

Kalkingsplan for Austrheim kommune 1995



Steinar Kålås
Annie Elisabeth Bjørklund
&
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 163, juni 1995.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Austrheim kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Austrheim kommune. ved miljøvernkonsulent Anne Lise Molvik, 5136 Mastrevik

OPPDRAGET GITT:

Februar 1994

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

29.juni 1995

RAPPORT NR:

163

ANTALL SIDER:

27

ISBN NR:

82-7658-051-3

RAPPORT SAMMENDRAG:

Det pågår ingen kalkingsprosjekter i Austrheim, og det er heller ikke foreslått noen kalkingsprosjekt i denne kalkingsplanen. Mesteparten av Austrheim kommune er imidlertid moderat påvirket av sur nedbør, med gode forhold det meste av året, men med pH-verdier ned mot 5,0 i perioder. Fiskebestandene i kommunen er foreløpig ikke skadet av sur nedbør, men dette bør overvåkes i de sureste vassdragene.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Austrheim 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 Austrheim 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 Austrheim kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Austrheim inngår som en av 29 kommunale kalkingsplaner som er under utarbeidelse 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 Austrheim kommune. Gjeldende prioriteringskriterier kan imidlertid bli endret i framtiden, og forsureningsituasjonen kan endres. Det er derfor ikke selvsagt at det som foreslås i denne planen blir stående.

Planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernkonsulent Anne Lise Molvik i Austrheim, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Austrheim kommune besørget organisering og lokal innsamling av månedlige vannprøver fra sju steder i perioden oktober 1994 - mai 1995, samt vannprøver fra ytterligere seks steder høsten 1994 og 11 steder våren 1995. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as. Fiskestatus er basert på Rådgivende Biologers rapport nr. 134 (Kålås & Johnsen 1994).

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

Rådgivende Biologer as. takker alle parter for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig miljøvernkonsulent Anne Lise Molvik.

Rådgivende Biologer as. takker Austrheim kommune for oppdraget.

Bergen, 29. juni 1995.



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
Georafisk variasjon i surhet høsten 1994 og våren 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsurede områder	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene	19
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	19
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	20
Status for innlandsfiskebestander	20
Status for anadrome bestander	20
Oversikt over forsurede bestander	22
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	22
VURDERING AV PÅGÅENDE OG AKTUELLE KALKINGSPROSJEKTER	23
Verneområder i kommunen	23
Pågående kalkingsprosjekt	23
Aktuelle kalkingsprosjekt	23
Totalt kalkbehov beregnet fra surhetstilstand	23
LITTERATURREFERANSER	24
VEDLEGGSTABELLER	25
Surhetsdata for Austrheim kommune	25
Månedlige surhetsmålinger i Austrheim kommune 1995-95	25
Kart over prøvetakingspunktene	26
Status for fiskebestandene	27



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Austrheim kommune i 1994	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Austrheim i 1994	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 1993 i tre drikkevannskilder i Austrheim	17
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Austrheim i 1994	18
FIGUR 3.1: Fangst av fisk i Kvernhuselva	21
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet fra Straumstadvatnet	21
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet fra Stemmevassdraget	21
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet av Rebnorsvatnet	22
FIGUR 3.5: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet fra Auretjørn	22

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1: Oversikt over kalkingsobjekter i Austrheim	6
TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye	12
TABELL 1.2: DN's overordnede prioriteringskriterier for kalkingsmidler	13
TABELL 2.1: Arealfordeling av sure områder i Austrheim	19
TABELL 2.2: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra Austrheim 24.april 1995	19
TABELL 2.3: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra Austrheim xx1994	19
TABELL 4.1: Vernede og foreslått vernede områder i Austrheim kommune<	23
TABELL 4.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele Austrheim kommune	23



SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Austrheim kommune ved miljøvernleiar Anne Lise Molvik, utarbeidet et forslag til kalkingsplan for Austrheim. Arbeidet er utført i løpet av 1994 og 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 Austrheim kan grovt sett deles i to. På den nordvestlige delen av Fosnøyeni, nord for Austrheimsvågen, domineres berggrunnen av anorthositt, men med et lite område med fyllitt og glimmerskifer rundt Rebnor. I resten av kommunen dominerer meta-eruptive bergarter av amfibolitt og grønnskifer.

SURHET

Mesteparten av Austrheim kommune er moderat påvirket av sur nedbør, med gode forhold det meste av året, men med pH-verdier ned mot 5,0 i perioder. Et lite område nordvest på Fosnøyeni, rundt Rebnor, og et noe større område sørøst på Fosnøyeni, er relativt lite påvirket av sur nedbør. Her ble det ikke registrert pH-verdier under 5,4. Det sureste området ble registrert på Bakkøyeni, men der er det store myrområder, og dette kan ha betydning for surheten der.

FISK

Det er i denne undersøkelsen ikke påvist rekrutteringssvikt i fiskebestander i Austrheim kommune som skyldes forsuring. Flere steder er vannet i perioder så surt at det kan være skadelig for fisk, men fiskebestandene viser foreløpig ikke tegn til skader grunnet forsuring. Egnede tiltak for å forbedre rekrutteringen av fisk i flere innsjøer i Austrheim kommune kan være opprensning av gytebekker og utlegging av bunnsstrat som er egnet for fisk, gjerne iblandet kalkstein på lokaliteter som i perioder er kritisk sure.

Det finnes ingen større elver i Austrheim kommune. Kommunen har imidlertid mange mindre vassdrag med gode muligheter for sjøaure. Rådgivende Biologer undersøkte ni av disse vassdragene i 1994 (Kålås og Johnsen 1994) og fant at tilstanden i vassdragene generelt var god. Noen steder var mulighetene for fisk noe redusert grunnet fysiske hindringer i samband med veifyllinger, eller for stor næringstilførsel til vassdraget.

Frosk og padde finnes men ingen kan med sikkerhet si om det har vært endringer i bestandene av disse artene.

FISKE

Pørkebolsvatnet er den innsjøen i Austrheim kommune der sportsfiske har størst omfang. Omtrent 20 personer fisker i denne innsjøen gjennom året. Ellers er det flere innsjøer i kommunen der omtrent 5 personer driver sportsfiske gjennom året. Det blir ikke solgt fiskekort i kommunen men fiske er tålt, dvs at en får fiske om en spør grunneier.



KALKING

Det pågår ingen kalkingsprosjekter i Austrheim, og det er heller ikke foreslått noen kalkingsprosjekt i denne kalkingsplanen. En undersøkelse av sjøaurevassdragene i Austrheim (Kålås & Johnsen 1994) anbefalte en nærmere overvåking av vannkvaliteten i fem av vassdragene,- Rebnorvassdraget, Teindalsvassdraget, Straumsvassdraget, Fønnesvassdraget og Monslaupvassdraget. De to førstnevnte viste seg å ikke være faretruende sure, mens de øvrige i perioder kan være sure. Fiskebestandene synes imidlertid å være i god forfatning, og det er ikke tegn til rekrutteringssvikt i disse vassdragene.

I Monslaupen er bestanden tynn og redusert de siste årene, men dette skyldes høyst sannsynlig at fisken ikke har egnete gyteforhold. Her vil det være enklere med små og jevnlig fiskeutsettinger heller enn tilrettelegging for gyting. Førlandsvatnet har en tynn bestand av aure, men det er ikke meldt og noen forandring i tilstanden her, så bestanden er sannsynligvis heller ikke direkte truet av forsurening. Det anbefales imidlertid at det settes i verk en begrenset overvåking av tilstanden i fiskebestanden i innsjøen.

I Rasmusvatnet har det vært satt ut fisk få år tilbake. Fisken ble hentet fra et vatn i området, og nå er det forholdsvis mye fisk å få med størrelser på 30-35 cm lengde. Her er imidlertid dårlige gyteforhold, slik at fisken i vatnet stort sett stammer fra den utsatte fisken.



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 til dels **sterkt preget av forsuring**: 1) Høyfjellsområdene på grensen mot Rogaland, 2) deler av Bergensbuene i Bergen og Nordhordland, 3) enkelte av kommunene 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 AUSTRHEIM

Berggrunnen i Austrheim kan grovt sett deles i to. På den nordvestlige delen av Fosnøyeni, nord for Austrheimsvågen, domineres berggrunnen av anorthositt, men med et lite område med fyllitt og glimmerskifer rundt Rebnor. I resten av kommunen dominerer meta-eruptive bergarter av amfibolitt og grønnskifer.



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 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.

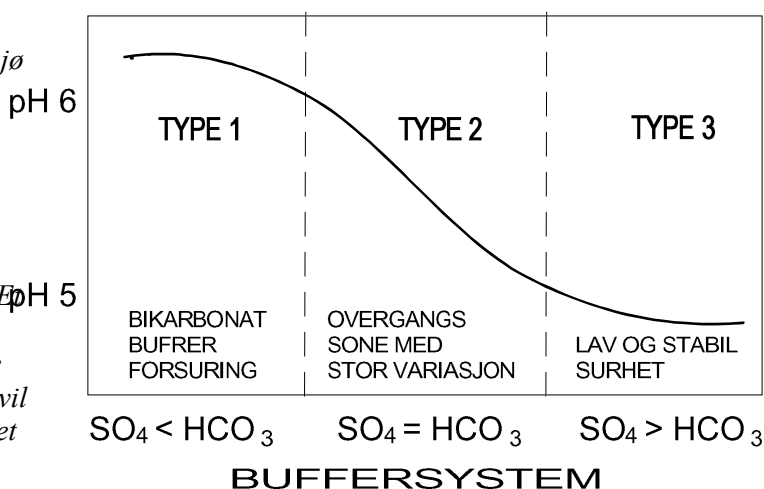
Berggrunnen i Austrheim er dominert av lettvittrelige basiske bergarter med et høyt innhold av basekationer, men berggrunnen er relativt tungt forvitrerlig, slik at bidraget av basekationer til vassdragene likevel er relativt lavt. Det beste området, med hensyn på tålegrense mot sure tilførsler, er området like rundt Rebnor der berggrunnen domineres av fyllitt og glimmerskifer. Ettersom kommunen er lavtliggende er det imidlertid trolig en del marine avsetninger enkelte steder, noe som vil bidra til en bedre vannkvalitet enn berggrunn og jordsmonn skulle tilsi.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Austrheim, fører altså til at det er en del variasjon i vassdragenes surhetsnivå fordi bufferevnen i jordsmonnet er forskjellig. På grunn av ulikt naturgrunnlag vil imidlertid 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 forsurening 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 periodevise sure tilførsler (TYPE 1 i figur 1.1).

FIGUR 1.1: Teoretisk sammenheng mellom type av buffersystem i en innsjø og variasjonen i forsuringsnivå. I innsjøer med et høyt innhold av bikarbonat vil pH være god, og variasjonen liten (type 1). I et system med 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 mengde 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

Austrheim kommune ligger i den lavtliggende og ytre delen av Hordaland, der nedbørmengdene er mindre enn i de indre- og høyereliggende deler av fylket. Med en årlig middelavrenning rundt 50 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987), vil våtavsetningen av forsurende stoffer i Austrheim være lavere enn i de fleste andre kommuner,- forutsatt at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er tilnærmet lik i hele fylket. Innen Austrheim kommune er imidlertid nedbørmengdene stort sett like store, slik at belastningen av forsurende stoffer antas å være like stor i hele kommunen.

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 frakte 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 Austrheim, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Austrheim kommune 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 surstøtepisoder er vanligvis kortvarige, men det sure vannet kan imidlertid 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 i Austrheim 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 Austrheim der vannkvaliteten allerede er påvirket av sur nedbør, vil en imidlertid kunne få surstøtepisoder med et høyt innhold av labilt aluminium i ekstreme situasjoner.

ALUMINIUM OG GIFTIGHET FOR FISK

Innholdet av totalaluminium i overflatevannet i Hordaland er stedvis meget høyt, og særlig i kystområder som i Austrheim (Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er meget vanlig i jordsmonnet, og stammer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsuring 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.



TÅLEGRENSENER 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 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 ørret yngelen.

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 seinest presentert i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland" (Kambestad mfl. 1995).



KALKING OG KALKINGSKRITERIER

Sur nedbør er hovedårsaken til den forsuringsspross 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 FORSURINGSTRUDEDE 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 framtreende 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.

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



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 forsuringssproblem. 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.

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

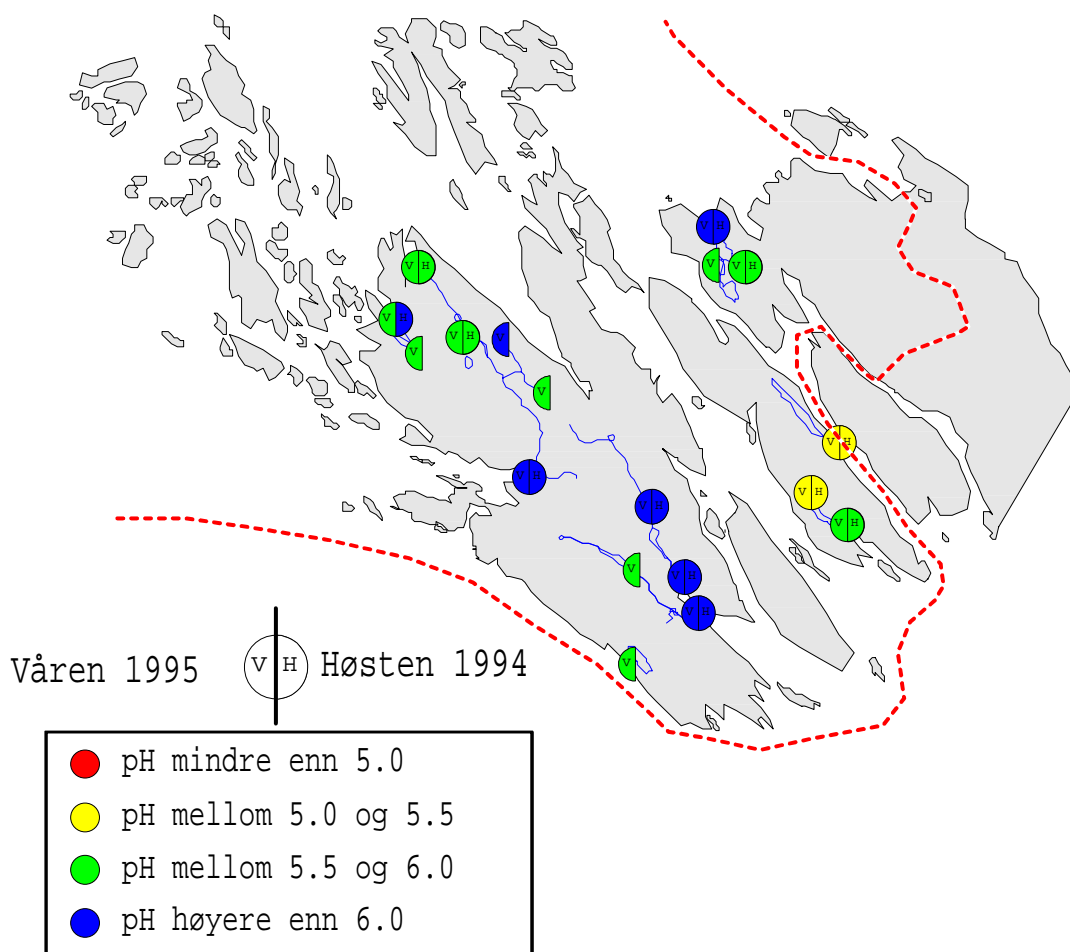
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, 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 Austrheim kommune

GEOGRAFISK VARIASJON I SURHET

Mesteparten av Austrheim kommune er moderat påvirket av sur nedbør, med gode forhold det meste av året, men med pH-verdier ned mot 5,0 i perioder (figur 2.1). Et lite område nordvest på Fosnøyeni, rundt Rebnor, og et noe større område sørøst på Fosnøyeni, er relativt lite påvirket av sur nedbør. Her ble det ikke registrert pH-verdier under 5,4. Det sureste området ble registrert på Bakkøyeni, men der er det store myrområder, og dette kan ha betydning for surheten der.

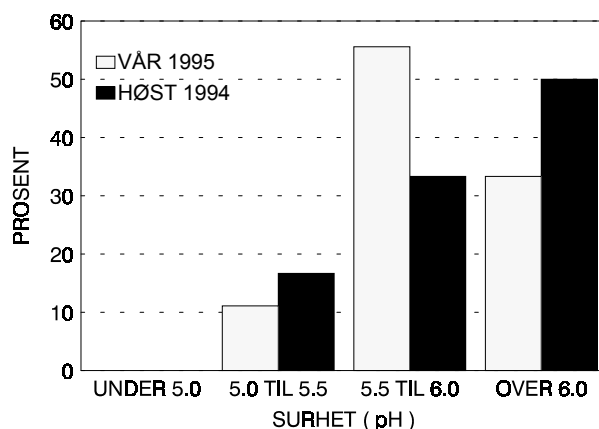


FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Austrheim kommune, basert på pH-målinger fra 18 prøver våren 1995 og 12 prøver høsten 1994. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernkonsulent Anne Lise Molvik..



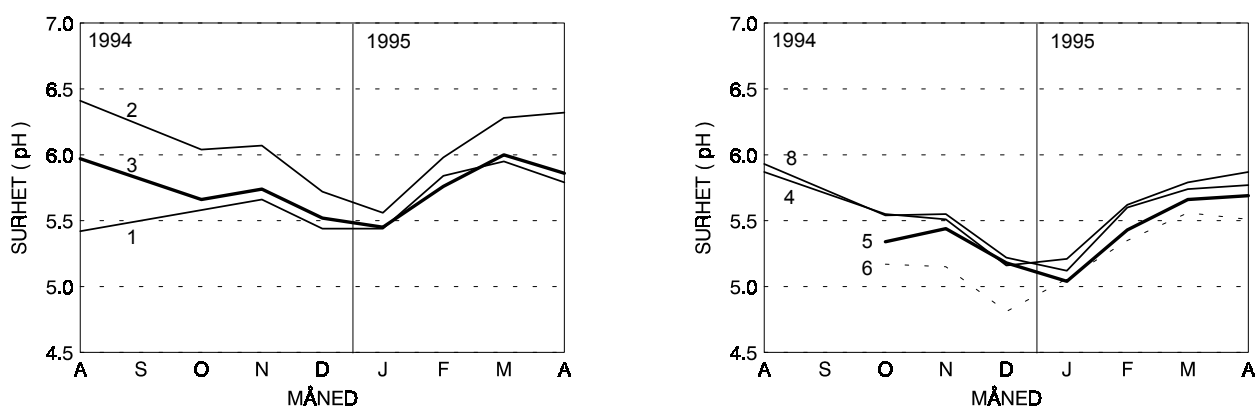
Ved de to prøvetakingstidspunktene hadde størstedelen av Austrheim kommune en relativt god vannkvalitet, og over 80 % av lokalitetene hadde pH-verdier over 5,5 ved begge prøvetakingstidspunkt (figur 2.1 og 2.2). Bare to av de undersøkte lokalitetene hadde pH-verdier under 5,5; innløselva til Monslauvatnet og Straumsvassdraget ved utløpet til sjø (figur 2.1 og vedleggstabell 1). Begge disse ligger på Bakkøyni og har tilsig fra store myrområder.

FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 12 og 18 innsjøene i Austrheim som ble undersøkt henholdsvis høsten 1994 og våren 1995 (se kartet i figur 2.1).



VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I perioden oktober 1994 til mai 1995 var det surest rundt årsskiftet i samtlige undersøkte vassdrag i kommunen (figur 2.3). Også denne vinteren, som i de siste vintrene, var det mere nedbør enn normalt fra desember til og med mars, slik at variasjonen i surhetsnivået i kommunen i stor grad sammenfaller med nedbørmengdene.



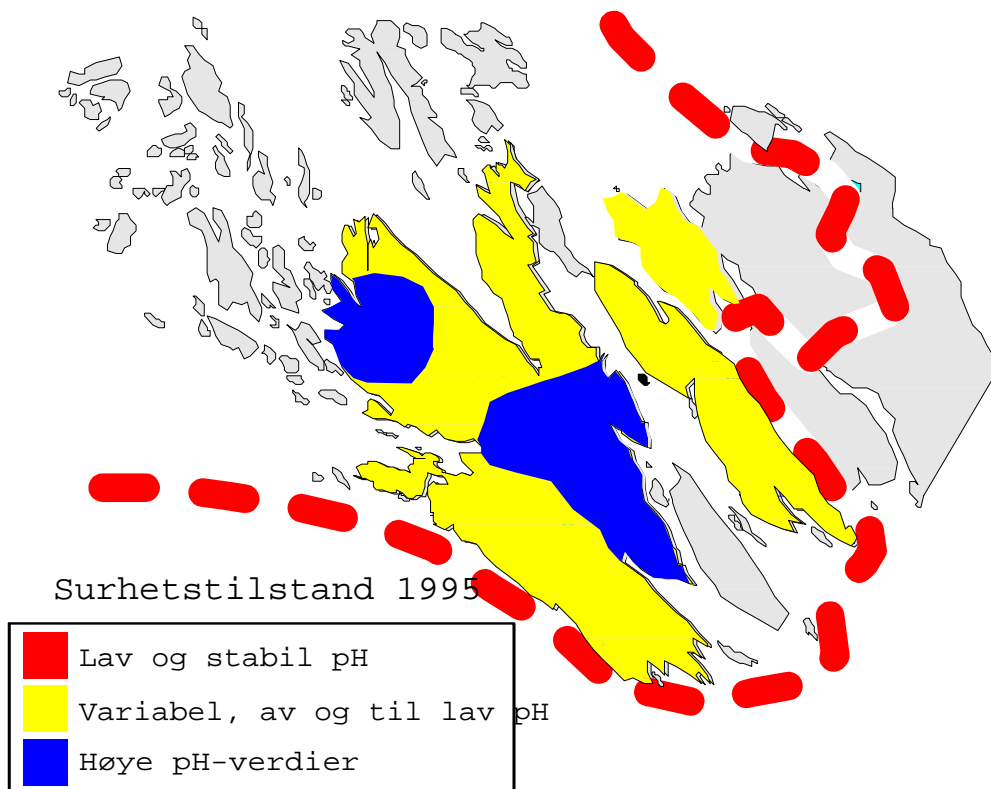
FIGUR 2.3: Variasjon i surhet i perioden august 1994 til april 1995 i sju lokaliteter i Austrheim (lokalitesnumreringen er i henhold til vedleggskartet bak i rapporten). 2 = utløp Rebnordvatnet, 3 = utløp Hammarsvatnet, 1 = innløp Rebnordsvatnet, 8 = mellom Altersvatnet og Pørkebolsvatnet, 4 = Teindalsvassdraget v/utløp til sjøen, 5 = Straumsvassdraget ved utløp til sjøen og 6 = innløp til Monslaupen.



Lokalitetene på den nordvestre delen av Fosnøyeni, ved Rebnor, hadde de beste forholdene i undersøkelsesperioden, og det ble ikke målt pH under 5,4 i disse lokalitetene. På de andre lokalitetene ble det imidlertid målt pH-verdier rundt 5,0 på vinteren. Dette tyder på at vannkvaliteten de fleste steder i kommunen i perioder kan bli meget lav, både på grunn av tilsig fra myrområder og på grunn av tilførsler av sur nedbør. De to lokalitetene som hadde lavest målte pH i hele perioden var de samme to som hadde lavest pH vår og høst; Straumsvassdraget ved utløpet til sjøen og innløpselva til Monslaupen

OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Mesteparten av Austrheim kommune er moderat påvirket av sur nedbør, med gode forhold det meste av året, men med pH-verdier ned mot 5,0 i perioder. Et lite område nordvest på Fosnøyeni, rundt Rebnor, og et noe større område sørøst på Fosnøyeni, er relativt lite påvirket av sur nedbør. Her ble det ikke registrert pH-verdier under 5,4. Det sureste området ble registrert på Bakkøyeni, men der er det store myrområder, og dette kan ha betydning for surheten der.



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Austrheim kommune i 1994-1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1), 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), mens det røde området har pH-verdier stabilt rundt og under 5.0 (buffersystem type 3). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen.



Vel 40% av arealet i Austrheim kommune kan regnes som moderat surt. I tabell 2.1 er resten ført opp som "ikke surt", men det skyldes at en ikke har grunnlag for å vurdere tilstanden i de områdene der en ikke har vassdrag og innsjøer.

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
56	34	22	0

ALUMINIUMSINNHold I VASSDRAGENE

Innholdet av labilt aluminium var meget lavt i begge de undersøkte lokalitetene i Austrheim (tabell 2.2). Dette var imidlertid på et tidspunkt da pH i vassdragene var relativt høy. Konsentrasjonene av reaktivt aluminium er imidlertid så store at de kan skape problemer for fisk i periodene med vesentlig lavere pH-verdier (tabell 2.2). I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 40 : g Al/liter.

TABELL 2.2: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i to vannprøver fra Austrheim kommune. Prøvene er tatt 24. april 1995 av Anne Lise Molvik i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummerene i vedleggskartet bak. i rapporten.

Prøvetaksingssted	Fargetall mg Pt/l	Surhet pH	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Kvernhusbekken (9)	59	6,42	50	45	5
Straumsvassdraget (5)	70	6,36	65	55	10

SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I VASSDRAGENE

I mai 1995 var tilstanden god i de to undersøkte vassdragene. Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) var på henholdsvis 54 : ekv/l og 15 : ekv/l i Kvernhusbekken og Straumsvassdraget ved utløpet til sjøen, hvilket tyder på gode forhold for fisk (tabell 2.3). Generelt antas det at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20, mens fisken får store problemer når den er rundt 0 eller lavere. Alkaliteten i vassdragene var imidlertid meget lav (tabell 2.3), og viser at vassdragene er meget følsomme for ytterligere forsurening ved store mengder sure tilførsler.

TABELL 2.3: Beregnede ANC-verdier og vannkjemiske målinger fra Austrheim kommune. Prøvene er tatt 24. april 1995 av Anne Lise Molvik i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummerene 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
Kvernhusbekken (9)	0,04	1,38	0,70	0,86	9,3	11,9	2,81	15	54
Straumsvassdr. (5)	< 0,02	0,55	0,56	0,47	5,89	9,1	2,18	< 10	15



3: Biologisk tilstand i Austrheim i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Austrheim kommune har 26 innsjøer men bare 3 av disse er større enn 50 da. Det samlede ferskvannsarealet i kommunen er 490 da (Nordland 1983).

Fiskestatusen i 17 innsjøer i Austrheim er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1994/95 (vedleggstabell 2). Fra innsjøene er det rapportert om aure, stingsild og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. Regnbueaure har også blitt fanget i vassdrag i kommunen. I 8 av innsjøene er det en god eller tett bestand av aure, i 6 er det en tynn bestand og 2 innsjøer har trolig ikke aure. Aurestatusen er ukjent i en innsjø. Ifølge spørreundersøkelsen er tettheten av fisk uendret i 10 innsjøer, økt i en, den har gått ned i 3, 1 bestand er trolig tapt og i 2 innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av fisk.

I mange av innsjøene i Austrheim er det dårlige gytemuligheter siden inn og utløpsbekker renner gjennom myrlandskap uten egnet gytesubstrat i bunnen, eller siden bekkene har grodd til og gyteområder blir borte.

Pørkebølsvatnet er den innsjøen i Austrheim kommune der sportsfiske har størst omfang. Omtrent 20 personer fisker i denne innsjøen gjennom året. Ellers er det flere innsjøer i kommunen der omtrent 5 personer driver sportsfiske gjennom året. Det blir ikke solgt fiskekort i kommunen men fiske er tålt, dvs at en får fiske om en spør grunneier. Det er satt ut et fåtall fisk noen steder i kommunen, bla i Monslauptvatnet, Rasmusvatnet og Langevatnet. Fisken er hentet fra innsjøer i kommunen eller nabokommuner.

STATUS ANADROME BESTANDER

Det finnes ingen større elver i Austrheim kommune. Kommunen har imidlertid mange mindre vassdrag med gode muligheter for sjøaure. Rådgivende Biologer undersøkte ni av disse vassdragene i 1994 (Kålås og Johnsen 1994) og fant at tilstanden i vassdragene generelt var god. Noen steder var mulighetene for fisk noe redusert grunnet fysiske hindringer i samband med veifyllinger, eller for stor næringstilførsel til vassdraget. Kvernhuselva som renner ut fra Fønnesvassdraget er den største elven i Austrheim. Denne elven hadde gode forhold for sjøaure, men også utløpet av Rebnorsvatnet, Solenvassdraget og Stemmevassdraget var velegnet for sjøaure. I utløpet fra Førlandsvassdraget og Straumsvassdraget kan det også forekomme sjøaure. Laks og regnbueaure er også fanget i vassdrag i Austrheim men det finnes ikke reproduserende bestander av disse artene i kommunen.

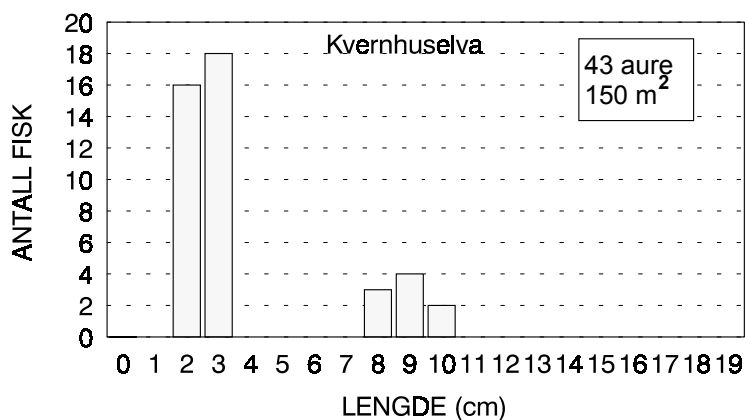
Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Austrheim kommune ble gyteområder for aure i en del vassdrag undersøkt ved elektrofiske 12/8-94 og 16/5-95. Fem bekker/elver som alle hadde oppgangsmuligheter for fisk fra sjøen ble undersøkt. De fem elvene var:

- 1) Kvernhuselva (utløpet fra Pørkebølsvatnet)
- 2) Utløpet fra Straumsvatnet
- 3) Utløpet fra Rebnordsvatnet
- 4) Utløpet fra Auretjørn
- 5) Utløpet fra Stemmevassdraget

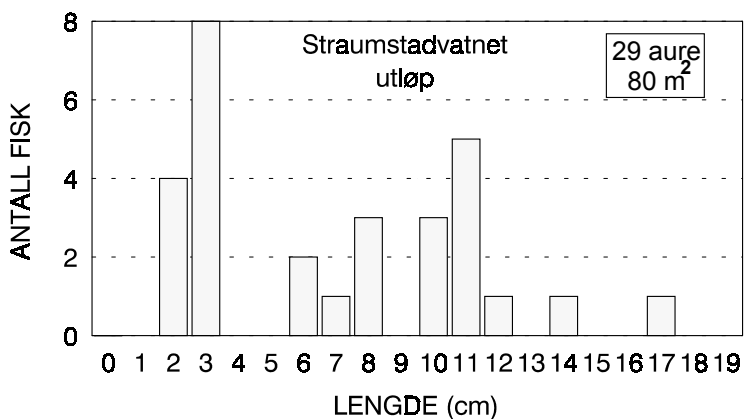
Kvernhuselva og utløpet fra Straumstadvatnet ble begge undersøkt 16 mai 1995. Begge steder ble det funnet meget høy tetthet av nyklekket fiskeyngel. I utløpet av Straumstadvatnet var tettheten av ett og toårig aure meget god, mens det var få aure av disse størrelsesklasser i Kvernhuselva (figur 3.1 og 3.2). Ved en undersøkelse av Kvernhuselva i august 1994 ble det funnet bra mengder med ett og toåringer i elven. Grunnen til at disse manglet ved undersøkelsen i mai kan være at en stor del av dem har smoltifisert og vandret ut i sjøen eller til innsjøen. Begge elvene hadde gode forhold for gyting og oppvekst for aure. Nederst i Kvernhuselva ble det funnet mye stingsild og skrubbe.



FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i Kvernhuselva 16/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 807 480. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

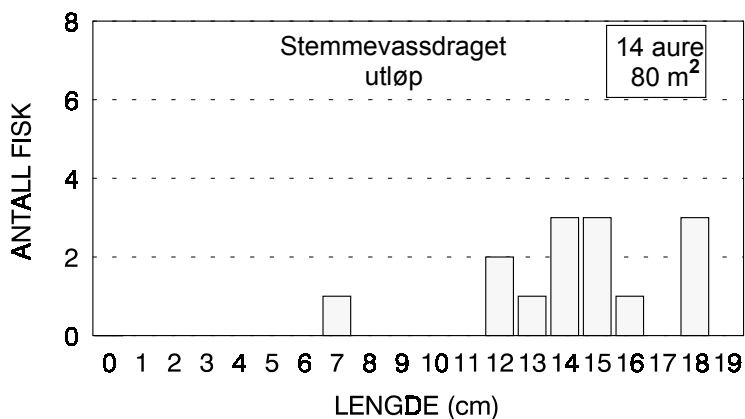


FIGUR 3.2: Fangst ved elektrofiske i utløpet fra Straumstadvatnet 16/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KN 825 477. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



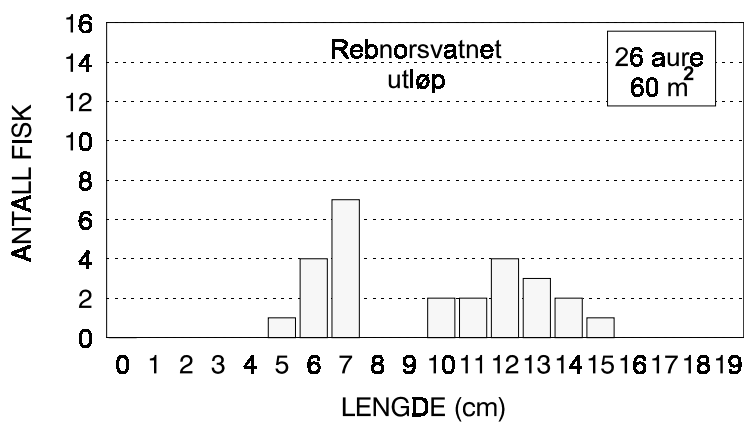
Utløpet av Stemmevassdraget, Rebnordvatnet og Auretjørn (Teindalen) ble prøvofisket 12. august 1994. I utløpet av Rebnordsvatnet og Stemmevassdraget ble det funnet aure av alle forventede årsklasser (figur 3.3 og 3.4). I disse elvene var forholdene for gyting og oppvekst for aure gode. I utløpet fra Auretjørn til sjøen ble det kun funnet fire aure på et område på ca 300 m² (figur 3.5). Forholdene for gyting er her meget dårlige.

FIGUR 3.3: Fangst ved elektrofiske i utløpet fra Stemmevassdraget 12/8-94. UTM koordinat for stasjonen er KN 775 440. En aure større enn 20 cm ble fanget.

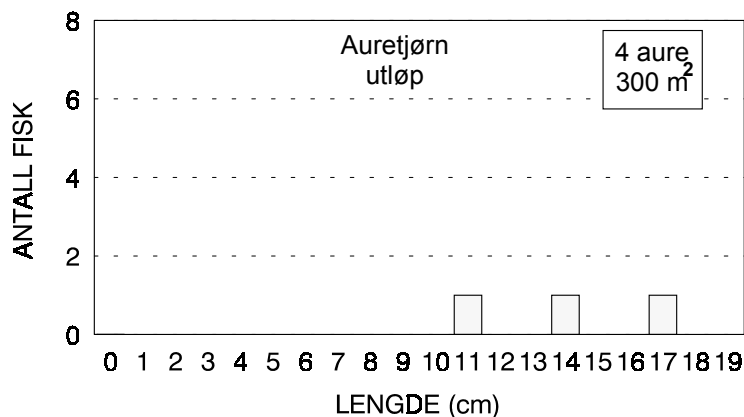




FIGUR 3.4: Fangst ved elektrofiske i utløpet fra Rebnorsvatnet 12/8-94. UTM koordinat for stasjonen er KN 775 463. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



FIGUR 3.5: Fangst ved elektrofiske i utløpet fra Auretjørn 12/8-94. UTM koordinat for stasjonen er KN 763 466. Tre fisk er vist i figuren, men det ble også tatt en aure større enn 20 cm.



VURDERING AV FORSURINGSTRUETDE BESTANDER

Det er i denne undersøkelsen ikke påvist rekrutteringssvikt i fiskebestander i Austrheim kommune som skyldes forsuring. Flere steder er vannet i perioder så surt at det kan være skadelig for fisk. Egnede tiltak for å forbedre rekrutteringen av fisk i flere innsjøer i Austrheim kommune kan være opprensning av gytebekker og utlegging av bunnsstrat som er egnet for fisk, gjerne iblandet kalkstein på lokaliteter som i perioder er kritisk sure.

ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Frosk og padde finnes men ingen kan med sikkerhet si om det har vært endringer i bestandene av disse artene.



4: Pågående og aktuelle kalkingsprosjekt

VERNEOMRÅDER

Det er fire vernede eller foreslått vernede områder i Austrheim, men ingen av disse vil kunne komme i konflikt med eventuelle framtidige kalkingsobjekter i kommunen (tabell 4.1).

TABELL 4.1: Vernede og foreslått vernede områder i Austrheim kommune. Opplysningene er hentet fra "Naturbase" ved Fylkesmannens miljøvernavdeling, som er oppdatert i april 1995.

OMRÅDE	KOORDINAT	INTERESSE	VERDI
Kuøyeni, Skagøyeni, Teistholmen og Teistho	KN 702 505	zoologi	regional
Låge Islendingen	KN 772 519	zoologi	regional
Notho,men	KN 804 438	zoologi	regional
Stridsholmen	KN 836 403	zoologi	regional

PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

Det er ikke etablert noen kalkingsprosjekt i Austrheim.

AKTUELLE KALKINGSOBJEKT

Det er ikke foreslått noen kalkingsprosjekt i denne kalkingsplanen.

TOTALT KALKBEHOV BEREGNET FRA SURHETSTILSTAND

I kapittel 2, "Surhetstilstanden i Austrheim" er det presentert en oversikt over hvor store områder i Austrheim som er preget av forsuring. Tabell 4.1 viser det teoretiske kalkbehovet dersom en skal kalke opp alt avrenningsvannet i de sure områdene, mens det reelle behovet for kalk til de aktuelle kalkingsprosjektene selvsagt vil være vesentlig mindre enn dette.

TABELL 4.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Austrheim kommune, basert på arealfordelingen i figur 2.4

FORSURET AREAL (km ²)	AVRENNING (l/s/km ²)	SNITT pH	KALKBEHOV (g/m ³)	TONN CaCO ₃
Moderat surt: 22	45	5,4	2,5	8



LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992.
Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen
Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 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.
Stattig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993.
Betydningen av sjøsaltanrikt 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
Forsuringsstatus i Hordaland 1993.
Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1
- KAMBESTAD, A 1992.
Vurdering av Liervatnets egnethet som resipient for mærbasert fiskeoppdrett.
Rådgivende Biologer, rapport nr. 77, 15 sider.
- 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.
Vassdragskalking i Hordaland, Rammeplan 1995-2005.
Fylkesmannens miljøvernnavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993.
Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993.
NIVA-rapport Inr. 2947.
- KÁLÁS, S. & G.H. JOHNSEN 1994.
Tiltaksplan for sjøaurevassdraga i Austrheim kommune.
Rådgivende Biologer, rapport 134, 16 sider, ISBN 82-7658-038-6
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991.
Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II.
NIVA-rapport nr O-89185-2.
- MASON, C.F. 1991.
Biology of fresh water pollution.
Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NORDLAND, J. 1983. Ferskvassfiskeresursane i Hordaland. Centraltrykkerier, Bergen. 272 sider.
- 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.
- 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 og oversiktskart

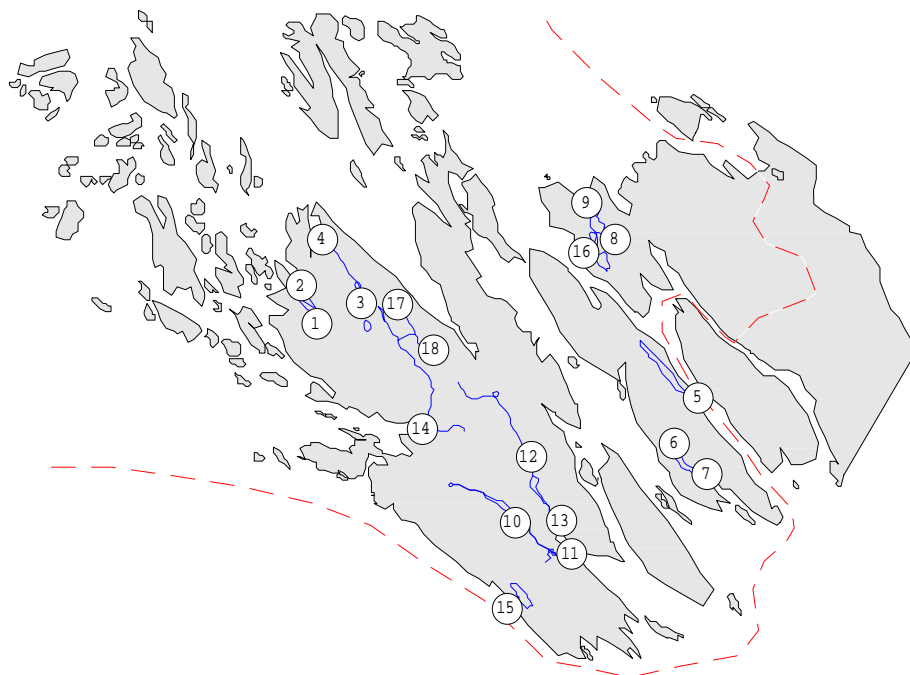
TABELL 1: Datagrunnlag for kartet i figur 2.1. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Prøver merket * er tatt 24 april 1995. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as,

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	12. OKT 94		1. MARS 95	
				pH	LED	pH	LED
1	Rebnorsvatnet innløp		KN 756 462			5,84	7
2	Rebnorsvatnet utløp		KN 755 463	6,04	5	5,98	9
3	Hammarsvatnet utløp	23	KN 764 461	5,66	7	5,76	7
4	Teindalsvassdraget utløp til sjø		KN 758 474	5,55	5	5,62	9
5	Straumsvassdraget utløp til sjø		KN 825 447	5,34	4	5,43	8
6	Monslaupvatn innløp		KN 820 438	5,17	5	5,35	78
7	Monslaupvatn utløp		KN 825 434	5,80	6	5,97	7
8	Elv Altersvn -Pørkebolsvn.	4	KN 809 477	5,54	4	5,60	7
9	Utløp Pørkebolsvn	4	KN 805 482	6,19	8	6,28	9
10	Førlandsvatnet utløp	12	KN 792 425			5,88	7
11	Førlandsvassdraget utløp		KN 801 419	6,13	5	6,16	8
12	Solenvatnet innløp	4	KN 798 428	6,27	8	6,65	9
13	Solenvassdraget utløp		KN 799 423	6,68	7	6,7	9
14	Stemmevassdraget utløp til sjø		KN 775 440	6,28	6	6,23	7
15	Langavatnet utløp	11	KN 793 410			5,72	8
16	Ævatnet	5	KN 807 474			5,58	7
17	Ulvikavatnet		KN 771 462			6,04*	10
18	Rasmusvatnet	30	KN 775 455			5,71*	10



VEDLEGGSTABELL 1B: Surhet i vannprøver samlet inn månedlig fra lokaliteter Austrheim i perioden august 1994 til april 1995 i forbindelse med kalkingsplanen for Austrheim kommune. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as.

PRØVETAKINGSSTED	12.AUG	12. OKT	17.NOV	19.DES	23.JAN	1.MARS	29.MAR	24.APR
Innløp Rebnordvatnet	5,42		5,66	5,44	5,44	5,84	5,95	5,79
Utløp Rebnordvatnet	6,41	6,04	6,07	5,72	5,56	5,98	6,28	6,32
Utløp Hammarsvatnet	5,97	5,66	5,74	5,52	5,45	5,76	6,00	5,86
Utløp til sjøen f/Teindalsvassdraget	5,87	5,55	5,51	5,16	5,21	5,62	5,79	5,87
Utløp til sjøen f/Straumsvassdraget		5,34	5,44	5,18	5,04	5,43	5,66	5,69
Innløp Monslaupen		5,17	5,15	4,81	5,06	5,35	5,56	5,51
Mellom Altersvtn. og Pørkebolsvtn	5,93	5,54	5,55	5,22	5,12	5,6	5,74	5,77



VEDLEGGSKART 1: Oversikt over de angitte målepunktene i Austrheim. Nummerne samsvarer med vedleggstabell 1, og de samme nummerne er benyttet i vedleggstabell 2 over fiskestatus.



VEDLEGGSTABELL 2. Status for ferskvannsfiskeressuresene i Austrheim 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 samband med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (se vedleggstabell 1) og er vist på vedleggskart 1.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
13	Solenvatnet	KN 797 428	2	3			G	5	å	1	1,2
11	Førlandsvatnet	KN 790 427	2	2			U	U	å	1	2
	Lindåsvatnet	KN 799 417	1	2			U	U	å	1	2
	Åsetjørne	KN 781 431	2	2			U	U		1	2
16	Ævatnet	KN 807 473	1	2			U	5	å	1	1,2
8	Altersvatnet	KN 806 477	1	2			U	5	å	1	1,2
9	Pørkebolsvatnet	KN 807 480	1	2			U	20	å	1	1,2
	Klebakkvatnet	KN 810 476	1	1			D	5	å	1	1,2
	Såtevatn	KN 757 460	3	4			D	U		1	2
2	Rebnorsvatnet	KN 755 463	1	2			G	10	å	1	1
	Hegreviktjørne	KN 814 473	1	2			D	U		1	2
5	Straumstadvatnet	KN 825 477	1	2			B	U	å	1	1
3	Hammersvatnet	KN 764 461	2	3			D	U	å	1	1
	Auretjørne	KN 763 466	5	5			D	U		1	1
7	Monslauptvatnet	KN 825 434	2	3			I	5	å	1	1
(14)	Rasmusvatn	KN 777 455	2	2			D	5		1	1
15	Langavatnet	KN 793 410	3	5			D	U		1	1