

Avsyring av sure vassdrag

Av Einar Snekvik

Siv.ing. Einar Snekvik er vitenskapelig konsulent i Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF), avdeling fiskeforskning, Ås.

Etter foredrag i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene 29. januar 1976.

At ørreten døde ut i mange heievatn på Sørlandet er nevnt i fiskerinspektørens årsmelding så tidlig som i 1916. Fra århundreskiftet begynte også en svær tilbakegang i fangsten av laks i de fleste av Sørlandets lakseelver. Den offisielle laksestatistikk viser omtrent den samme bedrøvelige utvikling for Nidelva ved Arendal, Tovdalselva, Mandalselva, Lygna, Audna og Kvina. Hovedårsaken til ørretens forsvinnen og tilbakegangen i laksefisket i denne landsdelen fant professor Knut Dahl i surt vann i midten av 1920-årene (1). I de samme årene foretok fiskerisekretær S. E. Sunde utstrakte undersøkelser over utbredelsen av surhetsproblemenene i våre sydlige landsdeler, og arbeidet også med avsyring av surt vann ved hjelp av kalkstein og skjellsand (2). Det var direktør S. Gjertsen og S. E. Sunde som for første gang tok i bruk kalkstein i klekkerier som effektivt bote-middel mot yngeldød. I forskning og utarbeidelse av praktiske tiltak på

dette området var Dahl og Sunde pionerer. Bruken av kalkfilter i klekkerier har nærmest vært obligatorisk siden den tid, og kalkfilter samt kalking av vassdrag er beskrevet i detalj i Ørretboka fra 1941 av Iacob Sømme. Her finner man også H. Torgersens kalktrommel, beskrevet første gang i 1934.

I DVF har vi arbeidet meget med registrering av surhetsproblemenes utbredelse i våre fire sydlige fylker (3). Vi har foretatt kalkingsforsk i Lyngdal og beregninger av kalkbehov for avsyring av sure vassdrag.

Som utgangspunkt i diskusjonen om botemidler ved avsyring, tar vi for oss de viktigste fiskeartene i landsdelen, laks og ørret. Det er en vesensforskjell mellom disse to artene. Våre klekkeforsøk i Marnardal i årene 1966—1971 med rogn frem til «utsettingsferdig yngel» viste en kritisk pH for laksyngel i området 5,0—5,5, for sjøørreten i området 4,5—5,0, og for alminnelig elveørret rundt 4,5 (4). At laksen tåler langt mindre av surt vann enn ørreten, var noe våre forskere og de fiskeriinteresserte på Sørlandet kjente godt til fra før. Mønsteret for Sørlandselvene

var at først ble laksen borte. Det kunne fortsatt være en del fangst av sjørøret. Hvis begge disse artene ble borte, kunne det opptre en tallrikere bestand av elveørret som til og med kunne danne overbefolkning. Denne forskjellen i resistens mot surt vann mellom laks og ørret, gjør at kalkingsbehovet for å restaurere en lakselv blir langt større enn det som trengs for å redde en ørretelv. I første tilfelle må pH-nivået oftest heves generelt forat det skal kunne bli levelig for laksen, mens det for ørreten kanskje er tilstrekkelig å foreta avsyring bare under flom, da det erfaringsmessig opptre spesielt sure sjøkk. Det er den spede yngel som er mest ømfintlig for surt vann, og når fisken blir borte i disse områdene, skyldes dette at reproduksjonen svikter. Det er imidlertid ikke mulig å sette opp generelle regler for avsyringsbehovet. I mange tidligere gode ørretvann må nok hele vannmassene avsyres forat forholdene skal bli brukbare.

Laksen.

Mandalselva var tidligere den beste lakselv på Sørlandet, og fangsten pr. år var 8—37 tonn i perioden 1975—1900. Nå er fangsten helt ubetydelig. Våre serier med prøver og analyser av en rekke elver (5) viser at Mandalselva nå har en pH på 4,6—4,8. Skal Mandalselva avsyres, må vi opp til pH 5,5—6,0 forat det skal monne. En beregning ut fra nærmere analyse av elvevannet viser at det trengs minst 3 400—6 300 tonn kalsiumkarbonat pr. år, riktig dosert og oppløst i forhold til varierende vannføring. Andre lakselver på Sørlandet viser

samme skjeve utvikling, f.eks. Tovdalselva som hadde en fangst på over 15 tonn pr. år i den beste tiden for århundreskiftet. Nå er fangsten nær null. Våre elveprøver viser samme sure vanntype i Tovdalselva som i Mandalselva. Den offisielle laksestatistikk viser ikke slik nedgang i fangsten for landets øvrige lakselver, tvertimot er det en god oppgang for mange av dem. Vannprøver viser heller ikke så surt vann, idet pH oftest er høyere enn 6,0 i disse elvene.

Ørreten.

Avsyringsbehovet for våre innsjøer for å redde innlandsfisket har vi dannet oss et bilde av gjennom de svar vi fikk i 1971—1973 på utsendte spørreskjemaer. Oppgavene kom fra 67 kommunale innlandsfiskerier og andre fiskeriinteresserte i våre fire sydligste fylker. Vår rundspørring ga mer eller mindre detaljerte opplysninger om ca. 5 000 innsjøer. Av 4 811 innsjøer var 1 002 fiske-tomme, dvs. 21 %. For 516 av disse sjøene forelå det også pH-målinger. Det var helt tydelig at det var surheten som var årsaken til at fisken var blitt borte i disse områdene (3).

Kalkbehov.

For hver kommune i Rogaland, Agderfylkene og Telemark har vi anslått hvor stort nedbørfelt som er påvirket, og data for vanntypenes aciditet har vi ut fra analyser av slike vanntyper. For sure vanntyper fra disse områdene med pH 4,5—5,0 er aciditeten 0,8—1,5 g CaCO₃/m³ for avsyring til pH 5,5, og 1,9—2,5 g CaCO₃/m³ for avsyring til pH 6,0.

Erfaringsmessig må det brukes stort overskudd i forhold til disse beregnede forbruk. Antagelig vil minst fire ganger det teoretiske kalkbehov være realistisk å regne med i praksis.

Vannføringene er beregnet ut fra oppgaver fra NVE over gjennomsnittlig avrenning pr. sek. pr. km². Med antatt forsuret areal beregnet

gjennomsnittlig vannføring og aciditet som grunnlag er kalkforbruket pr. år beregnet for hver kommune. I tabellen nedenfor er sammendrag for hvert enkelt fylke ført opp, og det samlede kalkbehov for våre fire sydligste fylker summert opp. I parentes er oppført antall kommuner med surhetsproblemer.

Fylke	Totalt areal km ²	Anslått forsuret areal		Vannføring m ³ /sek	Beregnet kalkbehov, t CaCO ₃ /år		Antatt kalkbehov t CaCO ₃ /år
		km ²	%		til pH = 5,5	til pH = 6,0	
Rogaland (8 av 26)	9 140,6	1 915,9	21,2	151	4 866	10 113	40 454
Vest-Agder (15 av 15)	7 280,3	5 571,8	76,5	297	12 142	22 372	89 488
Aust-Agder (12 av 19)	9 211,7	5 398,8	58,6	212	7 799	15 154	60 618
Telemark (11 av 18)	15 315,3	3 220,0	21,0	87	3 469	6 479	25 914
Sum	40 947,9	16 106,5	39,4	747	28 276	54 118	216 474

Vi finner et årlig kalkbehov på ca. 200 000 tonn CaCO₃ for de utsatte områder i våre fire sydligste fylker. Men det må ikke glemmes at det er store surhetsproblemer i andre fylker også, som f.eks. i Østfold og andre områder på Østlandet.

Når kostnader med kalking skal beregnes, er utgiftene til kalk langt fra de største. Det som koster er transport, fordeling og riktig dosering til enhver tid.

Hvis hele denne kalkingen skulle bekostes av Fiskefondet, dvs. fiske-trygdavgiften som de fiskeinter-

esserte betaler, ville disse midlene langt fra strekke til selv om hele fondet ble disponert til kalkingsprosjekter. DVF, som forvalter Fiskefondet, har derfor vært tilbakeholden med støtte til kalkingsprosjekter. Det må andre og langt større bevilgninger til.

Personlig er jeg skeptisk når det gjelder troen på at kalking skal kunne bli en generell løsning for de mange forsurede bekker, elver og de tusen sjøer som til dels ligger langt til fjells. Kalking kan bli en løsning for vassdrag i mindre nedbørfelt med noenlunde lett adkomst.

Avsyring.

Når vassdrag skal avsyres, må man velge en base, og den må doseres i riktig mengde i forhold til vannets syreinnhold og til vannmengden. Mest effektiv er lettløselige, sterke baser når man vil oppnå en rask effekt. De er også lettere å dosere i riktige konsentrasjoner enn lite løselige avsyrimidler. Den billigste basen er sjøvann, som er gratis, men transporten blir dyr. Vi har utført noen enkle forsøk med årsyngel av laks i forsøksanlegget i Marnardal ved dosering av ca. 1 % sjøvann til vann fra Mandalselva. Resultatene var positive, men ikke gode nok. Avsyring av sure vassdrag med sjøvann er så vidt meg bekjent ikke utført i praksis.

I alminnelighet er det forskjellige typer kalk som har funnet anvendelse her i landet, først og fremst kalsiumkarbonat i en eller annen form, som jordbrukskalk (knust og malt kalkstein), skjellsand, mergel eller avfallskalk fra Norsk Hydro. I Sverige har O. Grahn og M. Hultberg, IVL, utført inngående undersøkelser av ulike kalktyper, og kalkslagget fra ferrolegeringsindustrien (6). Andre typer avfallskalk bør vurderes i denne sammenheng.

Lesket kalk (hydratkalk) gir som sterk base rask effekt. Virkningen av sterke baser taper seg forholdsvis fort, fordi det ikke dannes buffer. Når kalsiumkarbonat i en eller annen form anvendes til avsyring, og det brukes godt overskudd slik at fullstendig nøytralisering (pH ca. 7) oppnås, vil det dannes oppløst hydrogencarbonat (HCO_3^-) som vil for-

sinke ny forsurening på grunn av buffervirkningen.

Bjarne Bua anbefalte vedaske til avsyring. Den inneholder kaliumkarbonat som er lettløselig.

Kalkingens utførelse.

Kalkingen kan utføres på forskjellig vis. Innsjøer kan kalkes ved å strø kalken på isen. Den må spres godt, da kalken ellers har tendens til å kake seg. Bedre er det å spre kalken fra båt, f.eks. i kjølvannet fra motorbåt. Kalken kan også spres i strandsonen fra land. Elver og bekker kan kalkes ved hjelp av trommel eller kalkmølle. Olav Grønn og Hans Kalleberg har brukt meget enkle metoder (kalkbrønn) basert på bruken av skjellsand eller mergel.

Kalkingsforsøk.

Av gjennomførte kalkingsforsøk for praktiske formål i Norge kan nevnes:

Storøygard-Prestøygard-prosjektet i Evje under ledelse av Hans Kalleberg.

Grenland Sportsfiskeres aktiviteter i Sauheradheiene i Skien.

Vestfjellet Jakt- og Fiskelag — kalking av bekker i Vestfjellet.

Kalking av bekker i Topsåvassdraget i Tovdal utført av Olav Ramse.

Felles for disse prosjektene er at hensikten har vært å skape levelige forhold for ørreten, noe som synes å ha lykket i alle prosjektene.

DVF's kalkingsprosjekt i Lyngdal.

Våre kalkingsforsøk i Lyngdal i årene 1967—1972 ble ikke utført først og fremst for å gjennomføre en effek-

tiv avsyring, men for å følge den nye forsureningen. To forsøksvatn, Lauvtjønnane nede i selve Lyngdal og Sandvatn oppe mot Kvinesdalsheia, ble kalket. Arbeidet med oppmåling av sjøenes arealer og dybder, og spredning av kalken ble utført som elevøvelser ved Lyngdal Jordbruksskole under ledelse av daværende overlærer Klaus Stenersby. Innsjøene ble fulgt med vannanalyser i lang tid før kalkingen og senere, og følges fortsatt. To ganger for året ble det tatt prøver av vannmassene i selve sjøene, og forøvrig ble det tatt månedlige prøver av utløpene. To andre innsjøer, Troddevatn og Iddelandsvatn, begge nær og tilhørende samme vassdrag som Sandvatn ble også undersøkt om referansesjøer.

Kalkingen av Lauvtjønnane og Sandvatn ble utført ved dosering av kalken dels på isen og dels i selve sjøen fra båt. Sandvatn ble også kalket med brent kalk på isen. Forsøket med brent kalk forløp heldig fordi kalken lesket seg med vann fra isen og gikk til bunns av seg selv.

En rekke parametre som total hardhet, innhold av kalsium og magnesium ble bestemt i vannprøvene. Bildene i det følgende viser pH-forløpet. Det klareste inntrykk av den nye forsureningen fås ved å betrakte forløpet for den gjennomsnittlige pH for vannmassene i selve sjøene. På bildene er tidspunktet for kalkingens utførelse avmerket med «K». Liknende kurver fås for hardheten.

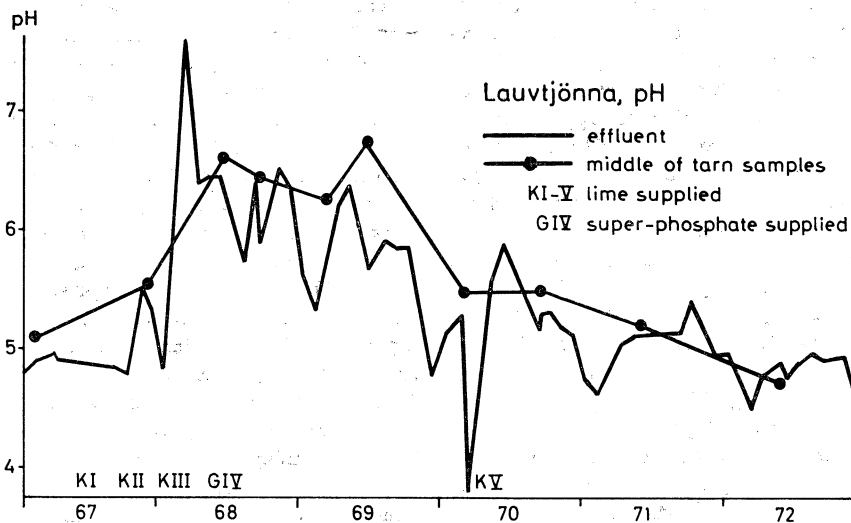
<i>Innsjø</i>	<i>Areal da</i>	<i>Høyde over havet m</i>	<i>Nedbørfelt km²</i>	<i>Teoretisk oppholdstid for vannmassene, år</i>
Lauvtjønnane	38,8	14	0,30	0,43
Sandvatn	281	220	1,34	0,73
Troddevatn	224	261	0,80	0,78

Lauvtjønnane har en bra bestand av ørret. I Sandvatn har det i tidligere tider vært en ørretbestand, men ikke i våre dager. I Troddevatn skal det aldri ha vært fisk. Iddelandsvatn har hatt en god bestand av røye og ørret, men fisken er nå i ferd med å forsvinne.

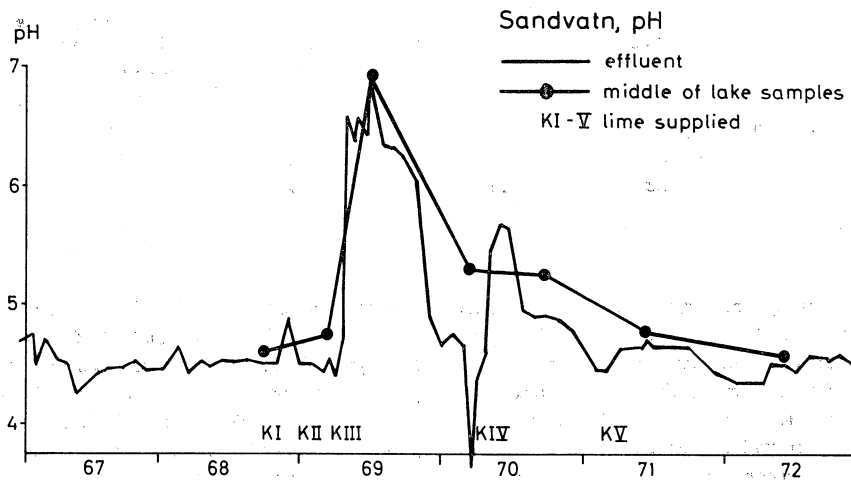
Troddevatn ligger like ovenfor og har avløp ned i Sandvatn. Iddelandsvatn tilhører et sidevassdrag like i nærheten av Sandvatn.

Fig. 1 viser pH-forløpet for Lauvtjønnane. I tiden 5/7 1967—8/4 1970 ble sjøen kalket med i alt 5 500 kg jordbrukskalk. Den 26/6 1968 ble tjernet tilsatt 500 kg superfosfat som gjødsling. Ca. fire år etter den tredje kalkingen er tjernet blitt praktisk talt like surt igjen.

Fig. 2 viser pH-verdien for Sandvatn. I tiden 6/10 1968—23/3 1970 ble sjøen kalket med 18,5 tonn jordbrukskalk ialt, og den 2/4 1969 med



Figur 1.



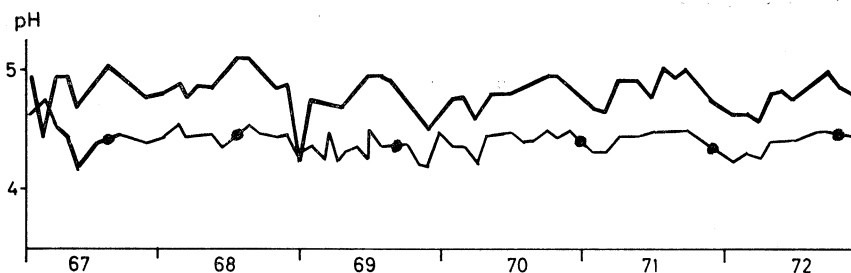
Figur 2.

brent kalk på isen. I mars 1971 ble det plassert 5 tonn marmorsingel med korning 9—8 mm i tilløpet til Sand-

vatn, men denne kalking synes ikke å ha hatt synderlig virkning. Av fig. 2 sees at sjøen er blitt praktisk talt

Troddevatn (—●—), Iddelandsvatn (—), pH

Effluent samples from the lakes



Figur 3.

like sur igjen etter tre år.

Fig. 3 viser pH-forløpet for referansesjøene Troddevatn og Iddelandsvatn basert på månedlige prøver av utløpene. Det sees at surheten har vært noenlunde jevn, og at Troddevatn er noen hakk surere enn Iddelandsvatn.

SNSF-prosjektet.

Det felles forskningsprosjekt «Sur nedbørs virkning på skog og fisk» har for lengst tatt opp til vurdering mulighetene med kalking. Cand. real. Arne Henriksen og cand. real. Merete Johannessen har utarbeidet en litteraturoversikt med generell vurdering. Prosjektet har også nedsatt et utvalg for å utrede mulighetene med kjemiske mottiltak i sure vann og vassdrag.

I denne sammenhengen må også prosjektets mange og detaljerte forskningsresultater over undersøkelser av nedbør, vassdrag, surhetsproblemenes utbredelse og fiskeartenes toleranser overfor surt vann nevnes.

LITTERATUR:

- (1) *Dahl, K.*: Vandets surhetsgrad og deres virkninger på ørretyngel. Tidsskrift for det norske landbruk, 1926, 7, 1—12.
- (2) *Sunde, S. E.*: Surt vand dræper laks- og ørretyngel. N. J. & F.F.s tidsskrift, 1926, hefte 2, 1—4.
- (3) *Jensen, K. W. & Snekvik, E.*: Low pH Levels Wipe out Salmon and Trout Populations in Southernmost Norway. *Ambio*, 1972, 12, 223—225.
- (4) *Bua, B. & Snekvik, E.*: Klekkesforsøk med rogn av laksefisk. *Vann*, 1972, 1, 86—93.
- (5) *Henriksen, A.*: Regresjonsanalyse av pH- og hårdhetsobservasjoner i Sørlandseiver. *Vann*, 1972, 1, 68—76.
- (6) *Grahn, O. & Hultberg, H.*: The Neutralizing Capacity Of 12 Different Lime Products Used For pH-Adjustment of Acid Water. *Vatten*, 1975, 2, 120—132.