

# Kalkingsplan for Ølen kommune 1995



Annie Elisabeth Bjørklund,  
Steinar Kålås  
&  
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS  
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 165, mars 1996.



# Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

## RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Ølen kommune, 1995.

## FORFATTERE:

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

## OPPDRAGSGIVER:

Ølen kommune. ved miljøvernkonsulent Frøydis Ones, Ølen kommune.

## OPPDRAGET GITT:

20.oktober 1994

## ARBEIDET UTFØRT:

1994 - 1995

## RAPPORT DATO:

16.mars 1996

## RAPPORT NR:

165

## ANTALL SIDER:

36

## ISBN NR:

ISBN 82-7658-074-2

## RAPPORT SAMMENDRAG:

Ølen kommune har store områder som er moderat til sterkt sure. Særlig i de høyereliggende og vestlige deler av kommunen finnes sure innsjøer der også fiskebestandene er truet. Fire slike innsjøer er foreslått kalket, - Holmavatnet (Vikavassdraget), Langavatnet og Børkjelivatnet (Vikedalsvassdraget) og Dyrskårsvatnet (Dalselvassdraget). Av de pågående kalkingsprosjektene er videre kalking av Auklandvatnet prioritert høyt, mens de øvrige prosjektene helt i sørvest bør evalueres nærmere før de kan prioriteres.

## EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Ølen 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 Ølen 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 Ølen kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvern-avdeling i 1995. Planen for Ølen inngår som en av 29 kommunale kalkingsplaner som er under utarbeidelse i Hordaland i 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 Ølen kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Ølen. 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 Frøydis Ones i Ølen, Fylkesmannens miljøvern-avdeling og Rådgivende Biologer as. Ølen kommune besørget organisering og lokal innsamling av vannprøver 1994 og 1995, samt samlet inn opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens Fylkesmannens miljøvern-avdeling har bidratt med generelle kommentarer til innhold og opplegg i planen.

pH-prøvene er analysert av Rådgivende Biologer as., de rutinemessige drikkevannsprøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet for Etne, Ølen og Vindafjord, mens de utvidete vannkjemiske analysene er utført ved Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

Rådgivende Biologer as. takker alle parter for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig miljøvernkonsulent Frøydis Ones som har organisert arbeidet lokalt.

Rådgivende Biologer as. takker Ølen kommune ved miljøvernkonsulent Frøydis Ones, for oppdraget.

Høringsutkastet er datert Bergen, 14.juli 1995.  
Den endelige rapporten er datert 16.mars 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 Ølen i 1995 .....	16
Variasjon i surhet gjennom året .....	17
Oversikt over forsurede områder .....	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene .....	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene .....	20
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE .....	22
Status for innlandsfiskebestander .....	22
Status for anadrome bestander .....	23
Vurdering av forsurede bestander .....	25
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi .....	25
KALKINGSPLANLEGGING FOR ØLEN .....	26
Pågående kalkingsprosjekt i Ølen kommune .....	26
Behov for kalking i Ølen kommune .....	26
Forslag til prioritering .....	27
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt .....	29
Hvor bør en overvåke .....	30
LITTERATURREFERANSER .....	31
VEDLEGGSTABELLER .....	32
Surhetsdata for Ølen 1994/1995 .....	32
Kart over prøvetakingspunktene .....	34
Status for fiskebestandene .....	35



## LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet .....	10
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Ølen kommune i 1994-1995 .....	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Ølen i 1994-1995 .....	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 1993 i tre innsjøer og en elv i Ølen .....	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Ølen i 1994-1995 .....	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Gjerdesviktjern .....	23
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Vågstjørn .....	23
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i Dalselva .....	23
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i Bruarevatnet .....	24
FIGUR 3.5: Fangst av fisk ved elektrofiske i Plassetelva .....	24
FIGUR 3.6: Fangst av fisk ved elektrofiske i Holtengårdselva .....	24
FIGUR 3.7: Fangst av fisk ved elektrofiske i Svensbølva .....	25
FIGUR 4.1: Kart over aktuelle kalkingslokaliteter i den sør-vestre delen av Ølen .....	26
FIGUR 4.2: Kart over aktuelle kalkingslokaliteter i den nord-vestre delen av Ølen .....	26

## 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 .....	19
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen .....	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i to vannprøver fra mai 1995 .....	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i to vannprøver fra mai 1995 .....	21
TABELL 4.1: Pågående kalkingsprosjekter .....	26
TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter .....	28
TABELL 4.3: Hydrologiske og morfologiske forhold .....	29



## SAMMENDRAG

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

### NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i Ølen er hovedsakelig dominert av to ulike typer bergarter. I de østre deler, grovt sett øst for Ølsvågen, domineres berggrunnen av sedimentære bergarter, hovedsakelig glimmerskifer og fyllitt. I de vestre deler domineres berggrunnen av grunnfjellsbergarter som gneisser og granitter, men med innslag av mere basiske bergarter gjør at det kan være store lokale forskjeller i vannkvalitet. Løsmasseavsetninger av betydning finnes i Ølsvågen, rundt Bjoavatnet og rundt Vikebygd i vest.

### SURHET

Det er små områder i de høyereliggende deler av kommune som er så sterkt påvirket av sur nedbør at vannkvaliteten er stabilt sur gjennom hele året. Store deler av kommunen er imidlertid moderat forsuret. 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. Et sammenhengende belte langs kysten er lite påvirket av sur nedbør, med stabile og gode pH-forhold. Spesielt i to områder,- ett i vest og rundt Ølensvåg er lite sure.

### FISK

Det ble ikke påvist rekrutteringssvikt som kan skyldes forsurening i de elver som ble undersøkt ved elektrofiske i Ølen. Spørreundersøkelsen viser likevel at det har vært tilbakegang i en del aurestammer i fjellområdene i vestre deler av kommunen. I noen av disse lokalitetene er det målt surhetsverdier som kan være skadelig for fisk i forbindelse med denne kalkingsplanen. Det er trolig at fiskestammene i Holmavatnet (17), Børkjelivatnet (18), Dyraskårvatnet (22) og trolig også andre innsjøer i dette området er hemmet av surheten i vannet. Det er også trolig at fiskebestanden i Skinnåstjønna (16) er utdødd grunnet forsurening.

Det finnes ingen vassdrag i Ølen kommune som har store forekomster av anadrom laksefisk. Det finnes dog noen mindre vassdrag der det finnes sjøaure. De viktigste lokaliteter med slike sjøaureforekomster er: Dalselva, Svendsbøelva, Ølensvågelva, Eidselva og Oselva. Fangster er ikke registrert i noen elver i Ølen så det er ikke mulig å si noe sikkert om eventuelle endringer i de anadrome bestander i vassdrag i Ølen.

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. Det finnes stor salamander i kommunen og utbredelsen av denne blir kartlagt i 1995 av Dag Dolmen ved Universitetet i Trondheim.



## **KALKING**

Det har pågått en del kalking i Ølen kommune de siste årene. Tre innsjøer helt i sør-vest er kalket, og Auklandsvatnet i øst. Det er noe usikkerhet knyttet til fiskestatus i alle disse innsjøene før kalkingen tok til, slik at det er uklart hvordan enkelte av disse skal prioriteres videre.

Det er plukket ut et område i fjellene sør-øst for Vikebygd der det er fire små innsjøer som er prioritert høyt for videre kalking. Det gjelder Langavatnet, Holmavatnet og Børkjelivatnet. I tillegg er Dyraskårvatnet nord-øst for Vikebygd også tatt med i denne sammenheng. Alle disse fire innsjøene er foreslått kalket.

I høyfjellsområdene i Ølen er det jevnt surt, men det foreligger ikke nok kunnskap til å kunne slå fast behovet for kalking i samtlige av disse områdenes innsjøer. Det er derfor behov for å følge med i rekrutteringsforholdene til disse fiskebestandene i årene som kommer, slik at tiltak eventuelt kan settes i verk før det er for seint.



## 1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

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

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

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

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

### NATURGRUNLAGET I ØLEN

Berggrunnen i Ølen er hovedsakelig dominert av to ulike typer bergarter. I de østre deler, grovt sett øst for Ølsvågen, domineres berggrunnen av sedimentære bergarter, hovedsakelig glimmerskifer og fyllitt. I de vestre deler domineres berggrunnen av grunnfjellsbergarter som gneisser og granitter, men med innslag av mere basiske bergarter gjør at det kan være store lokale forskjeller i vannkvalitet. Løsmasseavsetninger av betydning finnes i Ølsvågen, rundt Bjoavatnet og rundt Vikebygd i vest.





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.

Berggrunnen i Ølen er hovedsakelig dominert av to ulike typer bergarter som gjør at vannkvaliteten i kommunen får ulik motstandsevne mot sure tilførsler. I de østre deler er forholdene best og berggrunnen domineres av bergarter som forvitrer lettere og har et høyt innhold av basekationer. Dette gir et høyt bidrag av basekationer til vassdragene. I de vestre deler domineres berggrunnen av grunnfjellsbergarter som forvitrer adskillig saktere og derfor gir mindre tilførsler av basekationer til denne delen av kommunen. I den vestre delen av Ølen kommune er derfor naturgrunnlaget med hensyn på tålegrense mot forsuring meget dårlig, men lokale innslag av mere basiske bergarter gjør at det kan være store lokale forskjeller i vannkvalitet. I områdene med løsmasseavsetninger av betydning, ved Ølsvågen, rundt Bjoavatnet og rundt Vikebygd i vest, vil også vannkvaliteten være bedre med hensyn på forsuring. I de lavereliggende deler av kommunen kan en heller ikke se bort fra at marine avsetninger kan gi bedre forhold men hensyn på forsuring enn berggrunnen skulle tilsi.

## **VARIERENDE BUFFERSYSTEM**

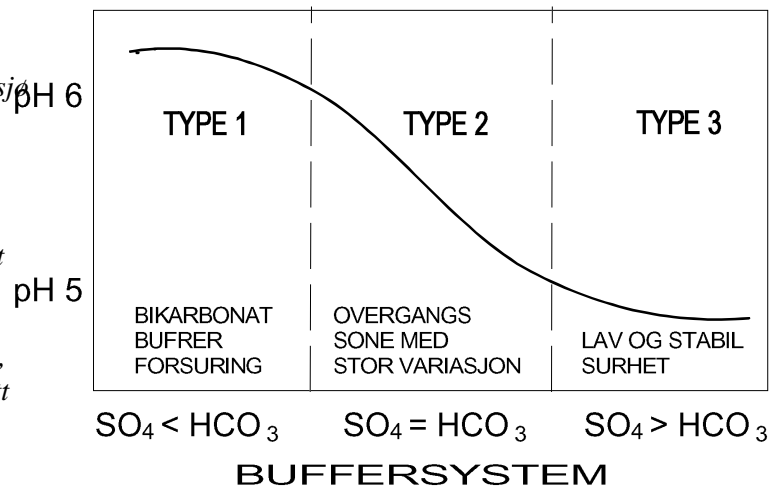
Ulikt naturgrunnlag i Ølen, fører altså til at det er stor variasjon i vassdragenes surhetsnivå fordi bufferevnen i jordsmonnet er forskjellig. På grunn av ulikt naturgrunnlag vil imidlertid selve vannet i vassdragene også få ulik bufferkapasitet. Denne bufferevnen er avhengig av vannets innhold av (hovedsakelig) bikarbonat, som for det meste tilføres fra nedslagsfeltet. Innholdet av bikarbonat har betydning for vannets evne til å motstå en ytterligere forsuring ved tilførsler av sur nedbør, og har derfor betydning for stabiliteten av surhetsnivået i vassdrag. Ulikt innhold av bikarbonat i vannet fører til at noen vassdrag kan ha en variasjon i surhetsnivået på opp til to pH-enheter fra det laveste til det høyeste, mens andre vassdrag kan være jevnt sure og andre igjen jevnt bra det meste av året.

I områder der tilførslene av sure stoffer er relativt moderate og innholdet av bikarbonat høyt, vil pH vanligvis være høy og stabil til tross for periodevise sure tilførsler (TYPE 1 i figur 1.1).

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



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



I områder der 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

Ølen kommune ligger i den lavtliggende og ytre delen av Hordaland, der nedbørmengdene er mindre enn i de indre- og høyereliggende deler. Med en årlig middelavrenning rundt 40-50 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> (NVE 1987), vil derfor våtavsetningen av forsurende stoffer i Ølen være lavere enn i de fleste andre kommuner, - forutsatt at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er tilnærmet lik i hele fylket. Innen Ølen kommune er imidlertid nedbørmengdene stort sett like store, slik at belastningene av forsurende stoffer antas å være tilnærmet lik i hele kommunen.

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

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

Mengden av slike sure tilførsler vil imidlertid variere både fra år til år og i løpet av året, avhengig av mengden nedbør og hvor den kommer fra. Siden slutten av 1970-årene har svovelkonsentrasjonen i nedbør avtatt med omtrent 30%, men nitrogenkonsentrasjonen har endret seg lite og nedbørmengdene har økt (SFT 1994). Dette har ført til at de samlede sure tilførsler ikke er særlig redusert på Vestlandet de



siste årene. Utviklingen i surhet i vassdragene vil likevel være ulik i de enkelte vassdrag avhengig av hvor utarmet nedslagsfeltene er. Langs kysten, som i Ølen, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

## SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Ølen kommune mottar ofte sjøsalter med nedbøren, - særlig i perioder med kraftig vind. Store mengder sjøsaltpåvirket nedbør kan føre til at vannet i vassdragene blir enda surere enn tilførselene 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 Ølen der vannkvaliteten allerede er påvirket av sur nedbør, vil en imidlertid kunne få surstøtepisoder med et høyt innhold av labilt aluminium i slike spesielle situasjoner.

## ALUMINIUM OG GIFTIGHET FOR FISK

Innholdet av totalaluminium i overflatevannet i Hordaland er stedvis meget høyt, og særlig i kystområder som i Ølen (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 µg pr. liter med labilt aluminium kan under gitte forhold være giftig for fisk (Rosseland mfl. 1992). For laksesmolt diskuteres for tiden om enda lavere konsentrasjoner kan medføre problemer ved utvandring. I humusrike vannforekomster, spesielt langs kysten, kan imidlertid innholdet av aluminium være ekstremt høyt (Johnsen & Kambestad 1994), uten å være et problem for fisken. I slike tilfeller er aluminiumet bundet til humuspartikler, og denne formen for organisk bundet aluminium er ikke giftig for fisk.

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



## ALUMINIUM I BLANDSONER

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

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

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

## TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

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

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

Selve beregningen av ANC inkluderer også en del omregninger, slik at en ikke uten videre kan foreta en summering av målte konsentrasjoner slik som vist over. Mange av stoffene angitt over stammer også fra sjøsalttilførsler til vassdragene (se side 10 foran), men disse tilførslene er kompensert for i beregningen av ANC, slik at det kun er tilførslene fra nedslagsfeltet og fra sur nedbør som inngår i beregningen.

Det er påvist betydelige forskjeller i tålegrenser for ulike fiskearter, der abbor er den fiskearten som tåler de laveste ANC-verdiene, mens laks synes å være mest følsom. Laks og ørret er derfor foreslått som indikatorarter for fisk på surt vann i Norge (Lien mfl. 1991). En ANC-verdi på 20  $\mu\text{ekv/l}$  er foreslått som akseptabel tålegrense for fisk og evertebrater i Norge. Verdier under dette kan føre til skade på bestandene.

TABELL 1.1: ANC-konsentrasjon ( $\mu\text{ekv/l}$ ) 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

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).

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

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

## KALKING OG KALKINGSKRITERIER

Sur nedbør er hovedårsaken til den 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 FORSURINGSTRUERTE ORGANISMER
- Å LEGGE TIL RETTE FOR FRITIDSFISKE I FORSURINGSRAMMETE OMRÅDER.

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



## PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

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

Direktoratet for Naturforvaltning har utarbeidet et sett med overordnede kriterier for prioritering av kalkingslokaliteter. Prioriteringskriteriene tar delvis hensyn til at vi i visse deler av Norge må leve med et tilnærmet evig forsuringssproblem. Enkelte områder vil fremdeles være forsuret etter de utslippsreduksjoner som ble avtalt våren 1994. Ved plassering av lokaliteter i prioritet 3 og nedover tar man hensyn til en slik framtidig forsuringssituasjon ved å nedprioritere områder som vil være forsuret i overskuelig framtid. Inntil videre har man valgt ikke å gjøre dette innenfor de to øverste prioriteringene. Vi må i årene framover vente en politisk diskusjon om skjebnen til de "evig" 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		TILSTEDE	FORSURINGS- TRUEDE ORGANISMER
		STORE	MINDRE		
TILSTAND ETTER UTSLIPPS- REDUKSJON	LIKEGYLDIG	PRI = 1	PRI = 2	ALLEREDE UTDØDD	
	BEDRET	PRI = 3	PRI = 5		
	FORSURET	PRI = 4	PRI = 6		

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

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

## KOST / NYTTE - VURDERING

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

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



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

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

### **FORBEDRING I FRAMTIDEN ?**

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

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

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

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

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

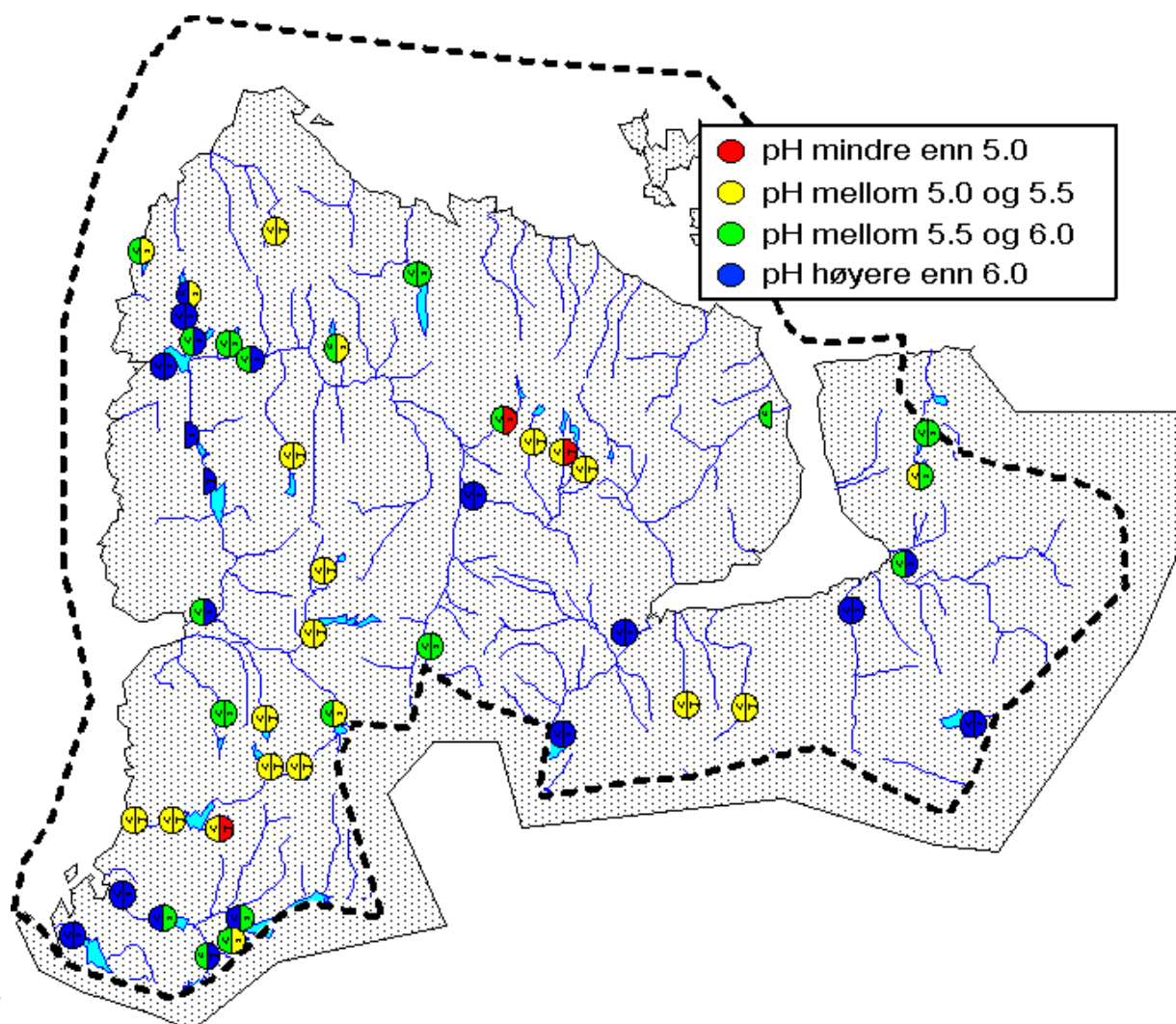
Kalking er et egnet virkemiddel der forsurening er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging,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

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



## 2. Surhetstilstand i Ølen kommune

I størstedelen av Ølen kommune var vassdragene moderat sure ved prøvetakingene høsten 1994 og våren 1995 (figur 2.1). De laveste pH-verdiene ble målt i de høyereliggende delene i kommunen, der det ble registrert pH-verdier ned i 4,9 ved prøvetakingen høsten 1994, i Gråhorgavatnet, Krokavatnet og i Skinåstjødna (vedleggstabell 1). De beste pH-verdiene ble målt ved Ølsvågen, rundt Bjoavatnet og rundt og nord for Vikebygd i vest.



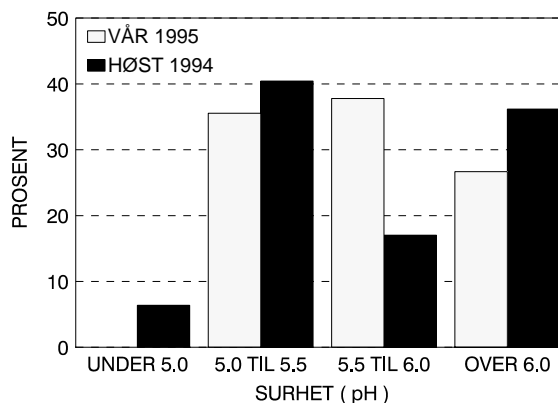
FI  
G

UR 2.1: Surhetsmålinger i Ølen kommune i 1994 og 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 45 prøver våren 1995 og 47 prøver høsten 1994. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernkonsulent Frøydis Ones.





Nesten 40 % av de undersøkte lokalitetene, var moderat sure og hadde pH mellom 5,0 og 5,5 ved disse prøvetakingene (figur 2.2). Bare 6 % hadde pH under 5,0, og så lav pH ble kun registrert på høsten.



FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 47 og 45 innsjøene i Ølen som ble undersøkt henholdsvis høsten 1994 og våren 1995 (se kartet i figur 2.1).

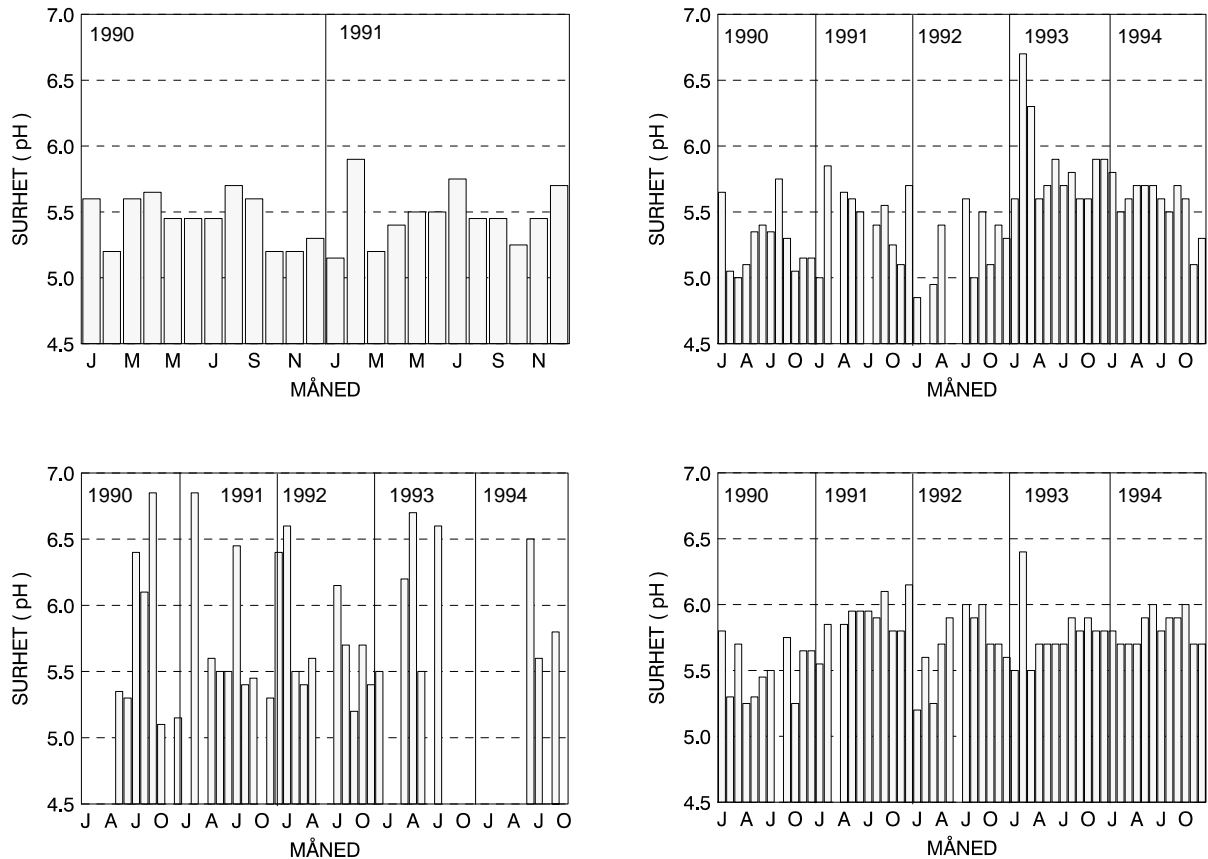
## VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

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

Vågstjørna er vannkilde for Ølensvåg vassverk. Denne innsjøen ligger sørøst i kommunen opp mot grensa til Rogaland. Der er bikarbonatbuffersystemene i innsjøene stort sett "brukt opp", og innsjøen er relativt stabilt sur med pH-verdier som vanligvis ligger under 5,5.

I de andre drikkevannskildene er variasjonene i surhet større (figur 2.3). Både Bondalselva, Langavatnet, elva fra Vasslivatnet og Dyraskårvatnet har vanligvis pH mellom 5,0 og 5,5, med målte minimumsverdier rundt eller under 5,0. Der vil surheten i større grad variere fordi det er noe bufferkapasitet igjen i området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. I perioder kan derfor surhetsnivået der bli så lavt at forholdene kan bli meget dårlige for fisk. Målingene viser også at variasjonene i surhet er adskillig større i drikkevann med elveinntak enn i drikkevann fra innsjøer. Dette er naturlig fordi vannet i innsjøer har lenger oppholdstid noe som har en dempende effekt på variasjoner i vannkvalitet.

Bjoarvatnet, som er vannkilde for Bjoa vassverk, er den vannkilden som er minst sur av drikkevannskildene i kommunen. Der er det ikke målt pH som er lavere enn 5,2, samt at pH vanligvis ligger mellom 5,5 og 6,0.



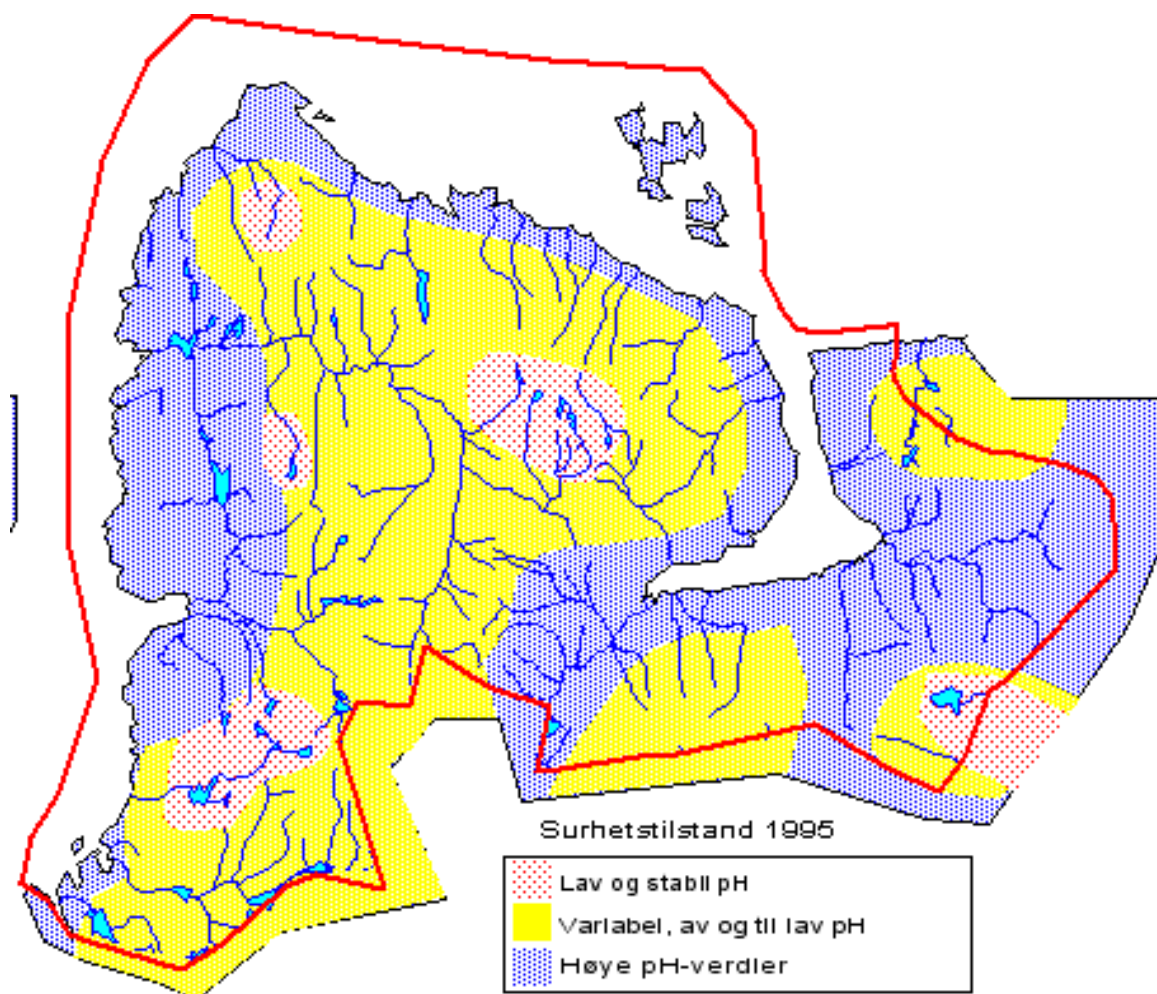
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i tre innsjøer og en elv i Ølen. Vågstjørna (over til venstre) Langavatnet (over til høyre) Vik vassverk, elv(nede til venstre), Bjoavatnet (nede til høyre). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Etne, Ølen og Vindafjord på råvann fra drikkevannskildene.

## OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Det er små områder i de høyereliggende deler av kommunen som er så sterkt sur at vannkvaliteten er stabilt sur gjennom hele året (figur 2.4).

Store deler av kommunen er imidlertid moderat sur. 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.

Et belte langs kysten av Ølen er lite surt, med stabile og gode pH-forhold. Spesielt i to områder, - ett i vest og ett rundt Ølensvåg er lite sure, og dette har sammenheng med store løsmasseavsetninger i disse delene av kommunen.



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Ølen 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.

Med bakgrunn i kartet i figur 2.4, er omtrent 40% av Ølen kommune ikke sur, mens omtrent 5% av arealene er sterkt sure. Resten er moderat surt (tabell 2.1).

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
185 km <sup>2</sup>	70 km <sup>2</sup>	110 km <sup>2</sup>	5 km <sup>2</sup>



Tabell 2.1 og kartet i figur 2.4 viser hvor store områder i kommunen som er preget av forsurening. 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 Ølen 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/m <sup>3</sup> )	TONN CaCO <sub>3</sub>
Sterkt forsuret: 5km <sup>2</sup>	50	5,0	4,0	32
Moderat forsuret: 110 km <sup>2</sup>	45	5,2	3,2	500

## ALUMINIUMSINNHOOLD I SURE VASSDRAG

Innholdet av aluminium er undersøkt i to vassdrag som ligger i området som er moderat surt, altså i området med store variasjoner i surhet gjennom året. Innholdet av labilt aluminium var ikke ekstremt høyt ved prøvetakingen i mai 1995, men dette var i en periode med gode pH-verdier i vassdragene. Mengden reaktivt aluminium var imidlertid såpass høyt i begge vassdragene at det kan gi problemer for fisk i de periodene da en får vesentlig lavere pH-verdier (tabell 2.3). I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 40 µg Al/liter.

*TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i to vannprøver fra Ølen kommune. Prøvene er tatt 15. mai 1995 av miljøvernkonsulent Frøydis Ones i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.*

PRØVETAKINGSSTED	Surhet pH	Fargetall mg Pt/l	Reaktivt Al µg Al / l	Illabilt Al µg Al / l	Labilt Al µg Al / l
Dalselv før Bruarevtn. (33)	6,55	50	80	65	15
Vikeelva (38)	5,56	< 5	80	70	10

## SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I SURE VASSDRAG

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble også undersøkt i området som er moderat sure. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC god i de to undersøkte vassdragene, med verdier på henholdsvis 32 µekv/l og 91 µekv/l i Dalselva og Vikeelva (tabell 2.4). Dette tyder på 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.

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



*TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Ølen kommune. Prøvene er samlet inn 15. mai 1995 av miljøvernkonsulent Frøydis Ones i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.*

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg N/l	ANC µekv/l
Dalselv før Bruarevtn. (33)	0,02	0,78	0,31	0,28	3,12	4,7	1,8	55	32,7
Vikeelva (38)	0,07	2,58	0,52	0,80	4,1	7,0	2,55	387	91,2



### 3: Biologisk tilstand i Ølen i 1995

#### STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Ølen kommune har ca 137 innsjøer og 13 av disse er større enn 50 da. Fiskestatusen i 32 innsjøer i Ølen er kartlagt gjennom en spørreundersøkelse til grunneiere (vedleggstabell 2) utført av Norsk institutt for naturforskning (NINA) i 1989 og 1991 og av Rådgivende Biologer as. i forbindelse med denne planen (vedleggstabell 2). Fra innsjøene er det rapportert om aure, sjøaure, laks og røye og ål, men det finnes også stingsild i innsjøer i kommunen (Lura & Kålås 1994).

I følge spørreundersøkelsen er det en god bestand av aure i 21 innsjøer, en tynn bestand i 7 innsjøer, og i tre innsjøer finnes det ikke aure. Statusen til auren er ukjent i en innsjø. Det har vært en økning i bestanden av aure i Auklandsvatnet som er kalket. Ellers har bestanden vært uendret i 10 innsjøer, en har hatt en nedgang i bestanden i 8 innsjøer og en bestand er trolig tapt. Det er ukjent om det har vært endringer i 12 av innsjøene. Gytemulighetene er gode eller brukbare i de fleste innsjøene vi har opplysninger fra, men fra 10 av innsjøene finnes det ikke opplysninger om gytemuligheter. Tre innsjøer har ingen gytemuligheter og en innsjø har dårlige forhold for gyting (vedleggstabell 2).

Det er fiskekortsalg til 6 av innsjøene som er med i spørreundersøkelsen, men sportsfiske er tålt i de fleste innsjøene i kommunen.

Det er satt ut fisk i fire innsjøer de siste 20 år, men i de senere år er fisk satt ut bare i Langavatnet (41) og Malasetvatnet (7). Tidligere er det satt ut fisk i Auklandsvatnet (21) og Gråhorgvatnet (9).

#### STATUS ANADROME BESTANDER

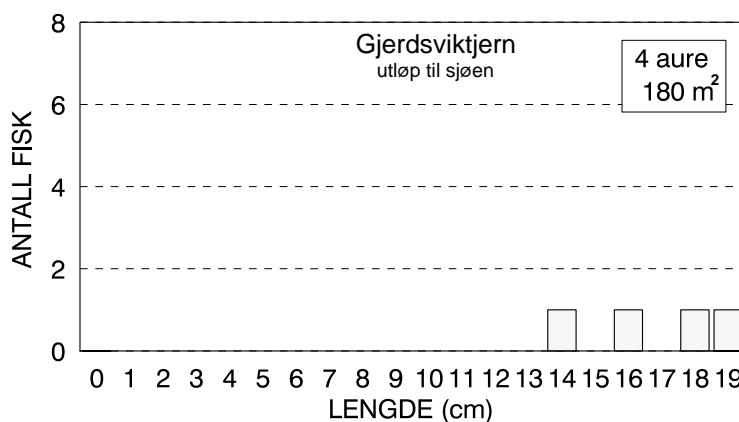
Det finnes ingen vassdrag i Ølen kommune som har store forekomster av anadrom laksefisk. Det finnes dog noen mindre vassdrag der det finnes sjøaure. De viktigste lokaliteter med slike sjøaureforekomster er: Dalselva, Svendsbøelva, Ølensvågrelva, Eidselva og Oselva. Det foreligger ikke fangststatistikk fra noen elver i Ølen så det er ikke mulig å si noe sikkert om eventuelle endringer i de anadrome bestander i vassdrag i Ølen. Oselva ble undersøkt høsten 1989 og alle forventede årsklasser var på dette tidspunkt tilstede i elven (Vasshaug & Grøndahl 1990).

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Ølen kommune ble gyteområder for fisk i kystnære områder i Ølen undersøkt ved elektrofiske 27. oktober 1994. Alle undersøkte områder har auren muligheter til å gå ut i sjøen, men det er likevel ikke sikkert at det finnes anadrome bestander på alle stedene. Lokalitetene var av varierende kvalitet, men de fleste steder var det bunnforhold som muliggjorde gyting.

I nedre deler av elven som renner ut fra Gjerdesviktjern kan fisk vandre opp fra sjøen. Dette er et lite område som har få mulige gyteplasser for laksefisk. Det ble her bare fanget fisk større enn 14,5 cm. Det ble altså ikke fanget fisk som var resultat av naturlig reproduksjon de to siste år (figur 3.1). Noen av fiskene som ble fanget hadde ytre kjennetegn som tydet på at de hadde smoltfisert og vært ute i sjøen for så å ha vandret tilbake til vassdraget. En fisk hadde også finnedefformasjoner som kan tyde på at den hadde vært angrepet av lakselus.

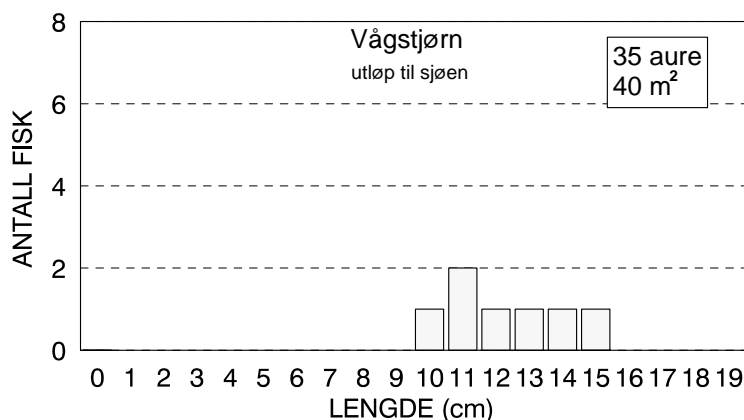


FIGUR 3.1: Fangst ved elektrofiske i utløpet av Gjerdesviktjern. UTM koordinat for stasjonen er LM 173 115. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. To aure større enn 20 cm ble fanget.



Området i elven fra Vågstjern lignet mye på lokaliteten i elven fra Gjerdesviktjern, men Vågstjørnelva er noe mindre. Det ble ikke fanget fisk mindre enn 10,5 cm (figur 3.2), men det ble observert fisk på 7-8 cm som trolig var årsyngel eller ettåringer av aure. Det ble også fanget en lakseunge på 10,9 cm.

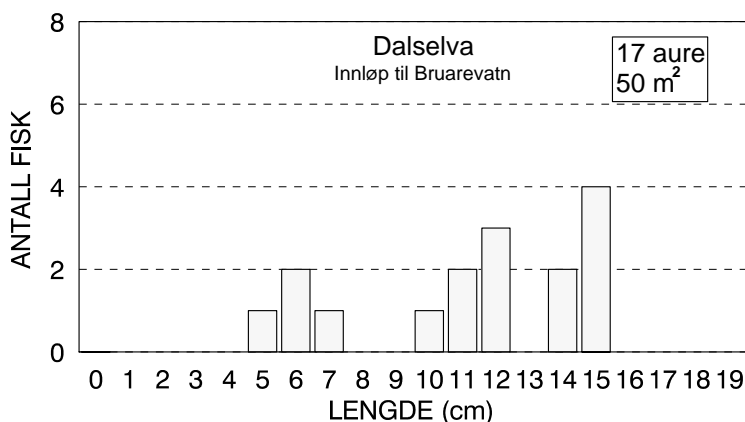
FIGUR 3.2: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Vågstjørn. En laks på 10,9 cm ble også fanget. UTM koordinat for stasjonen er LM 165 114. Ingen fisk større en 20 cm ble fanget.



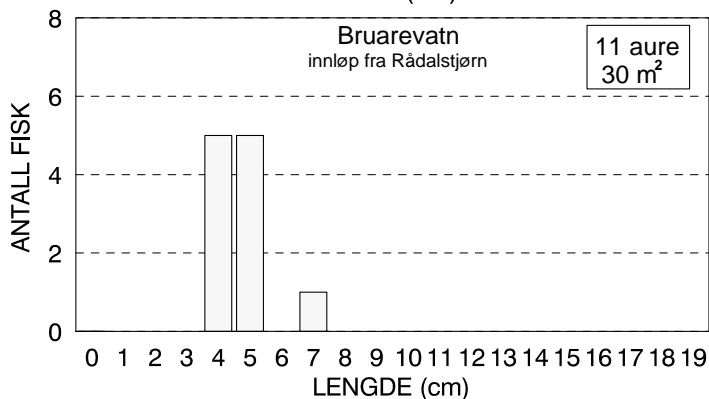
To innløp til Bruarevatn ble også overfisket. I innløpet fra Dalselva var substratet grovt, men hadde flekker med egnet gytesubstrat. Her ble det funnet aure av alle de årsklasser som en kunne forvente å finne (figur 3.4). Innløpet fra Rådalsjørn var smalt og gikk gjennom en myr. Bunnen var mudrete og det var lite egnet gytesubstrat. Det var likevel mye årsyngel av aure i denne bekken (figur 3.4). Utløpet av Bruarevatnet (LM 067 163) hadde svært grove bunnforhold med stor stein og ingen gyteområder ble funnet. På et område på 200 m<sup>2</sup> ble to blanke aure på henholdsvis 20,4 cm og 23,8 cm fanget. Begge hadde skadet ryggfinne trolig forårsaket av lakselus.



*FIGUR 3.3: Fangst ved elektrofiske i Dalselva ved innløpet til Bruarevatnet. UTM koordinat for stasjonen er LM 067 163. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. Fire aure større enn 20 cm ble fanget.*

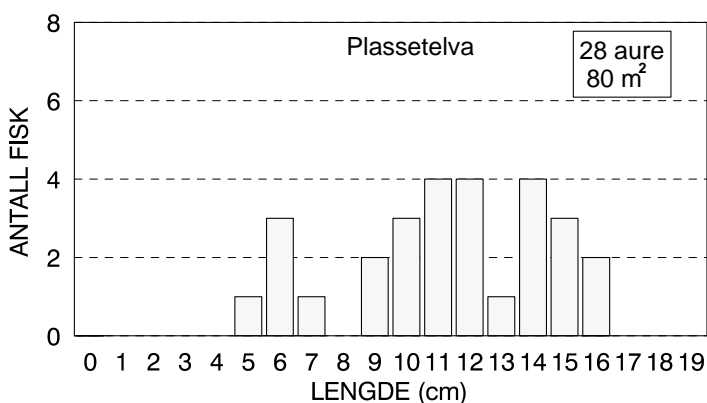


*FIGUR 3.4: Fangst ved elektrofiske i Bruarevatnet i innløpet fra Rådalstjørn. UTM koordinat for stasjonen er LM 075 165. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.*



I det nordligste utløpet av Vikeelva (Plassetelva) ble et område fra veibroen og 40 m oppover overfisket. Elven var meget fin og hadde varierte bunnsforhold og bunnvegetasjon som gjorde den egnet for gyting og oppvekst for laksefisk. Det ble funnet bra med aure, og også et par laks i elven. I følge grunneiere til denne elven har det tidligere vært mye sjøaure. Alle forventede størrelsesklasser av aure ble funnet.

*FIGUR 3.5: Fangst ved elektrofiske i Plassetelva (nordre utløp av Vikeelva). UTM koordinat for stasjonen er LM 074 113. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. To aure større enn 20 cm ble fanget. To laks på 12 og 13,2 cm ble også fanget.*

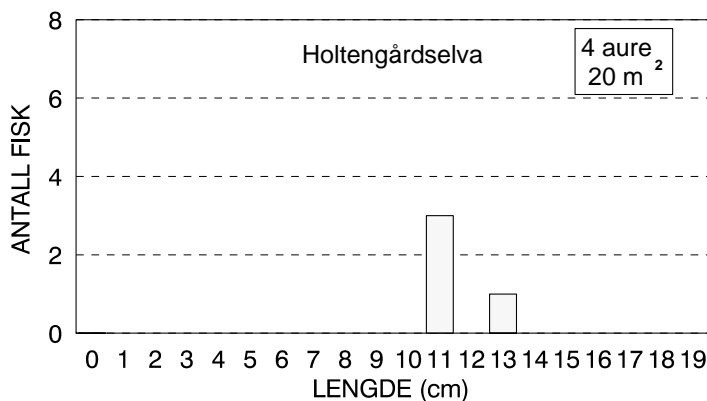


Holtengårdselva (Vikabekken) hadde et utløp til sjøen som var bratt og med stor stein som bunnsstrat. Kun noen få fisk ble fanget og den minste fisken var 11,2 cm (figur 3.6). Den delen av bekken som ble overfisket tilbyr ikke gytemuligheter for aure og de fiskene som ble fanget i elven har trolig kommet inn fra sjøen eller sluppet seg ned fra høyereliggende områder i vassdraget.



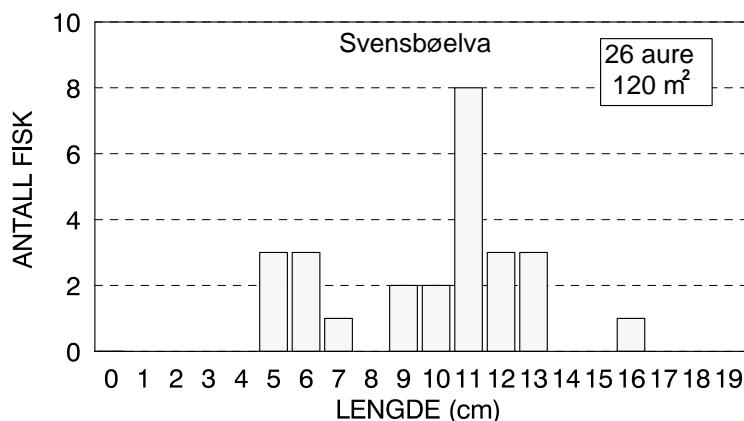


*FIGUR 3.6: Fangst ved elektrofiske i Holtengårdselva (Vikabekken). UTM koordinat for stasjonen er LM 081 074. Ingen aure større enn 20 cm ble fanget.*



Svensbøelva er en lokalitet med fine forhold for gyting og oppvekst for laksefisk. Her ble alle forventede størrelsesklasser av aure funnet (figur 3.7). Elven har vært registrert som lakseførende, men det ble ikke funnet laks ved vårt prøvefiske.

*FIGUR 3.7: Fangst ved elektrofiske i Svensbøelva. UTM koordinat for stasjonen er LM 058 062. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figuren. En aure større enn 20 cm ble fanget.*



## VURDERING AV FORSURINGSTRUETDE BESTANDER

Det ble ikke påvist rekrutteringssvikt som kan skyldes forsurening i de elver som ble undersøkt ved elektrofiske i Ølen. De undersøkte lokalitetene var elver med utløp til sjøen. Informasjon fra spørreundersøkelsen om tilstande til fiskebestander i Ølen hevder at det har vært tilbakegang i en del aurestammer i fjellområdene i vestre deler av kommunen. I samband med denne kalkingsplanen er det i noen av disse lokalitetene målt surhetsverdier som kan være skadelig for fisk. Det er trolig at fiskestammene i Holmavatnet (17), Børkjelivatnet (18), Dyraskårvatnet (22) og trolig også andre innsjøer i dette området er hemmet av forsurening. Det er også trolig at fiskebestanden i Skinnåstjønnna (16) er utdødd grunnet forsurening.

## 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. Det finnes stor salamander i kommunen og utbredelsen av denne blir kartlagt i 1995 av Dag Dolmen ved Universitetet i Trondheim.



## 4: Kalkingsplanlegging for Ølen kommune

### PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

Det har vært utført en del kalking i Ølen kommune de siste årene. Kalking er utført i Auklandsvatn, Bjoavatn, Langåsdalsvatn, Holmavatnet (2) og Malasetvatn (tabell 4.1)

*TABELL 4.1: Tidligere og pågående kalkingsaktivitet i Ølen kommune. Opplysningene er hentet fra Fylkesmannens miljøvernmyndighets register, samt hentet inn i forbindelse med denne undersøkelsen.*

LOKALITET	UTM	PERIODE	MENGDE	METODE
Auklandsvatnet (21)	LM 217 093	1988 og 1993	10-15 tonn	innsjø
Bjoavatnet (32)	LM 117 177	1990	?	innsjø
Langåsdalsvatnet (1)	LM 088 053	hvert 2. år -	12 tonn	innsjø
Malasetvatnet (7)	LM 053 053	1993 -	1 tonn	innsjø
Holmavatnet (2)	LM 075 042	?		

### BEHOV FOR KALKING I ØLEN KOMMUNE

I Ølen er det sure områder med innsjøer der fisken har problemer i deler av de vestre og nord-vestre områdene i kommunen. Det er trolig at fiskestammene i Gråhorgevatnet (9), Langavatnet (12), Holmavatnet (17), Børkjelivatnet (18), Dyraskårvatnet (22) og trolig også andre innsjøer i dette området er hemmet av surheten i vannet. Det er også trolig at fiskebestanden i Skinnåstjønnen (16) er utdødd grunnet forsuring.

#### VIKAVASSDRAGET

Vikavassdraget er generelt surt, men det er bare i Skinåstjønn at fisken er tapt, sannsynligvis grunnet forsuring. I Holmavatnet (17) er fiskebestanden truet, og det ble ikke funnet særlig mye fisk ved elektrofiske nede i Vikabekken. Forholdene for fisk skal være relativt bra i Grautvatnet, men de øvre deler av vassdraget er aktuelt for kalking.

*FIGUR 4.1: Oversiktskart over de kalkingsaktuelle innsjøene sør vest i Ølen, i Vikavassdraget og Vikebygdvassdraget.*



#### VIKEBYGDVASSDRAGET

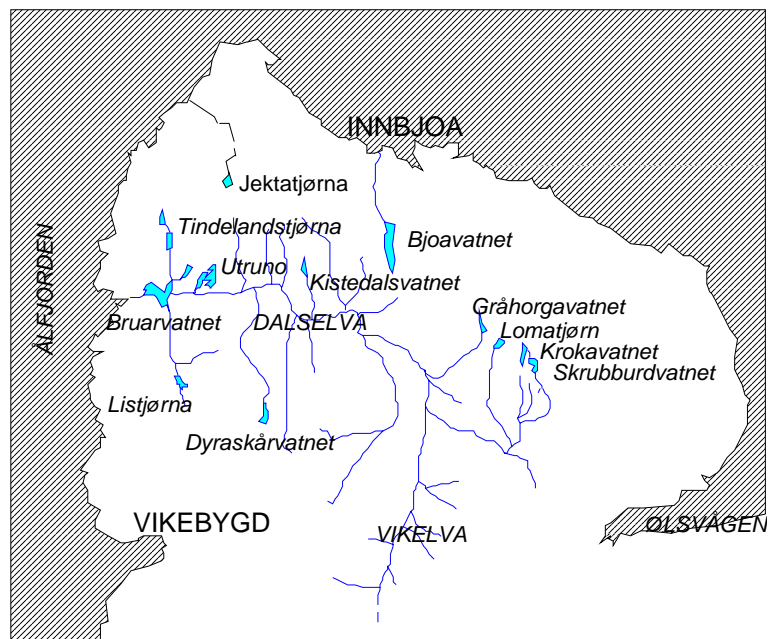
Vikebygdvassdraget er også surt i de øvre delene, og fisken har problemer i Langavatnet. Det er ikke usannsynlig at fisken også er truet i Trollavatnet og Morgonvatnet. Nede i Vikebygdelven er vannkvaliteten bedre. Børkjelivatnet er surt, og aurebestanden er blitt redusert de siste årene.



## DALSELVVASSDRAGET

Dalselvvassdraget har sure områder i de østre og høytliggende delene, med innsjøene Gråhorgavatnet (9), Lomatjørn (10), Krokavatnet (13) og Skrubburvatnet (14) som alle er sure. Fiskebestanden synes truet i Gråhorgavatnet (9), mens fiskestatus i de øvrige innsjøene er ukjent. Også Dyrskårvatnet (22) er stabilt surt med en tynn aurebestand som er redusert de siste årene.

*FIGUR 4.2: Oversiktskart over kalkingsaktuelle innsjøer i de nord-vestre delene av kommunen, der Dalselvvassdraget utgjør det meste av området.*



## ANDRE INNSJØER

Det finnes også andre innsjøer i Ølen der fiskebestandene kan synes truet, slik som Malasetvatn (7) og Listjødna (28), men i dag er vannkvaliteten i disse innsjøene god, slik at eventuell manglende rekruttering i disse innsjøene må skyldes andre forhold.

## 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 slike mulige konflikter markert. Dette betyr imidlertid ikke at kalking er utelukket disse stedene, men at Fylkesmannen må foreta en overordnet og nøyere vurdering før kalking eventuelt kan iverksettes.

## FORSLAG TIL PRIORITERING

De pågående kalkingsprosjektene er prioritert høyt dersom det kan dokumenteres at kalkingen har gitt effekt. Alle disse prosjektene er imidlertid relativt store. Området med sure innsjøer i fjellet øst for Vikebygd også er satt høyest på listen. De små innsjøene øverst i Dalselvvassdraget er prioritert lavt på grunn av dårligst tilgjengelighet og manglende beslutningsgrunnlag.

## NYE KALKINGSPROSJEKT

Det er foreslått å kalke innsjøer både i Vikavassdraget, Vikebygdvassdraget og Dalselvvassdraget vest i kommunen. Dette gjelder innsjøene Holmavatnet (17), Langavatnet (12), Børkjelivatnet (17) og Dyrskårvatnet (22).

## TIDLIGERE KALKINGSPROSJEKT

Auklandsvatn ligger i et surt område, og forholdene for fisken i innsjøen synes i dag å være gode. Kalking vil også gi effekt nedover i vassdraget siden innsjøen ligger høyt. Kalking anbefales fortsatt.



Bjoavatn (32) tjener som drikkevannskilde, og hadde periodevis lave pH-verdier før kalkingen startet i 1990. Surhetsnivået er svakt bedret de siste årene (figur 2.3 side 18), og fisken har det bra i innsjøen. Det er vanskelig å vurdere hvorvidt kalkingen her er nødvendig, fordi en ikke har beskrivelse av førsituasjonen. Dersom kalkingen skal fortsette, bør en både foreta en vurdering av fisken i innsjøen, samtidig som en nærmere prosjektering av kalkmengder gjennomføres. De mengdene som har vært benyttet er for små.

Langåsdalsvatn (1), Holmavatnet (2) og Malasetvatn (7) ligger helt sør-vest i kommunen i et område som er moderat surt. I begge de to førstnevnte innsjøene har fisken det bra. Det er imidlertid ikke mulig å slå fast om dagens forhold er en positiv effekt av kalkingen, eller om kalkingen her er nødvendig. Fiskebestandene bør undersøkes nærmere for å avgjøre dette. Det er fremdeles en tynn og sviktende fiskebestand i Malasetvatnet, til tross for god vannkvalitet i innsjøen. Årsaken til dette kan enten være at gyte- og oppvekstområdene fremdeles er sure, og derfor bør kalkes separat, eller at det er andre årsaker til sviktende rekruttering i denne innsjøen. Dette må avklares. Dersom det viser seg at kalkingen har hatt en positiv effekt i disse innsjøene, vil videre kalking her være høyt prioritert.

*TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter i Ølen 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.
Auklandsvatnet (21)	Ja	-	3	3	2	Nei	3	2
Bjoavatnet (32)	Ja	-	3	3	2	drikke 3)	3	4
Langåsdalsvatnet (1)	Ja	-	3	3	2	Nei	4	? 2
Malasetvatnet (7)	Ja	-	1	3	2	Ja 4)	4	? 6
Holmavatnet (2)	Ja	-	3	3	2	Ja 1)	2	? 2
Gråhorgavatnet (9)	Nei	1	?	4	2	Ja 1)	3	5
Lomatjønn (10)	Nei	1	?	4	2	Ja 1)	3	5
Krokavatnet (13)	Nei	1	?	4	2	Ja 1)	3	5
Skrubbudvatnet (14)	Nei	1	?	4	2	Ja 1)	3	5
Langavatnet (12)	Nei	1	2	4	5	Nei	2	1
Holmavatnet (17)	Nei	1	1	3	2	Nei	2	1
Børkjelivatnet (18)	Nei	1	1	3	2	Nei	2	1
Dyraskårvatnet (22)	Nei	1	1	3	2	Ja 2)	2	1

**Mulige konflikter:** 1) Område Ølen 9-0 (Haukåsmyra, våtmark) og område Ølen 8-0. 2) Område Ølen 8-0 (Bruarvatnet, edellauvskog med rik våtmarksflora). 3) 1000-sjøersundersøkelsen. 4) Område Ølen 14-0 (Svendsbø, lynchhei).

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

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 4,0 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. Det er for enkelthets skyld regnet at innsjøene gjenkalles en gang årlig*

INNSJØ	AREAL km <sup>2</sup>	SNITT- DYP	VOLUM mill. m <sup>3</sup>	FELT km <sup>2</sup>	TILRENN mill. m <sup>3</sup>	UTSK. x / år	KALKBEH tonn
Langåsdalsvatn (1)	0,44	9	4,00	5,5	7,81	1,9	48 / 36
Malasetvatnet (7)	0,62	9	5,62	3,0	4,26	0,8	40 / 22
Holmavatnet (2)	0,23	5	1,17	1,7	2,41	2,1	14 / 11
Langavatnet (12)	0,03	5	0,15	0,5	0,71	4,7	4 / 3
Holmavatnet (17)	0,03	7	0,21	0,3	0,42	2,0	3 / 2
Børkjelivatnet (18)	0,04	8	0,32	0,5	0,71	2,2	4 / 3
Dyraskårvatnet (22)	0,05	7	0,35	0,4	0,57	1,6	4 / 3
Auklandsvatnet (21)	0,20	7	1,40	1,3	2,05	1,8	14 / 10

### **Langavatnet (12), Holmavatnet (17), Børkjelivatnet (18) og Dyraskårvatnet (22)**

Disse fire små innsjøene ligger i fjellområdet øst for Vikebygd. Alle disse må eventuelt kalkes med helikopter, slik at en kan se disse prosjektene under ett. Videre er det nødvendig å undersøke rekrutteringsforholdene for fisken i disse innsjøene slik at en ikke kalker forgjeves. Innsjøene kan kalkes årlig, men virkningen vil da være dårligst i Langavatnet med sin relativt store vanngjennomstrøming.



## 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.

Det foreligger ikke kunnskap om forholdene i innsjøene øverst og øst i Dalselvvassdraget. Før en kan vurdere behov for kalking, bør tilstanden i fiskebestandene i dette området eventuelt undersøkes.

For de tre store kalkede innsjøene sør-vest i Ølen er det vanskelig å ta stilling til hvorvidt kalking egentlig er nødvendig, fordi det i liten grad finnes før-opplysninger om fiskestatus og surhetsnivå. Malasetvatnet har fremdeles en tynn og sviktende fiskebestand, slik at en her må vurdere hvorvidt kalkingen så langt har gitt effekt, eller om det er gytebetingelsene som er dårlige av andre årsaker.



## LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992.  
Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen  
Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- HENRIKSEN, A., L.LIEN, T.S.TRAAEN & S.TAUBØLL 1992.  
Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer.  
NIVA-rapport nr 2819, 29 sider.
- HENRIKSEN, A., K.TØRSETH, E.JORANGER, E.LYDERSEN, T.HESTHAGEN, A.FJELLHEIM & G.G.RADDUM 1993.  
Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992.  
Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993.  
Betydningen av sjøsaltanriket nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993.  
NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993.  
Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag.  
Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994  
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 lnr. 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.
- NVE 1987.  
Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960.  
NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992.  
Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging.  
John Grieg Forlag, 422 sider
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.OUGHTON, B.SALBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992.  
The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids.  
Environmental pollution: 78.
- WRIGHT, R.F. 1994  
Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør.  
NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



## 5: Vedleggstabeller over enkeltdata

VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Ølen kommune. Prøvetakingsstedets nummer er henviser til vedleggskart nr. 1 og det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. Tabellen fortsetter.

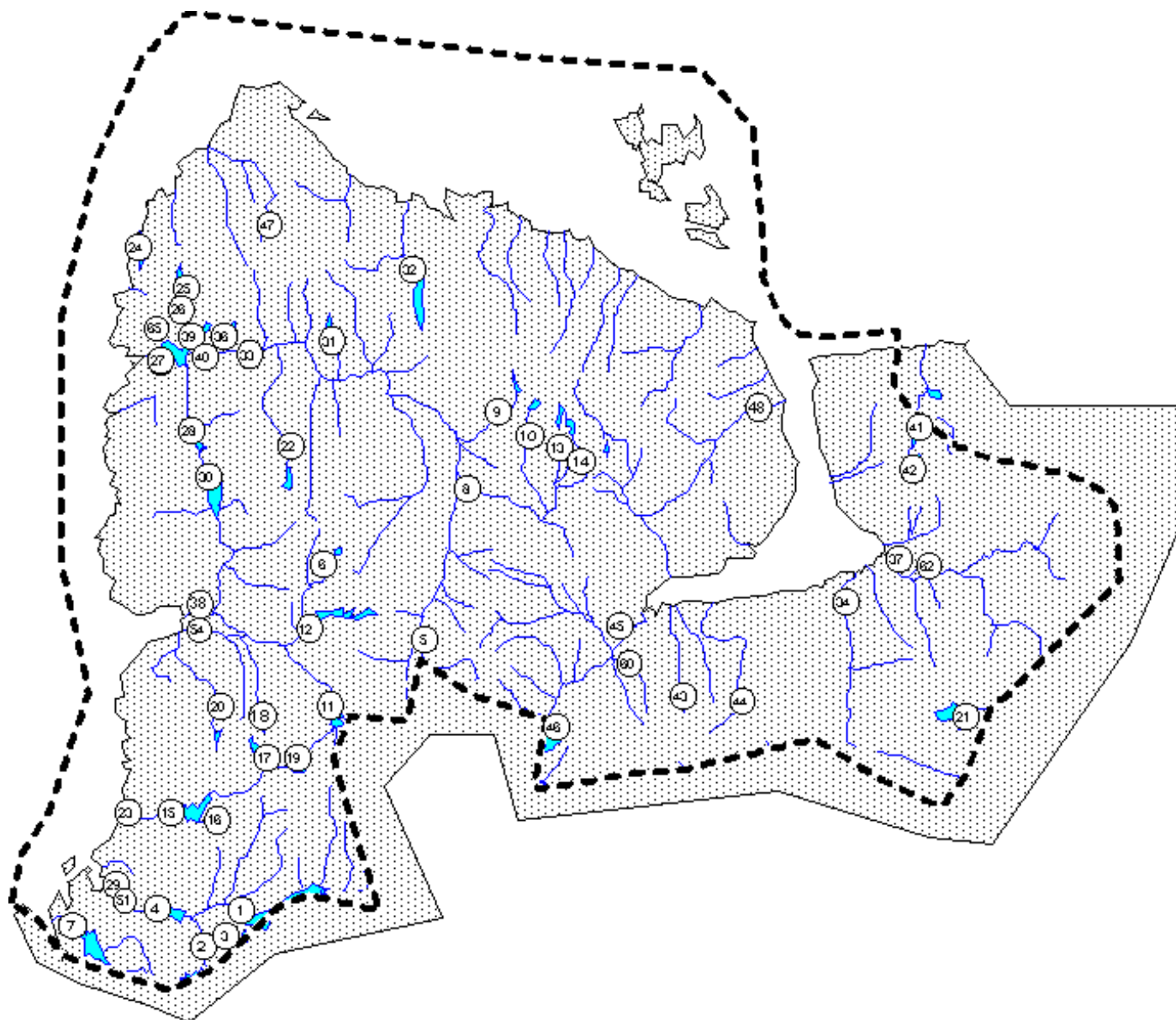
NR	PRØVETAKINGS- STED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	Høst-94			27-31 mars 95	
				Dato	pH	LED	pH	LED
1	Utløp av Langåsdalsv.	190	LM 083 054	25/10	5,84	34,2	6,01	31,2
2	Holmavatn	181	LM 077 044	25/10	6,19	49,5	5,82	39,6
3	Tretjørnebekken	120	LM 078 050	25/10	5,24	57,4	5,63	110,8
4	Utløp av Bjordalsvann	112	LM 068 057	25/10	5,95	42,4	6,00	82,7
5	Fisketjørna	330	LM 119 105	13/11	5,92	35,7	5,88	28
6	Trollavatnet	463	LM 101 124	13/11	5,25	34	5,41	27
7	Malasetvatnet	23	LM 053 053	24/10	6,15	61,2	6,40	80
8	Dalselva ved Rotvoll	180	LM 125 138	13/11	6,13	33	6,01	23,3
9	Gråhorgavatnet	650	LM 137 155	13/11	4,97	32,4	5,53	32
10	Lomatjørn	630	LM 139 152	13/11	5,06	30,7	5,30	53
11	Morgonsvatnet	461	LM 101 095	31/10	5,4	42,4	5,65	86
12	Langavatnet	291	LM 099 112	31/10	5,29	41,5	5,39	67
13	Krokavatnet	620	LM 145 151	13/11	4,97	29,8	5,40	31
14	Skrubbudvatnet	600	LM 147 147	13/11	5,04	30,4	5,40	34
15	Grautvatnet	363	LM 073 075	18/11	5,26	37,3	5,31	23,3
16	Skinåstjødna	380	LM 079 073	18/11	4,97	48,2	5,31	27,0
17	Holmavatnet	490	LM 087 087	23/10	5,26	39,8	5,19	29,2
18	Børkjelivatn	490	LM 086 093	23/10	5,04	36,2	5,09	24,6
19	Mørkadalsvatnet	483	LM 088 083	23/10	5,27	35,2	5,22	24,1
20	Stemmavatnet	460	LM 078 091	23/10	5,57	39,1	5,51	28,2
21	Auklandsvatnet	369	LM 218 094	23/10	7,14	51,7		
22	Dyraskårvatnet	400	LM 092 141	31/10	5,06	41,6	5,02	27,6
23	Holtangårdsbekken		LM 061 074	27/10	5,3	41,5	5,41	45
24	Rullesviktjødn	23	LM 064 179	13/11	5,21	78,6	5,63	109
25	Tindelandstjødn, nord	70	LM 072 177	13/11	6,25	74,7	6,44	86
26	Tindelandstjødn, sør	65	LM 073 172	13/11	6,26	75,9	6,53	81
27	Bruarevatnet	17	LM 068 163	13/11	6,04	60,7	6,07	53
28	Listjødna	25	LM 074 147	13/11	6,7	86		
29	Svendbøelva		LM 058 062	27/10	6,13	44,5	6,05	29,3
30	Vasslivatnet	29	LM 077 141	13/11	6,73	85,1		





VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Ølen kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Analysene er utført av Rådgivende Biologer as.

NR	PRØVETAKINGS- STED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	Høst-94			27-31 mars 95	
				Dato	pH	LED	pH	LED
31	Kistedalstjødn	175	LM 101 166	23/10	5,26	52,8	5,62	36,0
32	Bjoavatnet	93	LM 117 177	23/10	5,85	52,9	5,64	35,2
33	Dalselva v/Bastlia	60	LM 088 162	23/10	6,28	50,6	5,96	27,3
34	Eidselva	40	LM 199 115	23/10	6,81	73,8	6,30	51,7
36	Utruno	51	LM 082 167	23/10	5,56	57,3	5,86	63
37	Oselva	25	LM 210 120	23/10	6,79	66,4	5,98	40
38	Plasseteelva		LM 074 113	27/10	6,57	48,7	5,71	27,1
39	Utløp Rådalstjørn		LM 075 166	27/10	6,44	48,9	5,70	85
41	Langavatnet	440	LM 213 149	9/11	5,71	40,7	5,50	20,7
42	Krokavatnet	453	LM 212 143	9/11	5,6	34	5,35	24,0
43	Vågstjørna	355	LM 168 094	9/11	5,42	40,4	5,40	25,1
44	Gjerdsviktjørna	408	LM 173 090	9/11	5,21	29,9	5,32	19,6
45	Ølsvågelva		LM 155 107	9/11	6,71	58,4	6,77	39,3
46	Eikelandstjødna	45	LM 141 089	9/11	6,59	66,8	7,05	43,7
47	Jektatjørna	344	LM 087 184	12/11	5,09	47,6	5,05	36,4
48	Vakaelva		LM 186 153	12/11			5,70	23,1



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



VEDLEGGSTABELL 2.: Status for ferskvannsfiskeressuresene i Ølen kommune. Status: 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. Endring: 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. Gyte=Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. Fiske= antall personer som fisker pr år, U =ukjent. Andre arter: Å=ål, S=stingsild. Grunnlag: Data: 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. Ref: 1=Data fra Norsk Institutt for Naturforskning samlet inn 1989, 2=Data fra Norsk Institutt for Naturforskning samlet inn 1991, 3=Data fra Rådgivende Biologer samlet inn 1995. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1). Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
21	Auklandsvatn	LM 220 095	1	1			B	40		1	1,3
42	Krokavatn	LM 213 142	2	2			U	U		1	1
46	Eikelandtjøna	LM 143 087	1	2			G	15	Å	1	1,3
32	Bjoavatnet	LM 118 175	1	2			G	10	Å	1	1,3
27	Bruarevatn	LM 070 164	1	2			G	U	Å	1	1,2,3
36	Utruno	LM 083 157	1	2			U	U		1	1
30	Vasslivatn	LM 078 137	1	3			B	40	Å	1	2,3
12	Langavatnet	LM 105 113	2	3			B	5		1	2,3
11	Morgonsvatn	LM 102 093	1	3			G	30		1	2,3
15	Grautavatn	LM 075 075	1	2			B	100		1	1,3
1	Langåsdalvatn	LM 090 056	1	2			G	250	Å	1	1,3
4	Bjordalsvatn	LM 070 056	1	2			G	U	Å	1	1,3
7	Malasetvatn	LM 055 050	2	3	2	3	G	10	Å	1	2,3
2	Holmavatn	LM 077 044	1	2			U	U	Å	1	1,3
18	Børkjelivatnet	LM 086 096	1	3			U	10		1	3
8	Dalselva v/Rotvoll	LM 125 138	1	5			G	U		1	3
33	Dalselva v/Baslia	LM 088 162	1	5			G	U		1	3
22	Dyraskårvatnet	LM 092 141	2	3			U	5		1	3
5	Fisketjøna	LM 119 105	1	5			U	5		1	3
9	Gråhorgvatnet	LM 137 155	2	5			B	U		1	3
17	Holmavatnet	LM 088 088	2	3			B	15		1	3
31	Kistedalstjødna	LM 101 166	1	5			I	30		1	3
42	Krokavatnet	LM 212 143	3	4			I	0		1	3



VEDLEGGSTABELL 2. forts.: Status for ferskvannsfiskeressuresene i Ølen kommune. **Status:** 1=god/overbefolka, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte**=Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske**= antall personer som fisker pr år, U =ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. Ref: 1=Data fra Norsk Institutt for Naturforskning samlet inn 1989, 2=Data fra Norsk Institutt for Naturforskning samlet inn 1991, 3=Data fra Rådgivende Biologer samlet inn 1995. 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
	Langavatnet	LM 213 146	1	2			G	5		1	3
28	Listtjødna	LM 074 147	2	3			U	0		1	3
(19)	Mørkadalsvatnet	LM 08 8 083	3	5			I	0		1	3
(19)	Mørkadalsvatnet (midtre)	LM 088 083	1	5			D	10		1	3
(19)	Mørkadalsvatnet (nedre)	LM 088 083	1	5			G	U		1	3
	Paddetjørn	LM 093 047	1	5			B	10		1	3
16	Skinåstjødna	LM 079 073	3	5			U	U		1	3
20	Stemmavatnet	LM 078 091	1	3			B	100		1	3
6	Trollavatnet	LM 101 124	5	5			U	10		1	3
30	Vasslivatn	LM 077 141	1	3			B	40		1	3