

Kalkingsplan for Fusa kommune 1995



Geir Helge Johnsen
Steinar Kålås
&
Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 203, april 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Fusa kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Fusa kommune. ved miljøvernleder Tor. J. Hjertnes, 5640 Eikelandsosen

OPPDRAGET GITT:

Mars 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

30.april 1996.

RAPPORT NR:

203

ANTALL SIDER:

33

ISBN NR:

ISBN 82-7658-092-0

RAPPORT SAMMENDRAG:

Størstedelen av Fusa er lite preget av forsurening, og særlig gjelder dette de sørlige delene. I de nordlige områdene er det moderat sure forhold, med periodevis lave pH-verdier og marginale forhold for fisk. Det er også her en finner reduserte og tapte fiskebestander i kommunen. Det pågående kalkingsarbeidet i Havskårsvatnet er anbefalt videreført, samtidig som en vurderer igangsetting av kalking i følgende innsjøer: Stemmetjørn, Eidesbakkjørn, Fotaretjørn og Mauratjørn. For alle kalkingsprosjekter bør en også sikre gytebekkene med utlegging av kalksteinsgrus. I Fusa bør en foreta en nærmere overvåking av vannkvalitet i enkelte av de mindre sjøarevassdragene som kan ligge i marginale områder.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Fusa 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 Fusa 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 Fusa kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Fusa 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 Fusa kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Fusa. 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 miljøvernleder Tor J. Hjertnes i Fusa, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Fusa kommune besørget organisering og lokal innsamling av rundt 60 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:

Helge Årra, Knut Bolstad, Ottar Bang, Leif Fosså, Oddvar Oppheim, Egil Rossvold, Bjarne Havsgård.

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 miljøvernleder Tor J. Hjertnes.

Rådgivende Biologer as. takker Fusa kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 15. november 1995.

Rapporten er datert: Bergen, 30.april 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 Fusa i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsurede områder	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	20
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	22
Status for innlandsfiskebestander	22
Status for anadrome bestander	24
Vurdering av forsurede bestander	24
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	24
KALKINGSPLAN FOR FUSA	25
Behov for kalking i Fusa kommune	25
Forslag til prioritering	25
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	26
Hvor bør en overvåke	27
LITTERATURREFERANSER	28
VEDLEGGSTABELLER	29
Surhetsdata for Fusa 1994	29
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 Fusa kommune i 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Fusa i 1995	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i tre innsjøer i Fusa	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Fusa i 1995	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Eikelandsvatn og Vengsvatn	22
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Hopselva	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i Havskårvatn	23

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye	12
TABELL 1.2: DN's overordnede prioriteringskriterier for kalkingsmidler	14
TABELL 2.1: Arealfordeling av sure områder i Fusa	19
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov for Fusa 1995	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra Fusa 1995	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra Fusa 1995	21
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Fusa kommune	26
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold	27



SAMMENDRAG

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

NATURGRUNNLAGET

Naturgrunnet gir lave tålegrenser for sure tilførsler i de nordøstre deler av kommunen, men gode tålegrenser i de sørlige og østre deler og nordøst for Ådlandsdalen. Granitt, gneiss og kvartsitt, som dominerer i den nordre delen av kommunen, er tungt forvitrelige og gir vannet liten bufferkapasitet mot sure tilførsler. Lokalt kan imidlertid innslag av vulkanske bergarter gi en noe bedre vannkvalitet. De sedimentære og vulkanske bergartene i den sørlige delen forvitrer lettere og har et høyere innhold av basekationer. Vannkvaliteten i vassdragene i den søndre delen av Fusa er derfor bedre med tanke på å tåle sure tilførsler enn vassdragene nordøst i kommunen.

SURHET

Størstedelen av Fusa er lite forsuret. Hele den sørlige delen av kommunen, samt området rundt Sævareidvassdraget og de nedre deler av Kvanndalsvassdraget, har et surhetsnivå som er stabilt godt hele året. Dette skyldes at berggrunnen i området er lettvitrelig og kalkrik, noe som også gir grunnlag for landbruksdrift.

Nord i kommunen er områdene moderat sure. Her er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk.

FISK

Fra innsjøene i Fusa er det rapportert om aure, røye, regnbueaure og ål, men stingsild finnes også i innsjøer i kommunen. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste lavereliggende innsjøene i kommunen. I følge denne undersøkelsen har 24 innsjøer en god eller overbefolket bestand av aure, 12 av disse innsjøene har en tynn bestand av aure mens seks innsjøer ikke har noen aurebestand. Tettheten av aure er uendret i 22 av de 42 innsjøene, den er økt i seks, redusert i åtte, mens seks bestander må regnes som tapt. Røye finnes i åtte eller ni innsjøer, og alle bestandene er gode eller tette.

FISKE

Det er organisert fiskekortsalg i Skogseidvassdraget, og allmennheten har adgang til å drive sportsfiske i de aller fleste andre innsjøene i kommunen også. Ferskvannsfiske har stort omfang i Vengsvatn, Gjønavatn, Skogseidvatnet, Skjelbreidvatnet og Havskårvatnet, men det er også noe fiske andre steder i Fusa.



KALKING

I Fusa er det bare Havskårsvatnet som er blitt kalket. Innsjøen er jevnlig blitt prøvafisket og det er foretat elektrofiske i innløpselvene i 1995 (rapportert i denne planen). Ved kalkingen av innsjøen har en også spredd finmalt kalk i gytebekkene, der fisken i dag rekrutterer bra. Kalkingen av Havskårsvatnet bør fortsette, og en bør også satse på kalking med kalksteinsgrus i gytebekkene.

I det nordlige området er det rapportert om fem innsjøer med tynne bestander i tilbakegang. Stemmetjørn ligger på grensen til Samnanger rett nord for Botnavatnet, mens Svartetjørn (45) ligger like sør for Botnavatnet. De tre andre innsjøene ligger i et lite område rett øst for Gjønavatnet og drenerer til øvre Hålandsdalen. De sistnevnte er vesentlig nærmere bebyggelse og vil være små prosjekter i forhold til de to førstnevnte. Sentralt i Fusa er det bare Mauratjørn (33) som er aktuelt som kalkingsobjekt.

Det er, på grunnlag av den foreliggende informasjonen, foreslått å kalke følgende innsjøer i Fusa:

- 1) Fortsatt kalking i Havskårsvatnet
- 2) Eidesbakktjørn
- 3) Fotaretjørn
- 4) Stemmetjørn
- 5) Mauratjørn

I Fusa bør en gjennomføre en overvåking av forholdene i Eikelandsvatnet sør for Eikelandssosen, fordi forholdene her er sure, men fisken greier seg foreløpig bra. På samme vis bør en også holde et øye med de mindre sjøaurevassdragene i kommunens moderat sure områder.



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 FUSA

Fusa kommune har ulik berggrunn i den nordøstre delen i forhold til i resten av kommunen. Fra Sævareidfjorden og nordover består berggrunnen av grunnfjellsbergarter som er delvis omdannet og dekket over ved den kaledonske fjellkjedefoldingen. Dominerende bergarter er granitt, gneiss og flere typer kvartsitt. Lokalt kan det imidlertid være innslag av vulkanske bergarter. I den sørlige og østre delen dominerer en berggrunn som består av sedimentære og vulkanske bergarter som grønnstein, amfibolitt og leirskifer. Helt nordøst i kommunen, vest for Ådlandsdalen, er det også et belte av disse bergartene. Det er lite løsmasseavsetninger i kommunen, og disse finnes hovedsakelig bare langs kysten i de vestre deler.



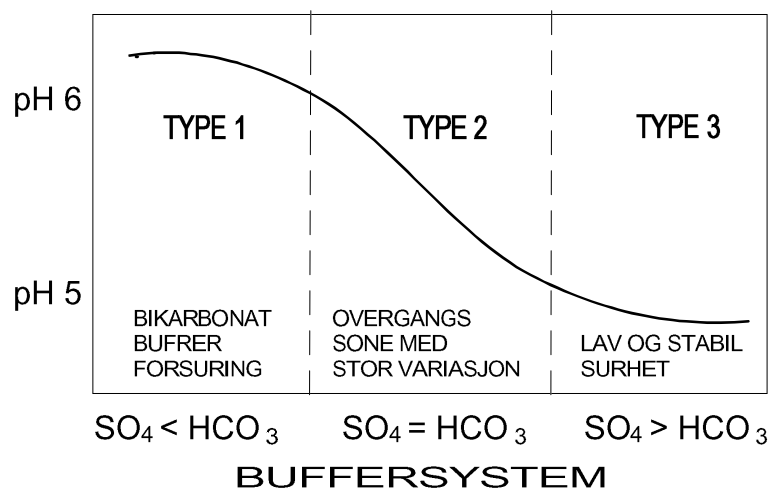
Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Etersom lite av nedbøren faller direkte i vassdragene, vil det meste renne via jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som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

Naturgrunnlaget med hensyn på tålegrense for sure tilførsler er derfor grovt sett dårlig i de nordøstre deler av kommunen, men god i de sørlige og østre deler og nordøst for Ådlandsdalen. Granitt, gneiss og kvartsitt, som dominerer i den nordre delen av kommunen, er tungt forvitrelige og gir vannet liten bufferkapasitet mot sure tilførsler. Lokalt kan imidlertid innslag av vulkanske bergarter gi en noe bedre vannkvalitet. De sedimentære og vulkanske bergartene i den sørlige delen forvitrer imidlertid lettere og har et høyere innhold av basekationer. Vannkvaliteten i vassdragene i den søndre delen av Fusa er derfor bedre med tanke på å tåle sure tilførsler enn vassdragene nordøst i kommunen, bortsett fra i et belte helt i nordøst.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

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

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





I områder der jordsmonnets bufferkapasitet er utarmet etter en langvarig påvirkning av sure tilførsler, vil innholdet av bikarbonat avta fordi tilførslene fra nedslagsfeltet helt eller delvis erstattes av sulfat. Sulfationene kan ikke virke som buffer, og derfor blir slike vann meget følsomme for sure tilførsler. I innsjøer der bikarbonat og sulfat begge finnes i omtrent like mengder, vil pH være lavere og variere mye, avhengig av 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 Fusa er relativt store. Årlig middelavrenning i kommunen varierer fra 60-70 liter pr. sekund pr. km² i de lavereliggende søndre deler av kommunen til 110 liter pr. sekund pr. km² i de høyereliggende deler nord i kommunen (NVE 1987). Våtavsetningen av forsurende stoffer er derfor størst i de høyestliggende nordlige deler av kommunen, der naturgrunnet med hensyn på forsuring er dårligst.

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 avta. 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

Kystnære områder som Fusa kommune mottar ofte sjøsalter med nedbøren, - særlig i perioder med kraftig vind. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan føre til at vannet i vassdragene blir enda surere enn tilførslene fra den vanlige nedbøren skulle tilsi. Dette skyldes at natrium-ioner fra sjøsaltene i nedbøren holdes igjen i nedbørfeltet ved ionebytting med hydrogen og aluminium. Store mengder surt

og aluminiumsrikt avrenningsvann vil derfor kunne gi surstøtepisoder i vassdrag. Slike surstøtepisoder er vanligvis kortvarige, men det sure vannet kan imidlertid oppholde seg lenge i innsjøer og dermed gi surt



vann til vassdrag over et noe lengre tidsrom. På grunn av lav pH og mye aluminium, som i slike tilfeller foreligger i store mengder i den labile formen som er giftig for fisk og bunndyr, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet for vannlevende organismer.

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



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.

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

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 ørretyngelen.

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



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

KALKING OG KALKINGSKRITERIER

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

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

MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

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

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

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

PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

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

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



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

		FISKEINTERESSER		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		

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 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

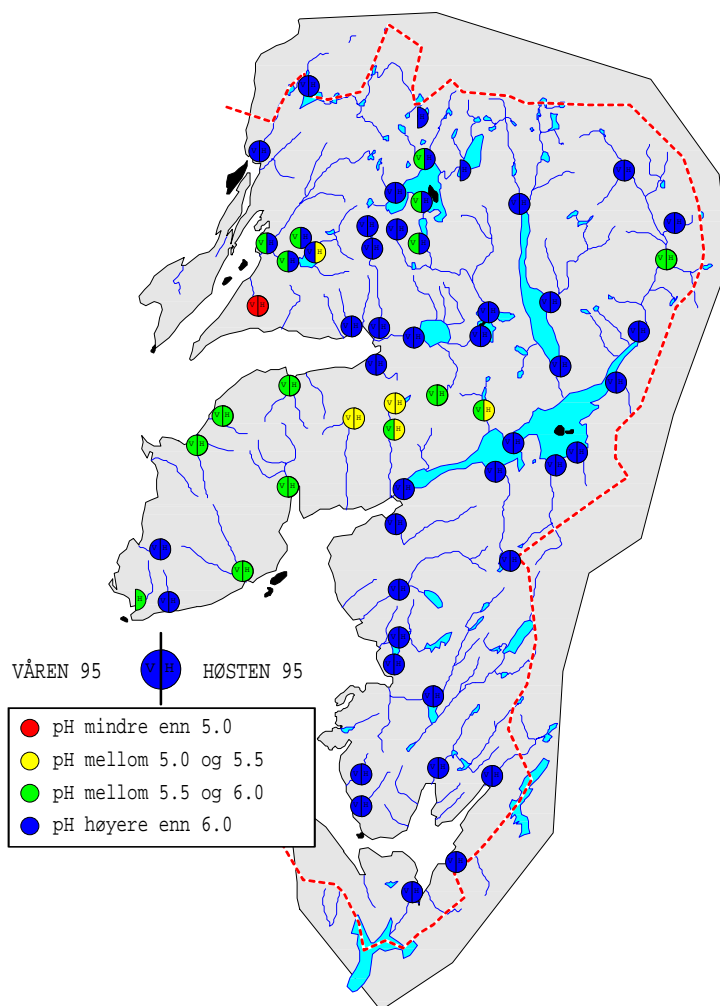
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging,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

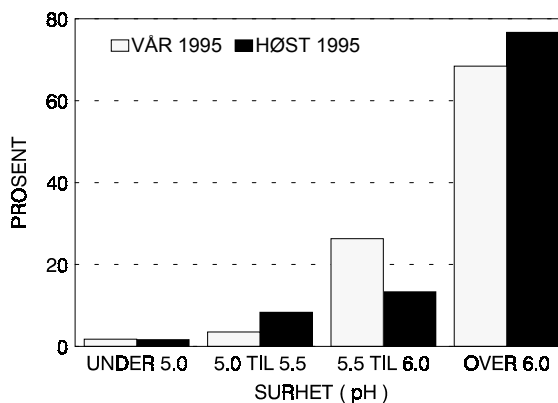
I størstedelen av Fusa kommune var vassdragene lite sure ved prøvetakingene våren og høsten 1995 med pH over 6,0 (figur 2.1). Spesielt sør i kommunen var forholdene med hensyn på surhet meget gode. De laveste pH-verdiene ble målt i de høyereliggende delene vest i kommunen, der det ble registrert pH-verdier mellom 5,0 og 5,5. Den sureste lokaliteten var Altanestjørn som hadde pH under 5,0 ved begge prøvetakinger (vedleggstabell 1). Denne innsjøen er imidlertid trolig ikke representativ for områdene rundt. Også nord i kommunen, vest for og rundt Botnavatnet, ble det enkelte steder målt noe lavere pH. Vi antar imidlertid at pH i dette området kan være langt lavere enn disse målingene viser, da de er tatt først midt i juni, på et tidspunkt da pH vil være adskillig bedre enn i den sureste perioden på våren.



FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Fusa kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 57 prøver våren 1995 og 60 prøver høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernleder Tor J. Hjertnes.



Over 60 % av de undersøkte lokalitetene hadde pH-verdier over 6,0, mens under 10 % hadde pH under 5,5 ved prøvetakingene 1995 (figur 2.2).



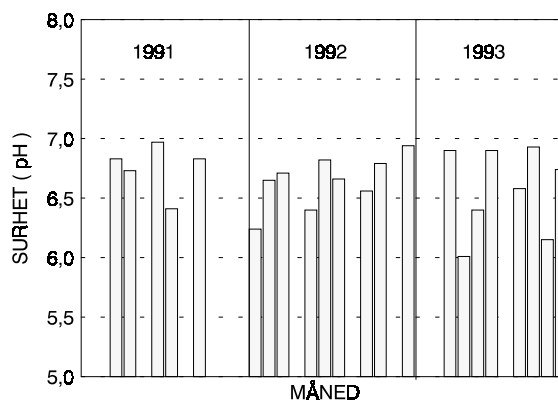
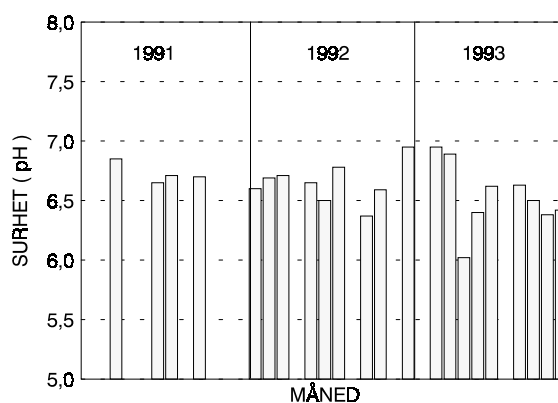
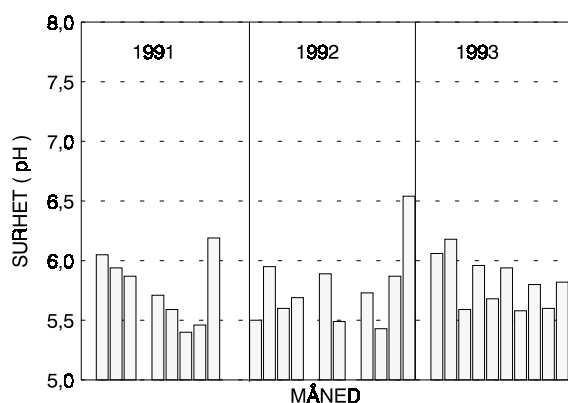
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 57 og 60 innsjøene i Fusa som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).

VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

Det var ingen utpreget og tydelig sammenfallende årsvariasjon i de undersøkte drikkevannskildene i Fusa (figur 2.3). Dette skyldes trolig at prøvetakingen ikke har skjedd ofte nok til å fange opp de sureste periodene. Målinger fra andre kommuner viser imidlertid at snøsmeltingsperioder på våren ofte er de sureste periodene i vassdrag, mens produksjonssesongen for alger og vintersesongen når nedbøren faller som snø vanligvis er minst sure.

Skåtavatnet er drikkevannskilde for både Fusa vannverk og Strandvik vannverk. Denne innsjøen ligger på grensen mot det sureste området i Fusa. Innsjøen hadde lav, men noe varierende pH (figur 2.3, oppe til venstre). Dette skyldes trolig at det er noe bufferkapasitet igjen i dette området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. I perioder med store mengder sure tilførsler kan surhetsnivået der komme faretruende lavt, og forholdene kan være problematiske for fisk.

Laugarvatnet (øverst til høyre) og Vetlavatnet (nede til høyre) er vannkilder for henholdsvis Baldersheim og Nordtveit vannverk. Begge disse ligger i det området der vi målte meget god pH i 1995. I dette området er det derfor trolig at vassdragene har generelt sett meget gode pH-verdier gjennom året. Der er buffersystemet fremdeles i stand til å møte selv de sureste tilførslene, slik at pH ikke blir kritisk lav.



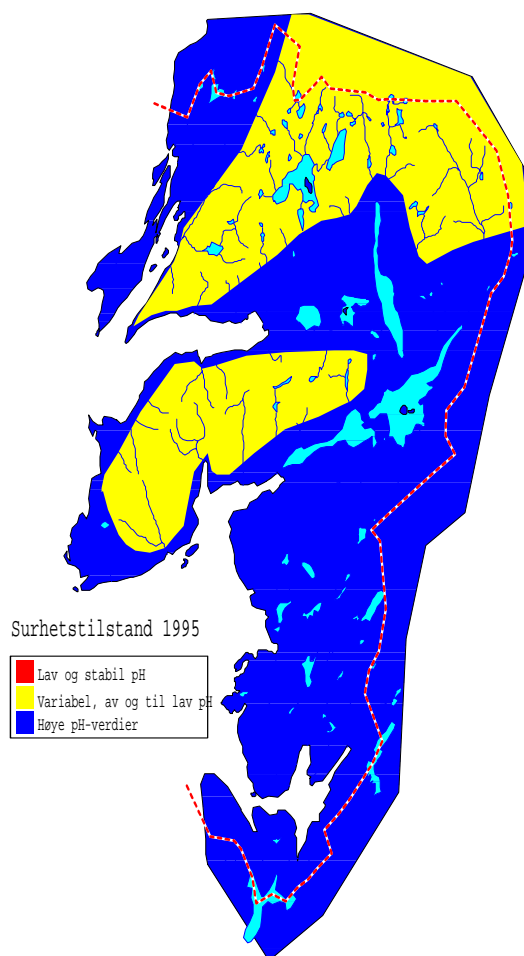
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i tre innsjøer i Fusa. Skåtavatnet (over til venstre) har relativt lav men noe varierende pH (buffersystem type 2), mens Lauarvatnet (over til høyre) og Vetlavatnet (til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Jondal, Fusa, Kvam og Samnanger på råvann fra drikkevannskildene.

OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Størstedelen av Fusa er lite surt (figur 2.4). Hele den sørlige delen av kommunen, samt området rundt Sævareidvassdraget og de nedre deler av Kvanndalsvassdraget, har et surhetsnivå som er stabilt godt hele året. Dette skyldes at berggrunnen i området er lettvittrelig og kalkrik, noe som også gir grunnlag for landbruksdrift.

Imidlertid er store deler nord i kommunen moderat surt. I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk. Imidlertid var ikke pH-målingene i forbindelse med denne undersøkelsen spesielt lave i den nordligste delen av kommunen. Tatt i betraktning prøvetakingstidspunktet i dette området, samt at prøver like over grensen til Samnanger var adskillig surere med pH under 5,5, antar vi imidlertid at også de nordligste delen av Fusa er moderat sure.

Det er ingen områder i kommunen som er så sterkt surt at vannkvaliteten er stabilt sur hele året.



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Fusa 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.

Av kommunens totalareal er omtrent 37 % moderat preget av forsuring, mens resten av kommunen har vassdrag som ikke er påvirket av den sure nedbøren (tabell 2.1).

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
369 km ²	232 km ²	137 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 Fusa 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: 137 km ²	80	5,3	2,9	1.450

ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium i 1995 er undersøkt i Hopselva som ligger i området som er lite surt og i Budeietjørnene ved utløpet til Botnavatnet som ligger i et moderat surt område. Innholdet av både reaktivt og labilt aluminium var meget lavt i begge (tabell 2.3). I Budeietjørnene var imidlertid denne prøven tatt på et tidspunkt da vannet var lite surt, og det er trolig at innholdet av labilt aluminium vil være høyere i perioder med surere forhold.

Tidligere målinger viser også at aluminiumsinnholdet i de "ikke sure områdene" er relativt lavt med verdier under 50 : g totalaluminium pr. liter. Imidlertid er aluminiumsinnholdet høyt i de "moderat sure" områdene, og både i Matlandselva, Haugaelva og i Vikeelva er det registrert konsentrasjoner av totalaluminium over 100 : g/l. Mengden reaktivt aluminium var også såpass høy i disse tre vassdragene at det kan bli problemer for fisk dersom en i perioder får en vesentlig lavere pH. I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 30 : g Al/liter.

TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i Hopselva og Budeietjørnene (UTM 201 879) i Fusa kommune. Prøven er tatt 4. mai 1995 av miljøvernleder Tor J. Hjertnes i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

PRØVETAKINGSSTED	Surhet pH	Fargetall mg Pt/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Hopselv (59)	6,48	20	30	25	5
Budeietjørnene	5,81	8,8	< 10	< 10	< 10

SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Den syrenøytraliserende kapasiteten ble undersøkt i Hopselva i et ikke surt område og i Budeietjørnene ved utløpet til Botnavatnet som ligger i et moderat surt område (tabell 2.4). Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC relativt god i begge innsjøene. 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.

Alkaliteten i begge vassdragene var imidlertid relativt lav (tabell 2.4), og viser at vassdragene kan være følsomt for forsuring i perioder med spesielt store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning. Spesielt gjelder dette for Budeietjørnene som hadde meget lav alkalitet. I de sørlige deler av kommunen er imidlertid alkaliteten god med verdier over 0,1 mmol/l ved målinger høsten 1986 (Bjerknes mfl. 1988).



TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Hopselva og Budeietjørnene (UTM 201 879) i Fusa kommune. Prøven er tatt 4. mai 1995 av miljøvernleder Tor J. Hjertnes i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ : g N/l	ANC : ekv/l
Hopselv (59)	0,03	1,42	0,37	0,24	2,88	5,2	1,65	133	14
Budeietjørnene	< 0,02	0,27	0,08	0,36	1,3	2	0,6	75	11



3: Biologisk tilstand i Fusa i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Fusa kommune har 285 innsjøer med et samlet areal på 23,8 km². De fleste er små men 33 er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 42 innsjøer i Fusa er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1995 (vedleggstabell 2).

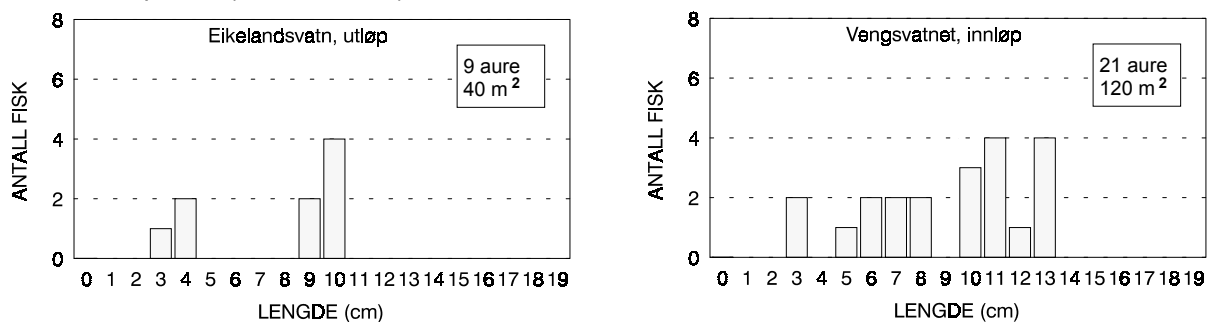
Fra innsjøene er det rapportert om aure, røye, regnbueaure og ål, men stingsild finnes også i innsjøer i kommunen. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste lavereliggende innsjøene i kommunen. I følge denne undersøkelsen har 24 innsjøer en god eller overbefolket bestand av aure, 12 innsjøer har en tynn bestand av aure og 6 innsjøer har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Tettheten av aure er uendret i 22 innsjøer, økt i seks, den er redusert i åtte, mens seks bestander er tapt. Røye finnes i åtte eller ni innsjøer, og alle bestandene er gode eller tette.

Det er gode eller brukbare gyteforhold for aure i 27 av de 42 innsjøene som vi har opplysninger om, mens gyteforholdene skal være dårlige i 11 av innsjøene. Gyteforholdene er ukjente i 4 innsjøer (vedleggstabell 2). Den nord-amerikanske fiskearten regnbueaure skal finnes i Henangervatnet, Skjelbreivatnet og Skogseidvatnet. Ellers er det ikke kjent at det er satt ut fisk i kommunen.

Det er organisert fiskekortsalg i Skogseidvatnet, Henangervatn, Gjønavatnet, Vengsvatnet og Skjelbreidvatnet. Fiskekortsalget er organisert av Hålandsdalen grunneigarlag. De fleste steder der det ikke er fiskekortsalg har allmennheten har adgang til å drive sportsfiske. Ferskvannsfiske har stort omfang i Vengsvatn, Gjønavatn, Skogseidvatnet, Skjelbreidvatnet og Havskårvatnet, men det er også noe fiske andre steder i Fusa (vedleggstabell 2).

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Fusa kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 12. juli 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt:

- utløpsbekken fra Eikelandsvatnet (UTM 205 804)
- innløpselv til Vengsvatnet (UTM 241 840)
- Hopselva (UTM 156 905)

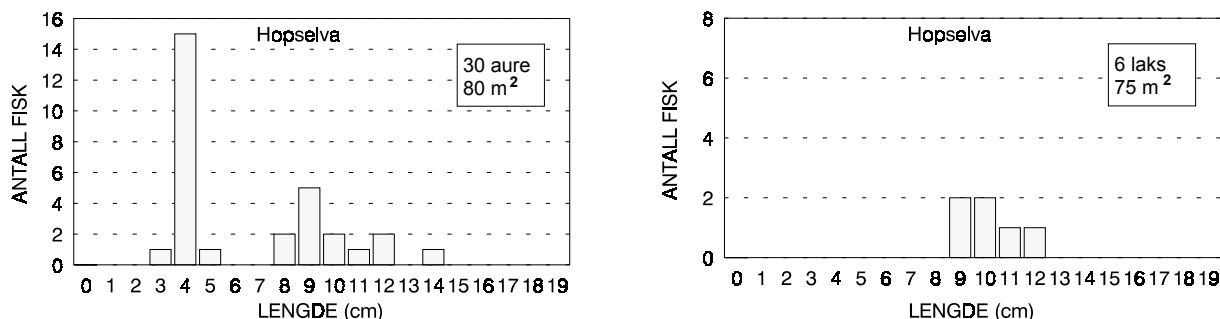


FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Eikelandsvatnet (UTM LM 205 804) og utløpet av Vengsvatnet (UTM LM 241 840) 12.juli 1995. To fisker større enn 20 cm ble fanget i utløpet fra Eikelandsvatnet.

Utløpsbekken fra Eikelandsvatnet (figur 3.1) er en rolig myrbekk med mye grus på bunnen. Inntrykket fra denne bekken var at tettheten av aure var noe lavere enn en kunne forvente. To årsklasser av fisk ble observert i bekken.



Innløpselva til Vengsvatnet (figur 3.1) er en bred, rolig elv med ren rullesteinsbunn. Det var høy tetthet av aure i elva, men relativt få ble fanget. Alle forventede størrelsesklasser av aureunger ble funnet. De ulike årsklassene er småvokste sammenlignet med andre elver, noe som trolig skyldes at elven er kald.

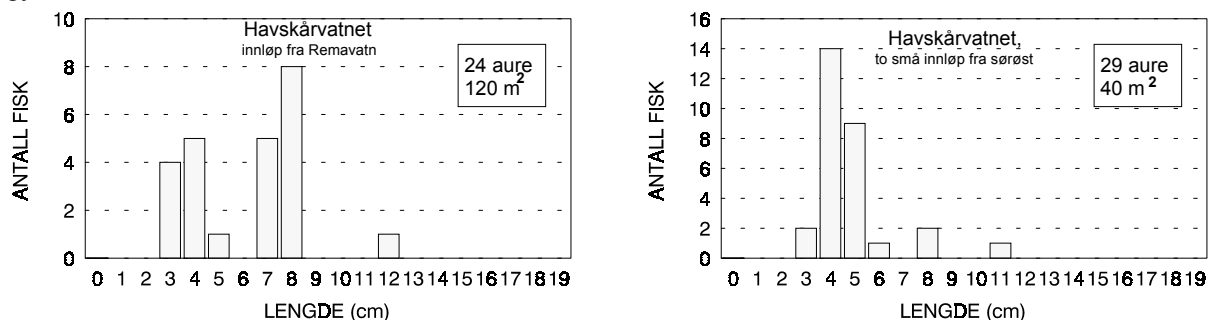


FIGUR 3.2: Fangst av aure og laks ved elektrofiske i Hopselva 12.juli 1995. UTM koordinat for stasjonen er KM 156 905. En fisk større enn 20 cm ble fanget.

Hopselva (figur 3.2) er grunn, har rullesteinsbunn og er lite begrodd. Vi fisket fra bro og oppover. Det var svært høy tetthet av fisk i elven og tettheten av årsyngel var spesielt høy. Både laks og aure ble fanget men årsyngelen ble ikke artsbestemt og er notert som aure. En stor del av årsyngelen er trolig laks.

I forbindelse med vurdering av kalkingstiltak i Havskårvatnet ble innløpselver, bekker og utløpselver overfisket med elektrisk fiskeapparat 24. august 1995. To små bekker renner inn i sør-østre deler av innsjøen (UTM LM 177 860). Begge hadde gode gyteforhold men den ene er trolig ganske tørr i perioder. Begge bekkene blir benyttet som kalkdeponi og det ligger mye finkalk i og langs etter bekkene. I den minste sørligste bekken ble det fanget 10 årsyngel på de nederste 10 m av elven. Lenger oppe ble det ikke funnet fisk. Den nordlige bekken var svært lik den sørlige, men er noe større. Deler av gyteområdene for fisk var dekket til av kalk og utilgjengelige. Det var likevel mye årsyngel i elven (mer enn 1 pr m²) (figur 3.3). Det mulige gyteområdet strekker seg ca 50 m oppover. Yngelen var svært lys på farge i begge elvene siden den hadde tilpasset seg den lyse elvebunnen.

Hovedtilløpet til innsjøen renner inn fra nord og kommer fra Remavatnet (LM 176 856). Elven er omlag 6 m bred med gode gyte og oppvekstområder. Elven var lite begrodd. Mye aure av alle forventede størrelsesklasser ble funnet (figur 3.3). Det ble ikke funnet spor etter kalking i denne elven. Det totale gyteområdet i elven er minst 600 m².



FIGUR 3.3: Fangst av aure ved elektrofiske i Havskårvatnet sitt innløp fra Remavatnet (UTM LM 177 860) og to innløp fra sørøst (UTM LM 176 856) 12.juli 1995. To fisk større enn 20 cm ble fanget i innløpet fra Remavatnet.



En dyp myrbekk renner inn fra nord (UTM LM 175 861). Vannet er svært humøst. Det var område med gyteforhold i elven, men ingen fisk ble observert ved elektrofiske i elven. En liten nesten tørr bekk renner også inn fra nord (UTM LM 172 862). Ingen fisk ble observert her. Utløpsosen (UTM LM 169 859) hadde steinbunn og var tilgrodd av alger og mose. Bare små flekker i utløpet kan benyttes til gyting. Tre årsyngel ble funnet på et område på 40 m².

STATUS ANADROME BESTANDER

Fusa har en rekke mindre elver med oppgang av sjøaure og laks. Dette gjelder Fossåelv, Strandvikelv, Balderheimseelv, Hopselv, Ådlandselv, Lygreelv og Austfjordelv. Vannkvaliteten er generelt sett meget god for de sørlige elvene, mens den er god i alle fall for sjøaure i nordlige deler av kommunen. Det er ikke samlet inn opplysninger for fangst fra noen elver over lang tid, men det finnes opplysninger om fangst fra Hopselva for de siste årene. Fangstene av laks har variert mellom 10 og 60 kg de siste 10 årene. Rapportert fangst av sjøaure har variert mellom 4 og 20 kg i samme periode. Undersøkelsen av Hopselva i forbindelse med denne kalkingsplanen viste at tilstanden i elven med hensyn på yngeltetthet var meget bra (figur 3.2).

VURDERING AV FORSURINGSTRUETDE BESTANDER

Det finnes noen reduserte og tapte fiskebestander i Fusa kommune og de fleste av disse er lokalisert til nordre og nord-østre deler av kommunen. De sureste innsjøene i Fusa ligger i nordre deler av kommunen og det er mulig at forholdene tidligere har vært surere enn det som ble målt i forbindelse med denne undersøkelsen.

Av de lokaliteter som er elektrofisket i forbindelse med denne kalkingsplanen var det bare i utløpet av Eikelandsvatnet at tettheten var lavere enn forventet. Dette er en av de aller sureste innsjøene i kommunen, men tettheten av fisk skal likevel være god. De fleste vassdrag med anadrom laksefisk har en meget god vannkvalitet og det er bare i nordlige deler av kommunen at slike vassdrag har en vannkvalitet som i perioder trolig kan være skadelig for laks. Tettheten av lakseunger var likevel meget høy i Hopselva, men det er den av de nordlige elvene som har best vannkvalitet.

ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Frosk og padde finnes men det er ikke kjent om det har vært endringer i tetthet eller utbredelsen til disse bestandene. Stor salamander finnes i Fusa i Geitaknottheiområdet. Det skal ha vært elveperlemusling i Hopselva, men denne arten ble ikke funnet under elektrofiske i forbindelse med denne kalkingsplanen. Noen sjeldne arter av snegl, vannloppe og vårflue er også funnet i kommunen (Kambestad m.fl. 1995).



4: Kalkingsplanlegging i Fusa

BEHOV FOR KALKING I FUSA

PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

I Fusa er det bare Havskårsvatnet som er blitt kalket siden 1989. Innsjøen er jevnlig blitt prøvafisket og det er foretatt elektrofiske i innløpselvene i 1995 (rapportert i forrige kapittel). Innsjøen ble også prøvafisket i regi av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1995, men dette materialet er ikke bearbeidet eller presentert.

VIDERE BEHOV FOR KALKING

Det finnes reduserte og tapte fiskebestander i nordre og nord-østre deler av Fusa kommune. I dette området er fiskebestandene tapt i følgende innsjøer: Guregrøvatnet, Kvittingsvatnet, Rauabergsvatnet, Skardatjørn og Stolavatnet. I Eidsbaktjørn, Fotaretjørn, Stemetjørn, Stemmetjørn og Svartatjørn (45) er fiskebestandene tynne og redusert.

Også fjellområdet sentralt i Fusa sør for Eikelandssosen er moderat surt. Av de lokaliteter som er elektrofisket i forbindelse med denne kalkingsplanen var det bare i utløpet av Eikelandsvatnet at tettheten var lavere enn forventet. Dette er en av de aller sureste innsjøene i kommunen, men tettheten av fisk skal likevel være god. Bare Mauratjørn (33) har en tynn fiskebestand i tilbakegang i dette området.

I sør er bestandene i både Håviksvatnet og Krokvatnet tynne og redusert, men i disse områdene er vannkvaliteten generelt god, slik at tilbakegangen i fiskebestandene må søkes i andre forhold enn forsurening.

De fleste vassdrag med anadrom laksefisk har en meget god vannkvalitet og det er bare i nordlige deler av kommunen at slike vassdrag har en vannkvalitet som i perioder trolig kan være skadelig for laks. Tettheten av lakseunger var likevel meget høy i Hopselva, men det er den av de nordlige elvene som har best vannkvalitet.

NOEN OMRÅDER BØR IKKE KALKES

Kalking vil ikke være ønskelig eller tillatt i flere verneområder, foreslått vernede områder eller i de fleste referanseområder i kommunen. Bakgrunnen for dette er nærmere beskrevet i "Vassdragskalking i Hordaland.- Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995). I tabell 4.2 er mulige slike konflikter markert. Dette betyr imidlertid ikke at kalking er utelukket disse stedene, men at Fylkesmannen må foreta en overordnet og nøyere vurdering før kalking eventuelt kan iverksettes.

FORSLAG TIL PRIORITERING

I det nordlige området er det rapportert om fem innsjøer med tynne bestander i tilbakegang. Stemmetjørn ligger på grensen til Samnanger rett nord for Botnavatnet, mens Svartatjørn (45) ligger like sør for Botnavatnet. De tre andre innsjøene ligger i et lite område rett øst for Gjønavatnet og drenerer til øvre Hålandsdalen. De sistnevnte er vesentlig nærmere bebyggelse og vil være små prosjekter i forhold til de to førstnevnte. Sentralt i Fusa er det bare Mauratjørn (33) som er aktuelt som kalkingsobjekt.



Kalkingen i Havskårvatnet kan synes å ha hatt en god effekt, særlig fordi en her også har kalket innløpsbekkene. Det er ikke mulig å vurdere hvorvidt kalkingen var berettiget da den startet i 1989, men siden innsjøen ligger i et surt område, er det sannsynlig at kalking kan ha vært nødvendig. Kalkingen anbefales derfor fortsatt, med vekt på utlegging av kalksteinsgrus og ikke finkalk i gytebekkene.

TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Fusa 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.
Eidesbaktjørn	Nei	2	1	4	2	Ja 1)	3	2
Fotaretjørn	Nei	2	1	4	2	Ja 1)	3	2
Stemmetjørn	Nei	2	1	4	2	Nei	3	2
Mauratjørn	Nei	2	1	4	2	Ja 2&3)	3	3
Havskårvatnet	Ja	2	?	3	2	Nei	3	1

- 1) Renner ned i Skogseidvatnet (Verneverdig område Fusa 24-0)
- 2) Renner ned i Skjelbreidvatnet og i Eikelandssosen (Verneverdig område Fusa 23-0 og 13-0)
- 3) Renner ned i Skjelbreidvatnet som er referansevatn i ny 1000-sjøersundersøkelsen til NIVA

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

Alle de foreslåtte innsjøene vil eventuelt måtte kalkes med bruk av helikopter. Det er imidlertid ikke langt fra vei til noen av disse innsjøene. En må videre undersøke om det også er nødvendig med tilrettelegging av forholdene i gytebekkene til disse innsjøene. Utlegging av kalksteinsgrus i gytebekkene vil sannsynligvis være nødvendig i disse innsjøene, da kalking for rekruttering antas å utgjøre det største behovet her.



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 $2,9 \text{ gram CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet $1,0 \text{ gram CaCO}_3 / \text{m}^3$. Gjenkalkingsmengdene er fordelt på årlige mengder, slik at innsjøer som kalkes sjeldnere er ført opp med sin årlige andel av kalkingsmengden.

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. $\text{m}^3 / \text{år}$	Kalkbehov tonn
Eidesbakkjørn	0,018	5	0,09	0,46	80	1,2	4 / 3,5
Fotaretjørn	0,018	5	0,09	0,18	80	0,5	2 / 1,5
Stemmetjørn	0,052	5	0,26	0,34	80	0,9	3,5 / 3
Mauratjørn	0,036	5	0,18	0,44	80	1,1	4 / 3,5

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.

I fjellområdet sentralt i Fusa sør for Eikelandsosen er ligger Eikelandsvatnet, som er en av de aller sureste innsjøene i kommunen. Tettheten av fisk skal likevel være god, så denne innsjøen bør undersøkes nærmere og eventuelt overvåkes i framtiden.

Videre bør en foreta en gjennomgang av forholdene i de mange mindre sjøaurevassdragene i kommunen, med en videre enkel overvåking av vannkvalitet.



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 sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994 Forseringsstatus i Hordaland 1993. Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1
- KAMBESTAD, A., V.BJERKNES, T.E.BRANDRUD, A.FJELLHEIM, K.HEGNA, A. HENRIKSEN, A.HOBÆK, G.H.JOHNSEN, G.G.RADDUM, Ø.VASSHAUG & P.VIKSE 1995. Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland 1994-2005. Fylkesmannens miljøvernnavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport Inr. 2947.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.
- MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NVE 1987. Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992. Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg Forlag, 422 sider
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.OUGHTON, B.SALBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992. The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environmental pollution: 78.
- WRIGHT, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

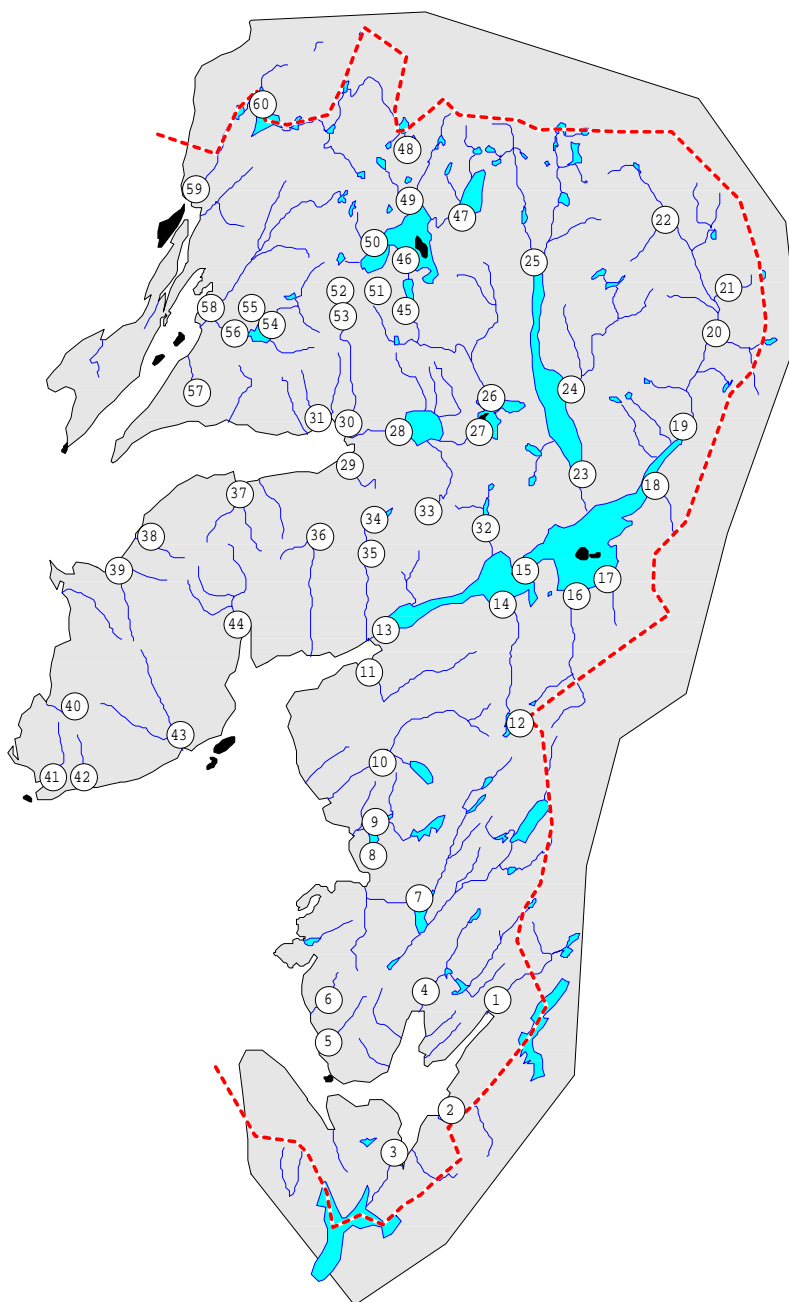
VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Fusa kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskestatus. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer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

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	1.-3.5.95		26.-28.8.95	
				pH	DATO	pH	DATO
1	Austefjorden	20	LM 244 665	7,42	7	7,35	8
2	Fosså	30	LM 228 630	7,07	14	7,11	7
3	Sunnfjordelva	30	LM 213 617	6,97	9	7,01	14
4	Lygreselva	5	LM 222 665	7,16	7	7,27	12
5	Knappelva	40	LM 191 655	7,41	8	7,54	11
6	Hjartåkerelva	50	LM 192 665	7,49	9	7,44	17
7	Botsvatnet	76	LM 217 694	6,75	8	7,05	11
8	Svinasteinstjørn	60	LM 204 706	7,71	13	7,72	17
9	Bårtveitvatnet	56	LM 205 716	7,10	10	7,15	12
10	Svartavatnet	176	LM 208 735	7,03	21	7,01	11
11	Sandal	4	LM 206 764	6,16	8	6,58	13
13	Utløp Henagervatnet	12	LM 208 773	6,52	7	6,88	12
14	Utløp Hjortedalselva	12	LM 247 782	7,18	8	7,31	18
15	Drageide	15	LM 251 793	6,55	8	7,17	10
16	Tombreelva	15	LM 264 783	6,96	7	7,10	10
17	Skogseidelva	15	LM 275 790	7,01	9	7,14	12
18	Utløp elv Teigland	15	LM 289 819	6,37	7	6,61	9
19	Utløp Orraelva	15	LM 298 835	6,57	8	6,54	8
20	Vetlelva	20	LM 305 859	5,95	7	5,91	10
21	Sideelv Bolstad	20	LM 307 869	6,20	10	6,42	7
22	Ovafor Tveita	20	LM 302 878	6,34	10	6,46	2
23	Eide (v/utløp)	42	LM 267 816	6,44	8	6,65	2
24	Utløp Skarvaelva (Gjøn)	45	LM 263 845	6,41	7	6,66	1
25	Kikedalen	40	LM 255 880	6,48	10	6,48	1
26	Utløp Kvandalselva	76	LM 241 842	6,27	8	6,09	1
27	Utløp Vengsvatnet	76	LM 236 832	6,36	12	6,31	2
28	Utløp Skjelbreidvatnet	48	LM 213 833	6,36	9	6,24	2
29	Elv Eikeland	20	LM 200 824	6,15	9	6,61	4
30	Lundarvikselva	20	LM 199 833	6,61	7	6,69	2



VEDLEGGSTABELL 1, fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Fusa 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. * = prøven er tatt 30/5. ** = prøvene er tatt 14/6 og 12/10. *** = prøven er tatt 12/10.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	1.-3.5.95		26.-28.8.	
				pH	LED	pH	LED
31	Elv Helland	40	LM 190 837	7,27	14	6,85	8
32	Storatjørna *	200	LM 239 810	5,74	6	5,43	2
33	Mauratjørna *	330	LM 224 809	5,79	5	5,86	2
34	Eikelandsvatnet *	250	LM 213 808	5,08	5	5,12	2
35	Stølatjørna *	390	LM 215 791	5,50	5	5,39	2
36	Austestadtjørna *	300	LM 187 800	5,49	4	5,38	2
37	Bergeelva *	70	LM 169 813	5,69	4	5,66	3
38	Elv Gjerdevik	15	LM 138 801	5,77	9	5,50	2
39	Sagelva	40	LM 134 789	5,72	6	5,88	3
40	Skåvatnet	151	LM 118 750	6,15	17	6,28	5
41	Fusafjellet, Tjørnane	625	LM 115 794			5,59	2
42	Elv Djupevika	20	LM 124 732	6,96	15	6,67	7
43	Strandvikelva	5	LM 153 740	5,98	10	5,90	4
44	Håvika	20	LM 169 778	5,99	9	5,96	3
45	Svartatjørn **	460	LM 218 871	5,69	9	6,68	9
46	Botnavatnet **	480	LM 214 887	5,75	6	6,56	3
47	Spongatjørn ***	591	LM 230 895			6,68	9
48	Skadvatnet ***	711	LM 215 917			6,44	5
49	Innl.bekk Botnavtn. **	480	LM 219 898	5,59	6	6,26	7
50	Innl.bekk Botnavtn.**	480	LM 204 884	6,13	5	6,28	7
51	Stemmetjørn **	636	LM 198 660	6,12	10	6,16	6
52	Tjørn Grytefjell **	695	LM 195 873	6,36	5	6,16	6
53	Lundarvikselva **	500	LM 200 854	6,45	6	6,22	8
54	Innløpsbekk Havsg.vatn	278	LM 178 862	6,00	8	5,07	3
55	Innløpsbekk Havsg.vatn	278	LM 740 863	5,55	5	6,60	2
56	Utløp Havsg.vatn	278	LM169 860	5,84	6	6,19	2
57	Altanestjørn	250	LM 155 840	4,90	10	4,78	3
58	Ådlandselva	40	LM 160 868	5,76	8	6,09	2
59	Hopselva	10	LM 157 691	6,46	8	6,65	2
60	Utløp Sævellvatnet	185	LM 172 929	6,34	8	6,49	2



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Fusa 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
46	Botnavatn	LM 215 890	2	2			B	U		1	2
7	Botsvatnet	LM 220 690	1	2	1?	2?	G	30		1	1,2
9	Bårtveitvatn	LM 207 715	1	2	1	1	B	30	Å	1	1,2
	Eidesbaktjørn	LM 287 848	2	3			D	U		1	2
34	Eikelandsvatn	LM 205 806	1	2			B	U		1	2
	Fagravatn	LM 248 745	2	2			D	U		1	2
	Fotaretjørn	LM 282 843	2	3			D	U		1	2
	Gjønavatn	LM 260 840	1	2	1	2	B	300	Å	1	1,2
	Guregrøvatn	LM 279 875	3	4			U	U		1	2
	Halavatnet	LM 237 724	1	1			G	U		1	2
	Hatlestadvatn	LM 251 650	1	2	1	2	B	U	Å	1	2
56	Havskårvatn	LM 175 860	1	2			G	100		1,2	1,2
13	Henangervatn	LM 240 790	1	2	1	2	B	U	RB	1	2
	Horgavatn	LM 238 690	1	2			B	U		1	2
	Håvikvatn	LM 195 600	2	3	1	2	B	U	Å	1	2
	Krokvatnet	LM 225 716	2	3			D	U		1	2
	Krokvatnet	LM 233 668	1	2			G	U		1	2
	Kvitingsvatn	LM 274 878	3	4			U	U		1	2
	Laugarvatn	LM 220 733	1	2			G	U		1	2
33	Mauratjørn	LM 224 809	2	3			B	U		1	2
	Osadalsvatn	LM 306 891	2	2			B	U		1	2
	Rauabergsvatn	LM 266 915	3	4			U	U		1	2
	Skardatjørn	LM 216 917	3	4			U	U		1	2



VEDLEGGSTABELL 2. fortsetter: Status for ferskvannsfiskeressursene i Fusa 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
28	Skjelbreivatn	LM 220 830	1	2	1	2	B	200	RB	1	1,2
	Skogseidvatn	LM 270 800	1	2	1	2	B	U	RB	1	2
40	Skátavatn	LM 120 750	3	4			D	U	Å	1	2
	Spongatjørn	LM 235 900	1	1			B	U		1	2
	Stemetjørn	LM 215 920	2	3			D	U		1	2
	Stemmetjørn	LM 279 840	2	3			D	U		1	2
	Stolavatn	LM 263 900	3	4			D	U		1	2
32	Storatjørn	LM 240 810	1	2			B	U		1	2
45	Svartatjørn	LM 217 875	2	3			D	U		1	2
	Svartatjørn	LM 256 819	1	2			D	U	Å	1	2
10	Svartavatn	LM 210 736	1	1			G	30		1	1,2
8	Svinasteinstjørna	LM 204 706	1	2			B	20		1	1
60	Sævareidvatn	LM 204 798	1	2			G	U		1	2
	Tjørni	LM 253 827	1	2			D	U		1	2
27	Vengsvatn	LM 240 835	1	2	1	2	G	1000	Å	1	1,2
	Vesletjørn	LM 241 816	2	2			B	U		1	2
	Vetlavatn	LM 245 712	1	1			B	U		1	2
	Ydalsvatn	LM 255 720	1	1			B	U		1	2
	Øystølsvatnet	LM 240 730	1	1			G	U		1	2