

Kalkingsplan for Fjell kommune 1995



Annie Elisabeth Bjørklund,
Geir Helge Johnsen
&
Steinar Kålås

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 197, april 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Fjell kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Fjell kommune. ved forrige miljøvernkonsulent Roald Larsen, 5353 STRAUME

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

18.april 1996

RAPPORT NR:

197

ANTALL SIDER:

32

ISBN NR:

ISBN 82-7658-088-2

RAPPORT SAMMENDRAG:

De høyestliggende innsjøene i Fjell er stabilt sure, mens i mesteparten av kommunen er vassdragene moderat sure med varierende pH gjennom året. Bare rundt Ulvesetvatnet og i de nedre deler av Fjellsvassdraget, samt et lite område mellom Tellnes og Bjørkedalen er vannkvaliteten lite påvirket av sur nedbør.

Så langt en kjenner til, er ikke fiskebestandene i Fjell skadet av de sure forholdene, men det er sannsynlig at fisken i de få høytliggende innsjøene er truet.

Det er tidligere kalket i privat regi i både Fjellsvassdraget og Skåleviksvassdraget, men det er bare i sistnevnte vassdrag det er sannsynliggjort et framtidig behov for kalking.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Fjell 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 Fjell 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 Fjell kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995), som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Fjell 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 Fjell kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Fjell. 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 miljøvernkonsulent Roald Larsen og fra 1.mars 1995 av Bård Alsaker i Fjell kommune, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Fjell kommune, i samarbeide med Sotra Sportsfiskere ved Sverre Dahl, besørget organisering og lokal innsamling av vannprøver våren og høsten 1995. 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.

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

Rådgivende Biologer as. takker alle parter og særlig Sotra Sportsfiskere ved Sverre Dahl for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet.

Rådgivende Biologer as. takker Fjell kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 26.januar 1996.

Planen er datert: Bergen, 18.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 Fjell i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsuringstruede 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 forsuringstruede bestander	25
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	25
KALKINGSPLANLEGGING FOR FJELL	26
Behov for kalking i Fjell kommune	26
Forslag til prioritering	26
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	27
Hvor bør en overvåke	27
LITTERATURREFERANSER	28
VEDLEGGSTABELLER	29
Surhetsdata for Fjell 1995	29
Kart over prøvetakingspunktene	31
Status for fiskebestandene	32



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	10
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Fjell kommune i 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Fjell i 1995	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 1995 i fire innsjøer i Fjell kommune	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Fjell i 1995	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk i ved elektrofiske i innløpet til Angeltveitvatnt og Kvernavatnet	23
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet fra Fjæreidvatnet og Skålevikvatnet	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i innløpet til Ulvesetvatnet	24
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i Kolavatnet	25

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye	13
TABELL 1.2: DNS overordnede prioriteringskriterier for kalkingsmidler	14
TABELL 2.1: Arealfordeling av sure områder	19
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995	21
TABELL 4.1: Tidligere og pågående kalkingsprosjekter	26
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold	27



SAMMENDRAG

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

NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i Fjell kommune domineres av granitter og gneisser, men to områder i kommunen har en berggrunn dominert av amfibolitt og grønnskifer. Det ene er et område som strekker seg fra Tellnes og nordover langs vestsiden av Bjørkedalen og opp mot Fjellsåta, og berører Bjørkedalsvassdraget og Nordre Haganessvassdraget. Det andre området går fra kysten mot Nesosen og østover like forbi Ulvesetvatnet, nordover forbi Fjell og vestover igjen midt mellom Skålvik og Møvik. Berørte vassdrag der er Ulvesetvassdraget, de nedre deler av Fjellvassdraget og de nedre deler av Møvikvassdraget. Disse områdene vil ha en relativt god tålegrense mot sure tilførsler ettersom disse bergartene forvitrer raskere og har et høyt innhold av basekationer.

Granitt og gneiss, som er dominerende berggrunn i Fjell kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at de øvrige vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Det er også relativt lite løsmasseavsetninger i kommunen, men lavtliggende områder kan ha marine sedimenter og skjellavsetninger i bunnen av innsjøene, slik at vannkvaliteten vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

SURHET

De fleste av de høystliggende innsjøene i Fjell kommune er stabilt sure hele året, mens mesteparten av vassdragene i kommunen er moderat sure. I disse vassdragene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler vil forholdene kunne bli marginale for fisk.

Det er imidlertid to områder som er lite påvirket av sur nedbør i Fjell. Det største er et område som omfatter Ulvesetvatnet og den nedre delen av Fjellvassdraget, det minste omfatter et område mellom Tellnes og Bjørkedalen.

FISK

Det er presentert opplysninger om fiskestatusen i 23 innsjøer i Fjell,- informasjonen er samlet inn i form av spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1995. Fra innsjøene er det rapportert om aure og røye, men stingsild og ål finnes trolig i de fleste lavereliggende innsjøene i kommunen og den innførte arten karuss finnes trolig i to mindre innsjøer (Lura & Kålås 1994). 16 av de 23 innsjøene har en tett eller passende bestand av aure, 6 har en tynn bestand av aure og 1 innsjø har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Tettheten av aure er uendret i 18 innsjøer, den har gått ned i 4 innsjøer og en bestand skal være tapt. Røye finnes i tre av innsjøene.



FISKE

I Fjell kommune blir det solgt fiskekort kun i forbindelse med Fjellsvassdraget. Her er det Sotra Sportsfiskere som disponerer fiskeretten, og de skal etter hvert også organisere fisket i Ulvesetvatnet og Skiftedalsvatnet. I de andre innsjøene i kommunen blir sportsfiske tålt.

KALKING

I Fjell kommune har det siden 1991 pågått årlig kalking i Indre Skålevikvatnet i regi av MOWI for å sikre vannkvaliteten til deres smoltanlegg. I 1993 ble det også kalket i de øvre deler av Fjellsvassdraget. I denne planen er det ikke foreslått nye kalkingslokaliteter i kommunen, og det skal heller ikke være nødvendig å fortsette kalkingen i Fjellsvassdraget.

De fleste innsjøene der det er meldt om fiskebestander i tilbakegang, ligger i ikke sure områder, og tilbakegangen kan tilskrives ødelagte gyteforhold grunnet veibygging eller annen utbygging.

En har imidlertid enkelte innsjøer der det periodevis kan være surt, men fisken synes foreløpig ikke å ha problemer. Dette gjelder blant annet Fuglavatnet (2) og Kvernavatnet (38) nord i kommunen, samt Storavatnet på Knarrevik (18). Tilstanden i flere av disse innsjøen bør overvåkes slik at en kan fange opp eventuelle endringer i årene som kommer. Aktuelle overvåkingsinnsjøer bør prioriteres i forhold til utnyttelse/lokal interesse.



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 FJELL

Berggrunnen i Fjell kommune domineres av granitter og gneisser, men to områder i kommunen har en berggrunn dominert av amfibolitt og grønnskifer. Det ene er et område som strekker seg fra Tellnes og nordover langs vestsiden av Bjørkedalen og opp mot Fjellsåta, og berører Bjørkedalsvassdraget og Nordre Haganessvassdraget. Det andre området går fra kysten mot Nesosen og østover like forbi



Ulvesetvatnet, nordover forbi Fjell og vestover igjen midt mellom Skålvik og Møvik. Berørte vassdrag der er Ulvesetvassdraget, de nedre deler av Fjellvassdraget og de nedre deler av Møvikvassdraget. Det er relativt lite løsmasseavsetninger i kommunen, men lavtliggende områder som har vært dekket av hav etter siste istid, kan ha næringsrike løsmasser avsatt i sjø under nedsmelting av isen. Dette danner stedvis grunnlag for jordbruksvirksomhet. De lavtliggende innsjøene kan ha marine sedimenter og skjellavsetninger i bunnen.

Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. 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 Fjell kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Områdene med bergartene amfibolitt og grønnskifer vil imidlertid ha en god tålegrense mot sure tilførsler ettersom disse bergartene forvitrer raskere og har et høyt innhold av basekationer. Imidlertid vil marine avsetninger i enkelte lavtliggende innsjøer føre til at vannkvaliteten vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

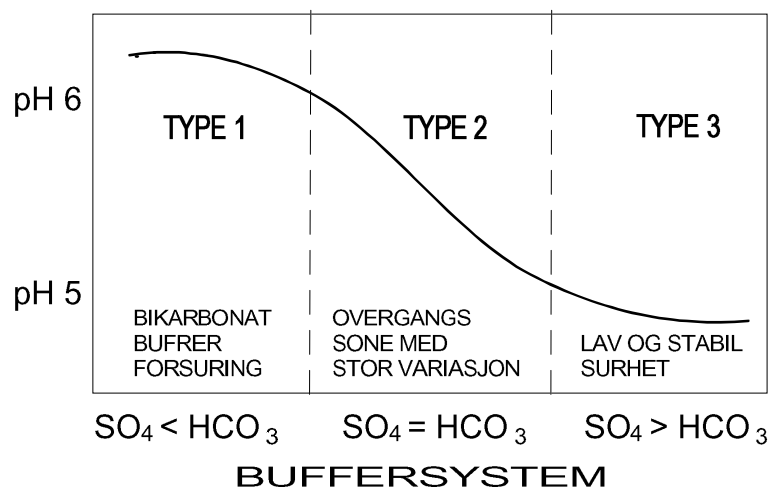
Ulikt naturgrunnlag i Fjell, fører altså til at det er stor variasjon i vassdragenes surhetsnivå fordi bufferevnen i jordsmonnet er forskjellig. På grunn av ulikt naturgrunnlag vil imidlertid selve vannet i vassdragene også få ulik bufferkapasitet. Denne bufferevnen er avhengig av vannets innhold av (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.

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).



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



I områder der 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

Fjell kommune ligger i den lavtliggende og ytre delen av Hordaland, der nedbørmengdene er mindre enn i de indre- og høyereliggende deler. Med en årlig middelavrenning rundt 40 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987), vil derfor våtavsetningen av forsurende stoffer i Fjell være lavere enn i de indre deler av fylket, forutsatt at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er tilnærmet lik i hele fylket. Innen Fjell kommune er imidlertid nedbørmengdene stort sett like store, slik at belastningene av forsurende stoffer antas å være tilnærmet lik i hele kommunen.

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

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

Mengden av slike sure tilførsler vil imidlertid variere både fra år til år og i løpet av året, avhengig av mengden nedbør og hvor den kommer fra. Siden slutten av 1970-årene har svovelkonsentrasjonen i nedbør avtatt med omtrent 30%, men nitrogenkonsentrasjonen har endret seg lite og nedbørmengdene



har økt (SFT 1994). Dette har ført til at de samlede sure tilførsler ikke er særlig redusert på Vestlandet de siste årene. Utviklingen i surhet i vassdragene vil likevel være ulik i de enkelte vassdrag avhengig av hvor utarmet nedslagsfeltene er. Langs kysten, som i Fjell, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Fjell 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, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet.

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

Sjøsaltilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene som Fjell har en nærmest kontinuerlig tilførsel av salter (Johnsen & Bjørklund 1993). I slike områder vil det alltid være mye natrium i jordsmonnet, og det er derfor mindre sannsynlig at surstøtepisoder vil finne sted i slike vassdrag. I de deler av Fjell der vannkvaliteten allerede er påvirket av sur nedbør, vil en imidlertid kunne få surstøtepisoder med et høyt innhold av labilt aluminium i slike spesielle situasjoner.

ALUMINIUM OG GIFTIGHET FOR FISK

Innholdet av totalaluminium i overflatevannet i Hordaland er stedvis meget høyt, og særlig i kystområder som i Fjell (Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er meget vanlig i jordsmonnet, og stammer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsuring øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere.

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

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



ALUMINIUM I BLANDSONER

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

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

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

TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

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

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

Selve beregningen av ANC inkluderer også en del omregninger, slik at en ikke uten videre kan foreta en summering av målte konsentrasjoner slik som vist over. Mange av stoffene angitt over stammer også fra 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 fra Lien mfl. 1991).



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

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

Årsaken til at laks og ørret er særlig sårbare arter, ligger i at de gyter i elver der yngelen og ungfisken også lever de første årene av livet sitt. Vannkvaliteten varierer mer og er periodevis mer ekstrem i elver enn i innsjøer. For innlandsørret er det derfor oftest rekrutteringen som først lider under forsurening, slik at kalking av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er innsjøgytende, og røyeungelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøtepisoder som ørretyngelen.

De vannkjemiske målingene som danner grunnlaget for beregning av ANC, gir også grunnlag for utarbeidelse av naturens tålegrenser for tilførsler av forsurende stoffer (Henriksen mfl. 1992). Denne tålegrensen avhenger av områdets evne til å "produsere" basekationer som kan motvirke de sure tilførselene. 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 forsureningsprosess landet vårt har opplevd. Den industrielle revolusjon førte til en kraftig økning i utslipp av svovel- og nitrogenforbindelser fra ulike menneskelige aktiviteter som industri, kraftproduksjon og samferdsel, og allerede før århundreskiftet gav dette seg utslag på Sørlandet, men også de naturlig sure områdene i Hordaland opplevde sannsynlig en økt forsurening allerede rundt århundreskiftet. Kalking har av flere grunner vist seg som det beste "reparerende" tiltaket for å hindre at sur nedbør ødelegger økosystemer i ferskvann. Kalken øker pH i vannet, samtidig som giftvirkningen av aluminium reduseres. Det er imidlertid viktig å være klar over at kalking aldri vil kunne reversere utviklingen og føre oss tilbake til den tilstanden man hadde i økosystemet før forsureningen. Målet ved valg av kalkingsstrategi er imidlertid å komme så nær den opprinnelige tilstanden som mulig.

MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

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

- Å REDDE FORSURINGSTRUET 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 forsuringssproblem. Enkelte områder vil fremdeles være forsuret etter de utslippsreduksjoner som ble avtalt våren 1994. Ved plassering av lokaliteter i prioritet 3 og nedover tar man hensyn til en slik framtidig forsuringssituasjon ved å nedprioritere områder som vil være forsuret i overskuelig framtid. Inntil videre har man valgt ikke å gjøre dette innenfor de to øverste prioriteringene. Vi må i årene framover vente en politisk diskusjon om skjebnen til de "evig" 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- TRUETE 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 allmennhetens tilgang til fisket, - noe som vil være bortimot et krav for å bli prioritert ved tildeling av offentlige kalkingsmidler.

KOST / NYTTE - VURDERING

For å kunne vurdere effekten av de forskjellige prosjektene opp mot hverandre, er det benyttet et enkelt kost / nytte forhold. Dette er skjønsmessig vurdert i denne sammenhengen, mens det i andre sammenhenger kan benyttes vitenskapelige metoder der elementene i detalj er gjort rede for. Kostnadene for et kalkingsprosjekt vil i hovedsak være styrt av hvor store vannmengder som skal kalkes opp og hvor sure disse er. I tillegg vil transport- og spredningskostnadene være viktige. Helikopterkalking er dyrere enn kalking av innsjøer som ligger langs vei, og elvekalking med doseringsanlegg er mer kostbare enn innsjøkalking der en kan spre kalken ut i en enklere operasjon. Kalking av gytebekker med skjellsand eller kalksteinsgrus kan være billig.

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



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

FORBEDRING I FRAMTIDEN ?

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

Statiske teoretiske modeller kan enkelt beregne tilstanden i vassdragene etter utslippsreduksjoner i henhold til de inngåtte avtaler. Dette baserer seg på at naturen er i stand til å reagere umiddelbart på reduksjoner i sure tilførsler, og at dette kan spores i vannkvaliteten direkte. Rammeplanen for kalkingsvirksomheten i Hordaland (Kambestad mfl. 1995) viser en oversikt over hvordan områdene i Hordaland vil fortone seg i år 2010 basert på en slik teoretisk beregning av tålegrenseoverskridelser ved avtalte reduserte utslipp.

Men både kjemiske og biologiske forhold virker forsinkende inn på tiden det tar før reduserte utslipp gir positive utslag på miljøet. Det er derfor utarbeidet dynamiske teoretiske modeller som tar hensyn til dette i beregningene (Wright 1994). Her er en kommet fram til at nylig forsurede områder vil kunne ta seg igjen raskere enn gamle forsurete området. I områder med stor grad av forsurening vil det imidlertid kunne ta fra 10-100 år før jordsmonnets evne til å buffre sure tilførsler er fullt restituert selv om tilførslene opphører.

Overvåkingen av utviklingen i vassdrag i Norge synes å indikere at forholdene i enkelte slike forsurede områder faktisk er på bedringens vei, i tråd med det de statiske teoretisk modellene antar. Men det gjenstår mye videre arbeide for å slå fast om dette faktisk er tilfellet. I de områdene der surheten i dag varierer mye (type II, se side 10) vil en eventuelt forvente den raskeste bedringen.

KALKING,- BARE ETT LEDD I KULTIVERINGEN

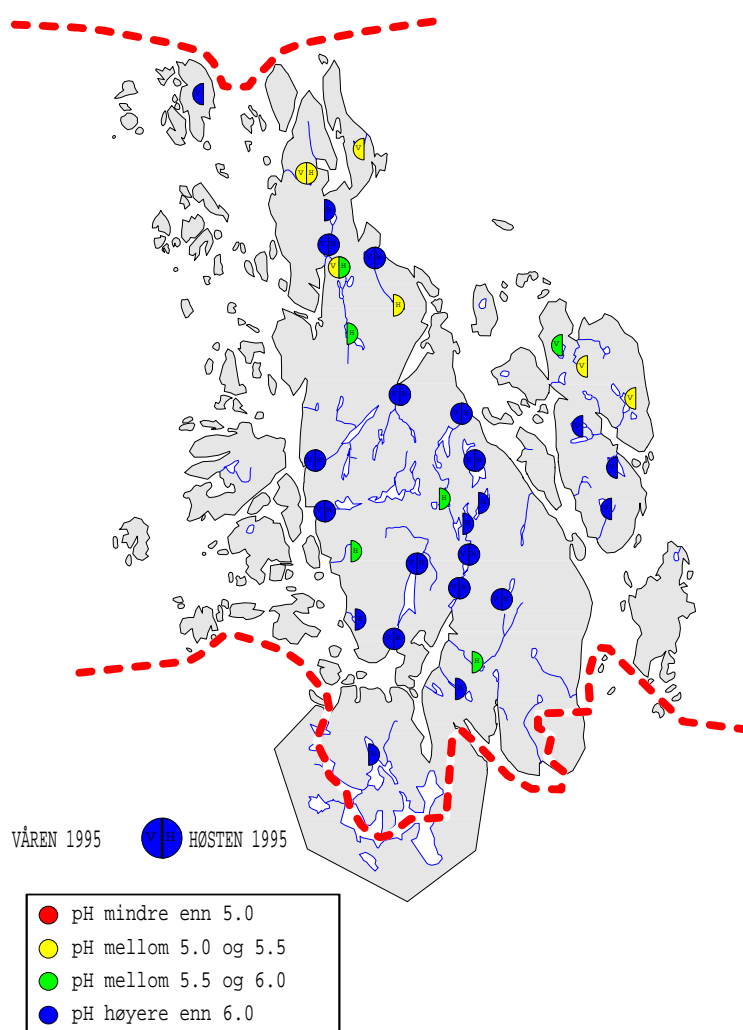
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som har ødelagt for rekrutteringsmulighetene. Dessuten observeres tilbakegang i anadrome bestander av laks og sjøaure også i ikke-sure vassdrag.

På den annen side vil kalking i et tidligere "tusen-brødre" system, der fisken har gått tilbake, kunne gi det resultat at en får tilbake tusenbrødre-systemet med liten fisk med dårlig kvalitet. Kalking i innsjøer der gyteforholdene er gode vil således kunne resultere i en reduksjon i fiskens kvalitet. En må derfor være klar over at kalking ikke alltid er eneste medisin for å bøte på skrantende forhold.



2. Surhetstilstand i Fjell kommune

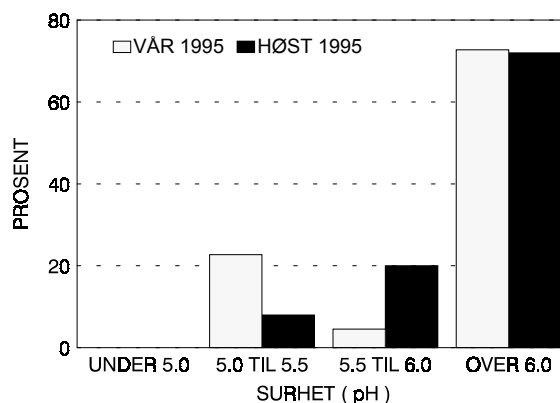
De fleste prøvetakingslokalitetene i Fjell kommune var lite sure ved prøvetakingene våren og høsten 1995 (figur 2.1). De laveste pH-verdiene ble målt i de nordlige delene av kommunen og nord på Lillesotra, der det ble registrert pH-verdier under 5,5. Vågevatnet var surest av de undersøkte lokalitetene med pH på 5,28 i februar (vedleggstabell 1.1). De beste pH-verdiene ble målt i den nedre delen av Fjellsvassdraget og i Ulvesetvassdraget. I tillegg var vannkvaliteten med hensyn på surhet god ved utløpet av samtlige undersøkte vassdrag. Dette skyldes vanligvis at vassdragene er påvirket av tilsig fra landbruk eller kloakk eller er kalket. Også sør på Lillesotra var vannkvaliteten god med hensyn på forsuring.



FIGUR 2.1: Surhetsmålinger utført i Fjell kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 22 prøver våren 1995 og 25 prøver høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av Sotra Sportsfiskere ved Sverre Dahl.



Over 70 % av prøvetakingsstedene hadde pH-verdier over 6,0 ved prøvetakingene 1995 (figur 2.2). pH-verdier under 5,0 ble ikke registrert i noen innsjøer verken våren eller høsten 1995 (vedleggstabell 1). Det ble imidlertid tatt få prøver i denne kommunen, og svært få er tatt fra høyereliggende innsjøer uten lokal menneskelig påvirkning. Prøvetakingen i 1995 gir derfor et skeivt bilde av surhetstilstanden i kommunen. I den videre omtalen av forholdene i Fjell har vi derfor også tatt hensyn til at det er utført undersøkelser tidligere (Johnsen og Bjørklund 1993, Bjørklund og Johnsen 1994).



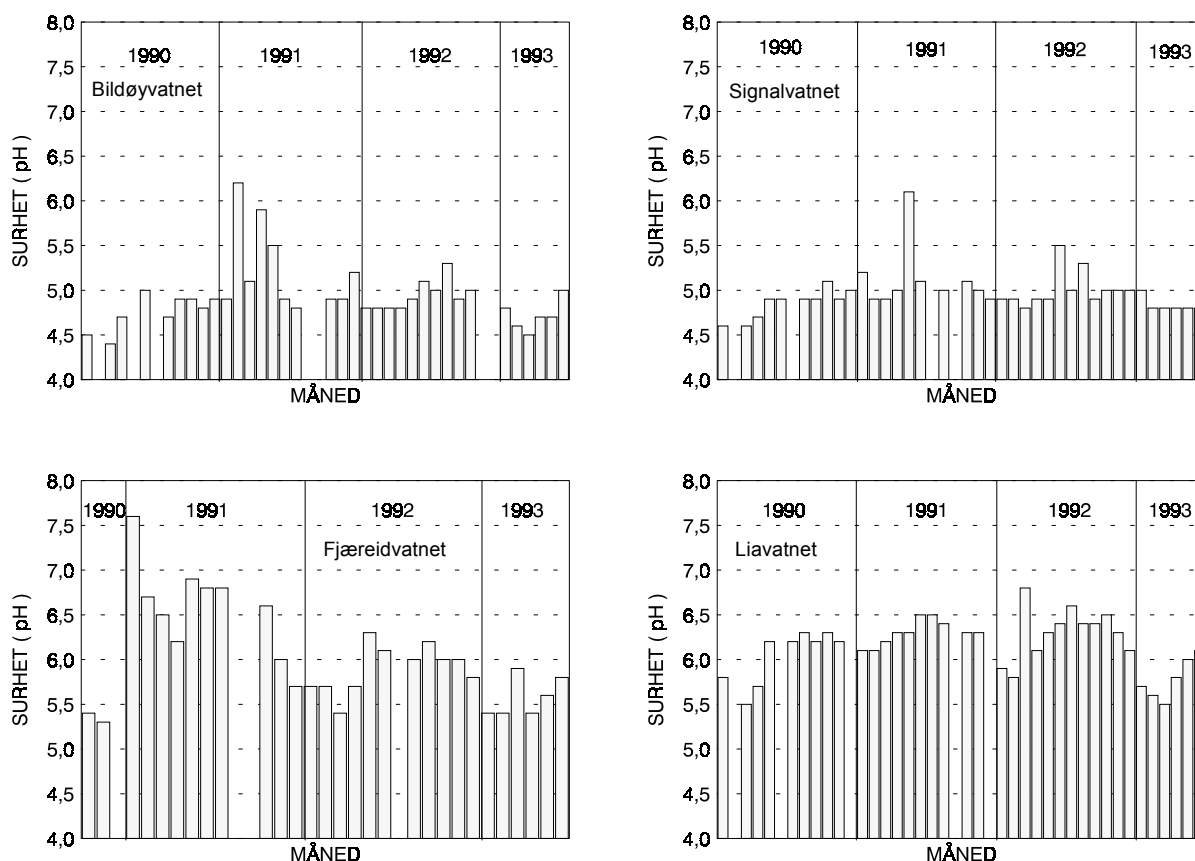
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 22 og 25 innsjøene i Fjell som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).

VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Fjell kommune viser årsvariasjonen i surhet i vassdragene et mønster som er vanlig i kystkommunene i Hordaland, der en de siste årene har hatt de sureste periodene på vinteren på grunn av de spesielle værforholdene disse årene (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten. Dette mønsteret kommer imidlertid ikke fram i målingene i forbindelse med denne prøvetakingen (figur 2.2), da vårmålingene er tatt etter at den sureste perioden er forbi. Det er imidlertid stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i fire drikkevannskilder i kommunen (figur 2.3).

Bildevatnet (figur 2.3 oppe til venstre) og Signalvatnet (figur 2.3 oppe til høyre) er vannkilder for henholdsvis Bildøyvatnet vannverk og Signalvatnet vannverk. Begge disse innsjøene er høytliggende, Signalvatnet ligger rundt 100 moh. og Bildevatnet ligger på 171 moh. Forholdene i disse innsjøene representerer tilstanden i høyereliggende innsjøer uten lokal menneskelig påvirkning i kommunen. Prøvetakingen i 1995 dekket imidlertid opp svært få av denne typen innsjøer. I disse innsjøene er bikarbonatbuffer-systemene stort sett "brukt opp", slik at det er lite eller ingen bufferkapasitet igjen. I begge er forholdene stabilt sure, med pH-verdier som stort sett er under 5.0 (figur 2.3, øverst).

Fjæreidevatnet (figur 2.3 nede til venstre) er vannkilde for Fjæreide vannverk og Liavatnet (figur 2.3 nede til høyre) er vannkilde for Fjell vannverk. Begge innsjøene har noe varierende men generelt sett meget gode pH-verdier gjennom året. Der er buffersystemet fremdeles i stand til å møte selv de sureste tilførselene, slik at pH ikke blir kritisk lav for fisk og andre vannlevende organismer som naturlig finnes i slike vassdrag på Vestlandet. Surhetsnivået tilfredsstiller imidlertid ikke kravene til godt drikkevann, og fra 1993 ble Liavatnet kalket.



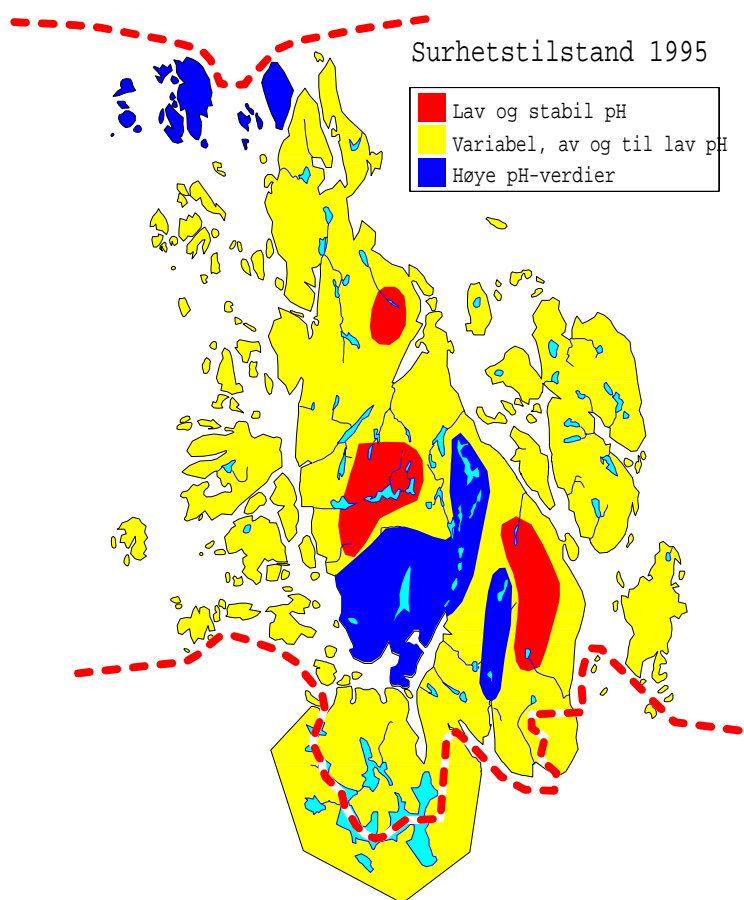
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i fire innsjøer i Fjell. Bildøyvatnet (øverst til venstre) og Signalvatnet (øverst til høyre) er typiske for en sur innsjø med liten årsvariasjon (buffersystem type 3). Fjæreidevatnet (nede til venstre) og Liavatnet (nede til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omland på råvann fra drikkevannskildene.

OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

De fleste av de høystliggende innsjøene i Fjell kommune vil være så sure at vannkvaliteten er stabilt sur hele året (figur 2.4).

Imidlertid er mesteparten av vassdragene i kommunen moderat sure. I disse vassdragene 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.

Det er også to områder som er lite påvirket av sur nedbør i Fjell. Det største er et område som omfatter Ulvesetvatnet og den nedre delen av Fjellvassdraget, det minste omfatter et område mellom Tellnes og Bjørkedalen. Der er berggrunnen dominert av lettvittrilig og kalkrik berggrunn, og vannkvaliteten er relativt stabilt god hele året. Enkelte av innsjøene i kommunen har imidlertid marine sedimenter eller er påvirket av kloakk eller landbruk og har derfor en noe bedre vannkvalitet. Spesielt gjelder dette vassdragenes nedre del før utløp til sjøen.



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Fjell kommune i 1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1), de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2), mens det røde området har pH-verdier stabilt rundt og under 5.0 (buffersystem type 3). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger, samt en generell forståelse av natur-grunnlaget i kommunen.

Av kommunens totalareal er det 8 % som er sterkt preget av forsuring, hele 78 % er moderat sure, mens resten av kommunen har vassdrag som ikke er særlig sure (tabell 2.1).

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
147 km ²	21,2 km ²	114,2 km ²	11,6 km ²

Tabell 2.1 og kartet i figur 2.4 presenterer en oversikt over hvor store områder i Fjell 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 enn dette.



TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Fjell 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: 114,2 km ²	40	5,3	2,9	420
Sterkt forsuret: 11,6 km ²	40	5,0	4,0	60

ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium er undersøkt i Bildevatnet, som ligger i området som er sterkt surt og i Angeltveitvatnet som ligger i området som er moderat surt. Innholdet av reaktivt aluminium var høyt i begge, men innholdet av labilt aluminium var høyt bare i Bildevatnet. Mengden reaktivt aluminium var imidlertid så høy også i Angeltveitvatnet at det kan bli problemer for fisk i perioder med vesentlig lavere pH-verdier (tabell 2.2). I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 30 : g Al/liter. I drikkevannskildene er innholdet av totalaluminium meget høyt i alle med målte maksimum-konsentrasjoner over 100 : g Al/l.

TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i to vannprøver fra Fjell kommune. Prøvene er tatt 26. - 28. april 1995 av Sverre Dahl 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
Angeltveitvatnet (3)	6,32	35	80	65	15
Bildevatnet	4,88	35	115	50	65

SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) ble også undersøkt i Bildevatnet som er sterkt surt, og i Angeltveitvatnet som er moderat surt. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC dårlig i Bildevatnet og god i Angeltveitvatnet (tabell 2.3). Dette tyder på dårlige forhold for fisk i Bildevatnet men gode forhold i Angeltveitvatnet på dette tidspunktet. Generelt antas det at ørret trives best når den syrenøytraliserende kapasiteten er over 20, mens fisken får problemer når den er lavere enn 0.

Alkaliteten var også lavest i Bildevatnet, men Angeltveitvatnet hadde også relativt lav alkalitet (tabell 2.3). Dette viser at også Angeltveitvatnet er følsomt for ytterligere forsuring i perioder med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning. Målinger av alkalitet i Ulvesetvatnet, Gyrvatnet, Engesvatnet og Bleivatnet viser at alkaliteten er meget lav i Bleivatnet og Engesvatnet i det moderat sure området, med verdier under 0,002 mmol/l. Alkaliteten er lav, men noe bedre i Gyrvatnet med 0,03 mmol/l, men best i Ulvesetvatnet med 0,083 mmol/l (NINA 1989, upubl.).



TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Fjell kommune. Prøvene er samlet inn 26. -28. april 1995 av Sverre Dahl 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	SO4 mg/l	NO3 : g N/l	ANC : ekv/ l
Angeltveitvatnet (3)	0,05	1,58	0,68	0,59	8	12,3	2,96	25	86
Bildevatnet	< 0,02	0,48	0,53	0,39	5,09	9	2,33	100	-13



3: Biologisk tilstand i Fjell i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Fjell kommune har omlag 300 innsjøer med et samlet areal på 5,7 km². De aller fleste er små men 24 er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 23 innsjøer i Fjell 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 trolig i de fleste lavereliggende innsjøene i kommunen og den innførte arten karuss finnes trolig i to mindre innsjøer (Lura & Kålås 1994).

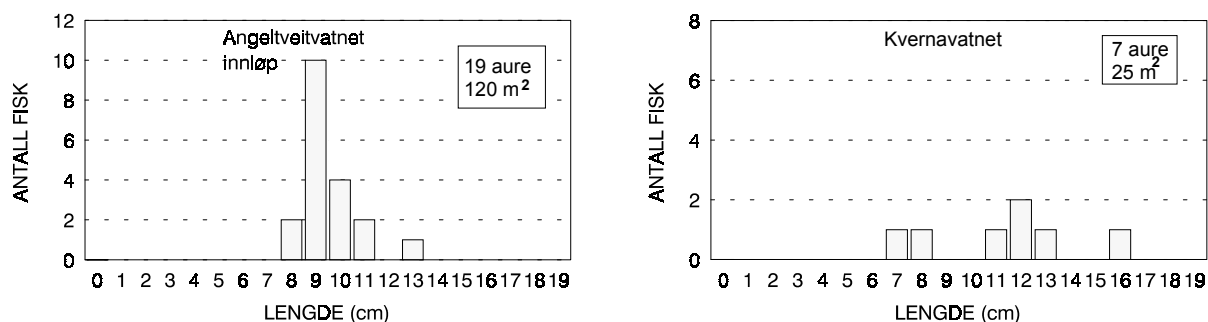
I følge denne undersøkelsen har 16 av innsjøene en tett eller passende bestand av aure, 6 har en tynn bestand av aure og 1 innsjø har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Tettheten av aure er uendret i 18 innsjøer, den har gått ned i 4 innsjøer og en bestand skal være tapt. Røye finnes i tre av innsjøene.

I Fjell kommune blir det solgt fiskekort kun i forbindelse med Fjellsvassdraget. Her er det Sotra Sportsfiskere som disponerer fiskeretten, og de skal etter hvert også organisere fisket i Ulvesetvatnet og Skiftedalsvatnet. I de andre innsjøene i kommunen blir sportsfiske tålt. Det er ikke kommet inn opplysninger om gyteforholdene for fisk i Fjell i forbindelse med denne sammenstillingen.

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Fjell kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 11. mai 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt:

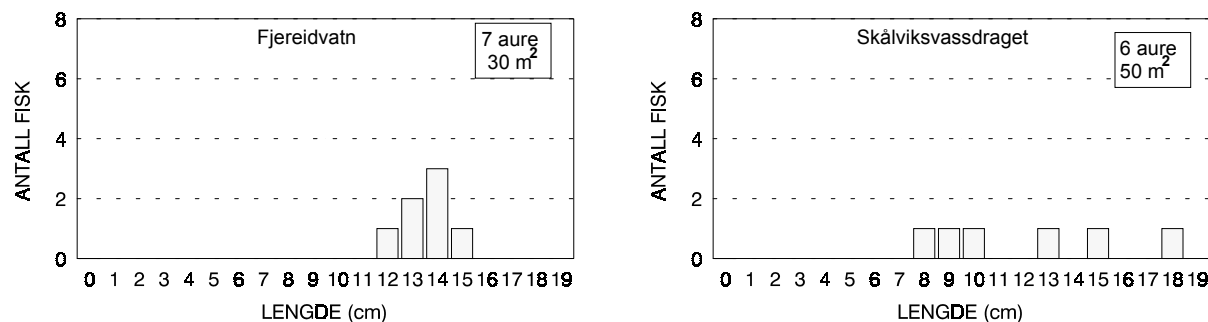
- innløpselv til Angeltveitvatnet (UTM KN 793 036)
- innløpsbekk til Kvernavatnet (UTM KN 806 032)
- utløpsbekk fra Fjæreidvatnet (UTM KM 790 976)
- utløpsbekk fra Skålvikvatnet (UTM KM 792 963)
- innløpsbekk til Ulvesetvatnet (UTM KM 818 947)
- inn- og utløpsbekker til Haljesvatnet (UTM KM 835 964)
- samløpsbekken mellom Skiftedalsvatnet-Stovevatnet (UTM KM 868 984)
- utløpsbekken fra Bildevatnet
 - like nedenfor demningen ved vannet (UTM KM 848 958)
 - 100m ovenfor utløpet til sjøen (UTM KM 852 966)

Innløpselven til Angeltveitvatnet er en flott elv. Elven renner rolig men har også små strykparti. Bunnen består av grus eller fjell og er noe begrodd. Den har stort potensiale som gyteområde på de deler som ble fisket over. Tettheten av aure var høy og vi observerte også en del årsyngel (figur 3.1).



FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i innløpet til Angeltveitvatn (KN 793 036) og innløpet til Kvernavatnet (KN 806 032) 11.mai 1995. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget. Årsyngel er ikke inkludert i figuren.

Innløpsbekken til Kvernavatnet på Ågotnes er en rolig myrbekk med enkelte grusfelt og mest mudder. Bekken er sterkt begrodd og virker forurenset, i en slik grad at vi ikke forventet å få fisk. Det viste seg likevel å være fisk i bekken og tettheten var relativt god (figur 3.1).



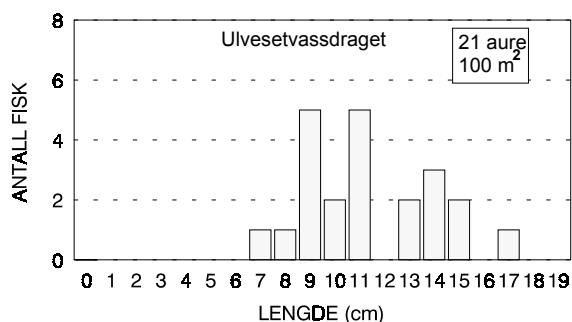
FIGUR 3.2: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet fra Fjereidvatnet (KM 790 976) og Skålevikvatnet (KM 792 963) 11.mai 1995. To aure større enn 20 cm ble fanget i utløpet fra Skålevikvassdraget. Årsyngel er ikke inkludert i figuren.

Utløpsbekken fra Fjereidvatnet (figur 3.2) er en elv med mye grov stein og enkelte parti med grus som er godt egnet for gyting. Vi fisket fra veifylling ca 40m ovenfor sjøen og oppover. Det ble fanget tre sjøaure på mellom 22 og 27cm. Dette viser at sjøfisk kan komme seg forbi veifyllingen selv om rørene tilsynelatende er sammenrast og sperret. Fjereidvatnet er demmet opp som drikkevannskilde og er dermed ikke tilgjengelig for sjøaure. Vi observerte årsyngel.

Utløpsbekken fra Skålevikvatnet (figur 3.2) er en fin bekk som går fra sjøen og ca 150m opp til en foss. Bunnen består av grus og stein men uten begroing. Det var ikke mye fisk her, men en av fiskene vi fanget var en smolt på 15,1 cm. Vassdraget er kalket for å sikre vannkvaliteten til et settefiskanlegg like ved.



FIGUR 3.3: Fangst av aure ved elektrofiske i innløpet til Ulvesetvatnet (KM 818 947) 11.mai 1995. En aure større enn 20 cm ble fanget. Årsyngel er ikke inkludert i figuren.



Innløpsbekken til Ulvesetvatnet (figur 3.3) er også en fin, sakteflytende elv. Bunnen består av grus og stein og er lite begrodd. Det var høy tetthet av fisk her og vi observerte store mengder årsyngel.

Samløpsbekken mellom Skiftedalsvatnet - Stovevatnet (UTM KM 868 984) har tidligere sannsynligvis vært en fin bekk, men den er nå fullstendig ødelagt av forurensing, sannsynligvis fra industriutslipp. Her ble det ikke fisket.

Utløpsbekken fra Bildevatnet er svært bratt og veksler mellom stryk og kulper. Det ble fisket to steder, like nedenfor demningen ved vannet (UTM KM 848 958) og ca 100m ovenfor sjøen (UTM KM 852 966). Det ble ikke fanget eller sett fisk på noen av stedene. Den øvre delen av bekken har områder som er velegnet for gyting, men pga demningen og de bratte partiene nedenfor er det tenkelig at vilkårene for fisk ikke er gode. Bekken er svært ren og minner om en steril fjellbekk.

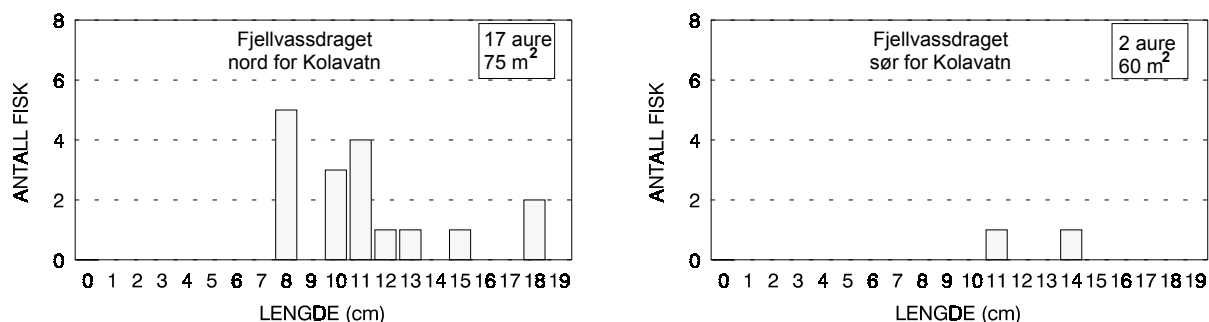
Inn- og utløpsbekker til Haljesvatnet (UTM KM 835 964) har kun mudder og fin sand og er ikke egnet til gyting. Vannet er regulert og har vært utsatt for store vannstandsvariasjoner. Vi hverken fanget eller så fisk.

STATUS ANADROME BESTANDER

Fjell har flere små vassdrag med oppvandringsmuligheter for sjøaure. Utløpet av Fjellvassdraget og Angeltveitvatnet er trolig de beste av disse. I Fjellvassdraget er det også påvist at laks formerer seg. I flere vassdrag som tidligere har hatt oppvandringsmuligheter for sjøaure er oppgangsmulighetene nå sperret eller forverret grunnet veibygging eller oppdemming i forbindelse med fiskeoppdrett. I utoset i flere vassdrag i Fjell er det gjennom flere år påvist store mengder sjøauresmolt som har vandret inn i ferskvann for å bli kvitt lakselus. Inntrykket er at lakselusinfeksjonene i sjøen utenfor Fjell har vært høye selv i år der infeksjonene andre steder har vært lave.

Ved befaringen 11.mai 1995 ble det elektrofisket etter yngel to steder i Fjellsvassdraget:

- mellom Kolavatn og Eikhammarvatn (UTM KM 833 947)
- nord for Kolavatn (UTM KM 833 953)



FIGUR 3.4: Fangst av aure ved elektrofiske i Fjellvassdraget i innløpselven (nord for)(KM 833 953) og utløpselven (sør for)(KM 833 947) til Kolavatnet 11.mai 1995. En aure større enn 20 cm ble fanget nord for Kolavatnet. Årsyngel er ikke inkludert i figuren.

Bekken mellom Kolavatn og Eikhammarvatn i Fjellvassdraget (figur 3.4) er en rolig bekk med mudrete bunn. Bekken er overgjødset. Innløpsbekken til Kolavatnet fra nord (figur 3.4) er en fin elv som er murt opp langs kantene og elvebunnen er opparbeidet for å bedre forholdene for fisk. Tettheten av fisk var god og tre av fiskene vi fanget var sjøauresmolt mellom 18 og 20 cm.

Sotra sportsfiskere har rensket opp og forbedret bunnforholdene i deler av Fjellvassdraget og disse delene fremstår i dag som attraktive områder både for fisk og sportsfiskere. Arbeidet som er utført her kan tjene som eksempel på kultiveringsarbeide som burde vært gjort mange andre steder i Hordaland.

Ulvesetvassdraget hadde tidligere fin sjøaure, men etter at utløpet av Ulvesetvatnet ble demmet opp i forbindelse med et fiskeoppdrett, har oppvandringsmulighetene for sjøaure blitt sterkt redusert.

VURDERING AV FORSURINGSTRUEDE BESTANDER

Det er meldt om tilbakegang i noen få fiskebestander i Fjell, men disse stedene har alle meget god vannkvalitet med hensyn på forsuring. I innsjøene som er blant de sureste i Fjell er det ikke meldt om tilbakegang i bestandene av aure. De største problemene for ferskvannsfisk og anadrom fisk i Fjell er reduksjon i gyte og oppvekstområder grunnet oppdemninger, tilgroing og veifyllinger, og forsuring er av mindre betydning.

ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

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



4: Kalkingsplanlegging i Fjell

BEHOV FOR KALKING I FJELL

I Fjell kommune er det meldt om tynne og reduserte bestander av aure i fem innsjøer. Det er Eidesvatnet, Fjæreidevatnet, Halljesvatnet, Kørelen og Ulvesetvatnet. Fiskebestandene skal være tapt i Skiftedalsvatnet. I denne innsjøen er det imidlertid satt ut regnbueaure tidligere, og det skal også settes ut ny slik fisk i 1996.

I Halljesvatnet og Skiftedalsvatnet kan tilbakegangen i fiskebestandene skyldes rasering av gyteforholdene grunnet henholdsvis veibygging og annen utbygging. I Ulvesetvatnet var det tidligere fin sjøaure, men etter at utløpet ble demmet opp i forbindelse med et fiskeoppdrett, var oppvandringsmulighetene for sjøaure blitt sterkt redusert. Tilbakegangen i aurebestanden skyldes høyst sannsynligvis dette forholdet. Tilbakegangen i Eidesvatnet er ikke så enkel å forklare, men innsjøen er ikke særlig forsuret. Ingen av de fire nevnte innsjøene ligger i områder som er særlig forsuret.

I Fjæreidevatnet og Kørelen har også fiskebestandene gått tilbake de seinere årene, men det er uvisst om dette kan ha sammenheng med forsuring. Begge innsjøene tjener som drikkevannskilder

PÅGÅENDE KALKING I FJELL

I Fjell kommune er det kalket årlig siden 1991 i Indre Skålevikvatnet. Dette er utført av MOWI for å sikre vannkvaliteten til deres smoltanlegg i Skålvik. I 1993 ble denne kalkingen også utvidet til å omfatte nedslagsfeltet til de øvre deler av Fjellsvassdraget,- helt ned til Liavatnet (tabell 4.1). Dette er ikke fulgt opp siden.

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

LOKALITET	UTM	PERIODE	MENGDE	METODE	PR. KLASSE
Indre Skålevikvatnet	KM 004 964	1991-	? tonn	Innsjø	
Fjellsvassdraget	LM 830 960	1993	? tonn	Terrang	

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

Skålevikvassdraget er kalket siden 1991, og dette vassdraget har i dag en fin bestand av aure. En vet ikke hvorvidt denne bestanden av aure opprinnelig hadde problemer med forsuring, men innsjøen ligger i et område der det er sannsynlig at forholdene tidligere var marginale. Denne kalkingen har skjedd i privat regi og den bør fortsettes også av hensyn til fiskebestanden i innsjøen.

Fjæreidevatnet og Kørelen har et surhetsnivå som ikke er kritisk for aure, slik at det trengs nærmere kunnskap om tilstanden i fiskebestandene og årsakene til en eventuell tilbakegang før en kan sette disse opp på kalkingslisten.



Fjellsvassdraget behøver ikke kalkes videre, fordi dette i utgangspunktet ikke var surt og fisken sannsynligvis ikke hadde problemer der (Bjørklund & Johnsen 1994).

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 PROSJEKTENE

Kalking av Skålevikvassdraget har foregått årlig siden 1991, men det er likevel foretatt en enkel sammenstilling av nødvendige tall for å foreta en nærmere beregning av kalkmengder. Dette er vist 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 $4,0 \text{ gram CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet $1,0 \text{ gram CaCO}_3 / \text{m}^3$. Gjenkalkingsmengdene er fordelt på årlige mengder, slik at innsjøer som kalkes sjeldnere er ført opp med sin årlige andel av kalkingsmengden.

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. Siden innsjøen er kalket tidligere, er bare behov ved gjenkalking ført opp. Innsjøen må 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
Indre Skåleviksvatn	0,22	7	1,54	3,3	40	4,1	18

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 Fjell kommune har en kun enkelte innsjøer av type 2,- det er periodevis surt, men fisken synes ikke å ha problemer. Dette gjelder blant annet Fuglavatnet (2) og Kvernavatnet (38) nord i kommunen, og tilstanden i en eller begge disse to innsjøen bør overvåkes. Storavatnet på Knarrevik (18) er også en innsjø av denne kategori. Aktuelle overvåkingsinnsjøer bør prioriteres i forhold til utnyttelse/lokal interesse.



LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A. & G.H.JOHNSEN 1994. En beskrivelse av de 28 største vassdragene i Fjell kommune. Rådgivende Biologer as, rapport 119, 61 sider, ISBN 82-7658-028-9
- BJØRKLUND, A.E. & G.H.JOHNSEN 1994. Tilstandsbeskrivelse av Fjells-vassdraget, Fjell kommune i Hordaland. Rådgivende Biologer, rapport 152, 31 sider. ISBN 82-7658-048-3.
- 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 sjøsaltanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994 Forsøringsstatus 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.
- LURA, H. & S. KÅLÅS. 1994. Ferskvassfiskane si utbreiing i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland. Zoologisk museum, Universitetet i Bergen. 59 sider.
- MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NORDLAND, J. 1983. Ferskvassfiskeresursane i Hordaland. A.s. Centraltrykkeriet Bergen. 272 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

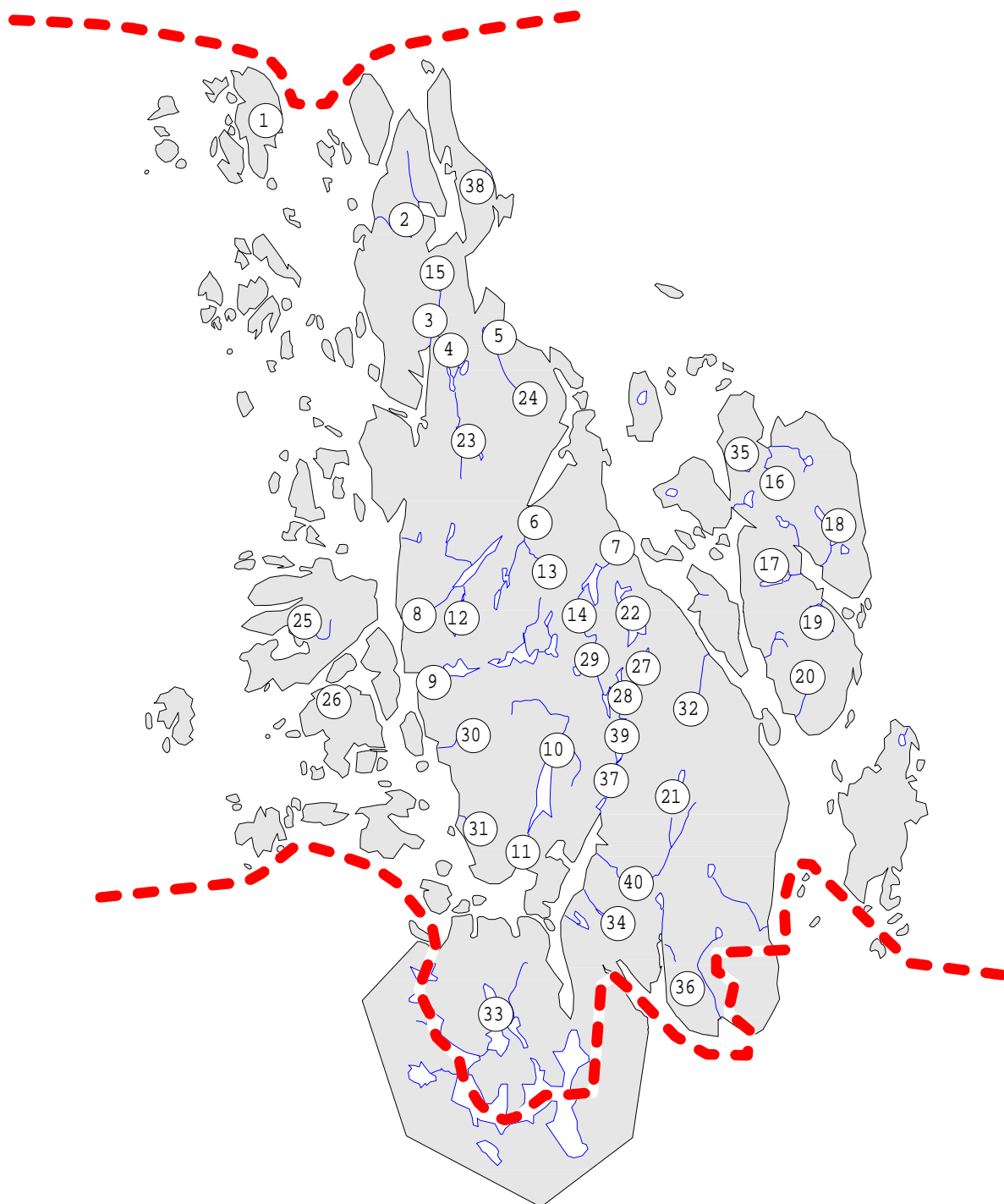
VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Fjell kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskestatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer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

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	18.-19.2.95		29.10.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Vatn på Turøy	3	KN 757 083	6,98	180		
2	Fuglavatn	25	KN 782 063	5,44	110	5,41	105
3	Utløp Angeltveit	3	KN 793 036	6,14	80	6,13	93
4	Bekk fra Skulehusvatnet	17,3	KN 796 033	5,42	200	5,92	105
5	Kvernavatnet, Ågotnes	17,4	KN 806 022	6,68	130	6,04	112
6	Bekk i Fjæraeide	10	KM 813 995	6,27	58	6,28	137
7	Nederst i Morlandsvassdraget	10	KM 833 990	6,70	168	6,45	138
8	Bekk ved Sekkingstad	ca. 20	KM 791 977	6,41	89	6,46	100
9	Utløp ved Skålevik	ca. 20	KM 793 963	6,54	198	6,67	166
10	Innløp Ulveseth	17	KM 818 948	6,76	168	6,18	98
11	Utløp Ulvesethvatn	17	KM 813 927	6,22	198	6,63	136
15	Bleivatnet	29	KN 794 045			6,02	166
16	Vågevatn	29,5	KN 864 008	5,28	128		
17	Skoftedalsvatn	25	KM 865 987	6,83	157		
18	Storevatnet Kna	53	KM 878 994	5,42	106		
19	Arefjordsvatnet	14,2	KM 874 977	6,91	310		
20	Utløpsbekk fra Ebbesvikvatnet	42,5	KM 873 959	6,57	145		
21	Gyravatnet	122	KM 844 935	6,27	102	6,20	109
22	Storavatnet, Kolltveit	38	KM 835 973	6,44	98	6,39	138
23	Kroatjønn	38	KN 797 014			5,70	125
24	Hagasvatnet	ca 45	KN 811 023			5,40	130
27	Halljesvatnet	31	KM 835 960			6,72	167
28	Eidesvatnet	23	KM 832 954			6,79	113
29	Kyrkjevattet	33	KM 827 962			5,99	120
30	Signalvatnet	110	KM 800 951			5,68	122



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

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	18.-19.2.95		29/10	
				pH	LED	pH	LED
31	Åsavatnet	ca 20	KM 799 930			6,44	126
33	Kvernavatnet	11	KM 804 880			6,16	111
34	Langavatnet	28	KM 827 911			6,40	114
35	Storavatnet, Angelvik	15	KN 960 010	5,93	110,4		
37	Bekk fra Bossvatnet	4	KM 830 938	6,65	165	6,67	104
38	Kvernavatnet, Vindenes	10,4	KN 802 067	5,38	115		
39	Kolavatnet, Fjellvassdraget	6,4	KN 833 949	6,61	91	6,68	155
40	Fossvatnet	18	KN 836 916			5,91	65



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Fjell kommune. **Status:** 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte**=Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske**= antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. Ref: 1=samlet inn 1993 av Rådgivende biologer, Johnsen og Bjørklund 1993, rapport 91. 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring			DATA	REF
15	Bleivatn	KN 794 048	1	2			U		1	1,2
20	Ebbesvikvatn	KM 872 964	1	2			U		1	1,2
28	Eidesvatn	KM 833 960	2	3			U		1	1,2
	Engjesvatn	KM 798 975	1	2			U		1	1,2
	Fjæreidvatn	KM 800 983	2	3	5?	5?	U		1	1,2
2	Fuglavatn	KN 788 060	1	2			U		1	1,2
21	Gyrvatn	KM 844 935	1	2			U		1	1,2
27	Halljesvatn	KM 838 965	2	3			U		1	1,2
	Indre Skålvikvatn	KM 810 966	1	2			U		1	1,2
23	Krokavatn	KN 800 012	1	2			U		1	1,2
38	Kvernavatn	KN 800 070	1	2			U		1	1,2
5	Kvernavatn	KN 804 036	1	2			U		1	1,2
	Kørelen	KM 800 870	2	3	1	2	U		1	1,2
	Liavatn	KM 830 956	1	2			U		1	1,2
7	Morlandsvatn	KM 827 983	1	2			U		1	1,2
3	Ongeltveitvatn	KN 793 040	1	2			U		1	1,2
17	Skiftedalsvatn	KM 865 987	3	4			U	RB	1	1,2
9	Skålvikvatn	KM 797 963	1	2			U		1	1,2
	Storavatn, Algrøy	KM 765 974	2	2			U		1	1,2
22	Storavatn, Kolltveit	KM 835 973	1	2			U		1	1,2
18	Storavatn, Knarrevik	KM 878 994	2	2			U		1	1,2
	Storavatn, Kaldestad	KM 805 890	1	2	1?	2?	U		1	1,2
35	Storevatn, Angelvik	KN 860 010	1	2			U		1	1,2
11	Ulvesetvatn	KM 815 935	2	3	2?	3?	U		1	1,2