

Forsurning av vassdrag i våre sydligste landsdeler

Vit.konsulent Einar Snekvik

Sivilingeniør Einar Snekvik er vitenskapelig konsulent i Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske, Avdeling fiskeforskning, Vollebekk.

Etter foredrag i Norsk Forening for Vassdragspleie og Vannhygiene, Ingeniørenes Hus 24. januar 1972.

Problemene med svær tilbakegang i fiskebestand forårsaket av forsurning av elver og vatn har vi først og fremst i våre sydligste landsdeler, og vår avdeling har vært opptatt av dem i mange år. Forsurningen ble drøftet på foreningens møte 13/2-1969 (1). Gunnar Dannevig har foretatt inngående undersøkelser i Aust-Agder (2).

I 1965 ble det satt i gang mer systematiske undersøkelser av en rekke elver i Agderfylkene — noen bare for et år med månedlige prøver og flere ved fortsatt prøvetaking som har pågått regelmessig siden. «Sørlandsserien» er utvidet med de opprinnelige elvene og nye er tatt med slik at undersøkelsene fra 1970 omfatter 26 elver og bielver fra Fra-fjordelva i Rogaland i vest til Kammerfosselva ved Kragerø i øst. Dertil kommer 6 referanseelver i andre landsdeler hvorav 2 i Finnmark. De fleste av elvene undersøkes bare på

en lokalitet, langt nede eller nederst i vassdraget. Men 4 elver i serien er undersøkt eller undersøkes på flere lokaliteter, f.eks. Mandalselva regelmessig med prøvetaking på 5 lokaliteter og fra 3 bielver.

Elvene er oftest surest øverst, og flere har tydelig avtagende surhet i området mot utløpet, særlig i de lavtliggende strøk under den tidligere marine grense. Men dette mønster har unntagelser fordi surere sideløp av noen størrelse kan influere sterkt (Audna). For de fleste elvene som undersøkes burde vi ha valgt lokalitet ved eller helst ovenfor den marine grense.

I tillegg til de nevnte serier kjøres en større lokal serie i samarbeid med Sira-Kvina Kraftselskap. Den ble påbegynt i 1967 og omfatter 26 lokaliteter fra øverst til nederst i Sira og Kvina med regulerte og uregulerte deler.

For de aller fleste elvene er bare pH, elektrolytisk ledningsevne og total hårdhet bestemt. Andre prøver er mer inngående behandlet og er analysert på innhold av organisk

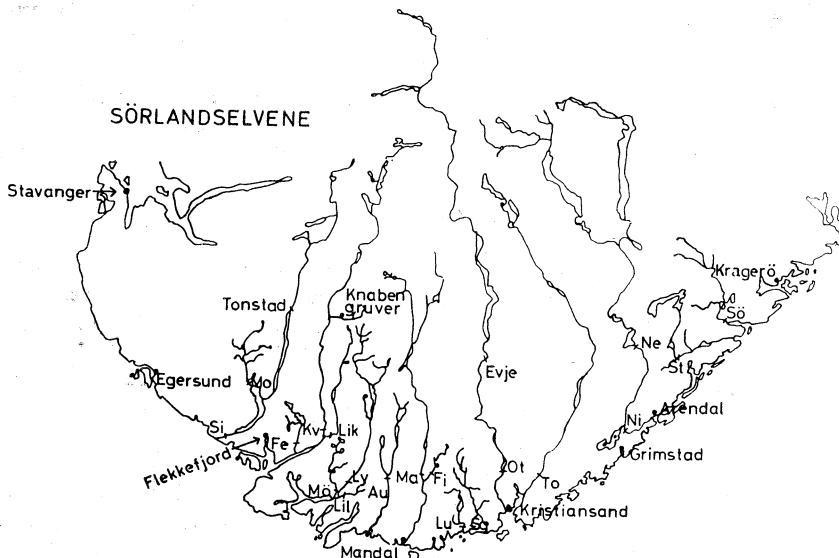
stoff (COD) og tungmetaller (Fe, Zn, Cu).

Svovelinnholdet i et utvalg av elvene er blitt undersøkt siden 1971, og Lygna og Numedalslågen underkastes «totalanalyse». Dette har vært mulig ved at avdelingsleder A. R. Selmer-Olsen, Kjemisk Analyselaboratorium, N.L.H. har påtatt seg en større del av analysearbeidet. Hos oss har lab-kjemiker A. Sivertsen forestått det analytiske arbeidet. Inntil 1972 er i alt 4000 prøver fra 65 lokaliteter blitt analysert.

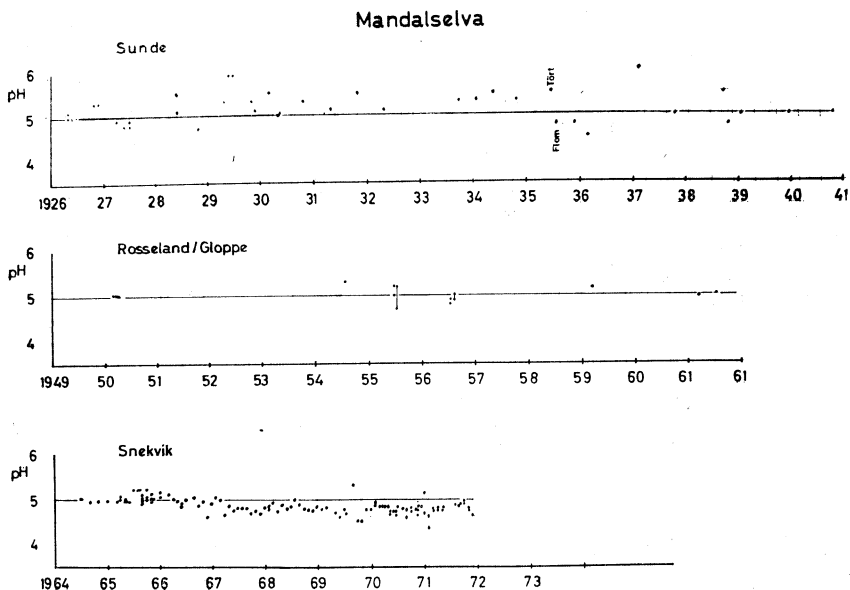
Målingene fra før 1940 er utført av fiskerisekretær S. E. Sunde. Han brukte kolorimetrisk metode, oftest metylrødt som indikator. Alle øvrige resultater er oppnådd ved elektrometrisk målemetode med glasselek-

trode. Vi har undersøkt den kolorimetriske metode med metylrødt, og funnet noenlunde bra overensstemmelse med den elektrometriske for disse vanntypene (ved bruk av lite indikator).

Bilde 1 viser en kartskisse over området. Sira ved Åna-Sira, utløp fra store Lundeavatnet, utmerker seg ved en eksepsjonell stabilitet i pH inntil midten av 1968. Dette skyldes den utjevneende virkning av de store sjøene Sirdalsvatn og Lundeavatn. Etter overføring av Kvina i 1968 og etter at de store anleggsarbeidene ved utbyggingen av Logfossen fra Lundeavatn var påbegynt, viser prøvene mer variasjon i pH. Kvina viser spredning for pH-verdiene, og dette er blitt mer utpreget for nedre del etterat største delen av vannføringen var



Bilde 1.



Bilde 2.

overført til Sira. Kvina fikk på den måten mer karakter av flomelv, og forurensningene fra Knaben Gruber har antagelig gjort seg mer gjeldende ved at slammet gir høyere pH ved lav vannføring.

Moisåna, bielv til Sira med utløp i Lundevatn, viste betydelige surere vann i 1970/71 enn i 1966. Forløpet har betydning ved avgjørelsen av om det skal bygges laksetrapp forbi Logfossen, fordi det er bare Moisåna ovenfor Lundevatn som har en slik topografi at elva er egnet for laksen. Den lille Fedaelva mellom Sira og Kvina viser et pH-forløp som nesten er identisk med det for Moisåna.

Vestover fra Sira er det surhets-

problemer i 4—5 elver til og med Fuglestadelva på Jæren. De små og middelstore (Håelva og Figgjo) elvene på selve Jæren er ikke belastet med surhetsproblemer, og i Rogaland dukker de først opp lenger nord, for Frafjordelva og Dirdalselva som begge har nedslagsfelt østover opp mot nedslagsfeltet for Sira. Betydningen av de geologiske forhold i nedslagsfeltet for surheten i elvevannet, er illustrerende beskrevet av Bj. Kjos-Hanssen for Bjerkreimsvassdraget (utløp Tengs ved Egersund). Vassdraget blir surt under flom, fordi bielvene østfra blir surere av nedbøren, mens bielvene vestfra viser moderat surhet (3).

Østover fra Sira finner vi de typiske sure elver i Agderfylkene, med Lygna, Mandalselva og Toppdalselva som de sureste. Østover fra Nidelva ved Arendal avtar surheten til Numedalslågen, landets nest beste lakselv, der det ikke er problemer med surt vann foreløbig.

Alle flomelver viser stor spredning i pH-verdier, med relativt høy pH ved lav vannføring og lav pH under flom, mens store sjøer og vassdragsreguleringer med store magasiner virker sterkt utjevne. Mandalselva (bilde 2) er sterkt regulert i øvre deler, og det er liten variasjon i pH. Fra 1964 synes elva å ha blitt surere, og våre klekkeforsøk viser at laksrogn ikke lenger klekkes i vann fra denne elva.

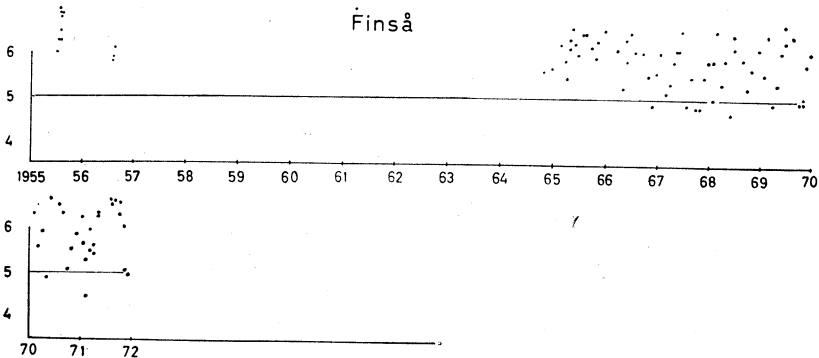
Finså (bilde 3), bielv til Mandalselva, er typisk flomelv og viser spredning for pH-verdiene. Vannet er periodevis surere enn tidligere. Utsetting av laksyngel var vellykket først i 1960-årene, men er mislykket i de senere år.

Forløpet i 1971 med tørke i Agder

om sommeren og høy pH i elvevannet går igjen i mange elver. Dette er tydelig for Toppdalselva (bilde 4), og året 1971 kan karakteriseres som et interessant unntagelsesår. Da høstregnet omsider kom i november, sank pH. Men man fikk ikke de svært lave pH-tall som i de foregående år, og det løp ikke inn mange meldinger om fiskedød fra problemområdet som i 1969. Man skulle ha ventet surere vann i elvene fra november, hvis oksydasjon av svovelholdige materialer i undergrunnen er hovedårsaken til den lave pH i vassdragene. For Toppdalselvas vedkommende sees en tydelig forsurning i perioden 1962—71.

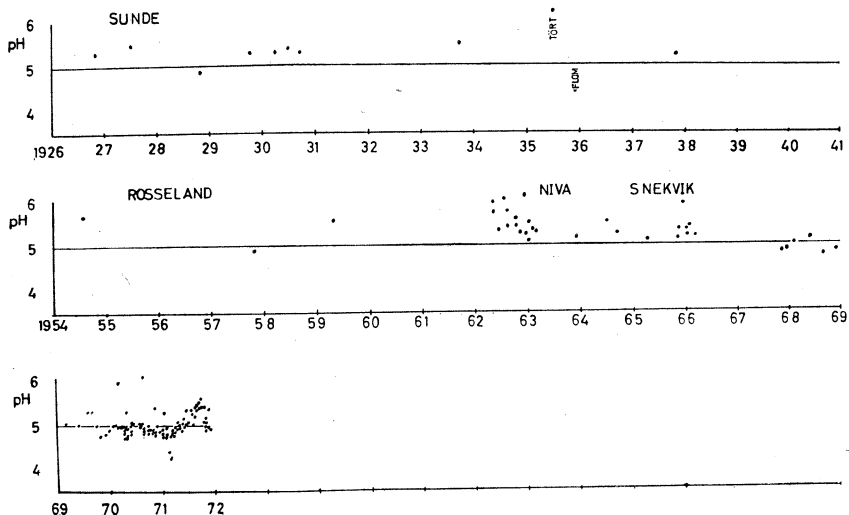
Otra, Sørlandets vannrikeste elv, er periodevis undersøkt av flere ved prøvetaking ovenfor Hunsfoss i årene 1955—68, og med regelmessig og hyppig prøvetaking siden august 1968 av Hunsfos Fabrikker. Siv.ing. T. Kittelsen ved fabrikken har forestått undersøkelsene og har bearbeidet alt foreliggende materiale.

I 1955 viste målinger utført i april



Bilde 3.

TOPPDALSELVEN VED BOEN



Bilde 4.

/august en høy midlere pH på 5,95 tross langvarig flomperiode i juni /august. For 1957 foreligger målinger i juli/september under flomperiode, og midlere pH var 5,62. For 1960 foreligger bare få målinger, og for september/oktober var midlere pH 5,87. For 1962 foreligger spredte målinger i en lang periode, mai/desember, med pH-middel 5,85, for 1963 en kort periode januar/februar med pH-middel 5,85, og for 1964 spredte målinger i januar/august med pH-middel 5,6—5,7.

Typisk for årene 1955/64 var at pH var relativt høy i første del av perioden og aldri gikk ned til de svært lave verdier, selv ved stor vannføring, men kunne tvert imot være relativt høy i flomperioder.

Måleresultatene for årene 1967—71 fremgår av diagrammene på bilde 5 og 6. Den midlere pH er nå noe lavere, 5,25 i 1967 for august/september med for det meste flom, 5,33 for 1969, 5,28 for 1970 og 5,39 for 1971. De midlere pH-verdier er således blitt tydelig lavere i årenes løp. For 1968 undersøkte Kittelsen en langvarig flomperiode innenfor tidsrommet august/november og fant at pH falt fra 5,7 ned til 5,0. Det var første gang registreringer viste så surt vann i Otra i en lengre periode.

Midlere pH-verdier er en dårlig parameter og gir bare et grovt bilde av forholdene. Det er de laveste verdier og varigheten av ekstremverdiene som er farlige for de akvatiske organismer. Det er derfor riktigere å se nærmere på forløpet av pH-ver-

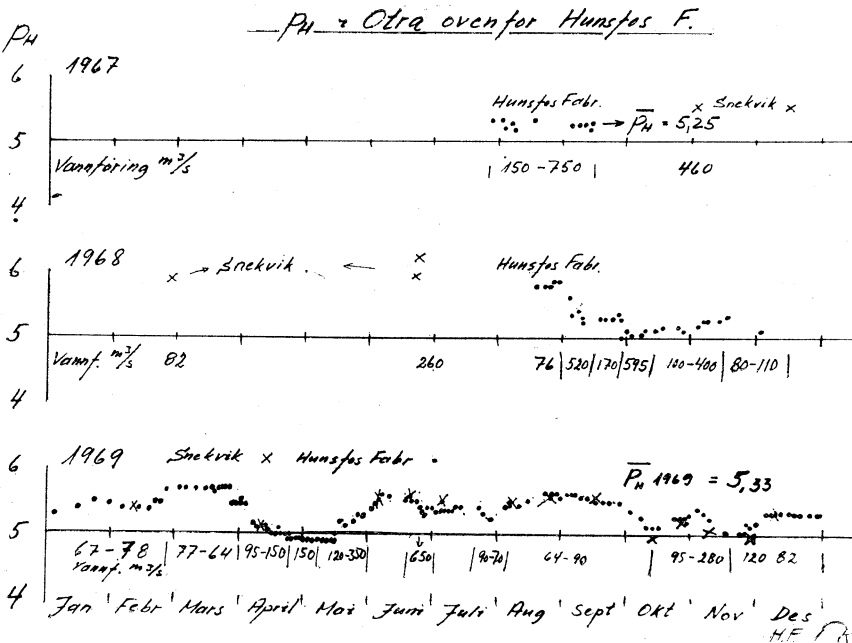
diene for hvert år, og Kittelsen har sammenholdt disse med vannføringer og nedbøren. Hunsfos Fabrikker har en nedbørstasjon i Iveland ca. 2 mil nord for fabrikkene. Volum og surhet er målt for alle regn- og snøfall siden september 1969, og resultatene er fremstilt i diagram (bilde 7).

Stolpene i diagrammet fremstiller produktet av sum nedbør (mm) og hydrogenionekonsentrasjonen, multiplisert med faktoren 10⁶. Stolpene er således et mål for den totale syremengde som er falt ned med nedbøren i de enkelte måneder. Det falt store syremengder høsten 1969 og 1970, særlig store mengder vinteren 1969/70, og påfallende lite i 1971 i

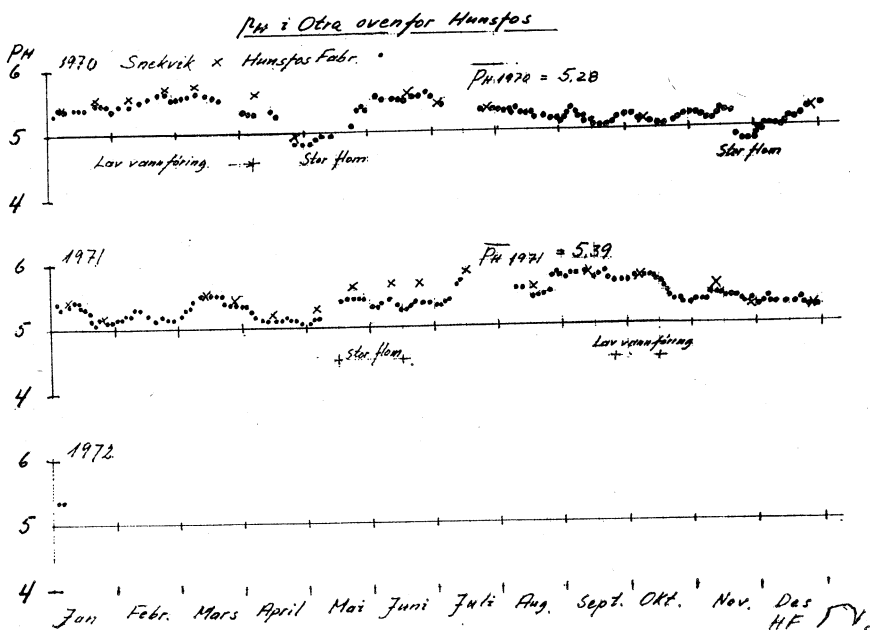
april/desember, med en liten topp i november. Det er rimelig å anta at syren i nedbøren kom som langtransport, men muligheten for lokale bidrag fra Hunsfos Fabrikker bør vurderes nærmere. Det ble målt ekstremt sur nedbør en rekke ganger i 1970, og den kom med dominerende retning fra SO og SV.

I 1971 ble det ikke observert slik sur nedbør, det var vesentlig lavere nedbørmengde, og værslaget var anderledes.

Disse nedbørforhold gjenspeiles i pH-verdiene for Otra (bilde 6). Da den sure snøen som falt vinteren 1969/70, smeltet, viste Otra pH-verdier helt nede i 4,8 under vårflom i



Bilde 5.



Bilde 6.

1970, og like lav pH om høsten i november samme år da det sure høstregnet kom. Under vårflommen i 1969 har man også hatt ekstreme forhold, og det ble da registrert pH-verdier under 5,0 for første gang i Otra.

I første del av året 1971 viste målingene noe lave pH-verdier for ellevannet, men ikke så lave under vårflommen som i de to foregående år. Resten av året 1971 var det lite nedbør med lavt syreinnhold. Denne periode skiller seg ut som gunstig for Otra med relativt høy pH i tiden mai/november inntil høstregnet kom med relativt lite syre. Dette førte ikke til ekstremt lave pH-verdier for Otra.

Kittelsen har funnet at det er skjedd en forsurening av Otra de 10 siste år tilsvarende 0,5 pH-enheter (fra 5,8 til 5,3).

Siden februar 1969 har Hunsfos Fabrikker sendt oss prøver hver 14de dag til kontrollmåling. De aller fleste av våre verdier faller godt sammen med fabrikkens måleresultater. Dette viser at det er mulig å få god overensstemmelse ved omhyggelighet under utførelsen av målingene, og det gir en større trygghet for at resultatene er riktige.

Alle våre måleresultater og analyser av prøver fra «Sørlandsserien» og de andre nevnte seriene er overlatt cand. real. Arne Henriksen, NIVA, til

nærmere behandling ved statistisk analyse, og Henriksens regresjonsanalyser følger i egen artikkel. De ytterst interessante resultater han er kommet frem til, er av største betydning for vurderingen av måleresultatene og for planlegging av det videre arbeid.

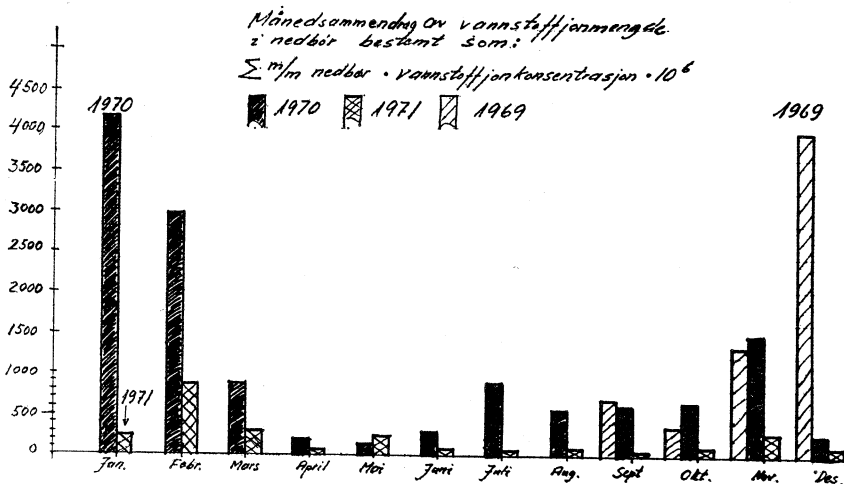
For innsjøene er forholdene mer uklare. Det finnes mange målinger til ett eller et par tidspunkter, men lite av målinger over lange perioder. Vår rundspørring hos innlandsfiske-nemndene behandles nærmere av Vit. konsulent Kjell W. Jensen. Det er tydelig sammenheng mellom lav pH og desimering av fiskebestanden. De sure, fisketomme vann finnes fortrinnsvis oppe på heiene i øvre deler og mellom dalførene. Men det finnes

også unntagelser som Donevatn, be-liggende ved sjøen i Søgne.

Målinger tilbake i tiden har vi lite av for innsjøer. For de store sjøene Rore og Søndle med utløp til Nidelven ved Arendal har vi noen få opp-gaver fra siv.ing. K. G. Puntervold og egne målinger. Disse viser pH 5,67—6,4 i perioden 1938—1947 for 3 sett målinger, 4,72 for Rore 24/10 1966 og 3,80—6,00 for 7 sett målin-ger i 1969. Enkeltbeskrivelser som dette er lite å bygge på, men når man har flere, og alle peker i samme retning, må måleresultatene telle i vurderingen.

Fra Grenland Sportsfiskere, Skien, har vi fått oppgave for 12 heievann i nedre Telemark for årene 1938/47 frem til 1968/1970. Surheten er målt

Nedbørsmålinger i Jvotland



Bilde 7.

4F15/71 X

kolorimetrisk. Av disse fiskevatna er 10 blitt fisketomme frem til 1971, og målingene viser en tydelig forsurening. For 1946/47 var pH 4,7—6,2 for disse 12 sjøene og middelveirdien var 5,5. For 1968/70 var pH 4,2—5,0 og middelveirdien 4,7. Forandring i middelveirdiene gir en grov vurdering av forsuringen, og denne har vært 0,8 pH-enheter i gjennomsnitt for disse sjøene i løpet av 22—23 år.

Glasiolog Olav Liestøl har overlatt oss noen måleresultater for Stasvatn (10 ha) og Kjosevatn (45 ha), Aseral, Vest-Agder. Sjøene ligger på østsiden av Lognavatn på grensen mot Aust-Agder i en høyde av 600 m.o.h. Fjellgrunnen er gneis-granitt, og vegetasjonen er myr, bjørk og glislen furuskog. I Stasvatn døde fisken ut omkring 1915. I Kjosevatn holdt en sparsom bestand seg frem til 1935 da det ble satt ut yngel i begge vatn. Utsettinger i de senere år har ikke vært vellykket.

			<i>Stasvatn</i>	<i>Kjosevatn</i>
Juli	1935	pH	5,4	5,4
»	1937	pH	5,3—5,4	5,1—5,2
»	1939	pH	5,4	5,4
Aug.	1959	pH	5,0	
»	1966	pH	4,65	4,78
Juli	1968	pH	4,38	4,36
»	1969	pH	4,6	4,7
Sept.	1971	pH	4,8—5,0	4,8

De fleste målingene er utført kolorimetrisk (metylrødt), i 1966 og 1968 er de utført elektrometrisk. Selv om det der fisken er blitt borte, viser alle er brukt ulike målemetoder, er den verdifull nok. Den viser en tydelig forsuring.

De mange vannprøver vi har tatt av sjøer og vatn i problemområdet der fisken er blitt borte, viser alle det samme mønster, meget bløtt vann med lav pH i området ca. 4,2—5,0. Det er de små og middelstore sjøer det er gått ut over. De store sjøene har ikke mistet sin fiskebestand. Antallet fisketomme vatn er relativt stort, men neppe i areal. Hvis utviklingen fortsetter slik at de større sjøene mister sin fiskebestand, er perspektivene meget dystre. Foreløbig er det lakselvene og heievatna som er skadet av forsuringen i meget stort omfang.

LITTERATUR :

- (1) Einar Snekvik: «Forsuring av elver og vann — innvirkning på ørret- og laksefisket». Vann 4, 1969, nr. 3, s. 113—119.
- (2) Gunnar Dannevig: «Surt vann og dødelighet på ørret». Zoologisk Revy, 1968, nr. 2, s. 53—60.
- (3) Bjørn Kjos-Hanssen: «Presentasjon av vassdragene i Rogaland». Vann 5, 1970, nr. 3, s. 85—90.