

Uran i kambrisk alunskifer i Oslofeltet og tilgrensende områder

AV

STEINAR SKJESETH

Med 6 tekstfigurer

Undersøkelser av den kambriske alunskifer innledet den omfattende uranprospektering som Norges geologiske undersøkelse påbegynte sommeren 1954 i samarbeide med Institutt for Atomenergi (I.F.A.). Undersøkelsene var en fortsettelse og supplering av tidligere undersøkelser utført av Forsvarets Forskningsinstitutt i nær kontakt med N.G.U. De tidligere undersøkelsene var særlig konsentrert i den søndre del av Oslofeltet. Sommerens arbeid gikk ut på å se om de resultater en var kommet til ved de tidligere undersøkelsene m.h.t. uraninnhold og uranets fordeling i alunskifererien gjelder for hele Oslofeltet. Videre skulle en skaffe rede på alunskifrenes geologi, utbredelse, mektighet og tilgjengelighet i de forskjellige områder av Oslofeltet.

Ved undersøkelsene sommeren 1954 deltok statsgeolog Skjeseth og statsgeolog Siggerud. Konservator G. Henningsmoen og professor Trygve Strand var med som medarbeidere i enkelte distrikter.

Tidligere undersøkelser.

De kambriske alunskifre var gjenstand for undersøkelser av Forsvarets Forskningsinstitutt i årene 1945—48. Disse undersøkelsene omfattet feltundersøkelse med diamantboringer og kjemiske analyser. En foreløpig meddelelse om disse undersøkelsene ble gitt av Ivan Th. Rosenqvist 1948 i Tidsskrift for kjemi, bergvesen og metallurgi (nr. 7, 116—119, 1948):

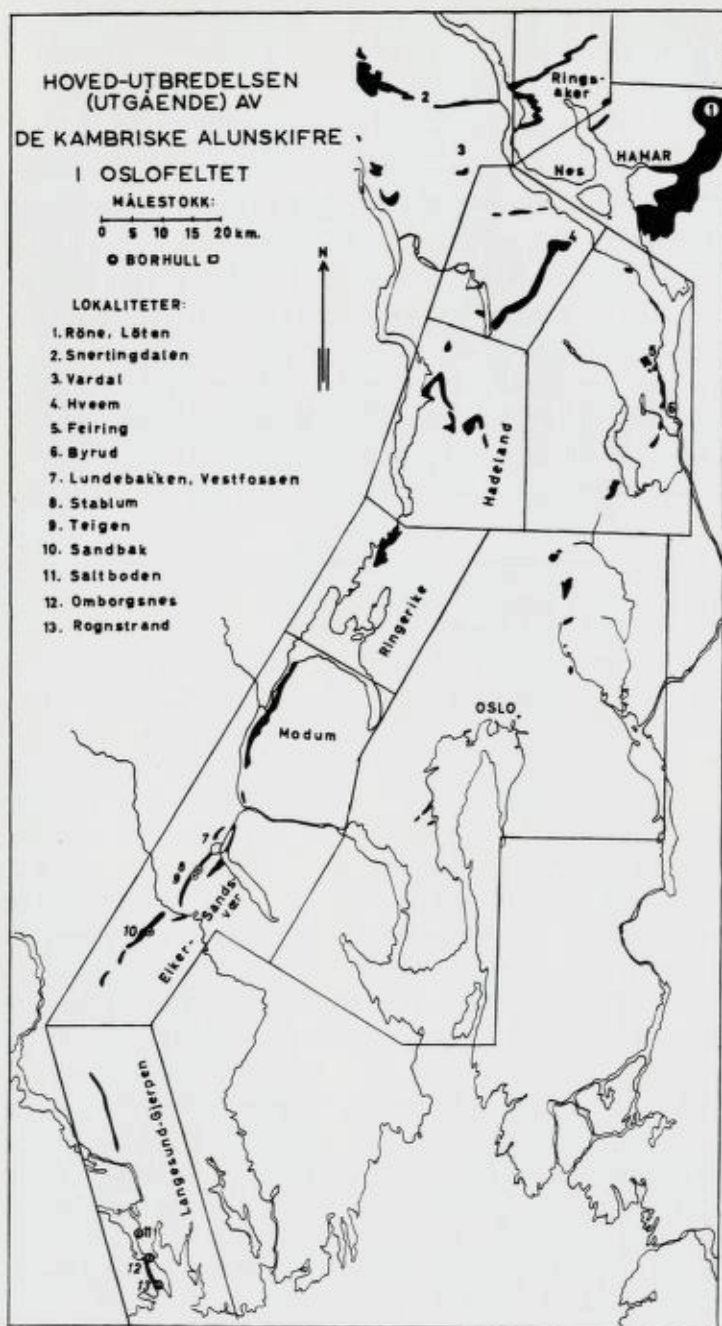


Fig. 1. Kambrisk alunskifer i Oslofeltet og tilgrensende områder.

The main distribution of the Cambrian Alum shales in the Oslo Region and adjacent districts.

«Forsvarets Forskningsinstitutt har foretatt 9 diamantboringer gjennom sedimentene i Oslofeltet og utført flere hundre analyser på sedimentene. Analysene viste at uraninnholdet i alunskifrene er sterkt varierende fra ca. 10 g/tonn til maksimalt 170 g/tonn.

Som resultat av disse undersøkelsene kan en si at uraninnholdet synes å bli høyest i etasjene 2 a til etasje 3 b i Oslofeltet.

Imidlertid fant en at uraninnholdet også var sterkt vekslende innen dette intervall. En fant prøver med 150 g/tonn bare en halv meter over eller under prøver med 50 g/tonn. Videre viste prøver i så godt som samme horisont tilsvarende uraninnhold på forskjellige steder. I en borkjerne fantes utpreget maksima i etasjene 2c, 2b og aller øverst i 2c. I en annen borkjerne fantes maksima i midlere del av etasje 2d, og i en etasje maksimum i 2c.»

Borprofil og analyseresultat ble velvillig stilt til disposisjon for N.G.U. før sommerens undersøkelser.

Alunskiferens utbredelse og stratigrafi.

Alunskiferen er en formasjon i den kambro-siluriske lagrekken i Norge. Den finnes særlig utbredt i det såkalte Oslo-feltet, en landstripe som strekker seg fra Langesundfj.—Oslofjorden i syd til Mjøsa i nord (fig. 1).

I syd ligger alunskiferen relativt flatt, på sin primære plass i lagrekken, mens lagene i nord er foldet og skjøvet i løpet av den kaledonske fjellkjedefoldning. På de fleste stedene er de kambriske skifre dekket av overliggende ordoviciske og siluriske bergarter.

Fra Langesund til Modum er bare alunskiferens utgående mot grunnfjellet i vest tilgjengelig for feltundersøkelser. Lengre mot nord, på Hadeland og særlig Østre Toten og bygdene Stange, Romedal og Løten finnes alunskifer i dagen over store områder. Her er overliggende lag erodert (skavet bort) av isen inder istida. På Ringsaker og i Vardal — Snertingdal — Torpa er lagrekken sterkt forstyrret. Alunskifer finnes tektonisk anrikt enkelte steder.

Alunskiferens plass i den kambro-siluriske lagrekken er vist på fig. 2 (venstre). Detaljinndelingen er foretatt på grunnlag av fossiler som finnes i skiferen, særlig i kalklag og -linsler.

I nærheten av de permiske eruptivbergartene er alunskiferen om-dannet til hornfels.

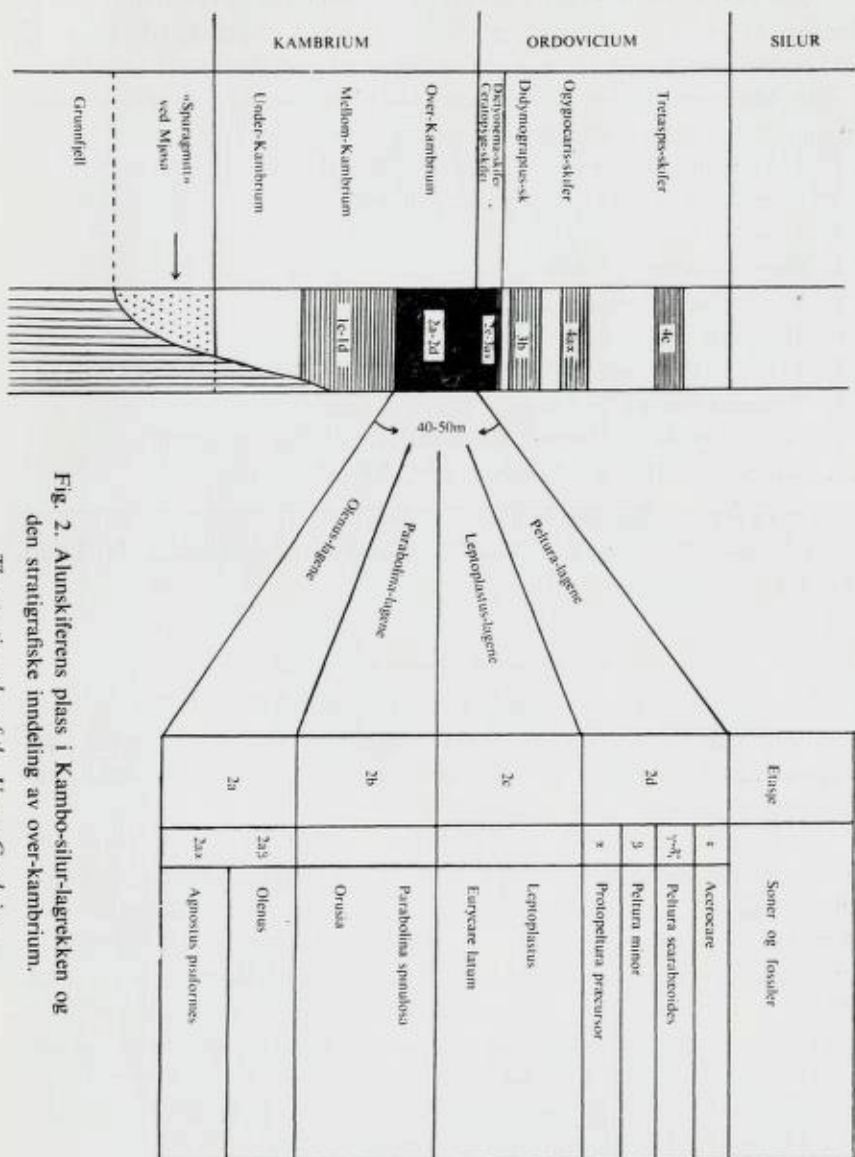


Fig. 2. Alunskiferens plass i Kambo-silur-lagrekken og den stratigrafiske inndeling av over-kambrium.

The stratigraphy of the Upper Cambrian.

Inndeling av Oslofeltet.

Ved beskrivelsen følges stort sett den inndeling av Oslofeltet som er innført av prof. dr. L. Størmer (Norsk Geol. Tidsskrift, bd. 31, s. 53, 1953), og som ligger til grunn for de stratigrafiske samlinger i Geologisk Museum, Tøyen. Ellers henvises til rektangel- og gradteigskart innenfor de enkelte områdene (i parentes nedenfor):

1. Langesund — Gjerpen (Kragerø, Skien).
2. Sandsvær — Eiker (Kongsberg, Eiker).
3. Modum (Tyristrand).
4. Oslo — Asker (Oslo).
5. Ringerike (Jevnaker).
6. Hadeland (Gran).
7. Feiring (Eidsvoll, Hamar).
8. Toten (Gjøvik).
9. Nes — Hamar (Hamar, Elverum).
10. Ringsaker (Hamar, Lillehammer, Åmot).

Områder utenfor det egentlige Oslofeltet:

Vardal — Snertingdal — Dokka (Gjøvik, Lillehammer, N. Land, Aurdal, Etnedal, Synnfjell).

Undersøkelsene sommeren 1954.

N.G.U.'s Land-Rover med montert Geiger-Müller-teller ble brukt ved undersøkelsene. Denne teller registrerer radioaktiviteten mens bilen er i fart. Samtidig tegnes automatisk på grafisk papir med angivelse av radioaktivitetens intensitet.

Ved vurdering av utslagets størrelse (registrert radioaktivitet) må en til enhver tid ta hensyn til de lokale geologiske forhold, overdekking (tykkelse og karakter), avstand til fjell, «strålingsvinkel» (bestemt ved skjæring, enkelt eller dobbelt skjæring m. v.). Til detaljerte undersøkelser og ved prøvetaking ble det brukt håndapparat (Geiger Müller-tellere og Scintillasjons-tellere). De innledende undersøkelsene ble foretatt i området Sandsvær — Eiker, da dette området var forholdsvis godt kjent fra de tidligere undersøkelsene. En kunne her få erfaring med hensyn til anvendbarhet av den nyanskaffede apparatur ved å sammenlikne med tidligere resultat.

Senere ble den kambriske alunskifer krysset med bilen over alt der skiferen var tilgjengelig i Oslofeltet og tilgrensende områder, og prøver ble tatt for laboratorieundersøkelser.

Kjøreturen er tegnet inn på rektangel- og gradteigskart. Disse, dagbøker og registreringskurver for radioaktivitet oppbevares i N.G.U.'s uranarkiv.

De enkelte områdene.

1. Langesund — Gjerpen.

I dette området finnes utgående av alunskiferen i en smal stripe fra Rognstrand i syd til Gjerpen i nord. Lagene faller mot øst og er ikke forstyrret av foldebevegelser. I nord er skiferen kontaktomdannet av permiske dyperuptiver.

En rekke eruptive ganger (sills) av permisk alder ligger som lag i alunskiferen. Alunskiferen har liten mektighet. Deler av lagrekken mangler primært.

2. Sandsvær — Eiker.

Alunskiferen finnes her som en smal stripe fra Skrim i syd over Sandsvær — Krekling til Fiskumvann. Her deler alunskiferen seg i to striper. En søndre går over Sunnhøgda — Vestfossen og en nordre over Lundebakken fram til Hokksund. Denne gjentakelse av lagrekken er framkommet ved forkastninger. Det er alunskiferens utgående mot og over grunnfjellet som er blottet. Som regel ligger skiferen normalt på grunnfjellsoverflaten (subkambriske peneplan), men enkelte steder opptrer forkastninger langs grensen. Mot Ø og SØ faller alunskiferen under yngre lag. I samme retning er lagene begrenset av dyperuptiver.

Lagene ligger forholdsvis flatt. Mellomkambrium viser liten tegn til foldning og skyving, mens overkambrium har vært utsatt for sterke skyvebevegelser med utvikling av tallrike glidespeil og breksierte lag.

Det er tidligere utført flere boringer gjennom lagserien her. Boringene går fra Orthocerkalken (3c) ned til grunnfjellet. Plasingen av borehullene ved Sandbakk, Sandsvær og gårdene Teigen og Stablum ved Krekling er vist på plansje 1. Forholdene ligger her særlig godt til rette for undersøkelser med bil. Hovedvegen går nede på grunnfjellsflaten. De kambriske skifre danner fjellgrunnen i jordene ovenfor hovedvegen, mens bebyggelsen (gardene) ligger på Orthocerkalk (3c). Gardsvegene fra hovedvegen til de forskjellige gardene gir slik gode snitt gjennom skiferserien. Fig. 3 viser geologien og registreringskurve for radioaktiviteten fra hovedvegen tur-retur til gardene Teigen og Vegu ved Krekling. Tydelige maksima finnes i sonene 2c — 2d.

I tillegg til tidligere boringer har A/S Norsk Ytong utført 10 boringer gjennom alunskiferen innenfor et begrenset område ved Lundebacken, Vestfossen. Borkjernene ble velvilligst stilt til disposisjon for undersøkelsene.

Det ble foretatt orienterende målinger av total radioaktivitet direkte på kjernen med Scintillasjons-teller. Målingene viser tydelig maksimal radioaktivitet i sonene 2c — 2d. Mektigheten av disse sonene er 10—15 m. På fig. 6 er vist utsnitt av borkjerne med fordeling av skifer, kalklinser og kalklag.

3. *Modum.*

Her er forholdene svært like de en har i Sandsvær — Eiker. Alunskiferen finnes som en smal stripe fra Hokksund i syd langs Drammenselva opp langs østsida av Tyrifjorden. Lagerien viser tydelig foldning og er tildels sterkt overdekket. Sonene 2c — 2d ga overalt de største utslagene.

4. *Oslo — Aker.*

Innenfor dette område er det små tilgjengelige felt med alunskifer, f. eks. Gamlebyen, Tøyen, Oslo sentrum. I området Nærnes — Slemmestad er det gode snitt gjennom skiferen ved gardene Nærnes og langs vegen Slemmestad—Foss, Åsgård. Den kontakt-omdannede skifer (2d) ga relativt store utslag.

5. *Ringerike.*

Alunskiferen er utbredt fra Hønefoss mot Jevnaker. Formasjonen er imidlertid sterkt overdekket av morene og de mektige grus-sandavsetningene syd for Randsfjorden. Ved Viul st. er skiferen godt blottet og viser maksimal radioaktivitet i sone 2d.

6. *Hadeland.*

Alunskiferen har her sin hovedutbredelse fra Røykenvik til Bleiken og på begge sider av Jarenvannet. Skiferen er sterkt overdekket og forstyrret ved folding. På vestsida av Jarenvannet former Orthoceralken et stort antiklinorium med aksefall mot Randsfjorden i vest. Nær utgående av kalken er skiferen relativt godt blottet.

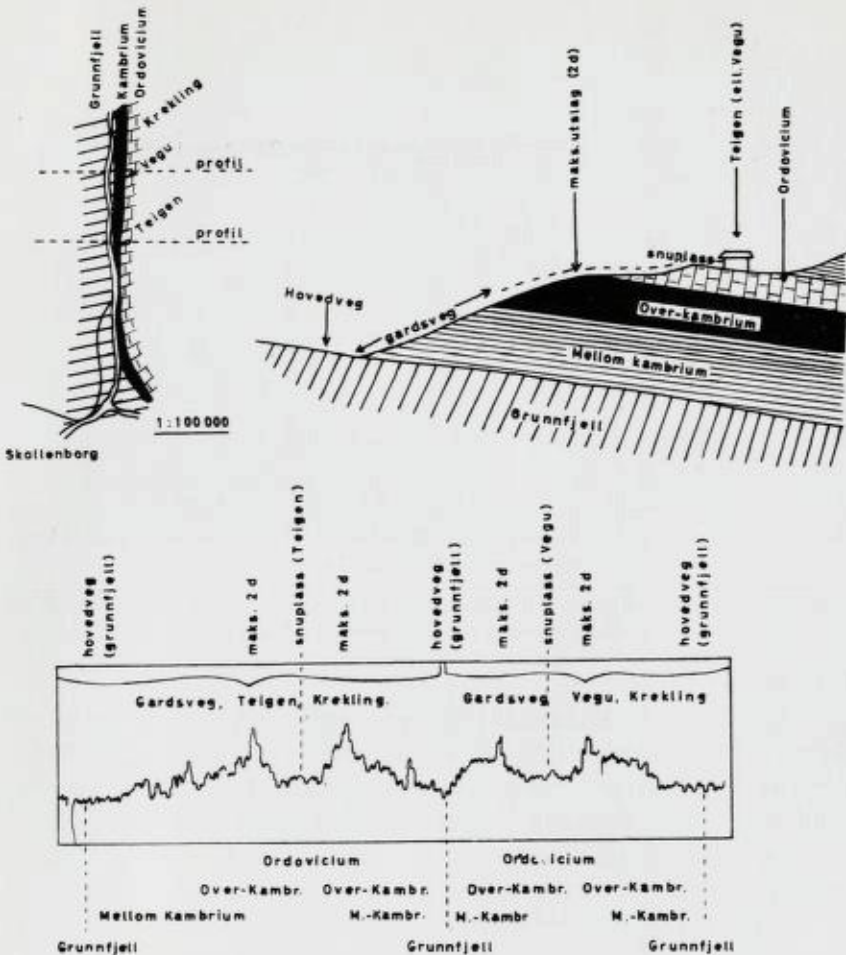


Fig. 3. Geologisk kartskisse (øverst til venstre), geologisk profil (til høyre) og registrert radioaktivitet fra hovedveg til gardene Teigen og Vegu, Krekling. (Tur-retur.)

Geological sketch map, profile and registered radioactivity along the roads from the main road to the farms Teigen and Vegu, Krekling.

7. Toten.

Fra Raufoss til Mjøsa er alunskiferen presset opp i et antiklinorium og finnes som en Ø—V-gående stripe. Den største utbredelse har skiferen fra sydenden av Einavann over Kolbu og Lena — Skreia. I det siste området består fjellgrunnen nesten bare av alunskifer. Sone 2d finnes i dagen bl. a. på jordene nedenfor Hveem forsøksgård ved Billitt.

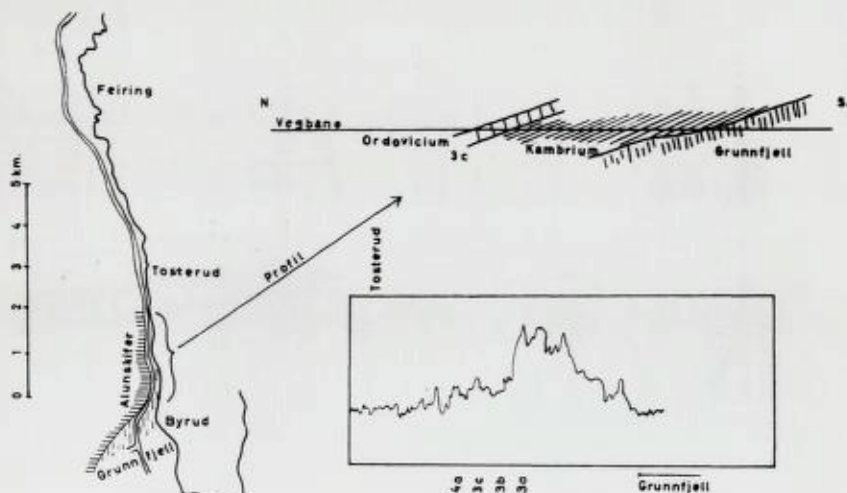


Fig. 4. Kartskisse, profil og registrert radioaktivitet fra Ordovicium til grunnfjell langs vegen Feiring-Byrud ved Mjøsa.

Sketch map, profile and registered radioactivity from the Ordovician to the Precambrian along the road Feiring—Byrud at Mjøsa.

8. Feiring.

Vegen Skreia—Minnesund skjærer to steder gjennom de kambriske skifre, nord og syd for Feiring. Vegskjæringene er høye og ga derfor store utslag. Skiferen er sterkt kontaktomdannet. Nord for Feiring, ved fylkesgrensen Oppland — Akershus er skiferen sterkt foldet. I syd derimot ligger lagene nokså flatt ved grunnfjellet. Kontakten mellom grunnfjell (Prekambrium) og kambrium er blottet i vegskjæring ved Byrud. De geologiske forhold og utslagene langs vegskjæringen er vist på fig. 4.

9. Nes — Hamar.

I bygdene Nes, Furnes og Vang er det mindre felter med alunskifer. I Stange, Romedal og Løten har en de største sammenhengende alunskiferområdene i Oslofeltet. Skiferen betinger her et svart jordsmonn (svartjord). På de fleste steder er Peltura-sonen (2d) erodert. Den finnes bevart i øst-vest-gående rygger. Dette henger sammen med foldningene idet synkinalene ofte har motstått erosjonen. I områdene fra Løten kirke, langs Fura til Røne, finner en de overkambriske lagene. Ved Røne er skiferen tatt ut i et «grustak». Inne i skifer-bruddet ga Geiger-telleren store utslag p. g. a. den store strålingsvinkelen. Kart-

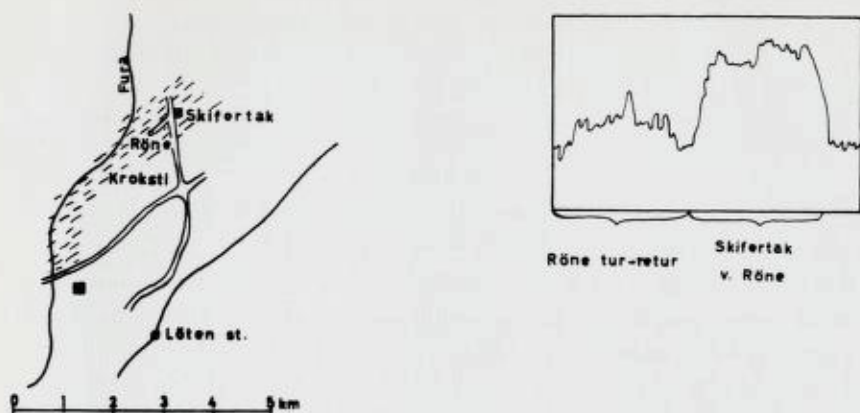


Fig. 5. Kartskisse og registrert radioaktivitet fra overkambrisk skifer langs gardsvegen til Røne, Løten (tur-retur) og fra samme lag i skifertak med høye skjæringer.

Sketch map and registered radioactivity from Upper Cambrian shales along road without cuts (to the left) and from the same layers in "gravel" (shale) pit with high cuts.

skissen fig. 5, viser beliggenheten av dette området og utslagene i skiferbruddet og langs vegen fram til garden Røne, der de samme lagene stikker helt i dagen. Eksemplet viser tydelig at en må ta hensyn til strålingsvinkel ved tolking av utslagene.

10. Ringsaker.

Alunskiferen finnes særlig i toppen av det store antiklinoritet som er formet av kvartsittene i søndre Ringsaker. På de fleste stedene er alunskiferen tynnet ut ved skyvebevegelsene i «kaledonisk-tid».

Områder utenfor det egentlige Oslofelt.

Vardal, Snertingdal, Dokka, Torpa, Aurdal.

I disse områdene er forholdene som på Ringsaker. Alunskiferlagene har vært utsatt for en kraftig tektonisering.

Fig. 6. Utsnitt av borkjerne som viser fordeling av alunskifer og kalkstein ved Lundebakken, Vestfossen. Til høyre uran-innhold i gram/tonn. Kalken viser liten radioaktivitet.

Drilling core, showing alum shale and limestone in the Upper Cambrian, at Lundebakken, Vestfossen. To the right content of Uranium in gram/ton. The limestone shows little radioactivity.



Mektigheten av alunskifer med maksimal radioaktivitet d.v.s. sonene 2c — 2d, er derfor sterkt vekslende. Den sterkt kullholdige skifer («kullskifer») ved Bjørge i Vardal ga små utslag.

Sammendrag.

Undersøkelsene av alunskiferen i Oslofeltet sommeren 1954 har vist at de største mengder uran finnes i sonene 2c — 2d. Dette gjelder for hele Oslofeltet og tilgrensende områder. Gjennomsnittsinhold av uran i disse sonene er iflg. laboratorieundersøkelser som er utført tidligere og i forbindelse med feltarbeidet 1954, 50—100 g/tonn. Enkelte tynne lag (10—15 cm) har opptil 170 g uran pr. tonn. Mektigheten av sonene 2c — 2d varierer primært og særlig i nord også sekundært p. g. a. tektonisering. Lagene med maksimalt uraninnhold > 50 g/tonn er 5—15 m mektige. I disse lag finnes kalkstein som linser og lag, som ikke inneholder uran av betydning. Enkelte steder f. eks. ved Teigen, Krekling, utgjør kalksteinen ca. 50 % av lagserien (se fig. 6). Dette er sikkert årsaken til de store variasjoner i analyseresultatene fra Forsvarets Forskningsinstitutt.

De kullholdige skifre ellers i kambro-silur-lagrekken ble også undersøkt, men det viste overalt liten radioaktivitet i forhold til den kambriske alunskiferen.

Måling av radioaktiviteten synes etter dette å kunne være til god indirekte støtte ved relativ aldersbestemmelse av omdannede skifre uten fossiler. Uraninnholdet av enkelte grafittskifre i fjellkjeden kan tyde på at de er av overkambrisk alder f. eks. Rendalsvik i Nordland.

Summary

Uranium in Cambrian Alum shales in the Oslo Region and adjacent districts.

Investigations of the black Alum shales in the Oslo Region initiated the systematical prospecting for uranium in Norway.

The Alum shales is a black shale formation in the Cambrian system in southern Norway. The outcrops of Alum shales in different districts within the Oslo Region are shown on the map (fig. 1) and the stratigraphy of the formation in fig. 2.

In the south, the Cambrian shales lie flat on the Precambrian. Towards north it is an increasing folding and faulting.

Field investigations were carried out by Land-Rover with mounted Geiger-Müller counter. For detailed investigations and sampling Geiger-Müller and Scintillation counters were used.

Fig. 3—4 show the geology and registered radioactivity in two different areas in the Oslo Region.

The Upper Cambrian zones 2c — 2d have the highest radioactivity in the whole Oslo Region. The content of uranium in these zones is 50—100 g/ton with maximum 170 g/ton in thin layers.