problemer, og 3) der det er surt, fisken har vært skadd men det synes å foregå en bedring i forholdene. Slike overvåkingsobjekter finner en også i de østre delene av kommunen, i de samme områdene som de aktuelle kalkingsobjektene ligger.

Molvikelven (37) kan være aktuell for kalking, men siden informasjons-grunnlaget her for dårlig, er det nødvendig med en nærmere undersøkelse av både fisk og vannkvalitet i denne elven før en avgjør om kalking skal prioriteres. Videre har fiskeutsetninger i Øvre Sætervatnet nylig slått til, slik at det her er grunnlag for en nærmere overvåking av forholdene. Også i Husdalsvatnet sies det at fisken har kommet seg de siste årene, slik at overvåking her er nødvendig.



## LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- DN 1990. Håndbok i kalking av surt vann. 2.utgave. DN-Håndbok nr. 1, ISSN 0802-8370, 52 sider
- HENRIKSEN, A., L.LIEN, T.S.TRAAEN & S.TAUBØLL 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. NIVA-rapport nr 2819, 29 sider.
- HENRIKSEN, A., K.TØRSETH, E.JORANGER, E.LYDERSEN, T.HESTHAGEN, A.FJELLHEIM & G.G.RADDUM 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993. Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994 Forseringsstatus i Hordaland 1993. Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1
- KAMBESTAD, A., V.BJERKNES, T.E.BRANDRUD, A.FJELLHEIM, K.HEGNA, A. HENRIKSEN, A.HOBÆK, G.H.JOHNSEN, G.G.RADDUM, Ø.VASSHAUG & P.VIKSE 1995. Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland 1994-2005. Fylkesmannens miljøvernnavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport lnr. 2947.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.
- LURA, H. & S. KÅLÅS. 1994. Ferskvassfiskane si utbreiing i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland. Zoologisk museum, Universitetet i Bergen. 59 sider.
- MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NORDLAND, J. 1983. Ferskvassfiskeresursane i Hordaland. A.s. Centraltrykkeriet Bergen. 272 sider.
- NVE 1987. Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992. Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg Forlag, 422 sider
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.OUGHTON, B.SALBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992. The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environmental pollutin: 78.
- VASSHAUG, Ø. & H. GRØNDAHL. 1990. Overvåking av lakseparasitten Gyrodactilus salaris i Hordaland fylke i 1989. Fylkesmannen i Hordaland, rapport nr. 3/90. 80 sider.
- WRIGHT, R.F. 1994 Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



## 5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

*VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Lindås kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. Tabellen fortsetter på neste side.*

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	10.-12.3.95		26.-27.8.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Festevassdraget		KN 887 319	6,61	9	6,29	7
2	Festevassdraget, Myksvoll		KN 914 298	6,50	10	6,35	6
3	Fiskesetelva - bro v/utløp		KN 954 262	6,94	7	6,82	15
4	Fiskesetelva, Herland		KN 967 242	6,81	8	6,62	11
5	Fiskesetelva, Kapperdalen		KN 968 239	6,73	8	6,69	9
6	Fiskesetelva, Langavatn		KN 954 217	6,12	7	6,09	8
7	Storavatnet v/Kjenes		KN 973 285	6,57	8	6,03	8
8	Hundvinvatnet		KN 935 333	6,42	8	6,65	12
9	Kjeggjarvatnet		KN 950 312	6,48	8	6,42	8
10	Storelva Natås		KN 959 393	6,70	6	5,67	11
11	Storelva , Nævdal		KN 980 350	5,63	6	5,36	7
12	Storelva, Smørdal		KN 981 351	6,20	6	5,36	7
13	Storelva, Uglåsen		KN 966 370	6,74	7	6,40	10
14	Eidsvatnet, Vågseidet		KN 939 382	5,62	7	5,89	10
15	Sjursetvatnet		KN 874 406	5,74	9	6,04	11
16	Tjukkhetvatnet		KN 894 418	5,97	8	6,11	14
17	Fonnebostvatnet		KN 923 413	6,63	6	6,76	9
18	Austevatnet/Langavatnet		KN 947 391	6,27	7	6,41	10
19	Skodvinsvatnet		KN 942 361	5,97	6	6,09	11
20	Austrevatnet-Hodneland		KN 986 380	5,29	7	5,49	10
21	Plasselva		KN 970 384	6,37	7	5,92	11
22	Plasselva mot Myking		KN 983 369	6,26	8	6,23	13
23	Kvalvågsvatnet		KN 915 355	5,01	7	5,20	13
24	Kvalvågsv., bekk fra Nykkvatn		KN 924 346	4,92	7	4,80	9
25	Kløvelva		LN 009 298	5,99	7	5,40	10
26	Esevatnet		LN 034 277	5,85	8	5,89	9
27	Sauvatnet		LN 015 241	6,27	9	6,37	9
28	Sandvikavatnet		LN 004 250	6,56	11	6,87	9
29	Haukåsvatnet		LN 007 224	6,58	10	6,52	9
30	Sjausetvatnet		LN 000 234	6,35	7	6,50	9

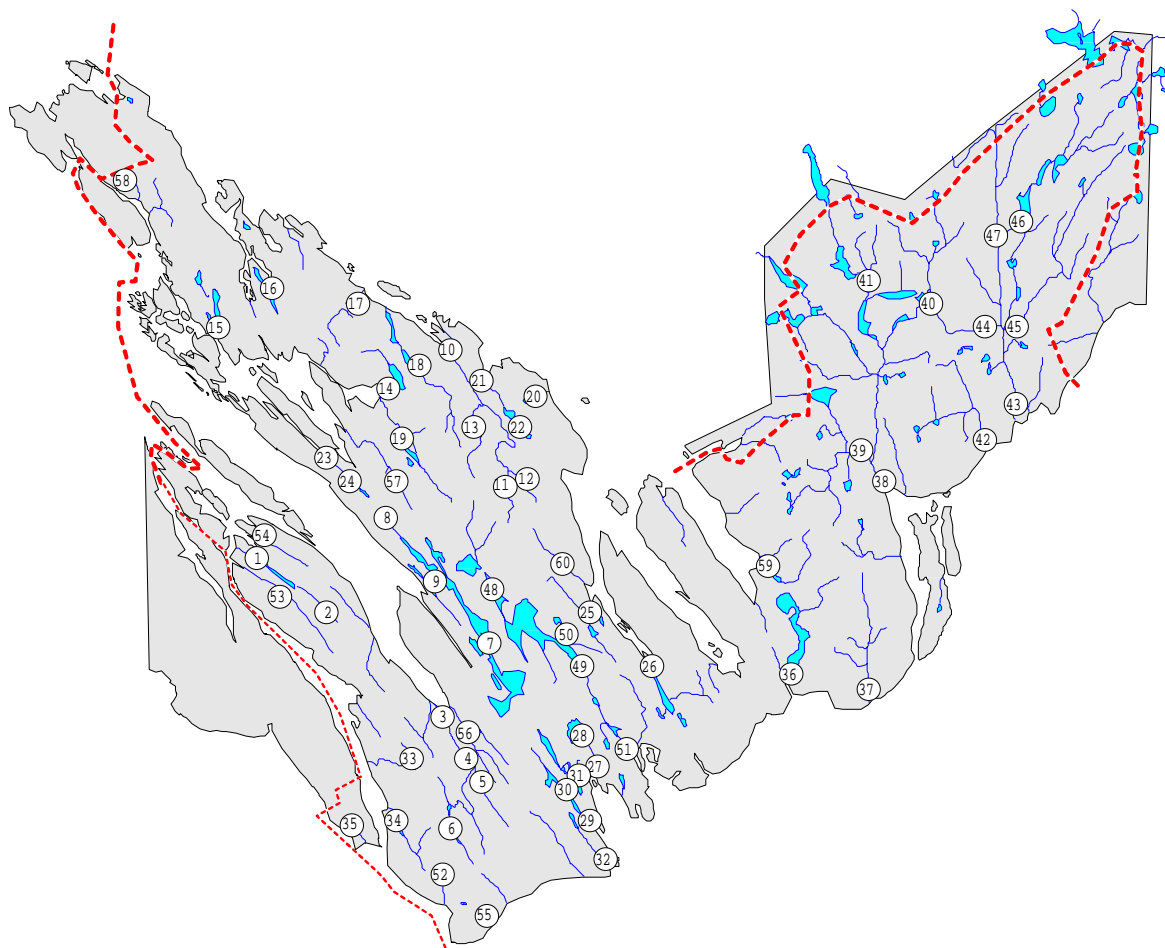
VEDLEGGSTABELL 1 forts: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Lindås kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	10.-12.3.95		26.-27.8.95	
				pH	LED	pH	LED
31	Langavatnet, Hjelmås		LN 006 235	6,15	8	6,27	10
32	Piparvatnet, Leiknes		LN 015 207	6,98	9	6,82	9
33	Fossevatna/Litlavatnet		KN 946 245	5,87	9	5,66	9
34	Tveitevatnet, Tveiten		KN 940 220	6,02	10	5,78	10
35	Hillandsvatnet		KN 924 218	6,49	8	6,15	9
36	Husdalsvatnet		LN 085 277	5,44	9	5,71	7
37	Molvikelva		LN 113 267	5,51	7	5,43	7
38	Eikefetvassdraget		LN 116 347	5,44	7	5,56	8
39	Eikefetvassdraget, Eikemo		LN 112 358	5,44	8	5,64	8
40	Eikefetvassdraget, Sætravatnet		LN 137 414	5,68	4	5,57	7
41	-----"-----, Grunnev.-Paddesætr.		LN 113 421	5,54	5		
42	Vetle, Urdal		LN 157 362	5,40	6	5,41	6
43	Romarheimselva		LN 166 373	5,64	8	5,76	6
44	Romarheimselva, Stussdalen		LN 161 405	5,80	6	5,91	6
45	Romarheimselva, Eitrdalen		LN 164 404	5,44	7	5,70	6
46	Romarheimselva, Dyrkolbotn		LN 169 444	5,36	7	5,77	6
47	Romarheimselva, Nipa		LN 161 436	5,65	9	5,79	5
48	Eikangervassdr. Vikavatnet		KN 964 319	5,97	9	6,27	7
49	Eikangersvassdr. Høyland bro		LN 008 275	6,09	9	6,16	10
50	Eikangervassdr.Fammestadtj.		LN 000 296	6,18	8	6,18	10
51	Eikangervassdr. Eikanger bro		LN 025 247	6,20	8	6,33	10
52	Isdalvatnet		KN 958 202	6,41	12	6,62	12
53	Trædsvatnet, Feste		KN 893 309	5,77	8	5,47	5
54	Skotsundvatnet, Berfjord		KN 892 324	6,48	8	6,31	5
55	Kvassnesstemma, Knarvik		KN 970 181	6,94	20	6,70	12
56	Seimsvatnet		KN 966 253	6,51	12	6,57	5
57	Nedre Skodvin, Konglev.b.k.		KN 941 343	6,59	11	6,47	6
58	Hopsvatnet, Hope		KN 840 460	6,63	19	6,72	19
59	Oddnåstj. Stall		KN 077 314	5,64	13	5,79	2
60	Haugselva		LN 002 315	6,54	13		



VEDLEGGSTABELL 1A: Surhet (pH) fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Lindås kommune. Lokalitetsnummerene samsvarer med vedleggstabell 1 over vannkjemi og vedleggstabell 2 over fiskestatus. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as.

LOKALITET	LOK. NR.	21. april 1995	6. juni 1995	5. juli 1995
Eikangervassdraget	51	6,27	6,50	6,28
Eikefetvassdraget	38	5,46	5,33	5,79
Dyrkollbotn	46	5,34	5,30	5,65
Nipa	47	5,34	5,47	5,88
Eitrdalen	44	5,40	5,46	5,72
Stussdalen	45	5,45	5,51	5,88
Romarheimselva	43	5,51	5,39	5,80



VEDLEGGSKART NR. 1: Oversikt over de omtalte prøvetakingsstedene i Lindås kommune. Nummerene samsvarer med vedleggstabell 1 over vannkjemi og vedleggstabell 2 over fiskestatus.



**VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Lindås kommune. Status:** 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte=** Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske=** antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989, 3=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1991. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1). Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
59	Andåstjørn	LN 080 310	1	2			B			1	2
20	Austrevatn	KN 990 378	2	2			I	10	Å	1	1,2
18	Austrevatn	KN 945 390	1	2			B	U	Å	1	1,2
N	Botnavatn	LN 170 450	2	1			B			1	1,2
A	Brandevatn	LN 110 410	2	1			B			1	1,2
O	Båtevatn	LN 095 380	3	4			B		KB	1,2	2,3
B	Eidskogvatn	LN 157 393	3	4			D			1	1,2
26	Esevatn	LN 040 263	2	3	1	2	D		Å	1	1,2
1	Festevassdraget	KN 887 319	1	2			G	50		1	1
C	Flådalsvatn	LN 103 430	2	1			U			1	1,2
17	Fonnebostvatn	KN 922 412	1	2			B		Å	1	2
P	Fossvatn	LN 177 460	3	4			B			1	2
	Grunnevatnet	LN 113 418	1	2			U			1	1
Q	Gulingsvatn	LN 105 346	3	4			D			1	2
29	Haukåsvatn	LN 004 230	1	1			G		Å	1	1,2
35	Hillandsvatn	KN 924 215	1	2			B			1	2
58	Hopsvatnet	KN 840 460	1	1			G	0		1	1
8	Hundvinvatn	KN 947 320	1	2	1	2	U	30	Å	1	1,2
36	Husdalsvatn	LN 090 290	2	3	1	3	B			1	1,2
	Instabotsvatn	LN 182 460	5	5			U		Å	1	2
52	Isdalsvatn	KN 958 202	1	2			B		Å	1	1,2
9	Kjeggjarvatn	KN 950 310	1	2	1	2	D	20	Å	1	1,2



VEDLEGGSTABELL 2 forts.: Status for ferskvannsfiskeressursene i Lindås kommune. **Status:** 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte=** Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske=** antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989, 3=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1991. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1). Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
	Kvernhusvatnet	LN 109 394	1	5			U			1	1
D	Klefjellvatn	LN 085 405	2	3			B			1	2
	Kringlevatn	LN 093 410	1	2			B			1	2
E	Krokavatn	LN 083 350	2	3			D			1	2
F	Krossdalstjørn	LN 158 388	3	4			D			1	1,2
55	Kvassnesstemma	KN 970 181	1	5			U	10		1	1
	Langavatn	KN 996 248	1	2			G		Å	1	2
	Langavatn	LN 126 408	1	1			D			1	1,2
H	Langevatn	LN 084 340	2	3			D			1	2
	Langevatn	KN 938 400	5	5			U		Å	1	2
51	Liavatn	LN 020 253	1	2	1	2	G		Å	1	2
	Litlavatn	KN 968 285	2	2	5	5	D		Å	1	2
	Nordrevatn	KN 980 373	1	2			G		Å	1	2
R	Nysætervatn	LN 166 428	3	4			B			1	2
32	Piparvatn	LN 005 220	1	2			B		Å	1	2
	Rotevatn	KN 866 423	5	5			U		Å	1	2
28	Sandvikavatn	LN 005 250	1	2	1	2	B		Å	1	1,2
27	Sauvatn	LN 013 245	1	2	5	5	D		Å	1	1,2
56	Seimsvatn	KN 967 253	1	2			B		Å	1	1,2
30	Sjausetvatn	KN 995 235	1	2			B		Å	1	1,2
	Sjursetvatn	KN 873404	1	2			G		Å	1	2
19	Skodvensvatn	KN 954 357	1	2			B		Å	1	2



VEDLEGGSTABELL 2 forts.: Status for ferskvannsfiskeressursene i Lindås kommune. **Status:** 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte=** Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske=** antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag:** Data: 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989, 3=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1991. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
54	Skotsundvatn	KN 892 324	1	2			B	10	S,Å	1	1
7	Storavatn	KN 970 290	2	2	1	2	D		Å	1	1,2
33	Storavatn	KN 946 243	1	1			B		Å	1	1,2
I	Storevatn	LN 087 420	2	3			D			1	2
40	Nedre Sætervatn	LN 132 415	2	3			G			1	1,2
J	Øvre Sætervatn	LN 136 416	2	1			B			1	1,2
16	Tjukketvatn	KN 893 415	1	2			B		Å	1	2
	Tjørni	LN 022 237	1	2			B		Å	1	2
53	Trædesvatnet	LN 893 309	1	5			B			1	1
K	Trædalsvatn	KN 967 252	2	3			U			1	2
49	Tveitavatnet	KN 008 275	1	1	1	2	B		Å,S	1	1
34	Tveitavatn	KN 940 220	2	2			B		Å	1	1
L	Tverrvatn	LN 120 416	3	4			B			1	1,2
M	Uksevatn	LN 012 292	2	3			D		Å	1	2
14	Vågseidvatn	KN 940 385	1	1	1	1	G		Å	1	1,2
	"uten navn"	LN 006 234	5	5			U		Å	1	2