

Kalkingsplan for Samnanger kommune 1995



Steinar Kålås
Annie Elisabeth Bjørklund
&
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 172, mai 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Samnanger kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Samnanger kommune. ved miljøvernleiarane Sveinung Toft og Alf Arne Lyse, 5650 Tysse

OPPDRAGET GITT:

Høsten 1994

ARBEIDET UTFØRT:

1994 - 1995

RAPPORT DATO:

23.mai 1996

RAPPORT NR:

172

ANTALL SIDER:

36

ISBN NR:

ISBN 82-7658-100-5

RAPPORT SAMMENDRAG:

I Samnanger finner en de sure områdene i kommunens høyereliggende deler i sørøst og nordøst. Her er vannkvaliteten variabelt sur, med perioder da forholdene er svært marginale for fisk. En finner derfor også både reduserte og tapte fiskebestander i disse områdene.

Offentlig kalking i forsurede innsjøer startet høsten 1995 i Samnanger, og det er videre foreslått kalking i enda noen innsjøer i kommunen i denne planen. Tysseelven med den truede laksebestanden vil være naturlig høyest prioritert blant kalkingsobjektene i Samnanger. Kalkingsstrategi for dette vassdraget er under utarbeidelse utenom denne planen.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Samnanger 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 Samnanger 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 Samnanger kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vasdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Samnanger 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 Samnanger kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Samnanger. Ved tildeling av statlige kalkingsmidler vil disse prosjektene ut fra dagens prioriteringskriterier bli vurdert i forhold til de øvrige aktuelle og pågående kalkingsprosjekter i hele Hordaland. Gjeldende prioriteringskriterier kan bli endret i framtiden, slik at det ikke er en selvfølge at middels høyt prioriterte prosjekt nødvendigvis vil rykke oppover på listen i framtiden.

Planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernleiarane Sveinung Toft og siden Alf Arne Lyse i Samnanger, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Samnanger kommune besørget organisering og lokal innsamling av over 69 vannprøver våren og høsten 1994, samt samlet inn opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens fylkesmannens miljøvernavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av samtlige av de 29 foreliggende kommunale kalkingsplanene.

Følgende personer har i tillegg bidratt ved innsamling av vannprøver:

Ove Gåsdal, Harry Langeland, Rune Teige, Ulf Thorsvik, Harald Kvalvåg, Harry Foss, Thor Olav Holmefjord, Kjell Erik Restad, Øistein Hisdal.

Og følgende personer har i tillegg bidratt med informasjon til fiskestatus i kommunen:

Ulf Thorsvik, Bjarne Øvredal, Ove Aasebø, Torleif Våge, Arne Tverlid, Svenn Arne Kleivane, Hans Solberg, Steinar Johs. Tysse, Nils Ulland, Johan Tveiteraas, Ove Totland,

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 miljøvernleiarane Sveinung Toft og siden Alf Arne Lyse.

Rådgivende Biologer as. takker Samnanger kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 1. september 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 Samnanger 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	24
Status for innlandsfiskebestander	24
Status for anadrome bestander	25
Oversikt over forsurede bestander	26
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	27
KALKINGSPLANLEGGING FOR SAMNANGER	28
Pågående kalkingsprosjekt i Samnanger kommune	28
Behov for kalking i Samnanger kommune	28
Forslag til prioritering	28
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	29
Hvor bør en overvåke	30
LITTERATURREFERANSER	31
VEDLEGGSTABELLER	32
Surhetsdata for Samnanger 1994	32
Kart over prøvetakingspunktene	34
Status for fiskebestandene	35



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Samnanger kommune i 1994 og 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Samnanger i 1994	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i fra 1986 til 1993 i fire drikkevannskilder i Samnanger	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Samnanger i 1994	19
FIGUR 2.5: Ekstra vannprøver fra Samnangervassdraget vinteren / våren 1994	23
FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i innløpet til Kleivavatnet	24
FIGUR 3.2: Fangst av sjøaure i Tysseelva fra 1969 til 1994	25
FIGUR 3.3: Fangst av laks i Tysseelva fra 1969 til 1994	25
FIGUR 3.4: Fangst av aure og laks ved elektrofiske i Haugselvi	26
FIGUR 3.5: Fangst av aure og laks ved elektrofiske i Frølandselvi	26

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye	12
TABELL 1.2: DNs 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	21
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995	22
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter	29
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold	30



SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Samnanger kommune, utarbeidet et forslag til kalkingsplan for kommunen. 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 Samnanger er meget variert. Øst i kommunen ligger skyvedekkene Undre- og Øvre Bergsdalsdekke, der granitter og gneisser er dominerende bergarter. Vest for disse ligger et langsgående belte med kambrosiluriske bergarter; vulkanske bergarter dominert av glimmerskifer, kvartsitt mm. Helt lengst i vest derimot består berggrunnen av dypbergarter dominert av granitt, gneisser og gabbro.

SURHET

I de lavereliggende deler av Samnanger kommune er vassdragene generelt lite påvirket av sur nedbør. De sure områdene finner en i de høyereliggende delene i kommunen, i fjellpartiet mot Kvam og Fusa i sørøst, i fjellpartiet mot Vaksdal og Kvam i nordøst og i vest, der en har avrenning fra fjellområdene rundt Gulfjellet I disse områdene ble det registrert pH-verdier under 5,5 ved prøvetakingen høsten 1994, og verdier godt under 5,0 er registrert tidligere. Det er imidlertid ingen områder i Samnanger som kan karakteriseres som stabilt sure.

FISK

Fiskestatusen i 30 innsjøer i Samnanger kommune er kartlagt gjennom en spørreundersøkelse. Fra de fleste innsjøene er det kun rapportert om aure, men det finnes også ål og trepigget stingsild i kommunen. I elver med tilgang fra sjøen forekommer laks og sjøaure. I 22 av innsjøene er det en god eller tett bestand av aure, i 4 er det en tynn bestand, 3 innsjøer er trolig fisketomme og i en innsjø er bestanden tynn eller utdødd.



FISKE

Det blir fisket lite i de fleste innsjøer i Samnanger kommune og det er heller ikke organisert fiskekortsalg for innsjøer i innlandet, men fisket er fritt de fleste steder, dvs at en får fiske om en spør grunneier om lov. Av de innsjøene som er med i denne undersøkelsen er det bare satt ut fisk i Botnavatn og Holmavatnet.

KALKING

Det har kun foregått kalking i Sagenvatnet i forbindelse med bedring av vannkvaliteten til Sagen settefisk. Høsten 1995 ble det også startet kalking i innsjøer øverst i Tyssevassdraget.

Av nye prosjekt vil Tysseelven (Frølandselven) være høyest prioritert grunnet den truede laksestammen. Høsten 1995 ble det igangsatt et eget utredningsarbeide knyttet til dette kalkingsprosjektet, slik at en nærmere vurdering av kalkingsstrategi ikke er inkludert i den foreliggende planen.

Videre er det noen få aktuelle innsjøer i de sørlige fjellområdene mot Kvam og Fusa. Disse innsjøene ligger øverst i Tyssevassdraget og kalking her vil også kunne medføre bedring av vannkvalitet i sure sidegreiner til Frølandselven. Innsjøene er imidlertid små og enkelte har såpass stor vanngjennomstrømming at prosjektene må gjennomføres dels med oppkalking av innsjøer og dels ved utlegging av kalksteinsgrus i gyteelver for å sikre rekruttering til fiskebestandene.

Krokavatnet (1) er høyest prioritert, og er sammen med Øvre Botnavatnet en av innsjøene som er aktuell fullkalking. Kvanneviksvatnet og Kikedalsvatnet har stor vannutskifting (henholdsvis 10 og 200 ganger årlig) til at innsjøene lar seg fullkalke.

De forsuringsskadede innsjøene i nordre del av kommunen er regulert til vannkraftformål slik at kalking i mindre grad vil avbøte de egentlige problemene med dårlige gyteforhold.



1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

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

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

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

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

NATURGRUNLAGET I SAMNANGER

Berggrunnen i Samnanger er meget variert. Øst i kommunen ligger skyvedekken Undre- og Øvre Bergsdalsdekket, der granitter og gneisser er dominerende bergarter. Vest for disse ligger et langsgående belte med kambrosilurske bergarter; vulkanske bergarter dominert av glimmerskifer, kvartsitt mm. Helt lengst i vest derimot består berggrunnen av dypbergarter dominert av granitt, gneisser og gabbro.



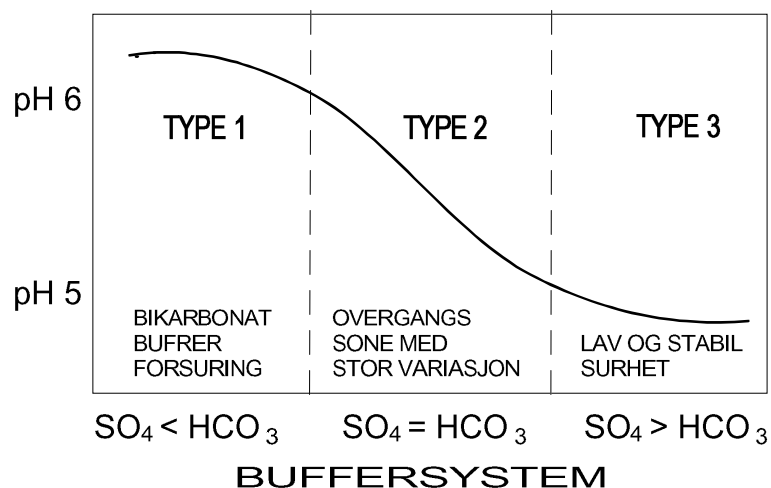
Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Ettersom lite av nedbøren faller direkte i vassdragene, vil det meste renne via jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som endrer mengden og sammensetningen av ioner i avrenningsvannet. De viktigste ionene i denne sammenheng er basekationene kalsium, magnesium, kalium og natrium. Et nedslagsfelt med en berggrunn som forvitrer lett, et rikt jordsmonn, store løsmasseavsetninger eller marine avsetninger vil avgi store mengder basekationer. Disse kan buffre den sure nedbøren slik at avrenningsvannet er adskillig mindre surt når det når vassdraget. Et nedslagsfelt som domineres av en hard berggrunn, som forvitrer sakte, og et skrint jordsmonn vil derimot ha et lavt innhold av basekationer, og derfor liten evne til å endre ionesammensetningen i regnvannet. Avrenningsvannet fra slike områder vil derfor være omtrent like surt som nedbøren når det når vassdragene.

Naturgrunnlaget med hensyn på tålegrensen for sure tilførsler i Samnanger er varierende fordi berggrunnen i kommunen er variert. Det beste naturgrunnlaget i kommunen forventes å være i et nord-sørgående belte i den midtre delen av kommunen, der berggrunnen domineres av vulkanske bergarter som glimmerskifer og kvartsitt. Dette er bergarter som forvitrer lettere og har et høyere innhold av basekationer enn berggrunnen nord og sør for dette beltet. Tilrenning fra nedslagsfelter med surere berggrunn kan imidlertid påvirke vannkvaliteten i vassdragene i denne sonen. Spesielt i øst, men også vest i kommunen vil imidlertid tålegrensen for sure tilførsler være lavere.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Samnanger, 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 forsuring ved tilførsler av sur nedbør, og har derfor betydning for stabiliteten av surhetsnivået i vassdrag. Ulikt innhold av bikarbonat i vannet fører til at noen vassdrag kan ha en variasjon i surhetsnivået på opp til to pH-enheter fra det laveste til det høyeste, mens andre vassdrag kan være jevnt sure og andre igjen jevnt bra det meste av året.

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





I områder der 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).

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

Nedbørmengdene i kommunen er blant de høyeste i Hordaland, og tilførslene av forsurende stoffer er derfor stor. Årlig middelavrenning i kommunen varierer fra 70 liter pr. sekund pr. km² i de lavereliggende deler av kommunen til 100 liter pr. sekund pr. km² i de høyereliggende deler i kommunen (NVE 1987). Våtavsetningen av forsurende stoffer er derfor størst i de høystliggende deler av kommunen, der naturgrunlaget er dårligst med hensyn på forsuring.

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

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

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

Den sureste perioden i året i Hordaland er vanligvis på våren når den første snøsmeltingen skjer (Johnsen og Kambestad 1994). Tidspunktet vil derfor variere avhengig av hvor høytliggende nedslagsfeltene er. De siste årene har en opplevd spesielt sure perioder vinterstid på grunn av en kombinasjon av snøsmelting, mye nedbør og sjøsaltepisoder. De minst sure periodene er på sommeren.



SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Samnanger 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 tilførselene 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). I de deler av Samnanger der vannkvaliteten allerede er påvirket av sur nedbør, vil en 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 (Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er meget vanlig i jordsmonnet, og stammer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsurening øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere.

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

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

ALUMINIUM I BLANDSONER

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



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

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

TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

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

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

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

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

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

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

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

Årsaken til at laks og ørret er særlig sårbare arter, ligger i at de gyter i elver der yngelen og ungfisken også lever de første årene av livet sitt. Vannkvaliteten varierer mer og er periodevis mer ekstrem i elver enn i innsjøer. For innlandsørret er det derfor oftest rekrutteringen som først lider under forsurening, slik at kalking av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er innsjøgytende, og røye yngelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøteperioder 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 området evne til å "produsere" basekationer som kan motvirke de sure tilførselsene. 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 forsurening 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 forsureningen. 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 FORSURINGSTRUJDE 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 forsureningssituasjonen 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 forsureningsproblem. 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 forsureningssituasjon 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 forsuringen 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 allmennhetens 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. 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

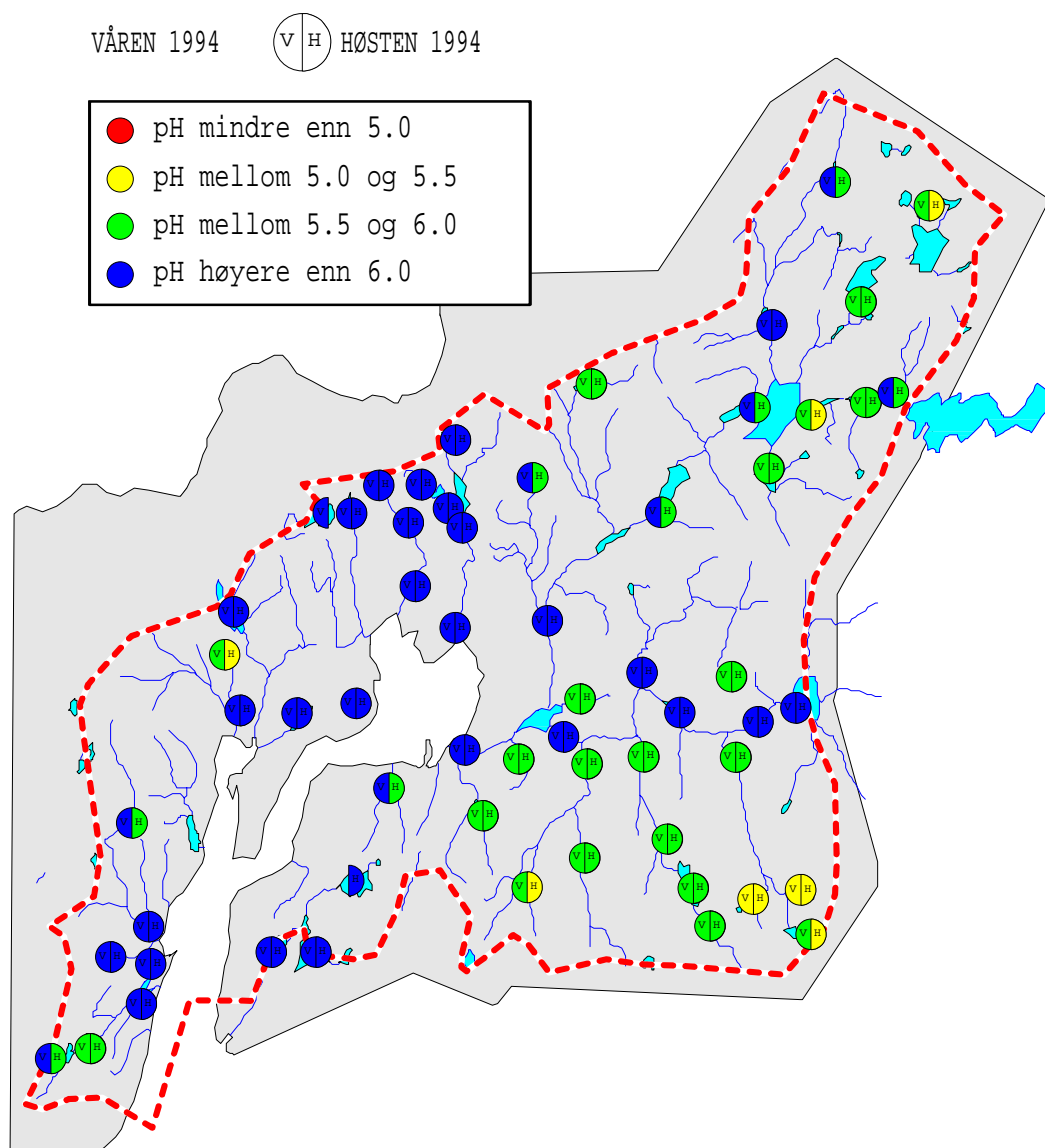
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging,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

I de lavereliggende deler av Samnanger kommune var vassdragene lite påvirket av sur nedbør ved prøvetakingene høsten 1994 og våren 1995 (figur 2.1). Der ble det ikke registrert pH-verdier under 6,0.

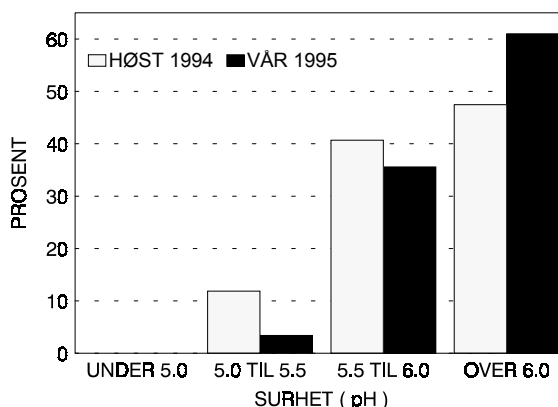


FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Samnanger kommune, basert på pH-målinger fra 69 prøver våren 1995 og 69 prøver høsten 1994. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernkonsulentene Sveinung Toft og siden Alf Arne Lyse.



De laveste pH-verdiene ble målt i de høyereliggende delene i kommunen, i fjellpartiet mot Kvam og Fusa i sørøst, og i fjellpartiet mot Vaksdal og Kvam i nordøst. I disse områdene ble det registrert pH-verdier mellom 5,0 og 5,5 ved prøvetakingen høsten 1994, med laveste målte pH i Krokavatnet og i Øvre- og nedre Botnavatnet (vedleggstabell 1). I områdene i vest, med avrenning fra fjellområdene rundt Gullfjellet i Bergen kommune, ble det også målt pH-verdier mellom 5,0 og 5,5 i enkelte prøver.

Størstedelen av Samnanger kommune hadde en relativt god vannkvalitet med hensyn på forsuring ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen. Omtrent halvparten av prøvetakingslokalitetene hadde pH-verdier over 6,0, mens kun rundt 10% hadde pH-verdier under 5,5 ved prøvetakingene i 1994 og 1995 (figur 2.2). Det ble ikke registrert pH-verdier under 5,0 i noen av vassdragene i kommunene verken ved prøvetakingene høsten 1994 eller våren 1995.

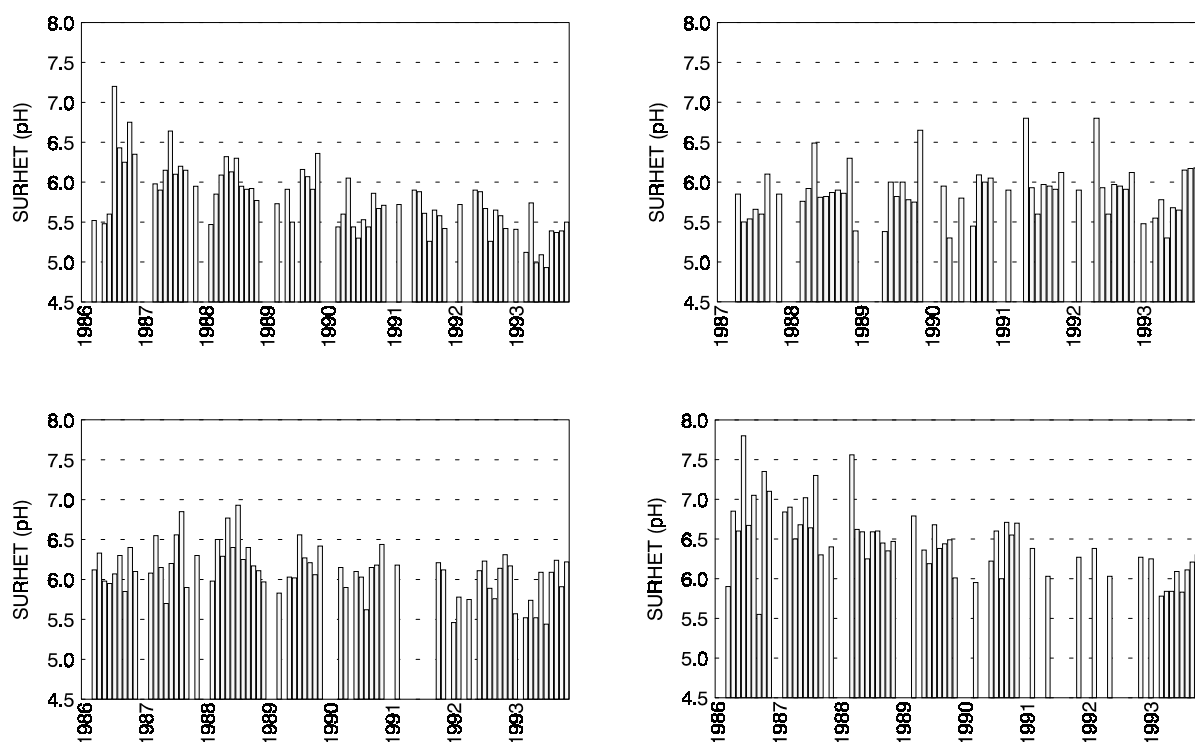


FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 69 innsjøene i Samnanger som ble undersøkt høsten 1994 og våren 1995 (se kartet i figur 2.1).

VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Samnanger kommune har 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 og våren på grunn av de spesielle værforholdene disse årene (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten.

Samtlige av drikkevannskildene i kommunen ligger i den lavereliggende delen av kommunen uten tilrenning av vesentlig betydning fra høytliggende fjellområder. I disse lavtliggende vannkildene er vannkvaliteten relativt bra med hensyn på surhet (figur 2.3). Frøland vassverk (øverst til venstre i figur 2.3) er det sureste, men der er inntaket nedstrøms et myrpåvirket tjern. Myrpåvirkningen gjør vannet naturlig surt, og i denne innsjøen er det målt pH-verdier under 5,0 i de siste årene. I de andre tre vannkildene er det imidlertid ikke registrert spesielt sure episoder ved noe tidspunkt i drikkevannsmålingene fra 1986 til 1993, noe som tyder på at alle har et buffersystem som er i stand til å møte selv de sureste tilførselene. De relativt store variasjonene i pH skyldes at alle disse vannkildene har bekkeinntak. Inntak fra dypvann i innsjøer gir vanligvis en mere stabil vannkvalitet med hensyn på de fleste vannkjemiske parametre.



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i målinger fra fire vassverk i Samnanger. Førland vassverk (over til venstre), Rolvsvåg vassverk (over til høyre), Smådalen vassverk (nede til venstre) og Aldal vassverk (nede til høyre). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Jondal, Fusa, Samnanger og Kvam på råvann fra drikkevannskildene.

OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Det er ingen områder i Samnanger som er så sterkt påvirket av sur nedbør at vannkvaliteten er stabilt sur gjennom hele året (figur 2.4). Imidlertid synes de høyereliggende deler av kommunen å være moderat sure. Vi har ingen målinger gjennom hele året fra disse områdene, men med den lave bufferkapasitet i disse områdene (tabell 2.3, Frølandselvi, Haugselvi og Stutabotselvi) vil trolig pH varierer mye; med relativt bra forhold det meste av året, men i perioder med store mengder sure tilførsler eller sjøsaltepisoder vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk. Tilrenningen fra disse sure sideelvene dominerer vannmassene i hovedelva og dette fører til at surheten i hele Tysseelva også kan bli meget lav i perioder (figur 2.5).

De lavereliggende deler av kommunen er imidlertid lite sure. Der er berggrunnen god, og bufferevnen relativt god (tabell 2.3, Årlandselvi, Storelvi nedstrøms fraføringene og Teigaelvi). Imidlertid vil vassdragene i disse områdene delvis være påvirket av tilrenning fra omkringliggende surere områder, slik at de i perioder med mye avrenning kan ha noe surere forhold.

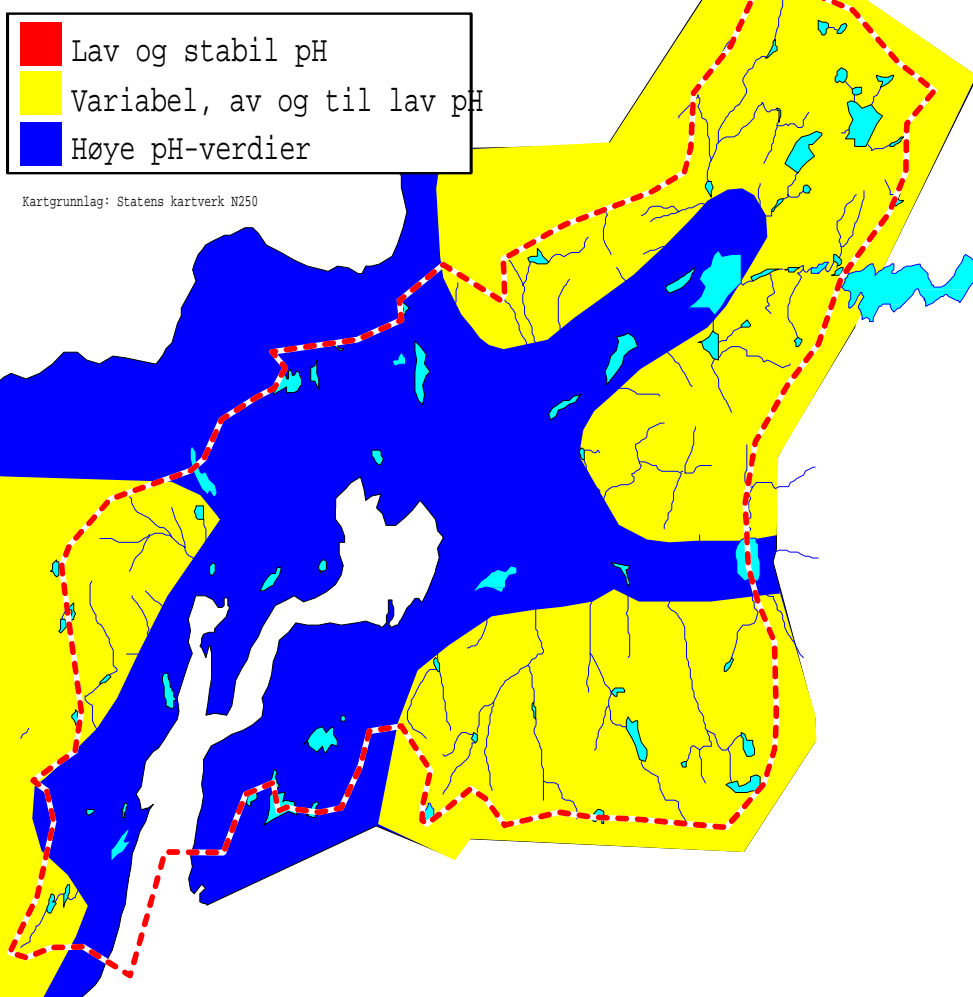
Av kommunens totalareal er det omtrent halvparten (52%) moderat sure, mens resten ikke er preget av forsuring (tabell 2.1). Samnanger kommune har ett vassdrag med laks som er påvirket av den sure nedbøren.



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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
265 km ²	127 km ²	138 km ²	0 km ²

Surhetstilstand 1995



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Samnanger 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.



Tabell 2.1 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 Samnanger 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
Moderat forsuret: 138 km ²	100	5,3	2,9	1.260

ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Av de undersøkte elvene var mengden reaktivt aluminium høyest i elvene med avrenning fra høytliggende områder; i Stutabotselvi og Haugselvi i sør og i den høyestliggende delen av Storelvi i nord (tabell 2.3). Det ble imidlertid også målt høye konsentrasjoner i den nedre delen av Storelvi som domineres av avrenning fra lavtliggende områder. Innholdet av reaktivt aluminium i disse elvene er såpass høyt at det kan bli problemer for fisk i perioder med lave pH-verdier. 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. I elvene med avrenning fra høyfjellsområdene, der det i perioder er surt, vil derfor konsentrasjonene av det giftige labile aluminiumet kunne bli så høyt at forholdene for fisk vil kunne bli dårlige. I Storelvi derimot, med et lavtliggende nedslagsfelt, vil det ikke bli så sure perioder, og innholdet av labilt aluminium i denne elva vil derfor trolig ikke vil bli noe problem.

I det høytliggende Kvanneviksvatnet var imidlertid innholdet av aluminium lavt. Dette kan skyldes at prøven er så seint som i midten av juli, i en periode der surhetsnivået vanligvis er relativt bra.

SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) i vassdragene i kommunen var meget god i elvene med lavtliggende nedslagsfelt. Både Årlandselva, i Storelva etter fraføring av det høytliggende nedslagsfeltet og Teigaelvi var ANC-verdiene høye (tabell 2.4), og godt over 20 : ekv/l. Generelt antas det at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20 : ekv/l, mens fisken får store problemer når den er rundt 0 eller lavere. I elvene med høyfjellsavrenning og i det høytliggende Kvanneviksvatnet derimot, var den syrenøytraliserende kapasiteten meget lav. Både elvene med avrenning fra fjellområdene i nord og i sør hadde negative ANC-verdier, med dårligst forhold i Stutabotselva og i Kvanneviksvatnet. I den lavtliggende Tysseelva lå imidlertid ANC-verdiene vanligvis ned mot 0 : ekv/l, og stort sett alltid under 20 : ekv/l. Dette skyldes at tilrenningen fra dårlige sideelver dominerer vannmassene i hovedelva og fører til at forholdene for ørret er dårlige også i hovedelva.

Alkaliteten i vassdragene i kommunen er generelt sett ikke særlig høy, og viser at de undersøkte vassdragene bare har moderat evne til å motstå ytterligere forsurening ved store sure tilførsler (tabell 2.4). De undersøkte elvene med lavtliggende nedslagsfelter hadde imidlertid høyest alkalitet, med konsentrasjoner over 0,05 mmol/l. I elvene med høyfjellsavrenning lå alkaliteten alltid under eller rundt 0,04 mmol/l, med dårligst forhold i Stutabotselvi og i Kvanneviksvatnet. Også den lavtliggende Tysseelva hadde imidlertid dårlig alkalitet, fordi avrenning fra dårlige sideelver dominerer vannmassene.



TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i vannprøver fra Kvanneviksvatnet, Årlandselva og Tyssevassdraget i Samnanger kommune. Data fra Tyssselva er stilt til rådighet fra NIVA, mens de andre prøvene er samlet inn i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Nummeret i parentes angir våre prøvetakingsstasjoner som er identisk med , eller ligger meget nært NIVA sine prøvetakingsstasjoner , og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten. * Angir fargetall (mg PT/l).

STED	TID	Surhet pH	TOC mg C/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Kvanneviksvtn.(6)	10.07.95	5,31	< 5 *	10	< 10	< 10
Årlandselva	01.05.95	6,77	15 *	20	20	0
Tysseelvi v/Tysse sentrum (47)	10.11.94	5,77	1,2	34	28	6
	22.11.94	5,66	1,6	42	39	3
	8.5.95	5,66	1,1	42	35	7
	15.5.95	5,49	1	28	11	17
	24.5.95	5,59	1,1	43	27	16
	8.6.95	5,69	1	29	17	12
Storelvi v/ Austebø (nedstrøms 47)	10.11.94	6,62	3,4	53	48	5
	22.11.94	6,31	2,6	55	55	0
Storelvi utløp Frøland kraftstasjon (42-46)	8.5.95	5,38	1	39	25	14
	15.5.95	5,42	1	16	< 10	16
	24.5.95	5,38	0,83	40	17	23
Haugselvi v/Jarland (10)	10.11.94	5,82	1,8	56	48	8
	22.11.94	5,3	1,3	49	39	10
	15.5.95	5,43	1,8	60	44	16
	24.5.95	5,38	1,8	66	55	11
	8.6.95	5,48	1,2	29	22	7
	5.8.95	5,25	1,5	60	50	10
Tysseelvi v/ Røysebotn (50)	10.11.94	5,9	1,3	32	25	7
	22.11.94	5,79	1,6	39	36	3
	8.5.95	5,78	1	39	30	9
	15.5.95	5,69	1,2	40	24	16
	24.5.95	5,79	1,2	40	32	8
	8.6.95	5,84	1	25	17	8
Teigaelvi i Eikedalen (61)	10.11.94	6,6	1,9	25	20	5
	22.11.94	6,31	1,16	19	14	5
	8.5.95	6,26	0,87	13	14	-1
	15.5.95	6,49	0,78	< 10	< 10	0
	24.5.95	6,36	0,97	25	20	5
	24.5.95	6,36	0,97	25	20	5
Stutabotselva i Raunebottdalen (51)	8.5.95	5,17	1	48	25	23
	15.5.95	5,07	1,1	55	11	44
	24.5.95	5,33	1,1	50	32	18



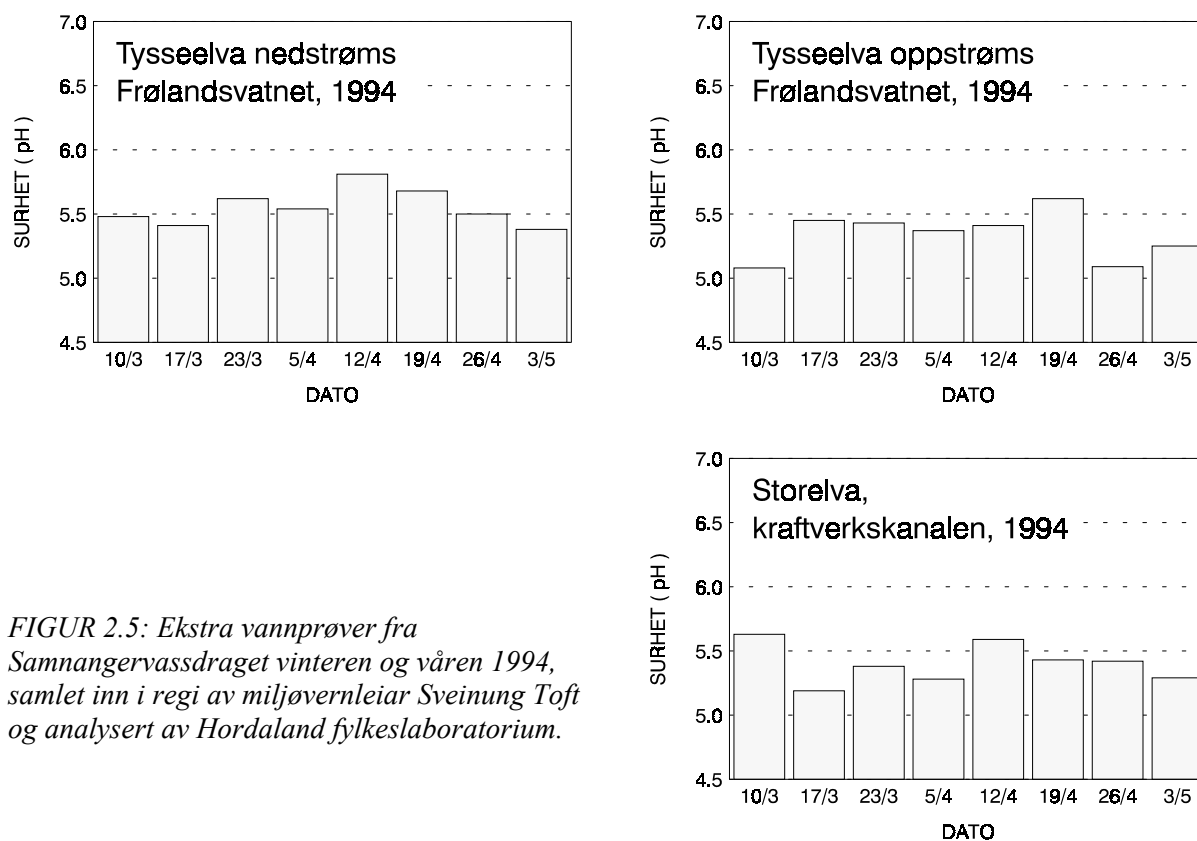
TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Kvanneviksvatnet, Årlandselva og Tyssevassdraget i Samnanger kommune. Data fra Tyssselva er stilt til rådighet fra NIVA, mens de andre prøvene er samlet inn i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Nummeret i parentes angir våre prøvetakingsstasjoner som er identisk med , eller ligger meget nært NIVA sine prøvetakingsstasjoner , og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

STED	TID	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
Kvanneviksv.(6)	10.07.95	<0,02	0,29	0,09	0,05	0,78	1,5	1,05	100	-14
Årlandselva	1.05.95	0,07	1,7	0,49	0,23	2,54	3,8	1,61	150	90
Tysseelvi v/Tysse sentrum (47)	10.11.94	0,039	0,6	0,25	0,21	1,75	2,9	1,8	117	2,5
	22.11.94	0,036	0,6	0,29	0,21	2,11	3,3	1,6	97	16,7
	8.5.95	0,039	0,6	0,31	0,21	2,19	3,6	1,6	140	11,7
	15.5.95	0,034	0,6	0,3	0,2	2,12	3,8	1,6	149	-2,2
	24.5.95	0,037	0,6	0,29	0,24	2,12	3,7	1,6	140	3,5
	8.6.95	0,036	0,5	0,25	0,21	1,75	2,9	1,4	135	6,5
Storelvi v/ Austebø (nedstrøms 47)	10.11.94	0,099	1,9	0,63	0,5	3,3	4,1	3,8	230	93,2
	22.11.94	0,066	1,3	0,52	0,38	3,28	4,7	2,6	175	62,2
Storelvi utløp Frøland kraftstasjon (42-46)	8.5.95	0,034	0,43	0,26	0,16	1,98	3,5	1,5	122	-6,1
	15.5.95	0,033	0,53	0,29	0,18	2,06	3,8	1,5	141	-4,5
	24.5.95	0,033	0,55	0,29	0,19	2,1	3,8	1,6	150	-4,2
Haugselvi v/Jarland (10)	10.11.94	0,04	0,7	0,29	0,24	2,05			160	
	22.11.94	0,03	0,7	0,37	0,21	2,61	4,9	1,6	103	3,7
	15.5.95	0,034	0,6	0,3	0,23	2,35	4	1,8	139	1,9
	24.5.95	0,035	0,5	0,23	0,2	1,97	3,1	1,7	100	2,8
	8.6.95	0,034	0,3	0,13	0,12	1,11	1,5	1,2	78	1,9
Tysseelvi v/ Røysebotn (50)	5.8.95	0,032	0,4	0,24	0,18	2,02	3,1	1,4	136	5,9
	10.11.94	0,041	0,6	0,23	0,2	1,53	2	1,4	88	26,4
	22.11.94	0,038	0,6	0,27	0,19	1,87	3	1,4	61	18,3
	8.5.95	0,041	0,7	0,33	0,24	2,34	4,1	1,6	137	9,7
	15.5.95	0,038	0,7	0,34	0,21	2,35	4,2	1,7	149	4,9
Teigaelvi i Eikedalen (61)	24.5.95	0,041	0,7	0,3	0,23	2,17	3,9	1,6	130	5,7
	8.6.95	0,04	0,5	0,22	0,19	1,43	2,6	1,3	113	1,3
	10.11.94	0,096	1,6	0,43	0,3	1,62	2,3	1,9	74	82,8
	22.11.94	0,057	0,9	0,32	0,21	2,08	3,5	1,4	53	35,9
	8.5.95	0,054	0,9	0,32	0,22	2,03	3,5	1,4	136	25,1
Stutabotselva i Raunebottdalen (51)	15.5.95	0,066	1,3	0,38	0,25	2,19	4,1	1,7	140	35,2
	24.5.95	0,062	1,1	0,33	0,25	1,96	3,5	1,6	132	29,2
	8.5.95	0,03	0,4	0,25	0,17	2,04	3,3	1,5	175	-3,7
	15.5.95	0,026	0,6	0,36	0,21	2,64	5,1	1,9	250	-21,7
	24.5.95	0,032	0,5	0,26	0,18	2,02	3,7	1,8	170	-16,7



EKSTRA VANNPRØVER I TYSSO

Vinteren og våren 1994 ble det i regi av miljøvernkonsulent Sveinung Toft samlet inn ukentlige prøver fra Tysseelven både oppstrøms og nedstrøms Frølandsvatnet, og i vannet fra kraftverksutløpet i Storelva (figur 2.5)



FIGUR 2.5: Ekstra vannprøver fra Samnangervassdraget vinteren og våren 1994, samlet inn i regi av miljøvernleiar Sveinung Toft og analysert av Hordaland fylkeslaboratorium.

Disse målingene viser tydelig at tilrenningen fra sideelvene med et høytliggende nedslagsfelt dominerer vannmassene i hovedelva i større grad enn tilrenningen fra sideelvene med et lavtliggende nedslagsfelt. Vannkvaliteten i den lavtliggende Tysseelva kan derfor være meget dårlig i perioder med marginale forhold for fisk (figur 2.5). Særlig i den øvre delen av Tysseelva, oppstrøms Frølandsvatnet, kan elva bli meget sur med pH-verdier ned mot 5,0. Nedstrøms Frølandsvatnet er forholdene noe bedre, men også her kan surheten i vassdraget komme godt under pH 5,5.



3: Biologisk tilstand i Samnanger

FISKESTATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Det finnes 267 innsjøer i Samnanger, og 33 av disse er større enn 50 da. 45% av vassdragsarealet i kommunen er påvirket av vassdragsreguleringer (Nordland 1983).

Fiskestatusen i 42 innsjøer i Samnanger kommune er kartlagt gjennom en spørreundersøkelser og prøvefiske (vedleggstabell 2). Fra de fleste innsjøene er det kun rapportert om aure, men det finnes også ål og trepigget stingsild i kommunen (Lura og Kålås 1994). I følge en spørreundersøkelse utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 skal det finnes røye i en del innsjøer i kommunen men dette blir avkreftet på lokalt hold. I elver med tilgang fra sjøen forekommer laks og sjøaure. I 30 av innsjøene er det en god eller tett bestand av aure, i 7 er det en tynn bestand, 2 innsjøer er trolig fisketomme og i en innsjø er bestanden tynn eller utdødd.

I følge undersøkelsen er tettheten uendret i 19 innsjøer, den er økt i 8, den har gått ned i 10. I 3 innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd noen endring. To bestander er trolig tapt. Gyteforholdene er brukbare i de fleste innsjøer i denne undersøkelsen. Ellers er mange vassdrag i kommunen sterkt regulert og gytemulighetene er derfor mange steder dårlige eller manglende.

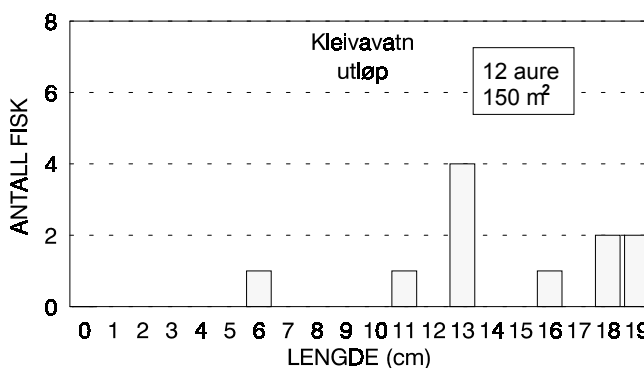
Det blir fisket mye i innsjøer i lavlandet og i en del fjellområder i kommunen. Fjellområdene på Kvittingsiden og i området ovenfor Holmane er de mest benyttede områdene. Det er ikke organisert fiskekortsalg for innsjøer i innlandet, men fisket er fritt de fleste steder, dvs at en får fiske om en spør grunneier om lov. Av de innsjøene som er med i denne undersøkelsen er det satt ut fisk i Botnavatn (847m), Dukavatnet og Holmavatnet (795m). Små mengder fisk blir også flyttet til mindre innsjøer og tjern i kommunen.

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Samnanger kommune ble gyteområder for fisk både i fjell- og Kystnære vassdrag undersøkt ved elektrofiske 3. november 1994.

Fjellområdet mot Kvitingen er blant de sureste områder i kommunen og her ble tre mulige gyteområder undersøkt. Innløpet fra Klungerdalen til Kvittingsvatnet (UTM LN 294 073) ble overfisket. Her ble det kun funnet 5 fisk større enn 15 cm. Gyteforholdene i elven var gode men elven og innsjøen er sterkt påvirket av regulering og dette hindrer trolig naturlig gyting i denne elven.

I utløpet av Kleivavatnet var tettheten av fisk lav (figur 3.1). Bunnen av elven var dekket med grov skiferlignende stein, men på mindre områder var det gyteforhold for aure. Det ble ikke funnet årsyngel av aure. I innløpet til Fiskevatnet ved Myra kraftverk (UTM 256 033) ble et lite område overfisket. Det ble kun funnet tre aure og alle var større enn 15 cm. Bekken var fin, men bunnen var dekket med sement.

FIGUR 3.1: Fangst ved elektrofiske i innløpet til Kleivavatnet. UTM koordinat for stasjonen er LN 281 059. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. 7 aure større enn 20 cm ble fanget.

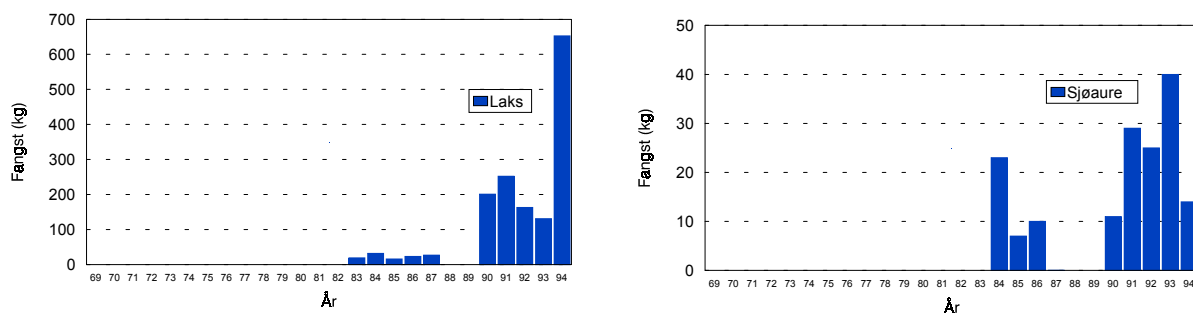




FISKESTATUS ANADROME BESTANDER

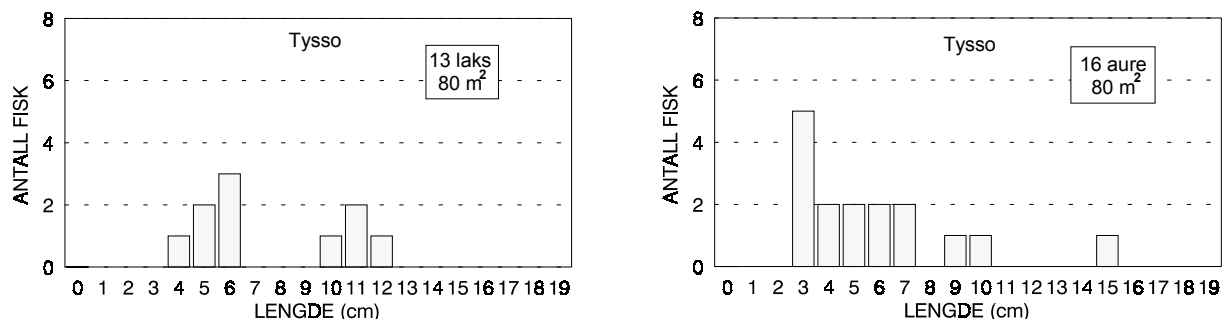
Tysseelva er den eneste store elven i Samnanger kommune med anadrome fiskebestander. Det finnes både laks og sjøaure i elven. Få sjøaure klarer å passere fossen og komme seg opp i elven. I mindre elveutløp som Storelva og Nordbøelva finnes det også bestander av sjøaure og laks. Fangster i Tysseelva har noen år blitt rapportert i den offisielle norske laksestatistikken. Dette er derfor den eneste elven der en har noe informasjon om tilbakevandringen av laks og sjøaure. Statistikken viser at fangstene varierer mye over tid både for laks og sjø aure, og at fangstene av laks har vært vesentlig større enn fangstene av sjøaure etter 1990 (figur 3.2).

Ved elektrofiske utført i august 1989 i regi av Fylkesmannen i Hordaland ble Tysseelva undersøkt for forekomster av lakse- og sjøaureyngel (Vasshaug og Grøndahl 1990). Over et areal på 880 m² ble det fanget 24 laks og 1 aure i størrelsesområdet 50 til 110 mm. Vassføringa var svært høy ved fisket. Elven er påvirket av vassdragsreguleringer, men har jevnt bra vassføring. Det blir årlig satt ut ca. 10.000 årsyngel av laks fra det lokale klekkeriet.

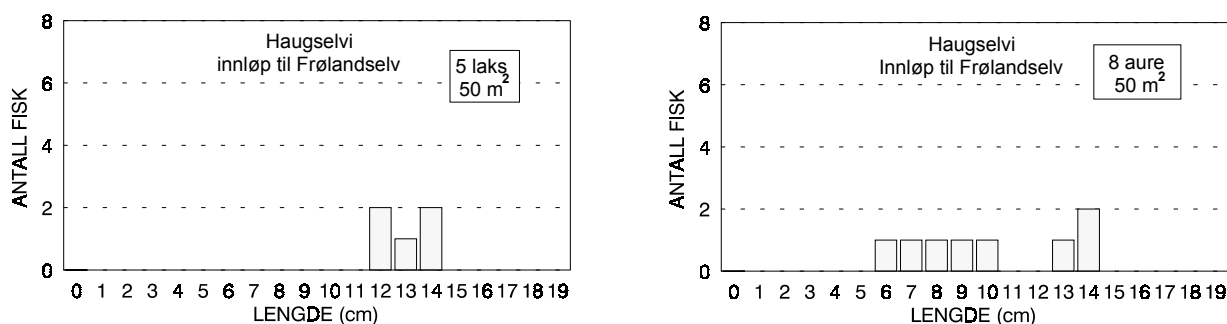


FIGUR 3.2: Fangst av laks (til venstre) og sjøaure (til høyre) i Tysseelva fra 1969 til 1994. Data er hentet fra den offisielle norske laksestatistikken. Data mangler for 1987-89 og for åra før 1984.

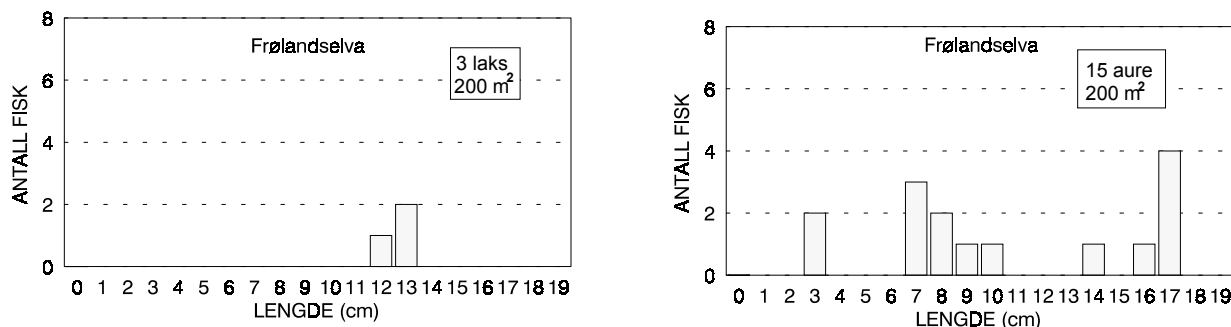
Tredje november 1994 ble områder i Tysseelva (Figur 3.3), Frølandselva (Figur 3.5) og et sideløp til Frølandselva (Figur 3.4) undersøkt ved elektrofiske. Det ble funnet både laks og aure på alle områdene. De fleste laks hadde forkortede gjellelokk og brystfinner, eller asymmetriske brystfinner, noe som indikerer at de har klekkeribakgrunn. Det ble fanget naturlig rekruttert årsyngel av aure både i Frølandselva og i Tysseelva. Det ble ikke funnet naturlig reprodusert årsyngel av laks, men årsyngel av laks fra klekkeriet ble funnet i Tysseelva. Tettheten av laks var lav.



FIGUR 3.3: Fangst av aure ved elektrofiske i Tysseelva. UTM koordinat for stasjonene er LM 227 979 (til venstre) og LM 227 979 (til høyre). Ingen aure større enn 20 cm ble fanget på noen av de to stedene.



FIGUR 3.4: Fangst av laks (til venstre) og aure (til høyre) ved elektrofiske i Haugselvi. UTM koordinat for stasjonen er LM 245 978. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. Ingen laks men to aure større enn 20 cm ble fanget.



FIGUR 3.5: Fangst av laks (til venstre) og aure (til høyre) ved elektrofiske i Frølandselva. UTM koordinat for stasjonen er LM 246 978. Ingen laks, men en aure større enn 20 cm ble fanget.

OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE BESTANDER

Innsjøene i store deler av Samnanger er regulerte og utnyttet til vasskraft. Fiskebestandene i mange av de regulerte innsjøene er negativt påvirket av dette. Det er derfor vanskelig å si om reduksjoner i fiskebestander skyldes forsuring eller regulering. Ut fra feltundersøkelsene til denne kalkingsplanen er det ikke påvist at fiskebestander er utryddet eller truet av utrydding. Tre innsjøer i nordre deler av kommunen er trolig fisketomme, og i noen få andre innsjøer er det rapportert om nedgang i fiskebestandene (vedleggstabell 2). Dette gjelder blant annet i Kirkedalsvatnet som renner inn i Tyssevassdraget. Bestanden her er trolig negativt påvirket av forsuring.

Fisket på de anadrome bestandene i Tysseelva er sterkt redusert de senere årene. I følge teorier på feltet er anadrom fisk sårbar for surt vann og påvirkning fra sur nedbør og aluminium kan være kritisk for fisken spesielt i perioden når den smoltifiserte fisken skal vandre ut i sjøen. Vannkvaliteten i Tysseelva er bra gjennom store deler av året, men i flomperioder på våren er det målt verdier for surhet under 5,5. Bestander av laks og sjøaure i Hordaland som ikke er utsatt for forsuring har også hatt en tilbakegang de senere årene. Dette viser at andre årsaker enn forsuring, for eksempel infeksjoner av lakselus og andre forhold i sjøen, kan forklare nedgangen i anadrome laksefiskebestander.



ANDRE FERSKVANNNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Det er ikke kjent at bestander av andre vannlevende virveldyr som frosk og padde er redusert de senere år. Det finnes vassdrag og myrområder der forekomster av frosk og padde er gode. I Kvernesmarka finnes det store mengder padde. Fra rundt 1920 er det meldt inn observasjoner av stor salamander fra Ådland og Årland, men det er ikke kjent at denne arten lenger finnes i kommunen. I Skjeljaelva skal det ha forekommet elveperlemusling, men det er ikke kjent at det nå finnes bestander av denne arten i kommunen. I Fitjavatnet og Langavatnet er det funnet arter av vannlopper, hoppekreps og snegl som er sjeldne eller sårbare. I Tysseelva er det også funnet en sjelden vårflueart (Kambestad m.fl. 1995).



4: Kalkingsplanlegging i Samnanger

PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

Det var inntil høsten 1995 ingen kalkingsprosjekt i Samnanger kommune som hadde fått offentlig tilskudd, men det har foregått kalking i forbindelse med Sagenvatnet,- vannkilden til et settefiskanlegg. Høsten 1995 ble det imidlertid startet opp kalking av innsjøer oppe i Tyssevassdraget.

BEHOV FOR KALKING I SAMNANGER

I Samnanger peker det seg ut to klare grupper kalkingsprosjekt,- først og fremst Tysseelven for å sikre laksen, men også innlandsvatn i de sure høyereliggende områdene. I det sure området i sør-øst mot Fusa og Kvam er følgende innsjøer aktuelle: Kikedalsvatnet (8), Kvanneviksvatnet (6), Øvre Botnavatnet (2) og Krokavatnet (1). I samtlige av disse innsjøene er aurebestandene tynne og er reduserte de siste årene. Innsjøene ble prøvofisket av Samnanger kommune ved Alv Arne Lyse høsten 1995.

I nordre del av kommunen er de eneste innsjøene med rapportert tapte fiskebestander, Øvre og Nedre Dukevatn (41). Her er det også periodevist sure forhold. Fiskebestandene i innsjøene i Sotabotn,- nedenfor Holmavatnet og ved Kvitingen, er i hovedsak preget av manglende vannføring på gyteområdene grunnet vannkraftregulering, og tilstanden skyldes derfor i mindre grad forsurening.

Også i innsjøene Fossvatnet (22) og Vetlavatnet (23) sør-vest i Samnanger er fiskebestandene gått tilbake, men siden disse ikke ligger i sure områder, må tilbakegangen her skyldes andre forhold som dårlige eller ødelagte gyteforhold.

NOEN OMRÅDER BØR IKKE KALKES

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

FORSLAG TIL PRIORITERING

I Samnanger vil kalking av Tysseelven naturlig ha høyeste prioritet, mens Kikedalsvatnet vil være høyest prioritert blant innsjøene grunnet størst brukerpotensiale (tabell 4.1).



TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Samnanger med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabilisert 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	Kalke t før	Surhe t status	Fiske status	Antatt bruk	DN- prioriter	Konflikt	Kost / nytte	TOTAL PRIOR.
Tysseelven	Nei	2	1	1	1	Nei	2	1
Kikedalsvatnet (8)	Nei	2	1	2	2	Ja 1)	5	4
Kvanneviksvatnet (6)	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	4	3
Ø. Botnavatnet (2)	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	4	3
Krokavatnet (1)	Nei	2	1	3	2	Ja 1)	3	2
Ø. Dukavatnet	Nei	2	2	4	2	Ja 2)	-	5
N. Dukavatnet (41)	Nei	2	2	4	2	Ja 2)	-	5

- 1) Renner ned i Frølandselva som er et verna vassdrag, Verneverdig område Samnanger 9-0. Det er imidlertid allerede gjort vurdering om at kalking ikke påvirker verneinteressene.
- 2) Renner ned i Fiskevatnet som er lokalitet i NIVAS 1000-sjøers undersøkelse i 1995. Renner dessuten ned i Kvittingsvatn som er referansevassdrag

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

Kalking av Tysseelven har høyest prioritet i Samnanger kommune. Høsten 1995 ble det startet opp en egen utredning for å utrede behov og muligheter for kalking av dette vassdraget, slik at nærmere vurdering av kalkingsstrategi for vassdraget ikke vil bli utført i den herværende planen.

For de øvrige innsjøene,- hvorav noen også ligger oppe i nedslagsfeltet til Frølandselven i Tyssevassdraget, vil en kombinert kalking av innsjøen og gytebekker sannsynligvis være nødvendig. I innsjøen kalkes en med finmalt hurtigopløsende kalk, mens gytebekkene kan kalkes med kalksteinsgrus. Helikopter kan benyttes til utlegging av begge typer kalk. I Kikedalsvatnet er vannutskiflingen så stor at det kun er mulig å kalke gytebekkene.

I tabell 4.2 er det foretatt grove kalkberegninger basert på anslag over innsjøvolum og tilrenning, med benyttet kalkdosering i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990). Ved eventuell iverksetting av kalking



må en derfor foreta nærmere og mer nøyaktige beregninger. Kalkbehovet er beregnet i tonn CaCO_3 basert på et behov på 2,9 gram $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet 1,0 gram $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$. Gjenkalkingsmengdene er fordelt på årlige mengder, slik at innsjøer som kalkes sjeldnere er ført opp med sin årlige andel av kalkingsmengden.

TABELL 4.2. Hydrologiske og morfologiske forhold knyttet til de aktuelle kalkingsobjektene. Areal og nedslagsfelt er hentet fra kartverkets M-711-serie i målestokk 1:50.000, gjennomsnittsdyp er målt av Alv Arne Lyse (1995), 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	Snittdy p meter	Volum mill. m^3	Nedslagsfel t km^2	Avrennin g l / s / km^2	Tilrenning mill. $\text{m}^3 / \text{år}$	Kalkbehov tonn
Frølands-(Tysse-)elv				92	97	284	825
Kikedalsvatnet (8)	0,03	2	0,06	4,3	90	12.2	35 / 35
Kvanneviksvatnet (6)	0,03	13	0,40	1,4	100	4.4	14 / 13
Ø. Botnavatnet (2)	0,02	30	0,60	1,0	100	3.2	11 / 10
Krokavatnet (1)	0,16	13	2,08	1,5	100	4.7	20 / 16

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.
- 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 sjøsaltnrikt 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., 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.
- KAMBESTAD, A. & G.H.JOHNSEN 1990. Tilstandsbeskrivelse for Eikedalsvassdraget, Kvam og Samnanger i Hordaland. Rådgivende Biologer as. rapport 38, 54 sider.
- 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.
- LYSE, A.A. 1995. Kalking av Eikedalsvassdraget; prøvefiske, dybdemålinger mm.
- 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.
- NORDLAND, J. 1983. Ferskvassfiskeresursane i Hordaland. A.s. Centraltrykkeriet Bergen. 272 sider.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992. Miljørelaterede 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.
- TOFT, S. 1993. Innlandsfiskeprosjektet 1993. Innlandsfiskebestandar / forsuringmålinger i Samnanger kommune. 34 sider
- VASSHAUG, Ø. & H. GRØNDAHL 1990. Overvåking av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Hordaland fylke i 1989. Fylkesmannen i Hordaland, rapport nr. 3/90. 80 sider.
- WRIGHT, R.F. 1994 Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

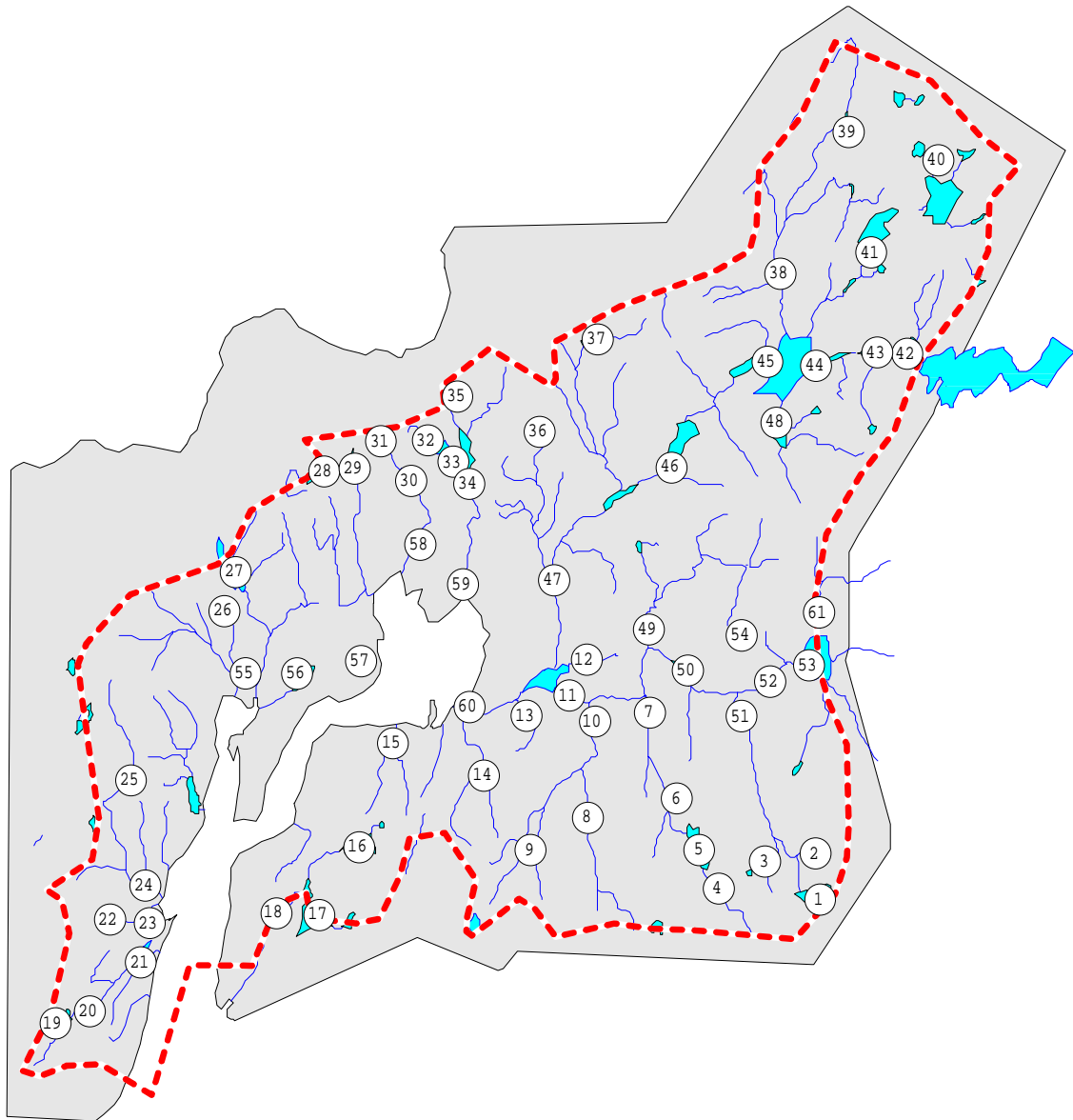
VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Samnanger kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. * = prøvene er tatt 28. mai. ** = prøvene er tatt i perioden 7. - 12. juli Tabellen fortsetter.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	ca 11/9-94		29.4 - 1.5-95	
				pH	LED	pH	LED
1	Krokavatnet **	930	LM 298 930	5,30	1	5,56	1
2	Øvre Botnavatnet **	847	LM 300 943	5,43	2	5,48	2
3	Nedre Botnavatnet **	765	LM 295 939	5,37	2	5,48	1
4	Bessavatnet **	845	LM 277 934	5,61	2	5,9	1
5	Holmavatnet **	794	LM 268 945	5,55	2	5,78	6
6	Kvanneviksvatnet **	635	LM 265 954	5,51	2	5,83	3
7	Kvannevikselva v/Dahl		LM 259 979	5,72	1	5,62	5
8	Kikedalsvatnet **	458	LM 244 952	5,51	1	5,98	1
9	Spongatjødn **	547	LM 228 942	5,41	1	5,76	1
10	Jarlandselva /Jarl		LM 245 975	5,78	1	5,74	9
11	Frølandselva		LM 242 979	6,06	1	6,01	10
12	Kanalen		LM 240 988	5,67	2	5,77	8
13	Tysseelva		LM 222 977	5,85	1	5,98	7
14	Smådalstjødna 4/6-95	307	LM 218 963	5,81	2	5,75	2
15	Sætrejødna v/bomveg	170	LM 196 965	5,74	2	6,28	8
16	Stemmevatnet	360	LM 181 942	6,06	3	??	7
17	Sævellavatnet	185	LM 173 930	6,50	2	6,42	11
18	Botnavatnet v/Sævell	130	LM 166 925	6,59	2	6,63	7
19	Botnavatnet v/Rolv. **	215	LM 115 898	5,85	2	6,12	2
20	Langavatnet **	190	LM 118 899	5,70	2	5,98	3
21	Rolvsvågsvatnet *	38	LM 135 915	6,12	2	6,39	6
22	Fossavatnet **	297	LM 124 922	6,36	3	6,39	2
23	Veslavatnet *	25	LM 134 925	6,62	2	6,57	7
24	Sandelva **		LM 132 931	6,33	2	6,23	1
25	Brekkevatnet **	348	LM 126 956	5,93	1	6,15	1
26	Mosatjødn *	250	LN 155 000	5,48	3	5,90	8
27	Langavatnet v/ Gullbotn	238	LN 159 005	6,64	2	7,19	20
28	Holmavatnet **	549	LN 173 035			6,7	3
29	Raudvatnet **	525	LN 186 035	6,60	2	6,68	2
30	Lomsvatnet **	460	LN 191 040	6,53	2	6,8	2



VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Samnanger kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. * = prøvene er tatt 28. mai. ** = prøvene er tatt i perioden 7. - 12. juli.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	ca 11/9-94		MAI -95	
				pH	LED	pH	LED
31	Krokavatnet **	486	LN 193 046	6,77	1	6,87	2
32	Bjørkerindtjødn **	432	LN 200 048	6,63	2	6,78	2
33	Tronevatnet *	365	LN 209 041	6,64	2	6,25	9
34	Fitjavatnet *	365	LN 215 031	6,26	2	6,12	6
35	Futavatnet **	426	LN 209 054	6,24	2	6,52	1
36	Øyskredvatnet **	609	LN 226 055	5,64	1	6,13	2
37	Rossatjørn **	690	LN 243 068	5,59	2	5,87	1
38	Klungerdalsvatnet *	432	LN 292 086	6,07	1	6,28	6
39	Tjørndalsvatnet (nedre) **	821	LN 309 128	5,74	1	6,02	3
40	Nedre Gulltjødn **	870	LN 331 13?	5,40	1	5,76	1
41	Nedre Dukavatnet **	799	LN 315 091	5,57	2	5,95	1
42	Fagerdalsvatnet **	560	LN 326 067	5,80	1	6,06	1
43	Øvre Sotabottsvatnet **	483	LN 319 067	5,56	1	5,93	1
44	Nedre Sotabottsvatnet **	446	LN 303 064	5,42	1	5,9	1
45	Kvittingsvatnet *	368	LN 289 065	5,65	2	6,08	4
46	Grøndalsvatnet	198	LN 265 036	5,51	2	6,21	9
47	Storelva v/Langel.		LN 236 005	6,64	3	6,73	9
48	Kvannaldalsvatnet *	419	LN 292 051	5,95	1	5,86	5
49	Børdalselva		LM 260 994	6,28	2	6,36	8
50	Rosshotnen (Loni)	217	LM 264 988	6,00	1	6,22	12
51	Stutabottselva *		LM 282 979	5,50	1	5,63	7
52	Eikjedalselva *		LM 288 982	6,25	1	6,22	7
53	Eikjedalvatnet	384	LM 299 987	6,14	1	6,11	10
54	Sætratjødna **	700	LN 286 000	5,67	1	5,92	1
55	Storelva v/Stolpane		LM 163 993	7,03	2	6,66	7
56	Skardsvatnet	86	LM 170 982	6,52	4	6,72	10
57	Kvernesvatnet	45	LM 186 986	6,65	4	6,86	11
58	Nordvikavatnet	17	LN 200 018	6,51	3	6,73	10
59	Aldalselva		LN 213 008	6,50	2	6,48	10
60	Smådalselva		LM 213 975	6,38	2	6,37	8



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Samnanger 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. **Arter:** Å=ål, S=stingsild, RB= regnbueørret. **Gyte:** gytemuligheter for aure: G=gode, B=brukbare, D= dårlige, I=ingen, U=ukjent. **Fiske:** Antall personer som fisker i innsjøen årlig, U= ukjent. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=Innsamlet av Rådgivende biologer i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2= Sveinung Toft (1993).

3=Norsk Institutt for Naturforskning samlet inn i 1989, 4=Alv Arne Lyse (1995). Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (vedleggstabell 1). Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
18	Botnavatnet	LN 167 927	1	2			U	U		1	3
	Botnavatnet	LN 330 930	2	3			B	U		1	1,3
19	Botnavatnet	LM 115	1	3			B	U		2	2
25	Brekkedalsvatnet	LM120 945	1	1			G	U		1,2	2,3
41	Nedre Dukevatn	LN 315 095	3	4			U	U		1	3
	Øvre Dukevatn	LN 333 105	1	2			G	U	Å	1	3
52	Eikjedalsvatnet	LM 299	1	2			G	U	Å	1,2	2,3
	Fiskavatnet	LN 250 030	1	2			G	U		1	3
34	Fitjavatnet	LN 215 031	1	1			G	U	RB?	1	1,3
22	Fossatjødn	LN 124 922	2-3	3			U	U		1	1
	Frølandsvatn	LM 229	1	3			G	U		1	1
46	Grønndalsvatn	LN 265 036	1	2			B	30		1	1,3
40	Gulltjødn, Nedre	LN331 113	5	5			D	U		2	2
	Gulltjødn, Øvre	LN 328 118	5	5			D	U		2	2
28	Holmavatnet	LN 173 035	1	1			B	U		1,2	2,3
5	Holmavatnet	LM 268	2	3			B	U		1,2	1,2,4
	Høysætertjødn	LN 252 021	1	2			B	U		1,2	2,3
8	Kikedalsvatnet	LM 244	2	3			G	U		1,2	1,2,4
	Kleivatnet	LN 281 060	1	3			B	20	RB?	1	1,3
1	Krokavatnet	LM 300	3	4			D	U		1,2	3,4
48	Kvanndalsvatnet	LN 292 051	1	1			G	10	RB?	1,2,3	1,2,3
6	Kvanneviksvatnet	LM 265	2	3			G	U		1	1
57	Kvernesvatnet	LM 186	1	2			G	U	Å	1,2	2,3



VEDLEGGSTABELL 2. forts.: Status for ferskvannsfiskeressursene i Samnanger 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:** gytemuligheter for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U=ukjent. **Fiske:** Antall personer som fisker i innsjøen årlig, U=ukjent. **Arter:** Å=ål, S=stingsild, RB= regnbueørret. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=Innsamlet av Rådgivende biologer i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=Sveinung Toft (1993), 3=Samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
45	Kvitingvatnet	LN 295 060	2	2			D/I	U		1	3
27	Langavatnet (Gullb.)	LN 159 005	1	2			B	U		1,2	2,3
20	Langavatnet	LM 118	1	5			G	U		2	2
30	Lomsvatnet	LM 191	1	2			B	U		1,2	2,3
	Lonane	LN 320 102	1	2			D	U	Å	1	3
	Nordbøvatnet	LM 158	1	2			G	U		1	1,3
58	Nordvikvatnet	LN 202 016	1	2			G	U	Å	1	3
29	Raudvatnet	LM 186	1	1			B	U		1,2	2,3
21	Rolvsvågvatnet	LM 135	1	1			U	U	Å	1,2	1,2
37	Røssetjødn	LM 242	2	3			B	U		1,2	2,3
	Sagavatnet	LM 147	1	2			B	U		1	1,3
56	Skardsvatnet	LM 170	1	1			G	U		1,2	2,3
14	Smådalstjønn	LM 218	1	2			D	U	Å	1	3
44	Sotabotnvatn	LN 305 065	1	2			B	U	Å	1	3
43	Ø. Sotabotnvatn	LN 320 067	3	4			U	U		1	3
16	Stemmevatnet	LM 181	1	2			B	U		1,2	2,3
	Stussvatnet	LM 185	1	2			B	U		1	3
17	Sævellavatnet	LN 173 930	1	2			G	U		1,2	2,3
23	Veslavatnet	LM 134	2	3			D	U		1	3