

Undergrunnens og nedbørens betydning for sammensetning av elvevann

Cand.mag. Ingebrigt Jensen

Hovedfagstudent i Limnologi ved Universitetet i Oslo.

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

Som hovedoppgave i Limnologi har jeg foretatt en hydrogeokjemisk undersøkelse i Numedalen i tilknytning til det såkalte Numedalsprosjektet. Dette er et koordinert kvartær-geologisk/berggrunnsgeologisk undersøkelsesprosjekt som en gruppe forskere ved Institutt for geologi, Universitetet i Oslo startet høsten 1966 under ledelse av professor, dr. philos. Ivan Th. Rosenqvist.

Jeg har arbeidet i tre små ubebodde og udyrkete nedslagsfelt i nærheten av Kongsberg. Et av områdene, Søndre Ramberg, ligger i Prekambriske bergarter, ett, Uleberg, ligger i Kambro-siluriske og det siste, Bjerknæs, ligger i Permiske bergarter, se fig. 1. Formålet med disse undersøkelsene har vært å skaffe bedre kvantitativ kjennskap til forvittringsprosessene i de forskjellige bergartskomplekser.

Ved målinger av vannføringen og kjemiske analyser av vannet i elvene fra de tre nedslagsfeltene, har jeg bestemt kvantitativt de mengder av

visse grunnstoffer som frigjøres årlig ved forvittringsprosessene. Ved kjemiske analyser av nedbøren i de samme områdene, er resultatene fra elvene blitt korrigert for de ionene som er bragt inn i områdene med nedbøren. Analysene er foretatt på laboratoriet på Limnologisk institutt og omfattet hver gang: spesifikk ledningsevne (K_{18}), kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid og alkalinitet. Dessuten ble pH målt hver gang både i elvene og nedbøren.

Vannføring.

Fig. 2 og 3 viser vannføringen i de tre elvene i perioden 22. september 1970—22. september 1971. I denne tiden var det 4 markerte flomperioder: en i første uken av oktober og en i den siste av november 1970, vårflommen 1971 varte fra ca. 10. april til ca. 10. mai og den siste store flommen kom rundt månedskiftet juli/august 1971.

Sommeren 1970 hadde tre perioder med stor vannføring: en i månedskiftet juni/juli, en ca. 23.—26. juli (her mangler vannanalyser) og den tredje ca. 19. august. Disse periodene

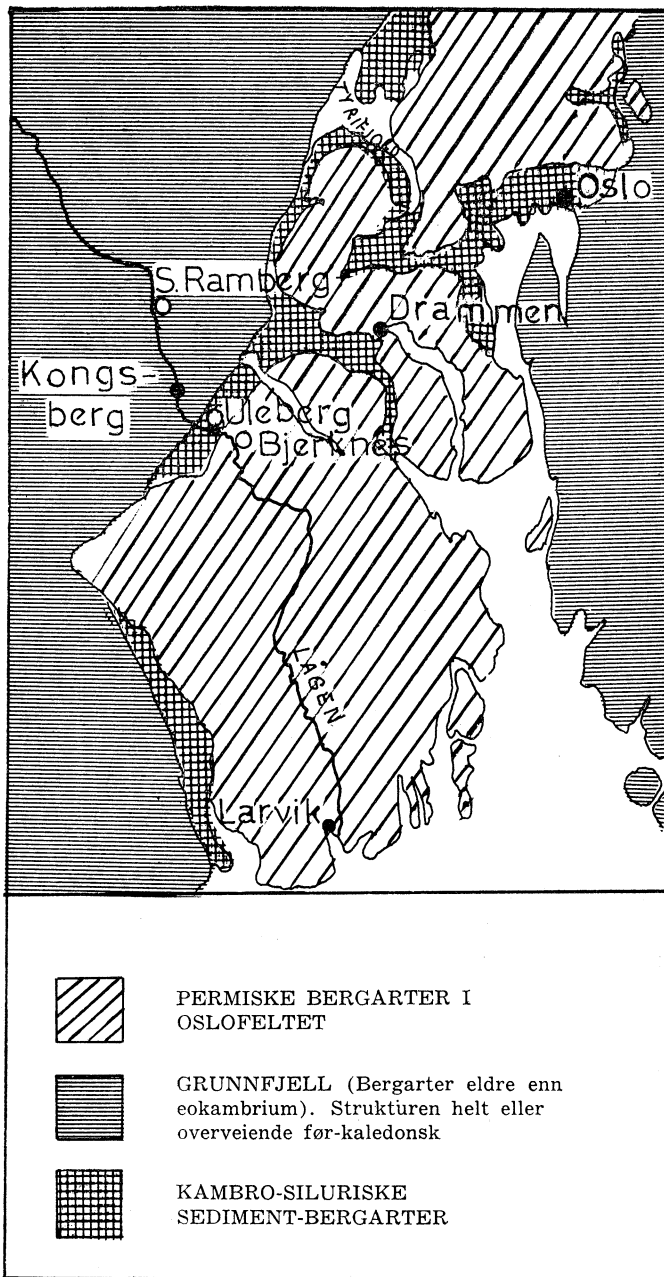


Fig. 1. Geologisk oversiktskart.

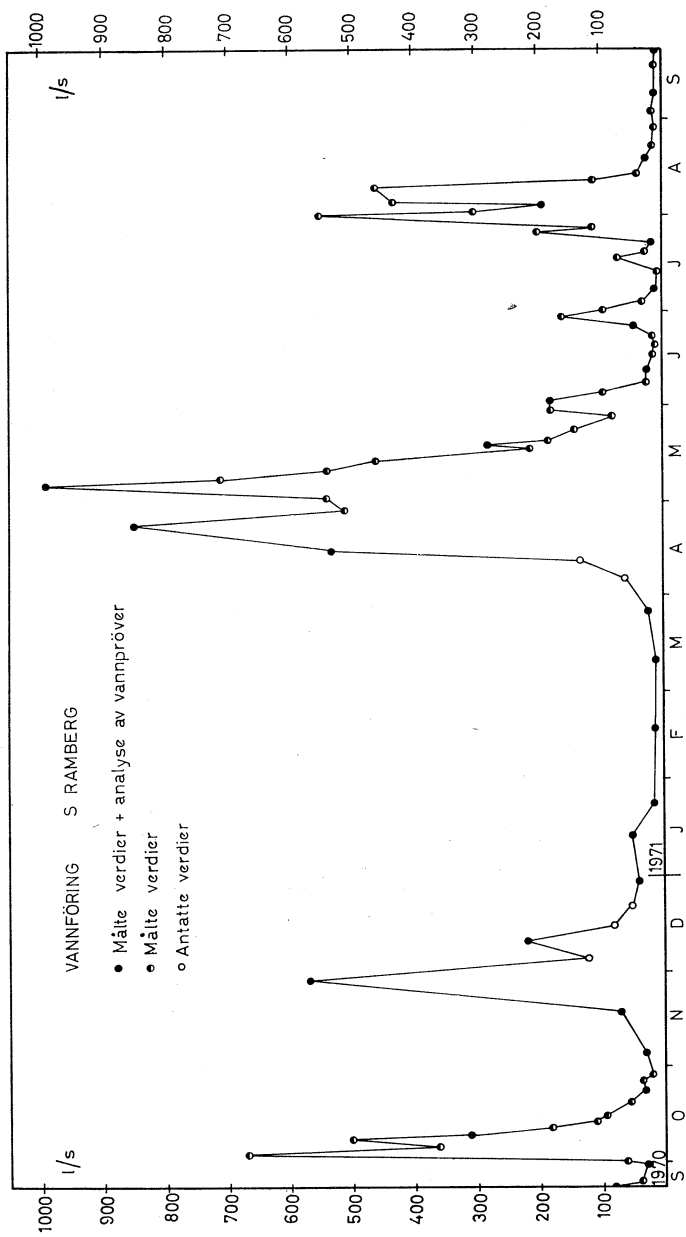


Fig. 2. Vannføringen i elven ved Søndre Ramberg.

er av spesiell interesse fordi det er her nedbøren har størst innvirkning på vannet i elvene. Spesielt gjelder dette surheten, de laveste pH-verdiene i elvene skulle en vente å finne i disse periodene.

Kalsium og bikarbonat.

Fig. 4 viser Ca og HCO_3 kons. i de tre elvene. Verdiene i Perm og Prekambriumområdene er lave og ligger temmelig nær hverandre, mens elven i Kambrosilurområdet viser mye høyere konsentrasjoner. Betydningen av disse høye verdiene for pH skal jeg komme tilbake til senere. Ellers gir som ventet flomperiodene klare avtak i Ca og HCO_3 kons. Siden nedbøren inneholder svært lite Ca og omtrent ikke noe HCO_3 , er det fortynningseffekten som gjør seg gjeldende i disse periodene.

pH, spesifikk ledningsevne og sulfat.

Fig. 5 viser pH, K_{18} (egentlig $K_{18} \cdot 10^6$) og SO_4 kons. i nedbøren. Gjennomsnittlig ligger pH på ca. 4,5, noe lavere om vinteren og høyere om sommeren. For K_{18} gjelder det motsatte, lave verdier om sommeren og svært høye om vinteren. Ved den lave pH i nedbøren om vinteren er det H^+ -ionenes (hovedsakelig fra H_2SO_4) høye ekvivalentledningsevne som utgjør størstedelen av den spesifikke ledningsevnen. Høyeste K_{18} ble målt til 44,5 og den tilsvarende pH var 4,1 (S. Ramberg 10.—26. mars 1971. Av denne K_{18} utgjør H^+ -ionenes ekvivalentledningsevne hele 63 %. Et pH-fall fra 4,7 til 4,1 gir en økning i K_{18} på ca. 19 når en bare regner med H^+ -ionene. Av fig. 5 ser

en også at sulfatverdiene i nedbøren stort sett varierer på samme måten som K_{18} . Den økende forbrenning i vinterhalvåret, både lokalt og regionalt, er sikkert den vesentligste årsak til de høye verdiene i denne årstiden. Høyeste verdi, 9,1 mg $\text{SO}_4/1$, ble funnet ved S. Ramberg i perioden 22. april—18. mai 1971. Her må jeg gjøre oppmerksom på at mine SO_4 -verdier er for høye. De omfatter også nitrat som det ikke er analysert på. En analyse av nitrat (3.—18. august 1971) viste 1,0—1,2 mg $\text{NO}_3/1$ som tilsvarer 0,8—0,9 mg $\text{SO}_4/1$.

Fig. 6 viser pH og K_{18} i elvene. I Kambrosilurområdet varierer pH mellom 7,6 og 7,9. Bare to ganger ble pH målt til 7,6, nemlig den 27. november 1970 under den store høstflommen og 22. april 1971 under vårflommen. Ellers lå pH på ca. 7,7 om vinteren og 7,9 om sommeren. Variasjonene i pH er altså svært små her, selv store mengder med sur nedbør gir små eller ingen utslag på pH-kurven. Dette skyldes at vannet her på grunn av de høye Ca og HCO_3 -verdiene er svært godt bufret. I de to andre områdene er bildet et helt annet. Her er for det første pH mye lavere, høyest målte verdi er 6,9. Dessuten får en her de markerte pH-fallene ved hver flomperiode, særlig i elven fra Prekambriumområdet. Lavest observerte pH er 5,2 (S. Ramberg 14. april og 5. mai 1971). I disse elvene er Ca og HCO_3 kons. lave og følgelig er vannet dårlig bufret. Det kan se ut som om elven som drenerer Permområdet har en viss bufferkapasitet. Vårflommen ga nesten ingen pH-variasjon, mens den

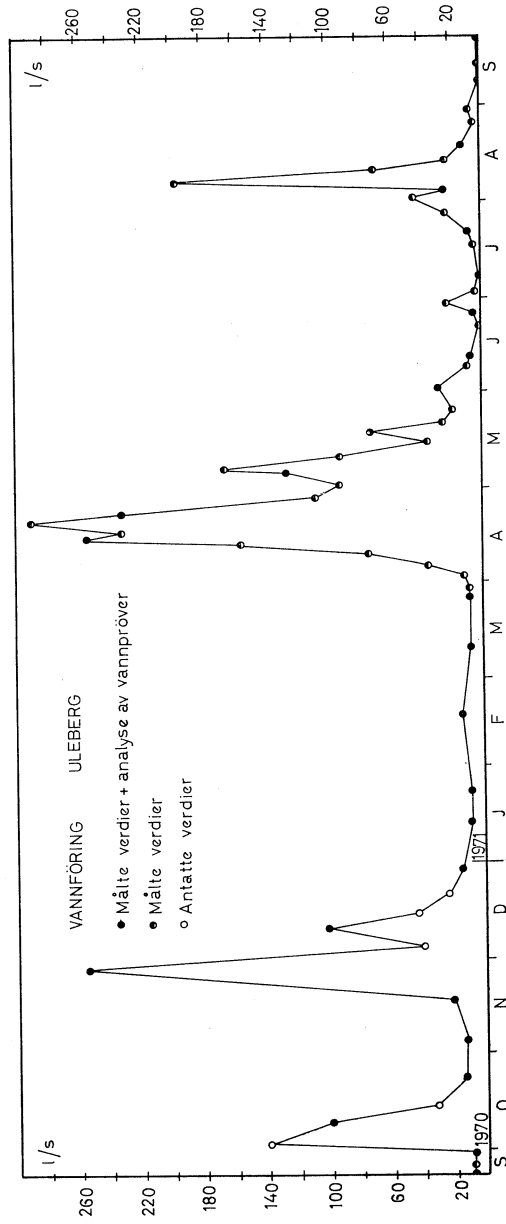
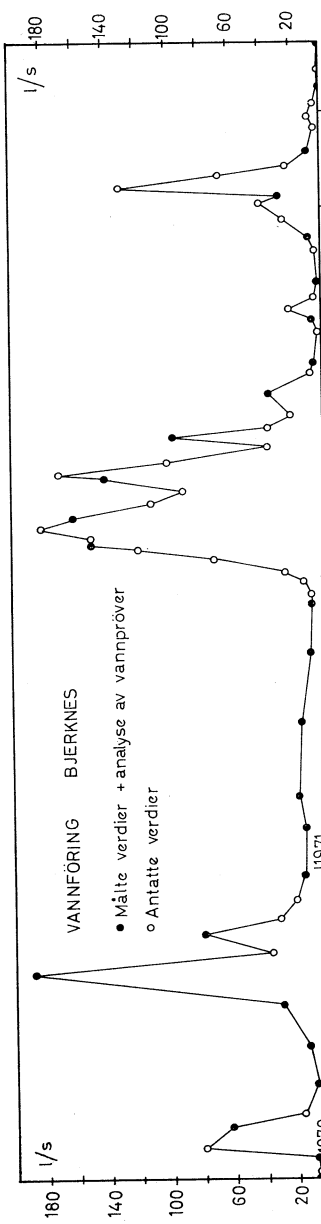


Fig. 3. Vannføringen i elvene ved Bjerknes (øverst) og Uleberg (nederst).

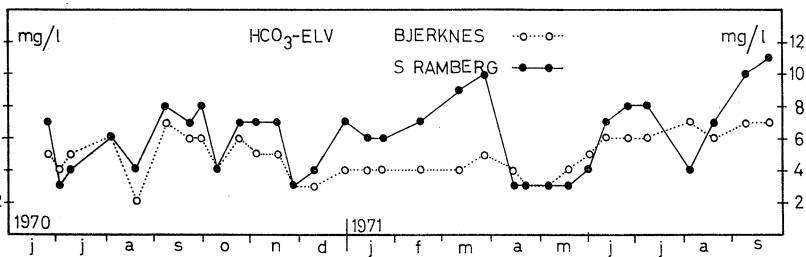
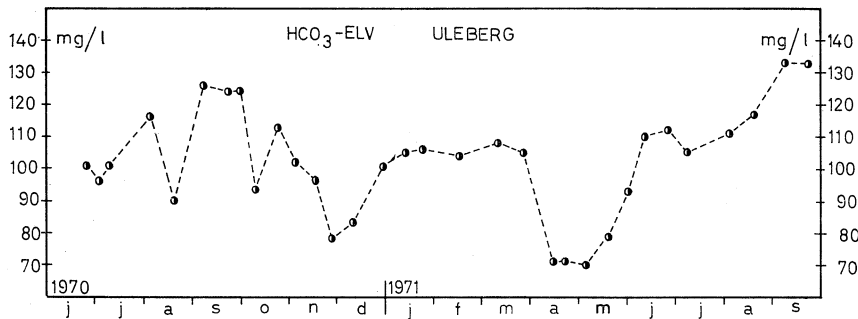
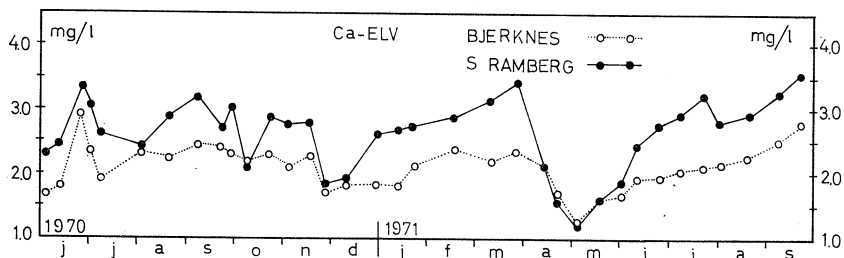
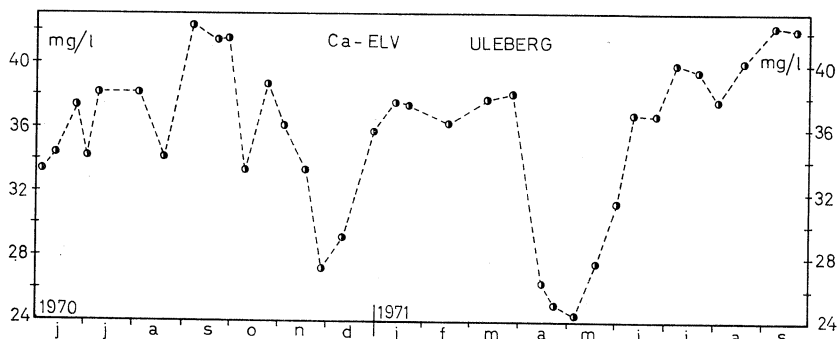


Fig. 4. Kalsium- og bikarbonatkonsentrasjon i de tre elvene.

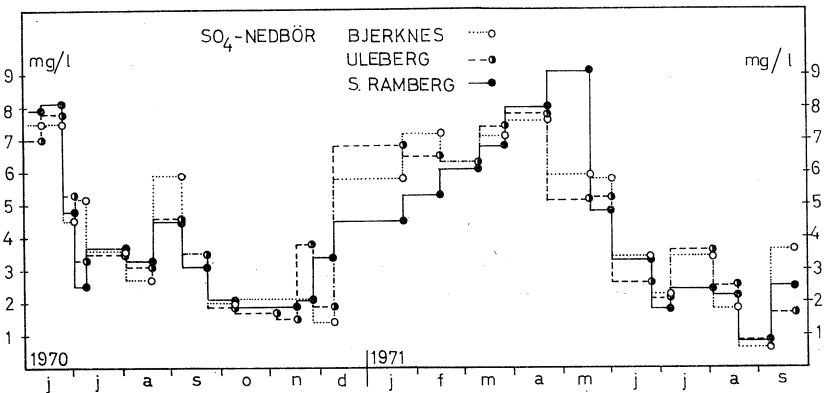
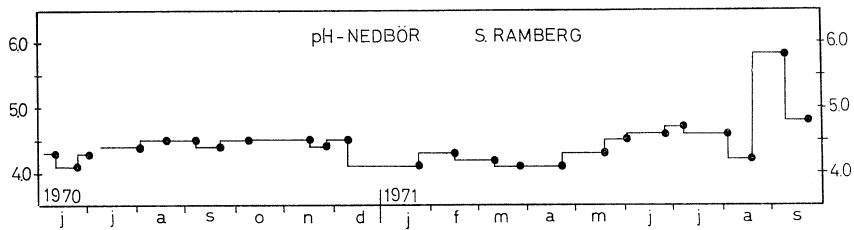
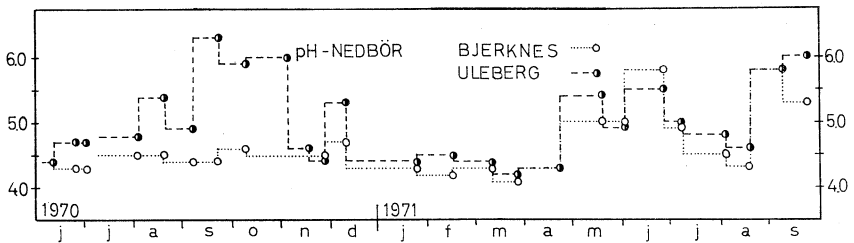
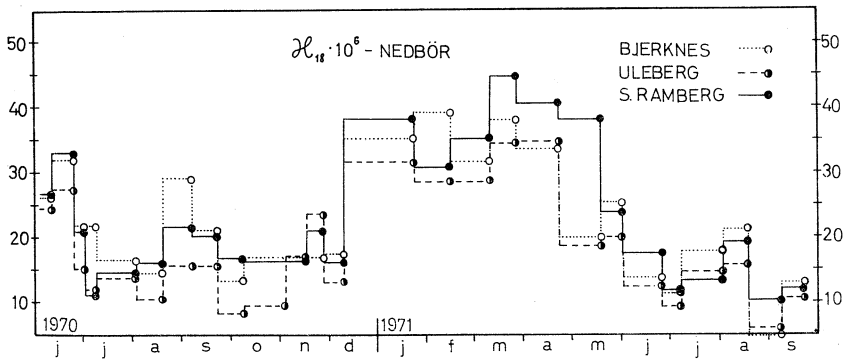


Fig. 5. Spesifikk ledningsevne (K_{18}), pH og sulfat-konsentrasjon (inkludert nitrat) i nedbøren på de tre stasjonene.

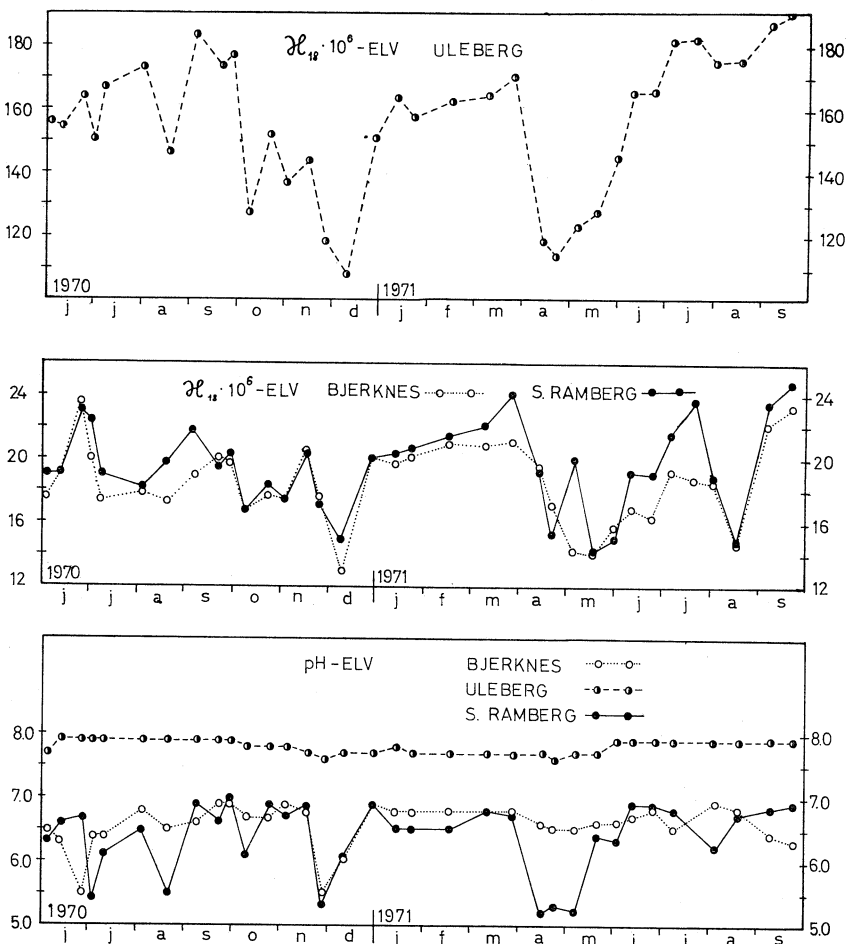


Fig. 6. Spesifikk ledningsevne (K_{18}) og pH i de tre elvene.

store flommen i november forårsaket et markert pH-fall. De lave Ca og HCO_3 -verdiene her skulle imidlertid ikke tilsa noen bedre bufning her enn i Prekambriumområdet. De høye pH-verdiene i vårflommen skyldes trolig indikatorenes bufferkapasitet. pH i

elvene ble bestemt kalorimetrisk i felten med en Hellige komperator. Som indikatorer ble brukt methylrød (4,4—6,0), bromthymolblå (6,0—7,6) og kresolrød (7,2—8,8). Disse har selv en viss bufferkapasitet og de bufrer rundt midten av sitt pH-

intervall. I dårlig bufret vann kan dette virke inn på pH-målingen, slik at en måler en pH som ligger nærmere indikatorens bufferområde enn den korrekte pH i vannet. I perioden 14. april—1. juni 1971 ble pH i elvene også bestemt på laboratoriet med elektrisk pH-meter. Dette ble gjort samme dag som prøvene ble tatt (3—6 timer senere). For elvene i Prekambrium og Kambro-siluroområdet viste disse god overensstemmelse med de kalorimetriske målingene. Men i elven fra Permområdet lå de 0,4—0,7 pH-enheter lavere, noe som støtter teorien om indikatorenes innvirkning.

K_{18} i elvene følger ganske godt vannføringen, en finner lav K_{18} ved stor vannføring og høy ved liten vannføring. Det er fortykning med elektrolyttfattig nedbør som gir avtak i K_{18} ved økende vannføring.

Fig. 7 viser sulfatkonsentrasjonene i elvene. I Kambrosiluroområdet avtar SO_4 -kons. noe i de største flomperiodene. Da elven her får SO_4 -tilskudd

fra berggrunnen, skyldes dette fortykning med SO_4 -fattigere nedbør. I de to andre elvene finner en derimot topper i sulfatkurvene i flomperiodene, særlig kommer dette tydelig fram i elven fra Prekambriumområdet. Dette skulle vise at atmosfæren er ansvarlig for sulfaten i disse elvene.

Som konklusjon kan sies at surheten i elvene ikke bare er avhengig av pH i nedbøren. Ca og HCO_3 kons. som stort sett bestemmes av geologien i nedslagsfeltet, betyr også mye.

Dessuten må en når det gjelder forsurening huske at metodene for pH-målinger ikke alltid har vært like sikre. Spesielt kan usikkerheten i pH være stor ved målinger i elektrolyttfattig vann. Når en skal sammenligne forskjellige pH-målinger bør en også vurdere de metodene som er brukt. En kan ikke uten videre sammenligne verdier som er bestemt etter forskjellige metoder.

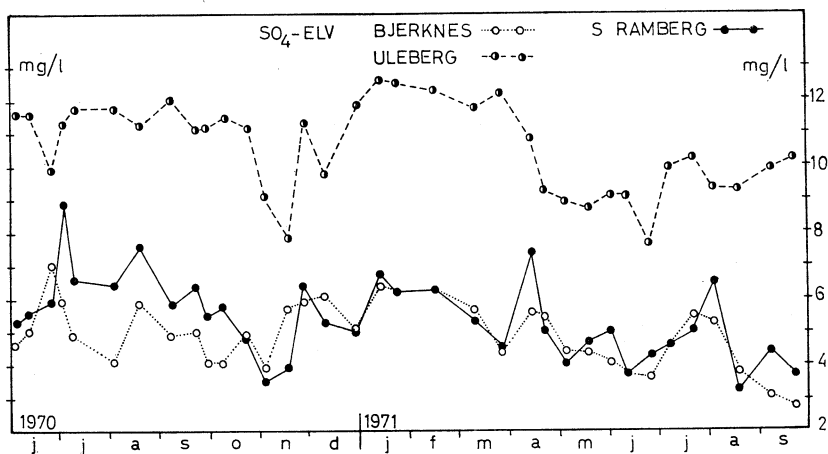


Fig. 7. Sulfatkonsentrasjon (inkludert nitrat) i de tre elvene.