

# Kalkingsplan for Austevoll kommune 1995



Steinar Kålås  
Annie Elisabeth Bjørklund  
&  
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS  
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 198, april 1996.



# Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Austevoll kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Fylkesmannens miljøvernavdeling, ved kalkingskonsulent Kjell Hegna,  
Valkendorfsgt 6, 5012 Bergen

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

15.april 1996

RAPPORT NR:

198

ANTALL SIDER:

33

ISBN NR:

ISBN 82-7658-083-1

RAPPORT SAMMENDRAG:

Størstedelen av Austevoll kommune er moderat påvirket av sur nedbør, og det er bare et par områder på Huftarøy som er meget sure. Dette er områder som er myrpåvirket, slik at noe av forklaringen til de stabilt sure forholdene er naturgitte.

Fiskebestandene i Austevoll er, - så langt en kjenner til, ikke særlig skadd av de sure forholdene. Bare en fiskebestand skal være tapt, og i et fåtall innsjøer er bestandene gått tilbake.

Kalking er foreslått prioritert i Ljosvatnet øverst i Haukanesvassdraget, et vassdrag som har vært kalket privat av Austevoll Jakt og Fiskelag de siste årene. Videre er det også foreslått å vurdere Vinnesvatnet for kalking.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Austevoll 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 Austevoll kommune. Gjennomføringen av arbeidet er utført i henhold til de krav som er gitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling for dette arbeidet. Arbeidet er finansiert av Fylkesmannen og ved egeninnsats fra Austevoll Jakt og Fiskelag. Planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Austevoll 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 Austevoll kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Austevoll. 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 Austevoll Jakt og Fiskelag, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Austevoll Jakt og Fiskelag, ved Per Jensen, besørget organisering og lokal innsamling av 60 vannprøver våren og høsten 1995, samt samlet inn opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens fylkesmannens miljøvernavdeling har bidratt generelt ved utarbeidelse av samtlige av de 29 kommunale kalkingsplanene.

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

Følgende personer har bidratt ved innsamling av vannprøver til denne undersøkelsen:

*Per Jensen, Ragnar Haraldseid, Alf R. Hanøy, Rolf Rusten, Erling Utne, Jostein Kleppe, Vidar Sørvik, Mons-Ove Hauge, Sjur Åge Skår, Ole A. Veivåg,*

Rådgivende Biologer as. takker for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig Austevoll jakt og Fiskelag ved Per Jensen.

Rådgivende Biologer as. takker Fylkesmannens miljøvernavdeling for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 27.oktober 1995.  
Den endelige planen er datert: Bergen: 15.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 Austevoll i 1995 .....	16
Variasjon i surhet gjennom året .....	17
Oversikt over forsuringstruede områder .....	19
Aluminiumsinnhold i vassdragene .....	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene .....	21
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE .....	22
Status for innlandsfiskebestander .....	22
Status for anadrome bestander .....	25
Vurdering av forsuringstruede bestander .....	25
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi .....	25
KALKINGSPLANLEGGING FOR AUSTEVOLLI .....	26
Pågående kalkingsprosjekt i Austevoll kommune .....	26
Behov for kalking i Austevoll kommune .....	26
Forslag til prioritering .....	27
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt .....	27
Hvor bør en overvåke .....	28
LITTERATURREFERANSER .....	29
VEDLEGGSTABELLER .....	30
Surhetsdata for Austevoll 1994 .....	30
Kart over prøvetakingspunktene .....	32
Status for fiskebestandene .....	33



## LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet .....	10
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Austevoll kommune i 1995 .....	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Austevoll i 1995 .....	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i seks innsjøer i Austevoll kommune .....	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Austevoll i 1995 .....	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Kvernavatnet og Fagerbakkvatnet .....	23
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Oteråvatnet og Grasdalsbekken .....	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i Stenevikbekken og Vassnesvatnet .....	24
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i Kvernavatnet og Lødalsbekken .....	24
FIGUR 3.5: Fangst av fisk ved elektrofiske i Åno .....	25

## LISTE OVER TABELLER

TABELL 1 : Oversikt over aktuelle kalkingsprosjekter i Austvoll .....	7
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 .....	21
TABELL 4.1: Tidlige og pågående kalkingsprosjekter .....	26
TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter .....	27
TABELL 4.3: Hydrologiske og morfologiske forhold .....	28



## SAMMENDRAG

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

### NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i Austevoll tilhører det såkalte Tysnesdekket, og berggrunnen i kommunen er relativt varierende. Største delen av Huftarøy domineres av diorditt med innslag av kalifeltspat, mens de sørvestre deler av Huftarøy, samt de nærmestliggende øyene i vest domineres av granitter som lokalt har innslag av amfibolitt og biotitt. Øyene lengst i vest har en berggrunn som domineres av amfibolitt, fyllitt og glimmerskifer. På Selbjørnøy i sør går det en kalkrik åre tvers over øya i øst-vestlig retning. Det er lite løsmasseavsetninger i kommunen, men en rekke av innsjøene har marine avsetninger i bunnen.

### SURHET

Størstedelen av Austevoll kommune er moderat påvirket av sur nedbør. I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler eller sjøsaltepisoder vil vannkvaliteten kunne bli dårlig. Det finnes imidlertid flere lavtliggende innsjøer med bedre vannkvalitet i disse områdene på grunn av at de har marine sedimenter i bunnen.

Det er bare et par områder sentralt på Huftarøy som synes å være stabilt sure gjennom hele året. Dette er imidlertid lavtliggende områder med mye myr, og myrtilsiget har trolig stor betydning for surhetsnivået der. Uten dette myrtilsiget ville disse innsjøene sannsynligvis også være moderat påvirket av sur nedbør, slik de nærliggende vassdragene der er.

Områder som er lite påvirket av sur nedbør finnes sørvest i kommunen på Stolmen og muligens også på de små øyene lengst vest i kommunen.

### FISK

I innsjøene i Austevoll er det rapportert om aure, stingsild, regnbueaure og ål, men det skal også finnes røye og Kanadisk bekkerøye i kommunen (Lura og Kålås 1995). Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. Røye finnes ikke naturlig i Austevoll men det er hevdet at den nå finnes i en innsjø. Om dette er riktig må det være et resultat av innvandring fra sjøen eller utsetting. Dette er kjent fra flere andre steder i Hordaland.

Det er samlet inn opplysninger om 17 innsjøer ved en spørreundersøkelse, og en av disse innsjøene er overbefolket med aure, 12 har en god bestand av aure, tre har en tynn bestand av aure og en innsjø er fisketom. Tettheten av aure er uendret i 12 innsjøer, den har gått ned i to og en bestand er tapt.



## FISKE

Austevoll Jakt og Fiskelag har utført kultiveringstiltak i Kvernavatnet (35), Ljosavatnet (15) og Sagavatnet (13) og selger fiskekort til disse innsjøene. Ellers er fisket fritt de fleste steder i kommunen. Bare i Kvernavatnet (7) er det fiskeforbud grunnet oppdrettsvirksomhet. Sportsfiske har størst omfang i Kvernavatnet (14), men det er også noe aktivitet i flere andre innsjøer.

## KALKING

Haukanesvassdraget har vært kalket i en årrekke i regi av Austevoll Jakt og Fiskelag, dels med offentlig støtte, dels egenfinansiert. Kalking av dette vassdraget bør fortsette, med hovedinnsatsen knyttet til Ljosavatnet (14) siden denne innsjøen ligger øverst i vassdraget. Kvernavatnet (7) ved Storebø kalkes i privat regi i forbindelse med smoltproduksjon.

Videre kan tiltak i Vinnesvatnet (22) være nødvendig. Her må en imidlertid ikke ensidig fokusere på kalking, fordi gyteforholdene viste seg å være dårlige ved befaringen. Tilrettelegging av egnete forhold for gyting og oppvekst er derfor viktig.

Dessuten er det en del innsjøer i Austevoll som ligger i sure områder, men der en ikke har tilstrekkelig informasjon vedrørende fiskens tilstand eller bruken av fiskeressursene. Dersom det er interesse for å sette i verk tiltak i noen av disse, må det skje etter lokalt initiativ.

*TABELL 1: Oversikt over aktuelle kalkingsprosjekter i Austevoll, med forslag til prioritering, kalkingsstrategi og mengder kalk i tonn ved hhv første gangs kalking (til venstre) og ved gjenkalking (til høyre).*

STED	Kalket før	DN-prioriter	Kost / nytte	Strategi	Kalk-mengde	Hyp-pig-het	TOTAL PRIOR.
Ljosavatnet (14)	Ja	2	2	Innsjø		Årlig	1
Vinnesvatnet (22)	Nei	2	3	Innsjø			2



## Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

Denne rapporten baserer seg på de 29 utarbeidete kommunale kalkingsplanene i Hordaland, og utfyller dermed rapportene "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" (Kambestad mfl. 1995) og "Forsuringsstatus for vassdrag i Hordaland, 1993" (Johnsen og Kambestad 1994).

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

Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Etersom lite av nedbøren faller direkte i vassdragene, vil det meste renne via jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som endrer mengden og sammensetningen av ioner i avrenningsvannet. De viktigste ionene i denne sammenheng er basekationene kalsium, magnesium, kalium og natrium. Et nedslagsfelt med en





berggrunn som forvitrer lett, et rikt jordsmonn, store løsmasseavsetninger eller marine avsetninger vil avgi store mengder basekationer. Disse kan buffre den sure nedbøren slik at avrenningsvannet er adskillig mindre surt når det når vassdraget. Et nedslagsfelt som domineres av en hard berggrunn, som forvitrer sakte, og et skrint jordsmonn vil derimot ha et lavt innhold av basekationer, og derfor liten evne til å endre ionesammensetningen i regnvannet. Avrenningsvannet fra slike områder vil derfor være omtrent like surt som nedbøren når det når vassdragene.

## VARIERENDE BUFFERSYSTEM

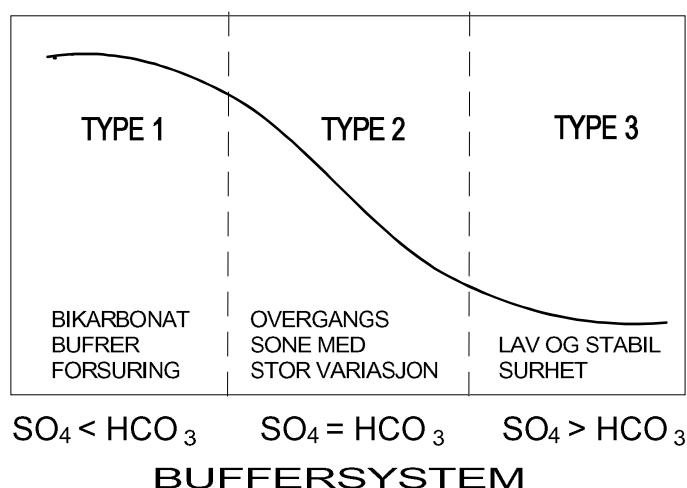
Ulikt naturgrunnlag i Hordaland, fører altså til at det er stor variasjon i vassdragenes surhetsnivå fordi bufferevnen i jordsmonnet er forskjellig. På grunn av ulikt naturgrunnlag vil imidlertid selve vannet i vassdragene også få ulik bufferkapasitet. Denne bufferevnen er avhengig av vannets innhold 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 periodevis sure tilførsler (TYPE 1 i figur 1.1).

I områder der jordsmonnets bufferkapasitet er utarmet etter en langvarig påvirkning av sure tilførsler, vil innholdet av bikarbonat avta fordi tilførslene fra nedslagsfeltet helt eller delvis erstattes av sulfat. Sulfationene kan ikke virke som buffer, og derfor blir slike vann meget følsomme for sure tilførsler. I innsjøer der bikarbonat og sulfat begge finnes i omtrent like mengder, vil pH være lavere og variere mye, avhengig av mengde sure tilførsler (TYPE 2 i figur 1.1).

I områder der tålegrensen for tilførsler av sure stoffer er langt overskredet, vil innholdet av bikarbonat være meget lavt, og aluminiumsforbindelser vil overta som buffersystem. Disse vassdragene vil ha en lav og stabil pH (TYPE 3 i figur 1.1).

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





## LANGTRANSPORTERTE FORURENSNINGER

I den ytre delen av Hordaland er nedbørmengdene mindre enn i de innenforliggende områdene. Derfor vil våtavsetningen av forsurende stoffer være lavere enn i de nedbørrike områdene litt inn fra kysten. Aller lengst øst i fylket er imidlertid nedbørmengdene små, slik at her vil tilførslene av fosurende stoffer være minst. Dette forutsetter at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er tilnærmet lik i hele fylket.

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 fraktes 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, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

## SJØSALTEPISODER

Kystnære områder mottar ofte sjøsalter med nedbøren, - særlig i perioder med kraftig vind. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan føre til at vannet i vassdragene blir enda surere enn tilførslene fra den vanlige nedbøren skulle tilsi. Dette skyldes at natrium-ioner fra sjøsaltene i nedbøren holdes igjen i nedbørfeltet ved ionebytting med hydrogen og aluminium. Store mengder surt og aluminiumsrikt avrenningsvann vil derfor kunne gi surstøtepisoder i vassdrag. Slike surstøtepisoder er vanligvis kortvarige, men det sure vannet kan imidlertid oppholde seg lenge i innsjøer og dermed gi surt vann til vassdrag over et noe lengre tidsrom. På grunn av lav pH og mye aluminium, som i slike tilfeller foreligger i store mengder i den labile formen som er giftig for fisk og bunndyr, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet for vannlevende organismer.

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

Sjøsaltilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene 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 Hordaland, 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 (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 syrs anioner, altså forskjellen mellom mengde tilførte forsurende stoffer og jordsmonnets mengde av tilgjengelige basekationer.

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

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 for nærmest hele bestanden, 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).

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 røyeungelen er derfor ikke like utsatt for varierende vannkvalitet og dermed surstøteperioder som ørretungelen.

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

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

Kalking har av flere grunner vist seg som det beste "reparerende" tiltaket for å hindre at sur nedbør ødelegger økosystemer i ferskvann. Kalken øker pH i vannet, samtidig som giftvirkningen av aluminium reduseres. Det er imidlertid viktig å være klar over at kalking aldri vil kunne reversere utviklingen og føre



oss tilbake til den tilstanden man hadde i økosystemet før forsuringen. Målet ved valg av kalkingsstrategi er imidlertid å komme så nær den opprinnelige tilstanden som mulig.

## MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

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

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

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

### PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

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

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 forsuringsskade. Enkelte områder vil fremdeles være forsuret etter de utslippsreduksjoner som ble avtalt våren 1994. Ved plassering av lokaliteter i prioritet 3 og nedover tar man hensyn til en slik framtidig forsuringssituasjon ved å nedprioritere områder som vil være forsuret i overskuelig framtid. Inntil videre har man valgt ikke å gjøre dette innenfor de to øverste prioriteringene. Vi må i årene framover vente en politisk diskusjon om skjebnen til de "evig" forsurede områdene.

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

Det gis bare statlig støtte til kalking i lokaliteter der det er dokumentert at forsuring har medført, eller vil medføre, endringer i det biologiske mangfoldet. Dette betyr at forsuringsskade eller reell forsuringstrussel må kunne dokumenteres. Videre er det mange andre forhold som også inngår i en samlet vurdering fram mot den endelige prioritering av aktuelle kalkingsprosjekter. Disse er detaljert gjennomgått i "Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland". Et sentralt forhold her er almenhetens tilgang til fisket,- noe som vil være bortimot et krav for å bli prioritert ved tildeling av offentlige kalkingsmidler.



## **KOST / NYTTE - VURDERING**

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

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

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

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

## **FORBEDRING I FRAMTIDEN ?**

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

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

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

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



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

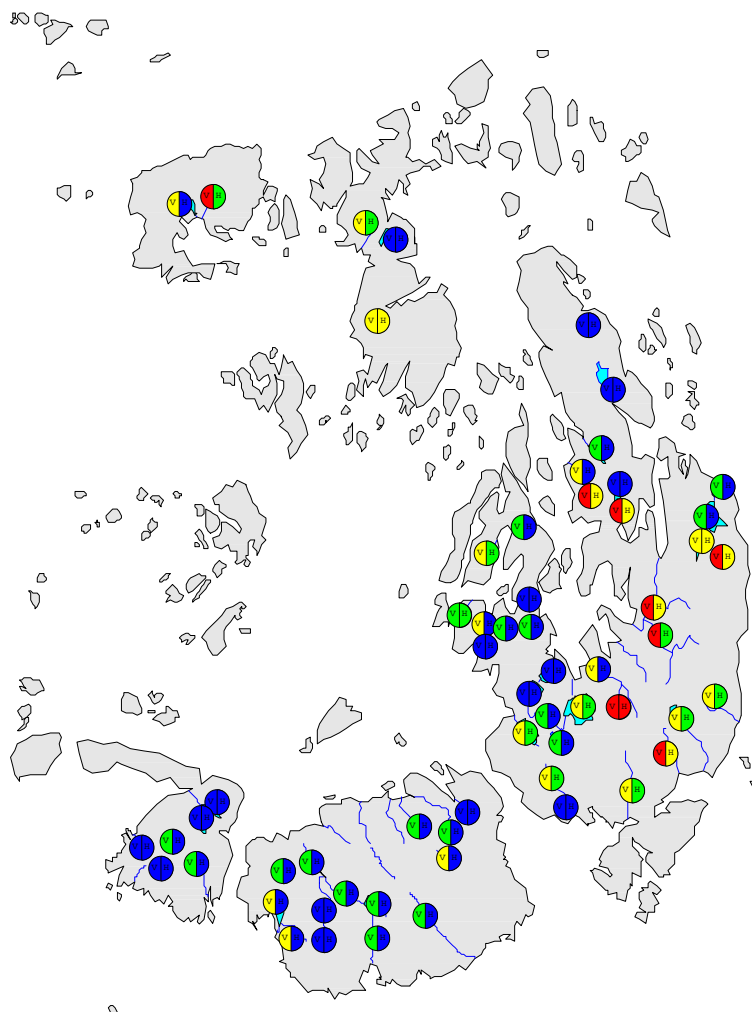
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging,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

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



## 2. Surhetstilstand i Austevoll kommune

I store deler av Austevoll kommune var vassdragene relativt sure ved prøvetakingene våren og høsten 1995 med pH-verdier under 5,5 (figur 2.1). Lavest pH ble målt i de sentrale deler av Huftarøy i området rundt Loddo og Vardefjell, der det ble det målt pH mellom 4,6 og 4,9 ved prøvetakingen våren 1995. Gode pH-verdier ble målt flere steder i kommunen, men spesielt på Stolmen og delvis på Selbjørn lå pH hovedsakelig over 6,0 ved begge målingene.



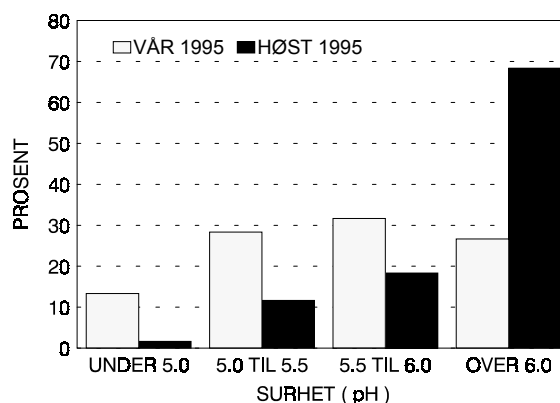
*FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Austevoll kommune, basert på pH-målinger fra 60 prøver våren og høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av Austevoll Jakt og Fiskelag ved Per Jensen.*





% av lokalitetene hadde pH under 5,5. Bare i underkant av 30 % hadde pH over 6,0 (figur 2.2). Ved undersøkelsen på høsten samme år var imidlertid vassdragene adskillig mindre sure. På det tidspunktet hadde nesten 70 % av lokalitetene pH over 6,0, og da var det kun Kråketjønn ved Vardefjellet som hadde pH under 5,0 (vedleggstabell 1).

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



Imidlertid var det store variasjoner i pH selv innen små områder i denne kommunen, spesielt i målingene på våren. Dette har trolig sammenheng med at berggrunnen i kommunen er meget varierende med lokale innslag av en noe bedre berggrunn, samt at flere av innsjøene kan ha marine sedimenter.

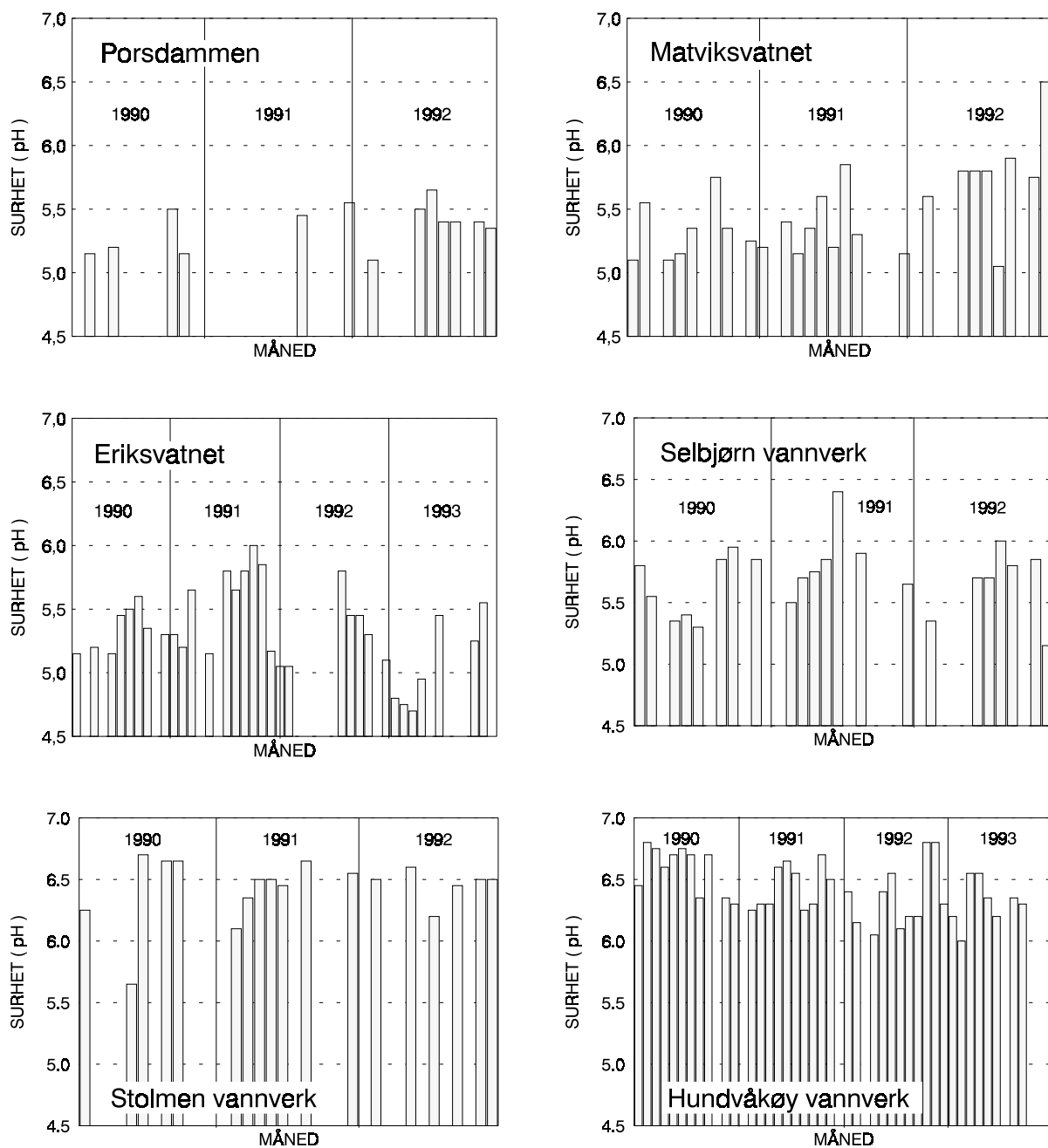
## VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Austevoll 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 (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten. I målingene i forbindelse med denne undersøkelsen kom også dette mønsteret tydelig fram (figur 2.2). Det er imidlertid stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i seks drikkevannskilder i kommunen (figur 2.3 på neste side).

Bekkjarvik vassverk har Porsdammen, sørvest for Bekkjarvik, som råvannskilde. Denne dammen ligger i et av de områdene i Austevoll der vi målte sterkt varierende pH ved denne undersøkelsen. Drikkevannsundersøkelsen fra råvannskilden viste også noe varierende pH-verdier, men likevel var forholdene vanligvis relativt stabilt sure med pH ned mot 5.0 (figur 2.3, øverst til venstre). I denne dammen synes bikarbonatbuffersystemet stort sett å være "brukt opp", slik at det er lite bufferkapasitet igjen.

Matviksvatn (Huftarøy vannverk, øverst til høyre), Eriksvatn (Storekalsøy vannverk, i midten til venstre) og Veivågsvatn (Selbjørn vannverk, i midten til høyre) har alle relativt lave, men variable pH-verdier. Disse innsjøene ligger også i områder der vi målte variabel pH i denne undersøkelsen. I disse innsjøene varierer surheten i større grad fordi det fremdeles er noe bufferkapasitet igjen i området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. I ekstreme perioder vinterstid kan surhetsnivået der bli problematiske for fisk.

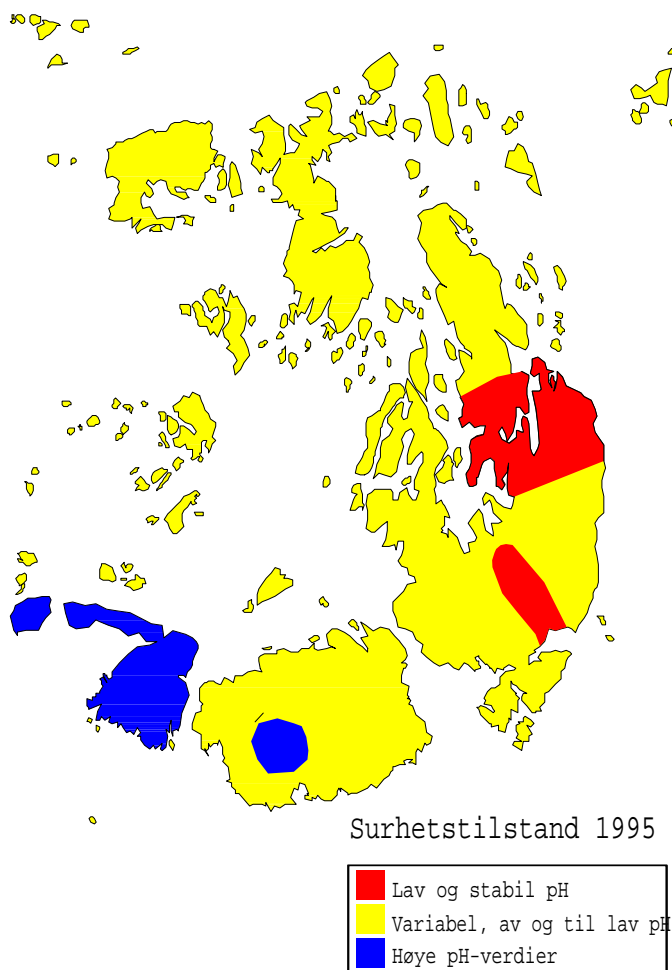
Stongalandsvatnet (Stolmen vannverk, nederst til venstre) ligger i det området der vi målte god pH både vår og høst ved denne undersøkelsen, mens Kvernvatnet (Hundvåkøy vannverk, nederst til høyre) ligger i området med varierende, men generelt sett meget gode pH-verdier gjennom året. Begge disse innsjøene har et buffersystem som fremdeles er i stand til å møte selv de sureste tilførslerne, slik at pH ikke blir meget lav i perioder med spesielt store mengder sure tilførsler eller ved sjøsaltepisoder. Årsaken til dette er trolig bedre berggrunn på Stolmen enn ellers i kommunen, mens for Kvernvatnet sin del er det trolig marine avsetninger i innsjøsedimentene som forårsaker den gode bufferevnen.



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i seks innsjøer i Austevoll. Bekkjarvik vassverk, med inntak i Porsdammen (øverst til venstre) er typisk for en sur lokalitet med liten årsvariasjon (buffersystem type 3). Matviksvatnet (øverst til høyre), Eriksvatn (mellom til venstre) og Veivågsvatn (mellom til høyre) er typisk for innsjøer med stor variasjon i surhet gjennom året (buffersystem type 2). Stongalandsvatnet (nederst til venstre) og Kvernavatnet på Hundvåkøy (nederst til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Ytre Sunnhordland på råvann fra drikkevannskildene.



Størstedelen av Austevoll kommune er moderat påvirket av sur nedbør (figur 2.4). I disse områdene er det store variasjoner i pH gjennom året; vanligvis er forholdene relativt bra, men i perioder med store mengder sure tilførsler eller sjøsaltepisoder vil vannkvaliteten kunne bli så dårlig at forholdene vil være kritiske for fisk. Imidlertid er det i disse områdene flere lavtliggende innsjøer med marine sedimenter i bunnen og lokale innslag av en noe bedre berggrunn, noe som gjør at vannkvaliteten i enkelte av innsjøene i dette området vil være bedre enn innsjøene i umiddelbar nærhet.



*FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Austevoll 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 naturgrunlaget i kommunen.*



Det er bare et par områder sentralt på Huftarøy som synes å være stabilt sure gjennom hele året. Dette er imidlertid lavtliggende områder med mye myr, og myrtilsiget har trolig stor betydning for surhetsnivået der. Uten myrtilsiget ville disse innsjøene sannsynligvis også være moderat påvirket av sur nedbør, slik de nærliggende vassdragene der er.

Områder som er lite påvirket av sur nedbør finnes sørvest i kommunen på Stolmen og muligens også på de små øyene lengst vest i kommunen.

Av kommunens totalareal er det omtrent 20 % som er sterkt preget av forsuring (tabell 2.1). 71 % av arealene er moderat sure, mens bare 9 % av kommunen ikke har vassdrag som er vesentlig påvirket av den sure nedbøren.

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
114 km <sup>2</sup>	11 km <sup>2</sup>	81 km <sup>2</sup>	22 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 4.5: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Austevoll 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>
Sterkt forsuret: 22 km <sup>2</sup>	40	5,0	4,0	110
Moderat forsuret: 81km <sup>2</sup>	40	5,3	2,9	300

## ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av totalaluminium er meget høyt i kommunen. Høyeste registrerte innhold lå mellom 80 og 230 : g Al/l i de undersøkte lokalitetene (Næringsmiddeltilsynet for Ytre Sunnhordland sine drikkevannsmålinger). Innholdet av reaktivt aluminium er også meget høyt. I samtlige lokaliteter i denne undersøkelsen (tabell 2.3) og også i NIVA sin undersøkelse (Bjerknes mfl. 1988) lå konsentrasjonene i området 43 - 137 : g/l . I perioder da en får lavere pH-verdier kan imidlertid den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 30 : g Al/liter.

Innholdet av labilt aluminium er imidlertid relativt lavt i samtlige undersøkelser. Høyeste registrerte verdi i tidligere undersøkelser var på 38 : g Al/l i Kvernvatnet nordøst på Huftarøy (Bjerknes mfl. 1988). I denne undersøkelsen ble tre lokaliteter målt, og også i disse var innholdet av labilt aluminium lavt på undersøkelsestidspunktet (tabell 2.3).



*TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i tre vannprøver fra Austevoll kommune. Prøvene er tatt 1. mai 1995 av Per Jensen 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
Lødsalsbekken (33)	5,96	69	135	115	20
Ljosavatnet (15)	4,72	112	75	70	5
Alfarvatnet (54)	5,28	61	70	50	20

## SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble undersøkt i tre innsjøer i området som er moderat surt. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC meget god i alle de tre undersøkte innsjøene, med verdier over 60 : ekv/l i alle (tabell 2.4). 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. Dette tyder på gode forhold for fisk på dette tidspunktet.

Imidlertid var alkaliteten i vassdragene relativt lav (tabell 2.4), og viser at vassdragene er meget følsomme for ytterligere forsurening i periodene med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning.

*TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Austevoll kommune. Prøvene er samlet inn 1. mai 1995 av Per Jensen i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.*

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> : g N/l	ANC : ekv/l
Lødsalsbekken (33)	0,04	1,75	0,87	0,52	11,9	15,4	3,68	20	175
Ljosavatnet (15)	< 0,02	0,82	0,68	0,55	9,96	13,6	2,78	< 10	100
Alfarvatnet (54)	< 0,02	1,08	1,61	0,79	18,3	29,7	4,69	42	60



### 3: Biologisk tilstand i Austevoll i 1995

#### STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Austevoll kommune har 116 innsjøer med et samlet areal på 1,4 km<sup>2</sup>. De fleste er små men 12 er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 17 innsjøer i Austevoll 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, stingsild, regnbueaure og ål, men det skal også finnes røye og kanadisk bekkerøye i kommunen (Lura og Kålås 1995). Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. Røye finnes ikke naturlig i Austevoll men det er hevdet at den nå finnes i Fagerbakkevatnet, men dette betviles. Om dette er riktig må det være et resultat av innvandring fra sjøen eller utsetting. Dette er kjent fra flere andre steder i Hordaland. Kanadisk bekkerøye ble satt ut i en rekke vatn i hele kommunen midt på 80-tallet, men den siste kjente gjenfangst skjedde i 1991. Det er tvilsomt om det finnes flere individer av denne arten i live i dag.

I følge spørreundersøkelsen er en av innsjøene overbefolket med aure, 12 har en god bestand av aure, tre har en tynn bestand av aure og en innsjø er fisketom (vedleggstabell 2). Tettheten av aure er uendret i 12 innsjøer, den har gått ned i to og en bestand er tapt.

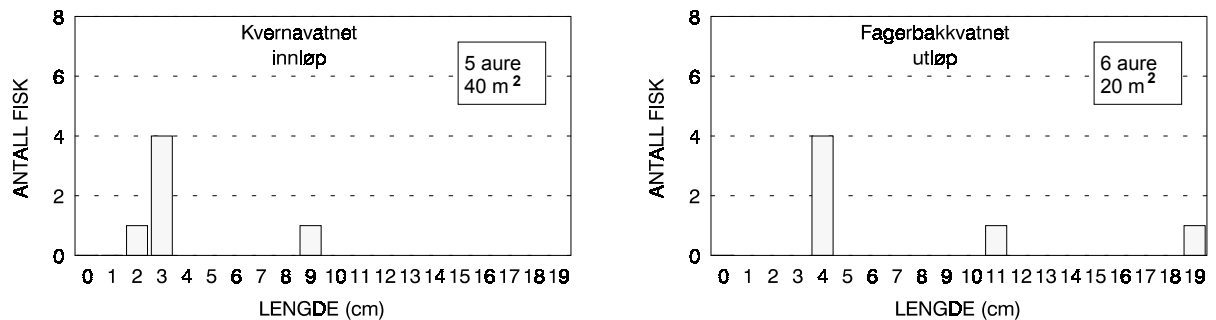
Det er gode eller brukbare gyteforhold for aure i nesten alle innsjøene som er med i denne undersøkelsen (vedleggstabell 2). Oppdemminger eller veifyllinger har ført til dårlige gyteforhold noen steder.

Austevoll jakt og fiskelag har utført kultiveringstiltak i Kvernavatnet (14), Ljosavatnet (15) og Sagavatnet (13) og selger fiskekort til disse innsjøene. Ellers er fisket fritt de fleste steder i kommunen. Bare i Kvernavatnet (7) er det fiskeforbud. Sportsfiske har størst omfang i Kvernavatnet (14), men det er også noe aktivitet i flere andre innsjøer (vedleggstabell 2).

I forbindelse med kalkingsplanen for Austevoll kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 22. mai 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt, nummer viser til vedleggstabell 2:

- Innløpet til Kvernavatnet (14) ovenfor og nedenfor foss.
- Utløpet fra Fagerbakkvatn (41)
- Utløpet fra Oteråtjern (19)
- Grasdalsbekken (44) øvre og nedre del
- Vindanesbekken (22)
- Stenevikbekken (46)
- Utløpet fra Vassnesvatnet (40)
- Utløpet fra Kvernavatnet (35)
- Lødalsbekken (33)
- Åno (17)

I innløpet til Kvernavatnet ovenfor fossen (14) går elven gjennom myr. Her er små områder med sand som kan være brukbare for gyting. Ved elektrofiske over et område på 200 m<sup>2</sup> ble her bare funnet ål. Nedenfor fossen er elven kort men har gode forhold for gyting og oppvekst. Vannet her er kalket. Det ble funnet mye årsyngel men disse var så små at det var vanskelig å fange dem. Det ble også observert noen flere aure i størrelsesområdet 8-10 cm (trolig ettåringer) enn den ene som ble fanget (figur 3.1). En regnbueaure på 40 cm ble også fanget.

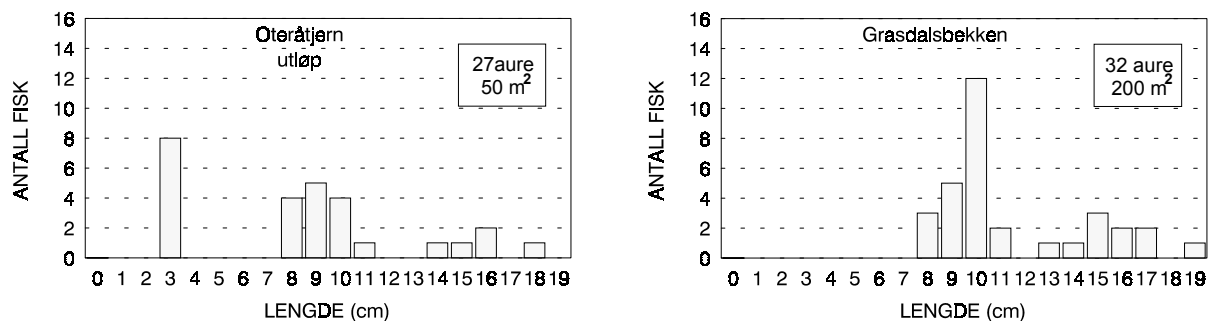


FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i innløpet av Kvernavatnet (KM 933 651) og utløpet av Fagerbakkvatnet (KM 877 588) 22.mai 1995. En regnbueaure på 40 cm ble også fanget innløpet til Kvernavatnet.

Utløpet av Fagerbakkvatnet (41) var tydelig kloakkpåvirket, men forholdene var ikke verre enn at den var egnet for gyting og oppvekst for aure. Det ble observert noe årsyngel av aure og noen av disse ble fanget og målt. Det ble også funnet en ettåring og en større aure i bekken (figur 3.1).

Utløpet fra Oteråttjern (19) er en svært fin bekk med gode forhold for gyting og oppvekst for aure. Det er lett for anadrom fisk å vandre opp i bekken. Bekken er lagt under bakken et stykke, men dette er gjort på en måte som ikke hindrer oppgang for fisk. Det ble funnet høye tettheter av yngel, ettåringer og eldre stasjoner fisk (figur 3.2).

To parti av Grasdalsbekken (44) ble undersøkt. I den nedre delen fra sjøen og opp til en foss, som er vandringshinder for fisk, var det fine forhold for fisk. Det ble likevel kun funnet to større fisk. På et 200m<sup>2</sup> stort område ovenfor fossen ble det derimot funnet mye større fisk hele veien. På områder med sandbunn ble det også funnet mye ungfisk, men årsyngel ble ikke fanget (figur 3.2).



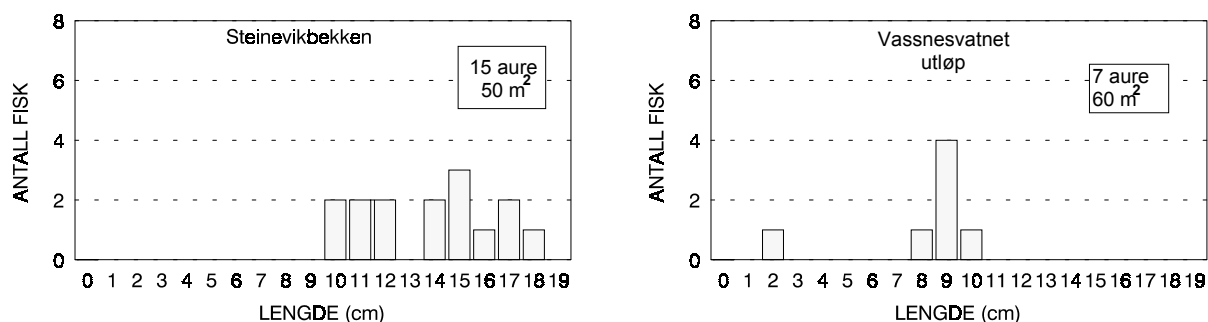
FIGUR 3.2: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Oteråttjern (KM 940 606) og Grasdalsbekken (KM 876 554) 22.mai 1995. En aure større enn 20 cm ble fanget i Grasdalsbekken.

Vindenesbekken (22) var slimete grunnet algevekst, og så ikke ut til å være egnet for gyting og oppvekst for aure. Ved elektrofiske over et område på 100 m<sup>2</sup> ble det bare funnet ål.

Stenevikbekken (46) hadde grov bunn, og omtrent 80% av bunnen var begrodd. Bekken renner ut i sjøen og det er mulig for anadrom fisk å vandre opp her. Et område på 50m<sup>2</sup> ble overfisket og det ble funnet aure og ål, men ingen årsyngel av aure (figur 3.3).

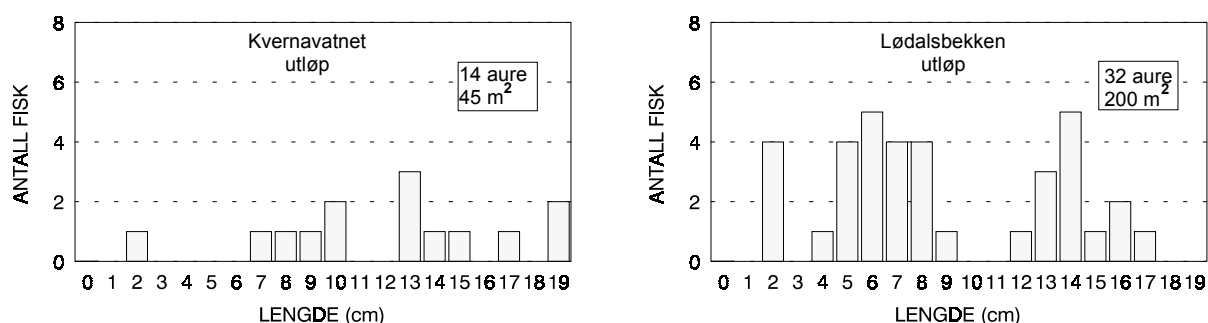


Utløpet av Vassnesvatnet (40) er en fin bekk med mulighet for oppvandring fra sjøen. Mange årsyngel ble observert men bare en ble fanget. To større aure, begge sterkt infisert med lakselus ble også fanget. Ellers ble det observert stingsild, ål og skrubbeflyndre.



FIGUR 3.3: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Steinevikbekken (KM 840 511) og utløpet av Vassnesvatnet (KM 899 620) 22.mai 1995. En aure større enn 20 cm ble fanget i Steinevikbekken og to aure større enn 20 cm ble fanget i utløpet av Vassnesvatnet.

Utløpet av Kvernavatnet på Vassneset (35) er bare tilgjengelig for oppvandring fra sjøen opp til den nylig anlagte vegfyllingen. Dette bør endres slik at forholdene blir bedre tilrettelagt for både fisk og sportsfiske. Forholdene for aure er gode, og forventede størrelsesklasser av aure ble fanget, og det ble observert flere årsyngel og ettåringer enn det som ble fanget.



FIGUR 3.4: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Kvernavatnet (KM 902 615) og i Lødalsbekken (LM 907 619) 22.mai 1995. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

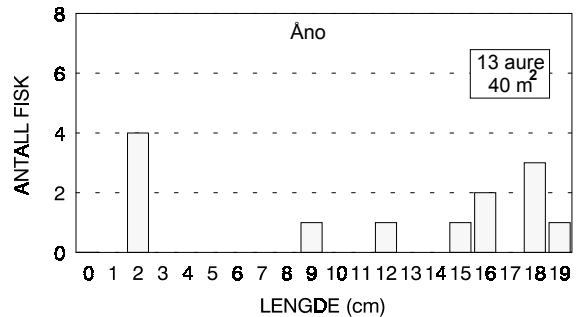
Lødalsbekken (33) er også tilrettelagt for fiske av fiskelaget og forholdene for aure er gode. Det er gode oppvandringsmuligheter fra sjøen. Alle forventede størrelsesklasser av aure ble fanget og tettheten av fisk er god.

Åno (17,18) er en bekk med varierte forhold for aure. Deler av bekken har mudderbunn mens andre deler har sandbunn der gyting er mulig. Det er ikke mulig å vandre opp fra sjøen. Alle forventede størrelsesgrupper av aure ble funnet.





FIGUR 3.5: Fangst av aure ved elektrofiske i Åno 22/5-95. UTM koordinat for stasjonen er KM 918 628. To aure større enn 20 cm ble fanget.



## STATUS ANADROME BESTANDER

Det finnes ingen større elver i Austevoll kommune. Kommunen har imidlertid mange mindre vassdrag med muligheter for sjøaure. Det finnes få opplysninger om bestander av sjøaure i Austevoll.

## VURDERING AV FORSURINGSTRUDEDE BESTANDER

Fra spørreundersøkelsen om fiskestatus i Austevoll er det rapportert om en tapt fiskebestand og tre bestander i tilbakegang. Utløpet av Ljosavatnet (15) er surt og ved elektrofiske ble det ikke funnet aure her selv om gyteforholdene var brukbare. Ljosavatnet skal ha en tynn bestand av aure. Denne innsjøen ble kalket våren 1995. Ellers ved elektrofiske i Austevoll ble noen lokaliteter med varierende surhet undersøkt, men det ble ikke påvist rekrutteringssvikt noen steder selv om surheten flere av stedene kan være svært lav i deler av året.

Flere steder i kommunen er surheten så lav at en skal forvente at aure har problemer med reproduksjonen, men vi har ikke informasjon om fiskestatusen i disse lokalitetene. Innsjøer som Gåsevatn (5), Trettlivatn (8), Langevatn (10), Langenestjønn (12), Åsatjønn (16) og Kråketjønn (34) er lokaliteter der en skulle forvente at fisk har problemer med reproduksjonen.

## ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Frosk og padde finnes men vi har ingen opplysninger om eventuelle endringer i tetthet eller utbredelse til disse artene.



## 4: Kalkingsplanlegging i Austevoll

### PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

Vassdragskalking er utført i Kvernavatnet (14) og Ljosavatnet (15) i Haukanesvassdraget i regi av Austevoll Jakt og Fiskelag. I innløpet til Kvernavatnet er det satt opp en kalkbrønn som doserer ut skjellsand. Denne fylles årlig med omlag 2 m<sup>3</sup> skjellsand. Ljosavatnet (15) ble kalket våren 1995 ved at det ble tilført 7 tonn grovdolomitt. Sagvatnet (13) ligger nedenfor Ljosavatnet og Kvernavatnet og er dermed indirekte kalket. Kvernavatnet ved Storebø (7) er også kalket av Kvernsnolt as. for å bedre vannkvaliteten i innsjøen som er i bruk til smoltoppdrett. (tabell 4.1).

*TABELL 4.1: Tidligere og pågående kalkingsaktivitet i Austevoll kommune. Lokalitetsnummer refererer til vedleggstabellene 1 og 2 bakerst i rapporten. Opplysningene er dels hentet fra fylkesmannens miljøvernnavdelings register.*

LOKALITET	UTM	PERIODE	MENGDE	METODE	PR. KLASSE
Ljosavatnet (15)	KM 933 649	1995	7 tonn	innsjø	2
Kvernavatnet (14)	KM 934 649	1986 -	2 m <sup>3</sup> / år	doserer	2
Kvernavatnet (7)	KM 912 682	1992 -		i bekker	2

### BEHOV FOR KALKING I AUSTEVOLL

Det er rapportert om tapt fiskebestand i Fiskevatnet (9), og følgende tre bestander skal være i tilbakegang: Geitskalivatnet, Vinnesvatnet (22) og Ljosavatnet (15). Utløpet av Ljosavatnet er surt og ved elektrofiske ble det ikke funnet aure her selv om gyteforholdene var brukbare. Ljosavatnet skal ha en tynn bestand av aure. Denne innsjøen ble kalket våren 1995.

Ellers ved elektrofiske i Austevoll ble noen lokaliteter med varierende surhet undersøkt, men det ble ikke påvist rekrutteringssvikt noen steder selv om surheten flere av stedene kan være svært lav i deler av året. Flere andre steder i kommunen er surheten også så lav at en skal forvente at aure har problemer med reproduksjonen, men vi har ikke informasjon om fiskestatusen i disse lokalitetene: Gåsevatn (5), Trettlivatn (8), Langevatn (10), Langenestjønn (12), Åsatjønn (16) og Kråketjønn. Her kan en forvente at fisk har problemer med reproduksjonen. Dersom disse eventuelt skal prioriteres for kalking, bør opplysninger om bruk og fiskestatus innhentes først.

### NOEN OMRÅDER BØR IKKE KALKES

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



## FORSLAG TIL PRIORITERING

Haukanesvassdraget har vært kalket i en årrekke i regi av Austevoll Jakt og Fiskelag, dels med offentlig støtte, dels egenfinansiert. Kalking av dette vassdraget bør fortsette, med hovedinnsatsen knyttet til Ljosavatnet (14) siden denne innsjøen ligger øverst i vassdraget.

Det foreligger sprasomme opplysninger om sjøaurebestandene i Austevoll, men disse ser ut til å greie seg bra,- til tross for marginale forhold med hensyn på vannkvalitet. Kalking vil derfor ikke bli anbefalt slik situasjonen er i dag. Dersom det er lokal interesse for disse sjøaurebestandene, bør en imidlertid overvåke tilstanden i årene som kommer.

Videre kan tiltak i Vinnesvatnet (22) være nødvendig. Her må en imidlertid ikke ensidig fokusere på kalking, fordi gyteforholdene viste seg å være dårlige ved befaringen. Tilrettelegging av egnete forhold for gyting og oppvekst er derfor viktig.

Geitskalivatnet, som er omtalt i tidligere fiskestatus og skal ha en tynn fiskebestand i tilbakegang, er identisk med Kvernavatnet ved Vassnes (35). Her er nå meldt om en stabil og god bestand av aure.

*TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter i Austevoll med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabilt surt (rødt område på kartet i figur 2.4), 2 =variabelt og periodevist surt (gult område på kartet i figur 2.4) og 3=lite surt (blått område på kartet i figur 2.4). FISKESTATUS er klassifisert som 1=redusert bestand, 2=utdødd bestand og 3=god bestand. ANTATT BRUK antyder potensiale for framtidig utnyttelse som antall fiskedøgn årlig, , 1= over 100 døgn, 2 = opp til 100 døgn, 3= opp til 50 døgn og 4= 10 døgn eller mindre. DN prioriteringene går fra 1-6 (se side 15). KONFLIKT dekker opp både verneinteresser, drikkevannskilde, og eventuelt andre bruks- eller eierinteresser. KOST/NYTTE-EFFEKT er klassifisert fra 1 = meget høy til 5 = meget lav.*

STED	Kalket før	Surhet status	Fiske status	Antatt bruk	DN-prioriter	Konflikt	Kost / nytte	TOTAL PRIOR.
Haukanesvassdraget (14 - 16)	Ja	1	1	2	2	Nei		1
Vinnesvatnet (22)	Nei	1-2	1	3	2	Nei		2

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

Det er ikke plukket ut mer enn ett nytt kalkingsobjekt i Austevoll kommune,- Vinnesvatnet (22). Denne innsjøen bør imidlertid utredes nærmere før endelig avgjørelse tas.

I tabell 4.3 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 4.3. 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 minst 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	Kalkbehov tonn
Vinnesvatnet (22)	0,05	5	0,25	1,00	40	1,26	4,4 / 3,9

## 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.

Sjøaurevassdragene i Austevoll er derfor aktuelle å overvåke med tanke på tidlig å kunne sette i verk aktuelle tiltak. En bør velge ut et par av de sentrale sjøaurebestandene i kommunen som overvåkes både med elektrofiske og undersøkelse av tilbakevandret voksen fisk.

I de områdene i Austevoll der surheten er så lav at en skal forvente at aure har problemer med reproduksjonen, bør en framskaffe informasjon om tilstanden. I samråd med lokale interesser bør en velge ut en eller flere av disse innsjøene: Gåsevatn (5), Trettlivatn (8), Langevatn (10), Langenestjønn (12), Åsatjønn (16) og Kråketjønn.



## 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.AustevollHEIM & G.G.RADDUM 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.

HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993. Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.

JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Austevoll og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.

JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994 Forsuringsstatus i Hordaland 1993. Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1

KAMBESTAD, A., V.BJERKNES, T.E.BRANDRUD, A.FJELLHEIM, K.HEGNA, A. HENRIKSEN, A.HOBÆK, G.H.JOHNSEN, G.G.RADDUM, Ø.VASSHAUG & P.VIKSE 1995. Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland 1994-2005. Fylkesmannens miljøvernavdeling, ikke ferdigstilt ennå.

KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport Inr. 2947.

LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.

MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.

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

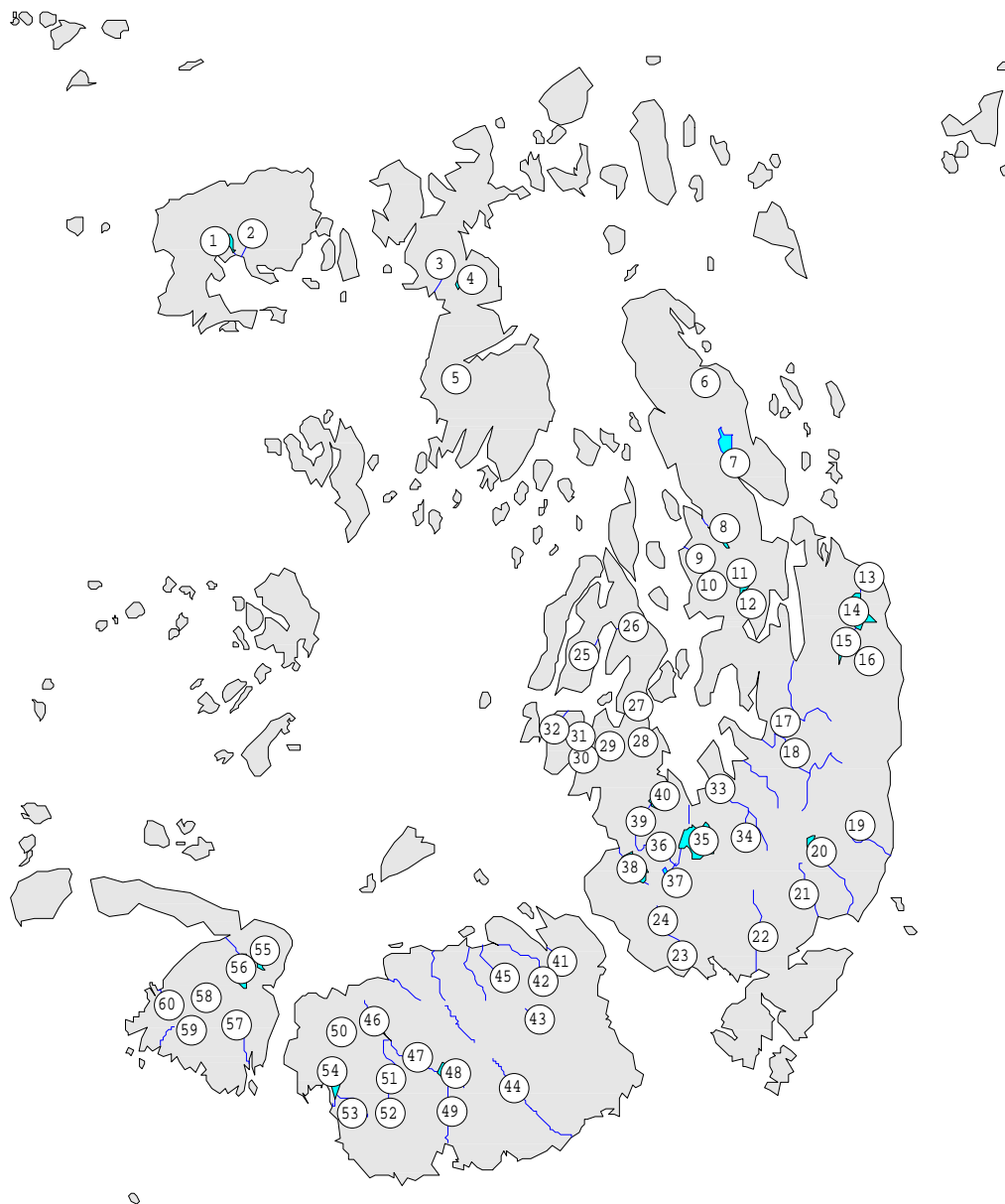
VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Austevoll kommune. Prøvetakingsstedets nummer er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. Tabellen fortsetter på neste side,

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	18.-19.2.95		10.09.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Eriksvatn	5	KM 816 724	5,26	18	6,24	14
2	Hillevatn	25	KM 819 726	4,90	18	5,97	11
3	Rotavatn, Skår	10	KM 857 721	5,43	15	5,70	17
4	Kvernavatn, Skår	3	KM 859 722	6,48	17	6,76	14
5	Gåsevatn, Troland	9	KM 856 699	5,02	18	5,44	14
6	Vasseidvatn	6	KM 906 700	6,14	11	6,70	15
7	Kvernavatn, Storebø	4	KM 912 682	6,53	16	6,50	16
8	Trettlivatn, Bjånes	6	KM 906 671	5,90	12	6,51	16
9	Fiskevatn, Bjånes	1	KM 903 666	5,35	13	6,27	13
10	Langevatn	23	KM 907 658	4,87	14	5,35	10
11	Bjellandsvatn	20	KM 913 657	6,53	23	6,63	19
12	Langenestjønn	25	KM 915 655	4,79	15	5,02	17
13	Sagvatn, Haukanes	8	KM 936 662	5,73	17	6,41	17
14	Kvernavatn, Haukanes	26	KM 935 658	5,67	13	6,30	13
15	Ljosavatn, Haukanes	35	KM 933 649	5,06	15	5,30	14
16	Åsatjønn, Haukanes	36	KM 935 643	4,94	10	5,24	13
17	Sætertjønn, Åno	26	KM 919 632	4,86	12	5,32	18
18	Åtjønn, Åno	30	KM 920 629	4,81	11	5,78	12
19	Otteråttjønn	30	KM 937 609	5,06	15	5,80	11
20	Storevatn, Sauefjell	157	KM 927 608	5,17	12	5,95	11
21	Husavikvatn	148	KM 924 605	4,70	13	5,01	10
22	Vinnesvatn	50	KM 916 590	5,19	12	5,82	17
23	Uglensvatn, Vik	5	KM 902 588	6,06	12	6,29	19
24	Olstjønn, Vik	45	KM 898 591	5,34	11	5,81	16
25	Laudalsvatn, Busepollen	30	KM 883 646	5,20	17	5,71	15
26	Oksebåsvatn, Busepollen	2	KM 889 651	5,74	14	6,08	17
27	Svartevatn, Heimark	2	KM 894 635	6,27	16	6,76	16
28	Kråketjønn, Heimark	35	KM 892 626	5,63	13	6,27	14
29	Skjenabergvatn, Busepollen	15	KM 888 631	5,57	14	6,21	17
30	Grøndalsvatn, Kolbeinsvik	2	KM 882 628	6,50	16	7,03	19



VEDLEGGSTABELL 1. fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Austevoll 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)	18.-19.2.95		10.09.95	
				pH	LED	pH	LED
31	Bukketjønn, Kolbeinsvik	15	KM 879 631	5,20	13	7,05	14
32	Ringvatn, Kolbeinsvik	25	KM 878 633	5,92	14	5,69	18
33	Lødalsbekken	3	KM 907 619	5,22	22	6,44	22
34	Kråketjønn, Vardefjellet	125	KM 913 610	4,69	17	4,94	14
35	Kvernavatn, Vassnes	24	KM 903 614	5,36	16	5,95	25
36	Hestetjønn, Vassnes	38	KM 898 607	5,95	15	6,05	19
37	Risvatn	34	KM 900 604	5,51	14	6,26	13
38	Matvikvatn	27	KM 890 607	5,38	12	5,72	15
39	Sørevatn, Vassnes	11	KM 895 616	6,01	13	6,48	17
40	Vassnesvatn	4	KM 898 619	6,32	15	6,69	22
41	Fagerbakkevatn	4	KM 877 588	6,47	17	6,60	15
42	Lindarvatn	80	KM 874 582	5,78	13	6,12	9
43	Langtjønn, Midtfjellet	76	KM 874 573	5,13	14	6,60	12
44	Grasdalsbekken	40	KM 871 559	5,96	14	6,78	13
45	Veivågvatn	37	KM 868 584	5,99	12	6,51	12
46	Stenevikvatn	29	KM 843 574	5,95	14	6,57	14
47	Bjørnsvatn	50	KM 851 567	5,75	14	6,41	12
48	Furubotnvatn	52	KM 855 566	5,78	17	6,23	12
49	Kvernavatn (Heimstevatn)	42	KM 857 558	5,70	16	6,57	11
50	Nedre Lauåsvatn, Salthella	35	KM 836 571	5,51	15	6,01	12
51	Hottviksvatnet	45	KM 846 566	6,11	14	6,50	13
52	Raudavatn	70	KM 845 563	6,56	17	6,66	12
53	Arevatn	40	KM 842 554	5,35	17	6,19	14
54	Alfarvatn	11	KM 836 566	5,22	18	6,06	16
55	Valhammarvatn, Mølne	13	KM 822 585	6,18	21	6,38	15
56	Stangelandsvatn	16	KM 816 588	6,29	22	6,68	15
57	Hesthaugvatn	25	KM 813 573	5,87	23	6,46	20
58	Langevatn	20	KM 808 576	5,96	19	6,83	18
59	Arevatn	20	KM 808 575	6,24	18	6,79	15
60	Elsvågvatn	28	KM 803 578	6,23	23	6,64	17



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





VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Austevoll kommune. **Status:** 1=overbefolka, 2=god, 3=tynn bestand, 4=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, KB=Kanadisk bekkerøye. Grunnlag: Data: 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
11	Bjellandsvatnet	KM 916 657	2	2			B	15	Å	1	1
9	Fiskevatnet	KM 903 666	4	4			D	0	Å	1	1,2
48	Furubottsvatnet	KM 855 566	2	2			B	U	Å	1	1
14	Kvernavatnet	KM 935 658	2	2			U	100	RB,Å,S	1	1,2
7	Kvernavatnet	KM 912 682	3	2			D	U	RB,Å,S	1	1,2
35	Kvernavatnet	KM 903 614	2	2			B	30	Å	1	1, 2
15	Ljosavatnet	KM 933 649	3	3			B	20	RB,Å	1	1,2
38	Matvikvatnet	KM 890 607	2	2			U	U	Å	1	1,2
37	Risvatnet	KM 900 604	2	2			B	U	Å	1	1,2
13	Sagvatnet	KM 936 662	2	2			B	25	RB,Å	1	1
46	Stenevikvatnet	KM 843 574	1	2			G	U	Å	1	1
56	Stongalandsvatnet	KM 816 588	3	2			B	U	Å	1	1,2
40	Vassnesvatnet	KM 898 619	2	2			B	20	Å, S	1	1,2
45	Veivågvatnet	KM 868 584	2	2			B	U	Å	1	1,2
22	Vinnesvatn	KM 917 592	2	3			G	20	Å	1	1,2
54	Ålforevatn	KM 835 566	2	2			B	30		1	1,2