

Kalkingsplan for Modalen kommune 1995



Annie Elisabeth Bjørklund
Geir Helge Johnsen
&
Steinar Kålås

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 202, mai 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Modalen kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Modalen kommune, ved kultur- og miljøkonsulentene Kristin Nåmdal og Wenche Winther
5170 Modalen.

OPPDRAGET GITT:

November 1994

ARBEIDET UTFØRT:

1994 - 1995

RAPPORT DATO:

23.mai 1996

RAPPORT NR:

202

ANTALL SIDER:

33

ISBN NR:

ISBN 82-7658-106-4

RAPPORT SAMMENDRAG:

Nesten hele Modalen kommune er moderat forsuret, med til dels store variasjoner i surhet i vassdragene gjennom året. Det er mange fiskebestander i kommunen som er truet av de marginale vannkvalitetene. I denne planen er det derfor foreslått kalkingstiltak i forbindelse med fem innsjøer i nærheten av Mo og i fjellområdet øst for Steinslandsvatnet. Fullkalking av disse innsjøene er imidlertid bare unntaksvis mulig fordi vannutskiftingen er for stor. Kalking av gyteelver med utlegging av kalksteinsgrus er derfor foreslått som alternativ. Også Moelven er så sur at en må forvente skader på de anadrome bestandene av fisk, og det er derfor utarbeidet forslag til et enklere kalkingsopplegg for denne elven.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Modalen 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 Modalen 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 Modalen kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Modalen 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 Modalen kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Modalen. 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 kultur og miljøvernkonsulentene Kristin Nåmdal og Wenche Winther i Modalen, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Modalen kommune besørget organisering og lokal innsamling av 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 miljøvernavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av samtlige av de 29 foreliggende kommunale kalkingsplanene.

Følgende personer har samlet inn vannprøver:

Wenche Winther, Kjell Langeland, Audun Eidsnes.

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

Audun Eidsnes, Trygve Steinsland, Asbjørn Steinsland, Hallgeir Neset, Karl Farestveit, Oddvar Eikefet, Reidar Nåmdal, Øystein Nygård, Eirik Aadland, Harald Nøttveit, Bjarne Steinsland.

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 kultur og miljøvernkonsulentene Kristin Nåmdal og Wenche Winther.

Rådgivende Biologer as. takker Modalen kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 20.november 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 Modalen i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsurede områder	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	21
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	22
Status for innlandsfiskebestander	22
Status for anadrome bestander	23
Vurdering av forsurede bestander	24
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	24
KALKINGSPLANLEGGING FOR MODALEN	25
Behov for kalking i Modalen kommune	25
Forslag til prioritering	25
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	26
Hvor bør en overvåke	28
LITTERATURREFERANSER	29
VEDLEGGSTABELLER	30
Surhetsdata for Modalen 1995	30
Kart over prøvetakingspunktene	31
Status for fiskebestandene	32



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Modalen kommune i 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Modalen i 1995	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i Modalsvassdraget	17
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Modalen i 1995	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Steinavatnet og Krossvatnet	22
FIGUR 3.2: Fangst av fisk i Moelvi 1969-1994	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk i Moelvi 1884-1994	23

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	18
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen	18
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995	21
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter	26
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold	28



SAMMENDRAG

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

NATURGRUNNLAGET

Granitt og gneiss, som er dominerende berggrunn i Modalen kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Områdene øst for Skjerjvatnet, der berggrunnen domineres av fyllitt, vil imidlertid ha en god tålegrense mot sure tilførsler ettersom berggrunnen der forvitrer raskere og har et høyt innhold av basekationer. I de nedre deler av Modalsvassdraget er naturgrunnet godt med hensyn på forsuring på grunn av løsmasseavsetningene. Vannkvaliteten i vassdraget vil likevel være dårligere enn naturgrunnet skulle tilsi, fordi vannmassene domineres av tilrenning fra høytliggende områder.

SURHET

Nesten hele Modalen kommune er moderat forsuret med til dels store variasjoner i pH gjennom året. Den nordøstre delen av kommunen, området rundt Skjerjvatnet og opp mot Stølsvatnet, er imidlertid lite forsuret. I dette området er berggrunnen dominert av kalkrik og lettvittrelig fyllitt som gjør at vannkvaliteten der er stabilt god hele året. Det er ingen områder i kommunen som synes å være så sterkt forsuret at vannkvaliteten er stabilt sur hele året.

Moelvi er blant de sureste vassdragene i Hordaland der en fremdeles har anadrom fisk, og den syrenøytraliserende kapasiteten er så lav at en kan forvente en reduksjon både i fiskebestander og bunndyrsamfunn i vassdraget. Surhetsnivået er relativt stabilt, men det er også observert perioder med pH-verdier rundt 5.0 i vassdraget.

FISK

Det foreligger informasjon vedrørende fiskestatus fra 31 av innsjøene i kommunen. Syv av innsjøene har en tett eller god bestand av aure, ti har en tynn bestand av aure og ti innsjøer har ingen aurebestand. Tilstanden er ukjent i en innsjø mens det trolig ikke har vært noen aurebestand i tre av disse innsjøene. Tettheten av aure er uendret i fem innsjøer, den har økt i fire, gått ned i åtte mens ni bestander er tapt. Røye finnes i Skjerjvatnet etter utsettinger i 1957/58. Denne bestanden er tett.

FISKE

Det er ikke organisert fiskekortsalg for noen innsjøer i Modalen, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de aller fleste innsjøene. Sportsfiske har lite omfang i innsjøer i Modalen, men i mange innsjøer er det et fåtall personer som fisker årlig.



KALKING

Det er ikke tidligere foretatt vassdragskalking i Modalen kommune. I denne planen er det foreslått at en vurderer en begrenset kalking av Moelvi, der minimums-pH- settes til 5.7 og en konsentrerer seg om å sikre vannkvaliteten i hvertfall på vinteren og våren. Dette vil kunne gi en betydelig kostnadsreduksjon i forhold til en omfattende fullkalking av vassdraget, men samtidig vil en måtte avskrive laks og konsentrere oppmerksomheten mot å redde sjøauren i vassdraget.

Det er også plukket ut fem aktuelle innsjøer for kalking. Det gjelder Øvstadvatnet ved Mo, og innsjøene Steinavatnet, Øvre Norddalsvatnet, Dalavatnet og Kvanngrovvatnet i fjellområdet øst for Steinslandsvatnet. For samtlige av disse innsjøene gjelder det forhold at vannutskiftingen er så stor at kalking av innsjøene vil ha høyst begrenset varighet. Kun i Kvanngrovvatnet og Øvre Norddalsvatnet er det egentlig mulig deponere kalk slik at det virker både i selve innsjøen og de nedenforliggende vassdragsdelene.

Som et alternativ til fullkalking av de nevnte fem innsjøene, er det foreslått at en heller foretar utlegging av kalksteinsgrus i gyte- og oppvekstbekkene til disse innsjøene, slik at rekrutteringen til fiskebestandene sikres. I disse områdene der avrenningen er såpass stor og innsjøene relativt små, kan dette være eneste mulighet for å sikre vannkvalitet der denne i dag er marginal.



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) **Naturgrunnet**, - 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.

NATURGRUNNET I MODALEN

Berggrunnen i Modalen kommune domineres hovedsaklig av granitter og gneisser. Et lite område langs østsiden av Skjerjavatnet domineres imidlertid av fylitt, mens nordlige deler av Åsebotn og vest for Store Norddalsvatnet har en berggrunn som domineres av kvartsitt. Berggrunnen i kommunen er hovedsaklig lite dekket av løsmasseavsetninger. Imidlertid er det store breelavsetninger i lavtliggende områder, særlig langs de nedre deler av Modalsvassdraget. Dette har gitt grunnlag for noe jordbruksdrift i disse områdene.

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



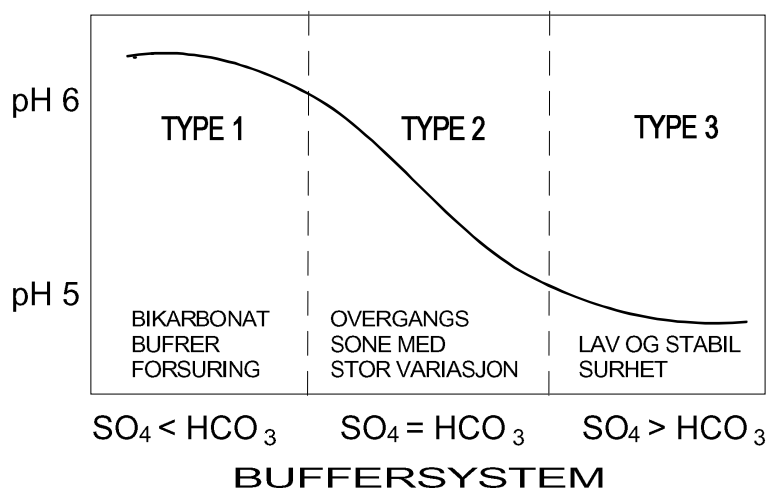
jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som endrer mengden og sammensetningen av ioner i avrenningsvannet. De viktigste ionene i denne sammenheng er basekationene kalsium, magnesium, kalium og natrium. Et nedslagsfelt med en berggrunn som forvitrer 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.

Granitt og gneiss, som er dominerende berggrunn i Modalen kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Områdene øst for Skjerjavatnet, der berggrunnen domineres av fylitt, vil imidlertid ha en god tålegrense mot sure tilførsler ettersom berggrunnen der forvitrer raskere og har et høyt innhold av basekationer. I de nedre deler av Modalsvassdraget er naturgrunnlaget godt med hensyn på forsuring på grunn av løsmasseavsetningene. Vannkvaliteten i vassdraget vil likevel være dårligere enn naturgrunnlaget skulle tilsi, fordi vannmassene domineres av tilrenning fra høytliggende områder.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Modalen, 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 Modalen er meget store i hele kommunen. Årlig middelavrenning varierer fra 80 liter pr. sekund pr. km² i de lavereliggende deler ved Mo til 120 liter pr. sekund pr. km² i de høyereliggende deler i kommunen (NVE 1987). Våtavsetningen av forsurende stoffer er derfor av de største i Hordaland, samtidig som kommunen har en meget lav tålegrense mot sure tilførsler.

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.

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

I perioder med spesielt kraftig vind kan også store mengder sjøsaltpåvirket nedbør 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).

Modalen kommune ligger mindre utsatt til for nedbør sjøsaltepisoder. I de deler av Modalen der vannkvaliteten allerede er markert påvirket av sur nedbør, vil en ved særlig kraftige sjøsaltepisoder også kunne oppleve 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 forsuring øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere.

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

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

ALUMINIUM I BLANDSONER

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

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

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



TÅLEGRENSENER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

Det er utarbeidet tålegrenser for mange ferskvannslevende organismer,- både for mange fiskearter og for evertebrater av forskjellig slag. Disse tålegrensene er basert på vannkvalitet, der 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.

$ANC = \text{basekationer} - \text{sterke syrers anioner} = (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}) - (Cl^{-} + SO_4^{2-} + NO_3^{-})$
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 sjøsalttilførsler 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 forsurende stoffer, slik at kalking av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er innsjøgytende, og røye yngelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøtepisoder som ørret yngelen.

De vannkjemiske målingene som danner grunnlaget for beregning av ANC, gir også grunnlag for utarbeidelse av naturens tålegrenser for tilførsler av forsurende stoffer (Henriksen mfl. 1992). Denne tålegrensen avhenger av området evne til å "produsere" basekationer som kan motvirke de sure tilførslene. På grunnlag av kjennskap til dagens tilførsler av forsurende stoffer, kan en dermed beregne hvorvidt tålegrensene for slike tilførsler i dag er overskredet. Med framtidige utslippsreduksjoner og dermed reduksjon i sure tilførsler, kan en også beregne hvor store reduksjoner i overskridelsene dette da vil føre til. Tålegrensekart og slike overskridelseskart for Hordaland er seinest presentert i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland" (Kambestad mfl. 1995).



KALKING OG KALKINGSKRITERIER

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

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

MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

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

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

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

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



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

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

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

KOST / NYTTE - VURDERING

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

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

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

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

FORBEDRING I FRAMTIDEN ?

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

Statistiske 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 teoretiske 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

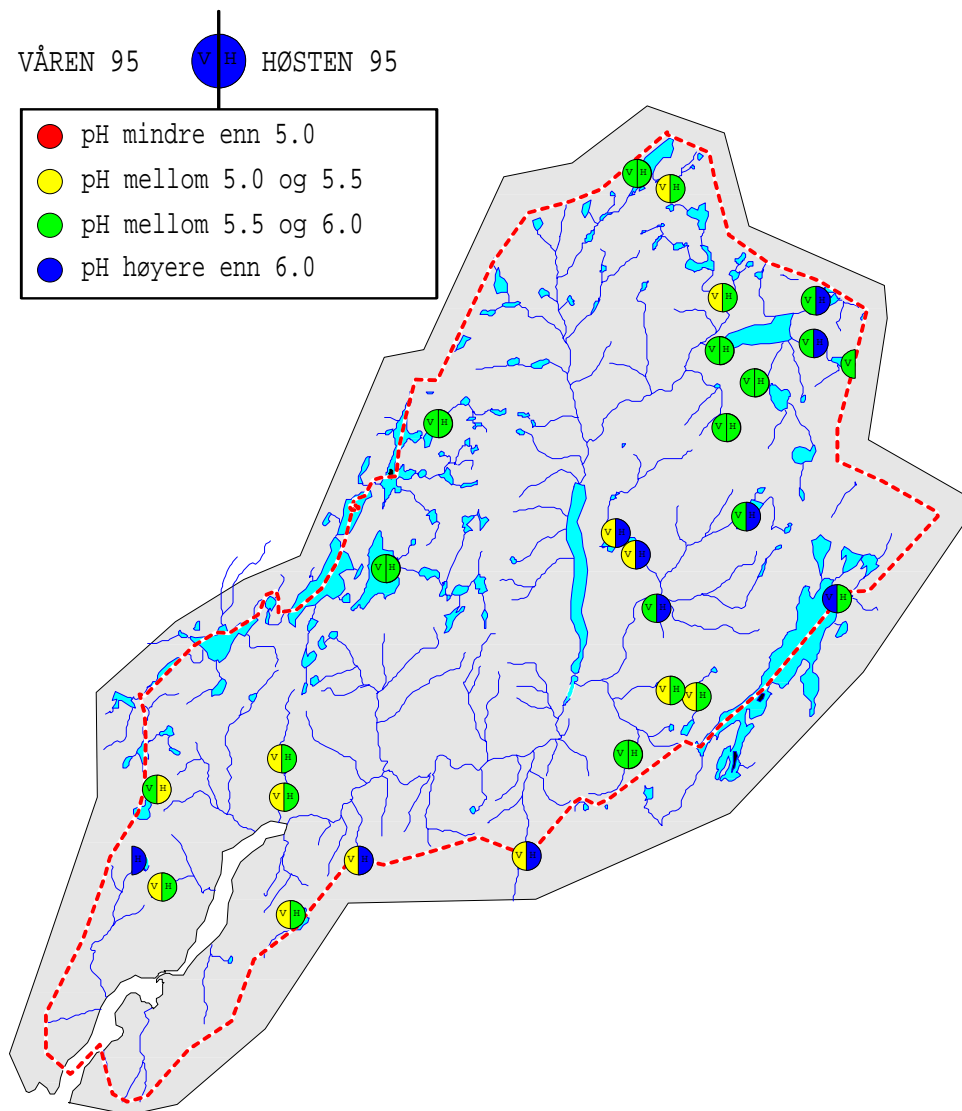
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging,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

I størstedelen av Modalen kommune var vassdragene moderat sure ved prøvetakingene våren og høsten 1995, med pH rundt 5,5 (figur 2.1). Surhetsnivået var relativt likt i hele kommunen, bare et område i øst mellom Skjerjevatnet og Stølsvatnet var mindre surt med pH rundt 6,0.

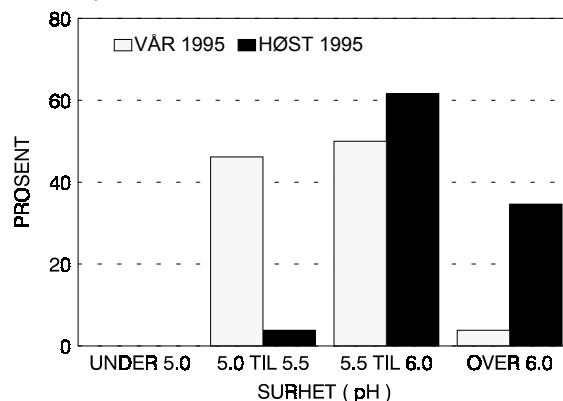


FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Modalen kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 26 prøver våren og høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av kultur og miljøvernkonsulent Wenche Winther.



Vassdragene i Modalen var klart surere ved prøvetakingen på våren enn på høsten i 1995 (figur 2.2). Nesten halvparten av lokalitetene hadde pH under 5,5 på våren, mens bare 3 % hadde så lav pH på høsten. Det var ingen innsjøer som var sterkt sure med pH under 5,0, men 24 % hadde meget gode forhold med pH rundt 6,0 ved begge prøvetakingene (vedleggstabell 1).

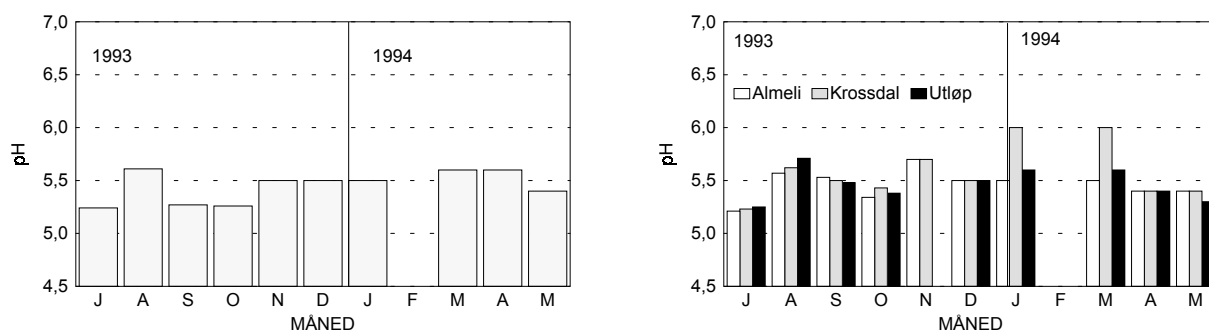
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 26 innsjøene i Modalen som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).



VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

Det finnes ingen målinger som viser årsvariasjonen i surhet på enkeltsteder i Modalen, bortsett fra den nedre delen av Steinslandsvassdraget (figur 2.3). Moelven har også inngått i SFTs prosjekt for overvåking av vassdrag med hensyn på langtransporterte forurensinger siden 1980. Den sureste perioden i vassdragene finner vi i snøsmeltingsperioden på våren og forsommeren, mens de beste periodene vil være på seinsommeren og vinteren. Hvor stor variasjonen er gjennom året, vil imidlertid variere i de ulike delen av kommunen.

I den nedre delen av Steinslandsvassdraget er forholdene relativt stabilt sure, med målte pH-verdier mellom 5,2 og 5,6 i Steinslandsvatnet og noe større variasjon i Moelvi. Årsaken til de relativt stabile forholdene der er at en stor innsjø som Steinslandsvatnet virker stabiliserende på vannkvaliteten. Ettersom vannet i Moelvi domineres av vannet fra Steinslandsvatnet, vil vannkvaliteten i Moelvi også bli relativt stabil.



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i den nedre delen av Modalsvassdraget; Steinslandsvatnet (til venstre) og Moelvi (til høyre). Målingene er utført av Rådgivende Biologer (Bjørklund og Johnsen 1994).

Målingene fra 1995 viser imidlertid at surheten varierer mer i andre vassdrag i kommunen (tabell 2.2 og vedleggstabell 1.1). Surheten i de fleste vassdragene i kommunen varierer fordi det er noe bufferkapasitet igjen i området. I perioder med store sure tilførsler vil imidlertid ikke dette være nok, og i perioder vinterstid kan surhetsnivået komme så lavt at forholdene kan bli marginale for fisk.



OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Nesten hele Modalen kommune er moderat sur (figur 2.4). I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler eller sjøsaltepisoder vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk. Den nordøstre delen av kommunen, området rundt Skjerjavatnet og opp mot Stølsvatnet, er imidlertid lite surt. I dette området er berggrunnen dominert av kalkrik og lettvittrerlig fyllitt som gjør at vannkvaliteten der er stabilt god hele året. Det er ingen områder i kommunene som er så sterkt surt at vannkvaliteten er stabilt sur hele året.

Av kommunens totalareal er det bare omtrent 10 % som ikke er preget av forsuring, mens i resten av kommunen er vassdragene og innsjøene moderat sure. Det er ikke påvist noen områder som er sterkt surt med stabilt sure forhold hele året (tabell 2.1).

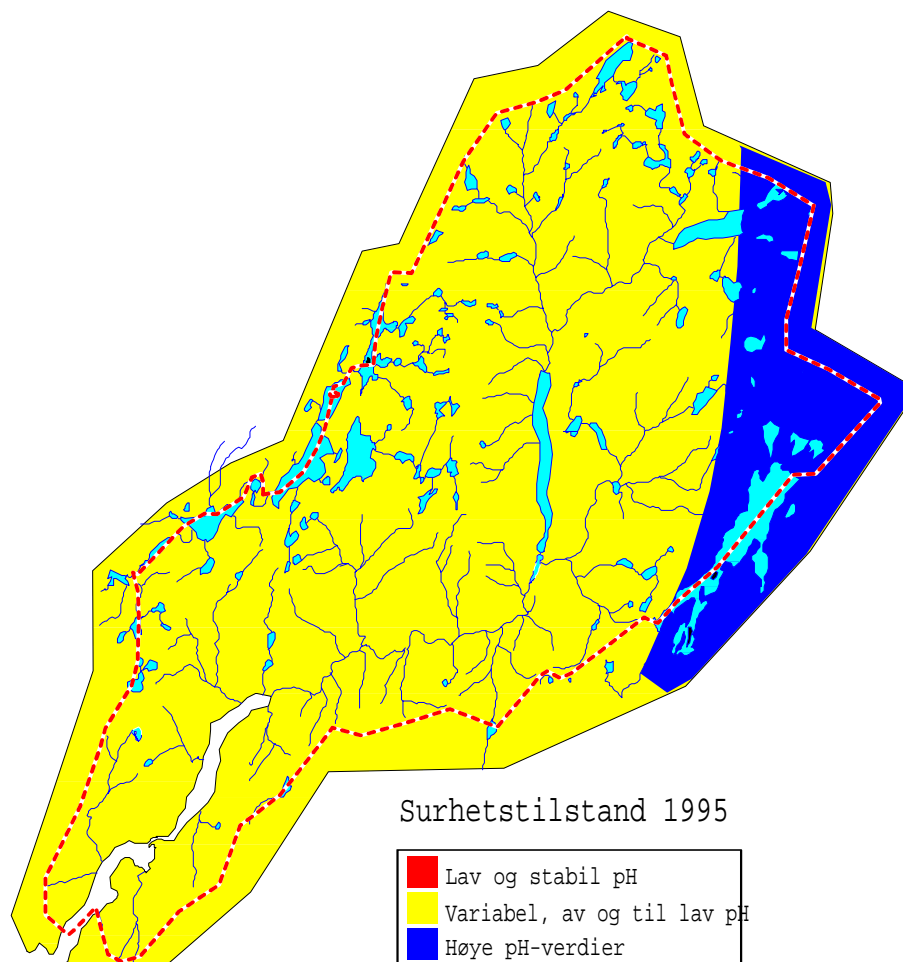
TABELL 2.1: Arealfordelingen av sure områder i Modalen,- basert på kartet i figur 2.4.

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
385 km ²	39 km ²	346 km ²	0 km ²

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

TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Modalen 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: 346 km ²	90	5,3	2,9	2.850



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Modalen kommune i 1994 -1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1) og de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger, samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen.



ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium er undersøkt i Skjerjvatnet (øst) som ligger i området som er lite surt, altså i området med stabilt god pH gjennom året. Innholdet av både reaktivt og labilt aluminium synes å være meget lavt i dette området (tabell 2.3).

I området som er moderat surt derimot var innholdet av både reaktivt og labilt aluminium adskillig høyere (tabell 2.3). Spesielt i de sure periodene på våren var innholdet av labilt aluminium høyt. 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. Høyest konsentrasjon av aluminium ble målt i Budalselva som var den sureste av de undersøkte lokalitetene. Der ble det målt hele 188 : g labilt aluminium våren 1995.

*TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i vannprøver fra Modalen kommune. Prøvene fra Skjerjvatnet og Svartavatnet er tatt av miljøvernleder Wenche Winther i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Prøvene fra Modalsvassdraget er fra NIVA (upubl.). Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten. * = Fargetall (mg Pt/l).*

PRØVETAKINGSSTED	Dato	Surhet pH	TOC mg C/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Skjerjvatnet (39)	23.7.95	6,29	5 *	10	< 10	< 10
Svartavatnet (21)	5.6.95	5,02	11*	70	30	40
Moelvi v/Mo	22.11.94	5,42	0,79	55	39	16
	4.5.95	5,29	0,72	70	25	45
	19.5.95	5,68	0,65	50	25	25
	29.5.95	5,39	0,61	67	23	44
Moelvi v/Krossdal	10.11.94	5,89	1,1	41	25	16
	22.11.94	5,4	0,83	58	39	19
	4.5.95	5,39	0,78	61	25	36
	19.5.95	5,68	0,66	46	11	35
	29.5.95	5,41	1,1	69	42	27
Budalselvi v/Heimalii	5.6.95	5,44	1,1	58	40	18
	10.11.94	5,52	0,8	46	20	26
	22.11.94	5,08	0,43	92	21	71
	4.5.95	4,9	0,48	202	14	188
	19.5.95	5,14	0,42	106	11	95
Krossdalselvi v/Øvrehelland	29.5.95	5,24	0,76	77	21	56
	10.11.94	5,77	1,8	63	51	12
	22.11.94	5,46	1,4	74	58	16
	4.5.95	5,36	1,2	78	43	35
	19.5.95	5,61	1,3	60	44	16
	29.5.95	5,5	1,1	67	45	22
	5.6.95	5,52	1,2	55	40	15



SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) var god i Skjerjvatnet, altså i området som er lite surt. I området som er moderat surt var ANC periodevis dårlig i samtlige undersøkte lokaliteter (tabell 2.4). Forholdene for fisk er trolig relativt gode i området rundt Skjerjvatnet, men i resten av kommunene er det perioder der forholdene for fisk er kritiske. Generelt antas at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20, mens fisken får store problemer når den er rundt 0 eller lavere. Imidlertid var alkaliteten relativt lav i samtlige vassdrag (tabell 2.4), og viser at vassdragene er følsomme for ytterligere forsuring i periodene med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning. Minst følsom er Skjerjvatnet som hadde den høyeste alkaliteten. Lavest alkalitet ble målt i Budalselvi.

TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Modalen kommune. Prøvene fra Skjerjvatnet og Svartavatnet er samlet inn av miljøvernleder Wenche Winther i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Prøvene fra Modalsvassdraget er fra NIVA (upubl.). Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

Sted	Dato	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
Skjerjvatnet(39)	23.7.95	0,04	1,6	0,12	0,14	1,21	1,5	2,18	128	49
Svartavatnet(21)	5.6.95	< 0,02	0,16	0,13	0,27	1,5	2,2	0,72	100	6
Moelvi v/Mo	22.11.94	0,029	0,33	0,22	0,17	1,78	3	1,2	106	-1,3
	4.5.95	0,033	0,46	0,29	0,21	2,07	3,7	1,5	230	-10,3
	19.5.95	0,036	0,57	0,29	0,26	1,94	3,6	1,5	205	-4,6
	29.5.95	0,034	0,4	0,25	0,21	1,79	3,1	1,3	180	-4
Moelvi v/Krossdal	10.11.94	0,036	0,51	0,32	0,25	2,17	1,8	1,2	140	66,5
	22.11.94	0,029	0,32	0,19	0,19	1,57	2,5	1,2	106	1,3
	4.5.95	0,034	0,47	0,27	0,22	1,94	3,4	1,4	190	-3,4
	19.5.95	0,038	0,55	0,29	0,25	2,05	3,6	1,5	200	-0,7
	29.5.95	0,034	0,25	0,17	0,14	1,36	2,2	1,1	100	-3,2
Budalselvi v/Heimalii	5.6.95	0,036	0,18	0,14	0,1	1,16	1,6	1	80	1,6
	10.11.94	0,029	0,31	0,16	0,13	1,56	1,7	1,6	190	4,7
	22.11.94	0,023	0,28	0,27	0,16	2,24	4,1	1,1	136	-11,1
	4.5.95	0,024	0,45	0,45	0,23	3,29	5,8	2	480	-31,9
	19.5.95	0,028	0,39	0,3	0,18	2,3	4,1	1,6	265	-19,7
Krossdalselvi v/Øvrehelland	29.5.95	0,031	0,22	0,2	0,16	1,66	2,8	1,2	195	-14,5
	10.11.94	0,039	0,53	0,19	0,21	1,56	2	1,7	64	18,6
	22.11.94	0,032	0,41	0,2	0,2	1,61	2,6	1,3	48	7,9
	4.5.95	0,034	0,53	0,32	0,27	2,39	4,6	1,7	144	-12,4
	19.5.95	0,037	0,45	0,23	0,2	1,86	3,1	1,5	79	2,7
	29.5.95	0,035	0,3	0,17	0,16	1,37	2,3	1,1	83	-1,4
	5.6.95	0,036	0,26	0,15	0,13	1,22	1,9	1	66	2,3



3: Biologisk tilstand i Modalen i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Modalen kommune har 66 innsjøer større enn 50 da med totalt areal på 19,1 km². Det finnes også mange mindre innsjøer og det totale ferskvannsarealet er omlag 25 km² (Nordland 1983). Fiskestatusen i 31 innsjøer i Modalen er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1995 (vedleggstabell 2).

Fra innsjøene er det rapportert om aure og røye, men stingsild og ål finnes også i nedre deler av kommunen (Lura & Kålås 1994). I følge denne undersøkelsen har syv av innsjøene en tett eller god bestand av aure, ti har en tynn bestand av aure og ti innsjøer har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Aurestatusen er ukjent i en innsjø og tre innsjøer har trolig ikke hatt noen aurebestand. Tettheten av aure er uendret i fem innsjøer, den har økt i fire, gått ned i åtte mens ni bestander er tapt. I tre innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure. Røye finnes i Skjerjavatnet etter utsetninger i 1957/58. Denne bestanden er tett.

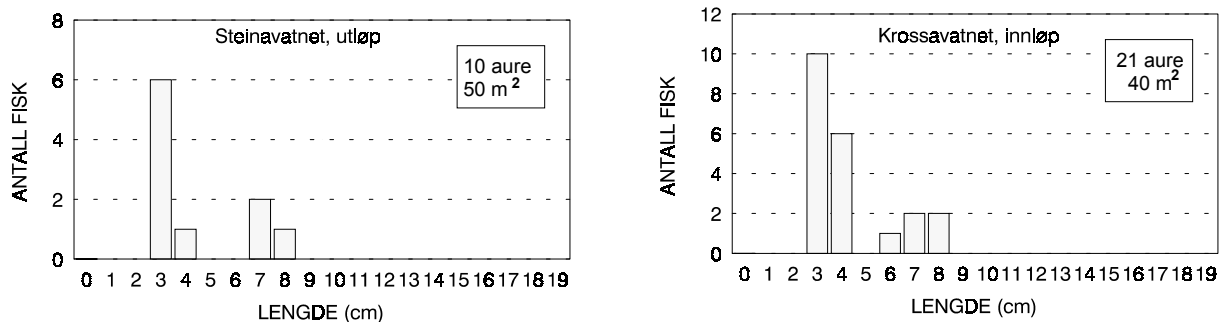
Det er gode eller brukbare gyteforhold for aure i omlag halvparten av innsjøene vi har opplysninger om og gytemuligheter mangler i tre innsjøer (vedleggstabell 2). Der gytemuligheter mangler skyldes dette vassdragsreguleringer til kraftformål.

Det er ikke organisert fiskekortsalg for noen innsjøer i Modalen, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de aller fleste innsjøene. Sportsfiske har lite omfang i innsjøer i Modalen, men i mange innsjøer er det et fåtall personer som fisker årlig (vedleggstabell 2).

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Modalen kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 25. august 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt:

- Svartavatnet innløp (UTM LN 373 569) og utløp (UTM LN 375 566)
- innløp til Steinavatnet fra Svartavatnet (UTM LN 376 566)
- tre innløp på østsiden av Steinavatnet (UTM LN 381 563)
- to innløp fra vestsiden av Steinavatnet (UTM LN 380 560)
- utløp fra Steinavatnet (UTM LN 384 555)
- Krossavatnet innløp (UTM LN 388 545) og utløp (UTM LN 385 545)
- utløpet fra nedre Nordalsvatnet (UTM LN 387 514)

I innløpet til Svartavatnet ble et område på 10 m² overfisket og i utløpet av Svartavatnet ble et område på 30 m² overfisket. Dette var nesten hele det tilgjengelige gyteområdet til innsjøen. Ingen fisk ble observert. Innløpet til Steinavatnet fra Svartavatnet renner for det meste på grunnfjellet og hadde dårlige gyteforhold for aure. Et område på 30 m² ble overfisket og to aure (på 36 og 95 mm) ble fanget.



FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Steinavatnet (UTM LM 384 55) og innløpet av Krossvatnet (UTM LM 388 545) 25/8-95. En fisk større enn 20 cm ble fanget i utløpet av Steinavatnet.

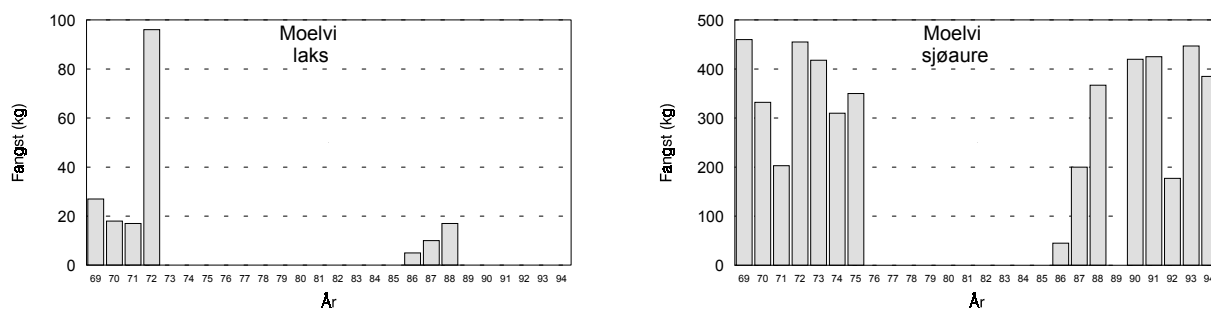


Steinavatnet har tre innløp fra øst og to fra vest som kan være egnet som gyte og oppvekst område for aure. Alle bekkene gikk gjennom myr, hadde sandbunn og var relativt dype. Gyteforholdene så ut til å være gode, men det ble ikke fanget fisk i noen av disse bekkene. Utløpet av Steinavatnet hadde en bunn bestående av større stein som var mosegrodd. Gyteforholdene var dårlige. Det ble likevel fanget en del fisk her av to ulike årsklasser (figur 3.1). Innløpet til Krossvatnet er en omlag 8 m bred elv som har store områder med gode gyte og oppvekstforhold for aure. Tettheten av aure var meget høy (figur 3.1). I utløpet av Krossvatnet var det knapt gyteforhold for aure og kun en aureunge ble fanget ved elektrofiske over et område på 30 m².

I utløpet av nedre Nordalsvatnet var gyteforholdene middels bra og et område på 40 m² ble overfisket. Ingen fisk ble fanget.

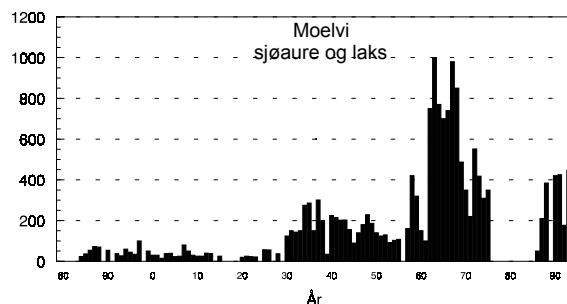
STATUS ANADROME BESTANDER

Moelvi er den eneste lakse- og sjøaureførende elven i Modalen. Elven er naturlig lakse- og sjøaureførende 6 km opp til Hellandsfossen, men det ble i 1985 bygget laksetrapp ved fossen. Elven har vært noe sur over lang tid og fangstene av laks har aldri vært høye. Fangststatistikken er mangelfull men årlig fangst av laks er trolig sjelden over 100 kg. Elva er nå en av de beste sjøaureelvene i Hordaland og etter hva en kan se på den foreliggende fangststatistikken har det ikke vært noe nedgang i fangstene de siste 25 år (figur 3.2). Totalfangstene av anadrom fisk var i følge fangststatistikken klart høyest på slutten av sekstitallet og en må anta at sjøaure dominerte i disse fangstene (figur 3.3).



FIGUR 3.2: Totalfangst av laks og aure i Moelvi for årene 1969 til 1994. Tallene er hentet fra den offisielle Norske laksestatistikken. For laks mangler data for årene 1976 til og med 1985 og fra 1989. Fra 1994 er fiske av laks ikke tillatt. For sjøaure mangler data for årene 1976 til og med 1985 og for 1989.

FIGUR 3.3: Totalfangst av sjøaure og laks i Moelvi fra 1884 til 1994. Tallene er hentet fra den offisielle Norske laksestatistikken. Data mangler for årene 1889, 1891, 1916-1919, 1927, 1929, 1956, 1976-1985 og 1989.





VURDERING AV FORSURINGSTRUETDE BESTANDER

Størstedelen av Modalen er moderat forsuret og i store deler av fjellområdene i kommunen er det meldt om reduserte eller tapte bestander av aure. I Steinavatnet ble det ved elektrofiske påvist at aure formerer seg i utløpet, men knapt andre steder. Dette viser at vannkvaliteten ligger på grensen av hva som er tålt for aure i denne innsjøen. I Krossvatnet som ligger nedenfor ble det funnet mye aureyngel. I begge disse innsjøene har bestandene vært tynne i mange år, men de har tatt seg opp de siste årene. Dette indikerer at det har vært en bedring i vannkvaliteten de siste årene, men tilstanden er ennå ikke bedre enn at aurebestandene er truet mange steder, spesielt i høyereliggende områder. I Svartavatnet som ligger ovenfor Steinavatnet ble det ikke funnet aureyngel og i utløpet av nedre Norddalsvatnet ble det heller ikke funnet aureyngel. Undersøkelsen gjenspeiler trolig situasjonen i de fleste innsjøene i kommunen. Unntaket er området rundt Skjerjavatnet på grensen mot Vaksdal der vannkvaliteten er god.

ANDRE FERSKVANNSSORGANISMER 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 Modalen

BEHOV FOR KALKINGS I MODALEN

I store deler av fjellområdene i kommunen er det meldt om reduserte eller tapte bestander av aure. Til tross for at det finnes indikasjoner på at det har vært en bedring i vannkvaliteten de siste årene, er aurebestandene likevel truet mange steder i høyereliggende områder. Unntaket er området rundt Skjerjavatnet på grensen mot Vaksdal der vannkvaliteten er god.

Innsjøer med tynne bestander i tilbakegang finner en i hovedsak i vest ved Mofjorden og i de østlige delene. I begge områdene er det også mange innsjøer med tapte bestander. I de vestlige områdene finner vi truede bestander i innsjøene Øvstavatnet (19), Nedstavatnet (18) og i Sætravatnet (42), mens bestanden er tapt i Heviktjørn (2) og i Hornfjellsvatnet (41). Situasjonen er også høyst usikker i Sætravatnet (42).

I de østre delene av kommunen er aurebestanden truet i følgende innsjøer: Dalvatnet (6), Kvanngrovatnet (10), Nedre Nordalsvatnet (8) og Storavatnet (1), mens bestandene regnes som tapt i følgende innsjøer: Gavlavatnet, Øvre Norddalsvatnet (7), Rinndalsvatnet (31), Øvre Skålbotsvatnet (34), Snaufjellsvatnet, Nedre Sødalsvatnet, Åsabo (32) og Øvre Åsabo (27).

Det er ingen pågående kalkingsprosjekt i Modalen kommune.

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 4.2 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

De anadrome bestandene av laksefisk i Moelvi er i utgangspunktet truet av forsurening, og kalking vil kunne være et av de aktuelle tiltak for å redde disse bestandene. I områdene nær kommunesenteret på Mo vil kalking av Øvstavatnet (19) også gi positiv virkning i den nedenforliggende Nedstavatnet (18). I fjellområdene i de østre delene av kommunen vil de truede bestandene i Dalvatnet (6), Kvanngrovatnet (10) og i Nedre Nordalsvatnet (8) kunne ha stor bruksmessig betydning for befolkningen i Modalen og på Nygård.

Det har også vært fremmet ønske om forbedring av vannkvalitetsforholdene i Steinavatnet (22). Her skal imidlertid fiskebestanden ha tatt seg litt opp de siste årene, slik at forholdene ikke er så marginale. Det er mulig at enklere tiltak som tilrettelegging av gyteforhold med utlegging av kalksteinsgrus vil kunne være tilstrekkelig i dette systemet, særlig fordi fullkalking av selve innsjø (eller det ovenforliggende Svartavatnet) vil kreve store kalkmengde.



TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Modalen med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabil surt (rødt område på kartet i figur 2.4), 2 =variabelt og periodevis 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.
Moelvi	Nei	2	1	2	1-2	Ja 1&2)	4	5
Øvstadvatnet (19)	Nei	2	1	3	2	JA 1)	2	2
N. Nordalsvatnet (8)	Nei	2	1	3	2	Ja 1&2)	3	4
Dalvatnet (6)	Nei	2	1	3	2	Ja 1&2)	2	3
Kvanngrovvatnet (10)	Nei	2	1	3	2	Ja 1&2)	2	3
Steinavatnet (22)	Nei	2	2	2	2	Ja 1&2)	2	1

1) Renner ut i Mofjorden, Verneverdig område Modalen 5-0

2) Renner ned i Moelva, SFTs overvåkingsprogram for langtransportert forurenset luft og nedbør.

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

MOELVI

Moelvi er blant de sureste vassdragene i Hordaland der en fremdeles har anadrom fisk, og den syrenøytraliserende kapasiteten er så lav at en kan forvente en reduksjon både i fiskebestander og bunndyrsamfunn i vassdraget. Surhetsnivået er relativt stabilt, men det er også observert perioder med pH-verdier rundt 5.0 i vassdraget.

Moelvi inngår i det nasjonale overvåkings-program for sur nedbør, og det er ikke observert noen forverring i surhetstilstanden de siste 15 årene. Årsgjennomsnittlig pH har ligget relativt stabilt rundt 5,4 i månedlige prøver fra 1980, men med en svak nedgang i 1989-90, noe som skyldtes de spesielle værforholdene i disse årene. På tross av reduksjonen i forsuren tilførsler vil en ikke anta at surhetsnivået i vassdraget bedrer seg særlig de nærmeste årene, slik at vassdraget ventelig vil fortsette å være surt i overskuelig framtid. Dette skyldes at vassdragets tålegrense for sure tilførsler er overskredet og at de store mengdene av sur nedbør over lengre tid har utarmet nedslagsfeltets bufferkapasitet.



Kalking av vassdraget vil derfor være et aktuelt tiltak for å bøte på disse forholdene for fisken i elven. Moelvi er derfor på listen over de ni vassdragene med anadrome fiskebestander som har behov for kalking i Hordaland (Kambestad mfl. 1994). De store vannmengdene som skal avsyres vil kreve anslagsvis 2.900 tonn kalk årlig dersom man ønsker en fullkalking av vassdraget. Fordi Steinslandsvatnet har en meget hyppig vannutskifting, er det ikke mulig å kalke opp selve innsjøen. Kalken må derfor tilføres vassdraget ved hjelp av kalkdoserere langs Moelvi. Det vesentlige av vannføringen kommer fra Steinslandsvatnet, slik at det heller ikke er særlig stort poeng å kalke opp eventuelle sideelver.

Både investeringene til slike doserere og de årlige driftskostnadene knyttet til et slikt prosjekt, vil være svært høye. For at et slikt kalkingsprosjekt skal få tilskudd fra de offentlige kalkingsbevilgningene må enten nytteverdien være svært høy slik at prosjektet prioriteres og realiseres innenfor rammene av fylkets kalkingsbevilgning, eller vassdraget og fiskebestandene må ha en såpass stor verdi i seg selv at det kan prioriteres innen de nasjonale kalkingsbudsjettene. Begge disse situasjonene forutsetter at en har en truet laksestamme i vassdraget. Laksebestanden i vassdraget ansees imidlertid som tapt, og må eventuelt reetableres dersom en ønsker en slik stamme etter eventuell oppstart av kalking i vassdraget.

Det er på den annen side mulig at en avgrenset kalking av vassdraget med tanke på overlevelse for sjøaure kan være en riktig tilnærming. Dersom en velger å kalke opp vassdraget mot minimums-pH-verdier på 5,7 istedenfor 6,2 som ellers er vanlig kalkingsmål, vil det årlige kalkbehovet bli vesentlig redusert. En kan dessuten konsentrere seg om perioden på vinteren og våren da sannsynligheten for sure perioder med mye aluminium er størst, samtidig som dette er perioden når fiskens mest sårbare stadier forefinnes i elven.

Uavhengig av om en velger å gjennomføre kalking av Moelvi, vil en måtte sette i verk tiltak som kan forsterke den levedyktige men tynne og truede ørretbestanden i vassdraget, slik at en reduserer risikoen for at den slås ut ved framtidige surstøtsperioder. Dersom en videre overvåking viser at det er nødvendig, kan en oppstart av klekkeriet med etterfølgende utsetting av ørretungel av forskjellig alder være et godt tillegg til den begrensede naturlige rekrutteringen som fremdeles forekommer i vassdraget (Fjellheim 1994).

INNLANDSBESTANDER

Det er plukket ut fem innsjøer som alle er aktuelle kalkingsobjekter og som ligger i nærområdene til selve Modalen. I samtlige av disse innsjøene vil kalking sannsynligvis kunne gi positive effekter, men samtidig har disse innsjøene høy vannutskiftingshastighet slik at det vil medgå nokså store mengder kalk.

Kalking av Øvstadvatnet (19) vil gi effekt også i det nedenforliggende Nedstadvatnet (18), men denne innsjøen har så stor vanngjennomstrømming at kalken vil ha kortvarig effekt. En må derfor sannsynligvis heller sørge for bedring av vannkvalitet i gytebekkene for auren til innsjøene i dette vassdraget. Dette gjøres best ved utlegging av kalksteinsgrus.

Nedre Norddalsvatnet (8) kalkes best ved oppkalking av ovenforliggende innsjøer. Øvre Norddalsvatnet (7) har kapasitet til å tjene som et slikt kalkreservoar, men det vil medgå til dels store mengder kalk. Selv oppkalking av de to øverste innsjøene i vassdraget,- innsjø 893 moh. i Norddalsbotnen og innsjø 1016 moh. vil ha bregrenset varighet fordi den førstnevnte innsjøen har for stor vannutskifting.

Dalavatnet (6) (10) har såpass stor vanngjennomstrømming at oppkalking av innsjøen heller ikke er mulig, slik at en bør legge ut kalksteinsgrus i gytebekkene for å sikre bedre rekruttering heller enn å satse på fullkalking av innsjøen.

Kvanngrovvatnet (10) har en vannutskifting som gjør innsjøen egnet for kalking, men de store vannmengdene som skal avsyres gjør det til et svært omfattende prosjekt. Kalken må flys inn med helikopter. Kalksteinsutlegging i gytebekker i tillegg vil sannsynligvis være viktig også her.



Steinavatnet (22) har et samlet nedslagsfelt på vel 10 km², slik at vannutskifningen er for stor til å kalke også denne innsjøen. Selv den ovenforliggende innsjøen Svartavatnet har for stor vannutskifning, slik at en til begge disse innsjøene bør satse på utlegging av kalksteinsgrus i gytebekkene.

For å vise hva en egentlig snakker om når det gjelder kalkingsmengder, er det i tabell 4.2 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 CaCO₃ basert på et behov på 2,9 gram CaCO₃ / m³ for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet 1,0 gram CaCO₃ / m³. 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 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
Moelvi	-	-	-	359	-	868	-
Øvstadvatnet (19)	0,13	15	1,9	4,0	110	13,9	46 / 42
Innsjø 893 moh.	0,03	5	0,15	0,85	90	2,4	7,5 / 7
Innsjø 1016 moh.	0,12	10	1,2	0,4	90	1,1	7 / 4
Ø. Nordalsvatnet (7)	0,16	15	2,4	3,0	90	8,4	31 / 27
Dalavatnet (6)	0,04	7	0,3	3,2	90	9,1	27 / 26
Steinavatnet (22)	0,25	10	2,5	10	90	28,0	88 / 84
Kvanngrøvatnet (10)	0,39	20	7,8	4,0	90	11,4	53 / 40

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

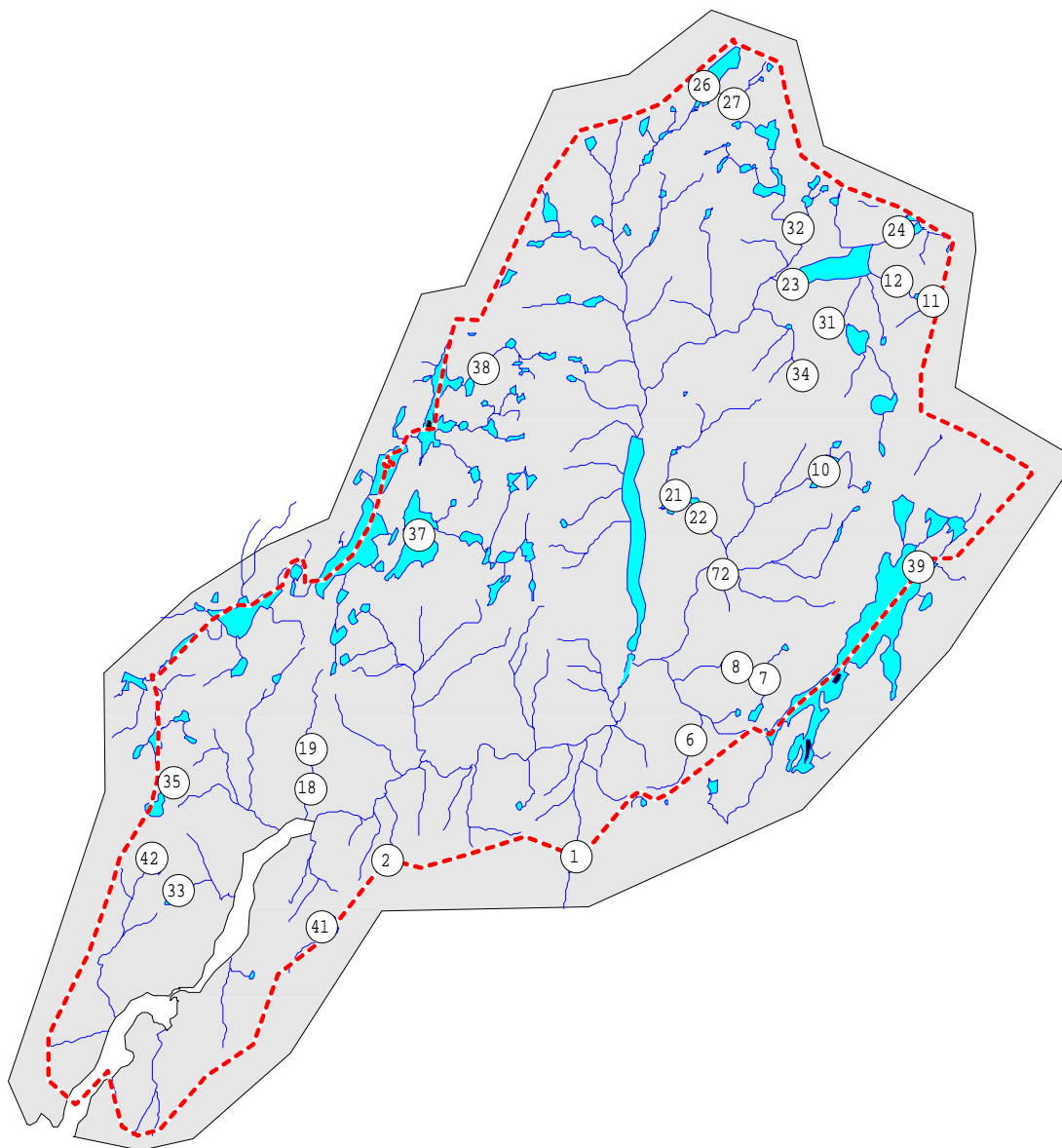
- BJØRKLUND, A. & G.H.JOHNSEN 1994. Tiltaksorientert overvåking i 1993 - 1994 av Modalsvassdraget, Modalen i Hordaland. Rådgivende Biologer, rapport 129, 49 sider, ISBN 82-7658-034-3
- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- FJELLHEIM, A. 1994. Hellandsfoss kraftverk. Undersøkelser for å fastlegge virkninger på fisk. Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Universitetet i Bergen, rapport nr. 81, ISSN 0801 - 9576.
- HENRIKSEN, A., L.LIEN, T.S.TRAAEN & S.TAUBØLL 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. NIVA-rapport nr 2819, 29 sider.
- HENRIKSEN, A., K.TØRSETH, E.JORANGER, E.LYDERSEN, T.HESTHAGEN, A.FJELLHEIM & G.G.RADDUM 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993. Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994 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 miljøvern avdeling, 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 pollutin: 78.
- WRIGHT, R.F. 1994 Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

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

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	VÅR 1995			HØST 1995		
				DATO	pH	LED	DATO	pH	LED
1	Storavatnet	656	LN 339 450	4/6	5,36	4	8/9	6,32	5
2	Hevikatjørn	553	LN 293 463	4/6	5,47	3	9/9	6,15	5
6	Dalavatnet	664	LN 379 494	9/6	5,63	8	12/9	5,98	5
7	Øvste Norddalsvatnet	734	LN 396 511	9/6	5,39	9	11/9	5,96	5
8	Nedste Norddalsvatnet	668	LN 386 514	9/6	5,42	8	11/9	5,8	6
10	Kvanngrødvatn	869	LN 415 572	24/6	5,62	5	10/9	6,19	7
11	Øvste Berdalsvatn	686	LN 447 628	26/6	5,93	5			
12	Nedste Berdalsvatn	662	LN 438 634	26/6	5,99	5	14/9	6,33	6
18	Nedstadvatnet	284	LN 258 475	5/6	5,32	6	10/9	5,85	5
19	Øvstadvatnet	440	LN 260 484	5/6	5,31	5	10/9	5,84	4
21	Svartavatnet	522	LN 374 566	5/6	5,32	4	12/9	6,01	8
22	Steinavatnet	500	LN 383 556	5/6	5,37	4	12/9	6,05	5
23	Stølsdammen	547-584	LN 408 630	26/6	5,72	7	14/9	5,92	8
24	Solrenningsvatnet	596	LN 436 645	26/5	5,74	7	14/9	6,23	5
26	St. Norddalsvatnet	1011	LN 384 692	11/7	5,64	2	14/9	5,78	4
27	Ø. Åsabottvatnet	1069	LN 387 690	11/7	5,31	2	14/9	5,80	10
31	Rindavatn	748	LN 425 624	1/7	5,61	4	14/9	5,99	7
32	Åsabotn	895	LN 408 650	1/7	5,38	6	14/9	5,86	6
33	Beitlatjørn	648	LN 218 442	1/7	5,39	3	10/9	5,68	8
34	Øv. Skålebotnsvatn	900	LN 397 624	1/7	5,65	3	14/9	5,87	9
35	Sørdalsvatnet	774	LN 215 476	26/7	5,52	11	10/9	5,44	5
37	Skjerjavatnet	804-764	LN 285 554	27/7	5,72	8	8/9	5,56	6
38	Vardadalstjørnet	885	LN 316 610	27/7	5,71	10	8/9	5,77	5
39	Skjerjavatnet	964-944	LN 454 546	23/7	6,36	9	9/9	5,82	5
41	Hornfjellsvatnet	643	LN 269 434	11/7	5,48	...	9/9	5,86	6
42	Sætravatn	783	LN 213 453				14/9	6,43	5
72	Krossvatnet	376	LN 386 544	5/6	5,56	40	10/9	6,07	5



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Modalen kommune. Status: 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte=** Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske=** antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. 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
33	Beitlatjørna	LN 218 442	-	-			U	U		1	1
12	Nedre Berdalsvatnet	LN 444 632	1	2			B	U		1	2
11	Øvre Berdalsvatnet	LN 450 627	1	2			G	U		1	2
6	Dalavatnet	LN 374 494	2	3			I	10		1	1
	Gavlavatnet	LN 444 560	3	4			D	U		1	2
2	Hevikatjørna	LN 293 463	3	5			U	U		1	1
41	Hodnefjellsvatnet	LN 269 434	3	4			U	0		1	1
72	Krossvatnet	LN 388 542	1	1			G	10		1	1,2
10	Kvanngrovvatnet	LN 417 572	2	3			I	U		1	1,2
18	Nedstavatnet	LN 259 476	2	3			B	U		1	1,2
8	Ned. Norddalsvatnet	LN 300 514	2	3			B	10		1	1,2
7	Øvre Norddalsvatnet	LN 400 510	3	4			B	0		1	2
31	Rindadalsvatnet	LN 423 621	3	4			D	0		1	1,2
37	Skjerjavatnet	LN 290 550	2	3			B	U		1	1,2
39	Skjerjavatnet	LN 452 543	1	2	1	1	G	U		1	1,2
34	Øvre Skålbotsvatnet	LN 397 924	3	4			U	0		1	1
	Snaufjellvatnet	LN 423 554	3	4			D	0		1	2
24	Solrenningsvatnet	LN 437 643	1	1-2			G	U		1	1,2
22	Steinavatnet	LN 383 556	2	1			G	10		1	1,2
	Steinslandsvatnet	LN 358 538	1	1			G	U		1	2
1	Storavatnet	LN 342 455	2	3			U	U		1	1
23	Stølsvatnet	LN 427 636	2	2			I	U		1	1,2



VEDLEGGSTABELL 2. fortsetter: Status for ferskvannsfiskeressursene i Modalen kommune. Status: 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte=** Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske=** antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. 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
21	Svartavatnet	LN 370563	2	2			D	2		1	1,2
42	Sætravatnet	LN 213 453	2-3	3-4			G	U		1	1,2
35	Sørdalsvatnet	LN 215 476					U	0		1	1
	Nedre Sørdalsvatnet	LN 424 618	3	4			D	U		1	2
38	Vardadalstjørna	LN 316 610	5	5			U	U		1	1
	Vetlevatnet	LN 239 516					U	0		1	2
19	Øvstavatnet	LN 261 485	2	3			B	U		1	1,2
32	Åsabotn	LN 408 650	3	4			U	U		1	1
27	Øvste Åsabotnvatnet	LN 387 690	3	4			U	U		1	1