

Kalkingsplan for Sveio kommune 1995



Geir Helge Johnsen
Steinar Kålås
&
Annie Elisabeth Bjørklund

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 157, mai 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Sveio kommune, 1995.

FORFATTERE:

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

OPPDRAGSGIVER:

Sveio kommune. ved miljøvernkonsulent Jarle Erdalsdal, 5520 Sveio.

OPPDRAGET GITT:

September 1994

ARBEIDET UTFØRT:

1994 - 1995

RAPPORT DATO:

30..mai 1996

RAPPORT NR:

157

ANTALL SIDER:

38

ISBN NR:

ISBN 82-7658-107-2

RAPPORT SAMMENDRAG:

I Sveio kommune er det en randsone i øst som har sure vassdrag med marginale vannkvaliteter for fisk. Det sureste området finnes rundt Liervatnvassdraget, like sør-øst for tettstedet Førde. Her er det tidligere blitt kalket, og fortsatt kalking av dette vassdraget er høyest prioritert i denne planen. Videre er kalking i Mørkavatnet og en sur sideelv til Vågedalselven i sør foreslått som kalkingskatuelle,- i begge disse er det sjøaure.

EMNEORD:

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

Planen er utarbeidet som et samarbeide mellom miljøvernkonsulent Jarle Erdalsdal i Sveio, fylkesmannens miljøvernavdeling og Rådgivende Biologer as. Sveio kommune besørget organisering og lokal innsamling av over 80 vannprøver våren og høsten 1994, 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.

pH-prøvene er analysert ved Næringsmiddeltilsynet på Haugalandet, mens de utvidete vannkjemiske analysene er utført ved Fylkeslaboratoriet i Hordaland.

Rådgivende Biologer as. takker tidligere miljøvernleder Odd W. Jacobsen for opplysninger om den biologiske tilstanden i Sveio, de samarbeidende parter for et godt samarbeide gjennom hele prosjektet, og særlig miljøvernkonsulent Jarle Erdalsdal.

Rådgivende Biologer as. takker Sveio kommune ved Jarle Erdalsdal for oppdraget.

Høringsutkastet til planen er datert: Bergen, 15.mai1995.
Den endelige planen er datert: Bergen, 30.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 Sveio i 1995	16
Variasjon i surhet gjennom året	17
Oversikt over forsuringstruede områder	18
Aluminiumsinnhold i vassdragene	20
Syrenøytraliserende kapasitet i vassdragene	21
BIOLOGISK TILSTANDSBESKRIVELSE	22
Status for innlandsfiskebestander	22
Status for anadrome bestander	24
Vurdering av forsuringstruede bestander	25
Andre ferskvannsorganismer av særlig verdi	25
KALKINGSPLANLEGGING FOR SVEIO	26
Pågående kalkingsprosjekt i Sveio kommune	26
Behov for kalking i Sveio kommune	26
Forslag til prioritering	27
Kalkingsstrategi for aktuelle prosjekt	29
Hvor bør en overvåke	30
LITTERATURREFERANSER	31
VEDLEGGSTABELLER	32
Surhetsdata for Sveio 1994	32
Kart over prøvetakingspunktene	35
Status for fiskebestandene	36



LISTE OVER FIGURER

FIGUR 1.1: Modell for sammenheng mellom buffersystem og variasjon i surhet	9
FIGUR 2.1: Surhetstilstanden i Sveio kommune i 1994	16
FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i innsjøene i Sveio i 1994	17
FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 1993 i tre drikkevannskilder i Sveio	18
FIGUR 2.4: Oversikt over sure områder i Sveio i 1994	19
FIGUR 3.1: Fangst av fisk i utløpet av Liervatnet	23
FIGUR 3.1: Fangst av fisk ved elektrofiske i Røykeneselva 250 nedenfor Liervatnet	23
FIGUR 3.1: Fangst av fisk i Røykeneselva der hovedveien krysser	23
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet av Joavatnet	24
FIGUR 3.2: Fangst av fisk ved elektrofiske i Lindslibekken	24
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i Stuttåna ut fra Rauneslitjørna	24
FIGUR 3.3: Fangst av fisk ved elektrofiske i utløpet av Mørkavatnet	24
FIGUR 3.4: Fangststatistikk for sjøaure i Fjonselva	25
FIGUR 3.4: Fangststatistikk for laks i Fjonselva	25
FIGUR 4.1: Oversikt over Liervatnvassdraget	29

LISTE OVER TABELLER

TABELL 1.1: Tålegrenser med hensyn ANC-verdi for laks, ørret og røye	12
TABELL 1.2: DN's overordnede prioriteringskriterier for kalkingsmidler	14
TABELL 2.1: Arealfordeling av sure områder	20
TABELL 2.2: Skjematisk og teoretisk kalkbehov for hele kommunen	20
TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra mai 1995	20
TABELL 2.4: Syrenøytraliserende kapasitet i tre vannprøver fra mai 1995	21
TABELL 4.1: Pågående kalkingsprosjekter	26
TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter	28
TABELL 4.3: Hydrologiske og morfologiske forhold	30



SAMMENDRAG

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

SVEIO

Berggrunnen i Sveio består av sure og sakte forvitrende grunnfjellsbergarter og jordsmonnet er hovedsakelig skrint. Dette gjør at innholdet av basekationer er lavt og tålegrensen for sure tilførsler generelt sett er lavt i kommunen. I de lavereliggende delene og særlig rundt Vigdarvatnet er imidlertid jordsmonnet bra, og trolig med en del marine avsetninger enkelte steder. Vannkvaliteten er derfor generelt sett bedre enn hva berggrunn og jordsmonn skulle tilsi.

SURHET

I Sveio kommune er tilstanden generelt sett god med hensyn på forsuring. Omtrent halvparten av målepunktene viste pH-verdier over 6.0, mens rundt 20% av prøvene hadde pH-verdier under 5.5 ved prøvetakingene i 1994.

I størstedelen av Sveio kommune er vassdragene derfor ikke preget av forsuring. Det er imidlertid en randsone i øst og sør som har vassdrag med lav pH, og i tillegg er det noen få sure innsjøer spredt langs kyststripen ellers i kommunen. Det største, sammenhengende området med lav pH i avrenningsvannet er i området rundt Liervatnet, like sør for tettstedet Førde. Tilsvarende områder med variabel og periodevis lave pH-verdier finner en også i nord ved Valevåg, og sør og vest for Vigdarvatnet.

I Sveio er årsvariasjonen i surhet i vassdragene slik en vanligvis finner det i kystkommunene i Hordaland. Generelt sett er forholdene best på seinsommeren og høsten, mens periodene med lavest pH-verdier vanligvis forekommer om vinteren. På denne tiden kan det være skadelige konsentrasjoner av aluminium for fisken i de sureste vassdragene.



FISK

Det finnes mange innsjøer med gode bestander av innlandsfisk i Sveio. Aure er den vanligste arten, men røye finnes også i flere innsjøer. Andre fiskearter som kan påtreffes i vassdrag i Sveio kommune er: laks, sjøaure, stingsild, ål og skrubbeflyndre.

Ut fra de foretatte undersøkelser kan en konkludere at forholdene ennå ikke er så sure at noen fiskebestander er utryddet. I deler av vassdrag er det likevel målt pH-verdier som er så lave at fisk i perioder kan ha problemer med overlevelse og reproduksjon. På noen av stedene som ble elektrofisket høsten 1994 var tettheten av yngel lavere enn det en kunne forvente ut fra ut fra vurdering av gyteforhold og oppvekstmuligheter. Ut fra målte verdier for surhet er forholdene for egg og yngel dårlige i alle innløp til Liervatnet. Surhetsverdiene for Mørkavatnet, Litlavatnet og Sagvatnet som ligger i samme området er også kritisk lave i perioder.

FISKE

Det er organisert salg av fiskekort i Vigdarvatnet og ca. 21 innsjøer i området rundt dette. For dette området blir salget organisert av Vigdar grunneigarlag. I Liervatnet og Langavatnet blir det også solgt fiskekort organisert av de lokale grunneirlag. Det er nå planer om å inngå et samarbeide mellom flere grunneierlag slik at en kan ha et felles fiskekort for hele eller størstedelen av Sveio.

KALKING

I Sveio kommune er det ikke mange aktuelle kalkingsobjekter. Tre av de her foreslåtte objektene er tidligere og nåværende sjøaureelver med gode fysiske forhold for fisk men med relativt dårlig vannkvalitet. De øvrige objekter begrenser seg til to områder, rundt Bårvågsvatnet og Liervatnet, der sistnevnte område i dag er dårligst stilt med hensyn på vannkvalitet og de to store innsjøene her er allerede kalket.

Basert på gjeldende prioriteringskriterier vil kalking av Liervatnvassdraget komme høyest på listen i Sveio. Dette baserer seg på en enkel kost-nytte vurdering, der en baserer seg på kalking av Joavatnet øverst i vassdraget, og får positive effekter både for Liervatnet og for Røykeneselven ut fra Liervatnet. Videre er kalking av Mørkavatnet og en sur sideelv til Vågedalselven i sør prioritert. I begge disse er det sjøaure.



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 SVEIO

Berggrunnen i Sveio er hovedsakelig dominert av grunnfjellsbergarter bestående av granitt, ulike gneisser og gabbro. Helt nord ved Valevåg mot Bømlafjorden, er det imidlertid et lite belte med sedimentære bergarter, hovedsakelig glimmerskifer og fyllitt. Det er lite løsmasseavsetninger av betydning i kommunen, men jordsmonnet er stedvis, spesielt rundt Vigdarvatnet, relativt godt, og danner grunnlag for landbruksvirksomhet.



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 der er derfor viktige prosesser som endrer mengden og sammensetningen av ioner i avrenningsvannet. De viktigste ionene i denne sammenheng er basekationene kalsium, magnesium, kalium og natrium er viktige. Et nedslagsfelt med en berggrunn som forvitrer lett, et rikt jordsmonn, store løsmasseavsetninger eller marine avsetninger vil avgi store mengder basekationer som 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 dermed 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.

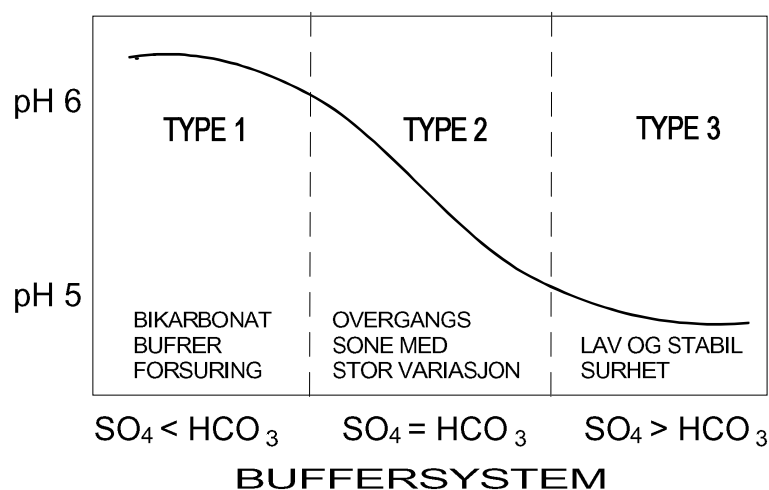
Den dominerende berggrunnen i Sveio er sure og sakte forvitrerlige grunnfjellsbergarter og jordsmonnet er hovedsakelig skrint. Dette gjør at innholdet av basekationer er lavt og tålegrensen for sure tilførsler generelt sett er lav i kommunen. Rundt Vigdarvatnet er imidlertid jordsmonnet bra og der er det derfor en del jordbruksområder. Imidlertid er kommunen lavtliggende, trolig med en del marine avsetninger enkelte steder, slik at vannkvaliteten derfor vil kunne være noe bedre enn berggrunn og jordsmonn for øvrig skulle tilsi.

VARIERENDE BUFFERSYSTEM

Ulikt naturgrunnlag i Sveio, 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 i områder der de sure tilførslene er store. Denne bufferevnen er avhengig av vannets innhold av (hovedsakelig) bikarbonat, som for det meste tilføres fra nedslagsfeltet. Innholdet av bikarbonat har betydning for vannets evne til å motstå en ytterligere forsurening ved tilførsler av sur nedbør, og har derfor betydning for stabiliteten av surhetsnivået i vassdrag. Ulikt innhold av bikarbonat i vannet fører til at noen vassdrag kan ha en variasjon i surhetsnivået på opp til to pH-enheter fra det laveste til det høyeste, mens andre vassdrag kan være jevnt sure og andre igjen jevnt bra det meste av året.

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

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





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

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

LANGTRANSPORTERTE FORURENSNINGER

Sveio 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 35-40 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987), vil derfor våtavsetningen av forsurende stoffer i Sveio være lavere enn i de fleste andre kommuner, - forutsatt at konsentrasjonene av disse stoffene i nedbøren er tilnærmet lik i hele fylket. Innen Sveio 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 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 svovelkonsentrasjonene i nedbør avtatt med vel 30%, men nitrogenkonsentrasjonene 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 Sveio, der nedslagsfeltene ligger lavt, er vassdragene vanligvis surest på vinteren og minst sure om sommeren (Johnsen og Kambestad 1994). De siste årene har enkelte av vintrene vært særlig milde og nedbørrike. I 1992 og 1993 hadde en slike forhold i januar, med mildt vær og mye nedbør. Dette var med på å gi rekordlav pH i mange vassdrag.

SJØSALTEPISODER

Kystnære områder som Sveio 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, vil slike perioder kunne føre til akutt dødelighet.

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 Sveio 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 Sveio 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 Sveio (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 aluminiumskjemien trenger noe lenger tid på å blandes. 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 aluminiumskjemien 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 ioner, 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 er kun 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 og ørret 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 opplever ikke derfor den samme situasjonen som ørret.

De vannkjemiske målingene som danner grunnlaget for beregning av ANC, gir også grunnlag for utarbeidelse av naturens tålegrenser for tilførsler av forsurende stoffer. 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 således også 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 de siste ti-årene. 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 videre 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 å gjøre denne avstanden mellom "naturtilstanden" og "kalket tilstand" så liten som mulig.

MÅLSETTING MED VASSDRAGSKALKING

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

- Å REDDE FORSURINGSTRUET 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.



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 forsuren 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		

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

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 allmennhetens tilgang til fisket, - noe som vil være bortimot et krav for å bli prioritert ved tildeling av offentlige kalkingsmidler.

KOST / NYTTE - VURDERING

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

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

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



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

FORBEDRING I FRAMTIDEN ?

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

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

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

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

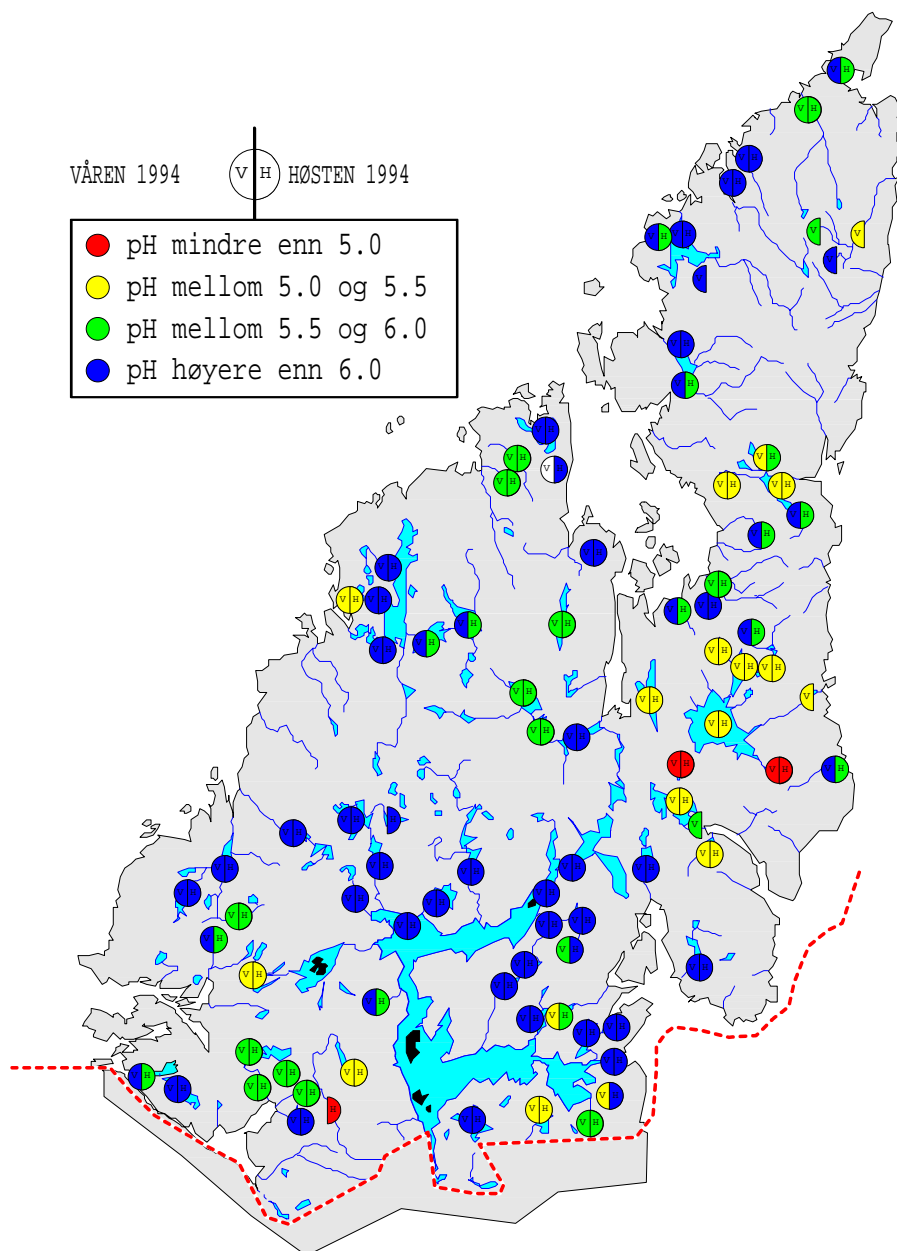
KALKING,- BARE ETT LEDD I KULTIVERINGEN

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

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

2. Surhetstilstand i Sveio kommune

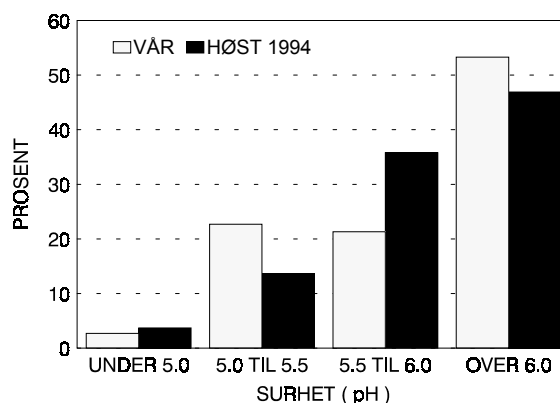
I Sveio kommune er tilstanden generelt sett god med hensyn på forsuring (figur 2.1). De laveste pH-verdiene er konsentrert i enkelte områder langs de østre og sørlige deler av kommunen. Det største og sureste av disse områdene ligger rundt Liervatnet, der pH sør for Liervatnet lå stabilt under 5.0 ved begge prøvetakingene, og områdene rundt hadde pH-verdier stort sett under 5,5. Tilsvarende områder med lave pH-verdier finner en også i nord ved Valevåg, og sør og vest for Vigdarvatnet (figur 2.1).



FIGUR 2.1: Surhetsmålinger i Sveio kommune i 1994 og 1995. Kartet baserer seg på pH-målinger fra 85 prøver våren 1994 og 80 prøver høsten 1994. Alle enkeltmålingene er presentert i vedleggstabell 1 bakerst i denne rapporten. Prøvene er samlet inn i regi av miljøvernkonsulent Jarle Erdalsdal.



Generelt sett viste målingene fra prøvetakingene i forbindelse med denne kalkingsrapporten at omtrent halvparten av målepunktene hadde pH-verdier over 6.0, mens kun rundt 20% av prøvene hadde pH-verdier under 5.5 (figur 2.2).



FIGUR 2.2: Fordeling av surhet i de 75 og 80 innsjøene i Sveio som ble undersøkt henholdsvis våren og høsten 1994 (se kartet i figur 2.1).

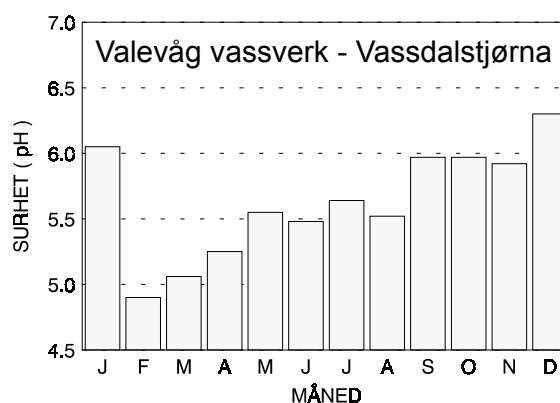
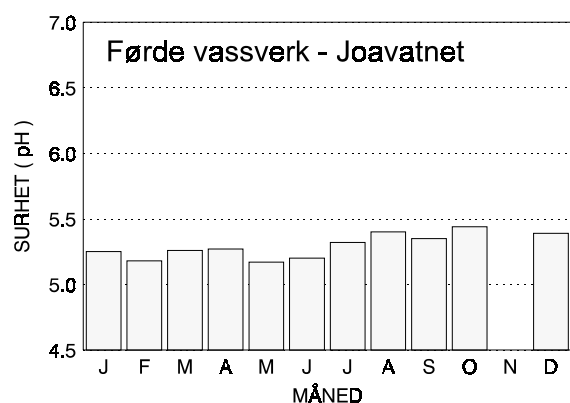
VARIASJON I SURHET GJENNOM ÅRET

I Sveio viser årsvariasjonen i surhet i vassdragene et mønster som er vanlig i kystkommunene i Hordaland. Generelt sett er forholdene best på seinsommeren og høsten, mens periodene med lavest pH-verdier vanligvis forekommer om vinteren. Det er likevel stor variasjon i surhetsforløpet gjennom året i de forskjellige innsjøene, noe vi har illustrert ved å vise variasjonen i tre drikkevannskilder i 1993 (figur 2.3).

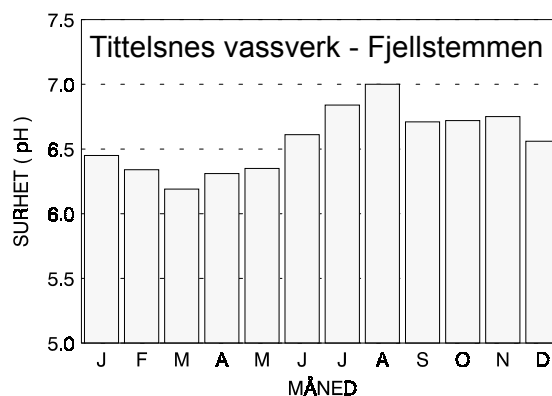
Førde vassverk har Joavatnet som vannkilde. Denne innsjøen ligger like nord for Liervatnet, i det sureste området i Sveio. Her er bikarbonatbuffersystemene i innsjøene stort sett "brukt opp", slik at det er lite eller ingen bufferkapasitet igjen. Her er forholdene stabilt sure, med pH-verdier ned mot 5.0 (figur 2.3, oppe til venstre). Tilløpselvene til Joavatnet vil imidlertid sannsynligvis kunne oppvise større variasjon i surhet avhengig av tilførslenes kvalitet, mens selve innsjøen i seg selv har en dempende effekt på slike variasjoner.

Valevåg vassverk tar vann fra en stemme nedenfor Vassdalstjørna i et område med lave, men variable pH-verdier helt nord i kommunen. Der vil surheten i større grad variere (figur 2.3, oppe til høyre) fordi det er noe bufferkapasitet igjen i området, men i perioder med store sure tilførsler vil ikke dette være nok. I perioder vinterstid kan surhetsnivået her komme faretruende lavt, og forholdene kan være problematiske for fisk.

Fjellstemmen, vannkilden for Tittelsnes vassverk, ligger i et område med noe varierende men generelt sett meget gode pH-verdier gjennom året (figur 2.3, nederst til høyre). Her er buffersystemet fremdeles i stand til å møte selv de sureste tilførslene, slik at pH ikke er under 6.2.

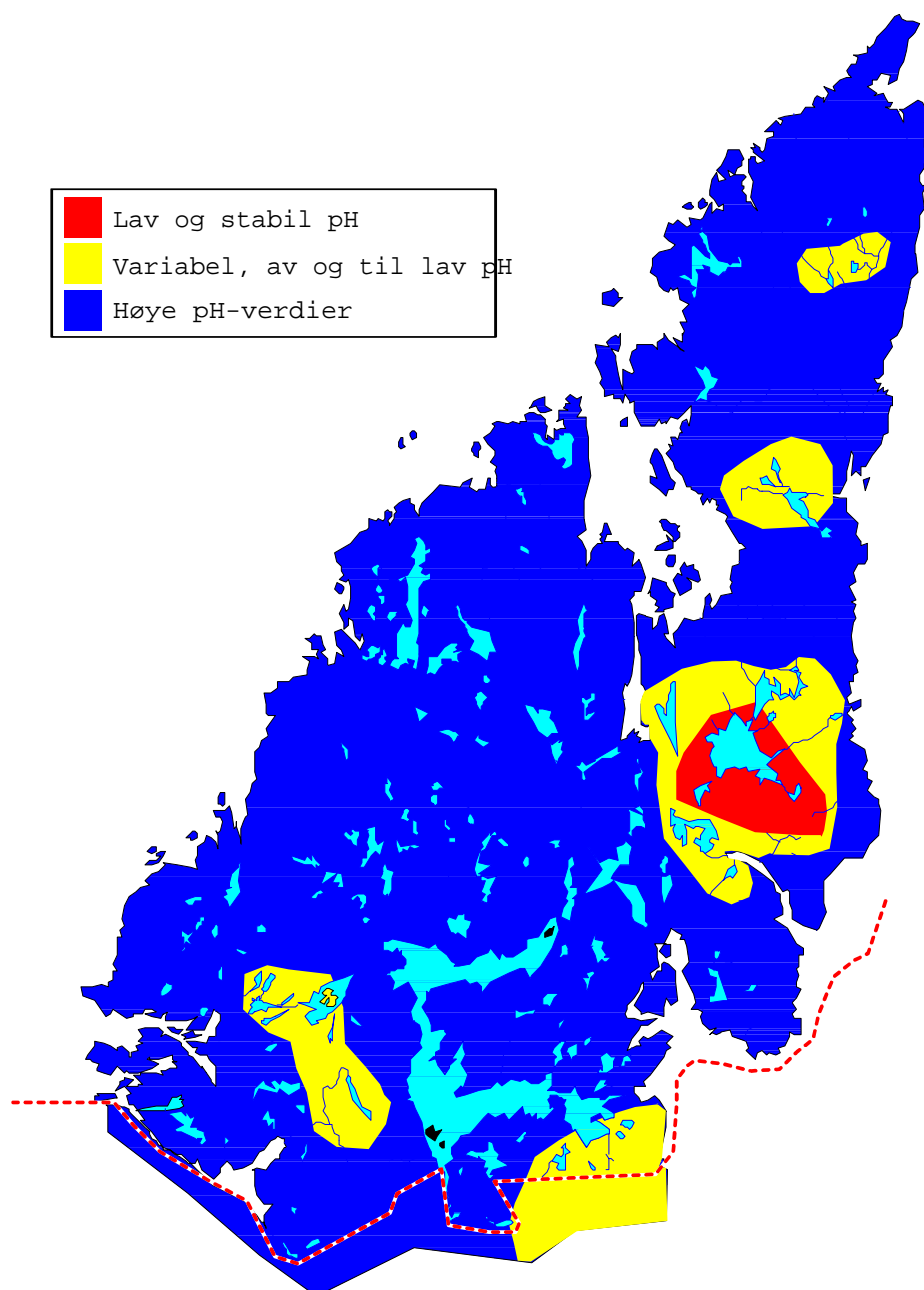


FIGUR 2.3: Årsvariasjon i surhet i 1993 i tre innsjøer i Sveio. Joavatnet (over til venstre) er typisk for en sur innsjø med liten årsvariasjon (buffersystem type 3), mens Vassdalstjørna (over til høyre) er typisk for en innsjø med stor variasjon i surhet gjennom året (buffersystem type 2). Fjellstemmen (til høyre) har jevnt høye pH-verdier gjennom året (buffersystem type 1). Målingene er rutinemessig utført av Næringsmiddeltilsynet på Haugalandet på råvann fra drikkevannskildene.



OVERSIKT OVER FORSURINGSTRUEDE OMRÅDER

I størstedelen av Sveio kommune er vassdragene ikke preget av forsurening. Det er imidlertid en randzone i øst og sør som har vassdrag med lav pH, og i tillegg er det noen få sure innsjøer spredt langs kyststripen ellers i kommunen. Det største, sammenhengende området med lav pH i avrenningsvannet er i området rundt Liervatnet, like sør for tettstedet Førde (figur 2.4).



FIGUR 2.4: Oversikt over surhetstilstanden i Sveio kommune i 1994. De blå områdene har stabilt høye pH-verdier over 6.0 (buffersystem type 1), de gule områdene har variable pH-verdier vanligvis mellom 5.3 og 6.0, men av og til ned i 5.0 (buffersystem type 2), mens det røde området har pH-verdier stabilt rundt og under 5.0 (buffersystem type 3). Kartet baserer seg på målingene i figur 2.1, sammenstilling av drikkevannsmålingene og tidligere sporadiske målinger samt en generell forståelse av naturgrunnlaget i kommunen.



Av kommunens totalareal er det bare i underkant av 5 % som er sterkt preget av forsuring (tabell 2.1). 16 % er moderat sure, mens hele 80 % av kommunen ikke har vassdrag som er vesentlig påvirket av den sure nedbøren.

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

TOTALT AREAL	IKKE SURT	MODERAT SURT	STERKT SURT
247 km ²	197 km ²	40 km ²	10 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 Sveio 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/m ³)	TONN CaCO ₃
Sterkt forsuret: 12 km ²	38	5,2	3,6	52
Moderat forsuret: 37 km ²	35	5,4	2,5	102

ALUMINIUMSINNHold I VASSDRAGENE

Innholdet av aluminium i de tre undersøkte vassdragene i 1994 er ikke ekstremt høyt, men mengden reaktivt aluminium var for samtlige steder såpass høyt at en kan frykte problemer for fisk dersom en på våren får vesentlig lavere pH-verdier (tabell 2.3). I slike situasjoner vil den reaktive aluminiumen gå over til labilt aluminium, som kan være skadelig for fisk ved konsentrasjoner over 40 : g Al/liter.

TABELL 2.3: Innhold av aluminium i tre vannprøver fra Sveio kommune. Prøvene er tatt 2.november 1994 av miljøvernkonsulent Jarle Erdalsdal i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og de er analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium.

PRØVETAKINGSSTED	Surhet pH	Reaktivt Al : g Al / l	Illabilt Al : g Al / l	Labilt Al : g Al / l
Utløp Liervatnet	5,39	80	55	25
Utløp Bårvågvatnet	5,51	125	90	35
Utløp Husavatnet	5,52	80	65	15



SYRENØYTRALISERENDE KAPASITET I VASSDRAGENE

Høsten 1994 var tilstanden god i de tre undersøkte vassdragene. Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) var over 40 : ekv/l på samtlige steder, hvilket tyder på gode forhold for fisk (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. Liervatnet er blitt kalket noe i forbindelse med oppdrettsanlegget i innsjøen, slik at analyseresultatene ikke nødvendigvis gjenspeiler naturtilstanden i dette vassdraget. Alkaliteten i de undersøkte vassdragene er også lav (tabell 2.4), og tyder på at vassdragene er meget følsomme for ytterligere forsuring ved store mengder sure tilførsler.

TABELL 2.4: Innhold av forskjellige stoff i nyere vannprøver fra Sveio kommune. Prøvene er samlet inn 2.november 1994 av miljøvernkonsulent Jarle Erdalsdal i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen, og de er analysert av Hordaland Fylkeslaboratorium.

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
Utløp Liervatnet	< 0,02	1,34	1,04	0,47	6,46	12,4	2,48	125	41,5
Utløp Bårvågvatnet	< 0,02	1,85	1,17	0,86	7,93	15,8	2,95	120	45,4
Utløp Husavatnet	0,02	1,22	0,82	0,69	5,87	10,1	2,48	15	62,3



3: Biologisk tilstand i Sveio kommune

STATUS FOR INNLANDSFISKEBESTANDER

Det finnes mange innsjøer med gode bestander av innlandsfisk i Sveio. Aure er den vanligste arten, men røye finnes også i flere innsjøer. Andre fiskearter som finnes i enkelte vassdrag i Sveio kommune er: laks, stingsild, ål og skrubbeflyndre. Regnbueaure som er rømt fra oppdrettsanlegg kan også påtreffes i elver og innsjøer i kommunen

Fiskestatus i flere innsjøer i Sveio er godt kartlagt gjennom undersøkelser utført av Støle og Høyland (1993, 1994) (Vedleggstabell 2). Selv om bare 14 av ca 282 vann i kommunen (Nordland 1983) er undersøkt, er variasjonen av innsjøtyper i kommunen godt dekket. Både næringsrike og næringsfattige, mer og mindre sure, og kystnære og høyereliggende innsjøer er undersøkt. Undersøkelsen påviste mange fine lokaliteter for sportsfiske etter aure, men flere av innsjøene var også overbefolket og fiskene var småvokste. Det var også høyt innslag av parasitter i aurene i mange av innsjøene. Måsemakk (*Diphyllobothrium dendriticum*) var den parasitten som oftest ble funnet. Fiskebestandene formerte seg i alle innsjøene.

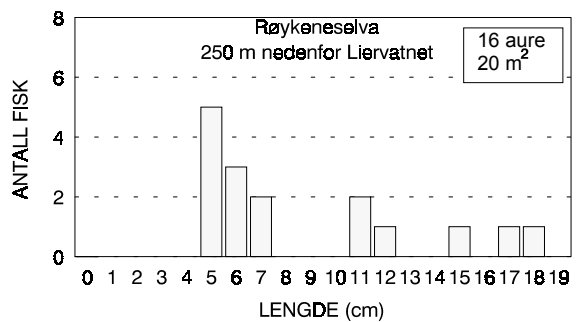
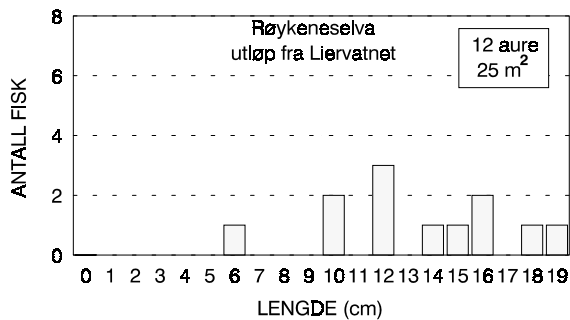
Fiskestatusen i 47 innsjøer i Sveio ble undersøkt ved en spørreundersøkelse utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989 (Vedleggstabell 2). I følge denne undersøkelsen var det en god eller tett bestand av aure i de fleste innsjøene, og bare en fiskebestand i Sveio kommune var utdødd. Det var aurebestanden i Husavatnet, men Støle og Høyland påviste at det var aure i denne innsjøen i 1993.

Det er organisert salg av fiskekort i Vigdarvatnet og ca. 21 innsjøer i området rundt dette. For dette området blir salget organisert av Vigdar grunneigarlag. I Liervatnet og Langavatnet blir det også solgt fiskekort organisert av de lokale grunneierlag. Det er nå planer om å inngå et samarbeide mellom flere grunneierlag slik at en kan ha et felles fiskekort for hele eller størstedelen av Sveio. Det foregår noe sports og hobbyfiske i Sveio kommune. Tidligere har det vært drevet næringsfiske etter røye i Vigdarvatnet.

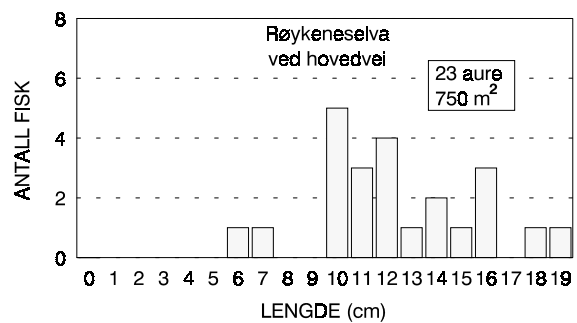
Som en del av arbeidet med kalkingsplanen for Sveio kommune, ble flere gyteområder for ørret i området rundt Liervatnet undersøkt ved elektrofiske 18. oktober 1994. Området rundt Liervatnet ble valgt siden det er det største sure området i Sveio kommune. Totalt 8 områder ble fisket. Områdene var:

- Tre områder i Røykeneselva som er utløpselven fra Liervatnet
- Utløpet fra Joavatnet som renner inn i Liervatnet
- Lindslibekken som renner ut fra Lindslitjørna og inn i Liervatnet
- Stuttåna som renner ut fra Rauneslitjørna og inn i Liervatnet
- Baståsosen og inn i Liervatnet
- Utløpet av Mørkavatnet som renner ut i Rødspollen.

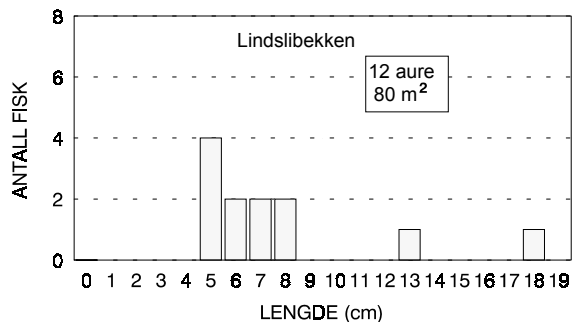
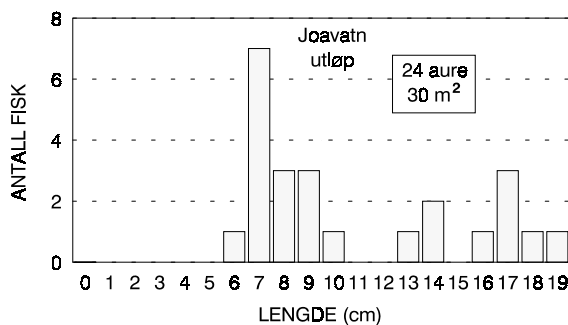
I Røykeneselva, som er utløpet fra Liervatnet, ble tre områder overfisket. Ett i den nedre kalkede delen (figur 3.3) og to i den øvre, ukalkede delen (figur 3.1). Det ble funnet årsyngel av aure på alle stasjonene. Spesielt var tettheten av fisk god i elven 250 m nedenfor utløpet av Liervatnet (figur 3.2) i den ukalkede delen av elven. Her var det svært gode bunnforhold for gyting og det var i tillegg naturlige forekomster av skjellrester i grusen. Disse forekomstene bedrer trolig vannkvaliteten og dermed forholdene for egg og yngel i elven.



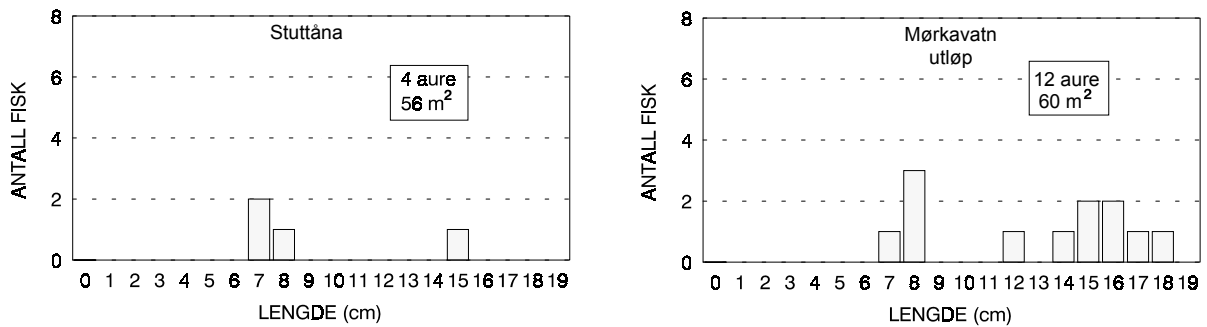
FIGUR 3.1: Fangst ved elektrofiske i utløpet av Liervatnet der Røykeneselva starter (oppe til venstre), 250 meter nedenfor Liervatnet (oppe til høyre), og der hovedveien krysser elven (til høyre). UTM koordinater for stasjonene er henholdsvis LM 023 105, LM 025 107 og LM 033 110. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i figurene, men det ble fanget henholdsvis en, fem og ingen aurer større enn 20 cm på de tre stasjonene.



I utløpet av Joavatnet og i Lindslibekken ble det funnet årsyngel av aure (figur 3.2). De minste fiskene som ble fanget i utløpet av Mørkavatnet og i Stuttåna var noe større enn i Joavatnet og Lindslibekken (figur 3.3), men også disse var trolig årsyngel. Det var få småfisk i utløpet av Mørkavatnet og i Stuttåna. Stuttåna var dominert av gytefisk og disse kan ha fortrent mindre fisk fra bekken. Også Baståsosen (UTM 018 098) ble overfisket. Det ble ikke funnet fisk i denne bekken, men det ble funnet en årsyngel på 5 cm i et sideløp til bekken.



FIGUR 3.2: Fangst ved elektrofiske i utløpet av Joavatnet (til venstre) og i Lindslibekken (til høyre). UTM koordinat for stasjonene er henholdsvis LM 016 111 og LM 008 098. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i tabellen. I utløpet ble det fanget fem aure større enn 20 cm og i Lindslibekken ble tre slike fisk fanget.

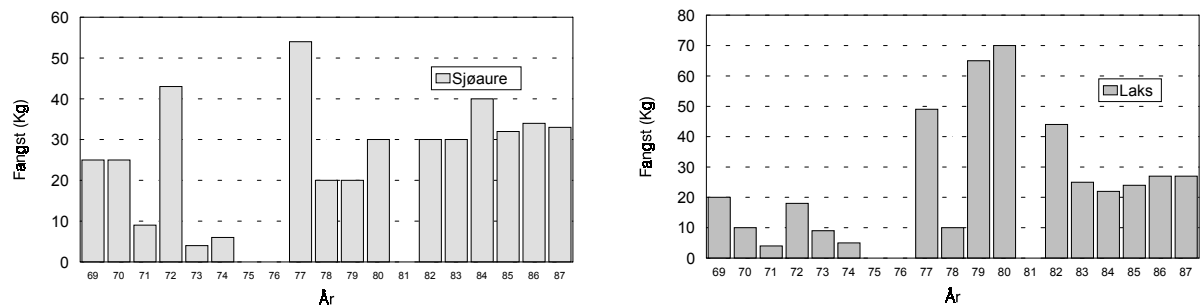


FIGUR 3.3: Fangst ved elektrofiske i Stuttåna som renner ut fra Rauneslitjørna (til venstre) og i utløpet av Mørkavatnet (til høyre). UTM koordinat for stasjonene er henholdsvis LM 023 095 og KM 992 117. Kun fisk mindre enn 20 cm er med i tabellen. I Stuttåna ble de fanget 13 aures større enn 20 cm ble fanget, mens det i utløpet fra Mørkavatnet ble fanget en slik fisk.

STATUS FOR ANADROME BESTANDER

Forekomster av anadrome laksefiskbestander i Sveio kommune er dårlig kjent. Det eneste stedet der det foregår fiske av noe omfang og der det blir solgt fiskekort er i Fjonelva i utløpet av Vigdarvatn. Her er resultatet av fisket registrert for årene 1969 til 1987 med unntak av 1974, 1975 og 1981 (figur 3.4). Fangstene av sjøaure var i denne perioden jevne, mens fangstene av laks varierte mer.

Mye av fisken som har blitt fanget de siste årene er trolig rømt oppdrettsfisk, fordi elven produserer langt færre fisk enn det som blir fanget. Fjonelva ble undersøkt av Fylkesmannens miljøvernavdeling 7. september 1989 (Vasshaug og Grøndahl 1990) og av Rådgivende Biologer 19. august 1994 (Kålås 1994). Det ble påvist årsyngel av laks- og ørret ved begge undersøkelsene. I tillegg ble det fanget smolt av regnbueørret. I 1989 ble også fire mindre bekker i Mølstervåg-området undersøkt (Vasshaug og Grøndahl 1990). Bekkene var små og er trolig nesten tørre i perioder. Det ble funnet aure i alle bekkene.



FIGUR 3.4: Fangst av sjøaure (til venstre) og laks (til høyre) i Fjonelva i Sveio fra 1969 til 1987 med unntak av 1975, 1976 og 1981. Data er hentet fra den offisielle norske laksestatistikken.



VURDERING AV FORSURINGSTRUET FISKEBESTANDER

Ut fra de nevnte undersøkelser kan en konkludere at forholdene ennå ikke er så sure at noen fiskebestander er utryddet. I deler av vassdrag er det likevel målt pH-verdier som er så lave at fisk i perioder kan ha problemer med overlevelse og reproduksjon. På noen av stedene som ble elektrofisket høsten 1994 var tettheten av yngel lavere enn det en kunne forvente ut fra vurdering av gyteforhold og oppvekstmuligheter. Ut fra målte verdier for surhet er forholdene for egg og yngel av laksefisk dårlige i alle innløp til Liervatnet. Surhetsverdiene for Mørkavatnet, Litlavatnet og Sagvatnet som ligger i samme området er også kritisk lave i perioder.

De laveste verdier for surhet i Sveio i 1994 ble målt i utløpet fra Lindslitjørna og Rauneslitjørna. Her ble pH målt til under 5 både vår og høst. Likevel ble det påvist en liten mengde årsyngel i begge elvene. Det var imidlertid få større fisk i elvene. Det er derfor usikkert om noen yngelen klarer å overleve oppvekstperioden i elven. I utløpet av Mørkavatnet har pH også vært ned mot 5 i perioder. Denne elven renner ut i Rødspollen og har svært fine forhold for gyting, men lav tetthet av yngel, noe som kan skyldes forsuring. Vågedalselva sør i kommunen har en tilløpselv med vesentlig lavere pH enn hovedelven. Det finnes en sjøaurebestand i Vågedalselva og vi antar at den kan være hemmet av det sure tilløpet. En kan med enkle midler bedre vannkvaliteten i dette tilløpet og dermed også i nedre deler av Vikedalselva.

ANDRE FERSKVANNSORGANISMER AV SÆRLIG VERDI

Av amfibier er det kjent at det finnes frosk, padde og stor salamander i Sveio kommune. Frosk og padde finnes mange steder i kommunen. Ved synfaring sommeren 1995 påviste Dag Dolmen gode mengder med paddelarver i Liervatnet. Forekomstene av frosk finner en for det meste i smådammer, mens padde også forekommer i innsjøer. Det er kjent at det har vært livskraftige bestander av padde både i Joavatnet og Mørkavatnet ved Førde og det er ikke kjent at disse er gått tilbake. Begge disse innsjøene ligger i et område der pH-verdiene er lave. Forekomst av stor salamander i Sveio er kjent helt tilbake til 1937, men bestandene ble i år nærmere kartlagt av Dag Dolmen. Han registrerte tre områder med forekomst av stor salamander, i det ene området er det 5-6 dammer med salamander, i de to andre områdene er det en dam hvert sted.

Det hekker også en del vannfugl i sure vassdrag i Sveio. Arter som storlom og siland lever av fisk og hekker i Liervatnetområdet. Disse er ikke direkte truet av surheten i vannet, men vil bli påvirket ved reduksjon i tettheter av fisk.



4: Kalkingsplanlegging i Sveio

PÅGÅENDE KALKINGSPROSJEKT

Liervatnet har vært kalket i forbindelse med oppdrettsvirksomhet (Kambestad 1992b). I tillegg har Sveio kommune fått bevilget midler for 1994 til kalking av tilløpsbekker til Liervatnet og Langavatnet. Tidligere kalkingsprosjekter i Sveio er vist i tabell 4.1.

TABELL 4.1: Tidligere og pågående kalkingsaktivitet pr. 1995 i Sveio kommune. Opplysningene er hentet fra fylkesmannens miljøvernavdelings register.

LOKALITET	UTM	PERIODE	MENGDE
Liervatnet	LM 023 104	1982 og 1993 ->	8 tonn
Langavatnet	KM 978 136	1994 ->	?
Rauneslitjørna	LM 024 094	1994 ->	?
Joavatnet	LM 016 119	1994 ->	?

BEHOV FOR KALKING I SVEIO

I Sveio kommune er det ikke mange store aktuelle kalkingsobjekter. Tre av de her foreslåtte objektene er tidligere og nåværende sjøaureelver med gode fysiske forhold for fisk men med relativt dårlig vannkvalitet. De øvrige objekter begrenser seg til to områder, rundt Bårvågsvatnet og Liervatnet, der sistnevnte område i dag er dårligst stilt med hensyn på vannkvalitet.

LIERVATNVASSDRAGET

Området rundt Liervatnet er sannsynligvis det sureste området i Sveio kommune. I Liervatnvassdraget er begge de to store innsjøene, Joavatnet øverst og Liervatnet nederst, kalket tidligere. I begge disse innsjøene er det til dels tette bestander av aure, men vannkvaliteten er sannsynligvis marginal dersom en ikke fortsetter kalkingen her. Rauneslibekken og Lindslibekken renner inn i Liervatnet fra sør, og begge disse er svært sure. I den førstnevnte ble det ikke funnet aure, mens det ble funnet fisk i den andre ved prøvafisket høsten 1994. Disse bekkene utgjør sannsynligvis ikke særlig viktige rekrutteringsområder for dagens bestand av aure i Liervatnet. Fra Liervatnet renner Røykeneselva, som tidligere har vært en god sjøaureelv. I dag er det fremdeles fisk i elven, men vannkvaliteten er marginal. Her er ønske om utsetting av sjøaure og tilrettelegging for fiske.

UTLØPET FRA MØRKAVATNET

Utløpselven fra Mørkavatnet har meget gode fysiske forhold for sjøaure, men innsjøen har i dag moderat til dårlig vannkvalitet med pH-verdier ned mot 5.1. Det er likevel en god fiskebestand her, og det var yngel på bekken ved prøvafisket høsten 1994,- selv om tetthetene var lave.



SIDEELV TIL VÅGEDALSELVEN

En av sideelvene til Vågedalselva (86) sør vest i Sveio har fysisk sett gode muligheter for gyting og oppvekst av sjøaure, men vannkvaliteten er i dag svært dårlig. En har ikke opplysninger om fiskestatus i denne sideelven, og det er bare tatt en vannprøve her. Før en går videre med en nærmere prosjektering av et eventuelt kalkingsprosjekt her, bør en sørge for at den foreliggende informasjonen følges opp med flere målinger og med et enkelt elektrofiske.

LANGAVATNET

Langavatnet ble kalket for første gang i 1994. Innsjøen er imidlertid ikke umiddelbart truet av forurening, og fiskebestandene er gode. Det foreligger ingen opplysning om eventuell rekrutteringssvikt i dette systemet, men dersom det viser seg å være problemer i en eller flere av gytebekkene, bør en heller vurdere enkle kalkingsopplegg i disse framfor fortsatt innsjøkalking. Dette prosjektet bør derfor utredes nærmere med hensyn på kalkingsstrategi før en viderefører den igangsatte kalkingen fra 1994.

BÅRVÅGSVATNET

Området ved Bårvågsvatnet har generelt variabel til dårlig vannkvalitet, men prøvefiskeresultatene i Bårvågsvatnet viser at her er en god bestand med aure.

NOEN OMRÅDER BØR IKKE KALKES

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

FORSLAG TIL PRIORITERING

Basert på gjeldende prioriteringskriterier vil kalking av Liervatnvassdraget komme høyest på listen i Sveio. Dette baserer seg på en enkel kost-nytte vurdering, der en baserer seg på kalking av Joavatnet øverst i vassdraget, og får positive effekter både for Liervatnet og for Røykeneselven ut fra Liervatnet. Videre er kalking av Mørkavatnet og en sur sideelv til Vågedalselven i sør prioritert (tabell 4.2). I begge disse er det sjøaure.



TABELL 4.2: Prioritering av kalkingsprosjekter i Sveio 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.
LIERVATNVASSDRAGET								PRI 1
Joavatnet	Ja	1	3	2	2	Ja 1)	2	
Liervatnet	Ja	2	1	2	1	Ja 2)	3	
Røykeneselva	Nei	2	1	3	1	Nei	3	
Rauneslitjørna	Ja	1	2	4	5	Ja 3)	4	
Lindslitjørna	Nei	1	1	4	2	Ja 3)	4	
ANDRE VASSDRAG								
Sideelv Vågedalselv	Nei	1	?	4	1	Nei	3	3
Mørkavatnet	Nei	1	1	3	1	Ja 4)	2	2
Langavatnet	Ja	2-3	3 ?	4	2	Nei	4	4

- 1) Drikkevannskilde og Verneverdig område Sveio 106-0
- 2) Liervatnet har Verneverdig område Sveio 118-0. Her har imidlertid allerede vært kalket i flere år.
- 3) Renner ut i Liervatnet (se over)
- 4) Renner ut i Rødspollen, Verneverdig område Sveio 22-0

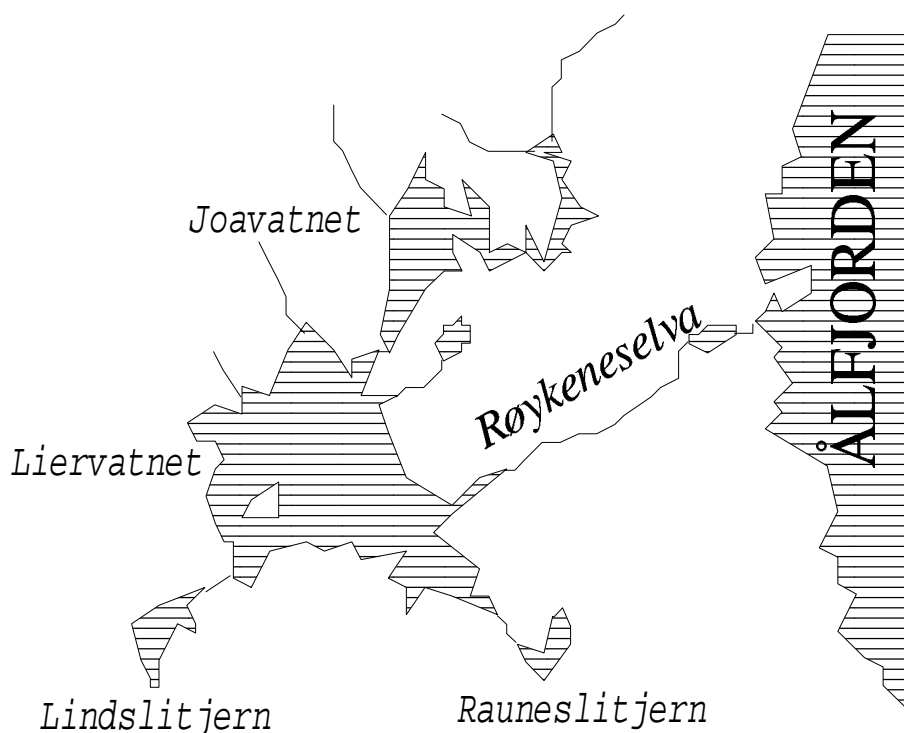
Med dagens prioriteringskriterier for bruk av offentlige kalkingsmidler vil det ikke være aktuelt å prioritere kalking av innsjøer der fiskebestandene i utgangspunktet er tapt. Disse innsjøene er derfor ikke med i den videre prioritering eller prosjektering i denne planen. Det må imidlertid understrekes 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

PROSJEKT 1: LIERVATNVASSDRAGET

Dersom en skal sikre vannkvaliteten i dette vassdraget, vil innsjøkalking av Joavatnet gi det beste utgangspunktet. Dette vil sikre vannkvaliteten også i Liervatnet og i den nedenforliggende Røykeneselva på en tilstrekkelig måte, siden en relativt stor del av vanntilførselen til Liervatnet kommer fra Joavatnet. Joavatnet er imidlertid kommunal drikkevannskilde for Sveio, og det er fra kommuneveterinærens side et klart ønske om å unngå en fortsatt kalking her på grunn av frykt for dårligere drikkevannskvalitet.



FIGUR 4.1. Oversikt over Liervatnvassdraget med omtalte innsjøer.

Alternativt kan en kalke opp de to sure innsjøene i sør,- Lindslitjern og Rauneslitjern, men disse utgjør ikke mer enn rundt en femdel av den samlede tilrenning til Liervatnet, slik at dette vil gi en begrenset effekt. Kostnadene forbundet med fullkalking av selve Liervatnet vil være relativt store. På den annen side vil en her kunne ha en relativt stor nytte-effekt av et slikt prosjekt. Dette beror seg dels på at det vil gi effekt både i Liervatnet og også i Røykeneselva, men også fordi dette vassdraget ligger såpass nær kommunesenteret med dertil hørende befolkningkonsentrasjoner. Det antas derfor at innsjøene vil kunne ha potensiale for over 100 fiskedøgn årlig, mens Røykeneselven vil ha et antatt potensiale på 50 døgn årlig.

PROSJEKT 2: MØRKAVATNET

I dette systemet er vannkvaliteten mer variabel, slik at det vil kunne være snakk om å bedre vannkvaliteten over en kortere periode fra desember til april. Dette gjøres best ved å kalke Mørkavatnet i desember med begrensete mengder kalk, noe som vil gi lavere kalkingskostnader enn om en skulle fullkalke innsjøen. Nytteverdien av et slikt prosjekt vil fordele seg både på sjøaufis i utløpselven og et fiske i selve innsjøen. Det antas at begge stedene vil ha et potensiale for rundt 50 fiskedøgn årlig.



PROSJEKT 3, SIDEELV TIL VÅGEDALSELV

I dette systemet vil det kunne være aktuelt med utlegging av kalksteinsgrus i bekken eller etablering av en enkel kalkbrønn oppi systemet. Dette er ikke kostbare opplegg, og prosjektet vil kunne sikre vannkvaliteten i vassdraget. Nyttverdi vil imidlertid være begrenset, siden vannkvaliteten i hovedvassdraget allerede er noenlunde god, slik at det antas at et kalkingsprosjekt eventuelt vil kunne medføre rundt 10 ekstra fiskedøgn årlig i dette systemet.

I tabell 4.3 er det foretatt grove kalkberegninger basert på anslag over innsjøvolum og tilrenning, med benyttet kalkdosering i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990). Ved eventuell iverksetting av kalking må en derfor foreta nærmere og mer nøyaktige beregninger. Kalkbehovet er beregnet i tonn CaCO_3 basert på et behov på 4 gram $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning til Liervatnvassdraget og 2,9 $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$ for tilrenning til de øvrige aktuelle vassdragene, mens det for gjenkalking av innsjøvolumet er regnet 1,0 gram $\text{CaCO}_3 / \text{m}^3$.

TABELL 4.3. Hydrologiske og morfologiske forhold knyttet til de aktuelle kalkingsobjektene. Areal og nedslagsfelt er hentet fra kartverkets M-711-serie i målestokk 1:50.000, gjennomsnittsdyp er anslått, mens avrenning er hentet fra NVEs avrenningskart (NVE 1987). Beregning av kalkbehov er utført i henhold til kalkingshåndboken (DN 1990), - se for øvrig teksten. Første tallet er behov ved førstegangskalking mens det andre er for gjenkalking.

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
Joavatnet	0,15	10	1,5	2,8	37	3,4	20 / 15
Liervatnet	1,25	13	16,0	9,6	37	11,5	110 / 62
Mørkavatnet	0,35	10	3,5	2,5	38	3,0	19 / 12

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

- BJERKNES, V., K. SØRGAARD & T.S.TRAAEN 1988. Vasskvalitet i Sunnhordland og Fusa. NIVA-rapport nr. 2079, 52 sider.
- 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 1992. Vurdering av Liervatnets egnethet som resipient for mærbasert fiskeoppdrett. Rådgivende Biologer, rapport nr. 77, 15 sider.
- 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. Vassdragskalking i Hordaland. Rammepålegg 1995 - 2005. Fylkesmannens miljøvernavdeling, rapport 7-95, 133 sider
- 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.
- KÅLÅS, S. 1994. Undersøkelse av fiskebestandene i Fjoneelva Sveio kommune høsten 1994. Rådgivende Biologer as, rapport nr 128, 7 sider.
- LIEN, L., RADDUM, G. G. & FJELLHEIM, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater. 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.
- STØLE, E. & HØYLAND, V. 1993. Kartlegging av fiskevatn i Sveio kommune sommere 1993. Rapport Sveio kommune, 62 sider.
- STØLE, E. & HØYLAND, V. 1994. Kartlegging av fiskevatn i Sveio kommune sommere 1994. Rapport Sveio kommune, 16 sider.
- VASSHAUG, Ø & GRØNDAHL, H. 1990. Overvåking av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Hordaland fylke i 1989. Rapport nr 3/90. Miljøvernavdelinga, Fylkesmannen i Hordaland. 80 s.
- 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



VEDLEGGSTABELLER

VEDLEGGSTABELL 1: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Sveio kommune. Prøvetakingsstedets nummer refererer til vedleggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Prøvene er analysert av det lokale næringsmiddeltilsynet.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	Vår 94	Høst 94
				pH	pH
1	Storavatn	12	KM 936 124	6,36	6,06
2	Rotadalstjørna		KM 936 135	6,84	6,22
3	Sandvatnet		KM 933 138	6,70	6,53
4	Mørkavatnet	7	KM 995 114	5,19	5,41
5	Bekk sør for Førde skule		LM 011 133	6,46	6,29
6	Bekk ved Førde sentrum		LM 013 137	5,97	5,81
7	Banndalstjørna	53	LM 019 126	6,13	5,75
8	Søre Austvikvatn	45	LM 019 150	6,24	5,96
9	Grautalibekken		LM 005 132	6,16	5,91
10	Vadvatnet /Kvernavatnet	30	KM 909 019	5,86	5,73
11	Husavatn	30	KM 926 030	5,48	5,37
12	Kvernavatnet		KM 915 024	5,85	5,62
13	Skårevatnet		KM 916 014	6,30	6,08
14	Langavatn	32	KM 978 136	5,72	5,56
15	Fagerlandstjørna		KM 984 147	6,79	6,31
16	Bekk Storavatn		KM 975 168		6,15
17	Mjånestjørna		KM 967 167	5,64	5,64
18	Storavatn		KM 973 172	6,41	6,12
19	Tvillingstjørna		KM 964 162	5,62	5,67
20	Øreviksvatnet	1	LM 003 191	6,41	5,75
21	Rindatjørna		LM 004 194	6,98	6,50
22	Hopstjørna	30	LM 022 166	5,30	5,80
23	Geitåstjørna	39	LM 014 163	5,46	5,22
24	Hauglandsvatnet (bekk)		LM 008 211	6,82	
25	Storavatn	2	KM 901 078	6,36	6,20
26	Kovatjørna		KM 896 066	6,33	6,32
27	Vandaskogtjørna	32	KM 902 059	5,96	5,78
28	Anderstjørn (Bentetjørn)		KM 898 053	6,28	5,95
29	Store Sandvatn	31	KM 905 047	5,32	5,33
30	Liavatn	10	KM 974 068	6,84	6,51



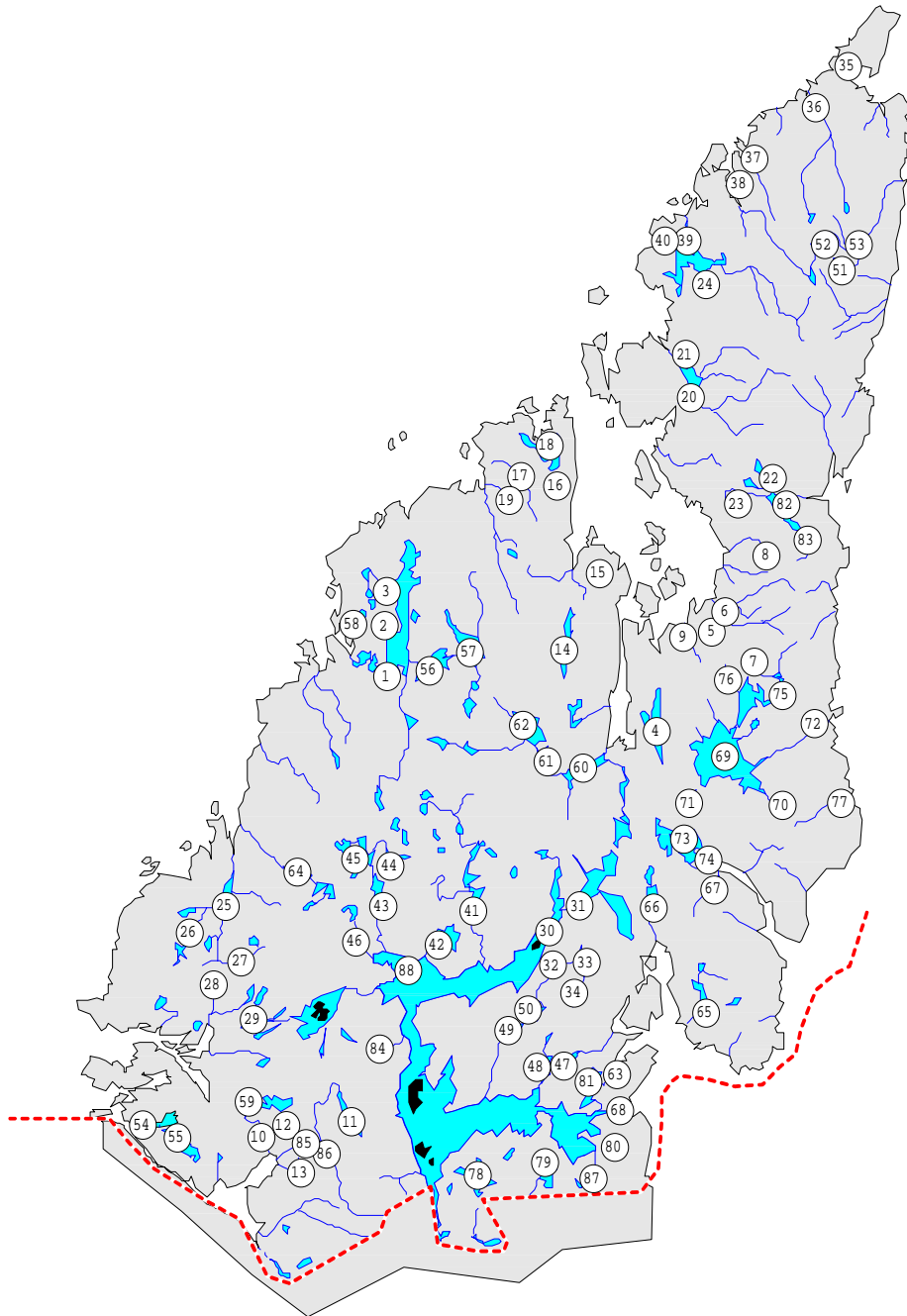
VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Sveio kommune. Prøvetakingsstedets nummer refererer til vedlaggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Prøvene er analysert av det lokale næringsmiddeltilsynet.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	våren 1994	høsten 1994
				pH	pH
31	Haukåsvatnet(Nesavatnet)	16	KM 979 073	6,77	6,51
32	Bråtveittjørna	12	KM 973 060	6,52	
33	Krossvikvatnet	37	KM 980 060	6,41	6,22
34	Trollavatnet	39	KM 980 054	5,83	6,46
35	Gramshaugtjørna		LM 042 257	6,17	5,98
36	Haugskjerselva		LM 033 250	5,69	5,69
37	Tjosabekken		LM 018 237	6,68	6,98
38	Tjosatjødna		LM 017 235	6,68	6,22
39	Hauglandsvatnet	3	LM 005 221	6,15	6,13
40	Trollavatnet		LM 003 224	6,13	5,91
41	Bjellandsvatn	36	KM 956 072	6,63	6,34
42	Mannavatn	30	KM 948 065	7,71	7,25
43	Åsevatn	40	KM 934 073	7,00	6,56
44	Maritjørna	44	KM 937 083		6,11
45	Norskogvatnet	40	KM 932 083	6,65	6,10
46	Steinarstørna		KM 929 066	6,42	6,58
47	Holmavatn	28	KM 975 036	5,49	5,73
48	Stutatrevatnet	23	KM 972 032	6,44	6,56
49	Dyngetjørna	32	KM 963 043	6,75	6,69
50	Vardavatnet		KM 970 048	6,27	6,20
51	Nipatjørna		LM 042 208	6,05	
52	Plomslidstjødn		LM 038 214	5,83	
53	Gamleolestemmen		LM 042 213	5,29	
54	Mørkavatn		KM 883 023	6,34	5,92
55	Straumsvollsvatn	4	KM 887 022	6,72	
56	Kinnavatnet	26	KM 944 125	6,20	5,91
57	Emberlandsvatnet	27	KM 954 128	6,29	5,74
58	Loknatjødn		KM 931 135	5,07	5,28
59	Rongavatn	33	KM 904 026	5,69	5,79
60	Rødsvatnet	7	KM 985 104	6,37	6,21



VEDLEGGSTABELL 1 fortsetter: Analyseresultat fra vannprøver samlet inn i forbindelse med kalkingsplanen for Sveio kommune. Prøvetakingsstedets nummer refererer til vedlaggskart nr. 1, og er det samme som benyttes ved omtale av fiskebestandsstatus. Prøvene er analysert av det lokale næringsmiddeltilsynet.

NR	PRØVETAKINGSSTED	HØYDE (moh)	KOORD (UTM)	våren 1994	høsten 1994
				pH	pH
61	Kvernavatnet	20	KM 972 102	5,86	5,85
62	Breiavatnet	20	KM 970 108	5,87	5,81
63	Kvernatjørna	20	KM 987 034	6,05	6,02
64	Holmavatnet	30	KM 914 080	6,03	6,11
65	Flatnesvatnet	21	LM 003 048	6,71	6,50
66	Kvernavatnet	17	KM 996 070	6,31	6,37
67	Ervestjørna	6	LM 011 077	5,26	5,28
68	Fjonaelva		KM 989 027	6,39	6,32
69	Liervatnet	31	LM 020 102	5,35	5,39
70	Rauneslitjørna	33	LM 024 094	4,85	4,86
71	Lindslitjørna	38	LM 005 095	4,75	4,76
72	Røykenestjørna	4	LM 035 112	5,39	
73	Sagvatnet	29	LM 006 085	5,49	5,34
74	Bekk frå Sagavatnet		LM 009 080	5,70	
75	Flatbruvatnet		LM 026 117	5,11	5,06
76	Bekk til Joavatn		LM 016 119	5,40	5,11
77	Bekk v/Framnes		LM 040 095	6,35	5,99
78	Eileråsvatn		KM 957 010	6,56	6,45
79	Litlavatnet		KM 972 013	5,05	5,47
80	Litlebekktjørnå		KM 987 020	5,28	6,10
81	Gullhaugvatnet	42	KM 983 033	6,33	6,33
82	Bårvågvatnet		LM 025 160	5,50	5,50
83	Håvardsholmtjørn		LM 032 153	6,38	5,96
84	Midtstemmetjørna		KM 933 041	6,35	5,80
85	Vågedalselva		KM 918 020	5,91	5,67
86	Sideelv Vågedalselva		KM 919 019		4,98
87	Bekk v/ Solgry		KM 989 103	5,94	5,69
88	Vigdarvatn (v/Rv-47)		KM 937 059	6,76	6,08



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



VEDLEGGSTABELL 2: Status for ferskvannsfiskeressursene i Sveio kommune. **ARTER:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueørret, F=skrubbeflyndre. **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. **GRUNNLAG:** **DATA:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **REFERANSE:** 1=Støle og Høyland 1993, 2=Støle og Høyland 1994, 3 = Spørreundersøkelse utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vedleggskart nr. 1. Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		LAKS		ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring	Status	Endring		DATA	REF
11	Husavatnet	KM 926 030	2	1					S,Å	1,2	1,3
20	Øreviksvatnet	LM 003 191	1	5	5	5	5	5	F,S,Å	1,2	1,3
82	Bårvågvatnet	LM 025 160	1	5					S,Å	2	1
43	Åsevatnet	KM 934 073	1	1					S,Å	1,2	1,3
59	Rongavatnet	KM 904 026	2	5					Å	2	1
1	Storavatnet	KM 936 124	1	1	1	1			Å	1,2	1,3
39	Vasslivatnet	LM 005 221	2	5	5	5			S,Å	2	1
	Joavatnet	LM 016 113	1	5	5	5			Å	1,2	1,3
41	Bjellandsvatnet	KM 956 072	1	5					S,Å	2	1
73	Sagvatnet	LM 006 085	2	5	1	5			S,Å	2	2
4	Mørkavatnet	KM 995 114	1	5						2	2
29	Store Sandvatnet	KM 905 047	1	5						2	2
25	Storavatnet	KM 901 078	1	5						2	2
31	Nesavatnet	KM 979 073	2	2	2	2				1,2	2,3
69	Liervatnet	LM 020 102	1	2	1	2			S,Å,RB,L	1	3
88	Vigdarvatnet	KM 937 059	1	1	1	1			S,Å,RB,L	1	3
65	Flatnesvatnet	KM 860 824	2	2					Å	1	3
37	Ervetjørna	LM 010 077	1	2					Å	1	3
71	Lindslitjørna	LM 003 095	1	2					Å	1	3
70	Rauneslitjørna	LM 025 095	1	2	1	2			Å	1	3
75	Flatbrutjørn	LM 026 120	2	5					Å	1	3
24	Hauglandsvatnet	LM 005 215	2	2					Å	1	3
60	Rødvatnet	KM 980 102	1	2					Å	1	3



VEDLEGGSTABELL 2. fortsetter: Status for ferskvannsfiskeressursene i Sveio kommune. **ARTER:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueørret, F=skrubbeflyndre. **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. **GRUNNLAG: DATA:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **REFERANSE:** 1=Støle og Høyland 1993, 2= Støle og Høyland 1994, 3 = Spørreundersøkelse utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vedleggskart nr. 1 og vannprøvetakingsstasjoner (vedleggstabell 1). Tabellen fortsetter på neste side.

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		LAKS		ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring	Status	Endring		DATA	REF
61	Kvernavatnet	KM 971 104	2	2					Å	1	3
62	Breiavatnet	KM 970 110	1	2					Å	1	3
	Lauvåsvatnet	KM 948 108	3	3	1	2			Å	1	3
	Lomavatnet	KM 955 116	1	2			2	2	Å	1	3
	Sandvatnet	KM 942 112	1	2	1	1			Å	1	3
	Skarhaugstjørn	KM 934 095	2	2	2	2			Å	1	3
56	Kinnavatnet	KM 945 125	2	1					Å	1	3
57	Emberlandsvatnet	KM 955 130	1	2	2	2			Å	1	3
	Vadtjørn	KM 930 127	1	2					Å	1	3
64	Holmavatnet	KM 916 080	2	2					Å	1	3
	Sandvatnet	KM 922 077	2	2					Å	1	3
	Iljaråsvatnet	KM 957 010	1	2	1	2			Å	1	3
	Furevatnet	KM 920 050	1	2	1	2			Å	1	3
29	Sandvatnet	KM 905 047	1	2						1	3
45	Nordskogvatnet	KM 930 085	2	5					Å	1	3
44	Maritjørn	KM 938 082	1	2					Å	1	3
	Krokavatnet	KM 940 090	2	5					Å	1	3
42	Mannavatnet	KM 950 065	2	2					Å	1	3
	Hinderlivatnet	KM 956 074	1	2					Å	1	3
30	Liavatnet	KM 975 070	2	2	2	1			Å	1	3
	Kyrkjetjørn	KM 971 083	5	5					Å	1	3
40	Trollavatnet	KM 979 052	1	2					Å	1	3
33	Krossvikavatnet	KM 981 060	2	2					Å	1	3



VEDLEGGSTABELL 2, fortsetter: Status for ferskvannsfiskeressursene i Sveio kommune. **ARTER:** Å=ål, S=stingsild, RB=regnbueørret, F=skrubbeflyndre. **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. **GRUNNLAG:** **DATA:** 1=spørreundersøkelse, 2=prøvefiske. **REFERANSE:** 1=Støle og Høyland 1993, 2= Støle og Høyland 1994, 3 = Spørreundersøkelse utført av Norsk Institutt for Naturforskning i 1989. Nummer i første kolonne refererer til vedleggskart nr. 1 og vannprøvetakingsstasjoner (vedleggstabell 1).

NR	STED	UTM	AURE		RØYE		LAKS		ANDRE ARTER	GRUNNLAG	
			Status	Endring	Status	Endring	Status	Endring		DATA	REF
50	Vardavatn	KM 970 048	1	2					Å	1	3
49	Dyngjetjørn	KM 964 045	2	2					Å	1	3
	Stutatrævatnet	KM 972 037	1	2					Å	1	3
47	Holmavatnet	KM 976 037	1	2					Å	1	3
	Myrkavatnet	KM 982 029	5	5	5	5			Å	1	3
81	Gulhaugavatnet	KM 983 033	2	5					Å	1	3
66	Kvernavatnet	KM 997 075	1	2					Å	1	3
14	Langavatnet	KM 977 130	1	1	1	1			RB, Å	1	3
	Moldbrekkvatnet	KM 990 088	1	2					Å	1	3