



Bergvesenet rapport nr 5706	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra Elkem AS	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Geokjemisk prospektering etter flusspat				
Forfatter Jorn Olsen		Dato År 	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker) Norsk Hydro	
Kommune Kongsberg	Fylke Telemark	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad 17243	1: 250 000 kartblad Skien
Fagområde Geokjemi	Dokument type		Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt) Kongsbergfeltet	
Råstoffgruppe Industrimineral	Råstofftype Flusspat			

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Rapporten omtaler flere prospekteringsmetoder for flusspat, med spesiell vekt på geokjemisk prospektering der han bruker kjente forekomster i Lassedalen i Kongsbergfeltet og Andorsrud flusspatmineraliseringen i Skoger i Buskerud som eksempler. Det er tatt vann- og bekkesedimentprøver over Lassedalen forekomsten mens det tatt jordprøver ved Andorsrudforekomsten. Provetakningsmåten er beskrevet, prøvene er analysert mhp totalt F-innhold og på cxF, resultatene plottet inn på diagram. Rapporten konkluderer blant annet med at prøvetaking av bekke- elve- vann med påfølgende analyse av F-innholdet v.h.a. ione-selektive elektroder, synes å være en brukbar og billig metode ved regional prospektering etter flusspat. Påliteligheten økes ved kombinasjon med blokkletign, med vekt lagt på leting etter breccie- blokker i dreneringsveiene. Anvendeligheten av metoden er avhengig av overdekkets tykkelse. Prospektering etter flusspat i overdekkede, ikke drenerte områder, kan gjøres ved prøvetaking av jord med påfølgende analyse av totalt F-innhold.

GEOKJEMISK PROSPEKTERING ETTER FLUSSPAT.

Innlegg ved Jørn Olsen.

INNLEDNING.

Flusspat, CaF_2 , i økonomiske konsentrasjoner opptrer som:

1. Hydrotermale sprekke-/breccie- fyllinger
2. Hydrotermale replacement-forekomster
3. Residual-forekomster

7a Av disse er type 1 den viktigste, og det er antakelig denne type man først og fremst kan vente å finne i Norge. Flusspat kan opptre i en rekke miljøer; de eneste krav som stilles til sideberget, er at det har stor nok mekanisk styrke til å holde evt. hulrom åpne til avsetning har funnet sted.

Med de krav til tonnasje som moderne økonomi stiller, må antakelig et evt. prospekteringsobjekt være knyttet til en struktur av flere km's lengde. Slike strukturer er gjerne topografisk markerte som depresjoner. Anvendelse av geokjemiske metoder lettes bl.a. ved at dreneringsvegene følger slike terreng-depresjoner.

Flere prospekterings-metoder kan være aktuelle:

1. Blokkleting
2. Prøvetaking av bekkesedimenter
3. Prøvetaking av vann i bekker/elver og/eller grunnvann
4. Prøvetaking av jord

Ved blokkleting søkes det etter breccie-blokker i dreneringsvegene. Fyllmassen kan være hydrotermal kvarts og/eller kalkspat med eller uten min. av flusspat. Naturligvis helst med. Blokker av breccie-/forkastnings-sonens sideberg med disseminert flusspat er heller ikke uvanlig.

Prospektering på basis av micro-blokker kan utføres v.h.a. en vaskepanne. Metoden er forsøkt av van Alstine (1965) med tildels positivt resultat. Metoden er muligens forbundet med for mange feilkilder til å være tilstrekkelig pålitelig.

Prøvetaking av bekkesedimenter og/eller naturlig forekommende vann, har vist seg å gi gode indikasjoner på CaF_2 -konsentrasjoner i undergrunnen (van Alstine, 1965; Friedrich & Plüger, 1971; Plüger & Friedrich, 1972; Schwartz & Friedrich, 1973).

Plüger & Friedrich (1972) forsøkte en alternativ analysemetode idet de analyserte på cxF i bekkesedimentene. Metoden ga tydelige anomalier over flusspat-mineraliserte områder. Den er betydelig billigere enn en metode basert på analyser av det totale fluor-innhold i sedimentene.

Prøvetaking av jord er en metode som har gitt oppmuntrende resultater (van Alstine, 1965; Plüger & Friedrich, 1972; Schwartz & Friedrich, 1973; Farrell, 1974). Plüger & Friedrich gjorde også her forsøk med analyser på cxF. Resultatet var positivt. En liknende undersøkelse ble gjort av Farrell (1974), også med positivt resultat.

Den undersøkelsen som her skal presenteres ble gjort som diplomoppgave ved NIH i samarbeid med Norsk Hydro a.s. Bekkevann og bekkesedimenter er samlet inn over Lassedalen flusspat-forekomst ved Kongsberg. Jordprøver er samlet inn over Andorsrud flusspat-mineralisering i Skoger. Sedimenter og jordprøver er analysert på totalt fluor-innhold og på cxF.

Analysene på innholdet av totalt fluor er utført av lab.funk. Kristensen, driftslaboratoriet, Porsgrunn Fabrikker. Metode: Titrering med Th-nitrat.

Fluor-innholdet i bekkevann og cxF i sedimenter og jordprøver er analysert ved hjelp av ione-selektive elektroder. Løsningsvasker: H_2O , TISAB/ H_2O (forhold 1:1) og $10^{-2} N$ HCl.

PRØVETAKING AV VANN OG BEKKESEDIMENTER OVER LASSEDALEN FLUSSPAT-FOREKOMST.

GEOLOGI.

Den mest omfattende beskrivelse av Kongsberg-feltets geologi, inklusive mineraliseringene, er gitt av C. Bugge, se fig. 1. Senere er feltet behandlet av A. Bugge (1936, 1937) og J.A.W. Bugge (1943). Barth (1960) presenterte en sammenstilling. Bugge (1917) behandler relativt inngående de forskjellige mineraliseringer i området, og mener å kunne skille dem i tre typer, alle epigenetiske:

1. Fahlbånd; konkordante bånd med disseminerte sulfider.
2. Første generasjons ganger; kvarts- og kvarts/kalkspat- ganger med flusspat og Cu-, Zn-, Pb- og Fe- sulfider.
3. Annen generasjons ganger; kalkspat-ganger med Ba-holdig feltspat, zeolitter, kvarts (kalcedon) mm.

Neumann (1944) ga en detaljert beskrivelse av de tre typers mineralogi. Gammon (1966) har reinterpretert fahlbåndenes genese. Han anser dem for å være syn-genetiske, og muligens prekambriske ekvivalenter av de kaledonske vasskislager.

LASSEDALEN FLUSSPAT-FOREKOMST.

Lassedalen strekker seg vestover fra Saggrenda, ca. 5 km SW for Kongsberg by. Flusspat-mineraliseringen er knyttet til en bred breccie-sone med strøk ØV. Sonens lengde er om lag 4 km.

Bugge (1917) knytter flusspat-mineraliseringene i området til første generasjons-gangene. Det dominerende mineral i disse er kvarts.

Flusspat-mineraliseringen i Lassedalen er kompleks. Flere 'generasjoner' av

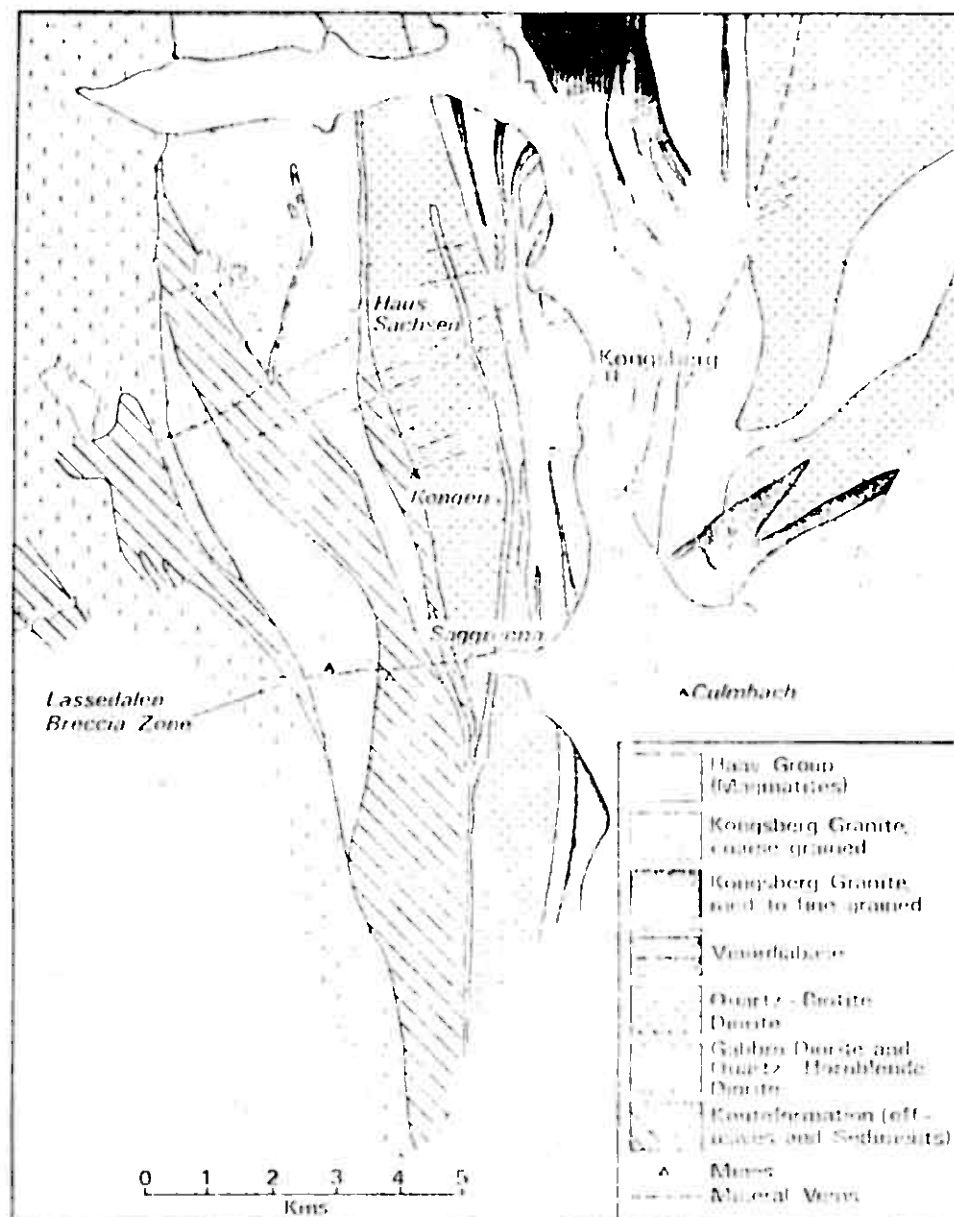


FIG.1.

Kongsberg-feltets geologi; forenklet etter Bugge (1917) av Ineson et al. (1975).

mineralet kan skilles ut. Små mengder svovelkis, sinkblende, kopperkis og blyglans opptrer. Lassedalen flusspat-forekomst er tidligere utnyttet som flusspat-kilde. En mer inngående beskrivelse er gitt av T.Vrålstad (se s.).

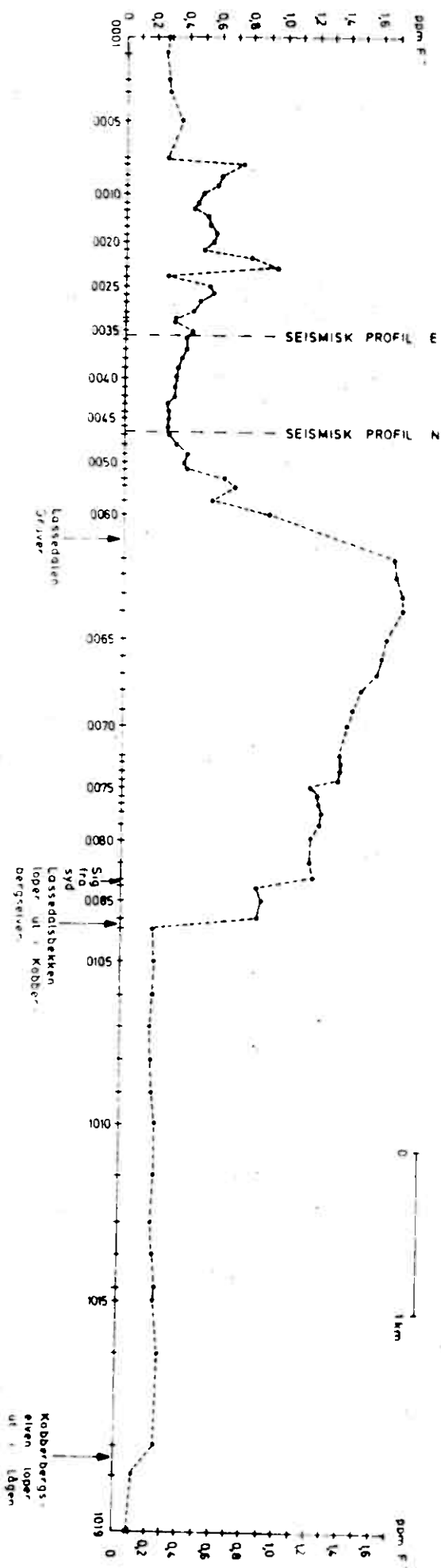
PRØVETAKINGEN.

Langs Lassedalen renner en bekk med det originale navn Lassedalsbekken.

Bekken muliggjør prøvetaking av vann og bekkesedimenter langs hele strøket av den flusspatførende breccie-sonen.

Vannprøver samles inn på 100 ml plastflasker som skylles godt et par ganger umiddelbart nedstrøms fra prøvetakingspunktet. I forbindelse med denne undersøkelsen ble det samlet inn 122 vannprøver, hvorav 86 fordeler seg fra Lassedalens vestre ende til Lassedalsbekkens utløp i Kobberbergselven.

FIG. 2 SEKUNDERDISPERSJONEN AV F- BASERT PÅ VANNPROVER



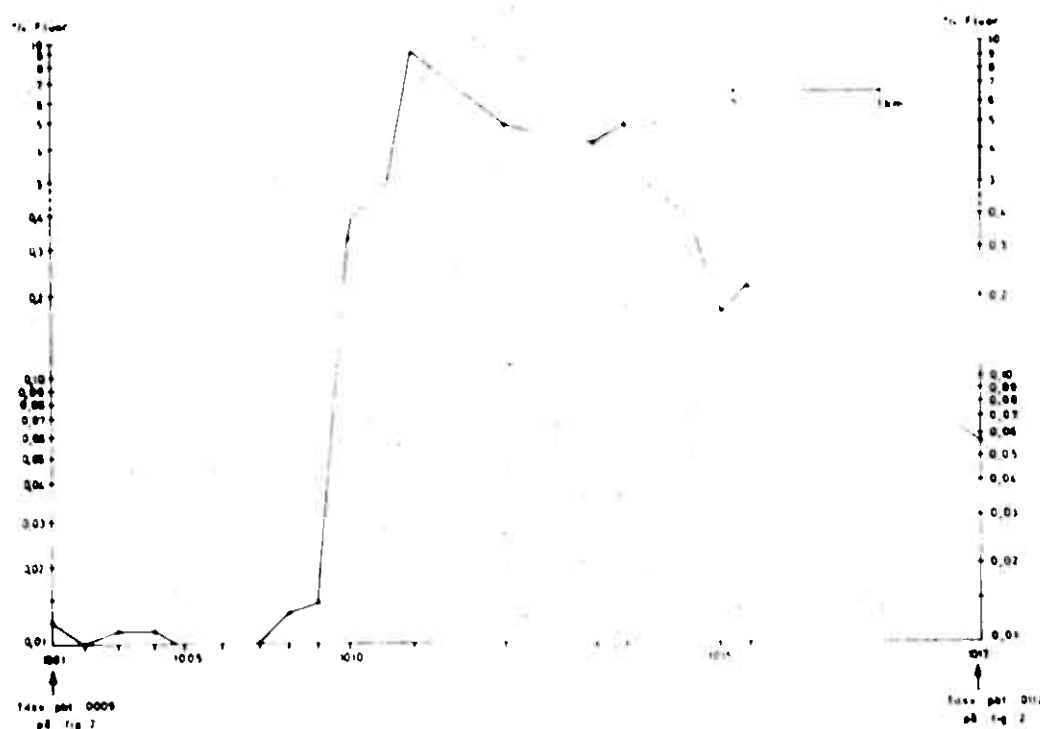
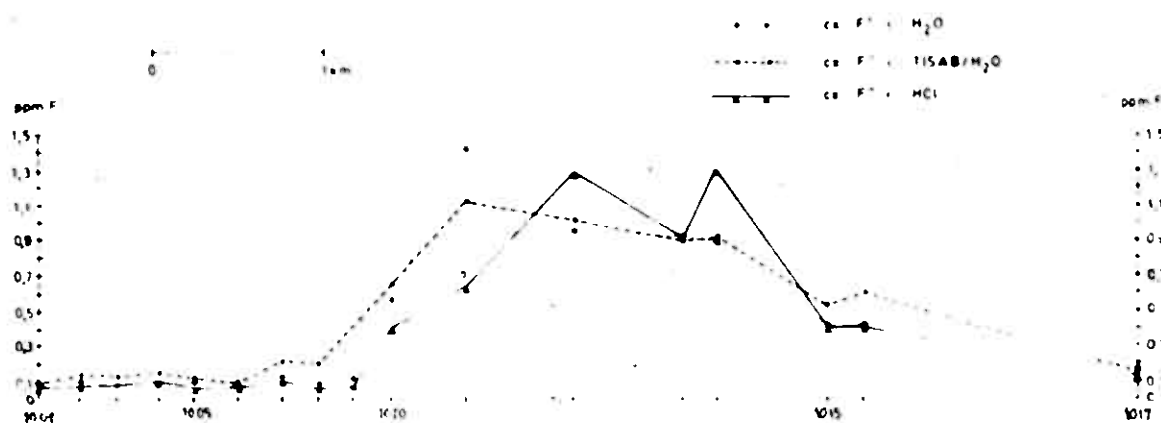


FIG 3 SEKUNDER DISPERSJON AV FLUOR BASERT PÅ BEKKESEDIMENTER

FIG 4 SEKUNDER DISPERSJON AV $c_x F^-$ I BEKKESEDIMENTER

Sedimentene ble siktet -80 mesh i felt og overført til poser. På hver lokalitet ble tatt to prøver. En ble sendt til analyse på totalt fluor-innhold, mens parallell-prøven ble beholdt for forsøk med analyser på $c_x F^-$. I alt ble samlet 17 dobbeltprøver (antall begrenset av økonomiske grunner), av hvilke 16 fordeles seg langs Lassedalen.

RESULTATER.

Dispersjonen av fluor i vann og bekkesedimenter er plottet som funksjon av avstanden fra Lassedalens vestre ende til Kobberbergselevens utløp i Lågen, se fig. 2, 3 og 4.

Det ble ingen tid til å utføre noen statistisk behandling av tallmaterialet under diplomarbeidet. Det er derfor et relativt åpent spørsmål hvor man skal sette grensen mellom anomali og bakgrunnsverdier.

VANNPRØVER.

12 vannprøver tatt i Lågen, fordeler seg slik:

- 4 prøver nord for Kongsberg by
- 4 prøver syd for Kongsberg by
- 2 prøver nord for Kobberbergsselvens utløp
- 2 prøver syd for Kobberbergsselvens utløp

Alle prøvene viser 0.08 - 0.09 ppm F. Det ble ikke påvist noen F-forurensing fra Kongsberg by. Det ble heller ikke påvist noen økning i F-gehalten i Lågen som følge av at Kobberbergsselven renner ut i denne.

Kobberbergsselven drenerer et område med relativt utstrakt mineralisering av flusspat. Flere mineraliseringer finnes i området N for Lassedalen. 9 prøver ble derfor samlet inn i Kobberbergsselven ovenfor utløpet av Lassedalsbekken. Disse viser F-gehalter mellom 0.15 og 0.21 ppm, med de høyeste verdier nærmest utløpet av Lassedalsbekken.

Nedenfor utløpet av Lassedalsbekken i Kobberbergsselven ligger F-verdiene mellom 0.20 og 0.27 ppm.

Fastsetter man bakgrunnsverdier på basis av F-gehaltene i Lågen, vil man ant. få en for lav grense mellom bakgrunn og anomali i feltet (utstrakt min. av CaF_2). Ovenfor utløpet av Lassedalsbekken faller F-gehaltene i Kobberbergsselven gradvis til et nivå omkring 0.15 ppm over en strekning av ca. 200 m. Denne overgangssonen kan skyldes at bergartene er impregnert med flusspat på stikk og sprekker nær Lassedalsbreccien. Bugge (1917) antar en fortsettelse av breccien i dette området, noe som er bekreftet ved seismiske profiler. Boringer viser at sonen også er mineralisert.

På basis av disse betraktninger anses Kobberbergsselven nedenfor utløpet av Lassedalsbekken som svakt anomal med hensyn på F-innhold. Verdier på 0.25 - 0.30 ppm F bør(?) anses som innteressante i et regionalt prospekteringsprogram.

Lassedalsbekken viser etter ovenstående resonnement (tildels svake) anomale F-gehalter.

Østover fra pkt. 0005 mot pkt. 0035 varierer den målte F-gehalt relativt mye. Lassedalsbekken renner her gjennom et område hvor morenemateriale overligger Kongsberggranitt. Omkring pkt. 0020 krysses grensen mellom Kongsberggranitt og de østenfor liggende gneisser.

Diamant-boring foretatt av Norsk Hydro a.s, viser at breccie-sonen inne i granitten er fullstendig omvandlet til leire, antakelig som følge av dypforvitring. Om variasjonene i F-gehalt i området skyldes skiftende blokkinnhold i morenen, skiftende grunnvannsforhold i leirsonen e.a, vites ikke.

Mellom prøvepkt.-ene 0035 og 0047 renner Lassedalsbekken jevnt og stille over en flat dalbunn. F-gehalten avtar jevnt nedover. Diamant-boring viser at sonen er mineralisert over hele strekningen. Grunnen til den jevnt avtakende F-gehalt må derfor søkes annet sted. Seismiske profiler skutt over sonen (fig.2 og fig.5) viser en økning i morenetykkelsen mot øst. Det antas at fallet i F-gehaltene reflekterer denne økning i overdekket.

Videre østover avtar sedimenttykkelsen til 0 inne i gruveområdet. Her faller dessuten blokkmateriale fra berghallene ned i bekken. Disse effekter gir en markert anomali som holder seg østover til Lassedalsbekkens utløp i Kobberbergselven. Om anomalien i dette området i sin helhet skyldes forurensing fra berghallene vites ikke. Flusspat er påvist i breccien over hele området v.h.a. boring. Flere steder er tildels mineralisert breccie blottet nær bekkeleiet.

Ved Lassedalsbekkens utløp i Kobberbergselven inntreter et markert fall i F-gehaltene, noe som mest sannsynlig representerer et klassisk eksempel på en fortynnings-effekt.

Man kan altså følge en viss F-anrikning fra Kobberbergselvens nedre ende oppover inn i Lassedalen. I Lassedalen blåses anrikningen opp til en tydelig anomali over kjente mineraliseringer.

Undersøkelsen lover godt for anvendelsen av vannprøvetaking i et evt. regionalt prospekteringsprogram etter flusspat. Prøvetakingen er meget rask og analysene er billige.

En negativ faktor er antydningen til lave verdier over soner mye overdekning (sml. pkt.-ene 0035 - 0047 og de seismiske profiler i fig.5). Overdekning av varierende størrelse er å vente over potensielt F-bærende tektoniske soner.

Erfaringer fra andre områder tyder på at F-gehalten i vann kan ligge høyt som følge av F-rike granittiske plutoner e.a. i miljøet. Verdiene for F i slike områder kan ligge over 0.30 ppm, i visse tilfelle mer enn det dobbelte.

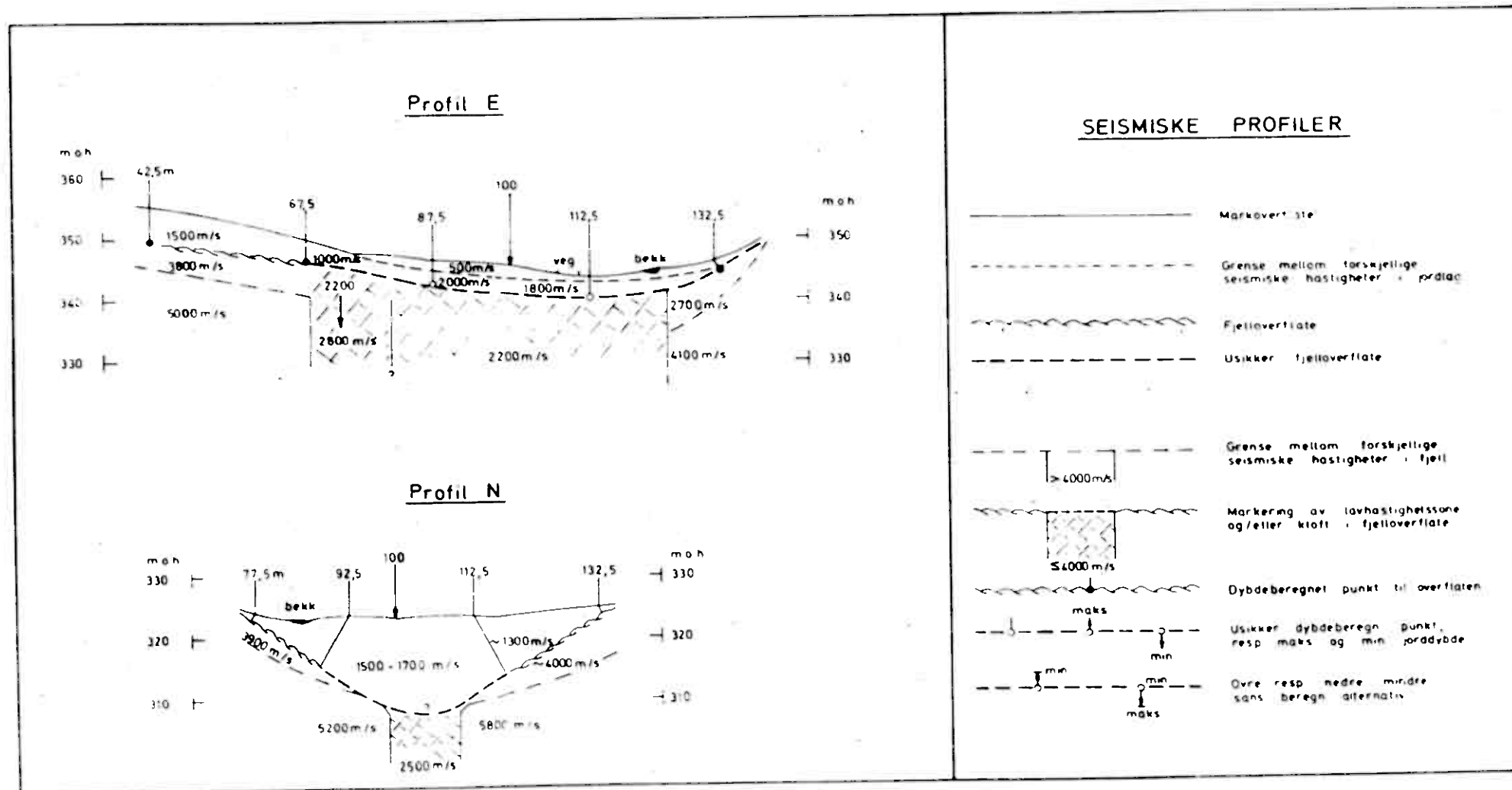
Prospektering etter flusspat v.h.a. vannprøver bør derfor kombineres med blokkleting (særlig med hensyn på breccie-blokker).

SEDIMENTENE

Sediment-prøvene ble analysert på totalt F-innhold og på cx F. Ved analysene på cx F ble gjort forsøk med løsningsvæskene: H_2O , TISAB/ H_2O og 10^{-2} N HCl. Resultatene er fremstilt i fig. 3 og fig. 4.

Analysene på totalt F-innhold gir en enorm anomali østover fra gruveområdet, med verdier på over 9% fluor. De høye verdier kan ikke tolkes som annet enn forurensing fra blokkmaterialet på berghallene. Forurensingen umuliggjør en diskusjon av metodens anvendelighet i evt. uberørte områder.

Ved analyser på cx F gir alle løsningsvæskene en viss anomali over gruveområdet. Ingen av væskene utmerker seg som spesielt godt egnet. Alle anomaliene viser en viss utholdenhet.



FIGUR 5.

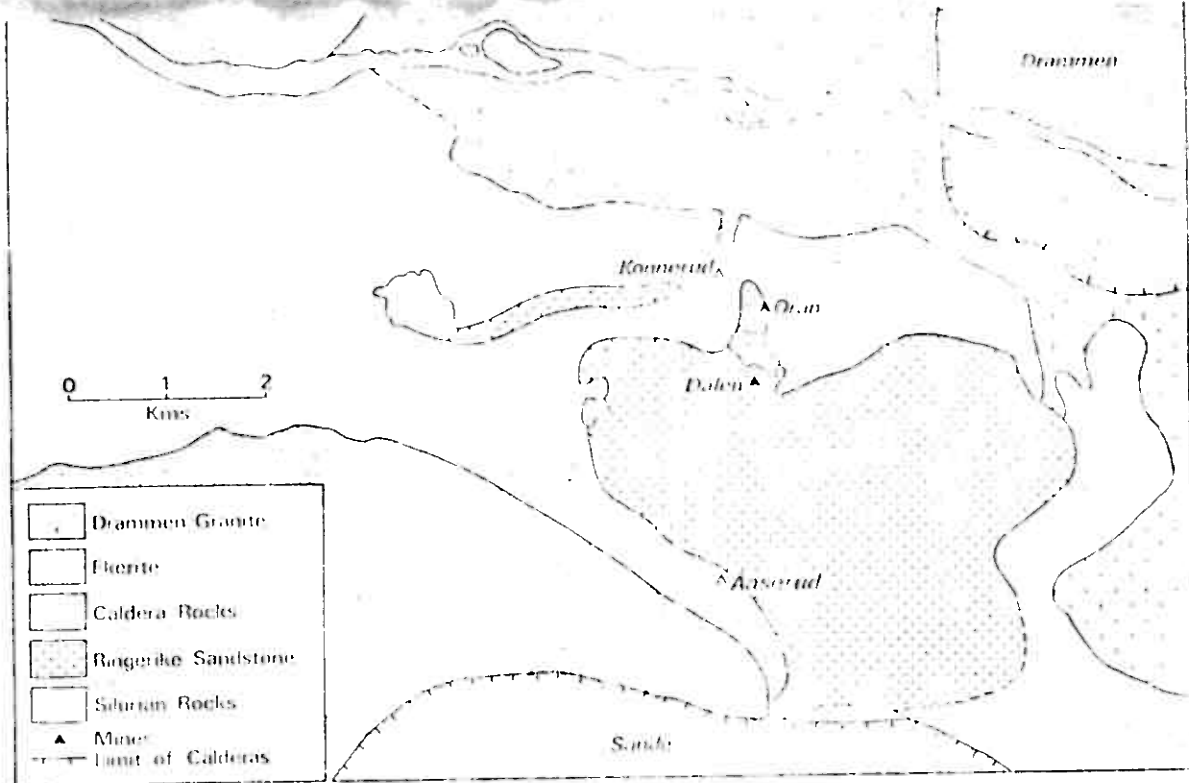


FIG.6. Åserudfeltet's plassering; forenklet av Ineson et al.(1975).

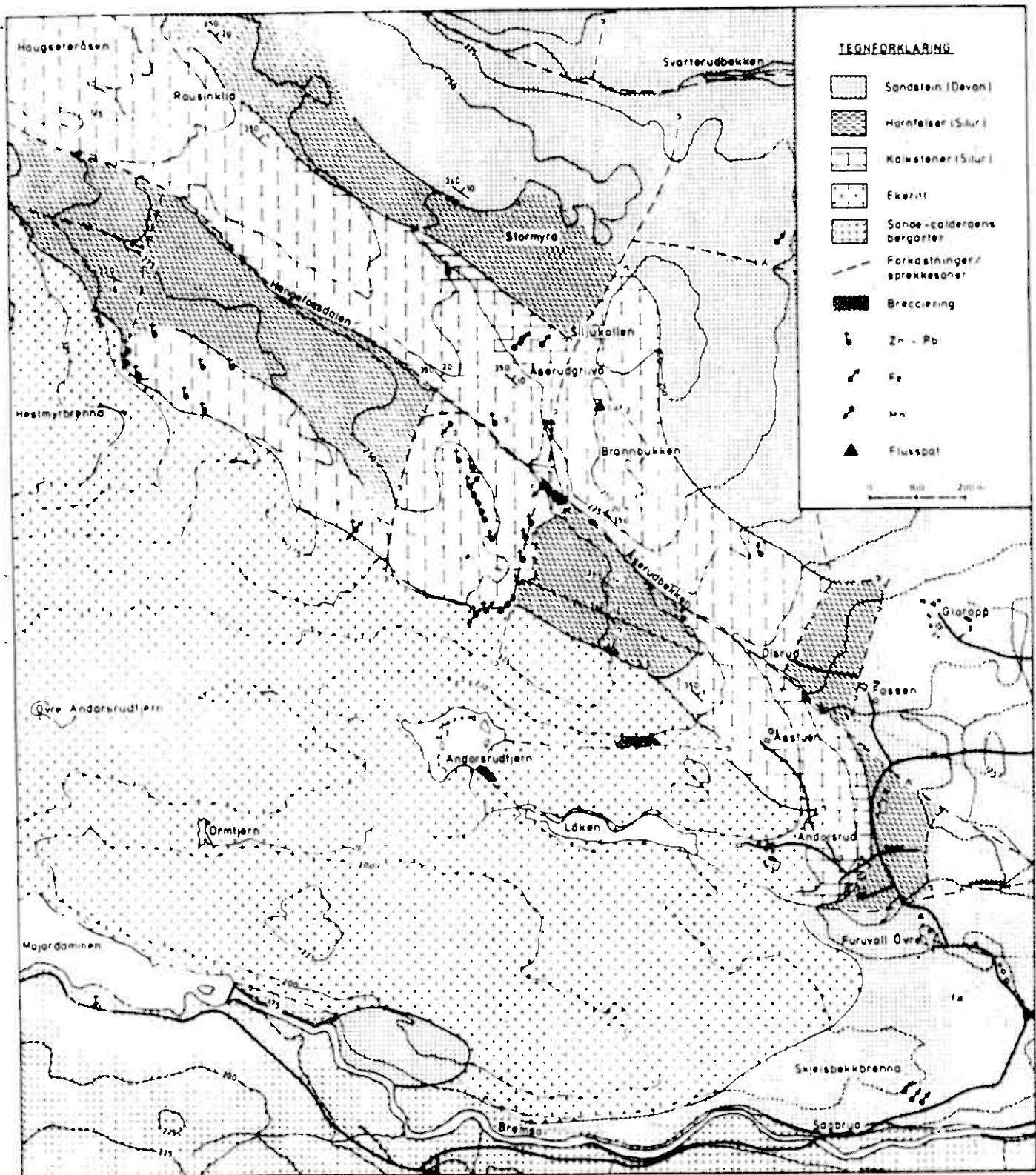
Analysemetoden gir imidlertid relativt store variasjoner fra prøve til prøve sammenliknet med analysene på bekkevann. Ingen av metodene ga bedre kontraster enn ved analyser på bekkevann. Tvert i mot gir metodene inntrykk av å være mindre pålitelige enn metoden med analyser på bekkevann. Eksempelvis gir metodene med analyser på cx F i sedimentene ingen lesbare anomalier vestover fra gruveområdet, et område hvor CaF_2 er påvist i breccien.

PRØVETAKING AV JORD OVER ANDORSRUD FLUSSPAT-MINERALISERING I SKOGER, BUSKERUD.

Lokaliteten ligger ca. 1 km NV for Andorsrud gård i Skoger. Den er en av flere kontaktmetasomatiske mineraliseringer av Fe, Pb, Zn, Cu og flusspat knyttet til skarndannelser. Mineraliseringene utgjør Åserud-feltet (etter Goldschmidt, 1911). Feltet ligger i siluriske avsetninger, etg. 8 & 9, mellom en sandsteinspakke, etg. 10, og et ekeritt-pluton. Se forøvrig fig. 6 og fig. 7. I fig. 7 er kalstein ekviv. med knollekalk, med hornfels menes kontaktmetamorfe leirskifre og/eller omvandlede (tildels pelittiske) kalkstener.

Flusspaten i Andorsrud er knyttet til skarnkropper langs en 100 - 150 m lang diabasgang (overdekning umuliggjør en mer nøyaktig angivelse). Gehalten er ujevn, varierende fra 50-60 % i deler av skarnkroppene til spredt disseminasjon i kalksten.

Forekomsten er sterkt overdekket og egner seg for prøvetaking av jord. Overdekningen maskerer imidlertid også utstrekningen av mineraliseringene, noe som vanskeliggjør tolkningen av analyse-resultatene.



PRØVETAKINGEN

Alle prøver ble tatt ved hjelp av en 'Hiller peat borer'. I tørre perioder var denne metoden svært ineffektiv i det lite materiale fulgte med opp. Det anbefales bruk av spade.

I første omgang ble 17 prøver tatt ut for analyser på totalt F-innhold. Parallelle prøver ble siktet -70 mesh i laboratorium og analysert på cx F i H_2O , TISAB/ H_2O og $10^{-2}N$ HCl.

Analysene på cx F i H_2O og TISAB/ H_2O ga svært lave verdier, tildels under 'detection limit'. Sett på bakgrunn av at prøvene er tatt i et område med relativt høye konsentrasjoner av flusspat, må analysemetodene forkastes som ubrukbare.

Analyser på innholdet av totalt fluor og på cx F i HCl ga anomalier med gode kontraster over kjente mineraliseringer. Ytterligere 32 parallelle prøver ble analysert ved hjelp av disse metoder.

Resultatene er fremstilt i tre 60 m lange profiler på tvers av mineraliseringen. Se profil 20N, 10S og 40S.

En merker seg at metoden med analyser på cx F i HCl gir de største kontraster, men at utslagene kommer først helt inne ved grensen til mineraliseringen.

Analysene på totalt F-innhold gir noe mindre kontraster men bredere anomalier.

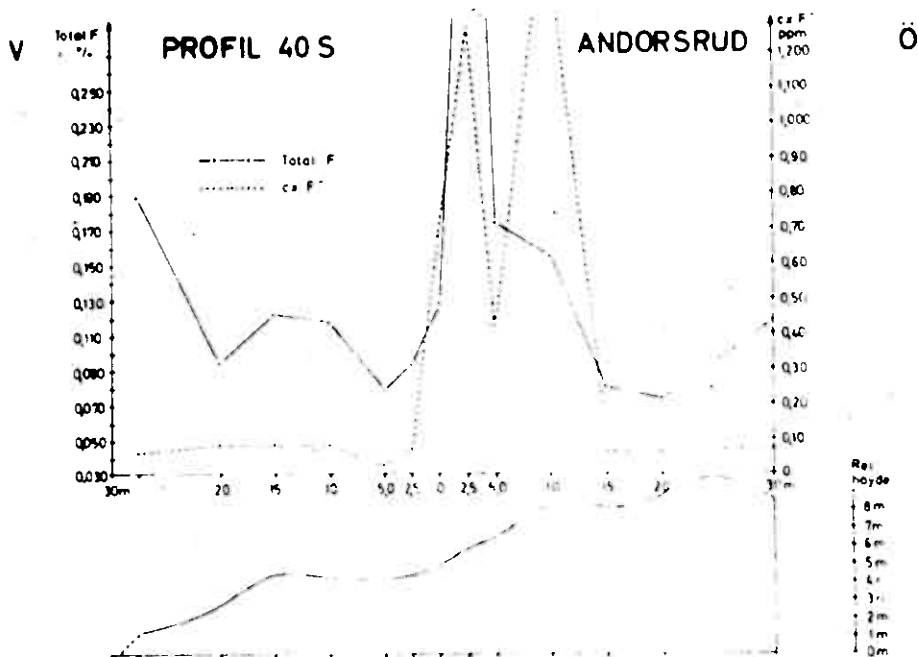
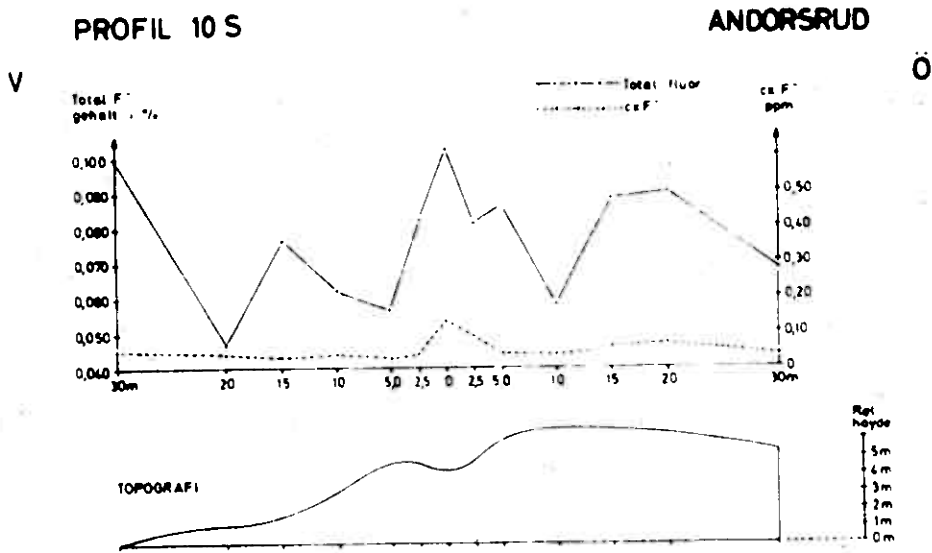
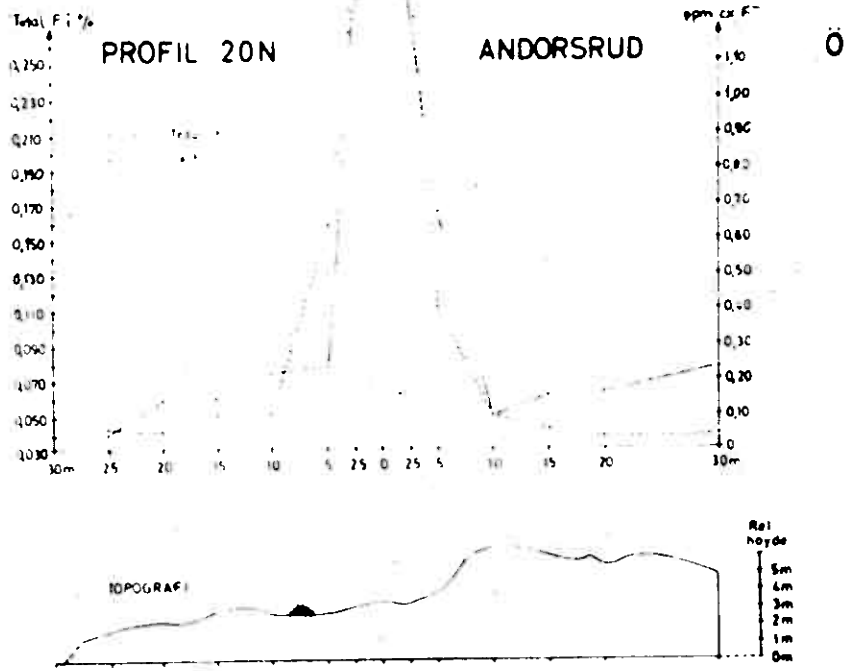
KONKLUSJONER

Prøvetaking av bekke-/elve- vann med påfølgende analyse på F-innholdet v.h.a. ione-selektive elektroder, synes å være en brukbar og billig metode ved regional prospektering etter flusspat. Påliteligheten økes ved kombinasjon med blokkleting, med vekt lagt på leting etter breccie-blokker i dreneringsvegene. Anvendeligheten av metoden er avhengig av overdekkets tykkelse.

Materialet fra forsøkene med jordprøver er meget lite, men antyder enkelte muligheter:

Prospektering etter flusspat i overdekkede, ikke drenerte, områder kan gjøres ved prøvetaking av jord med påfølgende analyse av totalt F-innhold.

Detaljert oppfølging av evt. anomalier kan muligens gjøres rel. billig ved tett prøvetaking med påfølgende analyser på cx F i HCl.



REFERENSER:

- Barth, T.F.W., 1960: 'Southeastern Norway. Kongsberg-Bamble area'.
In: Holtedahl, O.(ed.): 'The geology of Norway'
Norg.geol.unders., no.208, p.23-24.
- Bugge, A., 1936: 'Kongsberg-Bamble formasjonen'.
Norg.geol.unders., no.146, 117 p.
- , 1937: 'Flesberg og Eiker'.
Norg.geol.unders., no.143, 118p.
- Bugge, C., 1917: 'Kongsbergfeltets geologi'.
Norg.geol.unders., no.82, 272 p.
- Bugge, J.A.W., 1943: 'Geological and petrological investigations in the Kongsberg-Bamble formation'.
Norg.geol.unders., no.160, 150 p.
- Farrell, B.L., 1974: 'Fluorine, a direct indicator of fluorite mineralization in local and regional soil geochemical surveys'.
Journal of Geochemical Exploration, no.3, p. 227 - 244.
- Friedrich, G.H. and Plüger, W.L., 1971: 'Geochemical prospecting for Barite and Fluorite Deposits'.
Can. Inst. Min. Met., Special volume 11: Geochemical exploration.
- Gammon, J.B., 1966: 'Fahlbands in the Precambrian of southern Norway'.
Econ. Geol., vol.61, p.174 - 188.
- Goldschmidt, V.M., 1911: 'Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet'.
Vidensk.selskapets Skrifter, I: Mat.Nat.Kl. No.1.
- Ineson, P.R., Mitchell, J.G. and Vokes, F.M., 1975: 'K-Ar Dating for Epigenetic Mineral Deposits: An Investigation of the Permian Metallogenic Province of the Oslo Region, Southern Norway'.
Econ.Geol., vol.70, p. 1426 - 1436.
- Neumann, H., 1944: 'Silver deposits at Kongsberg'.
Norg.geol.unders., no. 162, 133 p.
- Plüger, W.L. and Friedrich, G.H., 1972: 'Determination of total and cold extractable fluoride in soils and stream sediments with an ion-selective electrode'.
Inst. Min. Met.: Geochemical Exploration.
- Schwartz, M.O. and Friedrich, G.H., 1973: 'Secondary dispersion patterns of Fluoride in the Osor Area, Province of Gerona, Spain'.
Journal of Geochemical Exploration, no.2.
- van Alstine, R., 1965: 'Geochemical prospecting in the Browns Canyon fluorspar district, Colorado'. U.S. Geol. Survey, Prof.paper 525 D.

DISKUSJON.

På spørsmål om vannføringens størrelse hadde innflytelse på anomalibilledet, ble det svart at prøver tatt ved stor vannføring gir anomalier i de samme områder som prøver tatt ved lav vannstand. Selv ved samme vannstand gir prøver tatt på samme sted variasjoner i F-gehalt. Det er således vanskelig å utlede hvilke virkninger forhøyet vannstand har i retning av å senke F-gehaltene i vann.

Olsen kunne ikke gi entydig svar på om prøvestedet hadde innflytelse på F-innholdet i prøvene, da prøvetakingen ble utført i et tidsrom da bekkene var nesten uttørret.