

Kalkingsplan for Sund kommune 1995



Geir Helge Johnsen
Steinar Kålås
&
Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 196, mai 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Sund kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Sund kommune, ved miljøvernrådgiver Åge Landro, 5382 Skogsvåg

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

23.mai 1996

RAPPORT NR:

196

ANTALL SIDER:

30

ISBN NR:

ISBN 82-7658-105-6

RAPPORT SAMMENDRAG:

I Sund kommune er det to områder som er stabilt sure,- ett nordvest ved Telavåg og ett i de høyereliggende områdene sentralt på Sotra. Det kalkes i dag i flere av innsjøene i det sistnevnte området,- i Langavatnvassdraget og i Vorlandsvassdraget. I denne planen er det videre foreslått kalking i Mjåvatnet i det nordvestre området. I resten av kommunen er vassdragene moderat sure.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Sund 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 Sund kommune. Gjennomføringen av arbeidet er utført i henhold til de krav som er gitt av Fylkesmannens miljøvernnavdeling for dette arbeidet. Arbeidet er finansiert likelig fra Fylkesmannen og fra Sund kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernnavdeling i 1994. Planen for Sund 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 Sund kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Sund. 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.

Det er tidligere utarbeidet et kalkingsprogram for sju innsjøer i Sund (Johnsen & Kambestad 1994). Det er i denne sammenheng viktig å understreke at den foreliggende planen vurderer hvilke innsjøer som vil kunne prioriteres ved tildeling av offentlige kalkingsmidler i henhold til gjeldende prioriteringskriterier. Det tidligere utarbeidete programmet var et kalkingsprogram for innsjøer som av forskjellige årsaker var ønskelig å kalke.

Denne planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernrådgiver Åge Landro i Sund, fylkesmannens miljøvernnavdeling og Rådgivende Biologer as. Sund kommune besørget organisering og lokal innsamling av 20 vannprøver våren og høsten 1995, samt samlet inn opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens fylkesmannens miljøvernnavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av samtlige av de 29 foreliggende kommunale kalkingsplanene.

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

Rådgivende Biologer as. takker for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig miljøvernrådgiver Åge Landro.

Rådgivende Biologer as. takker Sund kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 31.oktober 1995.
Planen er datert: Bergen, 23.mai 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 Sund i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsurede områder	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	20
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	22
Status for innlandsfiskebestander	22
Status for anadrome bestander	23
Vurdering av forsurede bestander	23
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	23
KALKINGSPLANLEGGING FOR SUND	24
Pågående kalkingsprosjekt i Sund kommune	24
Behov for kalking i Sund kommune	24
Forslag til prioritering	24
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	25
Hvor bør en overvåke	26
LITTERATURREFERANSER	27
VEDLEGGSTABELLER	28
Surhetsdata for Sund 1994	28
Kart over prøvetakingspunktene	29
Status for fiskebestandene	30



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Sund kommune i 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Sund i 1995	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 3 innsjøer i Sund	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Sund i 1995	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Hesttjønnna og bekk mellom Sauetjørna-Dommedalsv.	22

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	19
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: Pågående kalkingsprosjekter	24
TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter	25
TABELL 4.3: Hydrologiske og morfologiske forhold	26



SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Sund kommune, utarbeidet et forslag til kalkingsplan for kommunen. Arbeidet er utført i løpet 1995 som en direkte oppfølging av Fylkesmannens miljøvernaveidings arbeide med beskrivelse av surhetstilstanden i Hordaland (Johnsen & Kambestad 1994) og kalkings-planlegging i fylket (Kambestad mfl. 1995).

NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i Sund kommune domineres av granitter og gneisser. Disse er stort sett lite dekket av løsmasseavsetninger, men lavtliggende områder som har vært dekket av hav etter siste istid, kan ha næringsrike løsmasser avsatt i sjø under nedsmelting av isen. De lavtliggende innsjøene kan ha marine sedimenter og skjellavsetninger i bunnen.

SURHET

Det er to områder i kommunen som er stabilt sure hele året. Det ene området ligger lengst nordvest i kommunen, vest for den ytre delen av Kørelen, og det andre består av de høyestliggende områdene i øst og sørøst. I dag er flere av innsjøene der kalket, slik at målingene med avrenning fra disse områdene ikke er representative for den opprinnelige naturtilstanden der. Hele resten av kommunen er moderat forsuret.

FISK

Fra innsjøene er det rapportert om aure, røye, regnbueaure og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste lavtliggende innsjøene i kommunen. Fiskestatusen i 16 innsjøer i Sund er kartlagt gjennom spørreundersøkelser, og i følge denne undersøkelsen har fire innsjøer en tett eller god bestand med aure, åtte har en tynn bestand av aure og tre innsjøer har ingen aurebestand. Tettheten av fisk er uendret i to innsjøer, den har gått ned i åtte og tre bestander er tapt. I tre innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure. Det finnes en tett bestand av røye i Kørelen.



FISKE

Det er ikke organisert fiskekortsalg i Sund, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de fleste innsjøene. Sportsfiske har trolig lite omfang i kommunen.

KALKING

Sund kommune har organisert kalking i to vassdrag i kommunen,- i Langvatnvassdraget og i Vorlandsvassdraget. De to øvre innsjøene i dette vassdraget er kalket i forbindelse med en kommunal drikkevannskilde. Sund kommune har fått utarbeidet et kalkingsprogram for disse kalkingsprosjektene (Johnsen & Kambestad 1994). Begge prosjektene er berettiget videre eksistens.

Av nye kalkingsprosjekt i Sund kommune er det foreslått to objekter. Kalking av Mjåvatnet vil i tillegg gi effekt i den nedenforliggende innsjøen Litle Kørelen. Begge disse er sure og har tynne og reduserte fiskebestander. Videre kan kalking av det fisketomme Lauvvatnet vurderes for å bedre vannkvaliteten i det nedenforliggende Stovevatnet. Prioritering av dette vil avhenge av hvorvidt disse innsjøene er interessante bruksmessig. Tettstedet på Kausland har et relativt godt fiskevatn i det nærmere Kvernavikvatnet.



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 forsurening**: 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 forsurening** 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.

NATURGRUNLAGET I SUND

Berggrunnen i Sund kommune domineres av granitter og gneisser. Disse er stort sett lite dekket av løsmasseavsetninger, men lavtliggende områder som har vært dekket av hav etter siste istid, kan ha næringsrike løsmasser avsatt i sjø under nedsmelting av isen. Dette danner stedvis grunnlag for jordbruksvirksomhet. De lavtliggende innsjøene kan ha marine sedimenter og skjellavsetninger i bunnen.



Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Etersom 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.

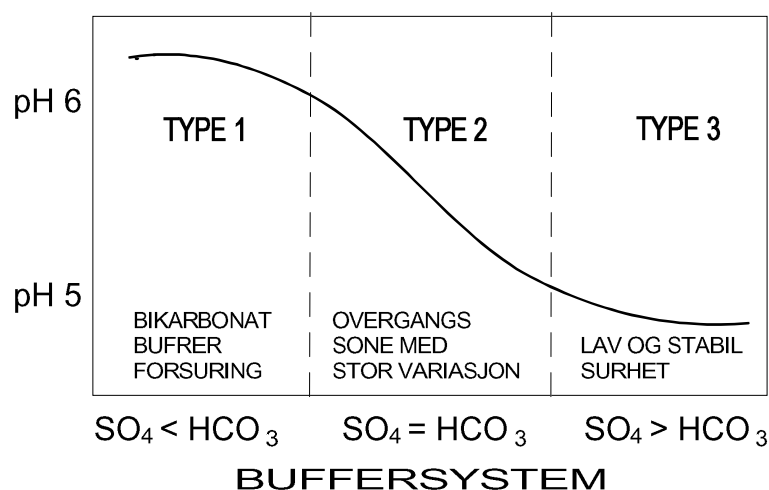
Granitt og gneiss, som er dominerende berggrunn i Sund kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Imidlertid vil marine avsetninger i enkelte lavtliggende innsjøer føre til at bufferkapasiteten mot sure tilførsler øker, og vannkvaliteten i disse vassdragene vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Sund, fører altså til at det er stor 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 tilførselene 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 forsureningsnivå. 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 tilførselene 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

Sund kommune ligger i den lavtliggende og ytre delen av Hordaland, der nedbørmengdene er mindre enn i de indre- og høyereliggende deler. Med en årlig middelavrenning rundt 35 - 40 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987), vil derfor våtavsetningen av forsurende stoffer i Sund være lavere enn i de indre deler av fylket, forutsatt at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er lik i hele fylket. Innen Sund kommune er imidlertid nedbørmengdene stort sett like store, slik at belastningene av forsurende stoffer antas å være tilnærmet lik 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 Sund, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Sund 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).

Sjøsaltilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene som Sund 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 Sund 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 Sund (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.



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

KALKING OG KALKINGSKRITERIER

Sur nedbør er hovedårsaken til den forsuringsprosess 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 FORSURINGSTRUJEDE 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 framtreddende 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 prioritert 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.



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 forsureningen ved framtidig reduksjon i sure tilførsler og hvorvidt de forsuringstruede organismene allerede er utdødd.

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

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 skjønsmessig 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. Helikopteralking er dyrere enn kalking av innsjøer som ligger langs vei, og elvekalking med doseringsanlegg er mer kostbare enn innsjøalking 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 forsuringstruende 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 forsurrede 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 forsuring 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

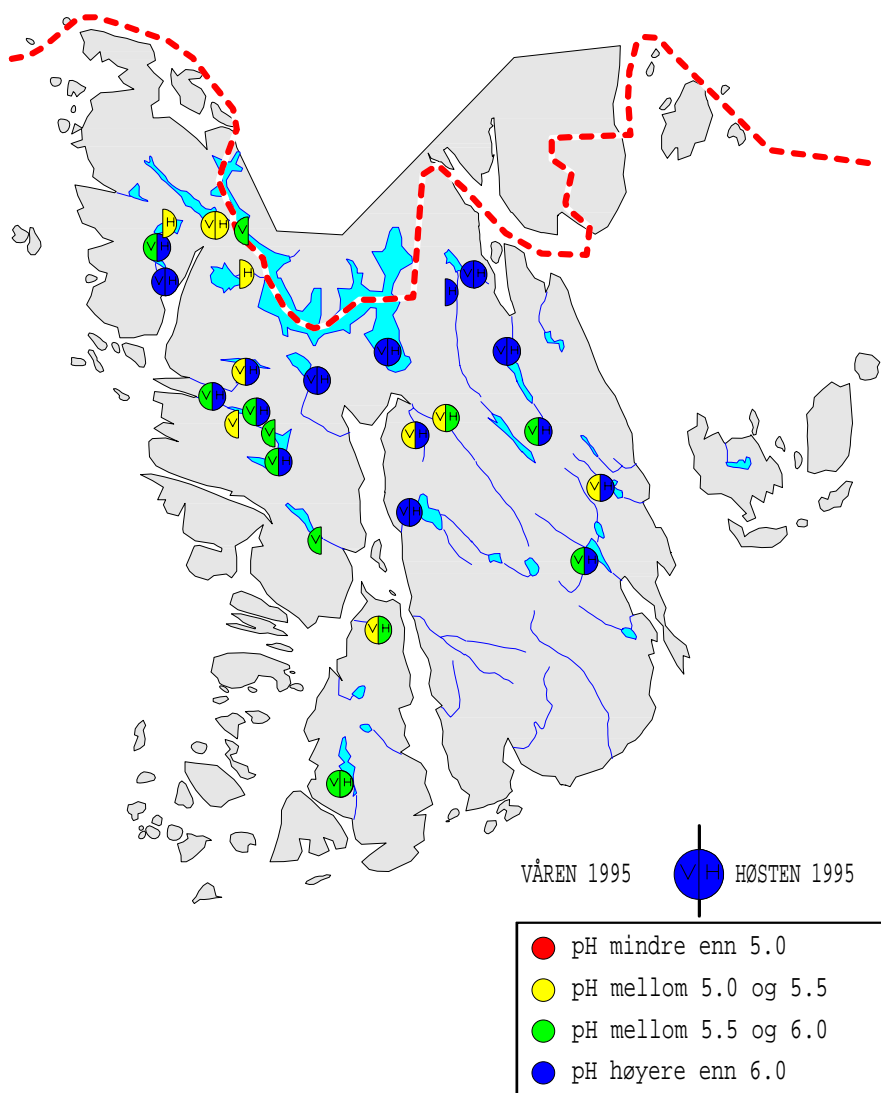
Kalking er et egnet virkemiddel der forsuring er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som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

I størstedelen av Sund kommune var vassdragene moderat sure ved prøvetakingene våren 1995. På høsten var vassdragene mindre sure (figur 2.1). De laveste pH-verdiene ved begge prøvetakinger ble registrert nordvest i kommunen ved Krokavatnet, Gåsavatnet og Litlekørelen (vedleggstabell 1). Lokalteter som hadde god pH både vår og høst er hovedsakelig lokaliteter som enten er kalket eller som er påvirket av landbruksaktiviteter eller kloakktlførsler.

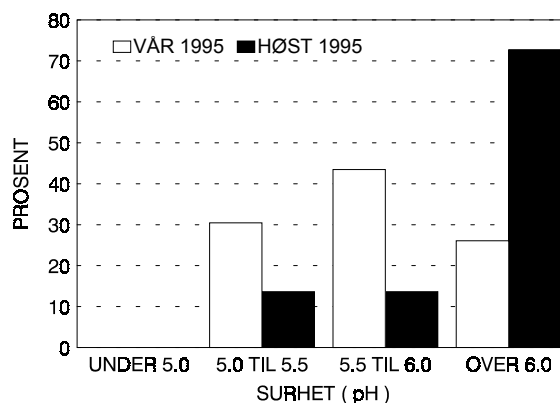


FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Sund kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 23 prøver våren 1995 og 22 prøver høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn av miljøvernrådgievar Åge Landro.



Størstedelen av Sund kommune hadde en relativt god vannkvalitet med hensyn på forsurening ved prøvetakingene på høsten og over 70 % hadde pH-verdier over 6,0 (figur 2.2). Bare rundt 10 % hadde pH lavere enn 5,5 på dette tidspunktet. På våren hadde imidlertid bare 25 % pH over 6,0 mens hele 35 % hadde pH lavere enn 5,5.

FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 23 og 22 innsjøene i Sund som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).



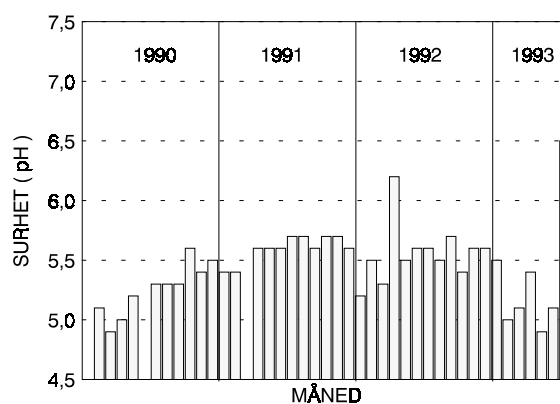
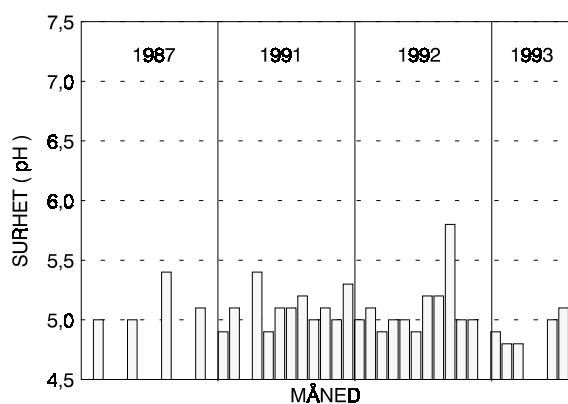
VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Sund 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 på grunn av de spesielle værforholdene disse årene (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten. Det er imidlertid stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i tre drikkevannskilder (figur 2.3).

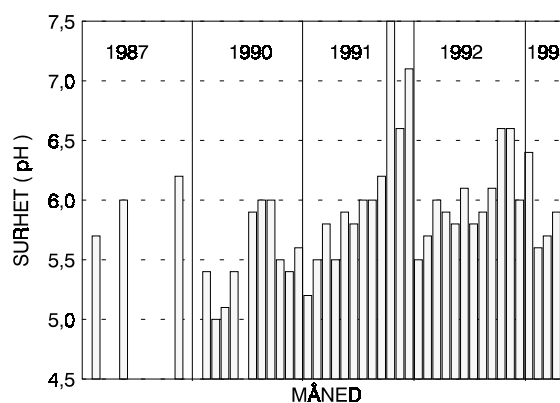
Krokavatnet er råvannskilde for Tælavåg vannverk. Innsjøen ligger nordvest i kommunen, i et område der vi målte lavest pH i 1995. Der er bikarbonatbuffer-systemene i innsjøene stort sett "brukt opp", slik at det er lite eller ingen bufferkapasitet igjen. Der er forholdene stabilt sure, med pH-verdier rundt 5.0 (figur 2.3, oppe til venstre).

Sangoltvatnet, råvannskilden for Sangolt vannverk ligger helt øst i kommunen, i et område med lave, men med mere variable pH-verdier. Der vil surheten i større grad variere (figur 2.3, oppe til høyre) fordi det er noe bufferkapasitet igjen i området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. Da kan surhetsnivået der komme faretruende lavt, og forholdene kan være problematiske for fisk.

Storavatnet på Toftøya er vannkilde for Tyrnevik vannverk. Innsjøen ligger i et område med noe varierende, men generelt sett moderate pH-verdier gjennom året (figur 2.3, nederst til høyre). Der er bufferkapasiteten noe bedre enn i Sangoltvatnet, men likevel ikke så god at vannkvaliteten kan sies å være stabilt god. I perioder med store mengder sure tilførsler vil surhetsnivået kunne komme lavt og forholdene kan bli kritiske for fisk også i denne innsjøen.



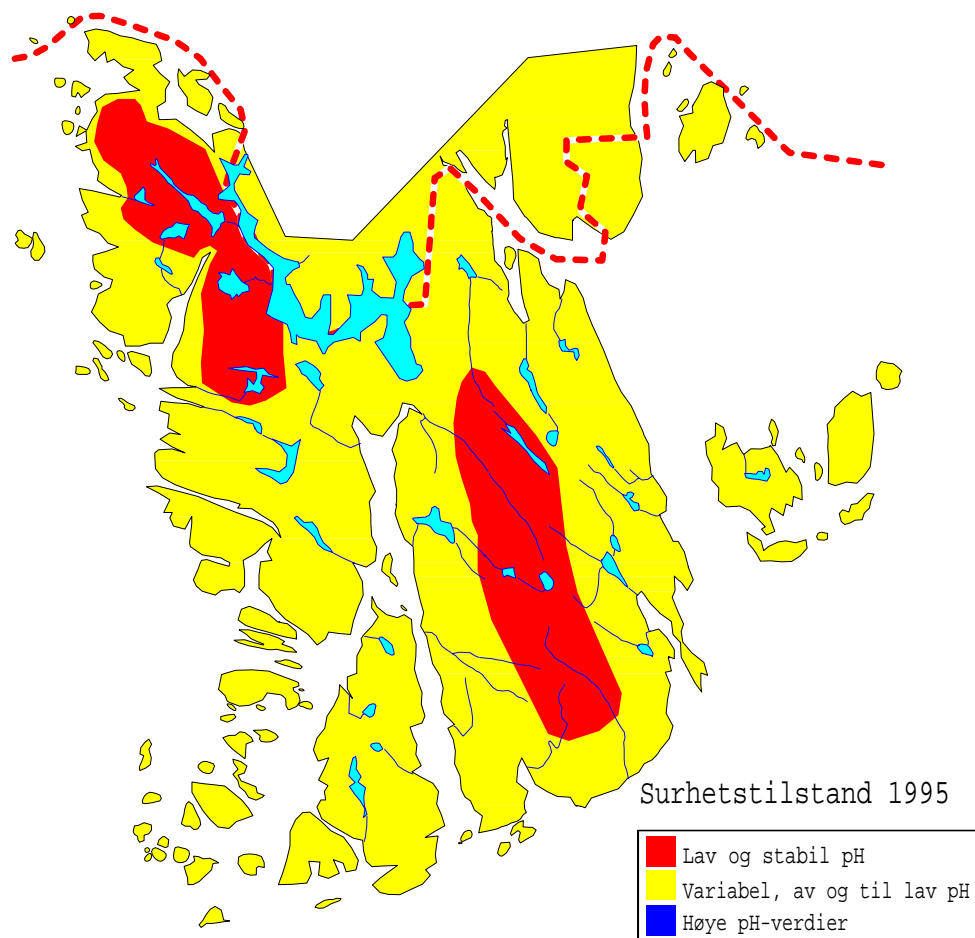
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i tre innsjøer i Sund. Krokavatnet (over til venstre) er typisk for en sur innsjø med liten årsvariasjon (buffersystem type 3), mens Sangolvatnet (over til høyre) og Storavatnet (nede til høyre) er typisk for innsjøer med stor variasjon i surhet gjennom året (buffersystem type 2). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omland på råvann fra drikkevannskildene.



OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Det er to områder i kommunen som er så sterkt sure at vannkvaliteten er stabilt sur hele året (figur 2.4). Det ene området ligger lengst nordvest i kommunen, vest for den ytre delen av Kørelen, og det andre består av de høyestliggende områdene i øst og sørøst. Vi har ingen målinger fra det sistnevnte området i forbindelse med denne undersøkelsen, men sporadiske målinger fra Stranda og Glenes vannverk samt andre målinger utført av Næringsmiddeltilsynet tyder på at vannkvaliteten i disse områdene kan være relativt stabilt sur. I dag er flere av lokalitetene der kalket slik at målingene med avrenning fra disse områdene ikke er representative for naturtilstanden der.

Hele resten av kommunen er moderat sur. 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 marginale for fisk.



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Sund kommune i 1995. 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 de røde områdene 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.

Av kommunens totalareal er 27 % sterkt preget av forsurening mens resten er moderat sure (tabell 2.1).

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
99 km ²	0 km ²	72 km ²	27 km ²



Tabell 2.1 viser og kartet i figur 2.4 viser hvor store områder i kommunen som er preget av forsurening. 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 Sund kommune, basert på arealfordelingen i tabell 2.1 og figur 2.4.

FORSURET AREAL (km ²)	AVRENNING (l/s/km ²)	SNITT pH	KALKBEHOV (g CaCO ₃ / m ³)	TONN CaCO ₃
Sterkt forsuret: 27 km ²	37	5,0	4,0	125
Moderat forsuret: 72 km ²	37	5,3	2,9	245

ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium i vassdragene er høyt i hele kommunen, og data fra drikkevannskildene viser at registrert maksimumsinnhold ligger over 130 : g Al/l i samtlige. I 1995 ble tre innsjøer undersøkt, og samtlige hadde et meget høyt innhold av reaktivt aluminium (tabell 2.3). Innholdet av labilt aluminium var også meget høyt i to av innsjøene, bare Kørelen hadde et lavt innhold av labilt aluminium. Mengden reaktivt aluminium var imidlertid såpass høyt i alle lokalitetene at det kan oppstå problemer for fisk i de periodene da en får vesentlig lavere pH-verdier (tabell 2.3). I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 30 : g Al/liter.

TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i tre vannprøver fra Sund kommune. Prøvene er tatt 26. april 1995 av miljøvernrådgiver Åge Landro 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.

PRØVETAKINGSSTED	Surhet pH	Fargetall mg Pt/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Storavatnet (1)	5,14	15	95	30	55
Krokavatnet (9)	4,94	10	110	20	90
Kørelen (12)	6,2	16	55	40	15

SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble også undersøkt i de samme tre innsjøene. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC god i alle de undersøkte innsjøene, med verdier over 100 : ekv/l i samtlige (tabell 2.4). Dette tyder på gode forhold for fisk på dette tidspunktet. Generelt antas at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20, mens fisken får problemer når den er lavere enn 0.

Imidlertid var alkaliteten i alle innsjøene meget lav (tabell 2.4), og bekrefter at innsjøene er meget følsomme for ytterligere forsurening i periodene med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning.



TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Sund kommune. Prøvene er samlet inn 26. april 1995 av miljøvernkonsulent Åge Landro 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	SO ₄ mg/l	NO ₃ : g N/l	ANC : ekv/l
Storavatnet (1)	< 0,02	1,02	1,43	0,68	15,9	23,2	4,69	85	116
Krokavatnet (9)	< 0,02	0,65	1,24	0,58	13,9	19,7	3,94	170	101
Kørelen (12)	< 0,02	1,54	1,11	0,67	12,8	17,5	4,39	320	131



3: Biologisk tilstand i Sund i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Sund kommune har 184 innsjøer med et samlet areal på 4,84 km². De fleste er små men 13 er større enn 50 da (Nordland 1983). Kørelen er den klart største innsjøen og utgjør om lag halve ferskvannsarealet i kommunen. Fiskestatusen i 16 innsjøer i Sund er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1993 (vedleggstabell 2). Fra innsjøene er det rapportert om aure, røye, regnbueaure og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste lavtliggende innsjøene i kommunen.

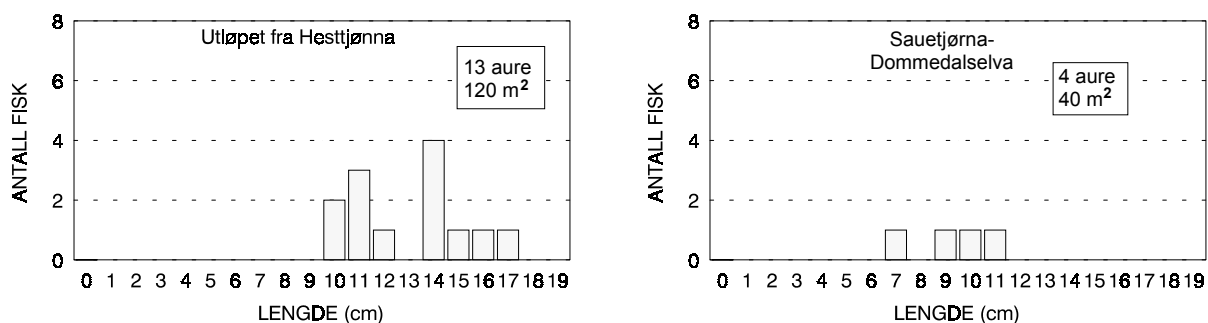
I følge denne undersøkelsen har fire innsjøer en tett eller god bestand med aure, åtte har en tynn bestand av aure og tre innsjøer har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Aurestatusen er ukjent i en innsjø. Tettheten av fisk er uendret i to innsjøer, den har gått ned i åtte og tre bestander er tapt. I tre innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure. Det finnes en tett bestand av røye i Kørelen.

Det finnes ikke opplysninger om gyteforhold for aure i innsjøer i Sund.

Det er ikke organisert fiskekortsalg i Sund, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de fleste innsjøene. Sportsfiske har trolig lite omfang i kommunen. Det blir drevet tynningsfiske i Førdesvatnet og Vorlandsvatnet.

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Sund kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 12. mai 1995. Følgene lokaliteter ble undersøkt:

- Skogsvågvassdraget nedstrøms Hesttjøna (UTM KM 876 834)
- utløpsbekk fra Sauetjøna (bekk til Dommedalsvatn) (UTM KM 851 848)
- inn og utløpsbekken til Lensmannsvatnet (UTM KM 857 845)
- utløpsbekken fra Krokavatnet (UTM KM 777 884)
- bekken mellom Little Kørelen og Kørelen (UTM KM 790 887)



FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske nedstrøms Hesttjøna (UTM KM 876 834) og i bekken mellom Sauetjøna og Dommedalsvatnet (UTM KM 851 848) 12/5-95. Årsyngel er ikke tatt med i figurene. En aure større enn 20 cm ble fanget nedstrøms Hesttjøna.

Utløpet fra Hesttjøna er en grov bekk med bunn bestående av fjell og stein som var noe begrodd. Dette vassdraget er kalket. Det ble fanget noen aureyngel, men årsyngel ble ikke observert.



Sauetjørna er et lite skogstjern med gran og furuskog rundt. Elvebunnen i utløpet består av mudder og renner rolig. Vi fisket fra utløpet og ca 50m nedover og fanget fire aureunger (figur 3.1). Ingen årsyngel ble observert.

Både inn- og utløpsbekken til Lensmannsvatnet (UTM KM 857 845) ble overfisket. Innløpsbekken er mer eller mindre ødelagt grunnet drenering ved bygging av en skogsvei. Bunnen består utelukkende av løst mudder og det eneste mulige gyteområdet er noen små sandbanker et stykke fra vannet. Innløpsbekken er regnet for å være gytebekken i dette systemet. Det er inntil nylig rapportert om fisk i Lensmannsvatnet, men det er usikkert om alle gyteområdene nå er ødelagt. Vi fikk ingen fisk og så heller ingen. Utløpsbekken har grov steinbunn og er sterkt mosegrodd. Her er enkelte små områder som kan egne seg for gyting. Her ble det heller ikke fanget eller sett fisk. Lensmannsvatnet er kalket, og her er observert fisk av skoleelevene som står bak kalkingsopplegget.

Utløpsbekken fra Krokavatnet (UTM KM 777 884) går gjennom myr og over fjell og har enkelte områder som kan være egnet for gyting. Vannet virker svært sterilt og klart. Dette området er surt. Vi verken fikk eller så fisk.

Vi fisket også hele bekken mellom Litle Kørelen og Kørelen (UTM KM 790 887). Bekken er grov med grus og stein på bunnen, og det burde være fine forhold for gyting. Heller ikke her ble det funnet eller sett fisk.

I Eideskvernavatnet (KM 825 849) har Pollen skole har drevet undersøkelser, og med sikkerhet påvist flere årsklasser av ungfisk.

STATUS ANADROME BESTANDER

Det finnes ingen større sjøauførende elver, men en rekke mindre bekker der sjøaure og laks kan gå opp. Det foreligger få opplysninger om disse vassdragene og om oppvandring av anadrom laksefisk. Det skal være fisket en sjørøye i innløpet til Skogsvatnet. Oppvandring av sjørøye er observert flere steder i Hordaland og fiskene stammer trolig fra oppdrettsanlegg.

VURDERING AV FORSURINGSTRUETDE BESTANDER

Det er meldt om tilbakegang i mange aurebestander i Sund kommune, og noen fiskebestander er også tapt. I noen av disse innsjøene var vannet så surt i perioder i 1995 at det kan være skadelig for fisk. Dette gjelder Litle Kørelen, Krokavatnet og Gåsavatnet. I disse innsjøene skal fiskebestandene også være tynne og i tilbakegang eller tapt. I andre innsjøer med tilbakegang i bestandene ble det i 1995 ikke målt prøver som var så sure at fiskebestander skal være truet av dette. Her er manglende gyteforhold den trolige årsaken til reduksjonen i bestandene.

ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Frosk og padde finnes men det er ikke kjent om det har vært endringer i tetthet eller utbredelsen til disse bestandene.



4: Kalkingsplanlegging i Sund

PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

Sund kommune har organisert kalking i to vassdrag i kommunen,- i Langavatnvassdraget og i Vorlandsvassdraget. De to øvre innsjøene i dette vassdraget er kalket i forbindelse med en kommunal drikkevannskilde (tabell 4.1). Sund kommune har fått utarbeidet et kalkingsprogram for disse kalkingsprosjektene (Johnsen & Kambestad 1994).

TABELL 4.1: Tidligere og pågående kalkingsaktivitet i Sund kommune. Opplysningene er hentet fra fylkesmannens miljøvernnavdelings register.

LOKALITET	UTM	PERIODE
Langavassdraget	KM 841 849	Siden 1991
Nyatrevatnet	KM 848 818	Siden 1993
Vorlandsvatnet	KM 824 831	Siden 1991
Grindavatnet	KM 840823	Siden 1993

BEHOV FOR KALKING I SUND

I følgende innsjøer er vannkvaliteten dårlig samtidig som det er meldt om tynne fiskebestander i tilbakegang: Litle Kørelen (8), Langavatnet, Mjåvatnet, Stovevatnet (29). Langavatnet er kalket siden 1991, slik at en her bør følge opp med en nærmere undersøkelse av fiskens tilstand både med hensyn på oppvekst og rekrutteringsforhold.

I Gåsavatnet (7), Lauvatnet (4) og i Storavatnet (1) er bestandene av aure gått tapt.

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.- Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995). I tabell 4.2 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

Langavatnet i Skogsvågsvassdraget er kalket siden 1991. Dette arbeidet bør fortsette.

I tillegg bør en vurdere kalking av Mjåvatnet i nordvest. Kalking her vil også gi effekt i det nedenforliggende Litle Kørelen. Begge disse ligger i nærheten av tettstedet Telavåg.



Videre kan kalking av det fisketomme Lauvvatnet vurderes for å bedre kvaliteten på det nedenforliggende Stovevatnet. Prioritering av dette vil avhenge av hvorvidt disse innsjøene er interessante bruksmessig. Tettstedet på Kausland har et relativt godt fiskevatn i det nærmere Kvernavikvatnet.

I områdene som ligger nedenfor de høytliggende og sure fjellområdene midt på Sotra, bør en vurdere behov for kalking av gytebekker dersom dette er nødvendig.

TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter i Sund med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabil 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 høy til 5 = meget lav.

STED	Kalket før	Surhet status	Fiske status	Antatt bruk	DN-prioriter	Konflikt	Kost / nytte	TOTAL PRIOR.
Langavatnet	Ja	1	1	3	2	Ja 2)		1
Nyatre- / Grindavatn	Ja	1	?	4	2	Ja 1)		3
Vorlandsvatnet	Ja	2	3	2	2	Nei ?		
Mjøvatnet	Nei	1	1	3	2	Ja 3)		2
Lauvvatnet	Nei	1	1 !	3	2	Ja 4)		4

1) Renner ned i Vorlandsvatnet. Kan være vernekonflikter nedstrøms, men innsjøen kalkes allerede.

2) Ligger tett opp til Børnesskogen, Verneverdig område Sund 12-0

3) Renner ned i Kørelen, Verneverdig område Sund 10-0

4) Ligger i Kausland, Verneverdig område Sund 44-0

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.

KALKINGSSTRATEGI FOR NYE PROSJEKT

I tabell 4.3 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_3 basert på et behov på $4,0 \text{ gram CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet $1,0 \text{ gram CaCO}_3 / \text{m}^3$. Gjenkalkingsmengdene er fordelt på årlige mengder, slik at innsjøer som kalkes sjeldnere er ført opp med sin årlige andel av kalkingsmengden.



Ved kalking av disse innsjøene bør en også sikre rekruttering ved utlegging av kalksteinsgrus for å sikre vannkvaliteten i gytebekkene med marginal vannkvalitet.

TABELL 4.3. 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 ²	Snittdyp meter	Volum mill. m ³	Nedslagsfelt km ²	Avrenning l / s / km ²	Tilrenning mill. m ³ / år	Kalkbehov tonn
Mjåvatnet/L. Kørelen	0,213	10	2,13	1,7	37	1,98	16 / 10
Stovevatnet	0,080	7	0,56	2,2	37	3,41	16 / 14
Lauvatnet	0,185	10	1,85	2,9	37	2,78	19 / 13

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.



LITTERATURREFERANSER

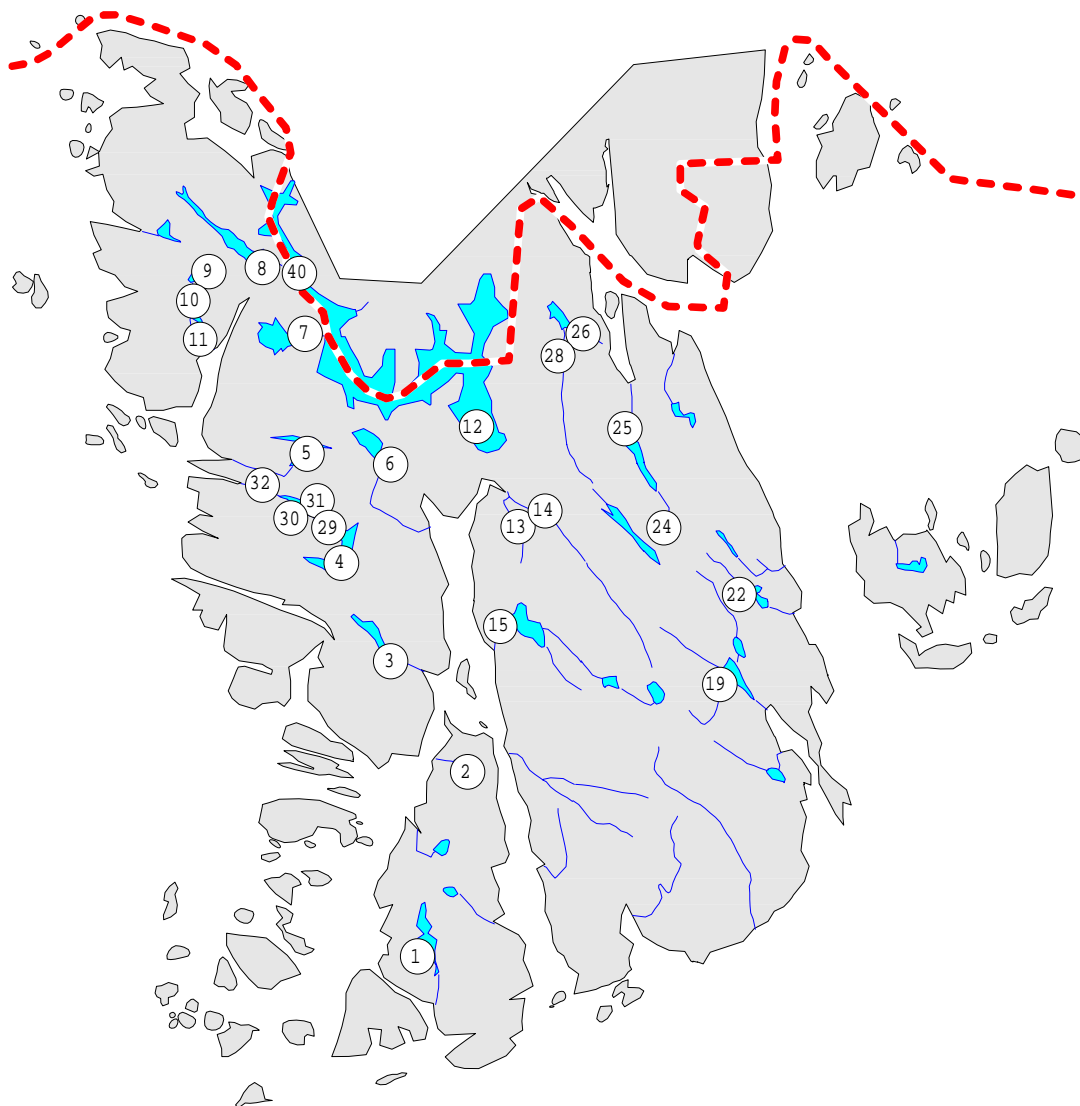
- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- BJØRKLUND, A. 1994. En beskrivelse av de 18 største vassdragene i Sund kommune. Rådgivende Biologer rapport 130, 43 sider, ISBN 82-7658-035-1
- 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 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
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994. Kalkingsprogram for syv innsjøer i Sund kommune. Rådgivende Biologer rapport 107, 19 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. Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland 1994-2005. Fylkesmannens miljøvernavdeling, 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 Inr. 2947.
- 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.
- 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 pollution: 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 over enkeltresultatene

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

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	18.-19.2.95		11.-13.9.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Storavatnet, Toftarøy	24	KM 814 809	5,72	12	5,81	14
2	Kvernavatnet, Toftarøy		KM 817 775	5,07	13	5,69	16
3	Kvernaviksvatnet, Glesnes	10	KM 808 825	5,88	17		
4	Lauvatnet	6	KM 802 843	5,74	15	6,21	15
5	Kvernavatnet, Sælstø	24	KM 796 859	5,45	15	6,37	10
6	Klokkarvatnet	10	KM 806 855	6,03	15	6,66	11
7	Gåsavatnet	48	KM 794 876			5,23	11
8	Litlekørelen	18	KM 789 887	5,14	15	5,31	13
9	Krokavatnet	21	KM 780 885			5,44	12
10	Kaldavatnet, Telavåg	8	KM 776 879	5,76	16	6,63	10
11	Midttveitvatnet	6	KM 778 875	6,11	17	6,28	14
12	Kørelen (-30m, prøve fra vannverk ubehandlet)	2	KM 822 860	6,46	15	6,51	13
13	Eideskvernavatnet		KM 825 849	5,33	12	6,29	13
14	Djupskartjødna		KM 827 849	5,12	13	5,88	7
15	Vorlandsvatnet	35	KM 821 831	6,01	13	6,66	7
19	Førdesvatnet	5	KM 864 818	5,68	15	6,45	8
22	Lensmannsvatnet	50	KM 862 840	5,18	13	6,12	8
24	Sauatjødna	40	KM 850 848	5,83	13	6,33	13
25	Dommedalsvatnet	21	KM 844 861	6,04	11	6,12	10
26	Skogevatnet	24	KM 838 876	6,28	13	6,35	9
28	Hesttjødna (Skogsvågvassdr.)	32	KM 834 869			6,63	8
29	Stovevatnet (Kausland-Sæbø)	2	KM 794 849	5,61	13		
30	Sandvikvatnet (----- " -----)	1	KM 788 850	5,48	13		
31	Stovevatnet, utløp	2	KM 790 850	5,55	15	6,34	14
32	Sandviksvatnet, utløp	1	KM 788 851	5,56	13	6,35	14
40	Kørelen, ytre del		KM 792 885	5,76	13		



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Sund 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 1993 av Rådgivende biologer, Johnsen og Bjørklund 1993, rapport 91. 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1). Ring Terje E. Steinsland for oppdatering 56 32 11 96 (Kollsnes).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYT E	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
25	Dommedalsvatn	KM 844 862	2	3			U	U	RB,Å	1	1,2
19	Førdesvatn	KM 860 824	1	3			U	U	Å	1	1,2
7	Gåsavatnet	KM 790 875	3	4			U	U		1	1
6	Klokkarvatnet	KM 804 858	2	3			U	U		1	1
5	Kvernavatnet	KM 796 856	5	5			U	U		1	1
3	Kvernavikvatn	KM 804 830	1	2			U	U		1	1,2
8	Litle Kørelen	KM 788 887	2	3			U	U		1	1
12	Kørelen	KM 800 870	2	3	1	2	U	U		1	1,2
	Langavatnet	KM 845 845	2	3			U	U		1	1
4	Lauvatnet	KM 800 840	3	4			U	U		1	1
22	Lensmannsvatnet	KM 861 840	1	5			U	U		1	1
	Mjåvatnet	KM 783 890	2	3			U	U		1	1
26	Skogsvatn	KM 834 879	2	5			U	U		1	1,2
1	Storavatnet, Toftøy	KM 813 780	3	4			U	U		1	1
29	Stovevatnet	KM 790 850	2	3			U	U		1	1
15	Vorlandsvatnet	KM 830 830	1	2			U	U		1	1