

VANNETS ULIKE SURHETSGRADSMØNSTRE

I SØRLANDS-ELVER

Different acidity patterns of river water in the southernmost part of Norway.

Av

M. Ødelien¹ og A. R. Selmer-Olsen²

I flere tidsskriftartikler har forfatterne behandlet enkelte sider av det faktorkomplekset som bestemmer vannets surhetsgrad i bekker, elver og innsjøer (9, 10, 11, 12, 13). Framstillingen har vesentlig vært knyttet til noen eksempler fra Vest-Agder og Rogaland og begrenset til den årstida da nedbøren vanlig kommer som regn på telefri jord.

Avrenningsvannets surhetsgrad beror primært på nedbørens surhet. Sekundært er den også bestemt av en lang rekke faktorer som separat og i samspill og på mange måter bidrar til å endre både vannets pH og andre kjemiske egenskaper før det når fram til avløpene. I de foregående publikasjoner er det understreket at årsaksforholdet er meget komplisert. Noen årsaker til vannets ulike sulfatinnhold*) og sammenhengen mellom dette og surhetsgraden har imidlertid stått sentralt i drøftingene, slik det har vært vanlig også i en stor del av litteraturen om sur nedbør. Vi har spesielt søkt å feste oppmerksomheten ved endringer i avrenningsvannets sulfatinnhold som skyldes det faktum at både svovel fra forvitring av svovelholdige mineraler innen nedslagsfeltet og svovel tilført utenfra via atmosfæren, kan akkumuleres i løsmassene for kortere eller lengre tid og i vekslende mengder. I humid og temperert eller kjølig klima vil akkumulering av svovel som sulfat stort sett være begrenset til noen måneder og kan

skje ofte til bare noen tidels kg S pr. dekar i de relevante løsmasser. Under visse jordbunns-terreng- og værforhold ser den ut til å kunne bli både vesentlig større og av lengre varighet. I anaerobt miljø kan svovelakkumulering foregå gjennom årtusener og resultere i opphoping av svære mengder, dels i organisk materiale og dels i uorganiske forbindelser som er stabile i slikt miljø. Mektige lag av svovelrik torv kan inneholde 1—2 tonn S/dekar (11). Svovelakkumulering i snø er meget viktig, men ligger utenfor rammen for denne artikkel.

Utvasking av akkumulert svovel kan øke sulfatinnholdet i avrenningen vesentlig og gjøre vannet betydelig surere. Undersøkelser i 1973—75 i en bekk som renner ut i tjernet Vesle Vannvatn i Hå kommune, Rogaland, viste at innholdet av sulfat i bekkevannet den første tid med regn og større avrenning etter tørre værperioder vanlig var 2—3 ganger større enn middelinnholdet ved liten vannføring. Den tilsvarende pH-nedgang var vanlig 1—1,5 enheter. Den kan skyldes både sulfatinnholdet og andre sure forbindelser. Betydelig forskjell i pH og andre kjemiske egenskaper var å vente som følge av at bekkevannet i tørre perioder

¹) Institutt for jordkultur, 1432 AS—NLH.

²) Kjemisk analyselaboratorium, 1432 AS—NLH.

*) Sulfat brukes her og senere som betegnelse på det svovel som er bestemt som sulfat, uansett om det opptrer som sure eller nøytrale forbindelser.

vesentlig er grunnvann, mens det under og etter større regnfall overveiende er regnvann som mest har vært i kontakt med de øvre, utpreget sure lag av løsmassene. Sulfatinnholdet i bekkevannet under slike forhold var imidlertid også 2—6 ganger større enn middelinnholdet i regnvannet de nærmest foregående døgn (13).

I 24 vannprøver fra den nedre delen av bekken tatt ved større vannføring kort tid etter mer eller mindre utpreget tørre perioder av vekslende varighet, var sulfatinnholdet i middel 2,6 mg S/l. Dette må være vesentlig mer enn middelinnholdet for hele året. Det siste kan en danne seg en mening om hvis en forutsetter at utvaskingen av svovel stort sett er omtrent lik tilføringen i nedbør og tørravsetning (14). Da ser en bort fra kjemiske og biologiske bindings- og frigjøringsprosesser, som kan påvirke «regnskapet» for ett eller noen få år. En tar heller ikke hensyn til svoveltap fra jorda til atmosfæren, et lite utforsket ledd i naturens svovelkretsløp. Under forutsetning som nevnt, kan en gjøre et svært omtrentlig overslag over middelinnholdet i avrenningsvannet slik:

$$\frac{2,0 \text{ kg S/dekar i nedbør} + 50 \% \text{ i tørravsetning}}{2240 \text{ mm årsnedbør} \div 300 \text{ mm evapotranspirasjon}} = 1,55 \text{ mg S/l}$$

Nedbør og S-mengde i nedbøren er middeltall for 1973—74 etter Meteorologisk Institutt og NILU's observasjoner på Søyland. Tallene for S-mengden i tørravsetning og for evapotranspirasjon er skjønsmessige med støtte i nyere litteratur (1, 3, 4, 14). Setter en prosenttallet til 25 eller 75 blir fasiten 1,3 eller 1,8 mg/l. I middel for 377 vannprøver fra 6 Sørlands-elver i tidsrommet september 1974 — august 1976 var innholdet 1,45 mg S/l. (Prøver fra Søgne-elva ikke medregnet, se s. 14 og 15).

Tallmaterialet fra bekken ved Vesle Vannavatn støtter den oppfatning at forsinket utvasking av svovel fra atmosfæren bidrar til å øke avrenningsvannets sulfatinnhold etter tørre perioder. Det er imidlertid biologiske og kjemiske prosesser i løsmassene under visse forhold som vanlig betyr mest. Innen myrarealer og våtmarker kan endrede red/oks-forhold i løsmassene i tørre værperioder være årsak til oksydasjon av svovel- og ferroforbindinger og andre omsetninger som øker avrenningsvannets innhold av sure komponenter vesentlig. Omfanget av slike prosesser må variere sterkt, særlig med løsmassenes kjemiske egenskaper og ettersom endringene i de hydrologiske forhold er større eller mindre og av forskjellig varighet. Grøfting kan virke sterkt og vel vanlig særlig den første tid. At sur humus generelt bidrar til å gi vannet sur reaksjon er ellers et velkjent faktum.

De sure komponenters virkning på vannets surhetsgrad varierer ikke bare med arten og mengden. Den er bl.a. minst når jorda og/eller vannet har stort innhold av basiske komponenter. Når surhetsgraden angis ved pH, er den også mindre merkbar hvis vannet har sterkt sur reaksjon.

Arealet som har avrenning til bekken ved Vesle Vannavatn, er et stykke natur i miniatyr. Det lå nær å spørre hvor store endringer det var i avrenningsvannets pH andre steder og fra større arealer på samme tid. For å få et svar på dette spørsmålet har vi tatt for oss noe av det store tallmaterialet avdelingen Fiskeforskningen under Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk har skaffet til veie ved kjemiske analyser av vann fra elver og bekker på Sørlandet og i Rogaland gjennom mange år (5, 6). Det viste seg snart at det var av interesse å se det relevante tallmateriale under en videre synsvinkel.

MATERIALE OG KOMMENTARER

Vannprøvene til kjemisk analyse er tatt med større eller mindre og noe uregelmessige mellomrom fra et større antall elver og bekker. Her holder vi oss vesentlig til et område fra Fuglestadelva på Jæren til Søndeledelva i Aust-Agder, og til hovedløpene med sideelver og bekker i de *nedre delene* av vassdragene, som regel bare til ett sted i hver bekk, elv eller elvestrekning. I tid begrenser vi materialet til de 3 år 1973—75 og til årstida mai—desember eller kortere tidsrom. Av analysetallene nytter vi pH og total hårdhet. Total hårdhet er summen av Ca, Mg og tungmetaller bestemt ved titrering med EDTA og uttrykt som mg CaO pr. l.

Vi kjenner ikke naturforholdene innen de relevante nedslagsfeltene. Kommentarene må derfor vesentlig knytte seg til de nakne tallene. Enkelte merknader om mulige årsaksforhold må bli hypotetiske. Av litteraturhenvisninger tar vi bare med noen få i denne populære artikkelen.

Enkle grupperinger av tallmaterialet fra 27 bekker og elver innen det ovenfor nevnte geografiske område for månedene mai—desember 1973—75 viser enkelte trekk i et generelt bilde av vannets surhetsgrad og dens variasjoner med sted og tid. Materialet består av 330—350 analyseprøver hvert år (5). Det totale variasjonsintervall for pH i hele materialet er 4,09—7,20. Laveste og høyeste pH i middel for de 3 år på

ett og samme sted er 4,64 og 6,45. I prøvene fra 5 steder er det aldri registrert pH under 5,00 og fra 4 andre steder aldri pH over 5,00 med unntak for ett enkelt sterkt avvikende tall. En femte elv står nær den siste gruppen, men skiller seg fra denne ved noen få prøver med pH > 5,00 ett år. I en tredje gruppe kan en sammenfatte 11 elver og bekker med pH > 5,00 som middel for de 8 månedene alle 3 år, men pH < 5,00 for et større eller mindre antall prøver årlig. Største differanse mellom høyeste og laveste pH ett og samme sted er 2,20 for ett enkelt år og 2,00 i middel for 3 år. De korresponderende minste differansene er etter tur 0,08 og 0,20. Den største og minste differansen mellom årsmiddeltallene for de 8 måneder er henholdsvis 0,27 og 0,04 pH-enhet.

Elver og bekker har altså innbyrdes ulike surhetsgradsmønstre. Det gjelder både det generelle pH-nivå og variasjonene i mai—desember. Forskjellen mellom middeltallene de ulike år er små. Her som alltid må en ha i minne at en og samme endring eller forskjell i pH er uttrykk for meget sterkt tiltakende forskjell i den egentlige surhetsgrad (hydrogenionkonsentrasjonen) nedover på pH-skalaen.

Tab. 1 viser middeltall og variasjonsintervall for pH og hårdhet i de ovenfor nevnte 4 elvene med særlig og stadig surt vann i mai—desember alle tre år.

Tab. 1. Middeltall og variasjon for vannets pH og hårdhet i 4 elver.

	Sira v. Åna-Sira			Skjerka			Logna			Kosåna		
	73	74	75	73	74	75	73	74	75	73	74	75
pH, midd.	4,97	4,88	4,88	4,67	4,63	4,67	4,81	4,81	4,85	4,63	4,67	4,63
" , variasj.	0,55	0,20	0,08	0,35	0,21	0,12	0,19	0,20	0,22	0,26	0,37	0,55
Hårdhet, midd.	1,8	1,9	1,8	1,7	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	2,4	1,9	2,2
" , variasj.	1,0	0,7	0,3	1,1	0,5	0,7	0,2	0,5	1,0	1,7	0,8	2,3

Sira ved Ana—Sira har meget stor vannføring. Skjerka, Logna og Kosåna er mye mindre elver. Bare Kosåna er uregulert. Sira—Kvina vassdraget har flere innsjøer og er sterkt regulert med et stort antall større og mindre magasiner. Dette må minske variasjonene i vannets pH og andre kjemiske egenskaper i de nedre delene av vassdraget. Generelt lav pH og liten hardhet preger ellers vannet i alle 4 elvene. Basisk eller svakt surt materiale i løsmassene og fjellgrunnen innen nedslagsfeltene ser ikke ut til å kunne gjøre vannet vesentlig mindre surt, selv ikke ved liten vannføring i den uregulerte Kosåna. Surhetsgradforskjellen mellom utpreget surt tilsig og elvevannet må vanlig være forholdsvis liten. Virkningen av slikt tilsig vil iallfall være svak uttrykt ved pH.

Til jamføring med de 4 elvene med stadig sterkt surt vann tar vi med et eksempel på en elv som alltid har hatt vann med svakt sur eller nøytral reaksjon i mai—desember de samme åra. Tallene nedenfor gjelder Ims i Stavangerområdet, nær sjøen:

	1973		1974		1975	
	pH	Hårdh.	pH	Hårdh.	pH	Hårdh.
Laveste/minste	6,21	6,3	6,57	6,3	6,06	6,0
Høyeste/største	6,98	8,2	7,12	8,5	7,13	8,3

Vannet i Ims har høye hardhetstall. Basisk materiale i nedslagsfeltet gir vannet tilnærmet nøytral reaksjon også ved stor avrenning. Maksima og minima for pH og hardhet er observert til forskjellig tid uten noen tydelig regelmessighet.

Til jamføring med resultatene fra bekken ved Vesle Vannavatn har tallmaterialet fra Fiskeforskningen en viss svakhet som følge av at vannprøvene er tatt uten hensyn til værforhold og avrenning. De største utslag kan altså ikke alltid være registrert.

Tallmaterialet fra 19 elver og bekker

i den sørligste delen av landet gir et visst grunnlag for jamføring med pH-nedgangen i bekkevannet ved Vesle Vannavatn når avrenningen ble større i september. Størst interesse har imidlertid det tallmateriale vi skal se nærmere på nedenfor, ved å illustrere den ulike endring i avrenningsvannets pH under forskjellige forhold når mer regn og mindre evapotranspirasjon øker avrenningen om høsten.

En av forfatterne påviste i 1971 at elvevannet i de øvre delene av Sira—Kvina vassdragene vanlig har pH-minima ved snøsmeltingen om våren og under høstregnet og maksima midtsommers og midtvinters (9). Dette variasjonsmønster er senere påvist for flere Sørlands-vassdrag (2).

Til jamføring med resultatene fra bekken ved Vesle Vannavatn er tallmaterialet fra 9 større og mindre elver sammenstilt i tab. 2 med innordning i 3 tidsperioder slik:

Periode	1	2	3
1973	28.8—27.9	28.9—20.10	21.10—20.11
1974	1.8—2.9	3.9—20.9	21.9—20.10
1975	1.8—13.9	14.9—30.9	1.10—31.10

Første periode er en tid med lite regn og liten avrenning om sommeren, 2. periode omkring 3 uker fra det satte inn med regn til forskjellig tid i september, og 3. periode noen uker deretter med vekslende, men vanlig ganske stor nedbør og stor avrenning. Periodeinndelingen er skjønnsmessig. Den tar først og fremst sikte på å skille ut de siste ukene før og de første ukene etter regnet begynte. Bl.a. fordi avrenningshastigheten varierer med nedslagsfeltenes størrelse og de hydrologiske forhold i elveløpene, er periodene ellers en vilkårlig tidsinndeling. Periodenes diffuse nedbørkarakteristikk høver nok så godt for hele området. Nedbøren i 2. periode var mindre i 1973 enn de to andre åra.

For flere av elvene er tallmaterialet

egentlig for lite til slik gruppering som i tabellene 2 og 3. I de korteste periodene ligger ikke sjelden bare en enkelt prøve til grunn for tallene i tabellen. Derfor må vurderingen og kommenta-

rene bygge på flere eller mange tall sett under ett.

I tab. 2 er både pH og hårdhet i 2. og 3. periode angitt ved differansene jamført med 1. periode.

Tab. 2. Variasjoner og middeltall for vannets pH og hårdhet i elver.

		1973			1974			1975		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Fuglestadelva	pH	6,78	+0,69	+0,44	6,83	+0,92	+0,36	—	—	—
	Hårdhet	7,2	+0,3	+3,2	5,8	+0,5	+0,3	—	—	—
Litleåna	pH	6,24	+1,02	+0,84	5,82	+1,22	+1,09	6,40	+1,66	+1,15
	Hårdhet	4,0	+1,0	+1,2	3,3	0	+0,6	5,8	+2,6	+2,5
Finsåna	pH	6,65	+1,09	+0,97	6,87	+1,93	+1,66	6,78	+1,75	+1,24
	Hårdhet	7,6	+1,8	+1,5	11,7	+0,6	+6,5	9,2	+4,0	+3,9
Søgneelva	pH	6,61	+0,86	+0,62	6,68	+1,09	+1,14	6,63	+1,51	+1,12
	Hårdhet	10,3	+2,9	+4,6	14,4	+7,4	+8,9	14,2	+6,4	+8,4
Lygna v. Lyngdal sentrum	pH	5,67	+0,62	+0,67	5,67	+1,01	+0,54	6,30	+1,59	+1,27
	Hårdhet	2,8	+0,2	0	3,0	+0,5	+0,2	4,5	+1,5	+2,0
Mandalselva v. Marnardal	pH	4,91	+0,10	+0,01	4,85	+0,24	+0,17	5,12	+0,42	+0,37
	Hårdhet	2,1	+0,7	+0,3	2,2	+0,6	+0,3	2,0	+0,3	+0,1
Otra v. Vennesla	pH	5,79	+0,71	+0,27	5,86	+0,72	+0,68	5,86	+0,46	+0,51
	Hårdhet	1,9	+0,4	+0,1	1,8	+0,2	+0,2	1,9	+0,1	+0,1
Tovdalselva v. Boen	pH	5,37	+0,37	+0,37	5,69	+0,90	+1,01	5,93	+0,61	+1,12
	Hårdhet	2,2	+1,3	+0,7	2,7	+0,1	+0,2	3,2	+0,1	+0,5
Nidelva ovenf. Rykene	pH	5,76	+0,49	+0,43	5,61	+0,38	+0,63	5,77	+0,30	+0,77
	Hårdhet	2,2	+0,4	+0,4	2,2	+0,5	+1,2	2,3	+0,4	+0,9

Tab. 3 viser periodemiddeltall 1973—75 for de enkelte elvene i tab. 2 og tilsvarende tall for tida etter 3. periode fram til årsskiftet. Periodene 4 og 5 faller nokså nær sammen med månedene november og desember, men omfatter dertil i to år noen dager av den nær-

mest foregående måned. Nedbøren i dette tidsrom varierte betydelig fra år til år og kom delvis som snø i de øvre delene av nedslagsfeltene. I tab. 3 er pH og hårdhet angitt direkte, ikke ved differanser jamført med 1. periode.

Tab. 3. Vannets pH og hårdhet de enkelte perioder i middel for alle år.

		1	2	3	4	5
Fuglestadelva	pH	6,81	6,00	6,41	—	5,75
	Hårdhet	6,5	6,4	4,7	—	5,2
Litleåna	pH	6,15	4,85	5,14	4,87	4,76
	Hårdhet	4,4	3,2	2,9	2,5	3,0
Finsåna	pH	6,77	5,18	5,48	5,44	5,26
	Hårdhet	9,5	7,4	5,5	5,4	5,8
Søgneelva	pH	6,64	5,49	5,68	5,69	5,27
	Hårdhet	13,0	7,4	5,7	6,4	5,5
Lygna	pH	5,88	4,81	5,02	4,72	4,84
	Hårdhet	3,4	2,8	2,7	2,7	2,5
Mandalselva	pH	4,96	4,71	4,78	4,75	4,75
	Hårdhet	2,1	2,6	2,3	2,4	2,5
Otra	pH	5,84	5,21	5,36	5,43	5,26
	Hårdhet	1,9	2,1	2,0	2,0	2,5
Tovdalselva	pH	5,66	5,03	4,83	4,89	4,84
	Hårdhet	2,7	3,3	2,9	2,8	2,9
Nidelva	pH	5,71	5,32	5,10	5,06	5,12
	Hårdhet	2,2	2,6	3,0	2,8	2,8

Begge tabellene viser i hovedtrekk samme bilde for Fuglestadelva, Litleåna, Finsåna og Søgneelva. Alle er mindre elver med sterkt varierende vannføring. Noen av dem går innen strekninger av sine nedre løp gjennom nokså flatt terreng, til dels innen arealer med større løsavleiringer. Ved liten vannføring om sommeren har vannet i disse elvene stor hårdhet og bare meget svakt sur reaksjon. Ved regn mot høsten avtar hårdheten sterkt, og pH går i 2. periode ned til ca. 6 i Fuglestadelva og til intervallet 4,6—5,6 i de 3 andre elvene. Forandringene kan til en viss grad ganske enkelt være en følge av at elvevannet om sommeren overveiende er grunnvann, mens dette ved stor vannføring spiller en underordnet rolle. De meget høye hårdhetstall ved liten vannføring kan tyde på at betydelig mindre surt materiale i djupere enn i overliggende lag av løsmassene innen deler av nedslagsfeltene gjør sitt til at nedgangen i hårdhet og pH blir særlig stor. Topografiske kart viser ellers større myrarealer lenger oppe i nedslagsfeltene til noen av elvene, noe som også kan spille en rolle.

Tabellene viser stigende pH fra 2. til 3. periode, samtidig som hårdheten til

dels holder seg på omtrent samme nivå, men viser overveiende tendens til å avta mer eller mindre. Dette kan tyde på større utvasking av sure komponenter fra løsmassene den første tid med regn etter tørre perioder. I tab. 3 er middeltallene for hårdhet alltid litt lavere i 3., 4. og 5. enn i 2. periode. De korresponderende pH-tall varierer lite og i begge retninger.

Om Søgneelva kan det tilføyes at det tidligere er påvist et gytjesjikt i sandmassene på skolegården Søgne, og at dette er årsak til stor utvasking av sulfat, særlig etter tørre værprioder (10). Etter opplysninger fra lokalkjente personer kan en anta at det finnes et gytjesjikt i sanden også andre steder i det flate terreng i Søgne.

Lygna er større enn de 4 første elvene i tab. 2 og 3. Tallene gjelder prøver som ble tatt litt ovenfor Lyngdal sentrum. Vannet der har tydelig lavere pH og mindre hårdhet enn vannet i 3 av de foregående elvene. Forskjellen mellom 1. periode og de senere er markert. Tilsvarende tall for praktisk tatt samtidige vannprøver tatt ved utløpet fra Lygnen lenger oppe i vassdraget viser et annet bilde (tab. 4).

Tab. 4. Vannets pH og hårdhet ved utløpet fra Lygnen.

Periode	1		2		3		4		5	
	pH	Hårdhet	pH	Hårdhet	pH	Hårdhet	pH	Hårdhet	pH	Hårdhet
1973	4,72	1,8	+0,08	0	±0,01	+0,5	—	—	+0,01	+0,5
1974	4,73	1,8	±0,22	0	±0,12	0	±0,12	0	±0,01	+0,5
1975	5,09	2,0	±0,29	+0,2	0	+0,8	±0,41	±0,2	±0,39	+0,3
Midd.	4,81	1,9	4,72	1,9	4,81	2,3	4,67	1,8	4,72	2,3

Ved utløpet fra Lygnen har vannet lavere pH og mindre hårdhet enn lenger nede. Tilrenningen endrer mønstret tydelig på den ca. 40 km lange elvestrekningen. De mindre tidsvariasjoner ved Lygnen kan kanskje ellers delvis

være en følge av at prøvene er tatt ved utløpet av en ikke helt liten innsjø.

De 4 siste elvene i tab. 2 og 3 er større vassdrag. Otra og Nidelva er størst med nedslagsfelter på henholdsvis noe over 3000 og nærmere 4000 km².

Nedslagsfeltene til Mandalselva og Tovdalselva er 1700—1800 km². Alle har mer eller mindre regulert vannføring. Magasinprosenten er minst for Tovdalselva og vesentlig større for Nidelva enn for Mandalselva og Otra. Otra og Nidelva danner også større innsjøer.

Vannet i Mandalselva er surere enn i de 3 andre elvene i 1. periode med middel pH > 5,0 bare i 1975. Vann fra Otra og Nidelva viser pH 5,6—5,9 i 1. periode og vanlig ca. 5,0—5,4 senere. I Tovdalselva ser vannet ut til å ha litt lavere pH. Vannets hårdhet er alltid større i 2. enn i 1. periode, og da oftest også litt større enn senere. Større hårdhet ved samme eller lavere pH kan oppfattes som tegn på egentlig større innhold av sure komponenter. Det indikerer også større utbytting av Ca²⁺ og Mg²⁺ mot H⁺ i løsmassene, men kan også ha andre årsaker. De sure kompo-

nenters art og hvor de skriver seg fra, er åpne spørsmål. Det kan nevnes at lysimeterforsøk på Ås med svakt sur kulturjord uten gjødsling vanlig viste større Ca-innhold i avløpsvannet når avrenningen begynte eller ble større mot høsten (8). Større CO₂-produksjon i jorda ved den høyere temperatur om sommeren ble nevnt som en mulig forklaring.

Om Tovdalselven har *Sunde* gitt en interessant opplysning for 40 år siden (7). Ovenfor noen store myrrealer i Øvre Tovdal var elvevannets pH 5,9 og nedenfor 5,3. I myrvann fant han pH 4,7.

Beregning av korrelasjonen mellom vannets hårdhet og pH for alle prøvene fra noen av elvene i mai—desember 1973—75 viser meget forskjellige resultater:

Littleåna	Finsåna	Otra	Tovdalselva	Nidelva
r = +0,45**	+0,78***	+0,55***	+0,01	+0,50***

Av de s. 12 nevnte 19 elver og bekker er 10 utelatt i tab. 2 og 3. De fleste er bekker og mindre elver. Analyse materialet viser til dels markert innbyrdes forskjell mellom dem, men også uregelmessige ulikheter fra år til år. Det siste kan i forskjellig grad skyldes at tallmaterialet fra flere steder er spin-kelt. Bortsett fra ett uvesentlig unntak viser pH-tallene nedgang fra 1. til 2. periode.

Sulfatinnholdet i elvevann

Da manuskriptet til denne artikkelen var nesten ferdig, fikk vi av Fiskeforskningen overlatt tallmaterialet av sulfatbestemmelser i 417 vannprøver fra 7 Sørlands-elver i tidsrommet september 1974 — august 1976. Noen tall fra dette materiale er sammenstilt nedenfor:

	Antall prøver	SO ₄ -S, mg/l		
		Midd.	Min.	Maks.
Mandalselva v. Marnardal	48	1,07	0,78	1,70
Søgneelva	40	2,54	1,90	3,85
Otra, Vennessla	28	0,93	0,55	1,23
Tovdalselva i Tveit	75	1,58	1,15	1,94
Nidelva ovenf. Rykene	105	1,30	0,67	1,83
Storelva i Holt	27	1,89	1,48	2,83
Sønedeledelva	94	1,80	1,11	2,60

Ordnet etter avtakende sulfatinnhold vil Søgneelva toppe listen. Dette skyldes sikkert særegne jordbunnsforhold (se s. 14). Dernest kommer Storelva, Sønedeledelva, Tovdalselva og Nidelva. Disse fire ligger i et område hvor sulfatinnholdet i nedbør og tørravsetning skal være særlig stort (14). Ellers kan det være grunn til å nevne at tallene for Tovdalselva synes å vise minst tidsvariasjon.

Ved beregning av korrelasjonen mellom vannets sulfatinnhold, hårdhet og pH i analyse materialet fra tidsrommet

september 1974 — desember 1975, finner en følgende r-verdier:

	SO ₄ -pH	Hårdhet— pH	SO ₄ — Hårdhet
Mandalselva	+0,10	±0,09	+0,48**
Søgneelva	+0,61**	+0,68**	+0,86***
Otra	±0,72***	±0,54**	+0,52*
Tovdalselva	±0,27	+0,23	+0,17
Nidelva	+0,59***	±0,42**	+0,51***
Storelva	+0,23	±0,10	+0,45*
Søndeledelva	±0,10	±0,19	+0,57**

Korrelasjonskoeffisientene viser stor likhet mellom Otra og Nidelva og mellom Mandalselva, Storelva og Søndeledelva. Tovdalselva og Søgneelva står i særstillingen på hver sin måte. For den siste er nok årsaken de spesielle jordbunnsforhold nederst i nedslagsfeltet. Positiv korelasjon SO₄-hårdhet er et fellestrekk for alle.

Å drøfte tidsvariasjonen i sulfatinnholdet på grunnlag av dette tallmateriale lar seg ikke gjøre. En lang rekke viktige faktorer varierer sterkt både innen nedslagsfeltene som helhet og innen delfeltene. De bidrar både hver for seg og gjennom innbyrdes samspill til å gjøre årsaksforholdet bak tallene meget komplisert og uoversiktlig.

SLUTTMERKNADER

Nedslagsfeltene til de vassdragene analyses materialet skriver seg fra, ligger innen den sørligste delen av det store sørnorske grunnfjellsområdet. Fjellgrunnen består mest av hårde og såkalte sure bergarter, som ellers kan være innbyrdes nokså forskjellige. Løsmassene består overveiende av mer eller mindre sterkt utvasket mineralmateriale med vekslende innhold av sur humus i toppsjiktet, og av kalkfattig myrjord. Normal årsnedbør varierer fra 1000—1200 mm i de nedre til over 2000 mm i de øvre delene av nedslagsfeltene. Topografi, hydrologiske forhold og vegetasjonen veksler sterkt. De dyrkede arealer innen de aktuelle

nedslagsfeltene er små. Svovelrik og sur nedbør er karakteristisk for hele landsdelen, men med noe forskjell fra sted til sted også på den måten (14).

Vannets surhetsgradsmønster og andre kjemiske egenskaper i de nedre delene av elver og bekker er i høy grad preget av naturforholdene innen de respektive nedslagsfelter. En lang rekke årsaksfaktorer er med i spillet. Vi nevner her noen slike faktorer som stikkord uten å komme inn på virkningen av de enkelte eller sammenhengen og samspillet mellom dem, og også uten å legge noen vekt på rekkefølgen. Løsmassenes mengde, utbredelse, art og egenskaper er meget viktige. Nedslagsfeltenes terrengforhold og størrelse spiller også en rolle. Det samme gjelder hydrologiske forhold både i løsmassene og i elveløpene. Biologiske og kjemiske prosesser både i løsmassene og i vannet kan under visse forhold gjøre seg vesentlig sterkere gjeldende enn vanlig. Meteorologiske faktorer kan endre surhetsgradsmønsteret betydelig fra tid til tid.

Slik forholdene er mange steder i de øvre delene av nedslagsfeltene til mange Sørlands-elver, må en gå ut fra at avrenningsvannet der er sterkere preget av nedbøren enn lenger nede. Det samme gjelder ofte avrenningen under snøsmeltingen om våren, og da også mer eller mindre i de nedre delene av nedslagsfeltene.

Forfatterne takker vitenskapelig konsulent E. Snekvik for verdifull hjelp.

SUMMARY

The paper contains some introductory references to the authors' previous publications dealing with some factors which influence the pH of run-off water. Apart from these remarks, the paper is chiefly based on data from

chemical analysis of water samples collected in the lower parts of water-courses in the southernmost part of Norway in the months May—December 1973 to 1975.

Water from rivers and streams show

marked differences in acidity patterns according to the various natural conditions of the respective run-off areas. The differences apply both to the general pH level and to the variation of pH with time.

LITTERATUR

1. Bertilsson, G. 1974. Sulphur balance of agricultural soils in relation to crop requirement. Dep. Soil Science. Agr. Coll., Uppsala. Stensilert.
2. Henriksen, A. 1972. Regresjonsanalyse av pH- og hårdhetsobservasjoner i Sørlandselver. Vann 7, 69—76.
3. Hetager, S. E. og Linge Lystad, S. 1974. Fordamping fra fri vannflate. Den norske komité for IHD. rapp. nr. 5.
4. Malmér, N. 1973. Om effektene på vatten, mark och vegetation av ökad svaveltillförsel från atmosfären. Statens naturvårdsverk 1973.
5. Sivertsen, A. og Snekvik, E. Kjemiske forhold ved vannet i elver i Rogaland, Agderfylkene og Telemark m.m. Samlerapport 6, 7, og 8, 1973, 1974, 1975. Stensilert.
6. Snekvik, E. og Sivertsen, A. 1975. Diagrammer for pH og total hårdhet. Elveserier fra det sydligste Norge med referanselever i andre landsdeler, for perioden 1926 til og med 1974. Stensilert.
7. Sunde, E. De sure Sørlandselver. Fiskesport 1936, 50—51.
8. Ødelien, M. og Vidme, T. 1945. Lysimeterforsøk på As 1938—43. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 25, 273—362.
9. Ødelien, M. 1971. Årstidsvariasjoner i vannets surhetsgrad i de øvre deler av Sira—Kvina vassdragene. Medd. Det norske myrselskap 69, 157—168.
10. Ødelien, M., Haddeland, I., Njølstad, A. og Selmer-Olsen, A. R. 1973. Eksempler på svoveloksydasjon og reduksjon av svovelforbindelser i jord og vann. Ny Jord 60, 3—12.
11. Ødelien, M., Selmer-Olsen, A. R. og Haddeland, I. 1975. Investigation of some red-ox processes in peat and their influence on run-off water. Acta Agric. Scand. 25, 161—166.
12. Ødelien, M. og Selmer-Olsen, A. R. 1975. Red/oks prosesser i jord og varierende utvasking som årsaker til pH-variasjoner i elvevann. Medd. Det norske myrselskap 73, 3—8.
13. Ødelien, M., Selmer-Olsen, A. R. og Haddeland, I. 1976. Noen årsaker til pH-variasjoner i avrenningsvann fra udyrket sur jord. Om jordbunnsforholdene av G. Semb. Medd. Det norske myrselskap 74, 1—21.
14. Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystem in Norway. SNSF-project. Research report 6. 1976.

Statens forskingsstasjoner i landbruk.

Institusjonen Statens forskingsstasjoner i landbruk har nå etter hvert tatt form som en landsomfattende organisasjon for å lede den lokale forsøksvirksomheten i vårt land. Driften av Det norske jord- og myrselskaps to forsøksgårder, henholdsvis Mæresmyra i Steinkjer og Smøla, er også overtatt av Statens forskingsstasjoner i landbruk.

Det reiser seg store interesser til denne organisasjonen. Det vises til et intervju som Landbrukets opplysnings-tjeneste har hatt med formannen i styret for Statens forskingsstasjoner.

Samarbeidet mellom distriktsforskningsstasjonene i landbruket, praktikerne og rettleiingstjenesten må styrkes. Forskerne må få vite hvor praktikerne føler at «skoene trykker» og praktikerne på sin side har krav på å få kjennskap til forskingsresultatene så raskt som mulig, sier formannen i styret for Statens forskingsstasjoner i landbruk, gardbruker Per A. Hveem.

Statens forskingsstasjoner i landbruk, som ble opprettet 1. januar i fjor, omfatter 7 tidligere forsøksgårder i jordbruk, 3 tidligere forsøksgårder i hagebruk, 3 tidligere sauealsgårder og 3