

RAPPOR

Kalkingsplan for
Voss kommune
1992

Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING



Rapport nr. 69, september 1992.

Kalkingsplan
for
Voss kommune
1992



Gunnar Bekke Lehmann
og
Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS
INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 69, september 1992.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Kalkingsplan for Voss kommune 1992

FORFATTERE:

Cand.scient. Gunnar Bekke Lehmann og dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRAKTSGIVER:

Voss kommune v.miljøvernleiar Gunnar Bergo

OPPDRAKET GITT:**ARBEIDET UTFØRT:****RAPPORT DATO:**

Mai 1992

Sommeren 1992

15.september 1992

RAPPORT NR:**ANTALL SIDER:****ISBN NR:**

69

18

ISBN 82-7658-007-6

RAPPORT SAMMENDRAG:

- 1) Forsuringstilstand i Voss kommune er beskrevet.
- 2) Kalkingsmål og forslag til prioriteringsskriterier er presentert.
- 3) Forslag til prioriteringss liste for kalkingslokaliteter i Voss kommune er presentert.
- 4) Pågående og tidligere kalkingsprosjekt er evaluert.

EMNEORD:**SUBJECT ITEMS:**

- Forsuring
- Kalkingsstrategi
- Kalkingsplan

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS.
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Telefon: 05 31 02 78
Telefax: 05 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer har på oppdrag fra Voss kommune, ved miljøvernleiar Gunnar Bergo, utarbeidet et forslag til kalkingsplan for Voss kommune. Målsettingen med arbeidet har vært å få en samlet oversikt over forsuringstilstanden i kommunen, over det arbeidet som utføres og vurdere disse opp mot et sett prioritiseringskriterier, slik at det kalkingsarbeidet som gjennomføres i størst mulig grad er samordnet.

Et viktig utgangspunkt var da å velge et egnet mål for kalkingsvirksomheten, slik at prioritiseringskriteriene kan følge opp intensionen direkte. "Handlingsplan for kultivering av vatn og vassdrag, Voss kommune 1992-1995" (Voss kommune 1991), gir klart uttrykk for at man i Voss kommune er meget bevisste på verdien av ferskvannsressurser, og at det finnes både vilje og evne til å forvalte disse på en skikkelig måte. I handlingsplanen vises det til at et overordnet kultiveringsmål allerede er vedtatt i "Miljø- og naturressursprogram for Voss kommune" (Voss kommune 1990): "-Styrkja og ta vare på kommunen sine bestandar av ferskvassfisk."

Utarbeidelsen av en kalkingsplan for vann og vassdrag er således en viktig del av en total kultiveringsplan for områdets ferskvannsressurser. Det fremgår av handlingsplanen at tidligere kalking kan ha vært preget av noe tilfeldig planlegging, gjennomføring og oppfølging. Kalkingsprosjekter må for ettermiddagen også ses i sammenheng med andre kultiveringsformer.

Den foreliggende kalkingsplanen må imidlertid betraktes som et retningsgivende forslag, da både lokal kjennskap til fiskebestandene og forholdene samt lokalt initiativ vil kunne bidra med nødvendig korreksjon av anbefalingene. Videre er det Fylkesmannens miljøvernavdeling ved fiskeforvalteren som har det overordnede forvaltningsansvar for en slik samordning. Vi håper likevel at vårt arbeide kan bidra til å lette det videre arbeidet innen fiskekultivering og kalking av forsurete lokaliteter i Voss kommune.

Arbeidet er utført av Gunnar B. Lehmann og Geir Helge Johnsen, mens det aller meste av bakgrunnsinformasjonen er samlet inn og tilrettelagt av miljøvernleiar Gunnar Bergo i Voss kommune. Et viktig grunnlag har i så måte vært den meget grundige sammenstilling av informasjon vedrørende fiskebestandene i Voss kommune som er utført av Haavard Nygaard i forbindelse med utarbeidelsen av handlingsplanen (Voss kommune 1991).

Rådgivende Biologer takker for oppdraget.

Bergen, 15. september 1992



INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	4
Liste over figurer	4
Liste over tabeller	4
SAMMENDRAG	5
MÅLSETTING MED KALKINGEN	6
FORSLAG TIL PRIORITERINGSKRITERIER	7
FORSURINGSTILSTAND I VOSS KOMMUNE	9
IGANGVÆRENDE KALKINGSPROSJEKT	12
KALKINGSSRATEGI	13
KALKINGSPROGRAM FOR VANN OG VASSDRAG I VOSS KOMMUNE	15
KONTROLLPROGRAM	17
HENVISNINGER	18

LISTE OVER FIGURER

1: Skjematisk framstilling av prioritiseringsprosess ved utarbeidelse av kalkingsprogram	9
2: Kart over surhetstilstand i Voss kommune	10

LISTE OVER TABELLER

1: Måling av surhet (pH) og ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Voss kommune kommune	11
2: Igangværende kalkingsprosjekt i Voss kommune	13
3: Kalkingsintervall for innsjøer ved forskjellig teoretisk oppholdstid	14
4: Forslag til prioritering av kalkingslokaliteter i Voss kommune	16



SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer har utarbeidet et forslag til kalkingsplan for Voss kommune. Arbeidet baserer seg på den foreliggende Handlingsplan for kultivering av vann og vassdrag 1992-1995 (Voss kommune 1991) samt en generell beskrivelse av forusuringstilstanden i kommunen.

Surheten i vannlokaliteter styres bl.a. av pH i nedbør, og av geologiske forhold og menneskelig påvirkning i nedbørsfeltene. Områdene i Voss kommune kan hovedsakelig deles i to grupper på grunnlag av berggrunnsgeologiske forhold,- de lavereliggende delene og fjellområdene. De store dalførene i kommunen domineres av lettforvitrelige fyllittiske bergarter og relativt rike løsmasseavsetninger i form av morenemateriale og elveavsetninger. Dette gir forholdsvis gode bufringsegenskaper på overflatevannet, noe som viser igjen i surhetsmålinger med verdier rundt pH 6,0. De høyereliggende områdene er dominert av sure og tungt forvitrelige skyvedekksbergarter, og lite eller ingen løsmasseavsetninger. Dette gir ionefattig vann med liten syrenøytraliserende kapasitet. Sur nedbør får derfor mer umiddelbar virkning i disse lokalitetene, og pH er adskillig lavere enn i dalførene.

En målformulering for kalkingsprosjekter er presentert, slik at en gjennom et kalkingsprosjekt får mulighet for styring, samordning og etterkontroll. Offisiell norsk målsetting er at kalkingsprosjekter inngår som viktige fiskekultiveringstiltak, med vekt på bevaring av stedegne fiskebestander, og justering av surhet til ca. pH 6,2. Andre målformuleringer kan fokusere på utøvelse av fritidsfiske, eller de kan vektlegge økosystembevaring.

Et sett prioriteringskriterier er utviklet, slik at en kan velge ut og rangere vannlokaliteter der kalking kan tenkes å være aktuelt. For å kunne ta i bruk prioriteringskriteriene kreves det kunnskap om vannlokalitetene m.h.t. biologi, økonomi, geografi, rekreasjonsbruk og fysisk/kjemiske forhold. Denne kunnskapen er dels hentet fra den omtalte Handlingsplanen (Voss kommune 1991). Ved utarbeidelse av prioriteringsliste for aktuelle kalkingsprosjekt, bør imidlertid lokal kunnskap og kjennskap til lokalitetene tas med i stor grad. Forslag til prioritering blant tidlige og potensielt nye kalkingslokaliteter er gitt.

Tidligere kalkingsprosjekter i Voss kommune har vært svært vellykkede, men koordineringen ser ut til å ha vært noe tilfeldig og det mangler skikkelig oppfølging. Dette vises bl.a. ved at flere lokaliteter er kalket opp til en unødig høy pH, og at lokaliteter er kalket årlig selv om dette slett ikke er nødvendig. Det bør derfor tilstrebes at man ved planlegging av slike prosjekt benytter Kalkingshåndboken (DN 1990) som veiledning vedrørende valg av kalkingsmetoder, -dosering, -intervaller etc.

Et kontrollprogram for oppfølging av kalkingsprosjekter bør igangsettes. Det program som i dag gjennomføres med hensyn til overvåking av vannkvalitet i Voss kommune, utvides til å dekke to felt,- både alle kalkede og tidlige kalkede lokaliteter, samt en generell oversikt over tilstanden i kommunen. Samtidig vil det gi svært verdifull informasjon om tilstanden i lokalitetene dersom en vannprøve fra oktober analyseres for syrenøytraliserende kapasitet og labilt aluminium. Dette vil kunne gi svar på hvorvidt vannkvaliteten og de aktuelle levevilkårene for fisk og andre ferskvannsorganismer samsvarer med deres toleranse for forusuringstilførsler.



MÅLSETTING MED KALKINGEN

Kalking av innsjøer og vassdrag er både tid- og kostnadskrevende, slik at en vesentlig forutsetning for utarbeidelse av en kalkingsplan er fastsetting av MÅL for kalkingsaktiviteten. Uten dette blir det vanskelig å foreta de nødvendige prioriteringene, samtidig som en heller ikke vil ha mulighet til å i ettertid kunne undersøke om kalkingen har hatt den ønskede effekt. Nedenfor er det listet tre ulike biologiske mål en kan ha for et kalkingsprogram i en vannlokalitet eller i en region:

1) KALKING FOR Å BEDRE FORHOLDENE FOR FRITIDSFISKE

Målet med kalking er å bedre den generelle vannkvaliteten til et nivå der den aktuelle fiskeart kan overleve og vokse til "fiskbar" størrelse.

Det fokuseres her på utøvelsen av fritidsfiske som argument for kalking. Det sentrale er at det finnes fisk i vannlokaliteten som kan fiskes på, og at denne holder en rimelig kvalitet. Det kan her være tilstrekkelig å bedre vannkvaliteten i de habitatene der voksen(de) fisk oppholder seg og finner næring. Ofte vil slike områder være innsjøer, og det kan da være naturlig å kalke direkte til disse. Denne kalkingsformen sikrer ikke nødvendigvis at fischen kan gjennomføre livssyklus/reproduksjon, da ukalkede gytebekker fremdeles kan være for sure til at egg og yngel kan overleve i dem. I mange tilfeller vil en derfor jevnlig måtte sette ut fisk til vannlokaliteten for å opprettholde bestanden.

2) KALKING FOR Å BEVARE FORSURINGSTRUED FISKEBESTANDER

Målet med kalking er å etablere en vannkvalitet som gjør det mulig for den aktuelle fiskebestanden å leve og formere seg i lokaliteten.

Her er det bevaring evt. forsterkning av stedegne, selvreproduserende fiskepopulasjoner som er målet med kalkingen. Dette skifter ikke nødvendigvis fokus helt bort fra utøvelse av fritidsfiske; forskjellen er at et bedret fritidsfiske blir en positiv sideeffekt av kalkingen, men utøvelsen av fritidsfisket er ikke alene kalkingens ultimate mål. Det vil her være nødvendig å øke pH i alle habitater som er for sure til at det/de stadier av den aktuelle fiskeart som naturlig skal oppholde seg der kan overleve. Kalking for å sikre gyteområder og oppvekstområder for yngel/ungfisk vil da komme i tillegg til innsjøkalkingen. Dette kan i mange tilfeller kreve mer omfattende kartlegging av den aktuelle fiskepopulasjonen.

3) KALKING FOR Å BEVARE FORSURINGSTRUED ØKOSYSTEMER

Målet med kalking er å avgifte vannet til et nivå der den opprinnelige, natrige flora og fauna kan bestå eller rekolonisere etter kalking.

Denne målformuleringen har innbakt i seg erkjennelsen av at økosystemer har egenverdi som sådanne. Fisken er en del av det totale økosystem, som den er tilpasset til og avhengig av. I en forsuringss prosess i en vannlokalitet kan en ofte observere virkningene av synkende pH ved å se på andre typer organismer enn fisk. I tidlige stadier av forsuring, lenge før fiskedødelighet opptrer, vil f.eks. enkelte arter av bunndyr forsvinne. Slik kan forsuringen påvirke økosystemer negativt lenge før fisken egentlig er direkte skadelidende av de rent kjemiske og biokjemiske effektene av lav pH.



For å nå dette målet må en ha en kalkingsstrategi som sikrer at også de mest forsuringsfølsomme organismer i økosystemet får oppfylt sine vannkvalitetskrav. Ulike arter har forskjellig følsomhet for surt vann, og mange fysiske og kjemiske forhold påvirker effekten av kalking gjennom året. En må da sikre et minimumskrav til vannkvalitet gjennom hele året. Det er imidlertid viktig å understreke at forholdene neppe vil bli identiske med den opprinnelige situasjonen i lokaliteten.

OFFIELL NORSK MÅLSETTING

Det har gjennom de siste årene skjedd en gradvis endring i synet på hva som er målet med kalkingsaktiviteten i Norge. Tidligere var det målsetting 1 som dominerte bildet, mens kalkingshåndboken (DN 1990) nå opererer med målsetting 2. En har etterhvert også innen forvaltningen her i landet såvidt begynt å se på målsetting 3, mens denne har vært gjeldende i Sverige siden 1988. I Sverige kan man således søke om støtte til kalking av lokaliteter uten at fiskebestander og fritidsfiske er involvert i lokaliteten. I Norge er ikke dette tilfellet, slik at kalkingsarbeide inntil videre inngår som ett av de viktige fiskekultiveringstiltakene.

Dette målvalget medfører to konsekvenser. For det første må innsjøkalking ofte kombineres med tiltak for vannkvalitetsforbedring på viktige gytebekker, og for det andre vil det i prioritering av prosjekter bli lagt stor vekt på lokaliteter med (stedegne) bestander. Fisketomme lokaliteter vil ikke ha samme høye prioritet. For en nærmere gjennomgang av målformulering for kalkingsprosjekt henvises til Atle Hindar (1992).

FORSLAG TIL PRIORITERINGSKRITERIER

Like sentralt som å definere mål for kalkingen er det å velge med omhu de vannlokaliteter som egner seg best til et kalkingsprogram. I de fleste tilfeller har en begrensede økonomiske ressurser tilgjengelig. Ut fra et sett med kriterier blir en dermed nødt til å prioritere lokaliteter hvor en kan få oppfyllt kalkingsmålet, samtidig som observerte effekter med sikkerhet kan tilskrives kalkingen.

1) VANNLOKALITETENS BEHOV FOR KALKING

Kalking er et tiltak mot forsuring, slik at før en iverksetter kalking er det nødvendig å fastslå om det faktisk er behov for vannkvalitetsjustering i vannlokaliteten. Forundersøkelser av vannkjemi, flora og fauna vil gi svar på dette. Ofte kan andre kultiveringstiltak (f.eks. bestandsregulering ved utfisking) være mer hensiktsmessige, og faktisk rimeligere og lettere å gjennomføre enn kalking, dersom vannkvaliteten i utgangspunktet er god. Kalking er ingen "universalløsning" for riktig kultivering.

I Voss kommune bør lokaliteter med lavere pH i september/oktober enn 5,5 og konsentrasjon av labilt aluminium høyere enn 40 µg pr. liter prioriteres. Konsentrasjoner av labilt aluminium på over 60 µg/l kan medføre stor skade på fiskebestander (Rosseland mfl. 1990).

2) VANNLOKALITETENS BIOLOGISKE VERDI

Her vil en måtte vurdere hvilke totale biologiske ressurser en vannlokalitet innehar. Lokaliteten kan f.eks. være verdifull fordi den huser en fin fiskebestand med storvokste individer, eller fiskebestanden kan ha andre egenskaper som en ønsker å bevare. En annen mulighet kan være at en ønsker å sikre en økosystemtype som anses verdifull fordi den er uvanlig, eller er typisk for regionen, eller fordi den er habitat for sjeldne, evt. truede arter. Dette siste vil i større grad være aktuelt ved valg av målsetting 3 (se foran).



3) VANNLOKALITETENS ØKONOMISKE VERDI

Den økonomiske verdien av vannlokaliteter er ofte knyttet til fiskebestandene og utnyttelsen av disse. Grunneiere kan ha gode inntekter av fiskekortsalg, eller utleie av fiskeretter til lag, foreninger, bedrifter og privatpersoner. Der fangstene er store nok, kan også den kommersielle verdien av selve fisken være betydelig. Det må vurderes om den potensielle avkastningen fra lokaliteter som tenkes kalket kan stå i forhold til de ressurser som evt. skal settes inn. Lokaliteter kan også ha indirekte økonomisk verdi, ved at de f.eks. tjener som gyteområder for en attraktiv fiskebestand som fiskes på i en annen del av vannsystemet.

4) VANNLOKALITETENS BELIGGENHET OG EGNETHET TIL REKREASJONSFORMÅL

Den geografiske beliggenheten av vannlokaliteten vil i mange tilfeller være avgjørende for hvor enkel tilkomst en har til den. Høyfjellslokaliteter eller andre vannsystemer langt unna vei vil være vanskelig tilgjengelige. I de tilfeller der det trengs bygging av kalkdoseringasanlegg e.l. i slike lokaliteter, vil det være vanskelig å ha en god nok rutinemessig kontroll av anleggene for å kunne sjekke at de til enhver tid fungerer som de skal. Dersom vannsystemer skal kalkes med tanke på fiskebestander/fritidsfiske/rekreasjon, må det vurderes om tilgjengeligheten til-, og interessen for bruk av lokalitetene er så god at de økonomiske aspektene i et kalkingsprosjekt kan forsvareres.

5) VANNLOKALITETENS SURHETSTILSTAND

Forholdene i lokaliteten før kalking vil være med på å avgjøre hvor kostbart og arbeidskrevende det blir å få den tilbake til en ønsket tilstand. En svært forsuret vannlokalitet vil kreve relativt stor kalkingsinnsats, og tiden det tar å tilbakeføre den kan også bli lang. Økosystemet kan være så skadet av forsuring at det med de tilgjengelige ressurser kanskje ikke blir mulig å fullt ut nå de kalkingsmål en setter seg.

Hvis det i tillegg er andre typer forurensinger og belastninger i systemet (eutrofiering, industriforening, tekniske inngrep), kan det være nødvendig å håndtere også disse problemene før en får optimale effekter av kalkingen. Valget kan her stå mellom å restaurere ødelagte økosystemer, eller å sikre relativt upåvirkede lokaliteter mot ytterligere forsuring. I mange tilfeller vil en lettest kunne oppnå gode resultater ved å velge sistnevnte løsning.

6) VANNLOKALITETENS STØRRELSE

Størrelsen på de vannsystemer som skal kalkes vil være avgjørende for økonomien i et kalkingsprosjekt, fordi det ved pH-justering av store systemer kreves større kalkmengder og mer omfattende forundersøkelser, planlegging og arbeidsinnsats enn i små systemer.

7) VANNLOKALITETENS VANNUTSKIFTING

Vannutskiftingen i lokaliteten, d.v.s. vannmassenes oppholdstid i vannsystemet, påvirker effekten av kalking. Spekteret strekker seg fra innsjøer med oppholdstid for vannet på et år eller mer, til hurtigstrømmende elver med kontinuerlig vannutskifting. Dersom oppholdstiden for vannet er kort, vil det måtte kalkes tilsvarende ofte (eller kontinuerlig) for å opprettholde stabil pH. Alternativt må det i utgangspunktet overdoseres med kalk, slik at effekten holder seg lenger.

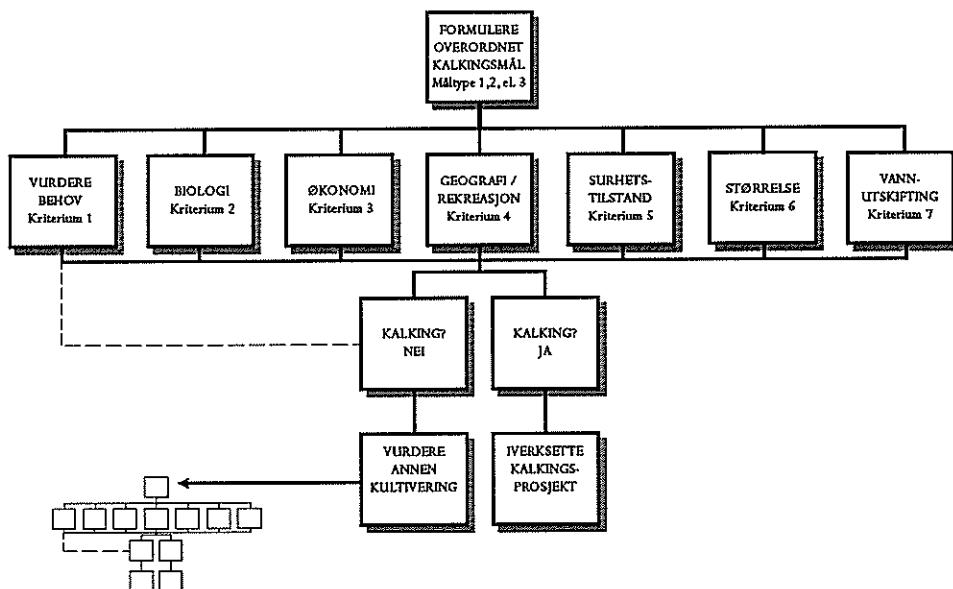


PRIORITERINGSPROSESSEN

Vi har valgt å framstille de syv prioritiseringskriteriene i en rekkefølge der de viktigste kommer først. Kriterium 1 gir i seg selv direkte mulighet for å svare JA eller NEI til spørsmålet om kalking (figur 1), mens de tre neste vanligvis tilsammen vil gi et svar (dersom JA på det første). De tre siste er mindre viktige for spørsmålet OM det bør kalkes, men er vesentlige i å foreta en riktig prioritering mellom aktuelle kalkingsprosjekter.

KALKING AV VANN OG VASSDRAG I VOSS KOMMUNE

Fremgangsmåte ved vurdering av lokaliteter

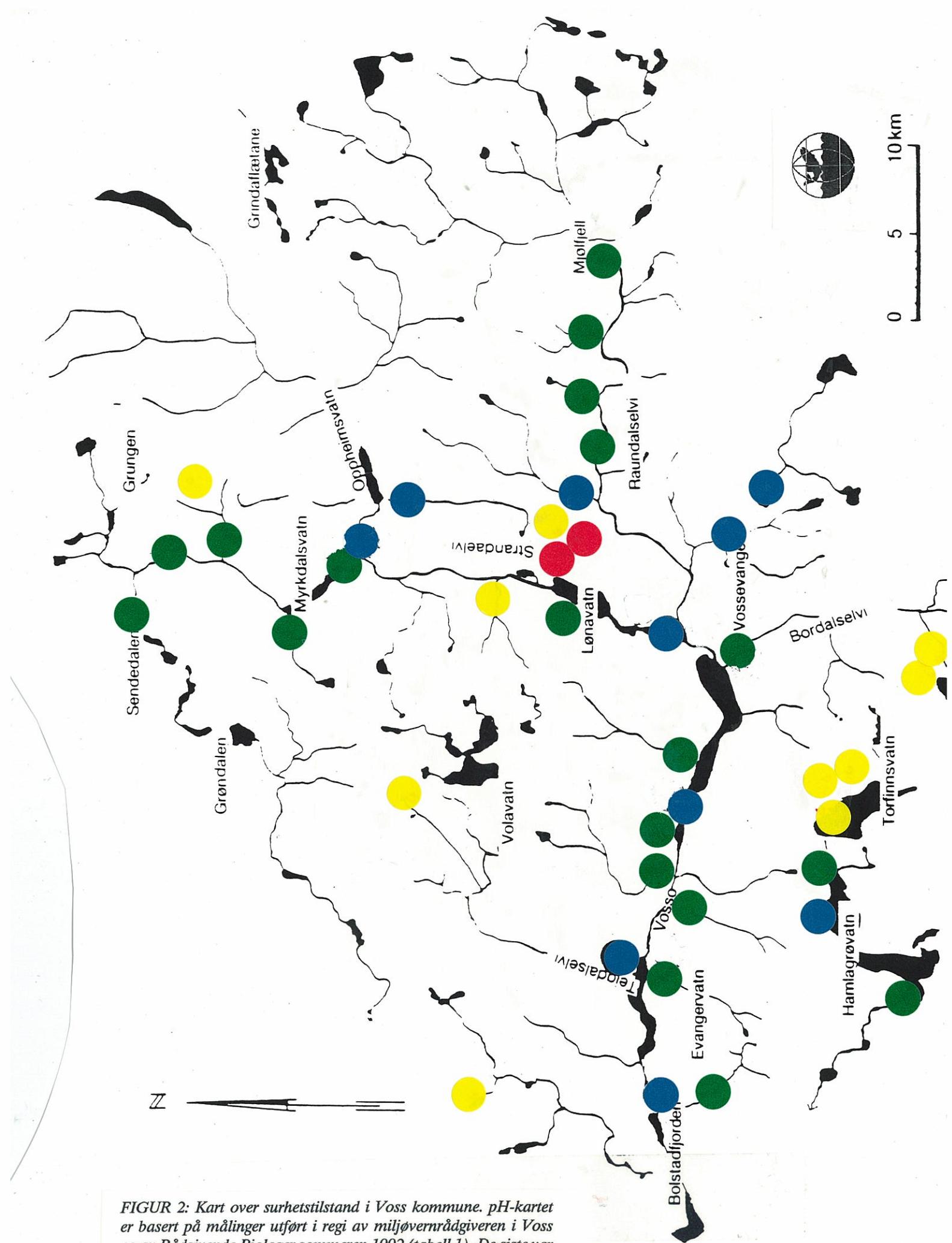


FIGUR 1: Skjematisk framstilling av prioritiseringsprosessen ved utarbeidelse av kalkingsprogram. Hver av de syv prioritiseringskriteriene gjennomgås fra venstre mot høyre for å gi svar på hvorvidt lokaliteten skal kalkes innenfor den aktuelle planperiode, mens kriterium 1 i seg selv innebærer muligheten for å svare NEI på spørsmålet om kalking skal foretas. I så fall kan en fortsette med annen kultivering og eventuelt gjennomføre et tilsvarende oppsett (mål + prioritiseringskriterier) for de andre aktuelle kultiveringsmetodene.

FORSURINGSTILSTAND I VOSS KOMMUNE

BERGGRUNN OG BUFFERKAPASITET

Bergartene i Voss kommune kan hovedsakelig deles i to grupper, - fyllitt og skyvedekksbergarter. Fyllitt er sedimentære bergarter som forvitrer relativt lett. Disse gir næringsrik jord og tilfører i større grad basekationer til vannet, slik at dette får en relativt god bufferkapasitet mot forsuring. Skyvedekkene består av harde og sure bergarter av grunnfjellsalder, som ble skjøvet inn over den nyere fyllitten i forbindelse med den kaledonske fjellkjedefoldingen for 400-500 millioner år siden.



FIGUR 2: Kart over surhetstilstand i Voss kommune. pH-kartet er basert på målinger utført i regi av miljøvernrådgiveren i Voss og av Rådgivende Biologer sommeren 1992 (tabell 1). De siste var utført ved lav vannsføring, noe som kan gi en noe bedre pH-verdi enn det reelle bildet. De røde og gule punktene på kartet er fra tidligere målinger henvist til i handlingsplanen



De store dalførene i kommunen domineres således av rikere og mer lettforvitrelige fyllittiske bergarter, der en kan forvente relativt gode bufringsegenskaper på overflatevannet. I disse områdene er det også forholdsvis rike løsmasseavsetninger i form av morenemateriale og elveavsetninger, som forsterker dette grunnlaget for en akseptabel lokal vannkvalitet.

De høyreleggende områdene er imidlertid for det alt vesentlige dominert av de sure og tungt forvitrelige skyvededekksbergartene, som gir ionefattig vann med liten syrenøytraliserende kapasitet. Her er det lite eller ingen løsmasseavsetninger som kan bidra til å bufre den sure nedbøren. Denne får da ofte en mye mer umiddelbar virkning i disse lokalitetene.

pH-MÅLINGER I VOSS KOMMUNE

TABELL 1: *Måling av surhet (pH) og ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) i Voss kommune utført av Rådgivende Biologer as 6.juli 1992.*

NR:	LOKALITET	UTM-REF	pH	LEDN
1	Hamlagrøvatn ved Osen	LN 399 134	5,58	19,6
2	Utløp Svartevatn	LN 465 177	5,66	8,6
3	Kvernhusgrovi	LN 452 176	6,19	12,4
4	Moenvatn ved campingplass	LN 677 202	6,53	40,5
5	Istadelvi ved Bjørgo	LN 652 226	6,40	28,5
6	Urdlandselvi	LN 677 299	6,19	11,9
7	Raundalselvi før Urdland	LN 701 295	5,84	9,1
8	Skipleåni	LN 730 301	5,91	11,6
9	Brekkelvi ved Reime	LN 766 296	5,81	9,2
10	Rjoandåni ved Mjølfjell	LN 826 310	5,83	8,7
11	Utløp Lundarvatn	LN 600 254	6,01	13,9
12	Elv til Lønavatn fra vest	LN 619 313	5,62	8,1
13	Tvinnefossen før Strondaelvi	LN 632 350	5,48	7,8
14	Myrkdalselvi i Kvassdalen	LN 646 529	5,68	10,4
15	Kvanndøla ved Armot	LN 644 497	5,98	12,3
16	Fiksno	LN 611 469	5,81	11,4
17	Langejolo før Oppheimsvatn	LN 678 411	6,15	12,5
18	Utløp Oppheimsvatn ved Vinje	LN 645 424	6,25	16,0
19	Utløp Myrkdalsvatn ved Vinje	LN 644 423	5,88	13,2
20	Dyrvo før Vangsvatnet	LN 532 246	5,95	10,1
21	Bekk til Seimsvatn fra nord	LN 494 255	5,87	8,8
22	Tverrelvi før Vosso	LN 470 259	5,85	8,3
23	Sagelvi før Vosso	LN 455 259	5,82	7,2
24	Rasdalselvi før Bolstadelvi	LN 340 265	5,80	6,3



På grunn av det varierende naturgrunnlaget i kommunen, er det stor forskjell i resultatene fra de foretatte vannkjemiske analysene. En del enkeltmålinger fra tidligere kalkede lokaliteter (tabell 2) viser pH-verdier ned mot og under 5,0, mens den generelle tendensen i de aller fleste foretatte målinger er at vannkvaliteten er akseptabel med pH-verdier rundt 6,0 (tabell 1).

De fleste målingene er imidlertid foretatt i hovedvassdragene, der en for det meste har lokal påvirkning fra en berggrunn som bufrer godt. Samtidig vil lokale tilførsler fra bosetting og jordbruksaktivitet kunne påvirke vannkvaliteten i positiv retning hva surhet angår. I de høyereliggende områdene, der verken bergartene eller det skrinne jordsmonnet kan bufre den sure nedbøren, har en generelt sett pH-målinger ned mot 5,0 (figur 2).

KONKLUSJON

Det er imidlertid ikke surheten i seg selv som i vesentlig grad medfører skader på fisk og fiskebestander. Det er innholdet av labilt aluminium som dreper fisk og medfører de største forsuringsskadene, - og konsentrasjonen av aluminium følger som konsekvens av forsuringss prosessene.

I Voss kommune kan den naturlige surheten i de høyereliggende innsjøene godt ha vært i området pH er mellom 6,0 og 5,5, slik at en bør inkludere målinger av labilt aluminium i den framtidige vurderingen av forsuringstilstanden i kommunen. For å kunne vurdere forholdene for fisk best mulig, bør en også gjennomføre en generell vurdering av lokalitetenes syrenøytraliserende kapasitet (ANC). En slik undersøkelse vil også kunne gi svar på økosystemenes naturlige tålegrens for forsuring, og om dagens sure nedbør allerede har overskredet disse tålegrensene.

Det foreliggende grunnlag for vurdering av kalkingsbehov i Voss kommune er således meget sparsomt når det gjelder de aller fleste lokaliteter.

IGANGVÆRENDE KALKINGSPROSJEKT

I Voss kommune har det vært foretatt kalking i privat og offentlig regi siden tidlig på 70-tallet. De enkelte prosjekt er omtalt skikkelig i handlingsplanen (Voss kommune 1991). Disse prosjektene er kort beskrevet i tabell 2, og vil bli evaluert raskt i forbindelse med kapittelet "kalkingsstrategi" og ved den endelige prioriteringen av kalkingsbehovet i Voss kommune.



TABELL 2: Igangværende kalkingsprosjekt i Voss kommune i henhold til "Handlingsplan for kultivering av vann og vassdrag, Voss kommune 1992-1995".

LOKALITET	OPPSTART	FØR-pH	ETTER-pH	TYPE KALKING	HYPPIGHET	ANDRE TILTAK
Langatjørn (Liaset)	1986	4,9	7,0	Innsjø	Årlig	Utsetting av yngel
Sauatjørn (Liaset)	1989	5,1	7,1	Innsjø	Årlig	Utsetting av yngel
Nykkjatjørn (Liaset)	1989	4,7	6,8	Innsjø	Årlig	Utsetting av yngel
Brokatjørn (Bulken sør)	1986	5,1	? 6,1	Innsjø	Årlig	Ingen
Skreiavatn (Holbygdi)	1991	5,6	6,4 - 5,7	Terrenge	?	Ingen
Ostjørn (Bømoen)	1989	5,3	?	Innsjø Terrenge	Årlig	Utsetting stor fisk
Furevatn (Bordalen)	1972	?	6,0	Terrenge	Årlig 1972-1982	Utfiskning
Vetlavatnet (Grønndalen)	1991	5,4	?	Terrenge	?	Ingen

KALKINGSSRATEGI

Kalking er bare en av de fiskeforsterkningsmetoder som er akuelle i forsuringstruede/utsatte lokaliteter. Det går også fram av tabell 2 at det i Voss kommune har vært iverksatt andre tiltak i flere av de kalkede lokalitetene. En må imidlertid være varsom ved iverksetting av for mange tiltak samtidig, og heller ta tiden til hjelp. Følgende tre anbefalinger fra forvaltningen gjelder i så måte:

Hvis det finnes en restbestand igjen i lokaliteten, bør det ikke settes ut fisk fra klekkerier eller fra andre vann. Den stedegne bestanden bør få sjansen til å bygge seg opp.

(DN 1990)

Omfangen av fiskeutsettinger må reduseres og all utsetting må gjennomføres med bruk av stedegen stamme.

(Steinkjer & Bruun 1991)



I områder der fisken er utdødd på grunn av forsuring bør en finne fram til mest mulig "stedegnede" bestander. Dette kan gjelde både gytepreferanser og surhetstoleranse generelt.

INNSJØKALKING

Kalking kan foregå på mange måte, og det anbefales sterkt at Direktoratet for Naturforvaltnings "Kalkingshåndbok (DN 1990) benyttes ved planlegging av prosjekterne. Den vanligste framgangsmåten er kalking av hele innsjøer. Dette gir god utnyttelse av kalken, og kan enkelt gjøres på vinterstid på isen. Dette har da også vært vanlig i de pågående kalkingsprosjekter i Voss kommune (tabell 2). Kalkingsmengde og hyppighet avhenger i disse tilfelle av lokalitetens vannutskifting. Finmalt kalksteinmel er det produktet som er best egnet og mest benyttet til innsjøkalking. Jo finere partiklene er, desto mer effektivt virker kalken.

Kalkbehovet ved kalking av innsjøer beregnes ut fra et ønskemål om å nå en pH-verdi på 6,2. I flere av de rapporterte kalkingsprosjekter i Voss kommune har en oppnådd adskillig høyere pH-verdier. Dette er verken nødvendig eller strengt tatt ønskelig. Videre er mange av disse lokalitetene kalket årlig, hvilket i hvertfall skulle være unødvendig. Tabell 3 angir nødvendig kalkingshyppighet for innsjøer avhengig av vannutskiftingshyppigheten.

TABELL 3: Kalkingsintervall for innsjøer ved forskjellig teoretisk oppholdstid for vannet i innsjøen. Alle tall er oppgitt i år. (DN 1990).

Vannets oppholdstid	0,1 - 0,3	0,3 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	3,0	>3,0
Kalkingsintervall	1/2	1	2	3	4	Opp.tid x 1.3

Kalkingsbehovet ved gjenkalking av innsjøer beregnes på en annen måte enn ved førstegangskalking, slik at mengdene som behøves vanligvis er lavere enn ved førstegangskalking. Dette synes ikke å ha vært tatt hensyn til i mange av prosjektene i Voss kommune. Det henvises til Kalkingshåndboken (DN 1990).

BEKKEKALKING

Dersom en skal basere kalkingen på målsetting nr 2, vil det kunne være nødvendig å foreta bekkekalking, slik at hele livssyklusen til den aktuelle fiskebestanden sikres. Det er vanskelig å avsyre rennende vann hele eller deler av året, og dette krever spesielle kalkingsmetoder. Bruk av kalkbrønner eller utlegging av skjellsand og kalkstein kan være enkle og effektive metoder, men de har dessverre vært gjennomført med vekslende hell. For større bekker og elver er det bare avanserte kalkdoseringasanlegg som tilfredsstiller kravene til driftssikkerhet og kapasitet. Dette er nok ikke aktuelt i Voss kommune.

TERRENGKALKING

Terrengkalking av nedslagsfeltet til en innsjø kan gi stabil vannkvalitet over flere år, og medfører at de giftige aluminiumsforbindelsene i større grad blir holdt igjen i terrenget. Denne type kalking bør velges dersom vannutskiftingen i innsjøen er hyppig, eller hvis feltet ligger langt fra vei. Helikopterkalking er den mest skånsomme for terrenget, men skadeomfanget på fauna og flora, - særlig mosene, kan være stor. Slik kalking bør derfor alltid avklares med Fylkesmannens miljøvernavdeling.



KALKINGSPROGRAM FOR VATN OG VASSDRAG I VOSS

De opplysninger som foreligger i handlingsplanen, om vannlokaliteter i Voss kommune, gir indikasjoner om tilstand for vannkjemi og fiskebestander, og om rekreasjonsbruk (fiske) og tilgjengelighet. Dersom en sammenligner denne informasjonen/databasen med listen over prioritiseringskriterier ovenfor, kommer det frem at en alt har deler av grunnlaget for å kunne velge ut de lokaliteter som er mest aktuelle i kalkings- og kultiveringssammenheng.

Innsjøene er valgt ut og prioritert ut fra følgende punkter, der resultatene er gitt i vedlegg bakerst i handlingsplanen (Voss kommune 1991). Punktene under samsvarer noenlunde med prioritiseringskriteriene gjennomgått foran:

- 1) SURHET: pH mellom 5 og 6, med høyest prioritet for lokalitetene med laveste pH.
- 2a) BESTANDSTATUS: Lokaliteten skal ikke være fisketom, bestanden skal ikke være overtallig.
- 2b) GYTEFORHOLD: Lokaliteten bør i hvert fall ha noenlunde brukbare gyteforhold.
- 3) UTNYTTING / VERDI AV FISKET: Lokaliteter der det ikke forekommer fiske er nedprioritert.
- 4) AVSTAND FRA VEI: Ønskelig med adkomst innen maksimum 5 km fra bilvei.

Lokaliteter som allerede kalkes vil kunne falle utenfor i denne prioriteringen fordi pH er over 6. Disse er likevel inkludert for oppfølging,- etter tilsvarende mål- og prioriteringssystem som for andre lokaliteter. Disse lokalitetene (tabell 2) er ført opp i tabell 4 sammen med forslag til utvalgte lokaliteter fra handlingsplanen. Forslag til prioritering mellom de listede lokaliteter er angitt i tabellen.

PRIORITERINGSBEGRUNNELSE

De aller fleste pågående kalkingsprosjekt er foreslått nedprioritert inneværende år. Dette kan kanskje være noe seint, da prosessen allerede er i gang. Grunnen til at de er nedprioritert er gjennomgått tidligere, men skyldes i hovedsak at de aller fleste innsjøene antageligvis har en vannutskifting som ikke gjør det nødvendig å kalke årlig. Videre er det ikke ønskelig å kalke særlig høyere enn pH 6,2, slik at det stilles et lite spørsmålstegn ved bakgrunnen for beregning av kalkmengdene, særlig ved den årlige gjenkalkingen av disse innsjølokalitetene. Kalkingsplaner bør utarbeides i henhold til kalkingshåndboken for samtlige tidligere kalkingsprosjekt.

I tabell 4 er det foreslått en prioritering av kalkingsprosjekt fra 1= høyeste prioritet til 4= laveste prioritet. Dette gjelder for kalking i 1992, mens flere av de tidligere kalkede lokaliteter med prioritering 2 eller 3 vil kanskje kunne behøve en gjenkalking allerede neste år.

MOENSVATN

Kalking av Moenvatn har vært diskutert for å sikre den unike krepsebestanden i innsjøen. Moenvatn faller imidlertid utenom de her presenterte opplegget ved benyttelse av de valgte prioritiseringskriteriene. Innsjøen har meget gode pH-verdier, noe ett av de viktige innløpene også har. Det foreligger imidlertid en ekstremt lav pH-måling i et annet innløp (Nashoug 1991), slik at det eventuelt kunne være aktuelt å kalke denne tilløpsbekken separat. Før en slik avgjørelse tas, bør en sørge for å kontrollere denne ene målingen sammen med måling av kalsium. Det anbefales derfor at Moenvatn følges opp med vannkvalitetsmålinger i innsjøen og i de to vesentligste tilførselsbekkene på høst, vinter og vår, før en eventuelt vurderer kalking av bekkene neste år.



TABELL 4: Tidligere kalkede lokaliteter og utvalgte foreslalte lokaliteter der kalking kan være aktuelt. Tilstanden er presentert ut fra prioritiseringskriterier og foreslalte grenser gitt i teksten. Forslag til prioritering mellom de opplistede lokalitetene er vist, der 1 er høyeste prioritet og 4 er laveste. Lokalitetsnummer samsvarer med vedleggslisten i handlingsplanen (Voss kommune 1991).

LOKALITET	SURHET pH	BESTAND STATUS	GYTE- FORHOLD	UT- NYTTELSE	AVSTAND FRA VEI	PRIORITETS FORSLAG
TIDLIGERE KALKEDE LOKALITETER						
Langatjørn	6,9	utsatt ?	dårlege	?	?	4
Sauatjørn	7,1	utsatt ?	nei	?	?	4
Nykkjatjørn	6,8	utsatt ?	nei	?	?	4
Brokatjørn	6,1	?	?	?	?	3
Skreivatn	? 5,7	?	?	?	?	2
Ostjørn	6,5	utsatt ?	nei	?	bilveg	4
Furevatn (Bordalen)	?	høveleg	god ?	noko	bilveg	?
Vetlevatnet (Grønndalen)	?	?	?	?	?	?
FORESLÅTT KALKEDE LOKALITETER						
8 Rasdalsvt.	5,4	høveleg	brukbar	?	bilveg	1
13 Svartavatn	5,8	høveleg	god	?	bilveg	2
15 Ø.Kvålsd.tj.	5,9	høveleg	god	noko	2,5 km	3
19 Torfinnsvt.	5,2	undertalig	dårleg	lite	2 km	1
37 Furevatn	5,8	høveleg	god	noko	bilveg	2
41 Moensvatn	6,5	unik krepsebestand			bilveg	2 ?
49 Mykjedalsv	5,3	undertalig	dårleg	noko	2 km	1
57 Krokasetvt.	5,1	undertalig	dårleg	lite	1 km	1
107 Vetlevatn	5,4	undertalig	dårleg	lite	6 km	1
109 Holmavt.	5,9	høveleg	god	noko	4,5 km	3
115 Tjærnatj.	5,5	høveleg	brukbar	noko	3,5 km	1

RAUNDALSELVEN

I "Vassbruksplan for sentrale delar av Vossavassdraget", under pkt. 2.2.5. s.21, vises det til at laksetrapp er bygd i Palmafossen nederst i Raundalselven. Trappen fungerer tilsynelatende dårlig, eller ikke i det hele tatt, til tross for forsøk på utbedringer. Det kommer også frem at lakseyngel har vært satt ut i en årekke i Raundalselven, uten at dette har gitt registrerte tilslag. Det er ikke gitt opplysninger som sier om man har undersøkt overlevelsen til lakseyngel i elven. En pH-måling foretatt av Næringsmiddeltilsynet for Voss kommune og omland den 2. juni 1992 viser pH 5,5 i Raundalselven. Her er det derfor flere tenkbare muligheter:



- a) Utsatt lakseyngel vokser opp, smoltfiserer og vandrer ut fra oppvekstområdene i Raundalselven. Når de så vender tilbake som laks, finner de enten ikke veien opp laksetrappen i Palmafossen, eller de unngår trappen av andre grunner. Indikasjoner på dette kan en få ved å undersøke om det om høsten står laks under Palmafossen som prøver å vandre opp til Raundalselven. Dette vil imidlertid ikke være et avgjørende bevis for at laksen som smolt kom fra dette vassdragsavsnittet,- det kan bare undersøkes ved fangst av yngel og smolt på det aktuelle elveavsnitt.
- b) En pH på 5,5 ligger i det området der surheten begynner å bli kritisk lav for laksesmolt. Tidligere undersøkelser i vassdraget (Bakketun, 1981) har vist at pH i Raundalselven har variert mellom 6,0 og 6,7 (fra mai til november i 1980). Det kan derfor tenkes at forsuringen nå er ytterligere fremskredet i forhold til i 1980, og/eller at målingene dengang ikke fanget opp minimumsverdier for pH. Effekten av lav pH vil imidlertid også ha sammenheng med andre vannkjemiske parametre blant andre aluminium og kalsium.

Vannkvaliteten i Raundalselven beskrives som næringsfattig, og vannmassene kommer fra høyfjellsområder med harde og "sure" bergarter. Dersom en får spesielt sure perioder, der pH ligger ned mot 5,0 og aluminiumsinnholdet i vannet samtidig er høyt ($[labil Al] > 40 \mu\text{g/l}$), er det sannsynlig at dette kan slå ut bestander av smoltfiserende laks. Slike forhold vil muligens kunne oppstå i Raundalselven under snøsmelting om våren, og ellers ved kraftig nedbør.

Raundalselven vil i så tilfelle være et av de virkelig store elveavsnittene i Voss kommune der det kan tenkes å være behov for kalking. Før slike tiltak iverksettes må en gjøre undersøkelser i vassdraget, for å få det nødvendige grunnlag til å kunne foreta vurderinger og prioriteringer. Dersom en også ønsker naturlig rekruttering må laksetrappen ombygges slik at den fungerer.

Kalking av Raundalselven vil imidlertid være et meget omfattende og kostbart prosjekt, og bør derfor utredes grundig og gevinsten må sees i sammenheng med laksestammen i hele Vossevassdraget.

KONTROLLPROGRAM

Oppfølgingen og kontrollen av om målet er oppnådd i de kalkede lokaliteter er et minst like viktig element som den forutgående prioriteringen og selve gjennomføringen av kalkingen. En skikkelig kontroll vil både gi svar på om det iverksatte tiltak virkelig gav det forventede resultat,- slik at en eventuelt kan justere innsatsen, samtidig som en oppfølging vil kunne belyse hvor ofte de enkelte lokaliteter behøver å kalkes.

Vi vil derfor foreslå at det program som i dag gjennomføres med hensyn til overvåking av vannkvalitet i Voss kommune, utvides til å dekke to felt,- både alle kalkede og tidligere kalkede lokaliteter, samt en generell oversikt over tilstanden i kommunen.

Samtidig vil det gi svært verdifull informasjon om tilstanden i de kalkede og tidligere kalkede lokalitetene dersom en vannprøve fra oktober analyseres for syrenøytraliserende kapasitet og labilt aluminium. Dette vil kunne gi svar på hvorvidt vannkvaliteten og de aktuelle levevilkårene for fisk og andre ferskvannsorganismer samsvarer med deres toleranse for forsuringstilførsler.



HENVISNINGER

BAKKETUN, Å. 1981

Overvåking av Vossevassdraget.

Statlig program for forurensningsovervåkning, rapport nr. 40/82, 62 sider

DN 1990

Håndbok i kalking av surt vann.

Direktoratet for Naturforvaltning, Håndbok nr.1, ISSN 0802-8370, 52 sider.

HINDAR, A. 1992.

Hvordan kalker man økonomisk og økologisk riktig ?

Foredrag på FoU-seminaret "Vassdragskalking - strategi og effekter" på Finse, 9-12.mars 1992.

NASHOUG, O. 1991

Krepsebestanden i Moenvatnet, Grunnvannsutak - konsekvenser for vannstand og krepsebestand.

18 siders rapport.

ROSSELAND, B.O., T.D.ELDHUSET & M.STAURNES 1990.

Environmental effects of aluminium.

Environmental Geochemistry and Health, vol 12 nr. 1/2, s. 17-27.

STEINKJER, J. & P.BRUUN (sekr.) 1991

Forslag til kultiveringsstrategi for anadrom laksefisk og innlandsfisk.

Direktoratet for naturforvaltning, DN-rapport 8-1991, 48 sider.

VOSS KOMMUNE 1990

"Miljø- og naturressursprogram for Voss kommune:

VOSS KOMMUNE 1991

Handlingsplan for kultivering av vatn og vassdrag, Voss kommune 1992-1995,

50 sider.

VOSS KOMMUNE 1992

Vassbruksplan for sentrale deler av Vossavassdraget, status - mål - midler, høyringsutkast, 58 sider.