

# Kalkingsplan for Jondal kommune 1995



Steinar Kålås  
Geir Helge Johnsen  
&  
Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgivende Biologer AS  
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 174, april 1996.



# Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Jondal kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAKSGIVER:

Jondal kommune. ved tidligere miljøvernkonsulent Rune Weltzien, Jondal kommune.

OPPDRAGET GITT:

Høsten 1994

ARBEIDET UTFØRT:

1994 - 1995

RAPPORT DATO:

30.april 1996.

RAPPORT NR:

174

ANTALL SIDER:

37

ISBN NR:

ISBN 82-7658-091-2

RAPPORT SAMMENDRAG:

I Jondal kommune finner en de sureste områdene i sørvest på grensen til Kvinnherad. I dette området er det også truete og reduserte fiskebestander, slik at samtlige foreslåtte kalkingsprosjekter i Jondal finnes her.

Høyest prioritert er Årvikvassdraget, der det er foreslått å kalke de to høytliggende innsjøene Botnavatnet (i Kvinnherad) og Vesle Solbjørgvatnet. Også vassdraget der Store Solbjørgvatnet ligger øverst, er foreslått kalket ved kalking av denne innsjøen. Raunelivatnet har også en redusert fiskebestand, men her kan det være nok å kalke gytebekkene med kalksteinsgrus.

Det er ikke behov for kalking i andre vassdrag med laks eller sjøaure, men forholdene i Jondalselven bør undersøkes nærmere med tanke på iverksetting av eventuelle andre tiltak.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand  
- Fiskestatus  
- Kalkingsplan  
- Jondal 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 Jondal 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 Jondal kommune, og planen er en direkte oppfølging av den "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Jondal 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 Jondal kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Jondal. 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 Rune Weltzien i Jondal, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Jondal kommune besørget organisering og lokal innsamling av rundt 60 vannprøver høsten 1994 og våren 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 bidratt ved innsamlingen av vannprøver og skaffet til veie opplysninger om fiskestatus i Jondal:

*Anders Ellingsen, Rune Weltzien, Kåre Sætveit, Kjell Selsvik, Ivar Kvåle, Tor Aasen, Tore Hamer, Magne Hesvik, Trygve Sandven, Brynjulf Flatebø, Ola Espeland, Helge Kråkevik, Johan Urheim, Olav Håvik, Lars Færevåg og Hermann Svåsand.*

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

Rådgivende Biologer as. ønsker å takke samtlige for innsatsen og særlig tidligere miljøvernkonsulent Rune Weltzien for et meget godt samarbeide gjennom hele prosjektet.

Rådgivende Biologer as. takker Jondal kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, september 1995.

Rapporten er datert: 30.april 1996.



## INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD .....	3
INNHOLDSFORTEGNELSE .....	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 Jondal i 1995 .....	16
Variasjon i surhet gjennom året .....	17
Oversikt over forsurede områder .....	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene .....	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene .....	22
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE .....	24
Status for innlandsfiskebestander .....	24
Status for anadrome bestander .....	25
Oversikt over forsurede bestander .....	27
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi .....	27
KALKINGSPLANLEGGING FOR JONDAL .....	28
Behov for kalking i Jondal kommune .....	28
Forslag til prioritering .....	29
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt .....	30
Hvor bør en overvåke .....	31
LITTERATURREFERANSER .....	32
VEDLEGGSTABELLER .....	33
Surhetsdata for Jondal 1994 .....	33
Kart over prøvetakingspunktene .....	35
Status for fiskebestandene .....	36



## LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet .....	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Jondal kommune i 1994 .....	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Jondal i 1994 .....	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 1993 i fire vassdrag i Jondal .....	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Jondal i 1994 .....	19
FIGUR 2.5: Målinger av surhet i Jondalselven vinteren og våren 1995 .....	23
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i ett av innløpene til Lambavatnet .....	24
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i ett av innløpene til Lambavatnet .....	25
FIGUR 3.3: Fangst av fisk i ved elektrofiske i innløpet til Lambavatnet fra Ljosavatnet .....	25
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet av Lambavatnet .....	25
FIGUR 3.5: Fangststatistikk for sjøaure i Jondalselva fra 1969 til 1994 .....	26
FIGUR 3.6: Fangststatistikk for laks i Jondalselva fra 1969 til 1994 .....	26
FIGUR 3.7: Fangst av fisk ved elektrofiske i Torsneselva .....	27
FIGUR 3.8: Fangst av fisk ved elektrofiske i Jondalselva .....	27
FIGUR 4.1: Kart over aktuelle kalkingslokaliteter i sør-vestre deler av Jondal .....	28

## 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 .....	20
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen .....	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995 .....	21
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995 .....	22
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter .....	29
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold .....	30



## SAMMENDRAG

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

### **NATURGRUNNLAGET**

Berggrunnen i Jondal domineres av en berggrunn som tilhører den såkalte Telemarksuiten. Denne består av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter. Helt sørvest i kommunen er det imidlertid et område der grunnfjellsbergarter dominerer, hovedsakelig bestående av granitt, gneisser og gabbro. Det er lite løsmaseavsetninger i kommunen, noe som gjør at områdene har en begrenset bufferkapasitet mot den sure nedbøren

### **SURHET**

I størstedelen av Jondal kommune var vassdragene relativt lite påvirket av sur nedbør ved prøvetakingene høsten 1994 og våren 1995 (figur 2.1). Vassdrag med høyere liggende nedslagsfelt har en større tilførsel av sure stoffer og disse vassdragene er derfor noe surere med pH-verdier mellom 5,5 og 6,0. En kan imidlertid ikke se bort fra at det i ekstreme situasjoner kan oppstå sure perioder i vassdragene i disse høytliggende områdene. I området helt sørvest i kommunen ble de laveste pH-verdiene målt, med pH-verdier rundt 5,3 ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen.

### **FISK**

Tilstanden i fiskebestandene i Jondal er generelt sett god, men i innsjøer i fjellområdene i søre delen av Jondal har fiskebestander problemer med å reprodusere. I Lambavatn ble det påvist reproduksjon kun i to av innløpsbakkene, og mengden yngel var lav. Det skal likevel være en tett bestand med fisk i denne innsjøen. I tilløpene til Ljosavatnet ble det ikke funnet årsyngel, men det er fortsatt en tynn bestand av fisk i innsjøen. En må anta at også andre innsjøer i dette området mangler fiskebestander eller er i en slik tilstand at rekrutteringen mangler eller at bestanden ikke rekrutterer hvert år. Dette gjelder Urdavatn, Vesle og Store Solbjørgsvatnet, Raunlivatnet, Demmevatnet og flere mindre innsjøer.

### **FISKE**

Fisket i kommunen er aktivt. I 29 av innsjøene blir det fisket av ti eller flere personer gjennom året og i tre av disse innsjøene blir det fisket av mer enn hundre personer i året. I 19 av innsjøene blir det fisket mer enn 10 kg fisk pr. år og i sju av disse mer enn 100 kg pr. år. Det er organisert med salg av fiskekort i 17 av innsjøene som er dekket av denne undersøkelsen. Dette er organisert av Jondal jeger og fiskeforening (JJF) eller Flatabø grunneigarlag.



## KALKING

Det har ikke pågått organisert kalking i Jondal kommune til nå. I denne planen er det foreslått at det gjennomføres kalking helt sør i kommunen. Her har fiskebestandene problemer med å reprodusere, og enkelte av fiskebestandene skal være tynne. Dette gjelder innsjøene i Årvikvassdraget,- Lambavatnet, Ljosavatnet, Urdavatn, Vesle Solbjørgsvatnet. Andre innsjøer i det samme området er også aktuelle,- det gjelder Raunlivatnet, Store Solbjørgvatnet og Demmevatnet. Disse innsjøene ligger i grenseområdene til Kvinnherad, men er omtalt kun i planen for Jondal.

Det er derfor foreslått at det kalkes i følgende lokaliteter i grenseområdene mellom Jondal og Kvinnherad:

- 1) Årvikvassdraget,- i Botnavatnet i Kvinnherad og i Vesle Solbjørgvatnet
- 2) Store Solbjørgvatnet
- 3) Raunlivatnet,- muligens bare med kalksteinsgrus i innløpselvne

Det synes ikke å være nødvendig å kalke i de øvrige vassdragene med anadrome bestander av laksefisk i Jondal kommune. Problemene med tilbakegangen i laks i Jondalselven skyldes ikke nødvendigvis den svake forsuringen av vassdraget. Tilstanden i dette vassdraget bør imidlertid utredes nærmere, og eventuelt overvåkes videre med hensyn på iverksetting av eventuelle tiltak.



## 1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

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

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

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

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

### NATURGRUNNLAGET I JONDAL

Berggrunnen i Jondal domineres av en berggrunn som tilhører den såkalte Telemarksuiten. Denne består av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter. Helt sørvest i kommunen er det imidlertid et område der grunnfjellsbergarter dominerer, hovedsakelig bestående av granitt, gneisser og gabbro. Det er lite løsmaseavsetninger i kommunen, noe som gjør at områdene har en begrenset bufferkapasitet mot den sure nedbøren .





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.

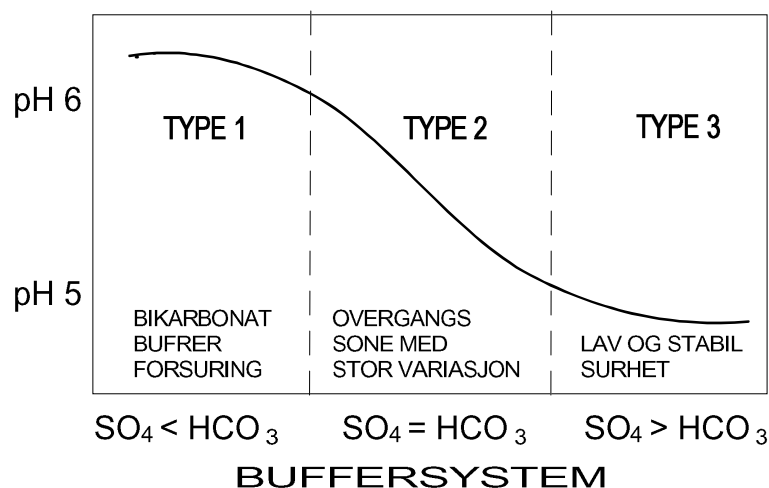
I Jondal kommune er den dominerende berggrunnen relativt kalkrik men noe tungt forvitrerlig. Et område i sørvest domineres imidlertid av en berggrunn som er meget kalkfattig og meget tungt forvitrerlig. Ettersom det ikke er særlig løsmasseavsetninger, eller marine avsetninger i kommunen vil vassdragene ha en relativt lav tålegrense for sure tilførsler. De dårligste forhold finnes altså sørvest i kommunen.

### VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Jondal, 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 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).

*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 med 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

Årlig middelavrenning i kommunen varierer fra 35 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> i de lavereliggende deler nord i kommunen til over 120 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> i de høyereliggende deler sør i kommunen (NVE 1987). Våtavsetningen av forsurende stoffer er derfor størst i de højestliggende deler av kommunen, der naturgrunnet er dårligst med hensyn på forsuring.

De viktigste forsurende stoffer i nedbøren er svovel- og nitrogenforbindelser. Disse påvirker forsuringen i vassdragene både direkte ved at vassdragene tilføres sterk syre, og indirekte ved at jordsmonnet utarmes fordi lageret av basekationer reduseres. Den indirekte virkningen av sur nedbør har dermed betydning for den langsiktige utviklingen i vassdragene og før 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 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

Jondal kommune kan i ekstreme tilfeller med sterk vind motta sjøsalter med nedbøren. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan da 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 Jondal 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 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 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 forsuring, slik at kalking av gytebekker ofte er viktigere enn kalking av innsjøer der den voksne fisken lever. Røye er innsjøgytende, og røye yngelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøtepisoder som ørret yngelen.

De vannkjemiske målingene som danner grunnlaget for beregning av ANC, gir også grunnlag for utarbeidelse av naturens tålegrenser for tilførsler av forsurende stoffer (Henriksen mfl. 1992). Denne tålegrensen avhenger av 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 forsuringsspross landet vårt har opplevd. Den industrielle revolusjon førte til en kraftig økning i utslipp av svovel- og nitrogenforbindelser fra ulike menneskelige aktiviteter som industri, kraftproduksjon og samferdsel, og allerede før århundreskiftet gav dette seg utslag på Sørlandet, men også de naturlige 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 FORSURINGSTRUEDE 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 prioritert 3 og nedover tar man hensyn til en slik framtidig forsuringssituasjon ved å nedprioritere områder som vil være forsuret i overskuelig framtid. Inntil videre har man valgt ikke å gjøre dette innenfor de to øverste prioriteringene. Vi må i årene framover vente en politisk diskusjon om skjebnen til de "evig" forsurede områdene.

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



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

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

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

### KOST / NYTTE - VURDERING

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

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

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

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

### FORBEDRING I FRAMTIDEN ?

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



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

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

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

#### **KALKING,- BARE ETT LEDD I KULTIVERINGEN**

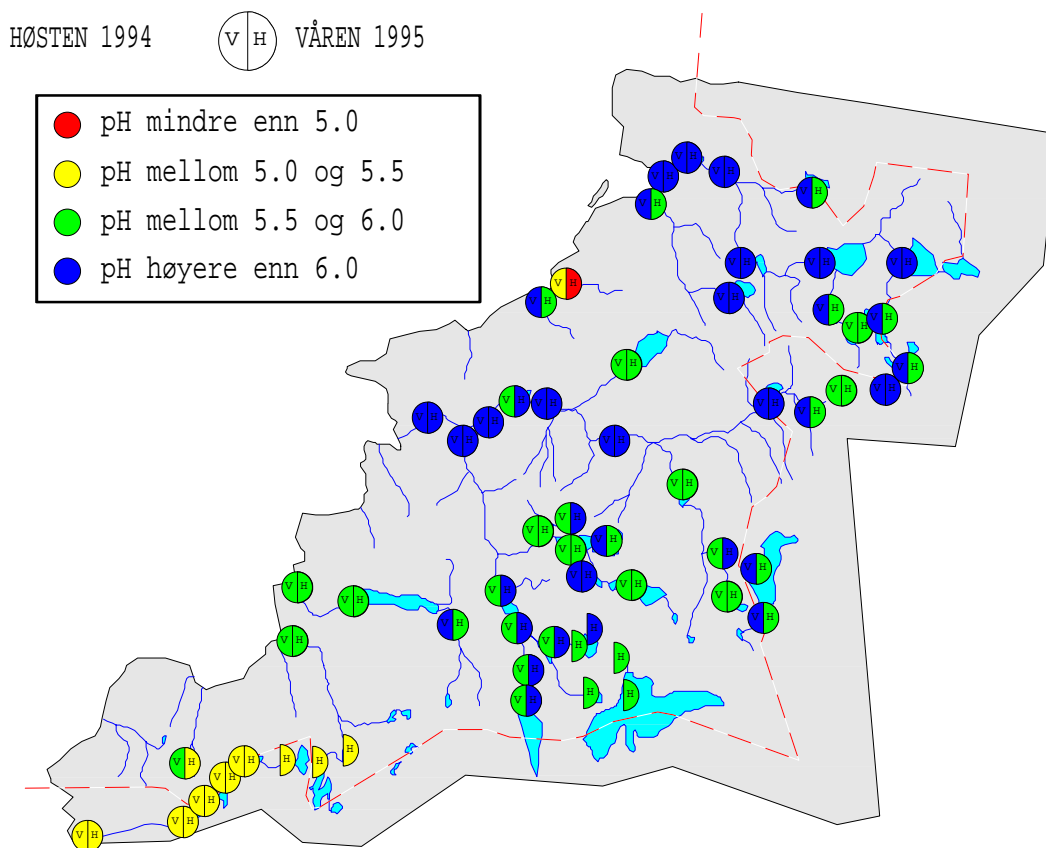
Kalking er et egnet virkemiddel der forsuring er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som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

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



## 2. Surhetstilstand i Jondal kommune

I størstedelen av Jondal kommune var vassdragene relativt lite sure ved prøvetakingene høsten 1994 og våren 1995 (figur 2.1). Vassdrag med høyereliggende nedslagsfelt har en større tilførsel av sure stoffer og disse vassdragene er derfor noe surere med pH-verdier mellom 5,5 og 6,0. En kan imidlertid ikke se bort fra at det i ekstreme situasjoner kan oppstå sure perioder i vassdragene i disse høytliggende områdene. I området helt sørvest i kommunen ble de laveste pH-verdiene målt, med pH-verdier rundt 5,3 ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen.



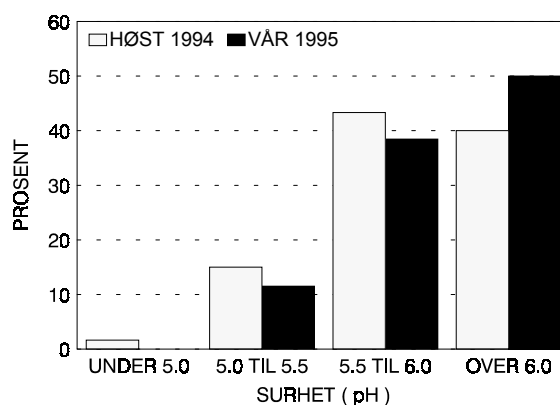
FIGUR 2.1: Surhetsmålinger utført i Jondal kommune i 1994 og 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 60 prøver høsten 1994 og 52 prøver våren 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernkonsulent Rune Weltzien.





Størstedelen av Jondal kommune hadde en relativt god vannkvalitet med hensyn på forurening ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen. Over 40 % av prøvetakingslokalitetene hadde pH-verdier over 6,0, mens bare godt under 20% hadde pH-verdier under 5,5 (figur 2.2). pH-verdier under 5,0 ble kun registrert i en lokalitet høsten 1994, i Monavikselvi, men dette skyldes trolig at elva er sterkt myrpåvirket (vedleggstabell 1).

FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 60 stedene i Jondal som ble undersøkt høsten 1994 og de 52 stedene som ble undersøkt våren 1995 (se kartet i figur 2.1).

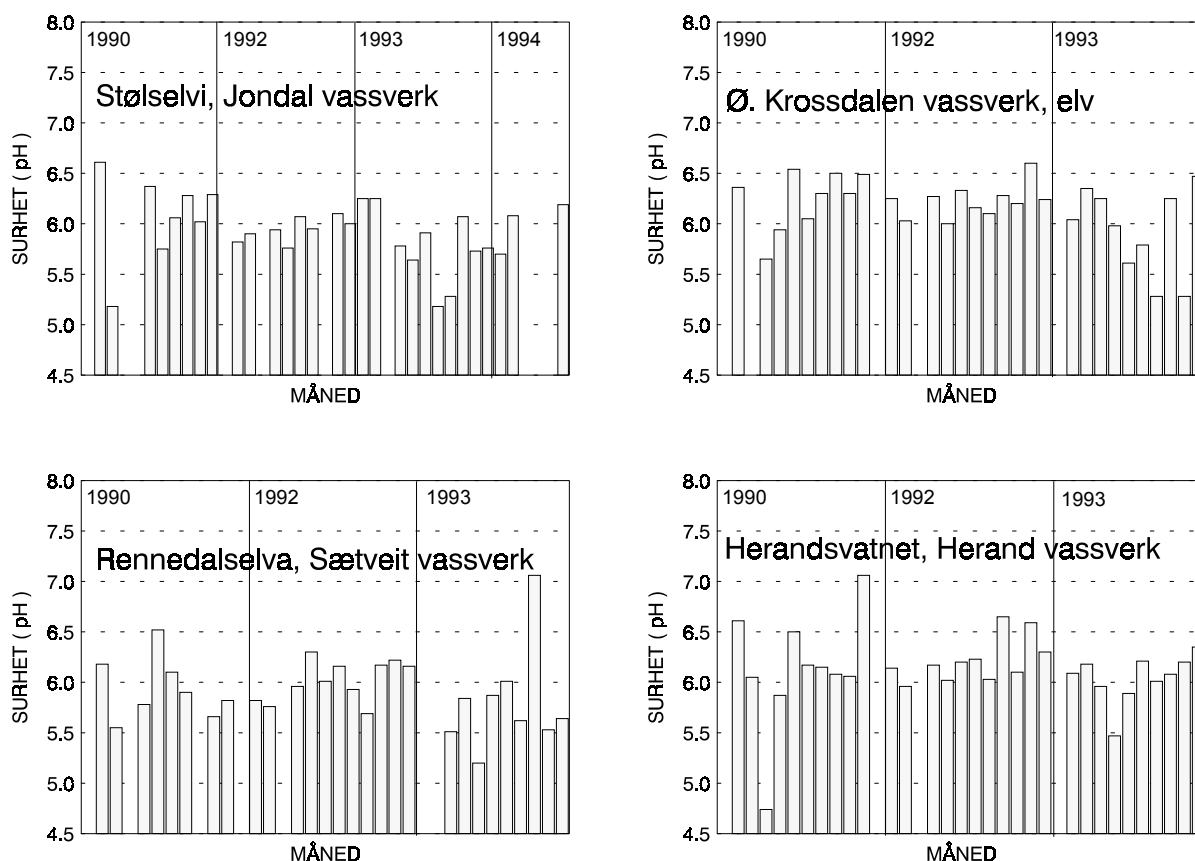


## VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Jondal følger årsvariasjonen i surhet i vassdragene et mønster som er vanlig i Hordaland, der en de siste årene har hatt de sureste periodene på vinteren og våren (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 slike enkeltmålinger vanskelig kan fange opp den sureste perioden i et vassdrag.

Årsvariasjonen i surhet kan imidlertid følges gjennom de rutinemessige drikkevannsmålingene i kommunen (figur 2.3). Samtlige av vannkildene ligger i de områdene av kommunen som er lite sure. Det er ikke registrert så sure perioder at det kan gi problemer for fisk i noen av disse vannkildene, noe som tyder på at området har en bufferkapasitet som er i stand til å motstå selv store tilførsler av forurende stoffer. Variasjonene i pH er imidlertid relativt stor i tre av vannkildene, noe som delvis skyldes at disse er elveinntak. Der en har inntak i dypvannet i innsjøer er vannkvaliteten mer stabil. Herandsvatnet vannverk, med inntak fra Herandsvatnet, hadde den høyeste og mest stabile vannkvaliteten med hensyn på surhet (figur 2.3). Her lå pH vanligvis høyere enn 6,0.

I området sørvest i kommunen, der det ble målt lavere pH-verdier høsten 94 og våren 95, er det ingen drikkevannskilder som viser årsvariasjonen. Imidlertid ligger enkelte av målingene ned mot pH 5,0 og det er nærliggende å anta at det i perioder kan være under 5,0. Dette er en så lav pH at vassdragene i området i perioder kan være så sure at forholdene blir kritisk for fisk.



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i fire vassdrag i Jondal. Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Jondal, Fusa, Samnanger og Kvam på råvann fra drikkevannskildene.

## OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

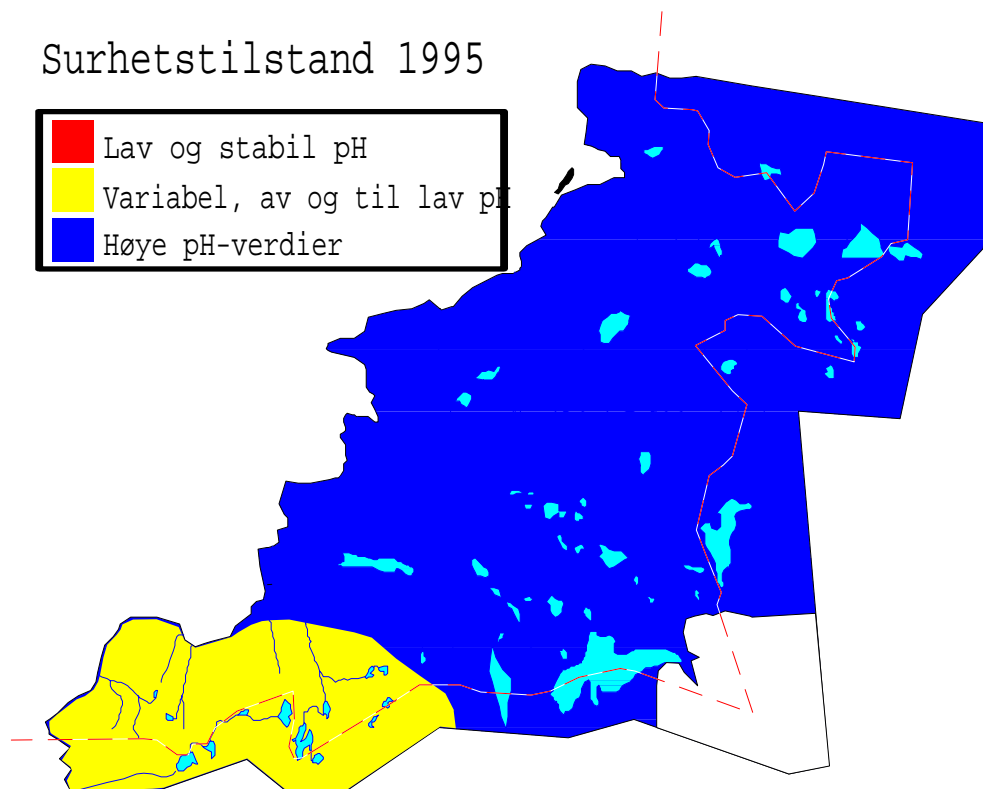
Det er ingen områder i kommunene som er så sterkt påvirket av sur nedbør at vannkvaliteten er stabil sur gjennom hele året (figur 2.4). Imidlertid er det et område sørvest i kommunen som er moderat påvirket av sur nedbør. Her vil vannkvaliteten i perioder være så sur at forholdene kan bli problematiske for ørret.

Størstedelen av kommunen har imidlertid en relativt bra forhold med hensyn på surhet, og vassdragene der er ikke så sterkt påvirket av sur nedbør at forholdene for fisk er vesentlig forringet. I dette området har vassdragene med et lavtliggende nedslagsfelt en god og stabil pH fordi bufferevne i disse områdene er relativt god. I de høyereliggende delene av dette området er tilførslene av sur nedbør større og jordsmonnet skinnere, slik at bufferevne her er dårligere.

I deler av disse høyereliggende områdene ser ut til å ha en begynnende forsuring av vassdragene. Dette viste seg i målingene fra 1993, da surheten i flere av drikkevannskildene var vesentlig lavere med pH-verdier ned mot 5,0. Dette året var spesielt værmessig sett, med surstøteperioder i mange vassdrag. I ekstreme situasjoner vil en derfor trolig kunne oppleve at surheten nærmer seg kritiske nivå for fisk også i disse områdene. Vanligvis vil imidlertid surhetsnivået i disse vassdragene ikke gi dårlige forhold for fisken. Det er derfor viktig å følge opp utviklingen med hensyn på surhet i disse høytliggende områdene, for å se om forholdene er i ferd med å utvikle seg fra et område med relativt gode forhold til å bli et område med periodevis så sure episoder at forholdene for fisk kan bli kritiske.



## Surhetstilstand 1995



*FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Jondal kommune i 1994-1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1), de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2), mens det røde området har pH-verdier stabilt rundt og under 5.0 (buffersystem type 3). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen. **NB: I denne kommunen er de høyereliggende deler i det blå området på grensen mot gult. pH-verdiene ligger mellom 5,5 og 6,0, men i ekstreme situasjoner kan en få episoder med pH-verdier ned mot 5,0.***

Av kommunens totalareal er det bare rundt 15 % som er preget av moderat forsurening (tabell 2.1), mens resten av kommunen har vassdrag som er mindre påvirket av den sure nedbøren.



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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
208 km <sup>2</sup>	178 km <sup>2</sup>	30 km <sup>2</sup>	0 km <sup>2</sup>

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 Jondal kommune, basert på arealfordelingen i tabell 2.1 og figur 2.4.

FORSURET AREAL ( km <sup>2</sup> )	AVRENNING ( l/s/km <sup>2</sup> )	SNITT pH	KALKBEHOV (g CaCO <sub>3</sub> / m <sup>3</sup> )	TONN CaCO <sub>3</sub>
Moderat forsuret: 30 km <sup>2</sup>	75	5,3	2,9	205

## ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium er undersøkt i Årvikelva som ligger i området som er moderat påvirket av sur nedbør, og i Jondalsvassdraget og Torsneselva som ligger i området som er lite påvirket av sur nedbør. I Årvikelva var innholdet av aluminium høyest, men en konsentrasjon av reaktivt aluminium på 80 : g Al/l (tabell 2.3). I dette vassdraget er også konsentrasjonen av labilt aluminium høy, med konsentrasjoner over 40 : g Al/liter som anses som skadelig konsentrasjon for fisk. I Jondalsvassdraget og Torsneselva var innholdet av labilt aluminium lavt (tabell 2.3), og godt under konsentrasjonen som anses som skadelige for fisk. Innholdet av reaktivt aluminium var heller ikke spesielt høyt i de lite humuspåvirkede lokalitetene i dette området.



TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i vannprøver fra Jondal kommune. Data fra Jondalselva er stilt til rådighet fra NIVA, mens prøven fra Torsneselva og Årvikelva er samlet inn i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Nummeret i parentes angir våre prøvetakingsstasjoner som er identisk med, eller ligger nærtmest NIVA sine prøvetakingsstasjoner, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten. \* Angir fargetall (mg PT/l).

PRØVETAKINGSSTED	Dato	Surhet pH	TOC mg C/l	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Torsneselv (11)	28.4.95	5,22	10*	50	35	15
Årvikelv (1)	28.4.95	4,94	9*	80	30	50
Jondal over skytebanen (43)	13.11.94	6,16	1,5	29	28	1
	23.11.94	6,1	2	50	50	0
	15.5.95	6	1,3	32	24	8
	23.5.95	6,09	1,2	35	32	3
	29.5.95	5,83	1,2	38	30	8
Stølsdalselvi v/Byrkjeland (15)	13.11.94	6,11	0,73	10	<10	
	22.11.94	5,89	1,2	33	28	5
	15.5.95	5,87	1	28	11	17
	23.5.95	5,96	0,85	37	27	10
	29.5.95	5,72	1	38	25	13
Flatabøelvi v/ Flateland (nedstrøms 35)	13.11.94	5,92	1,1	20	17	3
	23.11.94	5,79	1,3	39	33	6
	15.5.95	5,79	1	28	15	13
	23.5.95	5,91	1,1	39	27	12
	29.5.95	5,64	1	38	21	17
Brattabøelvi v/ Brattabø (godt nedstrøms 40)	13.11.94	6,45	1,6	15	11	4
	23.11.94	6,08	2,5	42	43	-1
	15.5.95	6,22	2	16	15	1
	23.5.95	6,21	1,9	33	32	1
	29.5.95	6,05	1,5	19	21	-2
Uløp Vassendevatnet (33)	15.5./95	5,41	2,2	49	40	9
	23.5.95	5,44	2,6	66	62	4
	29.5.95	5,65	2,5	57	49	8



## SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitete (ANC) ble også undersøkt i Årvikelva i området som er moderat surt, og i Jondalsvassdraget og Torsneselva som ligger i et område som er lite surt. I Årvikelva var ANC-verdien negativ, mens ANC-verdien på samme tidspunkt var positiv i Torsneselva (tabell 2.4). I Jondalsvassdraget lå ANC-verdiene stort sett mellom 0 : ekv/l og 20 : ekv/l, med best forhold i Brattabøelvi. Dette tyder på middels gode forhold for fisk på dette tidspunktet. 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. I perioder var imidlertid ANC-verdiene negative også i Jondalsvassdraget.

Alkaliteten i alle vassdragene var meget lav i Årvikelva og i Torsneselva (tabell 2.4), og viser at disse vassdragene er meget følsomme for ytterligere forsuring i periodene med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning. I Jondalsvassdraget var imidlertid alkaliteten noe høyere, og motstandsevnen mot ytterligere forsuring er relativt dårlig også i dette vassdraget, men likevel bedre enn i de to andre elvene.

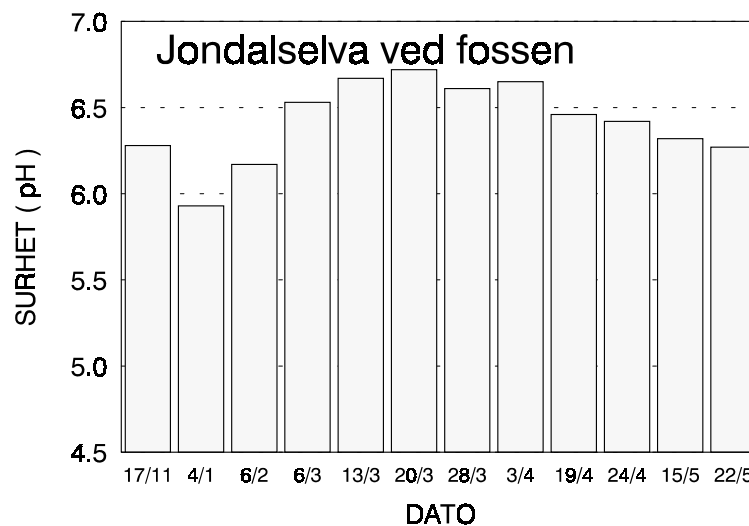
*TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Jondal kommune. Data fra Jondalselva er stilt til rådighet fra NIVA, mens prøven fra Torsneselva og Årvikelva er samlet inn i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Nummeret i parentes angir våre prøvetakingsstasjoner som er identisk med , eller ligger meget nært NIVA sine prøvetakingsstasjoner , og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten*

Sted	Dato	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> : g N/l	ANC : ekv/l
Torsneselv(11)	28.4.95	< 0,02	0,37	0,24	0,28	2,23	3,6	1,13	93	10,2
Årvikelv (1)	28.4.95	< 0,02	0,44	0,30	0,19	3,08	5,2	1,39	150	-1,6
Jondal over skyttebanen (43)	13.11.94	0,049	0,62	0,28	0,35	1,79	2,4	1,4	180	30,7
	23.11.94	0,048	0,67	0,28	0,37	1,87	2,6	1,5	195	28,4
	15.5.95	0,043	0,68	0,35	0,33	2,11	3,9	1,5	139	11,2
	23.5.95	0,046	0,64	0,33	0,33	2,1	3,7	1,5	118	14,3
	29.5.95	0,043	0,5	0,25	0,26	1,7	2,9	1,3	101	9,6
Stølsdalselvi v/Byrkjeland (15)	13.11.94	0,047	0,37	0,22	0,23	1,63	2,2	1,2	91	19,5
	22.11.94	0,038	0,35	0,21	0,23	1,53	2,2	1,2	78	14,3
	15.5.95	0,04	0,53	0,34	0,26	2,1	4	1,5	115	-0,4
	23.5.95	0,042	0,52	0,32	0,28	2,1	3,7	1,5	114	6,5
	29.5.95	0,039	0,39	0,25	0,23	0,67	3,1	1,5	97	-51,0
Flatabøelvi v/ Flateland (nedtrøms 35)	13.11.94	0,041	0,36	0,17	0,18	1,1	1,4	1,2	87	13,5
	23.11.94	0,036	0,43	0,21	0,25	1,26	1,8	1,3	78	16,3
	15.5.95	0,038	0,57	0,29	0,24	1,8	3,4	1,5	127	0,1
	23.5.95	0,041	0,52	0,26	0,27	1,64	3	1,4	105	3,9
	29.5.95	0,038	0,43	0,23	0,22	1,58	2,9	1,3	118	-3,0
Brattabøelvi v/ Brattabø (godt nedstrøms 40)	13.11.94	0,072	0,76	0,32	0,36	1,66	2,4	1,4	81	42,7
	23.11.94	0,053	1,02	1,86	0,53	1,46	2,2	1,2	67	188,8
	15.5.95	0,055	0,74	0,33	0,3	1,84	3,3	1,3	79	25,5
	23.5.95	0,055	0,62	0,29	0,32	1,7	2,8	1,3	66	25,8
	29.5.95	0,05	0,54	0,22	0,25	1,32	2,3	1,0	79	17,2
Uløp Vassende- vatnet (33)	15.5.95	0,034	0,35	0,22	0,17	1,66	2,8	1,3	56	1,7
	23.5.95	0,035	0,37	0,21	0,19	1,69	2,6	1,4	37	8,6
	29.5.95	0,04	0,38	0,23	0,18	1,74	2,8	1,2	29	11,8



## EKSTRA pH-MÅLINGER I JONDAL

I løpet av vinteren 1995 ble det tatt jevnlig prøver fra Jondalselven ved fossen. Resultatene herfra viste at pH-verdien kun var under 6,0 i januar. Seinere på vinteren var pH-verdiene over 6,5 (figur 2,5).



*FIGUR 2.5: Målinger av surhet i Jondalselven ved fossen gjennom vinteren og våren 1995. Prøvene er samlet inn av miljøvernrettleiar Rune Weltzien, og analyse er utført av Rådgivende Biologer as.*



### 3: Biologisk tilstand i Jondal

#### STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Jondal kommune har ca 200 innsjøer og 26 av disse er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 45 innsjøer i Jondal er kartlagt gjennom en spørreundersøkelse til grunneiere (se vedleggstabell 2). Undersøkelsen dekket det spekter av innsjøtyper som finnes kommunen. Fra innsjøene er det kun rapportert om aure, men det finnes også ål, trepigget stingsild og røye i kommunen (Lura og Kålås 1994). I 22 av innsjøene er det en god eller tett bestand av fisk, i 16 er det en tynn bestand og 6 innsjøer er trolig fisketomme. Fiskestatusen er ukjent i kun en innsjø.

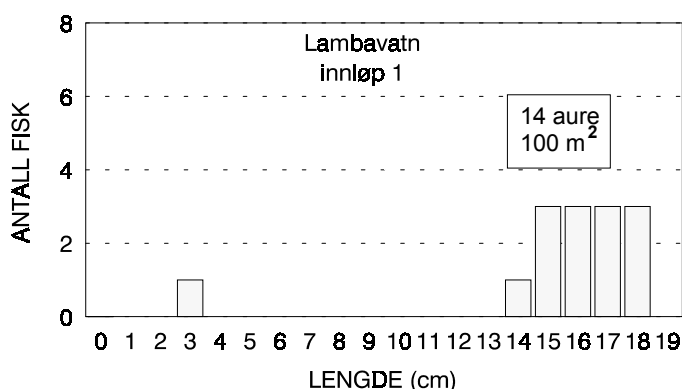
I følge grunneiere er tettheten av fisk uendret i 18 innsjøer, den har gått ned i 17, en bestand er tapt og i fem innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd noen endring de siste årene. Gyteforholdene er brukbare eller gode i 34 av innsjøene dårlige i fire, ukjent i en. I seks innsjøer er det ingen gytemuligheter.

Fisket i kommunen er aktivt. I 29 av innsjøene blir det fisket av ti eller flere personer gjennom året og i tre av disse innsjøene blir det fisket av mer enn hundre personer i året. I 19 av innsjøene blir det fisket mer enn 10 kg fisk pr. år og i sju av disse mer enn 100 kg pr. år. Det er organisert med salg av fiskekort i 18 av innsjøene som er dekket av denne undersøkelsen. Dette er organisert av Jondal jeger og fiskeforening (JJF) eller Flatabø grunneigarlag, og for Herandsvatn er det organisert av en privatperson.

Siden 1950 er det satt ut fisk i minst 16 innsjøer. I fire av innsjøene dreier det seg om årlige utsettinger utført av vassdragsregulanter etter pålegg fra fiskeforvaltningen. Ellers er utsettingene sporadiske og utført av JJF eller privatpersoner. Det er ikke utført vassdragskalking i noen innsjøer i kommunen.

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Jondal kommune ble gyteområder for fisk både i fjell- og kystnære vassdrag undersøkt ved elektrofiske 25. oktober 1994. Fjellområdet mot grensen til Kvinnherad er det sureste området i kommunen og her ble mulige gyteområder i Lambavatnet og Ljosavatnet undersøkt. Fire innløpsbekker og utløpet av Lambavatnet ble elektrofisket. Alle steder var det bunnforhold som muliggjorde gyting. I to av innløpene og i utløpet ble det funnet årsyngel, men alle steder kun noen få individer (figur 3.1, 3.2 og 3.4). Den ene av bekkene inneholdt mye gytefisk (figur 2.1). I innløpet fra Ljosavatn (figur 3.3) og en annen innløpsbekk (UTM LM 424 751), ble det ikke funnet årsyngel. De to individene i bekkene fra Ljosavatn var trolig ettåringer og i den andre bekken ble det kun fanget en gyteklar hannfisk på 22,8 cm.

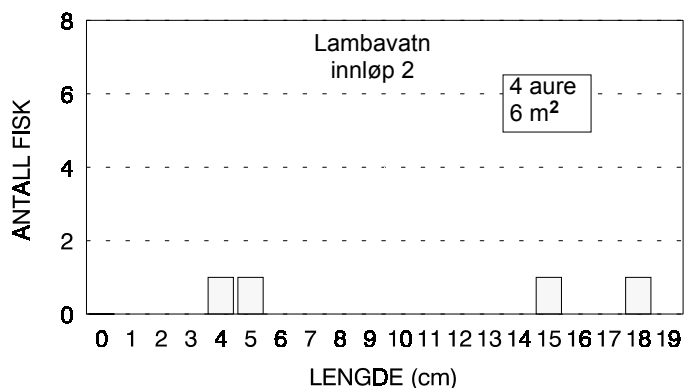
FIGUR 3.1: Fangst ved elektrofiske i ett av innløpene til Lambavatnet. UTM koordinat for stasjonen er LM 425 752. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. 16 aure større enn 20 cm ble fanget.



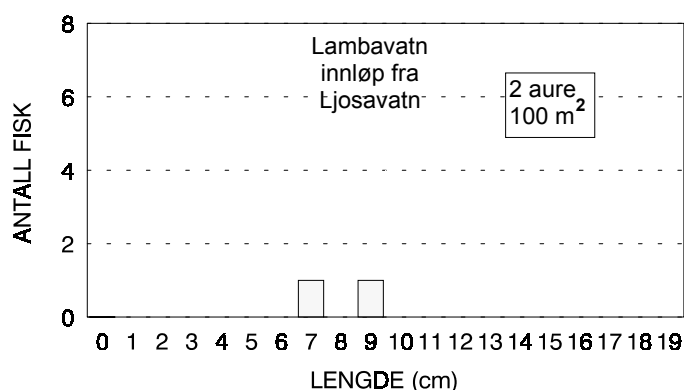




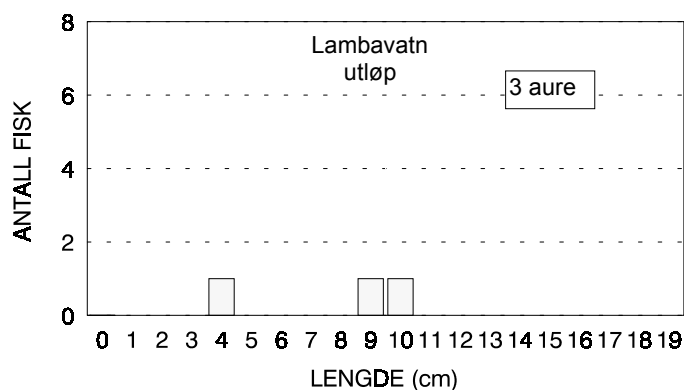
FIGUR 3.2: Fangst ved elektrofiske i ett av innløpene til Lambavatnet. UTM koordinat for stasjonen er LM 424 756. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



FIGUR 3.3: Fangst ved elektrofiske i innløpet til Lambavatnet fra Ljosavatnet. UTM koordinat for stasjonen er LM 426 757. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



FIGUR 3.4: Fangst ved elektrofiske i utløpet fra Lambavatnet. UTM koordinat for stasjonen er LM 421 751. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



To innløp til Ljosavatnet ble overfisket (UTM LM 432 755 OG LM 432 760). Begge bekkene var velegnet for gyting og oppvekst for aure. Det ble ikke funnet fisk i noen av bekkene. I utløpet av Ljosavatnet (UTM LM 430 758) ble det fanget en fisk på 10,7cm.

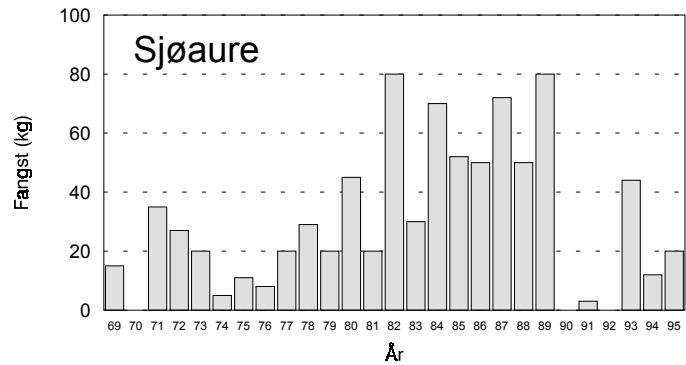
## FISKESTATUS ANADROME BESTANDER

Jondalselva er den største elven i Jondal kommune med anadrome fiskebestander. Det finnes både laks og sjøaure i elven. Torsneselva og Årvikeelva (som renner ut i Kvinnherad) har også små bestander av sjøaure. I mindre bekkeutløp til fjorden finnes det trolig også bestander av sjøaure. Fangster i Jondalselva blir årlig rapportert i den offisielle norske laksestatistikken. Dette er derfor den eneste elven der en har en omtrentlig kontroll på tilbakevandringen av laks og sjøaure.

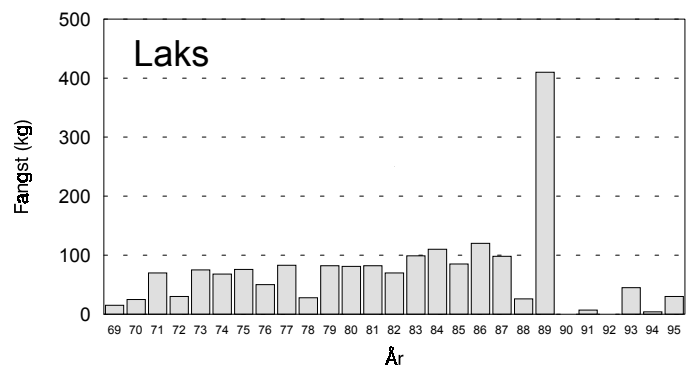


Statistikken viser at fangstene i Jondalselven varierer mye over tid både for laks og aure (figur 3.5 og 3.6). Data mangler fra 1990 og 1992 men fangstene skal ha vært brukbare disse årene. Etter 1992 har imidlertid fangstene av laks vært bekymringsfullt lave. Ved elektrofiske utført i august 1989 i regi av Fylkesmannen i Hordaland ble Jondalselva undersøkt for forekomster av lakse- og sjøaure yngel (Vasshaug og Grøndahl 1990). Over et areal på 1000 m<sup>2</sup> ble det fanget 59 laks og 35 aure i størrelsesområdet 40 til 140 mm. Dette viser en klar overvekt av lakseyngel i elven i 1989.

*FIGUR 3.5: Fangst av sjøaure i Jondalselva fra 1969 til 1995. Verdier for 1970, 1990 og 1992 mangler. Data er hentet fra den offisielle norske laksestatistikken.*



*FIGUR 3.6: Fangst av laks i Jondalselva fra 1969 til 1995. Verdier for 1990 og 1992 mangler. Data er hentet fra den offisielle norske laksestatistikken.*

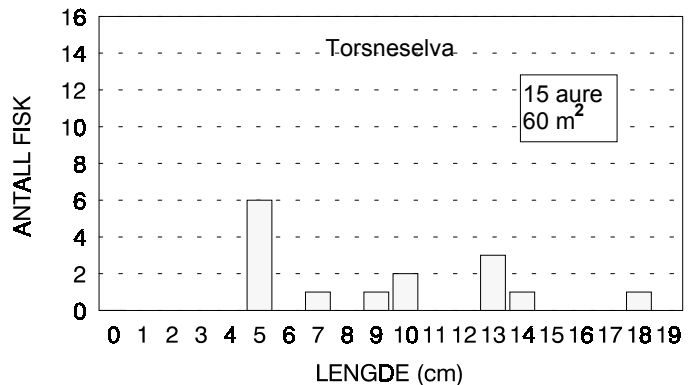


Lokalt er Jondalselven påvirket av vassdragsregulering. Etter siste regulering i 1990 har vannstanden blitt lavere om vinteren og mye rogn går trolig tapt grunnet tørrlegging. Den lokale jeger og fiskeforening ønsker tiltak i elva for å stabilisere vannstanden på de naturlige gyteområder. Jondal Jeger og Fisk har drevet klekkeri og har satt ut 40.000 til 60.000 yngel i elven hvert år frem mot 1991 da det var så lite fisk i elven at en ikke tok ut stamfisk. Regulanten har hatt pålegg om og utført laksesmoltutsettinger etter reguleringene. Det er tidligere ikke utført undersøkelser av fiskebestandene i Torsneselva og Årvikelva.

I lavlandet ble områder i Torsneselva og Jondalselva elektrofisket 25. oktober 1994. I Torsneselva ble det kun fanget aure. Tettheten av fisk var middels, men det var brukbare mengder av årsyngel i elva. Det ble observert langt flere årsyngel enn det som ble fanget på det overfiskede området.

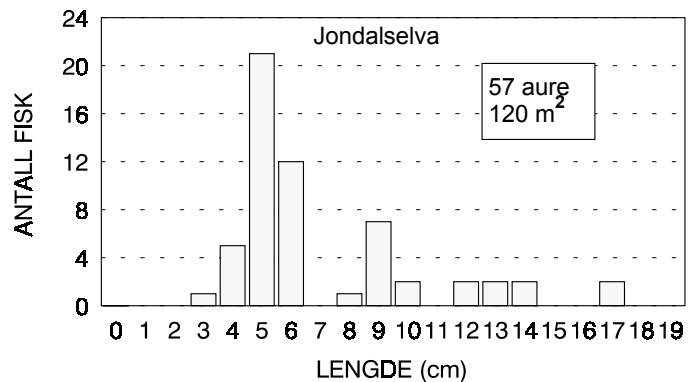


FIGUR 3.7: Fangst ved elektrofiske i Torsneselva. UTM koordinat for stasjonen er LM 451 816. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



I Jondalselva ble det fanget både laks og aure. Tettheten av årsyngel av aure var svært høy og tettheten av større aure var også brukbar. Det ble bare fanget fire laks og to av disse var årsyngel. Noen få laks kan ha blitt feilbestemt som aure siden det var mørkt og artsbestemmningen måtte foregå i lyset fra en billykt. Dette dreier seg dog bare om noen få individer. Ved undersøkelsen av Jondalselva i 1989 var det sterk overvekt av laks i elven (Vasshaug og Grøndahl 1990). Dette viser at det har vært en sterk tilbakegang av laks i elven og at tettheten av aure kan ha økt.

FIGUR 3.8: Fangst ved elektrofiske i Jondalselva. UTM koordinat for stasjonen er LM 485 859. Det ble fanget fire laks. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.



## OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE BESTANDER

Ut fra denne undersøkelsen ser det ut til at tilstanden i innsjøer i fjellområdene i søre delen av Jondal er slik at noen fiskebestander har problemer med å reproducere. I Lambavatn ble det påvist reproduksjon i noen av innløpsbekkene, men mengden yngel var lav. Det skal i følge spørreundersøkelsen være en tett bestand med fisk i denne innsjøen. I tilløpene til Ljosavatnet ble det ikke funnet årsyngel, men det er fortsatt fisk i innsjøen. I følge spørreundersøkelsen er bestanden tynn. En må anta at andre innsjøer i dette området mangler fiskebestander eller er i en slik tilstand at rekrutteringen mangler eller at bestanden ikke rekrutterer hvert år. Dette gjelder Urdavatn, Vesle og Store Solbjørgsvatnet, Raunlivatnet, Demmevatnet og flere mindre innsjøer. Flere innsjøer i dette området, men som ligger i Kvinnherad kommune er trolig i samme tilstand.

## ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

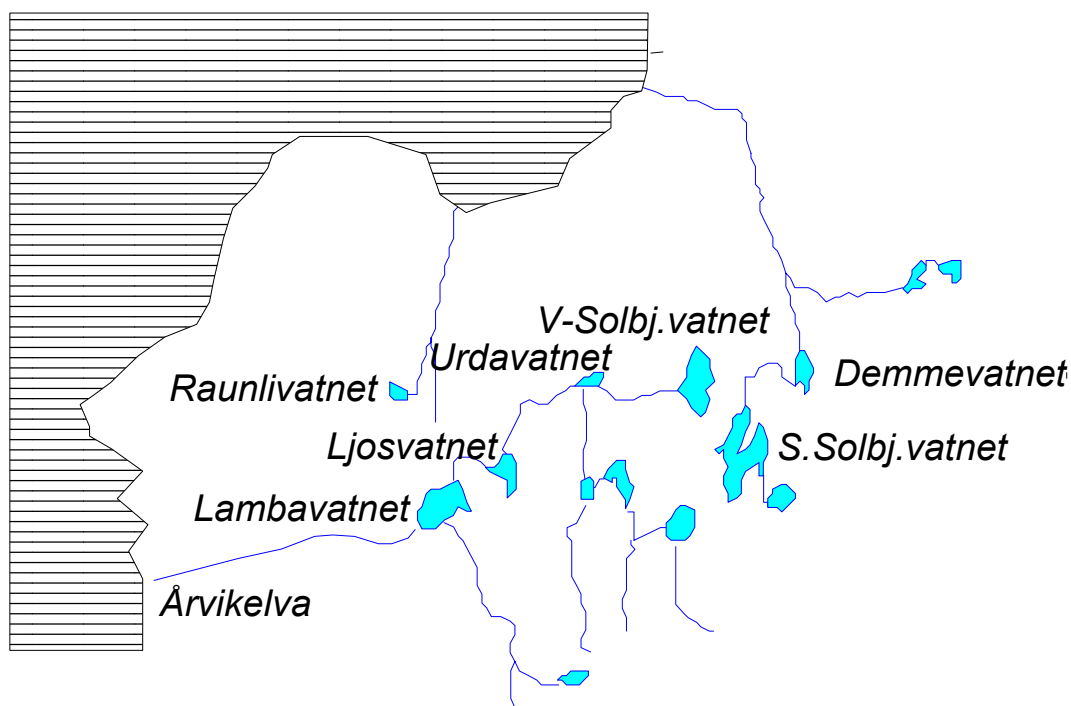
Det er ikke kjent at bestander av andre vannlevende virveldyr som frosk og padde er redusert de senere år. Det finnes vassdrag og myrområder der forekomster av frosk og padde er gode.



## 4: Kalkingsplanlegging i Jondal

### BEHOV FOR KALKING I JONDAL

I Jondal peker det seg ett område i sør med aktuelle kalkingsprosjekt. Her har fiskebestandene problemer med å reprodusere, og enkelte av fiskebestandene skal være redusert de siste årene og er i dag svært tynne. Dette gjelder innsjøene i Årvikvassdraget,- Lambavatnet, Ljosavatnet, Urdavatn, Vesle Solbjørgsvatnet, Raunlivatnet, Store Solbjørgvatnet og Demmevatnet. Disse innsjøene er aktuelle kalkingsobjekter.



*FIGUR 4.1: Kartskisse over vassdragene som omfattes av de tre foreslåtte kalkingsprosjektene i Jondal kommune. En del av innsjøene ligger i Kvinnherad kommune, men dette er samkjørt med den tilsvarende kalkingsplanen for Kvinnherad.*

Det synes ikke å være nødvendig å kalke i de øvrige vassdragene med anadrome bestander av laksefisk i Jondal kommune. Problemerkene med tilbakegangen i laks i Jondalselven skyldes ikke nødvendigvis den svake forsyningen av vassdraget.

Det er ikke registrert noen pågående kalkingsprosjekt som mottar offentlig tilskudd i Jondal.



## 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 Jondal vil kalking av Årvikvassdraget være prioritert, mens de to andre prosjektene også er å finne i dette området i kommunen (tabell 4.1). Innsjøene i dette området ligger på grensen til Kvinnherad, og siden kalkingsplanleggingen i disse to kommunene er samordnet, er de bare omtalt her i denne planen.

*TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Jondal 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.
Årvikvassdraget (6)	Nei	2	1	2	2	Ja 1) 2)	2	1
St. Solbjørgvatnet (7)	Nei	2	1	4	2	Ja 1)	3	2
Raunelivatnet (8)	Nei	2	1	4	2	Nei	2	3

1) Ligger i Årvik (Verneverdig område Jondal 56-0 / Kvinnherad 66-0)

2) Renner gjennom Årvikøyri (Verneverdig område Kvinnherad 66-1)

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

De aktuelle kalkingsprosjektene ligger tett sammen i et relativt lite område på grensen mellom Jondal og Kvinnherad (figur 4.1).

### PROSJEKT 1: ÅRVIKVASSDRAGET

Årvikvassdragets har en vannkvalitet som kan medføre problemer med fisk. Dette vassdraget kalkes best ved at en reservoarkalker øverst i vassdraget i Vesle Solbjørgvatnet og i sidegreinen i sør fra Kvinnherad. Her ligger Botnavatnet øverst.

### PROSJEKT 2: STORE SOLBJØRGVATNET OG DEMMEVATNET

Dette vassdraget kalkes ved reservoarkalking i Store Solbjørgvatnet. En bør også søke å sikre gytebekkene til denne innsjøen ved utlegging av kalkgrus.

### PROSJEKT 3: RAUNELIVATNET

I forbindelse med dette prosjektet bør en undersøke om ikke kalking først og fremst bør foregå i gytebekkene til Raunelivatnet for å sikre rekruttering.

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

*TABELL 4.2. Hydrologiske og morfologiske forhold knyttet til de aktuelle kalkingsobjektene. Areal og nedslagsfelt er hentet fra kartverkets M-711-serie i målestokk 1:50.000, gjennomsnittsdyp er 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 $\text{km}^2$	Snittdyp meter	Volum mill. $\text{m}^3$	Nedslagsfelt $\text{km}^2$	Avrenning l / s / $\text{km}^2$	Tilrenning mill. $\text{m}^3$ / år	Kalkbeh. tonn
Store Solbjørgvatn (7)	0,34	10	3,4	1,4	75	3,31	19 / 13
<b>ÅRVIKVASSDRAGET</b>							
Vesle Solbjørgvatn (6)	0,23	10	2,3	0,4	75	0,95	10 / 5
Botnavatn i Kvinnherad	0,13	10	1,3	1,1	75	2,60	11 / 9



## HVOR BØR EN OVERVÅKE

Generelt sett bør en overvåke tilstanden i de områder der forholdene i dag gjør at kalking ikke er umiddelbart aktuelt, men der forholdene "ligger på vippen" og der det KAN bli aktuelt dersom bedre kunnskap eller en videre negativ utvikling tilsier det. Dette kan gjelde i områder der: 1) det har vært enkeltstående episoder med fiskedød som kan tilskrives ekstreme surstøt, 2) der det er surt, men fisken ennå ikke har store problemer, og 3) der det er surt, fisken har vært skadd men det synes å foregå en bedring i forholdene.



## LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- HENRIKSEN, A., L.LIEN, T.S.TRAAEN & S.TAUBØLL 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. NIVA-rapport nr 2819, 29 sider.
- HENRIKSEN, A., K.TØRSETH, E.JORANGER, E.LYDERSEN, T.HESTHAGEN, A.FJELLHEIM & G.G.RADDUM 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993. Betydningen av 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. Naturressurkartlegging 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 miljøvernavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport Inr. 2947.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.
- 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 pollution: 78.
- VASSHAUG, Ø. & H. GRØNDAHL. 1990. Overvåking av lakseparasitten Gyrodactilus salaris i Hordaland fylke i 1989. Fylkesmannen i Hordaland, rapport nr. 3/90. 80 sider.
- WRIGHT, R.F. 1994 Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2





## 5: Vedleggstabeller over enkeltdata

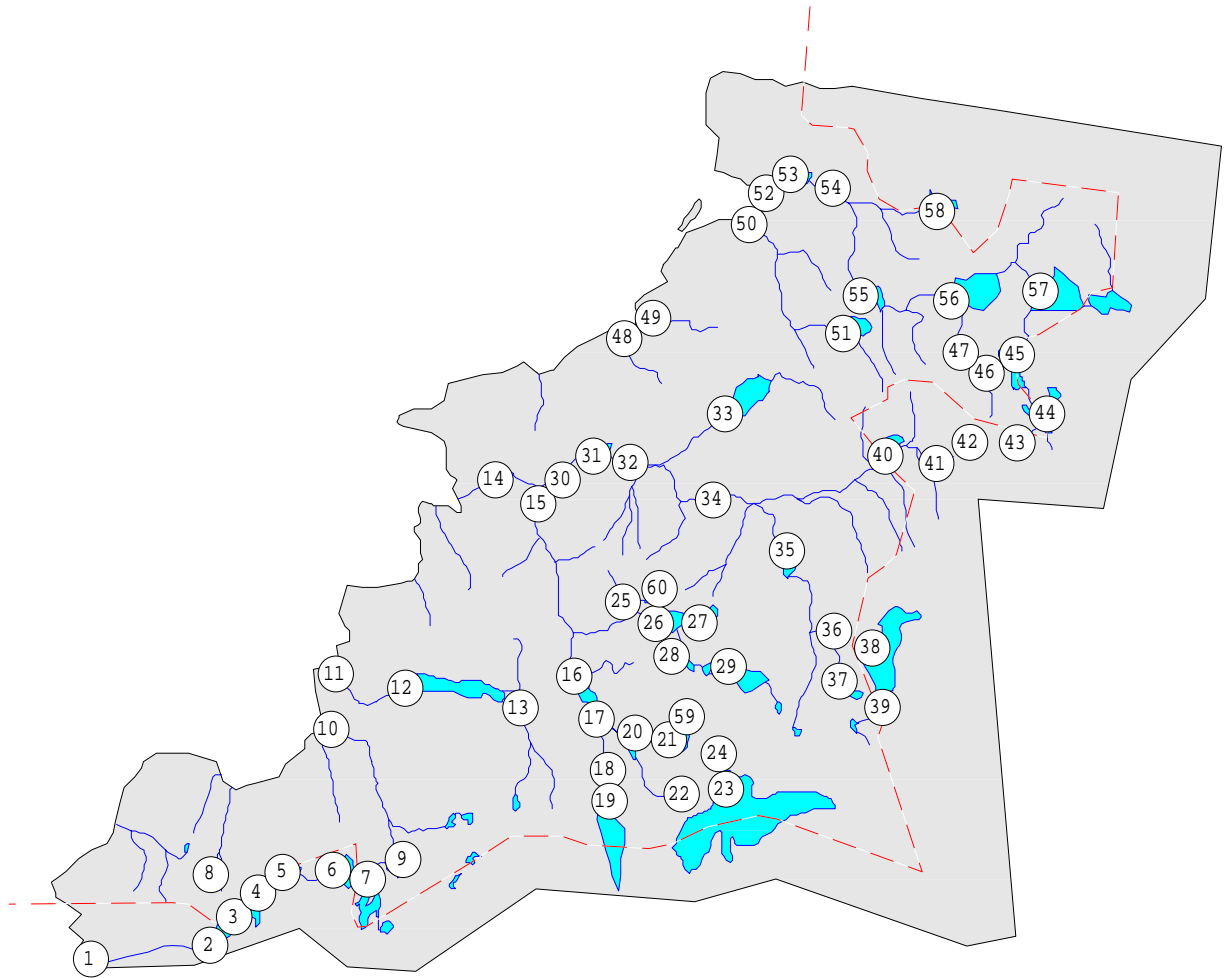
*VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Jondal kommune. Prøvetakingsstedets nummer er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i: S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. \* = Prøven er tatt 12.10.94, \*\* = Prøven er tatt 17.11.94*

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	1-2. okt. 1994		VÅR 1995		
				pH	LED	Dato	pH	LED
1	Årvikelva	0	LM 396 742	5,44**	30,4	28.4	5,49	105,6
2	Lambavatn (utos)	471	LM 421 752	5,43	20,6	18.6	5,43	42,2
3	Ljosavatn (utos)	550	LM 430 758	5,29	21,4	18.6	5,31	47,3
4	Ljosavatn (over innos)	550	LM 432 760	5,29	20,2	18.6	5,32	57,0
5	Urdavatn (utos)	663	LM 440 768	5,32	16,5	18.6	5,41	55,9
6	Vesle Solbjørgsvatn (utos)	883	LM 452 767	5,3*	27,3			
7	Stora Solbjørgsvatn (utos)	923	LM 459 766	5,49*	21,3			
8	Raunlivatnet (utos)	487	LM 421 768	5,35	22,8	18.6	5,52	49
9	Demmevatnet (utos)	865	LM 465 772	5,47*	17,8			
10	Stampelva	0	LM 449 801	5,64	17	28.4	5,68	101,3
11	Torsneselva	0	LM 451 816	5,61	17,8	28.4	5,81	67,0
12	Torsnesvatnet (utos)	311	LM 468 812	5,63	26,3	28.4	5,74	80,3
13	"Glomsdalselva" (v\Fjellveit)	311	LM 492 810	5,71	16,3	1.7	6,34	65,1
14	Jondalselva (Fossen)	10	LM 490 862	6,27	24,2	28.4	6,36	82,1
15	Stølsdalselvi (v\broen)	80	LM 502 858	6,15	15,2	28.4	6,23	66,6
16	Nipevatn (utos)	609	LM 508 813	6,11	19,8	18.6	5,96	47
17	Freddalsvatnet (utos)	627	LM 513 805	6,18	17,5	18.6	5,90	51,3
18	Tjødn i Kjerringaskard (utos)	880	LM 514 797	6,09	14,3	8.8	5,77	10,2
19	Langavatn (nordenden)	962-927	LM 514 788	6,2	20,8	8.8	5,88	6,7
20	Elv fra Vetlefreddal	627	LM 521 800	6,16	25,3	18.6	5,76	53
21	Mysevatn (utos)	1015	LM 530801	5,88	22,9			
22	"Sauaholene" (utos)	1050	LM 534 786	5,7*	18,7			
23	Juklavatnet	1066-950		5,53*	23,3			
24	Mosdalstjødni (utos)	1084	LM 543 795	5,83*	24,5			
25	Espelandsgrytingsvtn.(utos)	769	LM 521 832	5,95	19,8	28.4	5,75	49,3
26	Grytingsvatn (utos)	774	LM 529 829	5,92	17,6	18.6	5,73	48,4
27	Elv frå Ryggvatn	774	LM 538 827	5,87	13,4	2.7	6,26	66
28	Langavatn (utos)	789	LM 534 821	6	15	2.7	6,14	66
29	Svartavatn (utos)	818	LM 545 817	5,77	17,3	18.6	5,72	56,4
30	Byrkjelandsvatn (utos)	67	LM 503 860	6,12	22,8	28.4	6,30	88,8



*VEDLEGGSTABELL 1 FORTSETTER: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Jondal kommune. Prøvetakingsstedets nummer er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as.*

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	1.-2. okt. 94		VÅR 1995		
				pH	LED	Dato	pH	LED
31	Espelandsvatn (utos)	138	LM 509 866	6,12	26,1	28.4	5,86	129,9
32	Krossdalselvi (bro Espeland)	145	LM 521 865	6,27	26,5	28.4	6,31	40,0
33	Vassendvatnet (utos)	440	LM 546 876	5,88	26,3	18.6	5,96	56,9
34	Krossdalselvi (bru Krossdalen)	430	LM 541 858	6,34	25,3	28.4	6,47	98,1
35	Vassdalsvatnet (utos)	490	LM 557 845	5,91	14,4	18.6	5,85	58,5
36	Heimstetjødni (utos)	790	LM 569 826	6,20	19,1	18.6	5,95	47,6
37	Veslavatn (utos)	936	LM 571 812	5,99	12,9	18.6	5,67	70,6
38	Dravladalsvatnet (utos)	957-880	LM 576 820	5,95	20,6	29.7	6,16	64,9
39	Sandosen	957	LM 582 805	5,94	17,0	29.7	6,17	76,6
40	Bottsvatnet (utos)	667	LM 582 868	6,35	17,7	18.6	6,05	56,6
41	Skarvabotsvatnet (utos)	1014	LM 598 868	5,88	10,4	30.7	6,10	81,7
42	Ø.Skarvabotsvatnet (utos)	1123	LM 605 870	5,58	16,8	30.7	5,76	57,1
43	"Navnlausvatn" (utos)	1092	LM 615 871	6,06	13,5	30.7	6,10	77,8
44	Instavatn (utos)	1025	LM 617 879	5,79	11,1	30.7	6,13	95,2
45	Kvanngrovatn	972	LM 615 892	5,80	14,2	30.7	6,19	71,6
46	"Ø.Ljosevatn" (utos)	972	LM 603 889	5,70	15,8	30.7	5,96	78,6
47	Ljosevatn (utos)	951	LM 600 893	5,64	20,8	30.7	6,17	70,6
48	"Svåsandelvi	0	LM 521 897	5,88	36,0	28.4	6,17	86
49	Monavikselvi	0	LM 522 899	4,95	33,3	28.4	5,49	91,2
50	Haugselvi	5	LM 550 923	5,78	24,6	28.4	6,13	82,2
51	Vatnasetvatnet (utos)	542	LM 571 899	6,54	27,4	18.6	6,33	70,1
52	Herandselvi	1	LM 554 929	6,44	23,2	28.4	6,42	61,6
53	Herandsvatnet (utos)	76	LM 559 933	6,21	23,8	28.4	6,34	86,3
54	Storeelvi (bru samland)	90	LM 567 931	6,21	18,7	28.4	6,31	87,9
55	Fodnastølsvatnet (utos)	560	LM 577 904	6,21	19,4	18.6	6,27	49,7
56	Vidalsvatnet (utos)	693	LM 598 904	6,33	20,3	18.6	6,12	24,4
57	Tostølsvatnet (utos)	795	LM 619 907	6,32	16,1	18.6	6,11	15,9
58	Vatnasetvatnet (utos)	740	LM 593 925	5,72	19,2	30.7	6,00	77,9
59	Tjødni v/Mysevavn (utos)	1020	LM 531 803	6,35	12,2			
60	Espelandssvartavatn (utos)	780	LM 525 832	6,29	18,9	18.6	5,84	38,9



*VEDLEGGSKART 1: Oversikt over de angitte målepunktene i Jondal. Nummerne samsvarer med vedleggstabell 1, og de samme nummerne er benyttet i vedleggstabell 2 over fiskestatus.*



**VEDLEGGSTABELL 2:** Status for ferskvannsfiskeressuresene i Jondal 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 i innsjøen hvert år, U= ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. Ref: 1= spørreundersøkelse i samband med denne rapporten. Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
40	Bottsvatnet	LM 582 868	1	1			B	U		1	1
9	Demmevatnet	LM 465 772	2-3	5			G	0		1	1
38	Dravladalsvatnet	LM 576 820	1	2			I	50		1	1
31	Espelandsvatnet	LM 509 866	1	2			G	150		1	1
25	Espelandsgrytingsvn	LM 521 832	1	3			G	10		1	1
60	Espelandssvartvatn	LM 525 832	1	2			B	3		1	1
55	Fodnastølsvatnet	LM 577 904	1	2			G	60		1	1
17	Freddalsvatet	LM 513 805	1	3			G	50		1	1
26	Grytingsvatnet	LM 529 829	1	2-3			B	25		1	1
53	Herandsvatnet	LM 559 933	1	2			G	200		1	1
44	Instevatnet	LM 617 879	2	2			B	30		1	1
	Jondalstjødnane	LM 525 830	1	2-3			G	10		1	1
23	Juklavatn	LM 545 780	3	2			U	U		1	1
45	Kvannagrøvatn	LM 615 892	2	2-3			I	30		1	1
	Kvanndalsvatn	LM 519 801	1	3			G	40		1	1
19	Langavatn	LM 514 788	1	2			I	10		1	1
28	Langavatn(Osadal)	LM 534 821	1	2			G	25		1	1
2	Lambavatnet	LM 421 752	1	1			G	50		1	1
3	Ljosavatnet	LM 430 758	2	3			G	10		1	1
47	Ljosevatnet (nedre)	LM 600 893	2	2-3			D	20		1	1
46	Ljosevatnet (øvre)	LM 603 889	2	2-3			B	20		1	1
24	Mosadalstjødni	LM 543 795	2-3	5			D	0		1	1
21	Mysevatn	LM 530 801	1	1			I	30		1	1



**VEDLEGGSTABELL 2. forts.:** Status for ferskvannsfiskeressuresene i Jondal 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=brukkbare, D= dårlige, I= ingen, U= ukjent. **FISKE**=antall personer som fisker i innsjøen hvert år, U= ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. Ref: 1= spørreundersøkelse i samband med denne rapporten. Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
43	"Navnlausvatn"	LM 615 871	3	2			B	U		1	1
16	Nipevatnet	LM 508 813	1	3			G	50		1	1
8	Raunlivatnet	LM 421 768	2	3			D	3		1	1
(27)	Ryggvatnet	LM 539 828	2	3			B	3		1	1
22	Sauaholene	LM 534 786	5	5			I	0		1	1
42	Skarvabotsvatn(øvre)	LM 605 870	3	5			I	0		1	1
41	Skarvabotsvatn(ned.)	LM 598 868	2	3			B	20		1	1
7	Store Solbjørgsvatn	LM 459 766	2	3			G	0		1	1
29	Svartavatnet	LM 545 817	1	2			B	30		1	1
	Tjødnane	LM 570 825	1	2			G	10		1	1
12	Torsnesvatnet	LM 468 812	1	3			G	50		1	1
	Torsnes-Kvanndal	LM 495 805	1	2			G	10		1	1
57	Tostølsvatnet	LM 619 907	2	2			G	70		1	1
5	Urdavatn	LM 440 768	3	4			B	0		1	1
35	Vassdalsvatnet	LM 557 845	1	1			G	50		1	1
33	Vassendvatnet	LM 546 876	1	2			B	U		1	1
51	Vatnasetevatnet	LM 571 899	1	2			D	40		1	1
58	Vatnasetvatnet	LM 593 925	2	3			B	30		1	1
37	Veslavatnet	LM 571 812	2	2			B	U		1	1
6	Vesle Solbjørgsvn.	LM 452 767	2	5			B	U		1	1
(20)	Vetle Freddal	LM 521 800	2	2			B	20		1	1
56	Vidalsvatnet	LM 598 904	1	2			G	100		1	1