

Måling av den radioaktive stråling fra bergarter i Norge.

Av

THOR SIGGERUD

Resyme.

Kontinuerlig registrering av variasjonen i den radioaktive strålingen i Norge er et av resultatene av uranprospekteringen her i landet. Bare den hårde gammastråling er blitt målt og denne er tatt som representativ for totalstrålingen. 10 lokaliteter er brukt som typiske eksempler og viser at den radioaktive stråling fra bergarter (ikke malmer) varierer i forhold 1:67 i små områder, og at selv i store områder har man variasjoner på 1:8. En av erfaringene fra undersøkelsene er at det er nesten umulig å få gjennomsnittstall for radioaktiviteten eller gehalten av naturlig forekommende radioaktive isotoper i heterogene geologiske områder ved punktmessig oppstilling av tellere, eller ved tilfeldig innsamling av prøver til radiometriske analyser i laboratorier. Konklusjonen er også at den norske befolkning utsettes for svært varierende doser av naturlig radioaktiv stråling.

Uranavdelingen ved Norges geologiske undersøkelse har siden 1954 foretatt målinger av den radioaktive stråling i nesten alle deler av Norge. Hensikten med målingene har vært å finne positive anomalier i radioaktivitetens intensitet for om mulig å komme på sporet av økonomisk viktige forekomster av radioaktive elementer (uran og thorium).

Et resultat av disse målingene er et meget stort materiale som viser hvordan den naturlige stråling, «bakgrunns-strålingen», er i de undersøkte områder. Norges geologiske undersøkelse har således store mengder data som kan ha interesse når man bl. a. skal vurdere betydningen av gamma-strålingen fra radioaktivt nedfall (atom- og vannstoffbomber) for jorden som helhet.

På oppfordring legges her frem en foreløpig rapport vedrørende noen resultater av disse målingene.

Radioaktivitetsmålingene som er gjort av Norges geologiske undersøkelse omfatter bare den hårde gammastrålingens intensitet,

målt og registrert i bil under fart. I alt er den radioaktive strålingen målt langs en distanse på minst 20 000 km. (I noen områder er det også utført målinger med håndinstrumenter.) Til dette har vært brukt en terrenggående jeep som er innredet av Atomic Energy Authority ved Harwell-laboratoriene i England. Instrumentutstyret består av seks meget store Geiger-Müller-rør med tilhørende teller og skriver, og måleresultatene registreres kontinuerlig sammen med den distanse som er kjørt (Aere 1954, Siggerud 1958).

En forutsetning for å godta målingene som representative for «bakgrunns-strålingen» er at det eksisterer et tilnærmet konstant forhold mellom den hårde gammastrålingen som måles og den totale radioaktive strålingen som også omfatter bløtere gammastråler, beta og alfa partikler.

Det strålingsfelt som måles i naturen skyldes noen få naturlig forekommende isotoper og energispektret er stort sett temmelig ensartet fra et sted til et annet, idet det bare er det totale energinivået som forandres. Hva angår de naturlig forekommende radioaktive isotopene kan man altså regne med at det fra ett sted til et annet er en tilnærmet proporsjonalitet mellom totalstrålingen og den hårde gammastråling, slik at denne kan regnes som representativ.

Man skulle vente at problemet med likevekt mellom de forskjellige av f. eks. uranets datterprodukter ville være avgjørende for målingene, men stort sett viser det seg å være primære uranminerale som er strålingskilden. Dette henger selvfølgelig sammen med at oksydasjons-sonen er meget svakt utviklet i Norge; de lett forvitrende sekundære uranminerale er erodert vekk under den siste nedisingen.

I enkelte mindre områder hvor man har større konsentrasjoner av thorium enn normalt i jordskorpen vil total-strålingen være noe avvikende fra det som vanligvis antas å representeres av den målte hårde gammastrålingen. Instrumentene gir dessverre ikke mulighet til å bestemme de forskjellige energinivåer, slik at forholdet mellom uran, thorium og kalium kan måles.

Det man måler er summen av kosmisk stråling, bilens og passasjerens egenstråling, og strålingen fra bergarter og jordarter.

Den kosmiske strålingen pluss bilens egenstråling måles best på islagte vann, store broer eller ferger. (I de to siste tilfellene kommer annen stråling i tillegg, men gjennomgående er denne svært liten.) På det målebordet som bilens instrument er utstyrt med ligger utslagene mellom 7 og 9, gjennomsnittlig ca. 8 ved havoverflaten. Den

kosmiske strålingen stiger med høyden over havet. Ved de utførte målinger må det derfor innføres en forenklet korreksjon, d.v.s. det forutsettes at den kosmiske stråling fordobles i 1500 m h.o.h. som svarer til et utslag på bilens instrument på 13.

Tallene på instrumentskalaen representerer ikke noen vedtatt enhet, og skalaen er ikke lineær.

Et utslag på 10	representerer et resultat av ca.	1 900	tellinger pr. minnutt
— 15	—>—	> 3 700	—>—
— 20	—>—	> 6 400	—>—
— 25	—>—	> 10 000	—>—
— 30	—>—	> 15 000	—>—

Man får et mål for bilens egenstråling i lange tunneler hvor den radioaktive strålingen er lik strålingen fra de omgivende bergartene pluss bilen. Ute kommer så den kosmiske stråling i tillegg. (En forutsetning er selvsagt at det er de samme bergartene.) Tar man hensyn til geometrien i de to tilfeller viser beregningen at bilens egenstråling ligger på ca. 1 delstrek.

Som nevnt skyldes den radioaktive stråling i jordsmonn og berggrunn for alt vesentlig tilstedeværende datterprodukter av uran og thorium og den radioaktive kaliumisotop (K^{40}). De andre naturlig forekommende radioaktive isotopene opptrer i så små konsentrasjoner i jordskorpen at de i praksis kan settes ut av betraktning.

Helt lokale variasjoner (fra meter til meter) i radioaktiviteten kan være store. Dette kan skyldes at bergartene er varierende, men kan også være et resultat av løsmassenes skjærmende effekt overfor radioaktiviteten fra underliggende bergarter (Siggerud 1958).

Fordi forholdet mellom fjell og jord stadig skifter, og fordi de geometriske forhold mellom G.M.-rørene og terrenget er svært skiftende, vil måleresultatene variere. Målinger foretatt fra en bil i fart gir derfor et bedre gjennomsnittsbilde av den radioaktive strålingen innen et område enn måling bare på ett eller noen bestemte punkter i området. Det er usikkert om man får noe representativt resultat ved en punktmåling fordi man er helt avhengig av de tilfeldige forhold på stedet hvor telleren eller ionisasjonskammeret plasseres.

Nedenfor er gitt noen eksempler på totalstrålingen i 10 forskjellige mindre områder i Norge. Det første tallet er utslaget slik det registreres på skalaen. Det siste tallet er beregnet tellinger pr. minutt.

Bortsett fra de to siste lokalitetene representerer målingene typiske verdier for bergartene på steder hvor overdekningen er liten.

Lokalitet 1	Oslo I	12—14	2700—3700
— 2	Oslo II	25	10000
— 3	Næsnes	25	10000
— 4	Fredrikstad	12—13	2700—3000
— 5	Brevik	10—12	1900—2700
— 6	Grimstad	18	5000
— 7	Egersund	10—12	1900—2700
— 8	Løten	30	15000
— 9	Røros	10	1900
— 10	Kautokeino	9	1700

Tallene viser den totale stråling slik bilens instrumenter registrerer den.

Trekker man fra 8 delstreker på skalaen, eller 1500 tellinger pr. min. (kosmisk stråling og bilens egenstråling) får man følgende verdier for bergartenes egenstråling:

Lokalitet 1	Oslo I	4—7	1200—2200
— 2	Oslo II	17	8500
— 3	Næsnes	17	8500
— 4	Fredrikstad	4—5	1200—1500
— 5	Brevik	2—4	400—1200
— 6	Grimstad	10	3500
— 7	Egersund	2—4	400—1200
— 8	Løten	22	13500
— 9	Røros	2	400
— 10	Kautokeino	1	200

Strålingen fra undergrunnen varierer altså fra 1 til 22 i relativ intensitet; dette tallet blir ennå større når man tar i betraktning at skalaen ikke er lineær, noe som antall tellinger pr. minutt viser i det de varierer fra 200 til 13500.

Ikke i noe område er radioaktiviteten så høy at den kan ha skadelig innflytelse på de personer som bor der. De høyeste utslagene er dessuten fra forholdsvis små lokaliteter.

Libby (1955) angir at den kosmiske stråling ved havflaten er

ca. halvparten av den stråling som befolkningen i et typisk homogent, flattliggende sedimentærområde blir utsatt for fra bergartene (0,8 R pr. år fra bergartene). Vi vet ikke nøyaktig hva utslaget på bilens instrumenter ville bli på de store amerikanske sletter, men utslaget i kalksteiner, sandsteiner og leirskifre ligger på ca. 10 til 12, og representerer således gjennomsnittlig et tillegg til den kosmiske strålings-telleintensiteten på fra 400 til 1200 tellinger pr. minutt. Regner man med et middel på ca. 750 tellinger pr. min. fra bergartene og en kosmisk stråling på ca. 1500 tellinger pr. min., får man en faktor på 4 for å finne bergartenes del av den totale stråling som mennesket utsettes for. Dette under forutsetning av måleresultatene fra bilens instrumenter legges til grunn for beregningene. Hvor meget av den kosmiske stråling som registreres er ukjent, men effekten er her forholdsvis stor, ikke minst fordi det blir brukt Geiger-Müller-rør i telleren.

Tallene fra Fredrikstad, Grimstad, Egersund, Røros og Kautokeino er representative for så store områder at man må regne med at deler av befolkningen er forholdsvis stasjonær innen hvert område.

I et granittområde (lok. Grimstad) vil befolkningen etter dette få ca. 4 ganger så stor radioaktiv dose pr. år fra bergartene som befolkningen i Midt-Vesten i USA.

I Rørostraktene og ved Kautokeino derimot vil befolkningen bare være utsatt for halvparten av den radioaktive stråling sammenliknet med de amerikanske tallene. I Egersundområdet (anortositter) er forholdet noe mer varierende, men som et middel kan aktiviteten sier å være av samme størrelse som den amerikanske. Forholdet mellom de laveste og høyeste radioaktive felter som er målt i Norge innen litt større områder er som 1:8 for strålingen fra bergarter.

Resultatet av målingene av den naturlige bakgrunnsstrålingen fra bergarter på små lokaliteter (men ikke enkeltpunkter) har så store variasjoner som fra 1 til 67 i telleintensiteten, og viser at alle slike tall må tas med den aller største forsiktighet. Tallene betyr lite før man får en uttømmende forklaring på hva som er målt og hvordan målingene er utført. Resultatene viser også at mer eller mindre tilfeldige prøver av bergartene fra et større område analysert radiometrisk i et laboratorium, ikke gir noen representative tall angående den naturlige radioaktive strålingen som befolkningen i vedkommende område blir utsatt for.

Undersøkelsene viser også hvor vanskelig det kan være å finne midlere gehalter av naturlige radioaktive isotoper innen et område

med en komplisert geologisk oppbygning, ikke minst gneiskomplekser.

Å finne et gjennomsnitt for den naturlige bakgrunnsstråling som befolkningen innen et område er utsatt for, er et meget stort arbeid, og kan utelukkende baseres på målinger av den art NGU har gjort, utført som kontinuerlig registrering av radioaktiviteten langs linjer gjennom området. Likevel, om man ser bort fra de høyeste toppene på registreringskurvene, er det klart at den radioaktive stråling som befolkningen er utsatt for fra jordarter og bergarter, er svært forskjellig fra sted til sted i Norge. Dette skyldes først og fremst den lokale geologi, men er også i noen grad avhengig av høyden over havet¹.

Summary.

Measurements of the radioactivity of rocks in Norway.

As part of the program for uranium prospecting the radioactivity has been registered along 20 000 km of roads in Norway. The instrument could measure only the more energetic gamma activity, but a relationship between this and the total radioactivity is assumed.

The radioactivity in ten localities is given as examples, showing a difference of 1 to 67 between the lowest and the highest radioactivity of the rocks in smaller areas. In larger areas a relation of 1 to 8 can be shown.

Another result that has been obtained, is that in a heterogenic geological complex, f. ex. in gneisses, it is impossible to obtain good values for the average content of radioactive isotopes only by setting up instruments in a few points, or by radiometrical analyses of a few samples collected at random in the field.

The conclusion is that all measurements show a great difference in the radioactive doses which the Norwegian population is exposed to, depending on the local geology.

Litteratur.

Operators Handbook for Car Survey Equipment 1181 B. Atomic Energy Research Establishment. Harwell 1954.

Libby, W. F., 1955. Radioactiv Fall-out. Bull. Atom. Scientist 1955. pp. 256.

Siggerud, T., 1955. Uranundersøkelser i Trøndelag. N.G.U. nr. 205. pp. 128.

¹ Etter at dette var skrevet har bearbeidelsen av registreringskurvene for den målte radioaktivitet blitt påbegynt som hovedfagsoppgave ved Fysisk Institutt ved Universitetet i Oslo.