

Kalkingsplan for Øygarden kommune 1995



Annie Elisabeth Bjørklund
Geir Helge Johnsen
&
Steinar Kålås

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 194, mai 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Øygarden kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Øygarden kommune. ved miljøvernleder Siri Hansson, 5330 Tjeldstø

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

23.mai 1996

RAPPORT NR:

194

ANTALL SIDER:

30

ISBN NR:

ISBN 82-7658-104-8

RAPPORT SAMMENDRAG:

Størstedelen av Øygarden har vassdrag som er lite sure med stabilt gode pH-verdier gjennom året. Vassdrag uten avrenning fra innsjøer vil imidlertid kunne ha mer varierende forhold avhengig av nedbørens kvalitet. For mange av innsjøene i kommunen er det rapportert at fiskebestander er tynne og i tilbakegang, og at noen til og med er tapt. Surhetstilstanden i disse innsjøene er imidlertid oftest god, slik at det ikke tyder på at forsuring er årsaken til tilbakegangen. Feltundersøkelsen viste også at gytemulighetene mange steder var ødelagt eller dårlige og det er trolig dette som er hovedproblemet for bestander av ferskvannsfisk og anadrom fisk i Øygarden. Det foregår ikke kalking i kommunen, men det er foreslått at en foretar en nærmere utredning av behov for kalking i innsjøene Barbustokk og Austre Skardatjønn.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Øygarden 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 Øygarden 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 Øygarden kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Øygarden 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 Øygarden kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Øygarden. Ved tildeling av statlige kalkingsmidler vil disse prosjektene ut fra dagens prioriteringskriterier bli vurdert i forhold til de øvrige aktuelle og pågående kalkingsprosjekter i hele Hordaland. Gjeldende prioriteringskriterier kan bli endret i framtiden, slik at det ikke er en selvfølge at middels høyt prioriterte prosjekt nødvendigvis vil rykke oppover på listen i framtiden.

Planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernleder Siri Hansson i Øygarden, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Siri Hansson besørget organisering og lokal innsamling av over 20 vannprøver våren og høsten 1995. **Trygve Fjeldstad** har bidratt med oppdatering av fiskestatus i kommunen, mens **Trygve Fjeldstad og Sigrid Hjermo** har vært med å samle inn vannprøvene til denne planen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens fylkesmannens miljøvernavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av samtlige av de 29 foreliggende kommunale kalkingsplanene.

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

Rådgivende Biologer as. takker for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig miljøvernleder Siri Hansson.

Rådgivende Biologer as. takker Øygarden kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 10.november 1995.
Planen er datert: Bergen, 23.mai 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 Øygarden i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsurede områder	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	20
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	22
Status for innlandsfiskebestander	22
Status for anadrome bestander	24
Vurdering av forsurede bestander	24
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	24
KALKINGSPLANLEGGING FOR ØYGARDEN	25
Behov for kalking i Øygarden kommune	25
Forslag til prioritering	25
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	26
Hvor bør en overvåke	26
LITTERATURREFERANSER	27
VEDLEGGSTABELLER	28
Surhetsdata for Øygarden 1994	28
Kart over prøvetakingspunktene	29
Status for fiskebestandene	30



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Øygarden kommune i 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Øygarden i 1995	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i to innsjøer i Øygarden kommune	17
FIGUR 2.4: Årsvariasjon i surhet i tre innsjøer i Øygarden kommune	18
FIGUR 2.5: Oversikt over sure områder i Øygarden i 1995	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Stølevatnet og Barbustokkvatn-Dalsvatn	23
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Alvheimsvatn-Musevatn	23

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye	12
TABELL 1.2: DNs 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	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995	21
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter	25
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold	26



SAMMENDRAG

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

NATURGRUNNLAGET

Granitt og gneiss, som er dominerende berggrunn i Øygarden kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Imidlertid vil marine avsetninger i enkelte lavtliggende innsjøer føre til at bufferkapasiteten øker og at vannkvaliteten vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

SURHET

Størstedelen av Øygarden kommune har vassdrag som er lite forsuret og har stabilt gode pH-verdier hele året. Det er imidlertid trolig at en i vassdrag som ikke domineres av avrenning fra innsjøer, vil ha en adskillig mere varierende vannkvalitet med perioder der forholdene kan bli kritisk sure. Kun på Seløy og Blomøy er det små områder som er noe surere.

FISK

Fra innsjøene er det rapportert om aure, regnbueaure, stingsild og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. I følge denne undersøkelsen har syv av 26 innsjøer en tett eller god bestand av aure, 13 av innsjøene har en tynn bestand av aure og tre av innsjøene har ingen aurebestand. Tilstanden i fiskebestandene er ukjent i tre av de 26 innsjøene. Tettheten av fisk er uendret i ni av innsjøene, redusert i 11 og tre bestander er tapt.



FISKE

Det er ikke organisert salg av fiskekort for innsjøer i Øygarden, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de fleste innsjøene. Sportsfiske i ferskvann har lite omfang i Øygarden kommune.

KALKING

Det foregår ikke kalking i Øygarden kommune, og det er få aktuelle nye kalkingsobjekter i kommunen. En kan eventuelt vurdere de to systemene knyttet til henholdsvis Barbustokk (20) og Austre Skardatjørn (22). Sistnevnte vil være høyest prioritert på grunn av at fiskebestanden her etter sigende skal være tynn, mens den i Barbustokk foreløpig er relativt god. Eventuell kalking av Austre Skardatjørn vil også gi effekt i Vestre Skardatjørn og utløpselven derfra, som begge ligger like nedstrøms.

Før eventuell kalking må begge innsjøene vurderes nærmere med hensyn på tiltak i forbindelse med tilrettelegging av gyteforhold.



1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

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

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

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

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

NATURGRUNNLAGET I ØYGARDEN

Berggrunnen i Øygarden kommune domineres av granitter og gneisser, som er lite dekket av løsmasseavsetninger. De lavtliggende innsjøene kan imidlertid ha marine sedimenter og skjellavsetninger i bunnen. Jordsmonnet for øvrig er preget av sumpjord.

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



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

Granitt og gneiss, som er dominerende berggrunn i Øygarden kommune, er harde bergarter som har et lavt innhold av basekationer. Dette gjør at vassdragene får en lav tålegrense for sure tilførsler. Imidlertid vil marine avsetninger i enkelte lavtliggende innsjøer føre til at bufferkapasiteten øker og at vannkvaliteten vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

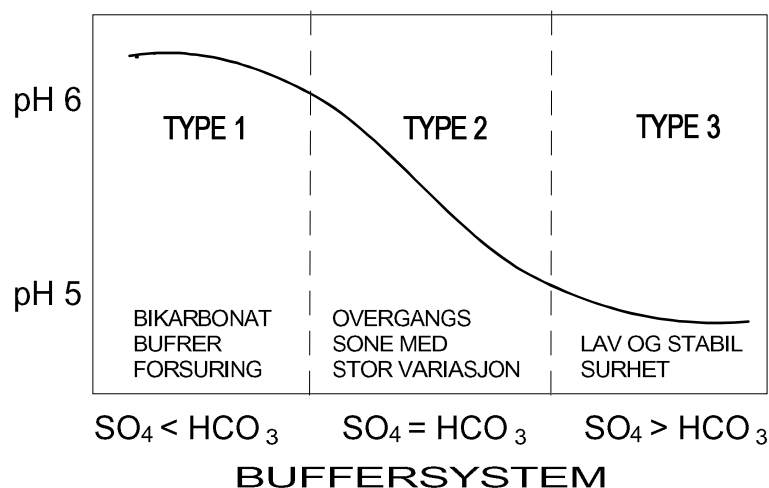
VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Øygarden, 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

Øygarden kommune ligger i den lavtliggende og ytre delen av Hordaland, der nedbørmengdene er mindre enn i de indre- og høyereliggende deler. Med en årlig middelavrenning rundt 40 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987), vil derfor våtavsetningen av forsurende stoffer i Øygarden være lavere enn i de indre delene av fylket,- forutsatt at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er omtrent lik i hele fylket. Innen Øygarden 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 frakter med seg hydrogenioner og aluminium i stedet, slik at avrenningsvannet i slike områder blir enda surere og i tillegg får et høyt innhold av aluminium.

Mengden av slike sure tilførsler vil imidlertid variere både fra år til år og i løpet av året, avhengig av mengden nedbør og hvor den kommer fra. Siden slutten av 1970-årene har svovelkonsentrasjonen i nedbør avtatt med omtrent 30%, men nitrogenkonsentrasjonen har endret seg lite og nedbørmengdene har økt (SFT 1994). Dette har ført til at de samlede sure tilførsler ikke er særlig redusert på Vestlandet de siste årene. Utviklingen i surhet i vassdragene vil likevel være ulik i de enkelte vassdrag avhengig av hvor utarmet nedslagsfeltene er. Langs kysten, som i Øygarden, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994).

SJØSALTEPISODER

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



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

Sjøsaltilførsel er imidlertid helt naturlig langs kysten, der en i de ytterste områdene som Øygarden 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 Øygarden 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 Øygarden (Johnsen og Kambestad 1994). Aluminium er meget vanlig i jordsmonnet, og stammer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsuring øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere.

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

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

ALUMINIUM I BLANDSONER

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

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

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



TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

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

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

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

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

For laks skal ikke ANC-verdiene komme særlig under 0 før det er kritisk, mens ørret tåler noe dårligere vannkvalitet med lavere ANC-verdi. Allerede ved ANC=10 vil 25% av laksebestandene være redusert mens ved ANC=0 vil 50% være utdødd. Røye har omtrent tilsvarende toleranser som ørret (tabell 1.1)(Lien mfl. 1991).

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

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

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

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



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

KALKING OG KALKINGSKRITERIER

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

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

MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

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

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

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

PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

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

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

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



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

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

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

KOST / NYTTE - VURDERING

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

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

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

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

FORBEDRING I FRAMTIDEN ?

Siden utslippene av 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 forsuring vil det imidlertid kunne ta fra 10-100 år før jordsmonnets evne til å buffre sure tilførsler er fullt restituert selv om tilførslene opphører.

Overvåkingen av utviklingen i vassdrag i Norge synes å indikere at forholdene i enkelte slike forsurrede områder faktisk er på bedringens vei, i tråd med det de 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

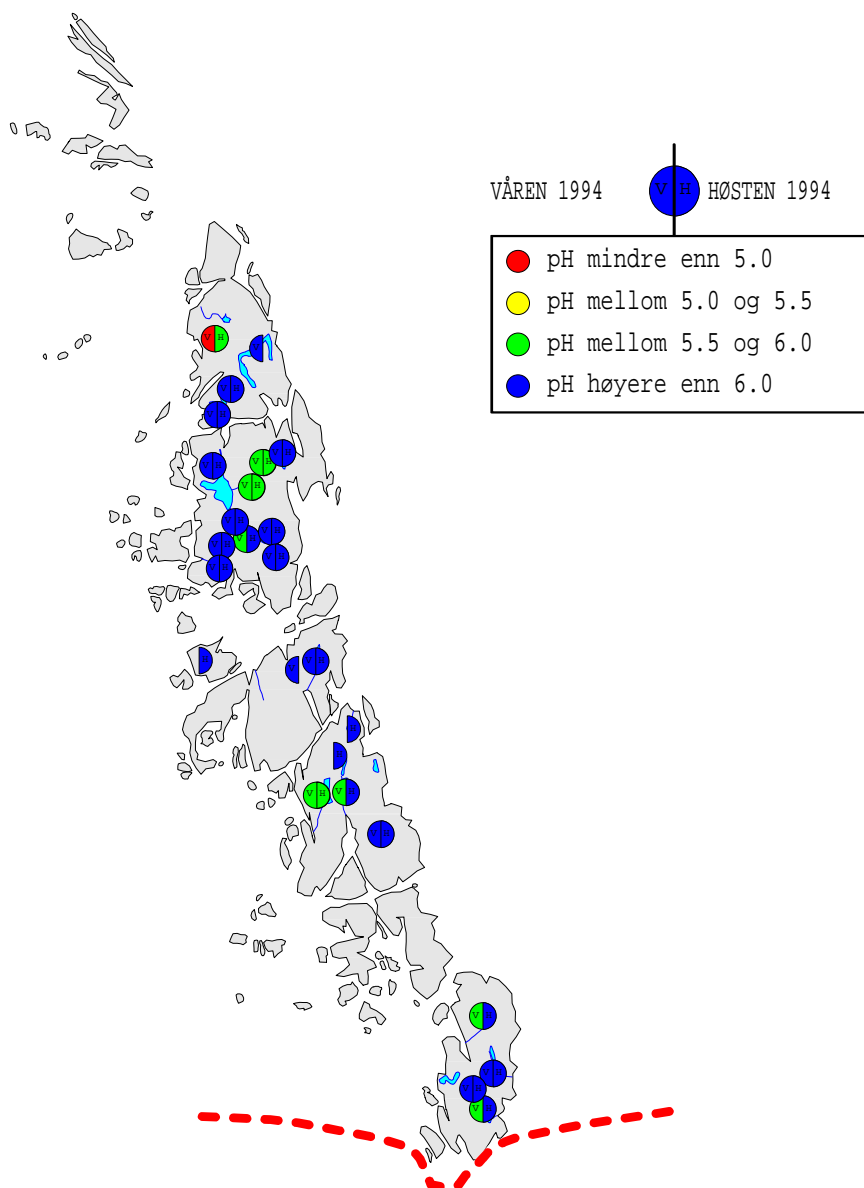
Kalking er et egnet virkemiddel der forsuring er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som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

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



2. Surhetstilstand i Øygarden kommune

Alle de undersøkte lokalitetene i Øygarden kommune, bortsett fra Hjelmotjernet, var lite sure ved prøvetakingene våren og høsten 1995, med pH-verdier over 6,0 (figur 2.1). I Hjelmotjernet var pH på 4,97 på våren men opppe i 5,8 ved prøvetakingen på høsten (vedleggstabell 1.1).

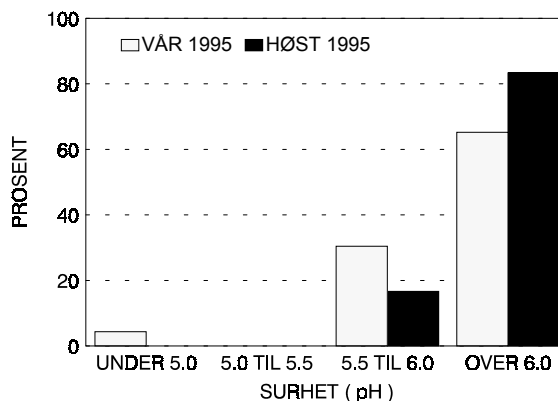


FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Øygarden kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 23 prøver våren 1995 og 24 prøver høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernleder Siri Hansson.



Vassdragene i kommunen var surere ved prøvetakingen på våren enn på høsten i 1995 (figur 2.2). Mens over 80 % hadde pH over 6,0 på høsten, hadde "bare" rundt 60 % pH over 6,0 på våren. Det var også kun på våren at det ble registrert pH under 5,0 i noen av de undersøkte lokalitetene i kommunen.

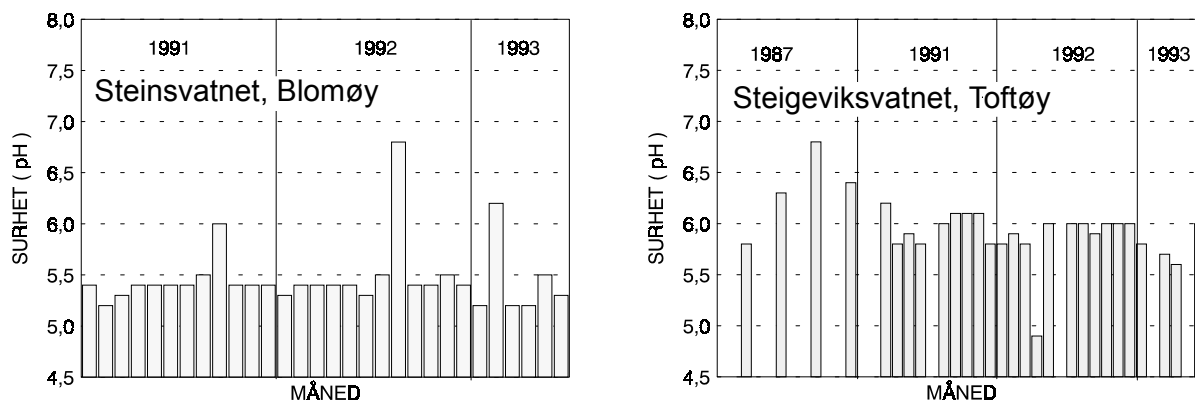
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 23 og 24 innsjøene i Øygarden som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).



VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Øygarden 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. Det er imidlertid stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i fem drikkevannskilder (figur 2.3 og 2.4).

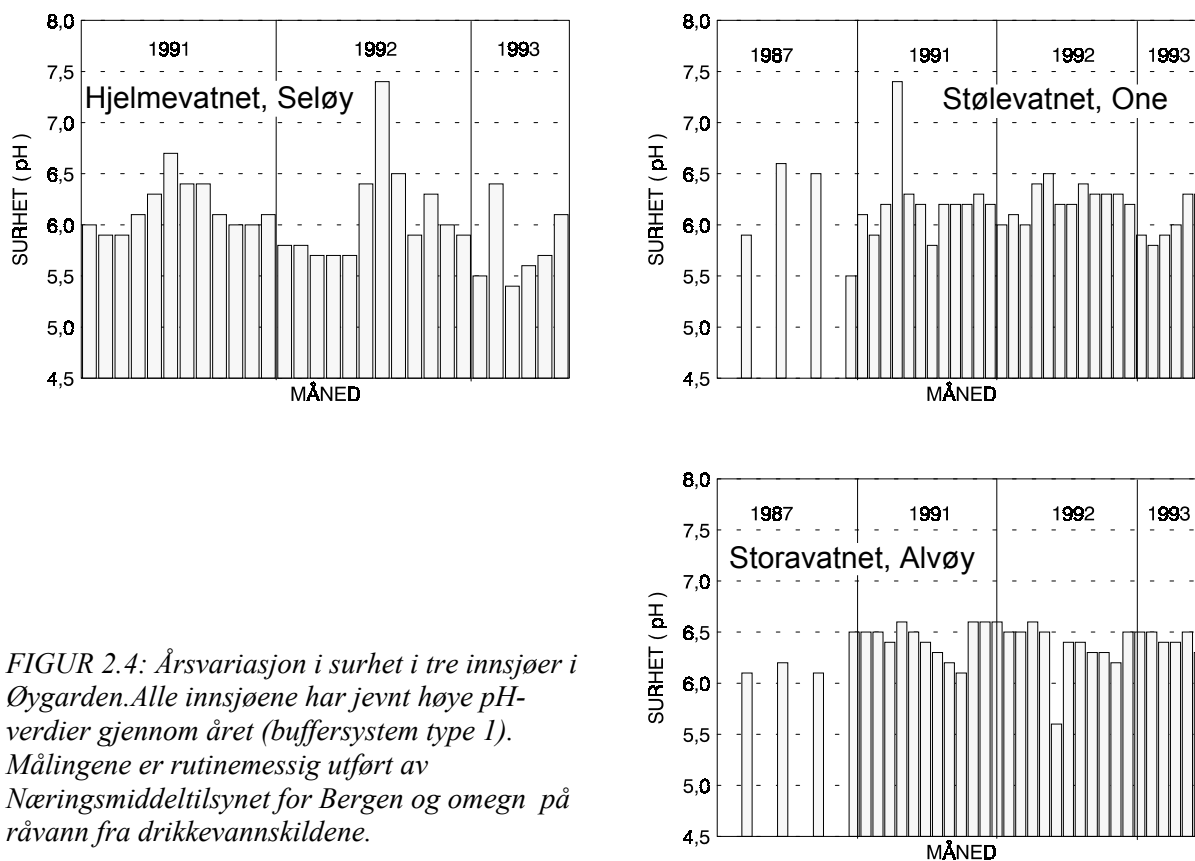
Steinsvatnet på Blomøy er råvannskilde for Blomvåg vannverk. Denne innsjøen ligger i et av de "surere" områdene ved målingene i 1995. Innsjøen har relativt lav og stabil pH ned mot 5,0 (figur 2.3). Der er bikarbonatbuffersystemene i innsjøen stort sett "brukt opp", slik at det er lite bufferkapasitet igjen.



FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i to innsjøer i Øygarden. Steinsvatnet (til venstre) er typisk for en sur innsjø med liten årsvariasjon (buffersystem type 3), mens Steigeviksvatnet (til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omegn på råvann fra drikkevannskildene.



De fire andre drikkevannskildene har imidlertid relativt god pH hele året med målte verdier rundt 6,0 (figur 2.3). Det tyder på at alle disse innsjøene har en bufferevne som er i stand til å takle selv de sureste tilførsler slik at pH aldri blir kritisk lav.



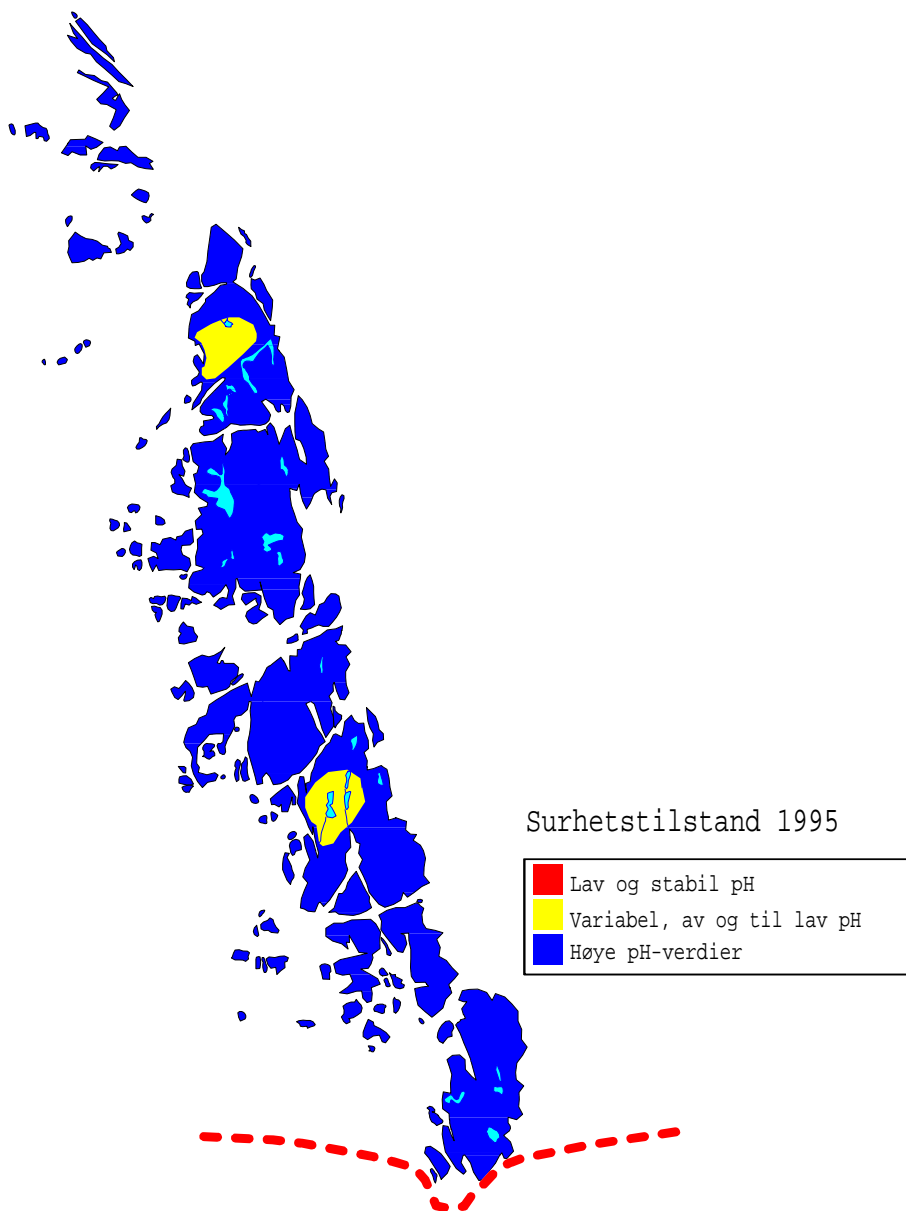
FIGUR 2.4: Årsvariasjon i surhet i tre innsjøer i Øygarden. Alle innsjøene har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type I). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Bergen og omegn på råvann fra drikkevannskildene.

OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Størstedelen av Øygarden kommune har vassdrag som er lite sure og har stabilt gode pH-verdier hele året (figur 2.5). Imidlertid er berggrunnen i kommunen kalkfattig og hard, lik den som finnes i Fjell og Sund kommuner, der vassdragene, spesielt i Sund, er adskillig surere. Årsaken til de bedre forholdene i Øygarden er trolig at kommunen er lavtliggende og har mye marine avsetninger i innsjøsedimentene.

Det er imidlertid trolig at en i vassdrag som ikke domineres av avrenning fra innsjøer, vil ha en adskillig mere varierende vannkvalitet med perioder der forholdene kan bli kritisk sure.

Kun på Blomøy er det et lite område som er noe surere. Der ligger Steinsvatnet, 26 meter over havet, som er den høyestliggende av drikkevannskildene i kommunen. Dette er imidlertid meget lokalt og i nærliggende innsjøer er forholdene bedre.



FIGUR 2.5: Oversikt over surhetstilstanden i Øygarden kommune i 1994 -1995. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1) og de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger, samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen.



Av kommunens totalareal er det bare omtrent 7 % som er moderat sure mens resten ikke er preget av forsuring (tabell 2.1).

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
66 km ²	61 km ²	5 km ²	0 km ²

Tabell 2.1 viser og kartet i figur 2.4 viser hvor store områder i kommunen som er preget av forsuring. Tabell 2.2 viser det teoretiske kalkbehovet dersom en skal avsyre alt avrenningsvannet i de sure områdene, mens det reelle behovet for kalk til de aktuelle kalkingsprosjektene selvsagt vil være vesentlig mindre.

TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk beregning av kalkbehov med grove behov for Øygarden kommune, basert på arealfordelingen i tabell 2.1 og figur 2.4.

FORSURET AREAL (km ²)	AVRENNING (l/s/km ²)	SNITT pH	KALKBEHOV (g CaCO ₃ / m ³)	TONN CaCO ₃
Moderat forsuret: 5 km ²	35	5,3	2,9	16

ALUMINIUMSINNHOOLD I VASSDRAGENE

Innholdet av aluminium er undersøkt i tre innsjøer; i Steinsvatnet, Storavatnet og Ordalsvatnet. Innholdet av reaktivt aluminium var høyt i alle innsjøene, men innholdet av labilt aluminium var høyest i Storavatnet og Steinsvatnet (tabell 2.3). Mengden reaktivt aluminium i Ordalsvatnet var imidlertid også såpass høyt at det kan bli problemer for fisk dersom det blir perioder med en vesentlig lavere pH (tabell 2.3). I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 30 : g Al/liter.

TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i tre vannprøver fra Øygarden kommune. Prøvene er tatt 27. april 1995 av miljøvernleder Siri Hansson 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
Steinsvatnet (2)	5,31	17	85	30	55
Storavatnet (5)	6,47	36	70	25	45
Ordalsvatnet (15)	5,45	33	75	55	20



SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I VASSDRAGENE

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble også undersøkt i de samme tre innsjøene. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC god i Steinsvatnet og i Storavatnet, men meget dårlig i Ordalsvatnet (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.

Denne store forskjellen har trolig sammenheng med disse innsjøenes bufferevne (tabell 2.4). Alkaliteten var lavest i Ordalsvatnet, og de høye klorid-konsentrasjonene i innsjøene tyder på at det var eller nylig hadde vært en periode med store sjøsaltilførsler. I Ordalsvatnet, der bufferkapasitet i vannet er meget lav, resulterte dette i en sjøsaltepisode med lav ANC-verdi på prøvetakingstidspunktet. I de to andre innsjøene, som begge hadde noe bufferkapasitet, var ikke utslaget på de vannkjemiske forholdene så dramatiske, og forholdene for fisk var gode på undersøkelsestidspunktet.

TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Øygarden kommune. Prøvene er samlet inn 27. april 1995 av miljøvernleder Siri Hansson i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 : g N/l	ANC : ekv/l
Steinsvatnet (2)	0,03	1,25	1,43	0,68	16,4	24,2	4,5	170	119
Storavatnet (5)	0,04	2,85	1,8	1,17	18,2	29,7	5,62	265	134
Ordalsvatnet (15)	< 0,02	1,06	0,94	0,6	14,1	29,7	3,64	< 10	-158



3: Biologisk tilstand i Øygarden i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Øygarden kommune har et totalt ferskvannsareal på 1,6 km². De fleste innsjøene er små men syv er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 26 innsjøer i Øygarden er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1993 (vedleggstabell 2).

Fra innsjøene er det rapportert om aure, regnbueaure, stingsild og ål. Stingsild og ål finnes trolig i de fleste innsjøene i kommunen. I følge denne undersøkelsen har syv innsjøer en tett eller god bestand av aure, 13 innsjøer har en tynn bestand av aure og tre innsjøer har ingen aurebestand (vedleggstabell 2). Tilstanden i fiskebestandene er ikke kjent for tre av de 26 innsjøene. Tettheten av fisk er uendret i ni av innsjøene, redusert i 11 og tre bestander er tapt. I tre av de 26 innsjøene er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure.

Det er gode eller brukbare gyteforhold for aure i 6 av de 26 innsjøene i denne undersøkelsen og gyteforholdene er dårlige eller manglende i 11 av innsjøene. Opplysninger om gytemuligheter mangler for 9 innsjøer (vedleggstabell 2). Veibygging, innlegging av bekker i rør og andre inngrep har ødelagt en del tidligere gode gytelokaliteter. Gjengroing grunnet overgjødsling er også et problem mange steder.

Det er ikke organisert salg av fiskekort for innsjøer i Øygarden, men allmennheten får lov å drive sportsfiske i de fleste innsjøene. Sportsfiske i ferskvann har lite omfang i Øygarden kommune (vedleggstabell 2).

I følge Norsk Institutt for Naturforskning spørreundersøkelse fra 1989 skal det være satt ut regnbueaure i Blomvatnet og Nordlavatnet, men vi har ingen opplysninger om disse utsettingene.

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Øygarden kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 10. mai 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt:

- Hjelmotjørna innløp (21) (utm KN 705 312)
- Hjelmevatnet utløp (7) (utm KN 722 307)
- Stølevatnet utløp (6) (utm KN 707 288)
- Sturevatnet utløp(10) (utm KN 722 281)
- Bekk Skardatjørn til Storavatnet (23) (utm KN 716 273)
- Bekk Barbustokkvatnet til Dalsvatnet (20) (utm KN 712 257)
- Bekk mellom Alvheimsvatnet (Husvatn) (4) og Musevatnet (utm KN 705 250)
- Elva mellom Nordlavatnet og Midtvatnet (17) (utm KN 777 116)
- Bekken til Ordalsvatnet (15) (utm KN 776 127)
- Bekk til Blomvatnet (14) (utm KN 746 180)
- Steinsvatnet (2) (utm KN 735 186)

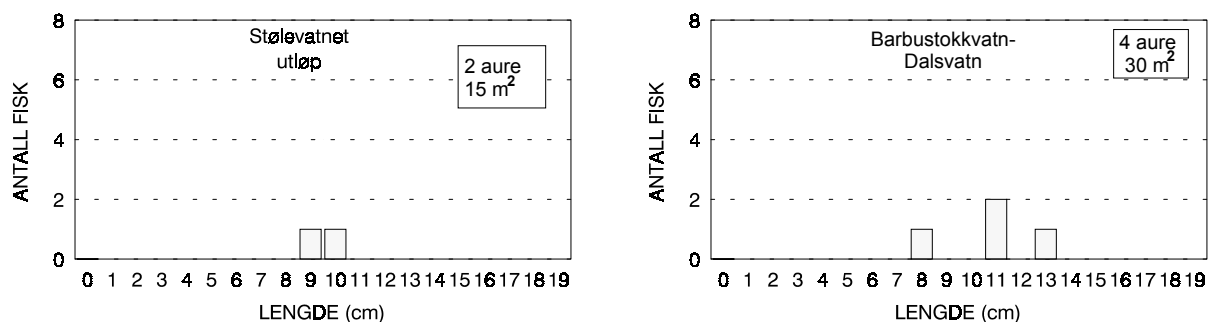
Tall i parentes før utm-koordinat viser til vannprøvelokaliteter (vedleggstabell 1) og kart (vedleggskart 1).

Hjelmotjørna (UTM KN 705 312) er liten (ca 100 x 70m) og ligger i en dump på høyeste punktet i området. Det er ingen steder som er egnet for gyting. En liten bekk renner inn i tjørna, men dette er en typisk myrbekk med kun mudder på bunnen. Det ble ikke funnet fisk i bekken.



Det ble heller ikke funnet gytebekker i Hjelmevatnet. Utløpet (UTM KN 722 307) er ca 4 meter langt og går over en bergkant rett i sjøen. En bekk (UTM KN 711 304) kan ha vært gytebekk en gang, men denne er nå helt gjengrodd. Det ble ikke funnet fisk her.

Hele bekken fra Stølevatnet til sjøen (UTM KN 707 288) ble elektrofisket. Bekken er ca 20 meter, bunnen er grov stein, og den er uegnet for gyting. Den er i tillegg noe forsøplet og forurenset. Det ble fanget tre fisk i bekken (figur 3.1).



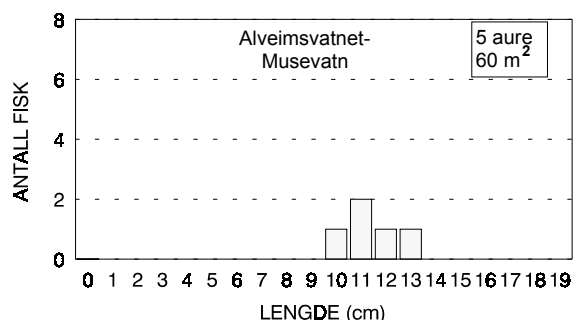
FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i utløpet av Stølevatnet og i bekken mellom Barbustokkvatnet og Dalsvatnet 10.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figurene. En aure større enn 20 cm ble fanget i utløpet av Stølevatnet.

Sturevatnet er kjent som et godt fiskevann (vedleggstabell 2). Utløpsbekken (UTM KN 722 281) ble overfisket. Det meste av denne ligger i rør under veien, så total fisket strekning var bare omlag 5 meter. Dette elvestykket er lite egnet for gyting og det ble ikke funnet fisk her. Andre steder med mulige gyteområder ble heller ikke funnet. Siden tettheten av fisk i innsjøen er god må det likevel være gytesteder til innsjøen.

Bekken fra Skardstjørnane til Storavatnet er delvis lagt i rør. En del av bekken (UTM KN 716 273) ble overfisket uten at det ble fanget fisk. Bekken har litt grus og stein, men var mudrete på bunnen. Det er litt tilsig fra jordbruk i området. Det er usikkert om bekken er egnet som gytebekk.

Hele bekken mellom Barbustokkvatnet og Dalsvatnet (UTM KN 712 257) ble overfisket. Denne bekken er en nydelig liten gytebekk som burde kunne produsere bra med fisk. Tettheten av fisk var likevel lav (figur 3.1).

Bekken mellom Alvheimsvatn (Husvatnet) og Musevatn (UTM KN 705 250) er en fin gytebekk som går gjennom en revne i fjellet mellom de to innsjøene. Det ble fanget fem aureunger i bekken. Det er gode muligheter for oppvandring fra sjøen til Musevatnet.



FIGUR 3.2: Fangst av aure ved elektrofiske i bekken mellom Alvheimsvatn og Musevatnet 10.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figurene



Elven mellom Nordlavatnet og Midtvatnet (17) (utm KN 777 116) var fylt igjen av veien som går til et hyttefelt.

Bekken til Ordalsvatnet (15) (KN 776 127) er en svingete myrbekk. Bekken har litt grus på bunnen i de nederste delene, men har ellers mudderbunn. Omtrent 100 m² i ble overfisket men ingen fisk ble funnet.

Bekken til Blomvatnet (14) (KN 746 180) var tidligere en fin gytebekk, men er nå preget av forurensing og kanskje stengt av vei. Området som ble overfisket var 50 m² og ingen fisk ble funnet.

Ingen egnet gytebekk til Steinsvatnet (2) (KN 735 186) ble funnet og det har trolig aldri vært aure i innsjøen. Det er mye ål i Steinsvatnet.

STATUS ANADROME BESTANDER

Det er ingen større vassdrag i Øygarden med forhold for sjøaure og laks. Øygarden har imidlertid en rekke små vassdrag der laks og sjøaure har eller har hatt muligheter til å vandre opp. Dette gjelder for eksempel utløpet av Husvatnet på Alvheim, utløpet av Storavatnet på Alvøyeni og utløpet fra Åmundsvatnet på Blomøy. Det er ikke gytemuligheter i mange bekker som tidligere var tilgjengelige for laks og sjøaure siden disse er sperret eller lagt i rør. Tilgroing er også et problem mange steder. Det er ikke kjent at det er utført kultiveringstiltak for anadrome fiskebestander i Øygarden.

VURDERING AV FORSURINGSTRUERDE BESTANDER

Det er i spørreundersøkelsene om fisketilstanden i Øygarden avdekket at mange fiskebestander i kommunen er tynne og i tilbakegang, og at noen er tapt. Når en ser på surhetsdata for Øygarden er det ingen ting som skulle tyde på at forsuring er et problem. Feltundersøkelsen viste også at gytemulighetene mange steder var ødelagt eller dårlige og det er trolig dette som er hovedproblemet for bestander av ferskvannsfisk og anadrom fisk i Øygarden. Et unntak der forsuring kan være et problem er Barbustokkvatnet som er surt i perioder og der tettheten av yngel var lav selv om bekken var fin.

ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

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



4: Kalkingsplanlegging i Øygarden

BEHOV FOR KALKING I ØYGARDEN

For mange av innsjøene i kommunen er det rapportert at fiskebestander er tynne og i tilbakegang, og at noen til og med er tapt. Surhetstilstanden i disse innsjøene er imidlertid oftest god, slik at det ikke tyder på at forsuring er årsaken til tilbakegangen. Feltundersøkelsen viste også at gytemulighetene mange steder var ødelagt eller dårlige og det er trolig dette som er hovedproblemet for bestander av ferskvannsfisk og anadrom fisk i Øygarden.

Unntak, der forsuring kan være et problem, er Barbustokkvatnet som er surt i perioder og der tettheten av yngel var lav selv om bekken var fin, og Hjelmotjørn. Fisken i denne innsjøen har imidlertid ikke egnede gyteforhold, i tillegg til at det er surt. Også Vestre og Austre Skardtjørn kan i perioder være moderat sure, selv om det ikke ble observert i denne undersøkelsesperioden.

Det er ingen pågående kalkingsprosjekt i Øygarden kommune.

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 4.1 er slik 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

Det er få aktuelle kalkingsobjekter i Øygarden. En kan eventuelt vurdere de to systemene knyttet til henholdsvis Barbustokk (20) og Austre Skardtjørn (22). Sistnevnte vil være høyest prioritert på grunn av at fiskebestanden her etter sigende skal være tynn, mens den i Barbustokk foreløpig er relativt god. Eventuell kalking av Austre Skardtjørn vil også gi effekt i Vestre Skardtjørn, som ligger like nedstrøms.

TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Øygarden med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabil 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.
A. Skardtjørn (22)	Nei	1-2	1	4	2	Nei	2	1
Barbustokk (20)	Nei	1-2	1-2	4	2	Ja 1)	2	2

1) Ligger ved Tjeldstø naturreservat, Verneverdig område Øygarden 7-0, del av Verneplan for våtmarker i Hordaland



KALKINGSSTRATEGI FOR NYE PROSJEKT

I begge innsjøene bør en tilrettelegge for gyting og eventuelt også sørge for kalksteingrus i gytebekken dersom en skal kalke innsjøene. Nærmere beregning av kalkbehov og kalkingsstrategi vil bli gjennomført av Fylkesmannens miljøvernavdeling.

I tabell 4.2 er det foretatt grove kalkberegninger basert på anslag over innsjøvolum og tilrenning, med benyttet kalkdosering i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990). Ved eventuell iverksetting av kalking må en derfor foreta nærmere og mer nøyaktige beregninger. Kalkbehovet er beregnet i tonn CaCO_3 basert på et behov på 2,9 gram $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning og førstegangskalking av innsjøen, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet 1,0 gram $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$. Gjenkalkingsmengdene er fordelt på årlige mengder, slik at innsjøer som kalkes sjeldnere er ført opp med sin årlige andel av kalkingsmengden.

TABELL 4.2. Hydrologiske og morfologiske forhold knyttet til de aktuelle kalkingsobjektene. Areal og nedslagsfelt er hentet fra kartverkets M-711-serie i målestokk 1:50.000, gjennomsnittsdyp er anslått, mens avrenning er hentet fra NVEs avrenningskart (NVE 1987). Beregning av kalkbehov er utført i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990),- se for øvrig teksten. Første tallet er behov ved førstegangskalking mens det andre er for gjenkalking. Innsjøene må her kalkes årlig

STED	Areal km^2	Snittdyp meter	Volum mill. m^3	Nedslagsfelt km^2	Avrenning l / s / km^2	Tilrenning mill. $\text{m}^3 / \text{år}$	Kalkbehov tonn
A.Skardatjørn (22)	0,013	6	0,078	0,182	35	0,20	1 / 1
Barbustokk (20)	0,009	4	0,036	0,164	35	0,18	1 / 1

HVOR BØR EN OVERVÅKE

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



LITTERATURREFERANSER

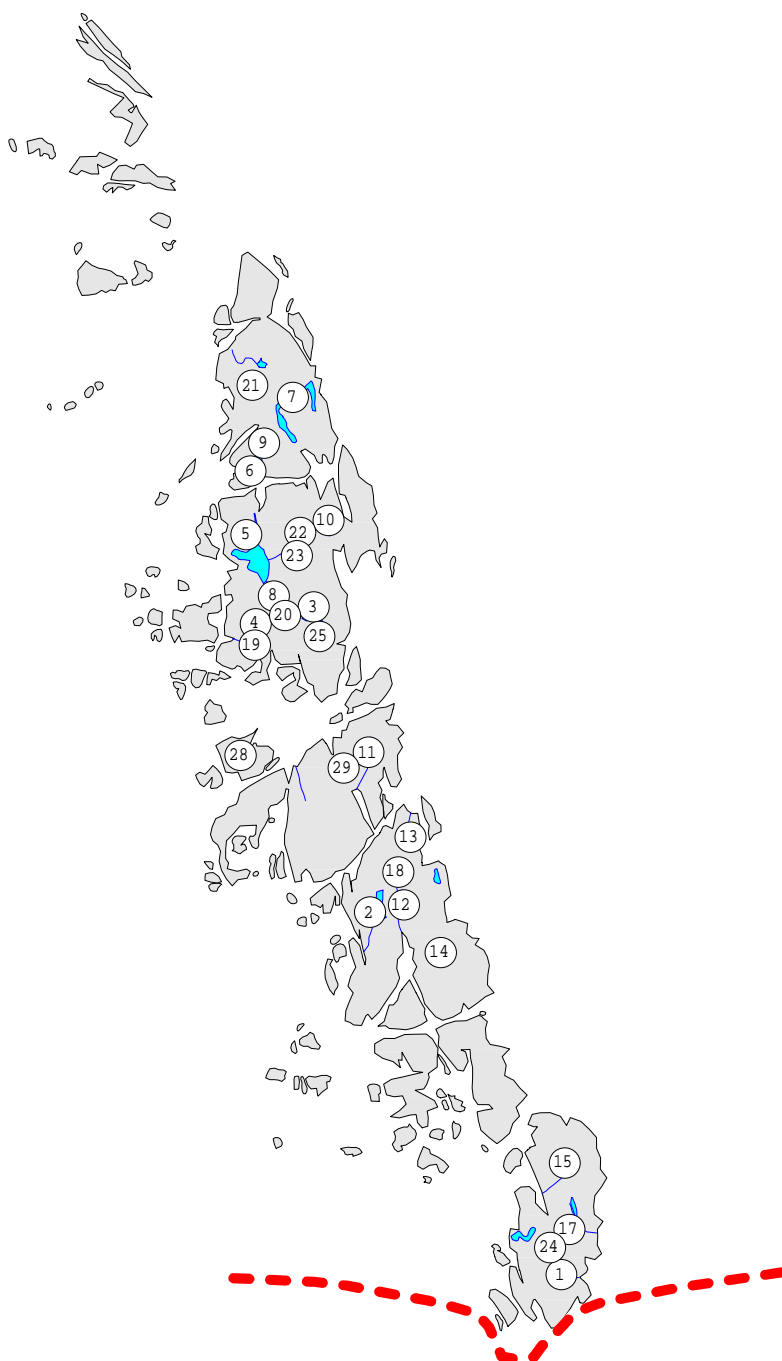
- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- HENRIKSEN, A., L.LIEN, T.S.TRAAEN & S.TAUBØLL 1992. Tålegrenser for overflatevann - Kartlegging av tålegrenser og overskridelser av tålegrenser for tilførsler av sterke syrer. NIVA-rapport nr 2819, 29 sider.
- HENRIKSEN, A., K.TØRSETH, E.JORANGER, E.LYDERSEN, T.HESTHAGEN, A.FJELLHEIM & G.G.RADDUM 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 533/93, 296 sider.
- HINDAR, K., A.HENRIKSEN, K.TØRSETH & L.LIEN 1993. Betydningen av sjøsaltanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørsfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport nr. 2917, 42 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993. Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93, 75 sider.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994. Forseringsstatus i Hordaland 1993. Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1
- KAMBESTAD, A., V.BJERKNES, T.E.BRANDRUD, A.FJELLHEIM, K.HEGNA, A. HENRIKSEN, A.HOBÆK, G.H.JOHNSEN, G.G.RADDUM, Ø.VASSHAUG & P.VIKSE 1995. Rammeplan for kalkingsvirksomheten i Hordaland 1994-2005. Fylkesmannens miljøvernnavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport Inr. 2947.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.
- MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NVE 1987. Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992. Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg Forlag, 422 sider
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.OUGHTON, B.SALBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992. The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environmental pollution: 78.
- WRIGHT, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Øygarden kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1 og er det samme som benyttes ved omtale av fiskestatus. Ledningsevne er oppgitt i mS/m. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. * = prøven er tatt 10/3-95.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	9.-12.2.95		13.9.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Stegevikvatnet *	23	KN 777 103	5,85	1	6,15	2
2	Steinsvatnet	26	KN 735 186	5,69	1	5,95	2
3	Rotevatn (Tjeldstø)	19	KN 718 259	6,13	2	6,20	2
4	Husvatn (Alvheim)	2	KN 706 251	6,27	2	7,00	2
5	Storavatn	9	KN 704 275	6,72	2	6,91	2
6	Stølevatnet (Nautnes)	1	KN 707 280	6,55	2	6,96	2
7	Hjelmevatnet	2	KN 715 306	6,06	2		
8	Dalsvatnet	10	KN 710 262	6,43	2	6,99	2
9	Trollevatnet	1	KN 708 298	6,91	2	7,30	2
10	Sturevatnet	8	KN 722 280	6,30	2	6,94	2
11	Stølevatnet	23	KN 732 223	6,40	2	6,79	1
12	Korevatn/Åmundsv.	10	KN 739 187	5,60	2	6,00	1
13	Hellevatnet	27	KN 741 207			6,14	2
14	Blomvatnet	17	KN 746 180	7,18	3	7,04	2
15	Ordalsvatnet *	22	KN 776 127	5,79	1	6,24	1
17	Nordlavatnet *	20	KN 779 115	6,74	2	6,77	2
18	Trondalsvatnet	20	KN 736 198			6,46	2
19	Musevatnet (Alvheim)	1	KN 704 250	6,33	3	7,08	2
20	Barbustokk	5	KN 713 256	5,67	2	6,22	2
21	Hjelmotjørn	25	KN 705 312	4,97	2	5,79	1
22	Austre Skardtjørn	10	KN 719 275	5,60	2	5,84	1
23	Vestre Skardtjørn	8	KN 718 274	5,66	2	5,99	1
24	Sørgarsvatn *	20	KN 776 108	7,05	2	7,15	2
25	Husvatn Tjeldstø	19	KN 722 252	6,86	2	6,83	2
28	Klesvatnet		KN 706 224			6,99	2
29	Røyrevatn (One)	20	KN 728 223	6,32	2		



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Øygarden 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. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989, 3=samlet inn 1993 av Rådgivende biologer, Johnsen og Bjørklund 1993, rapport 91. 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
20	Barbustokk	KN 713 256	1	3			G	10	S,Å	1	1,2
14	Blomvatn	KN 746 180	2	3			D	U	RB	1	2
8	Dalsvatn	KN 710 262	2	3			B	U	S,Å	1	1,2
	Heiavatn	KN 738 193	2	2			D	U	S,Å	1	2
7	Hjelmevatn	KN 715 306	1	2			U	U	S,Å	1	2
21	Hjelmotjørn	KN 705 312	2	2			D	U		1	2
25	Husvatn, Tjeldstø	KN 721 252	3	4			I	0		1	1
4	Husvatn, Alveim	KN 706 251	1	3			U	10	S,Å	1	1,2
28	Klesvatn	KN 706 224	5	5			U	U	S,Å	1	2
	Kollsnesvatn	KN 723 198	1	2			U	U	S,Å	1	2,3
	Midtvatn	KN 778 117	2	3			D	U	S,Å	1	2
19	Musevatn	KN 704 250	1	2			G	10	S,Å	1	1,2
17	Nordlavatn	KN 779 115	2	3			D	U	RB,S,Å	1	2
15	Ordalsvatn	KN 776 127	2	2			D	U	S,Å	1	2
3	Rotevatn	KN 718 259	3	4			D	0		1	1,2
22	Austre Skardtjørn	KN 719 275	2	3			B	U		1	1,2
23	Vestre Skardtjørn	KN 718 274	2	3			U	4	S,Å	1	1,2
1	Stegevikvatn	KN 777 103	1	2			U	U	S, Å	1	2
2	Steinsvatn	KN 735 186					U	U	S,Å	1	1,2
5	Storavatn	KN 704 275	2	3			D	10	S,Å	1	1,2
10	Sturevatn, Seløyini	KN 722 280	1	2			B	15	S,Å	1	1,2
11	Stølevatn, Oni	KN 732 223	3	4			U	U		1	3
6	Stølevatn	KN 707 288	2	3			D	U	S,Å	1	2
9	Trollevatn	KN 708 297	2	3			B	U	S,Å	1	2
18	Trondalsvatn	KN 736 199	5	5			U	U	S,Å	1	2
	Åmundsvatn	KN 739 188	2	2			D	U	S,Å	1	2