

Kalkingsplan for
Stord kommune
1995

RAPPORT

187



Rådgivende Biologer AS

Kalkingsplan for Stord kommune 1995



Geir Helge Johnsen
Steinar Kålås
&
Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 187, mai 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Stord kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Stord kommune. ved miljøvernrådsgjevar Oskar Ingebrigtsen, 5400 Stord.

OPPDRAGET GITT:

Februar 1995

ARBEIDET UTFØRT:

1995

RAPPORT DATO:

23.mai 1996

RAPPORT NR:

178

ANTALL SIDER:

33

ISBN NR:

ISBN 82-7658-101-3

RAPPORT SAMMENDRAG:

Stord kommune er i liten grad påvirket av sur nedbør, men områdene i nord og nord-øst er imidlertid moderat forsuret. Nord på Huglo er vannkvaliteten stabilt sur. Fire innsjøer med marginal vannkvalitet og sannsynlig truede fiskebestander er valgt ut som aktuelle kalkingsobjekter. Det gjelder Berrføtevatnet, Lomtjødn, Nedre Petarteigsvatnet og Ellingdalsvatnet. De to innsjøene i Dáfjordområdet er prioritert framfor innsjøene på Huglo på grunn av nærhet til befolkningskonsentrasjonene i kommunen.

EMNEORD:

- Forsuringstilstand
- Fiskestatus
- Kalkingsplan
- Stord 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 Stord 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 Stord kommune, og planen er en direkte oppfølging av "Vassdragskalking i Hordaland. Rammeplan 1995-2005" som ble utgitt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i 1994. Planen for Stord 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 Stord kommune. På grunnlag av den informasjon som her er framkommet, vil det være mulig å få offentlig tilskudd til prioriterte kalkingsprosjekter i Stord. 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 miljøvernrådgjevar Oskar Ingebrigtsen i Stord, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Stord kommune besørget organisering og lokal innsamling av omtrent 60 vannprøver våren og høsten 1995, samt samlet inn opplysninger om fiskestatus i kommunen. Alt materialet er bearbeidet og sammenstilt av Rådgivende Biologer as, mens fylkesmannens miljøvernavdeling har bidratt generelt ved både utforming og utarbeidelse av samtlige av de 29 foreliggende kommunale kalkingsplanene.

Følgende personer har bidratt ved innsamling av vannprøver:

Jørn Samuelsen, Vidar Lillevik, Hans N. Petterteig, Reidar Aksnes, Gisle Vik, John Bruntveit, Halfdan Wiik, Kjell Lønning, Andreas Hjartåker.

Følgende personer har bidratt med informasjon vedrørende fiskestatus i Stord kommune:

Arne Berger, Helje Hagestrøm, John Bruntveit, Arne Lysen, Ola Borrevik, Albert Eikeland.

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 miljøvernrådgiver Oskar Ingebrigtsen.

Rådgivende Biologer as. takker Stord kommune for oppdraget.

Høringsutkastet er datert: Bergen, 20.oktober 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 Stord i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsuringstruede områder	19
Aluminiumsinnhold i vassdragene	19
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	20
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	21
Status for innlandsfiskebestander	21
Status for anadrome bestander	23
Vurdering av forsuringstruede bestander	24
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	24
KALKINGSPLANLEGGING FOR STORD	25
Behov for kalking i Stord kommune	25
Forslag til prioritering	25
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	26
Hvor bør en overvåke	27
LITTERATURREFERANSER	28
VEDLEGGSTABELLER	29
Surhetsdata for Stord 1994	29
Kart over prøvetakingspunktene	31
Status for fiskebestandene	32



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Stord kommune i 1995	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Stord i 1995	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i i Tysenvatnet	17
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Stord i 1995	18
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Petarteigselva	22
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i innløpet til Hustredalsvatn	22
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i Krokattjørnrelva og Tyseelva	23
FIGUR 3.4: Fangst av fisk ved elektrofiske i Vatnaelva	23
FIGUR 3.5: Fangst av fisk ved elektrofiske i Ådlandsvassdraget	24

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	19
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen	19
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995	20
TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter	26
TABELL 4.2: Hydrologiske og morfologiske forhold	27



SAMMENDRAG

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

NATURGRUNNLAGET

Berggrunnen i Stord domineres av sedimentære og vulkanske bergarter som amfibolitt, leirskifer, grønnstein og kalkstein. I den nordlige og nordvestlige delen av kommunen dominerer imidlertid dypbergarter som gabbro og granitt, men med innslag av grønnstein og amfibolitt. Dette gir dårligere bufferkapasitet mot sure tilførsler. Det er lite løsmasser i kommunen, men i de laverliggende deler, spesielt i sørøst, kan det være en del marine avsetninger. På Huglo i øst dominerer også bergarter som er hardere enn bergartene på Stord

SURHET

Den største delen av Stord kommune er lite påvirket av sur nedbør. I disse områdene er berggrunnen dominert av kalkrik og lett forvitret berggrunn, og i tillegg er det noe løsmasseavsetninger i den sørlige delen av kommunen.

I de høyereliggende områdene i nord og nordøst, tyder imidlertid målingene på at dette området i dag bør vurderes som moderat forsuret. I vest mot den nordlige delen av Dåfjorden og i øst på den midtre delen av Huglo, er områdene også moderat forsuret. I alle 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 marginal for fisk.

Kun på den nordligste delen av Huglo er vannkvaliteten stabilt sur gjennom hele året.

FISK

I følge spørreundersøkelsene er 60% av innsjøene overbefolket eller har en god bestand av aure, 30% har en tynn bestand av aure og tilstanden er ukjent i 3 av de 42 innsjøene (vedleggstabell 2). Tettheten av fisk er uendret de siste årene i halvparten av innsjøene mens den har gått ned i 4 og er tapt i en. I 15 av de 42 omtalte innsjøene er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure.



FISKE

Det er organisert fiskekortsalg i Frugardselva/Ådlandsvassdraget. Sportsfiske har størst omfang i Ådlandsvassdraget og Storavatnet, men Stord jeger og fiskeforening har også endel aktiviteter i Hestatjødno og Mortjødno.

KALKING

Det har ikke pågått offentlig støttet kalking av vassdrag i Stord, men utløpet av Petarteigsvatnet er kalkpåvirket grunnet kalking av vann som går til et fiskeoppdrettsanlegg i nærheten.

Det er fire kalkingsaktuelle innsjøer i Stord kommune, - to på Huglo og to øst for Dåfjorden. Forsuring kan nemlig være en hovedgrunn til at fiskebestandene er tynne i følgende innsjøer: Berrføtevatnet, Lomtjødn, Nedre Petarteigsvatn og Ellingdalsvatnet. N.Petarteigsvatnet må eventuelt kalkes ved at Holmedalsvatnet øverst i vassdraget kalkes.

De to innsjøene i Dåfjordområdet vil være prioritert på grunn av nærheten til befolkningssentra. Kalking av innsjøene på Huglo må vurderes ut fra omfanget av lokal bruk, og dette er ikke kjent.

Før en eventuelt iverksetter kalking, bør fiskestatus undersøkes i de aktuelle innsjøene. Det kan også være nyttig å følge tilstanden i innsjøene i nord på grensen til Fitjar.



1. Surhet i vassdrag og vilkår for kalking

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

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

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

- 1) **Naturgrunnet**, - 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.

NATURGRUNNET I STORD

Berggrunnen i Stord domineres av sedimentære og vulkanske bergarter som amfibolitt, leirskifer, grønnstein og kalkstein. I den nordlige og nordvestlige delen av kommunen dominerer imidlertid dypbergarter som gabbro og granitt, men med innslag av grønnstein og amfibolitt. Dette gir dårligere bufferkapasitet mot sure tilførsler. Det er lite løsmasser i kommunen, men i de laverliggende deler, spesielt i sørøst, kan det være en del marine avsetninger. På Huglo i øst dominerer også bergarter som er hardere enn bergartene på Stord.



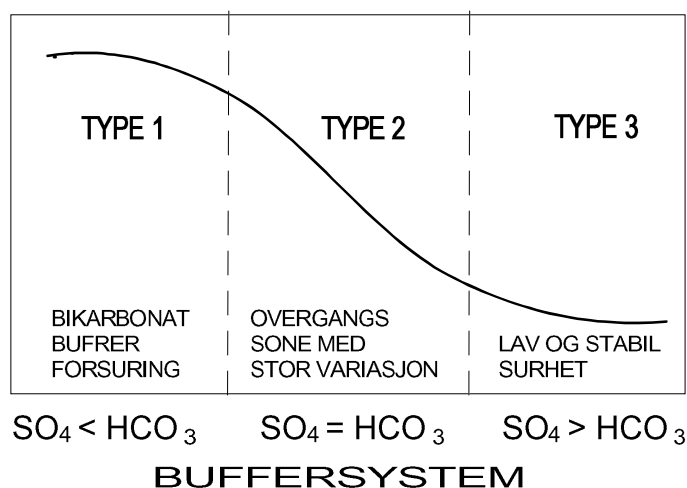
Berggrunn, jordsmonn, løsmasseavsetninger og marine avsetninger har avgjørende betydning for vannkvaliteten i et vassdrag. Etersom lite av nedbøren faller direkte i vassdragene, vil det meste renne via jordsmonnet i nedslagsfeltet, der kjemisk forvitring og ionebytting derfor er viktige prosesser som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

De sedimentære og vulkanske bergartene, som dominerer berggrunnen i Stord, er lett forvitrerlige og har et høyt innhold av basekationer. Vannkvaliteten i disse områdene vil derfor være relativ god ettersom tålegrensen for sure tilførsler er høy. I den nordlige og nordvestlige delen av kommunen dominerer imidlertid dypbergarter som gabbro og granitt, men med innslag av grønnstein og amfibolitt. Spesielt granitt, men også gabbro, er tyngre løselige og mere fattige på basekationer enn bergartene sør i kommunen. Dette finnes spesielt i et område like øst for den nordlige greinen av Dåfjorden. Vannkvaliteten i nord og nordvest vil derfor ha en dårligere evne til å motstå sure tilførsler enn vassdragene i sør.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Stord, 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.

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 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).

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

De høyereliggende delene i Stord kommune har mere nedbør enn de lavereliggende. Årlig middelavrenning varierer fra 40 liter pr. sekund pr. km² i de lavereliggende deler til 75 liter pr. sekund pr. km² i de høyereliggende deler i kommunen (NVE 1987). Våtavsetningen av forsurende stoffer i Stord er derfor større i de høytliggende enn i de lavereliggende områdene.

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 fraktes med seg hydrogenioner og aluminium i stedet, slik at avrenningsvannet i slike områder blir enda surere og i tillegg får et høyt innhold av aluminium.

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

SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Stord 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; Krogglund mfl. 1993).

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

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

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

ALUMINIUM I BLANDSONER

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

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

- der sure sideelver møter større vassdrag med bedre vannkvalitet,
- der kalkede vassdragsdeler møter sure og ukalkede greiner,
- ved utslipp fra kraftverk

i oppdrettsanlegg der en foretar en behandling av det sure råvannet før det slippes til fiskene,- men uten at vannet får modnet slik at aluminiumskompleksene har fått stabilisert seg.



TÅLEGRENSER OG SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET

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

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

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

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

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

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



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

KALKING OG KALKINGSKRITERIER

Sur nedbør er hovedårsaken til den forsuringsspross landet vårt har opplevd. Den industrielle revolusjon førte til en kraftig økning i utslipp av svovel- og nitrogenforbindelser fra ulike menneskelige aktiviteter som industri, kraftproduksjon og samferdsel, og allerede før århundreskiftet gav dette seg utslag på Sørlandet, men også de 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 FORSURINGSTRUEDE ORGANISMER
- Å LEGGE TIL RETTE FOR FRITIDSFISKE I FORSURINGSRAMMETE OMRÅDER.

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

PRIORITERING AV OFFENTLIGE KALKINGSMIDLER

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

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

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.

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 forsurede 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		

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 alking av innsjøer som ligger langs vei, og elvealking med doseringsanlegg er mer kostbare enn innsjøalking der en kan spre kalken ut i en enklere operasjon. Alking 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 alking av en truet lakse-bestand gir mer "nytte" enn alking av en truet sjøaure-bestand, som gir mer "nytte" enn alking 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 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

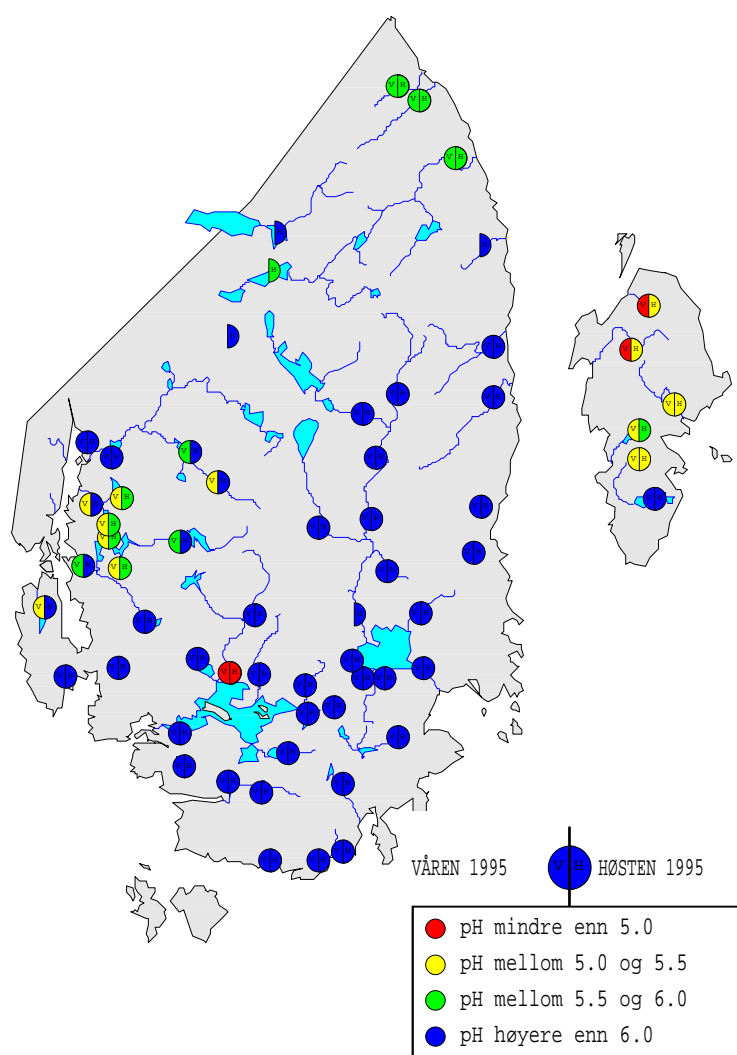
Kalking er et egnet virkemiddel der forsuring er årsaken til reduksjonene i fiskebestandene. I de innsjøer der også andre forhold skaper problemer for fiskebestandene, vil ikke kalking nødvendigvis være løsningen. I mange innsjøsystem kan det være oppvandringshindre som demninger eller veibygging, som 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 Stord kommune

I størstedelen av Stord kommune var vassdragene lite sure ved prøvetakingene våren og høsten 1995, med målte pH-verdier over 6,0 (figur 2.1). Bare i tre mindre områder ble det registrert noe lavere pH. Surest var det på den nordlige delen av Huglo, der det ble målt med pH rundt 4,9 i både Stemmevatnet og Berrføtevatnet ved prøvetakingen våren 1995 (vedleggstabell 1). Kiselvo nedstrøms gruveuttaket var også meget sur og hadde pH helt nede i 3,96 våren 1995. Denne målingen er imidlertid et lokalt fenomen og skyldes avrenning fra kisgruven oppstrøms prøvetakingslokaliteten; ovenfor gruven var pH på 6,92 på samme tidspunkt. Også vest i kommunen rundt den nordlige delen av Dåfjorden og helt nordøst i kommunen ble det registrert noe lavere pH-verdier.

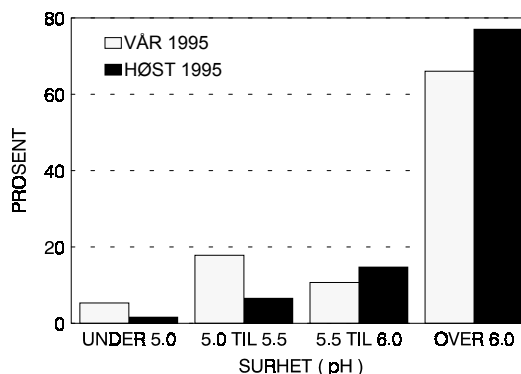


FIGUR 2.1: Surhetsmålinger fra Stord kommune i 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 56 prøver våren 1995 og 61 prøver høsten 1995. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernrådjevar Oskar Ingebrigtsen.



Omtrent 70 % av prøvetakingsstedene hadde pH-verdier over 6.0 ved prøvetakingene i forbindelse med denne undersøkelsen, og rundt 15% hadde pH-verdier mellom 5,5 og 6,0 (figur 2.2).

FIGUR 2.2: Fordeling av surhet på de 56 - og 61 stedene i Stord som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1995 (se kartet i figur 2.1).

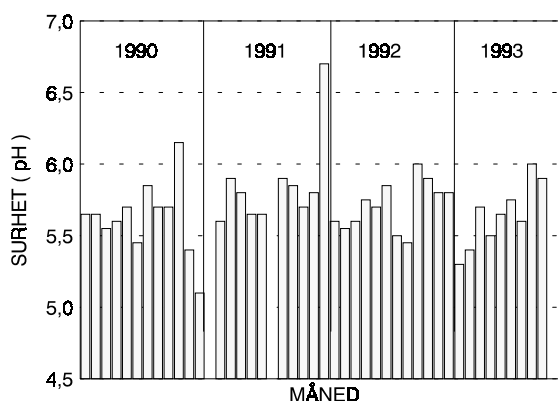


VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

På Stord viser årsvariasjonen i surhet i vassdragene et mønster som er vanlig i kystkommunene i Hordaland, der en de siste årene har hatt de sureste periodene på vinteren (figur 2.3). De beste periodene har vært på sommeren og høsten. I denne kommunen har vi imidlertid bare ett godt eksempel på årsvariasjon fra en innsjø, Tysenvatnet (figur 2.3).

Tysenvatnet, som er vannkilde for Stord vannverk, har relativt lav og variabel pH gjennom året. Det er likevel ikke observert pH-verdier under 5,0 i innsjøen i perioden 1990 til 1993 (figur 2.3). Surheten varierer fordi det fremdeles er noe bufferkapasitet igjen i området, men innsjøen ligger på grensen til å ha perioder da surhetsnivået kan komme så lavt at forholdene kan bli problematiske for fisk. Det er ikke kjent noen målinger som ligger lavere enn 5,15 i dette området, slik at i disse mest høytliggende fjellområdene nord og øst i kommunen er vassdragene moderat sure.

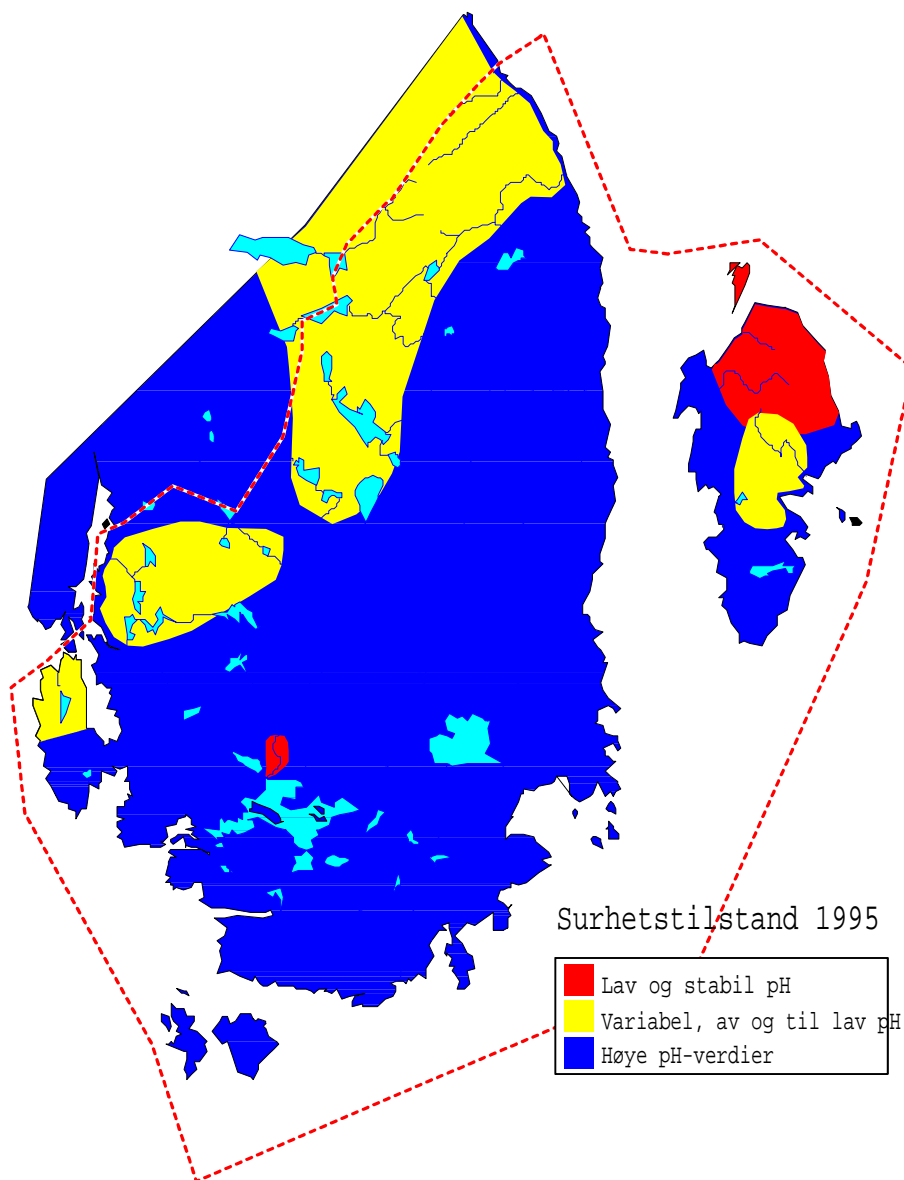
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i Tysenvatnet på Stord. Innsjøen har moderat variasjon i surhet gjennom året (buffersystem type 2). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet for Ytre Sunnhordaland på råvann fra drikkevannskilden.



Området i vest, rundt den nordlige delen av Dåfjorden, er også moderat surt. Det finnes ingen målinger gjennom året fra dette området, men vi målte lavere pH der enn i området rundt Tysenvatnet ved prøvetakingen i 1995. Derfor kan en anta at forsureningen er kommet noe lengre rundt Dåfjorden enn rundt Tysenvatnet. Dåfjorden-området må betraktes som moderat surt, med store variasjoner i pH gjennom året og med perioder med en slik vannkvalitet at fisken kan få problemer. Et annet argument er at berggrunnen i dette området er lik berggrunnen like vest for Dåfjorden, i Fitjar. I drikkevannskilden Stokkavatnet, som ligger i dette området i Fitjar, lå de registrerte pH-målingene i 1992 og 1993 mellom 4,8 og 5,4.



På Huglo, øst i kommunen, finnes det heller ikke målinger fra flere tidspunkt gjennom året. Nord på Huglo målte vi imidlertid de laveste pH-verdiene i kommunen både ved vår- og høstprøvetakingene, og vi antar derfor at vassdragene på den nordligste delen av Huglo er stabilt sure gjennom året. Litt lenger sør vil vassdragene trolig være moderat sure, med større pH-variasjon gjennom året, men med perioder da vannkvaliteten kan bli problematisk for fisk. Lengst sør på Huglo er imidlertid vannkvaliteten god og vassdragene lite sure.



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



OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

Den største delen av Stord kommune er lite sur. I disse områdene er berggrunnen dominert av kalkrik og lett forvitret berggrunn, og i tillegg er det noe løsmasseavsetninger i den sørlige delen av kommunen. I de høyereliggende områdene i nord og nordøst, tyder imidlertid målingene på at dette området i dag bør vurderes som moderat forsuret. Det er også et par mindre områder; i vest mot den nordlige delen av Dåfjorden og i øst på den midtre delen av Huglo, som er moderat surt. 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 marginal for fisk. Kun et lite område på den nordligste delen av Huglo, er så sterkt surt at vannkvaliteten er stabilt sur gjennom hele året (figur 2.4).

Av kommunens totalareal er det bare i underkant av 3 % som er sterkt preget av forsuring (tabell 2.1). 22 % er moderat sure, mens hele 75 % av kommunens arealer ikke har vassdrag som er vesentlig påvirket av den sure nedbøren.

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
144 km ²	109 km ²	31 km ²	4 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 Stord 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: 31km ²	65	5,3	2,9	190
Sterkt forsuret: 4 km ²	50	5,0	4,0	25

ALUMINIUMSINNHOOLD I VASSDRAGENE

Innholdet av aluminium er undersøkt i Petarteigselva som ligger i området som er moderat surt, og i Frugårdselva i et område som er lite surt. Innholdet av labilt aluminium var ikke ekstremt høyt ved prøvetakingen i noen av disse elvene, men var høyest i Petarteigselva i det moderat forsurrede området. Mengden reaktivt aluminium var imidlertid så høyt i Petarteigselva at det kan medføre skader på fisk dersom en i perioder 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.

I en tidligere undersøkelse ble også den høyeste konsentrasjonen av labilt aluminium målt i det moderat sure området vest i kommunen, i Nedre Petarteigsvatn (Bjerknes mfl. 1988). De fant også at innholdet av reaktivt aluminium var høyt hovedsakelig i de områdene i kommunen vi betrakter som moderat forsuret, mens innholdet av reaktivt aluminium var lavt i området som er lite påvirket av sur nedbør.



TABELL 2.3: Surhet, fargetall og innhold av aluminium i to vannprøver fra Stord kommune. Prøvene er tatt 8. mai 1995 av miljøvernrådgjevar Oskar Ingebrigtsen 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
Frugårdselv (9)	6,66	15	35	25	10
Petarteigelv (42)	5,35	28	100	70	30

SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I VASSDRAGENE

Vassdragenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble også undersøkt i i Petarteigselva og i Frugårdselva. Ved prøvetakingen våren 1995 var ANC god i begge de to undersøkte vassdragene, med verdier på henholdsvis 110 : ekv/l og 21 : ekv/l i Frugårdselva og Petarteigselva (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 kan få problemer når den er under 0.

Imidlertid var alkaliteten i Petarteigselva lav (tabell 2.4), og denne elven er derfor meget følsom for ytterligere forsurening i perioder med store mengder sure tilførsler eller stor sjøsaltpåvirkning. I slike perioder er det derfor sansynlig at elven kan ha en adskillig dårligere vannkvalitet. I Frugårdselva derimot var alkaliteten relativt god og denne elven er derfor i stand til å motvirke store endringer i vannkvaliteten ved store mengder sure tilførsler. En av grunnene til den høye ANC-verdien i Frugårdselva er påvirkningen fra landbruk og bebyggelse.

TABELL 2.4: Vannkjemiske målinger og beregnede ANC-verdier fra Stord kommune. Prøvene er samlet inn 8. mai 1995 av miljøvernrådgjevar Oskar Ingebrigtsen i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium. Lokalitetsnummeret står i parentes, og er i henhold til nummereringen i vedleggskartet bak i rapporten.

Sted	Alkalitet mmol/l	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ : g N/l	ANC : ekv/l
Frugårdselv (9)	0,07	3,08	0,69	0,44	6,09	9,6	4,31	210	110
Petarteigelv (42)	< 0,02	1,10	0,56	0,32	6,23	10,5	2,66	85	21



3: Biologisk tilstand i Stord i 1995

STATUS INNLANDSFISKEBESTANDER

Stord kommune har 156 innsjøer med et samlet areal på 6,19 km². De fleste er små men 19 er større enn 50 da (Nordland 1983). Fiskestatusen i 42 innsjøer på Stord er kartlagt gjennom spørreundersøkelser utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 og fulgt opp av Rådgivende Biologer i 1995 (vedleggstabell 2). Fra innsjøene er det rapportert om aure og ål, men trepigga stingsild, nipigga stingsild og gjedde finnes også i kommunen (Lura & Kålås 1994). Stingsild og ål finnes trolig i alle lavereliggene innsjøer i kommunen. Røye er observert i Ådlandsvassdraget, men har trolig ikke etablert seg.

I følge spørreundersøkelsene er 25 innsjøer overbefolket eller har en god bestand av aure, 13 har en tynn bestand av aure og tilstanden er ukjent i 3 innsjøer (vedleggstabell 2). Tettheten av fisk er uendret i 20 innsjøer, økt i 2, den har gått ned i 4 og er tapt i en. I 15 innsjøer er det ikke kjent om det har skjedd endringer i tettheten av aure. Tilstanden til disse bestandene er ikke kjent.

Det er gode eller brukbare gyteforhold for aure i de fleste innsjøene som er med i spørreundersøkelsene (vedleggstabell 2). Bare i en innsjø er det kjent at det mangler gytemuligheter.

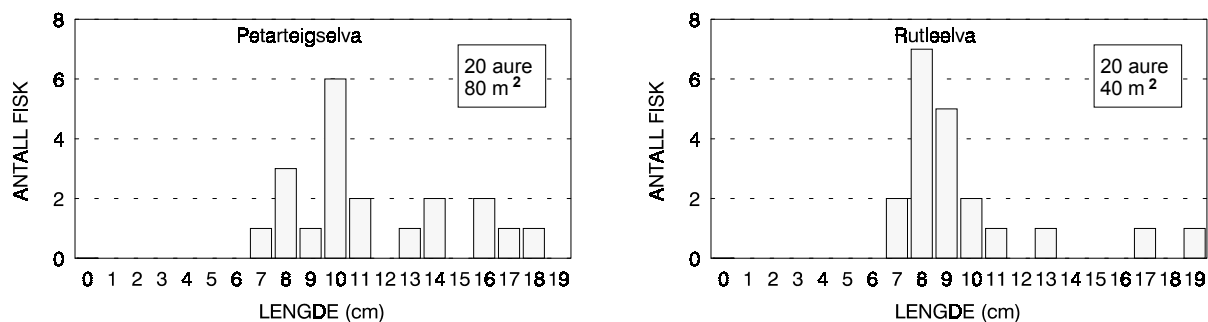
Utfiske for å forbedre kvaliteten på fiskebestanden er prøvd i flere vann. I Budalsvatnet og Tausatjødnø har utfiske vært foretatt. Nå blir de på tilsvarende måte fisket ut i Hovtrongsvatnet, Tysevatnet, Aravatnet og Storavatnet. Arbeidet skjer i regi av Stord Jeger og Fiskeforening.

Det er organisert fiskekortsalg i Frugardselva/Ådlandsvassdraget. Sportsfiske har størst omfang i Ådlandsvassdraget og Storavatnet, men Stord jeger og fiskeforening har også endel aktiviteter i Hestatjødnø og Mortjødnø (vedleggstabell 2).

Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Stord kommune ble flere vassdrag i kommunen undersøkt ved elektrofiske 24. mai 1995. Følgende lokaliteter ble undersøkt:

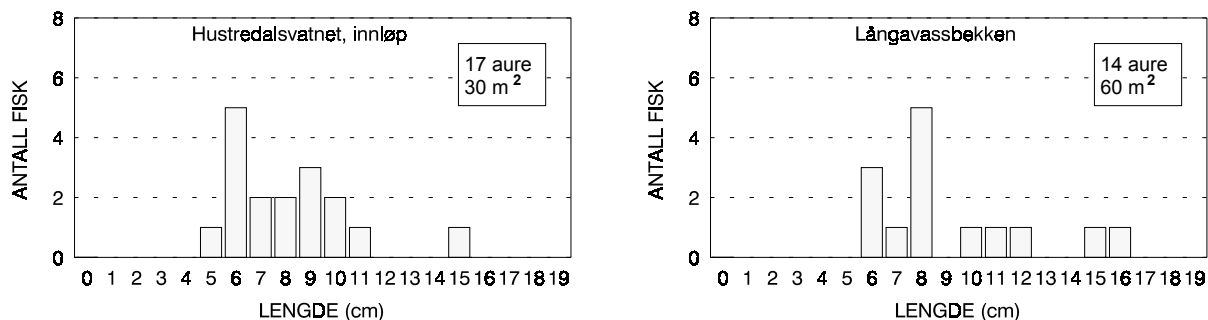
- Petarteigselva (utm KM 962 359)
- Rutleelva (utm KM 961 359)
- Hustredalsvatn (utm KM 982 339)
- Ovenfor samløpet mellom Djupedalselva og Kroktjørnrelva (utm KM 993 305)
- Långavassbekken (utm KM 961 376)
- Kroktjørnrelva (utm KM 992 305)
- Tyseelva v/utløp Sagneset (utm LM 033 345)
- Vatnaelva (utm LM 022 347)

Årsyngel er ikke tatt med i figurene.



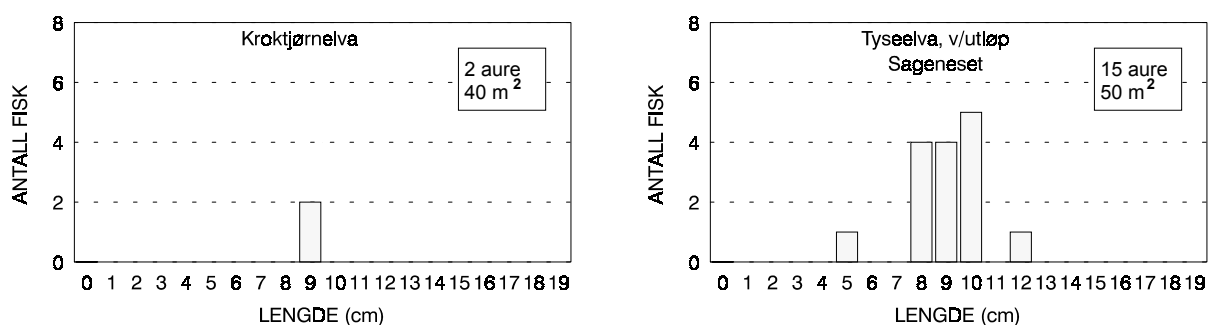
FIGUR 3.1: Fangst av aure ved elektrofiske i Petarteigselva (utm KM 962 359) og Rutleelva (utm KM 961 359) 24.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figurene. Fire aure større enn 20 cm ble fanget i Petarteigselva.

Et område i utløpet fra Petarteigsvatnet like før samsløp med Rutleelva og et område i Rutleelva like før samsløp med Petarteigselva ble overfisket (figur 3.1). Begge elvene hadde gode forhold for fisk. Utløpsbekken fra Petarteigsvatnet er litt grov, mens Rutleelva er roligere, har finere bunn og gode gyteforhold. Det var høy tetthet av fisk i begge bekkene og det ble observert årsyngel begge steder. Utløpet fra Petarteigsvatnet er kalkpåvirket grunnet kalking av vann som går til et fiskeoppdrettsanlegg i nærheten.



FIGUR 3.2: Fangst av aure ved elektrofiske i innløpet til Hustredalsvatn (utm KM 982 339) og Långavassbekken (utm KM 961 376) 24.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figurene. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

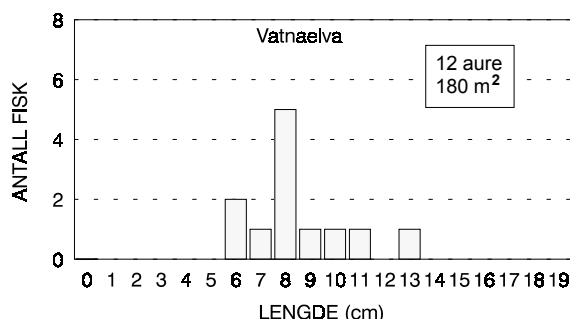
Innløpsbekken til Hustredalsvatn er en rolig, grunn bekk med grusbunn som skulle være ideell for gyting. Det ble observert mye årsyngel og tettheten av større aureunger var også høy (figur 3.2). Långavassbekken er en svært grov og sleip elv. Tettheten av aure var middels høy og det ble observert årsyngel. Alle forventede størrelsesklasser av aure ble funnet (figur 3.2).



FIGUR 3.3: Fangst av aure ved elektrofiske i Kroktjørnelva (utm KM 992 305) og Tyseelva v/utløp Sageneset (utm LM 033 345) 24.mai 1995. Årsyngel er ikke med i figurene. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

To områder like ovenfor samløpet mellom Djupedalselva og Kroktjørnelva (UTM KM 993 305) ble undersøkt. Djupedalselva har grus-/steinbunn, og er en grunn og rolig bekk. Tross stor fiskeinnsats ble det kun fanget en aure årsyngel og en ål, nederst i elven. Denne elven er rapportert å være sterkt utsatt for geologisk forurensning. Kroktjørnelva (utm KM 992 305) ble fisket i sin helhet fra Kroktjørna til samløpet med Djupedalselva (ca 50m). Denne elven er grovere og dypere, kraftig begrodd av grønske. Vi fikk kun to aure, og observerte noen få årsyngel av aure (figur 3.3). Det ble også fanget ål og frosk i denne elven.

Et område av Tyseelva ved innløpet til Ådlandsvatnet ble overfisket (figur 3.3). Denne elven var rolig og hadde fin grusbunn. Det ble observert mye årsyngel i elven og fanget en del større aureunger (figur 3.3). Det ble også fanget stingsild og ål i elven.



FIGUR 3.4: Fangst av aure ved elektrofiske i Vatnaelva (utm LM 022 347) 24/5-95. Årsyngel er ikke med i figurene. Ingen fisk større enn 20 cm ble fanget.

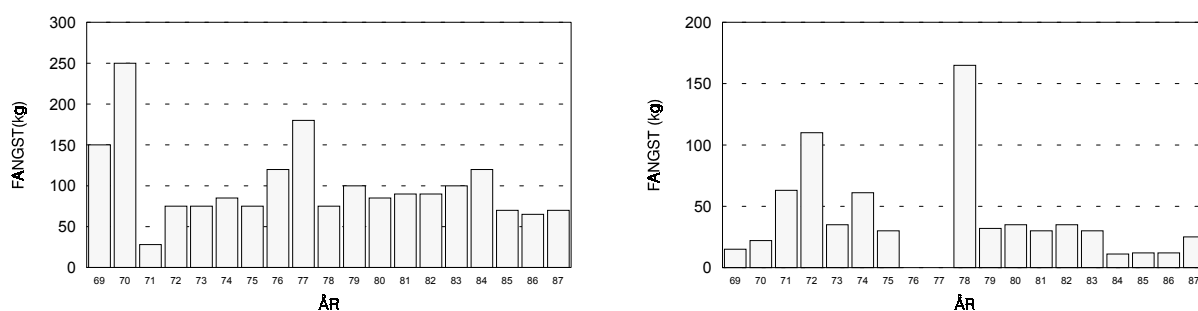
Vatnaelva er den største elven som renner inn i Ådlandsvatnet. Den er 3-12 m bred og er opptil 1 m dyp. Elven har store partier med gode gyteforhold. Ved elektrofiske ble det observert store mengder årsyngel og det ble fanget noen større aureunger (figur 3.4). Det ble også fanget en lakseunge på 11,1cm.

STATUS ANADROME BESTANDER

Frugardselva (Ådlandsvassdraget) er det klart største vassdraget i Stord kommune som er laks- og sjøaure-førende. Dette er også det eneste vassdraget i kommunen som årlig har registrert fangster og rapportert disse i den offisielle Norske laksestatistikken. I følge denne statistikken har fangstene av sjøaure vært relativt stabile i perioden 1969 til 1987. Fangstene av laks har vært lave i samme perioden med innslag av enkelte gode år der fangstene av laks har vært høyere enn fangstene av sjøaure. Fangststatistikk for Ådlandsvassdraget mangler for årene etter 1987 (figur 3.5), men fangstene har vært lave også etter dette. Laksen har vært fredet siden 1993.



Vatnaelva har noen av de viktigste gyteområdene for anadrom fisk i Ådlandsvassdraget. Under et elektrofiske i september 1989 i regi av miljøvernavdelinga (Vasshaug og Grøndahl 1990) i Hordaland ble det funnet omlag like mengder laks og aure i elven. Ved elektrofiske i forbindelse med denne kalkingsplanen ble det kun funnet en laks på et område på 180 m² (figur 3.4). Dette indikerer at tettheten av laks er redusert, men grundigere undersøkelser må utføres for å bekrefte dette.



FIGUR 3.5: Fangst av sjøaure (venstre) og laks (høyre) fra Ådlandsvassdraget. Data er hentet fra den norske offisielle fangststatistikken, der opplysninger mangler for årene etter 1987. For laks mangler verdier for 1976 og 1977.

Mindre elver med oppvandringsmuligheter for anadrom fisk, som for eksempel Petarteigselva, har også små bestander av sjøaure. I Petarteigselva var tilstanden god da den ble undersøkt i forbindelse med arbeidet med denne kalkingsplanen. I flere andre mindre elver i Dåfjorden skal det også være bestander av sjøaure. I elven fra Kvernattjørn ble det under et elektrofiske i 1982 også funnet en del lakseyngel. Tilstanden i denne elven er nå dårlig.

VURDERING AV FORSURINGSTRUEDE BESTANDER

Spørreundersøkelsen om tilstanden til fiskebestander i Stord kommune påviste flere innsjøer der tettheten av fisk er lav. Noen av disse innsjøene er sure deler av eller hele året. Dette gjelder for eksempel Berrføtevatnet, Lomtjødn, Nedre Petarteigsvatn og Ellingdalsvatnet. Forsuring kan være en av grunnene til at disse bestandene er tynne. Fiskebestanden i Svartavatnet er tapt, men dette skyldes trolig manglende gytemuligheter.

Runden med elektrofiske i lavereliggende deler av kommunen påviste ikke skader på fiskebestander som skyldes forsuring.

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 Stord

BEHOV FOR KALKING I STORD

Det har ikke pågått offentlig støttet kalking av vassdrag i Stord, men det hevdes at utløpet av Petarteigsvatnet er kalkpåvirket grunnet kalking av vann som går til et fiskeoppdrettsanlegg i nærheten. Innsjøen selv virker ikke kalket i følge de målingene som er foretatt.

Ut fra resultatene som er sammenstilt i denne undersøkelsen, er det fire kalkingsaktuelle innsjøer i Stord kommune,- to på Huglo og to øst for Dåfjorden. Forsuring kan nemlig være en hovedgrunn til at fiskebestandene er tynne i følgende innsjøer: Berrføtevatnet, Lomtjødn, Nedre Petarteigsvatn og Ellingdalsvatnet. I de to siste er det dessuten oppgitt å være dårlige gyteforhold, slik at dette kan være en medvirkende faktor. Fiskebestanden i Svartavatnet er tapt, men dette skyldes trolig manglende gytemuligheter.

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 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

I Stord vil kalking av de to innsjøene i Dåfjordområdet være prioritert på grunn av nærheten til befolkningssentra. Kalking av innsjøene på Huglo må vurderes ut fra omfanget av lokal bruk, og dette er ikke kjent. (tabell 4.1).



TABELL 4.1: Prioritering av kalkingsprosjekter i Stord med oversikt over prioriteringsgrunnlaget. SURHETSSTATUS er klassifisert som 1=stabilisert 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.
Berrføtevattnet (62)	Nei	1	1	4	2	Nei	3	2
Ellingdalsvatnet (47)	Nei	2	1	3	2	Ja 1&2)	3	1
Lomtjødnno (59)	Nei	2	1	4	2	Nei	2	2
N.Petarteigsvatn (45)	Nei	2	1	3	2	Ja 3)	4	3

- 1) Ligger i Holmedalseheiane, Verneverdig område Stord 21-0
 2) Renner inn i Petarteigen, Verneverdig område Stord 17-0
 3) Ligger i Petarteigen, Verneverdig område Stord 17-0

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

Alle de fire utvalgte aktuelle kalkingslokalitetene er relativt små med dertil lite vannvolum. Med en relativt god tilrenning, har disse innsjøene sannsynligvis en vannutskifting på i størrelsesorden 5 ganger årlig. (tabell 4.2). Petarteigsvatnet har imidlertid så stort nedslagsfelt at vannutskiftingen blir altfor stort til at kalking er mulig. Kalking her må eventuelt gjennomføres øverst i vassdraget i Holmedalsvatnet. Dette dekker opp omtrent halvparten av nedslagsfeltet til nedre Petarteigsvatnet.

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. m ³ / år	Kalkbehov tonn
Berrføtevatnet	0,02	7	0,14	0,32	55	0,56	2 / 1,7
Ellingdalsvatnet	0,04	7	0,28	1,25	45	1,77	6 / 5,3
Lomtjødno	0,01	5	0,05	0,13	55	0,23	1 / 0,7
Holmedalsvatnet	0,16	7	1,12	2,00	45	2,84	11,5 / 9,3

HVOR BØR EN OVERVÅKE

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

I Stord kommune kan innsjøene i nord, på grensen til Fitjar, være mulige slike overvåkingsobjekt. Nærmere utvalg av slike innsjøer bør foretas lokalt.



LITTERATURREFERANSER

- BJØRKLUND, A., G.H.JOHNSEN, A.KAMBESTAD & Å.ÅTLAND 1992. Vannkvalitet og vannforsyning. Konsekvensutredninger for Saudautbyggingen. Rådgivende Biologer rapport nr. 72, 228 sider.
- EIDNES, T., G.H.JOHNSEN & E.WAATEVIK 1987. Kartlegging av innsjølokaliteter i Sunnhordland og i "Bergens-regionen" med hensyn på egnethet for oppdrett av laksesmolt i mær. NIVA-rapport nr 1986, 130 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 miljøvernavdeling, ikke ferdigstilt ennå.
- KROGLUND, F., M. BERNTSSEN, Å. ÅTLAND & B.O. ROSSELAND. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso, Hordaland, 1993. NIVA-rapport Inr. 2947.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. NIVA-rapport nr O-89185-2.
- LURA, H. & S. KÁLÁS. 1994. Ferskvassfiskane si utbreiing i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland. Zoologisk museum, Universitetet i Bergen. 59 sider.
- MASON, C.F. 1991. Biology of fresh water pollution. Longman Scientific & Technical, N.Y. 351 sider.
- NORDLAND, J. 1983. Ferskvassfiskeresursane i Hordaland. A.s. Centraltrykkeriet Bergen. 272 sider.
- NVE 1987. Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.
- ROSSELAND, B.O., P.JACOBSEN & M.GRANDE 1992. Miljørelaterte tilstander. Side 279-287 i: T.T.Poppe (red.): Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg Forlag, 422 sider
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.OUGHTON, B.SALBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992. The mixing zone between limed and acid waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environmental pollutin: 78.
- VASSHAUG, Ø. & H. GRØNDAHL. 1990. Overvåking av lakseparasitten Gyrodactilus salaris i Hordaland fylke i 1989. Fylkesmannen i Hordaland, rapport nr. 3/90. 80 sider.
- WRIGHT, R.F. 1994. Bruk av dynamiske modeller for vurdering av vann- og jordforsuring som følge av redusert tilførsel av sur nedbør. NIVA-rapport 3148, 13 sider, ISBN 82-577-2622-2



5: Vedleggstabeller over enkeltresultatene

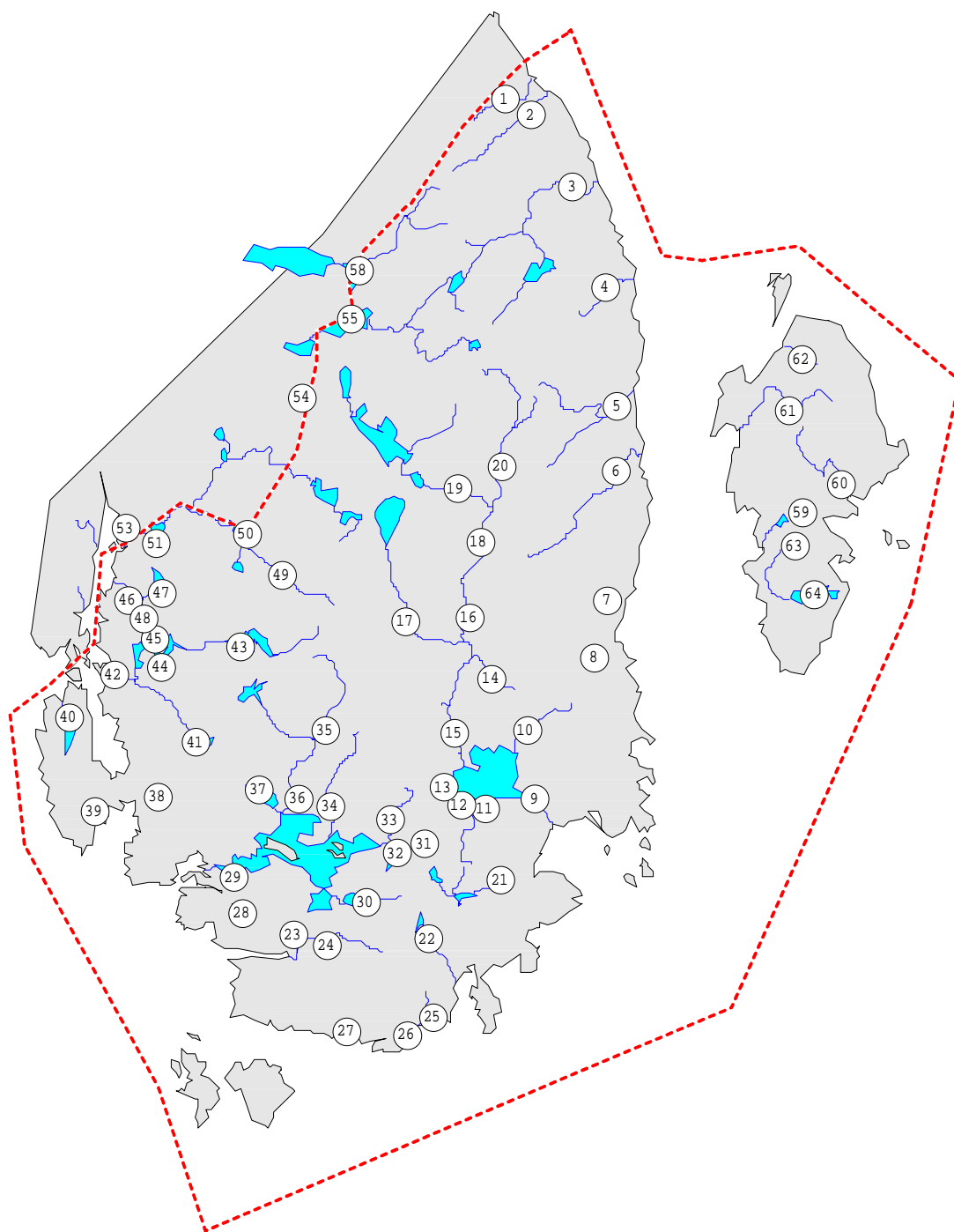
VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Stord kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende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

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	25.-26.2.95		26.-27.8.95	
				pH	LED	pH	LED
1	Tverrelva	120	LM 037 472	5,82	79	5,88	35,3
2	Mehammerelva	120	LM 037 469	5,81	77,5	5,94	24,8
3	Børtveitelva	120	LM 038 453	5,81	80,8	5,97	93,1
4	Klokaholbekken	100	LM 052 437			6,10	72
5	Agdesteinselvo	60	LM 049 409	6,76	82,5	6,63	73
6	Grovaelva	60	LM 049 394	7,06	93,4	7,05	126,1
7	Kvernanesbekken	60	LM 048 378	7,57	145,5	7,40	184,7
8	Rommetveitbekken	5	LM 049 365	7,65	164,0	7,00	294
9	Utløp Ådlandsv.	5	LM 034 336	7,06	136,5	7,18	107
10	Tysebekken v/Rv 1	20	LM 033 347	6,88	154	6,70	212
11	Lønningsbekken v/Ådlandsv.	6	LM 026 336	7,57	205	7,46	313
12	Stuabekken ----- "-----"	6	LM 023 336	8,10	307	7,80	568
13	Kannel.bekken -----"-----"	20	LM 021 339	7,57	209	7,08	329
14	Rongabekken	90	LM 026 362	6,91	154,8	7,22	223
15	Vatnaelvo v/brua	10	LM 022 350			6,88	95,8
16	Presthaugsbekken v/Vad	90	LM 026 365	7,53	150,4	7,20	198
17	Vatnadalselvo - Ø.Økl.	90	LM 014 369	6,76	90,6	6,54	89
18	Vadelvo v. Lundseter	200	LM 028 388	6,43	87,2	6,53	82,1
19	Tyseskardbekk v/Kr.st.	200	LM 023 396	6,34	93,7	6,44	59,8
20	Lundarstølsbekken	200	LM 031 395	6,74	90,2	6,53	49,1
21	Bekk mellom Tveitav. Stemmo v/rør	40	LM 028 319	7,27	236	7,11	276
22	Skiphaugsvatnet, utos	25	LM 015 311	6,64	135,6	6,69	135,4
23	Kroktjødno, utos	6	KM 991 306	7,24	213	7,14	246
24	Djupadalsbekken	20	LM 000 304	6,15	245	7,04	416
25	Hornelandsbekken v/Sæbø	1	LM 015 292	6,70	208	7,14	267
26	Hornelandsbekken v/Alnavåg	0,5	LM 014 291	7,23	230	6,95	399
27	Byrkjelandb. n/side Tømervikv.		LM 003 297	7,16	239	7,55	324
28	Nestjødno utos	9	KM 980 315	7,55	237	7,16	233
29	Sagvågvasdr./Storavatnet	9	KM 977 323	6,97	213	7,00	184
30	Røyrtjødno		LM 002 316	7,42	148	7,31	162



VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Stord kommune. Prøvetakingsstedets nummer henviser til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Ledningsevne er oppgitt i : S/cm. Analysene er utført av Rådgivende Biologer as. * = prøven er tatt 12.9.95.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	25.-26.2.95		26.-27.8.95	
				pH	LED	pH	LED
31	Hestatjødno	23	LM 014 238	6,97	137	6,80	170,5
32	Mortjødno	22	LM 011 327	7,09	127	7,09	150,8
33	Kannalønningsbekken		LM 010 330	6,60	110	6,93	157,8
34	Daleelvo/ Ulvatjødno		KM 997 333	7,20	93	7,22	133,4
35	Kiselvo I - Dalskardsv.		KM 994 343	6,92	105	6,82	95
36	Kiselvo II - Vaskeripl.		KM 991 335	3,96	345	4,25	291
37	Hustrudselvo	11	KM 989 333	6,86	132	6,88	146,8
38	Dyvikbekken		KM 963 337	6,78	126	7,25	133,6
39	Stokktjødno		KM 953 333	6,37	105	6,60	136,4
40	Prestkonevatnet	30	KM 948 352	5,48	88	6,11	131,6
41	Rutletjødno/Rutleelvo	51	KM 973 347	6,44	95	6,56	104,6
42	Petarteigselva	3	KM 961 359	5,53	69	6,48	85,7
43	Holmedalsvatn	161	KM 979 366	5,52	67	6,27	81,7
44	Øvre Petarteigsvatn	42	KM 963 364	5,35	63	5,87	73,8
45	Nedre Petarteigsvatn	40	KM 962 361	5,33	63	5,93	79,4
46	Longavassbekken	38	KM 962 375	5,30	67	6,02	53,8
47	Ellingsdalsvatn, utløpsosen	69	KM 965 377	5,24	62	5,80	43,0
48	Longavatn, utløpsosen	40	KM 962 372	5,32	73	5,92	52,2
49	Barlindedalsvatnet	240	KM 988 380	5,30	69	6,58*	93
50	Mørkavatnet	165	KM 980 389	5,78	58	6,40*	67
51	Stemmetjødno	50	KM 965 388	6,12	50	6,75*	87,7
53	Tinnselva	0	KM 961 388	6,17	52	7,08*	68,5
54	Gavlavatnet	300	KM 991 413			6,45	23,3
55	Inste Sørlivatnet	260	KM 997 426			5,81	38,8
58	Kongsskogvatnet	300	LM 001 439			6,01	20,8
59	Lommatjødno	50	LM 089 393	5,21	59	5,56	35,0
60	Brandvikebekken	50	LM 090 392	5,14	56	5,48	30,1
61	Stemmevatnet	60	LM 086 411	4,87	56	5,18	28,5
62	Berrføtevatnet	110	LM 090 420	4,99	50	5,20	28,8
63	Mørkavatnet	25	LM 082 399	5,29	77	5,45	51,3
64	Tveitevatnet	3	LM 085 375	7,39	125	7,20	110,7



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressuresene i Stord kommune. **Status:** 1=god/overbefolket, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte=** Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U= ukjent. **Fiske=** antall personer som fisker pr år, U =ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. Ref: 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. 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
	Arevatn	LM 002 415	1	1			D	15		1	1,2
49	Barlindedalvatn	KM 989 380	1	2			G	U		1	1
62	Berrføvotnet	LM 090 420	2	5			B	U		1	1
	Budalsvatn	KM 998 395	1	2			G	U		1	2
	Dalskardvatn	KM 985 355	1	2			G	U		1	1,2
47	Ellingdalsvatn	KM 965 377	2	3			D	U	Å	1	2
54	Gavlavatnet	KM 991 413	1	5			G	U		1	1
	Hovtrongsvatn	LM 001 391	1	2			B	U		1	1
31	Hestatjødno	LM 013 328	2	3			I	U		1	1
43	Holmedalsvatn	KM 985 368	5	5			B	U		1	2
[37]	Hustrudalsvatn	KM 988 334	1	2			B	U	Å	1	1,2
58	Kongsskogvatn	KM 001 439	1	5			U	U		1	1
23	Kroktjørn	KM 990 310	2	2			B	U	Å	1	1,2
	Landåsvatnet	LM 019 319	1	5			G	U		1	1
48	Langavatn	KM 963 370	1	1			D	U	Å	1	2
59	Lomtjødno	LM 088 394	2	2			B	0		1	1
	Martetjødno	LM 025 425	2	5			I	U		1	1
	Meatjødno	LM 008 307	5	5			I	0		1	1
32	Mortjødno	LM 010 324	5	5			B	U		1	2
50	Mørkavatnet	KM 979 389	1	5			G	U		1	1
63	Mørkavatnet	LM 083 389	1	2			U	2		1	1
28	Nestjødno	KM 980 315	2	5			B	U		1	1
45	Nedre Petarteigsvatn	KM 962 365	2	2			D	U		1	2
44	Øvre Petarteigsvatn	KM 965 364	1	2			B	U		1	2
40	Prestkonevatn	KM 949 348	2	5			B	U	Å	1	1,2
	Ravatn	LM 010 390	1	2			D	U		1	2
41	Rutletjørna	KM 973 347	1	2			B	U	Å	1	2



VEDLEGGSTABELL 2 fortsetter: Status for ferskvannsfiskeressurene i Stord kommune. **Status:** 1=god/overbefolket, 2=tynn bestand, 3=fisketom, 5=ukjent. **Endring:** 1=øket bestand, 2=uendret bestand, 3=redusert bestand, 4=tapt bestand, 5=ukjent. **Gyte**= Gyteforhold for aure: G=gode, B=brukbare, D=dårlige, I=ingen, U=ukjent. **Fiske**= antall personer som fisker pr år, U=ukjent. **Andre arter:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueaure. **Grunnlag: Data:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **Ref:** 1=samlet inn i forbindelse med denne kalkingsplanen, 2=samlet inn av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vannprøvetakingsstasjoner (Vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		GYTE	FISKE	ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring				DATA	REF
30	Røyrtjørn	LM 003 317	1	2			U	U	Å	1	2
22	Skiphaugsvatn	LM 015 311	1	5			U	U		1	1
	Skitnatjødno	KM 996 309	2	5			B	U		1	1
51	Stemmetjødno	KM 964 387	1	2			B	U		1	1
39	Stokktjødno	KM 953 333	2	5			U	U		1	1
	Storavatn	KM 990 330	2	3			G	U	Å	1	1,2
29	Storavatn	LM 085 411	1	2			G	U		1	1
	Svartavatnet	LM 040 440	3	4			I	0		1	1
55	Indre Sørlivatn	LM 001 427	1	2			B	U		1	1,2
	Tausatjødno	LM 005 413	1	2			U	6		1	1
64	Tveitavatn	LM 090 376	1	2			B	5	Å	1	1,2
	Tysevatnet	LM 008 405	1	3			B	20		1	1,2
34	Ulvatjødno	LM 004 340	1	2			B	U		1	1
	Vikastemmo	LM 031 320	2	5			B	U		1	1
9	Ådlandsvatnet	LM 030 340	1	2			G	U	Å	1	1,2