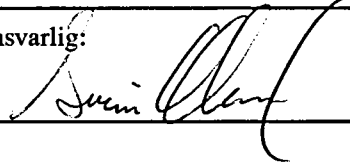


NGU-rapport 94.087

**Registrering av naturlig radioaktivitet
fra løsmasser og berggrunn,
Bardu kommune, Troms**

| | | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------------|---|------------|
| Rapport nr. 94.087 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Registrering av naturlig radioaktivitet fra løsmasser og berggrunn, Bardu kommune, Troms. | | | | |
| Forfatter: I. Lindahl, T. Sjørdal og T. Bargel | | Oppdragsgiver: Bardu kommune | | |
| Fylke: Troms | | Kommune: Bardu | | |
| Kartbladnavn (M=1:250.000) Narvik, Tromsø | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) | | |
| Forekomstens navn og koordinater: | | Sidetall: 21 | Pris: 101,- | |
| | | Kartbilag: 2 | | |
| Feltarbeid utført: 1976, 1982 og 1994 | Rapportdato: 21.2.95 | Prosjektnr.: 61.2442.00 | Ansvarlig:  | |
| <p>Sammendrag:</p> <p>Rapporten gir generell informasjon om naturlig radioaktiv stråling og hvordan denne måles. Videre gir rapporten en forenklet informasjon om radon i bomiljø. Det praktiske opplegget for NGUs målinger av naturlig gammastråling langs vei og ute i terrenget er beskrevet og til hvilken tid målingene i kommunen er gjort.</p> <p>Tolkningskartet over naturlig stråling fra berggrunnen innenfor kommunen bygger på måleresultatene og berggrunnsgeologiske kart. Naturlig stråling fra løsmassene bygger på målingene og kunnskaper om type løsmasse.</p> <p>Ut fra resultatene er det gjort en vurdering av eventuelle tiltak i kommunen</p> | | | | |
| Emneord: Radioaktivitet | | | | |
| Naturlig stråling | | | | |
| Radon | | | | Fagrapport |

INNHold

Side

| | |
|--|----|
| Innledning | 4 |
| Feltarbeid i Bardu kommune | 4 |
| Radioaktiv stråling | 5 |
| Måling av naturlig radioaktiv stråling | 10 |
| Radon i bomiljø | 13 |
| Praktisk opplegg for målinger fra bil | 15 |
| Bardu kommune | 15 |
| Referanser | 18 |

VEDLEGG

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Koordinater for radiometriske målinger, Bardu kommune 1994 | 20 |
|--|----|

KART:

94.087-01 Radioaktiv stråling fra berggrunn, Troms fylke M 1:500 000

94.087-02 Radioaktiv stråling fra løsmasser og berggrunn, Bardu kommune M 1:100 000

INNLEDNING

NGU har med standardiserte måleprosedyrer samlet data for naturlig radioaktiv stråling fra berggrunnen fra store deler av landet. Mindre områder er dekket med målinger til fots og fra helikopter, mens ca. 80 % av landet er dekket med målinger langs vei fra bil. Målingene er gjort for å lete etter metalliske ressurser og prioriteringen av områder er basert på geologiske kriterier.

Det er i de senere år blitt mer og mer aktuelt å undersøke våre bomiljø med hensyn til radongass. Vi vet at en del steder kan vi forvente å finne uønskede høye radongass-konsentrasjoner i våre hus. Det er en proporsjonal sammenheng mellom innholdet av de naturlig radioaktive stoffene i bergart og jordsmonn og deres evne til å produsere radongass. Derfor vil de kartlagte variasjonene i naturlig radioaktiv stråling også være viktige data i miljøsammenheng. For at disse dataene skal kunne komme til nytte i denne sammenheng vil NGU gi ut fylkeskart over naturlig radioaktiv stråling fra berggrunnen i de fylkene hvor etter hvert full dekning med målinger langs veiene foreligger.

NGU informerte landets fylkeskommuner i april 1987 om å bidra med driftsmidler for å få full måledekning i enkelte fylker. For noen av fylkene mangler svært lite før de er dekket med målinger langs veiene, mens det for et par-tre av dem mangler nokså mye. Bidrag med driftsmidler betyr at fylkene må dekke kostnadene for å ha folk i felt å gjøre målingene samt noe til trykking etc., mens NGU dekker lønnsmidlene for personalet. Den siste delen utgjør mer enn halvparten av den totale kostnad.

Rapporten gir generell informasjon om naturlig radioaktiv stråling og hvordan denne måles. Videre gir rapporten en forenklet informasjon om radon i bomiljø, og det praktiske opplegget for NGUs målinger av naturlig gammastråling langs vei og til hvilken tid målingene i kommunen er gjort. Tolkingskart over naturlig stråling innenfor kommunen bygger på målingene og berggrunnsgeologiske kart, samt kart over løsmassene. En vurdering av eventuelle tiltak er gjort.

FELTARBEID I BARDU KOMMUNE

Måling av radioaktivitet langs vei fra bil ble gjort i Bardu i årene 1976 og 1982. I tillegg til den kontinuerlige registreringen av radioaktivitet langs vei ble det målt på bergartsoverflater. Alle disse måleverdiene forefinnes på kart i M 1:50 000 i NGUs arkiv.

Tilleggsmålingene i felt, først og fremst på løsmasser, ble utført i tidsrommet 27.-31.7.94, av R. Wilberg og T. Sørdal. Ved målingene ble det brukt et håndinstrument av typen Saphymo SRAT, som registrerer total gammastråling.

I tillegg til registrering av radioaktivitet fra løsmassene, ble det også gjort målinger av naturlig stråling fra berggrunnen, samt kontroll av tidligere målinger.

Som grunnlag for målingene ble benyttet rapporten fra løsmassekartlegging 1990 - 1991 (NGU rapport 92.248), som gir en oversikt over de forskjellige typer kvartære avsetninger. Målingene foregikk langs alle tilgjengelige veier i kommunen, med jevnlig registreringer av radioaktiviteten fra de forskjellige typer avsetning. På hver lokalitet er det gjort flere målinger, slik at verdiene på de forskjellige lokaliteter oppgitt som en verdi, representerer et gjennomsnitt av 5-10 enkeltmålinger.

RADIOAKTIV STRÅLING

I naturen opptrer forskjellige former for stråling. Av det vi kaller radioaktiv stråling har vi tre typer:

- alfastråling
- betastråling
- gammastråling

Alfa- og betastråling er partikler som sendes ut fra atomkjernen, mens gammastråling er elektromagnetisk stråling.

Alfapartiklene som gir stråling består av to nøytroner og to protoner. Slike partikler kan sendes ut fra tunge atomkjerner. Med en utsendelse av en alfapartikkel blir det dannet et nytt grunnstoff med en atomkjerne som har to nøytroner og protoner mindre enn det opprinnelige (to atomnummer lavere enn det opprinnelige). Rekkevidden for denne typen stråling er kun 2-6 cm i luft og en kan beskytte seg mot slik stråling med f.eks. oljeklær som partiklene ikke vil kunne trenge gjennom.

Betapartiklene som gir stråling består av elektroner sendt ut fra atom-kjernen. Elektronet fra kjernen sendes ut samtidig som et nytt proton dannes i kjernen. Massetallet for kjernen vil bli det samme, men tilhører et grunnstoff med et høyere atomnummer. Rekkevidden for betastråling er fra noen cm til noen få meter avhengig av energien. Betastråling kan en beskytte seg mot med spesielle klær eller for eksempel med et metallfolie.

Gammastrålingen er elektromagnetisk stråling med liten bølgelengde i den ioniserende del av spekteret, hvor også røntgenstråling og en del av det ultrafiolette lys ligger. Gammastrålingen sendes også ut fra atomkjernen og har høy energi. Strålingen medfører

ikke at atomet går over til et nytt grunnstoff, men de forskjellige typene stråling er gjerne en koblet prosess, med utsendelse av gammastråling etter utsendelse av alfa eller betapartikler fra kjernen.

Den høyenergetiske gammastrålingen har stor gjennomtrengningsevne, men intensiteten reduseres med avstanden fra strålingskilden. For å beskytte seg mot den kan en bruke plater av bly, betong eller f.eks. vann. Noen dm vann vil skjerme den naturlige gammastrålingen helt.

Vi kan ikke registrere den radioaktive strålingen med våre sanser, men må måle den med spesielle instrumenter. For å redusere påvirkningen av slik stråling kan vi gjøre tiden vi er eksponert for den så kort som mulig, øke avstanden fra kilden, eller skjerme oss mot strålingen.

Mennesket er daglig eksponert for naturlig stråling fra våre omgivelser som vi kan dele inn i tre hovedgrupper:

- Kosmisk stråling fra verdensrommet
- Stråling fra omgivelsene, fra stoffer i jordskorpa og bygninger *Ytre stråling*
- Stråling fra stoffer i vår egen kropp, inklusive radongass i lungene *Indre stråling*

Den kosmiske strålingen kommer fra det ytre verdensrom og sola. Atmosfæren skjermer oss til en viss grad mot denne strålingen, og derfor vil påvirkning av strålingen bli større jo høyere over havet en oppholder seg. Intensiteten av strålingen fordobles for hver 1500 m en stiger til vær. En person som bor i 3000 m høyde vil altså være utsatt for 4 ganger så mye kosmisk stråling som en som bor ved havflata. Den kosmiske strålingen utgjør omkring halvparten av den ytre stråling vi er utsatt for.

Strålingen fra naturlig radioaktive stoffer i jordskorpa veksler etter innholdet av radioaktive elementer i undergrunnen. Forskjeller i stråling med faktorer på 5-10 er ikke uvanlig. Det kan også være bygninger som bidrar betydelig m.h.t. strålingen vi utsettes for på grunn av radioaktive elementer i bygningsmaterialet.

I kroppen vår finnes mange ulike radioaktive stoffer, og de forskjellige delene av kroppen utsettes for forskjellige strålingskilder. Den indre stråling utgjør ca. 90 % av det totale. I kroppen får vi det største bidraget i lungene fra radon og dets datterprodukter. Radon er en gass som vi inntar gjennom innånding av luft. Den resterende del av indre stråling kommer fra kalium -40 i de forskjellige kroppsdelene. De ytre strålekildene, ca. 10 % av den totale stråledosen, utgjør den vesentligste del av resten.

De viktigste grunnstoffer i jordskorpa som gir den ytre radioaktive stråling fra undergrunn

og bygninger er uran, thorium og deres datter-produkter og kalium. Ved alfa og betastråling spaltes kjernen og nye grunnstoffer dannes. Rekken av grunnstoffer og isotoper kalles spaltnings-rekke. Både for uran og thorium ender den opp med bly. For de viktigste isotopene av de naturlige radioaktive stoffene er de vesentligste produktene i spaltningsrekka for uran og thorium satt opp i henholdsvis Fig. 1 og Fig. 2.

Isotopene som dannes i spaltningsrekka (unntatt sluttproduktet) er også radioaktive og sender ut forskjellige typer radioaktiv stråling (se Fig. 1 og 2). For å opprette en spaltningsrekke som er i likevekt fra henholdsvis:

uran til bly og thorium til bly

tar det i størrelsesorden 1 million år. Det vil si at det er oppnådd konstant forhold mellom mengden av de forskjellige isotopene i forhold til utgangsmengden av uran eller thorium.

Halveringstiden (T) for et grunnstoff eller en isotop er den tiden det tar før halve mengden av utgangsmaterialet er gått over til en annen isotop eller grunnstoff. Halveringstiden varierer for de forskjellige isotopene (se Fig. 1 og 2), og mengden av alfa-, beta- og gammastråling som sendes ut er forskjellig. Den naturlige strålingen som vi hele tiden er utsatt for kommer fra alle de radioaktive datterproduktene fra uran og thorium og fra kalium.

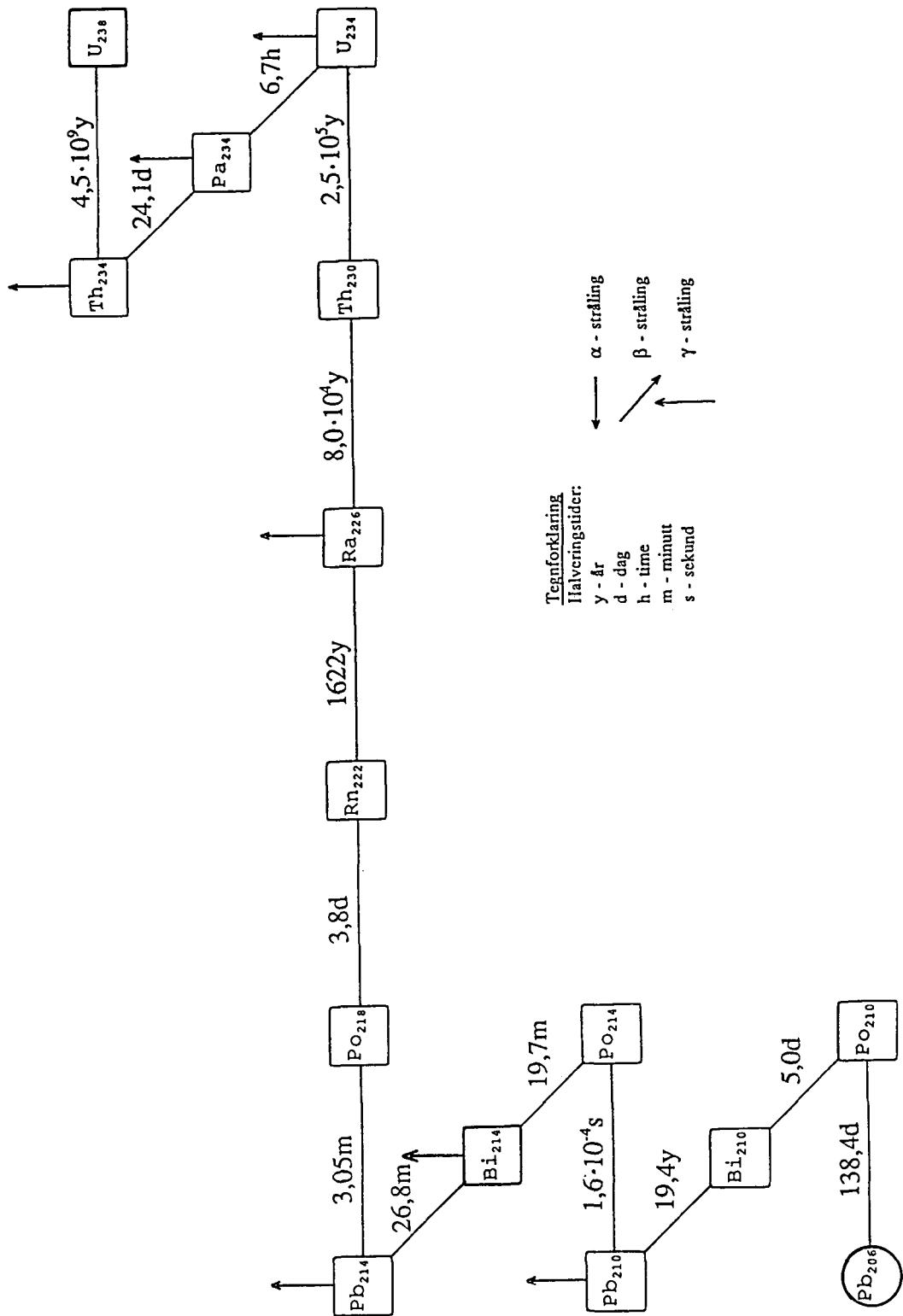


Fig. 1. Forenklet spaltningsrekke for uran 238, som er den mest vanlige uranisotop i naturen.

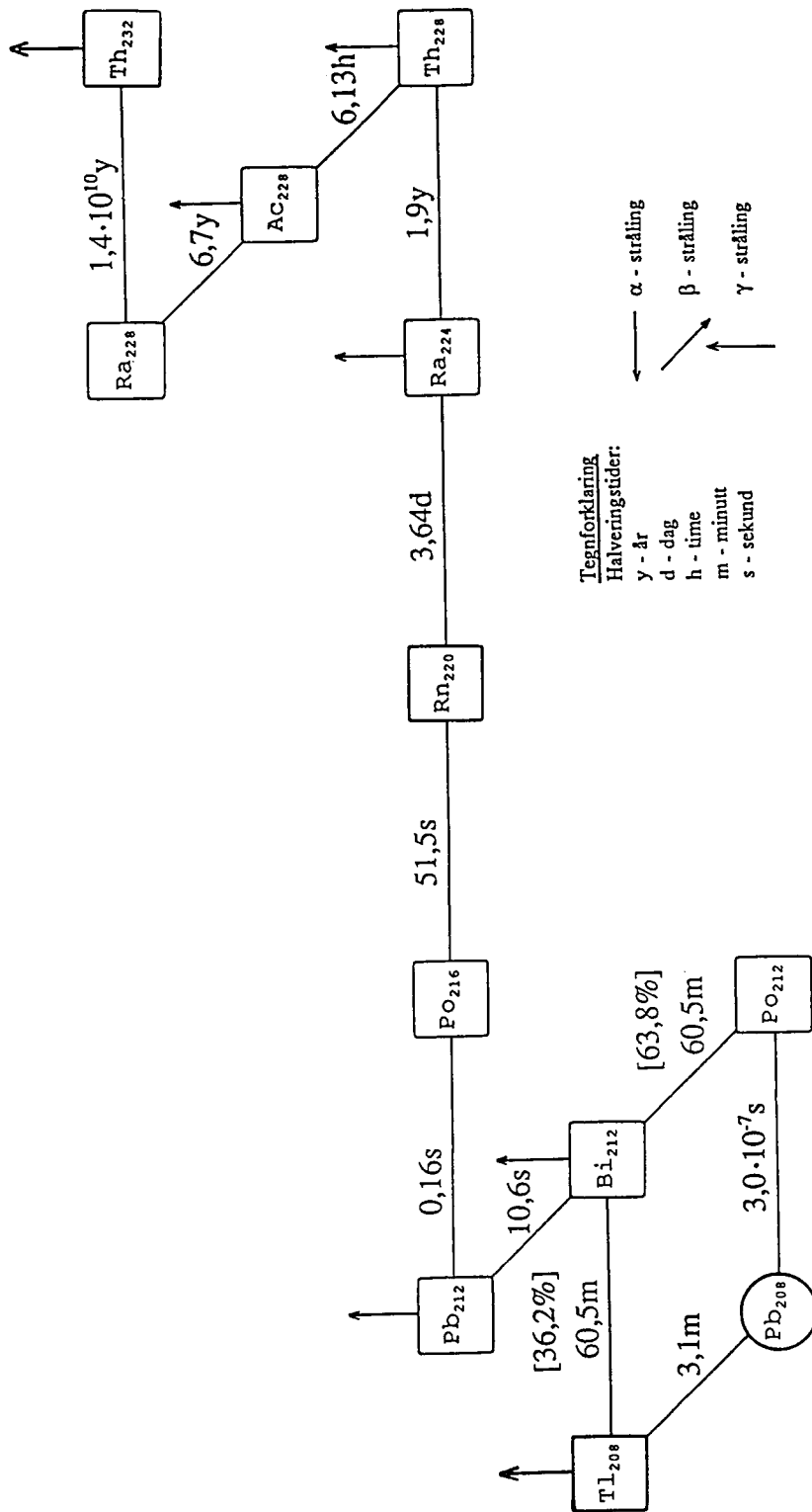


Fig. 2. Forenklet spaltingsrekke for thorium.

MÅLING AV NATURLIG RADIOAKTIV STRÅLING

De radioaktive elementene uran, thorium og kalium er de eneste som kan registreres direkte med et måleutstyr som selv ikke induserer energi. Når det gjelder registrering av strålingen vil her prinsippene for de vanligste målingene og instrumentene kort og noe forenklet bli framstilt. Det finnes mange utforminger på instrumentene, men prinsippene er de samme. Bare måling av stråling som er vanlig innenfor vanlig kartlegging vil bli beskrevet, det vil si måling av gamma og alfastråling.

Gammastråling

Verken uran eller thorium som grunnstoffer sender ut gammastråling. Gamma-spektret innenfor den mest kortbølgede og ioniserende del av det elektro-magnetiske spektret er vist i Fig. 3. I spektret er det markerte topper som skyldes isotopene Bi_{214} , Tl_{208} og K_{40} . Ser vi på spaltningsrekken for uran (Fig. 1) og thorium (Fig. 2) ser vi at Bi_{214} tilhører uran- og Tl_{208} tilhører thoriumrekken. K_{40} er den radioaktive isotopen av kalium. Dersom spaltningsrekkene er i likevekt, vil det være et konstant mengdeforhold mellom henholdsvis uran og Bi_{214} , thorium og Tl_{208} og kalium i forhold til K_{40} .

Når total gammastråling måles, registreres strålingen i hele spekteret, normalt over 0,05 eller 0,1 MeV (se Fig. 3), eller vi kan måle deler av spekteret innenfor smalere bånd (vinduer). Måler vi hele spekteret samtidig sier vi at vi registreres totalstrålingen og ved måling av flere utsnitt av spekteret (vinduer) gjør vi spektrometermålinger. Eksempel på vinduer for uran, thorium og kalium er vist på Fig. 3.

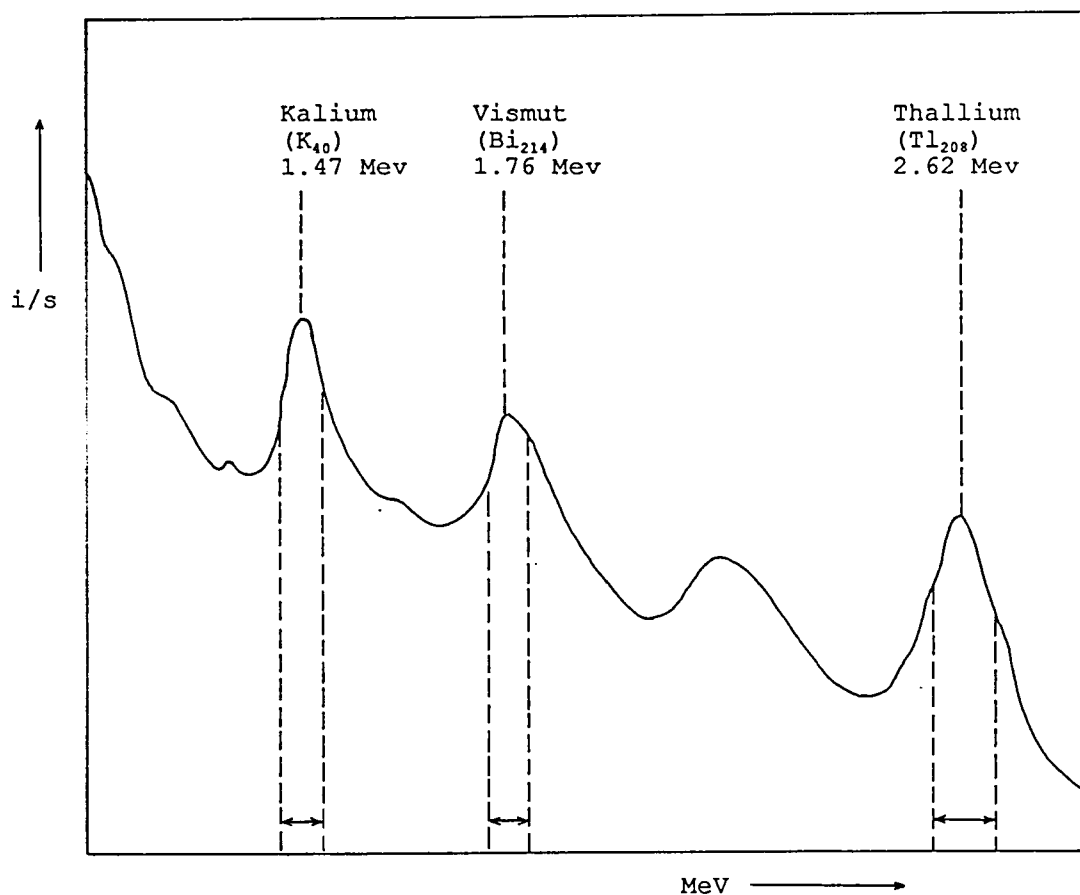


Fig. 3. Naturlig gamma spekter. Bølgelengden er gitt i MeV (millielektron volt).

Tidligere ble det ved måling av gammastråling brukt Geiger-Miller tellere. I dag brukes det vi kaller scintillometre eller scintillasjonstellere. Disse instrumentene er langt mer robuste enn Geiger-Miller tellere og langt mere følsom. Vekten på et slikt instrument for feltmålinger ligger mellom 0,5-4 kg. Bærbare gammaspektrometre hvor det vanligvis er mulig å måle U (Bi_{214}), Th (Tl_{208}) og K (K_{40}) altså i tre vinduer eller i tre kanaler, veier fra 1,5-10 kg alt etter hvor følsomme instrumenter en ønsker å bruke.

Større instrumentutrustninger til bruk i bil eller fly er langt mer følsomme og en kan ofte måle en rekke smale bånd i spekteret (kanaler), i enkelte helt opp mot 250 kanaler.

Prinsippet for scintillometrene er at gammastrålingen treffer en tallium aktivert natriumjodid-krystall ($\text{NaI}(\text{Tl})$). Strålingen slår elektroner i krystallet ut av sin bane. Dette registreres ved et lysglimt når elektronet faller på plass igjen. Lysglimt registreres

av en fotomultiplikator (lysmåler). Elektronikk gjør at en på viserutslag eller digitalt kan registrere hver enkel impuls (scintillasjon) pr. tidsenhet, f.eks. impulser/sekund. Antallet impulser er avhengig av hvor mange gammastråler som treffer krystallen. Muligheten å treffe er avhengig av krystallens størrelse eller volum. Øket krystallstørrelse vil derfor gi øket følsomhet, eller til å registrere små variasjoner i gammastrålingen. En forenklet prinsippskisse av et scintillometer er vist i Fig. 4.

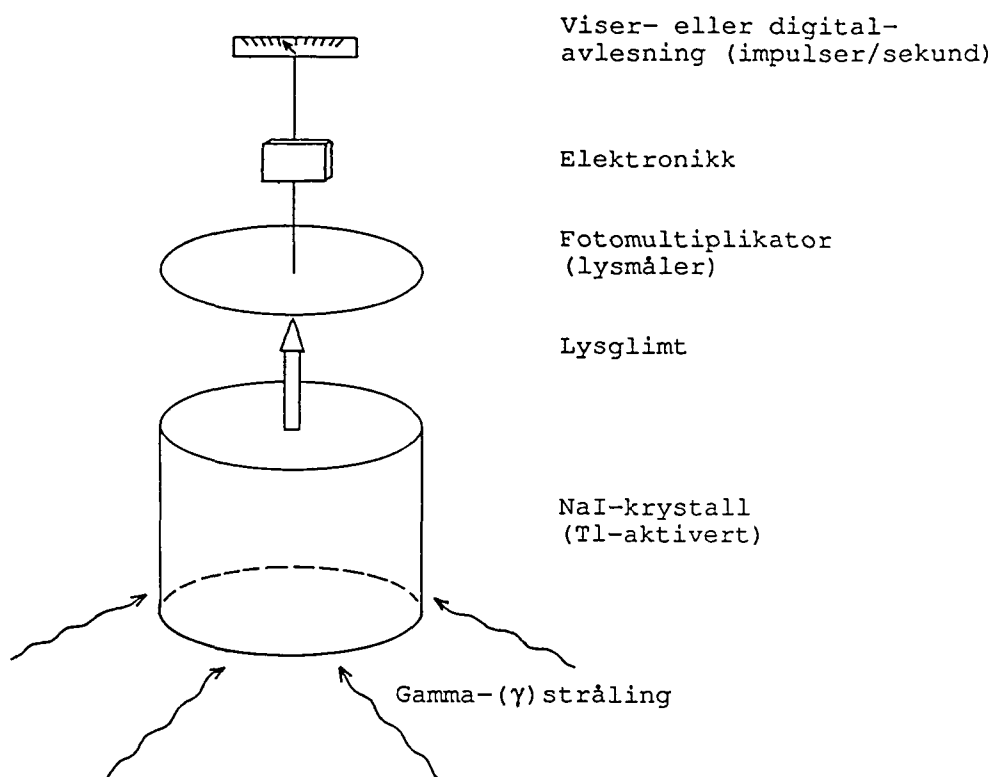


Fig. 4. Prinsippskisse for oppbygging av scintillometer eller scintillasjonsteller.

Vanlig krystallstørrelse for bærbare totalstråleinstrumenter er 1" x 1" eller opptil 2" x 2". For bærbare spektrometre som måler 2-4 kanaler kan krystallvolumet f.eks. være 3" x 5", men dette kan veksle mye. Fly eller helikopterinstrumenter kan ha krystallvolum på 5-50 liter i form av flere større krystaller eller en sammenkobling av en hel rekke små.

Gammastrålingen er enkel å måle, og dersom spaltningsrekken for uran og thorium er i likevekt i bergarten kan vi få en meget god informasjon om uran og thoriuminnholdet.

Det betinger at vi holder målebetingelsene like fra punkt til punkt, først og fremst de geometriske forhold rundt måle-punktet.

Alfastråling

Uran som grunnstoff sender ut alfastråling og det er mulig å analysere mengde uran ved å måle alfastråling fra en bergartsprøve eller fra et bergartspulver. Dette blir lite brukt som analysemetode. I praktisk prospekting er måling av alfastråling brukt til å registrere mengder av radongass i luft. Radongassen både i spaltingsrekka til uran og thorium gir alfastråling.

Prinsippet for målingen er at en pumper luften en skal måle radoninnholdet i inn i en beholder med et spesielt belegg (ZnS). Belegget kan registrere treff av alfapartikler i løpet av et bestemt tidsrom. Det er også på grunn av forskjellig halveringstid mellom radon fra uran (^{238}Rn) som er 3,8 dager, og radon fra thorium (^{220}Rn) som er 51,5 sekunder, at det til en viss grad er mulig å si om radoninnholdet skyldes uran eller thorium.

Radongass fra radioaktive stoffer i jordsmonnet og underliggende fjell vil bevege seg opp mot overflaten i jordluft. Dermed er det ideelt sett mulig å kartlegge innholdet av uran og thorium i berggrunnen under overdekket.

Radongass løses i vann eller dannes i vann ved spaltning, i grunnvannet og i overflatevann. Mengden radongass i vann måles ved å ta en vannprøve og boble luft gjennom det. Luften opptar radon og pumpes inn i et målekammer på samme måte som ved måling av radon i jordluft.

For måling av radongass i boliger brukes andre metoder som ikke beskrives her. Det er målemetoder som ikke er aktuelle å bruke av NGU. Målinger av radon i boliger kan fås gjort hos en rekke andre institusjoner og firmaer.

RADON I BOMILJØ

Under avsnittet om radioaktiv stråling er sammenhengen mellom den naturlige radioaktivitet fra bergarter og løsmasse og avgivelse av radon påpekt. Radon som kommer uønsket inn i våre bomiljø må både ha en kilde og en mulig vei for å komme inn i våre boliger. Det er fra Helsedirektoratet pekt på at Norge og Norden er områder hvor en kan forvente betydelige problemer med for høyt radoninnhold i våre boliger.

Det som gir bidrag til radon i vårt bomiljø er:

- 1) Radon fra undergrunnen (berggrunn og løsmasse)
- 2) Radon fra grunnvann
- 3) Radon fra byggemateriale

De første to av disse kildene er naturgitte faktorer. Vi kan ta forholdsregler ved plassering av boligene eller å ta hensyn under bygging av hus med å ha tett sokkel og grunnmur. Når det gjelder vannforsyning fra grunnvann kan dette kontrolleres enkelt ved analyse av vannet og forholdsregler tas ut fra det. Radioaktive stoffer i byggematerialer er enklest å unngå. Det gjøres ved å kontrollere det en ønsker å bruke, og ut fra det gjøre sitt valg.

Radon fra undergrunnen er den langt viktigste faktor i strålingssammenheng. Den undergrunnen vi bygger på avgir mer eller mindre radon. Generelt vil problemet være størst hvor det er størst mengde radioaktive stoffer i undergrunnen. Det er imidlertid mange faktorer som gjør at forholdene kan variere svært mye. Til og med i områder med vanlig stråling fra undergrunnen kan en ved uheldig plassering få problemer i huset. Det skyldes vesentlig inhomogeniteter i berggrunnen og løsmassene som kan gi en ujevn avgivelse av radon fra undergrunnen.

En massiv bergart vil kunne avgi små mengder radon dersom den ikke har sprekker. Har den derimot sprekker eller knusningssoner vil den være mye mer gjennomtrengelig for luft og vann som kan bære med seg radon. Permeable knusningssoner kan gå gjennom flere bergartsenheter med forskjellig radioaktivitet. Dermed kan knusningssonene føre høyt radon-innhold selv om bergartsenheten på overflaten har lav radioaktivitet.

Jordlagene som ligger over det faste fjell har også stor betydning. Det kan selv avgi radongass eller gassen kan strømme gjennom de løse lagene, ja til og med enkelte ganger kan porøse løsavsetninger fungere som radongassreservoar. Den viktigste faktor er permeabiliteten til de løse lagene og inhomogeniteter i disse. Eksempelvis vil leire være så tett at radongass ikke trenger gjennom denne selv om underliggende bergart har et forhøyet innhold av radioaktive grunnstoffer. En meget uheldig konstellasjon vil være om en i ei tomt graver gjennom en tett leirkappe ned på underliggende grus. Sand og grus kan da opptre som et radon-reservoar med huset som skorstein. Radon kan i enkelte slike tilfeller også sive ut i forhøyet konsentrasjon langs ytterkantene av leiravsetninger.

Som en skjønner er det mange lokale forhold og inhomogeniteter i byggegrunnen som spiller inn, og det er vanskelig å forutsi forholdene uten å ha en visse mengde tilgjengelige geofysiske og geologiske data. Generelt kan en si at der større byggefelt legges ut bør en vurdere forholdene ved enkle undersøkelser som er en bagatellmessig kostnad sett i forhold til de andre planleggingskostnadene.

PRAKTISK OPPLÈGG FOR MÅLINGER FRA BIL

Fra bil registreres gammastrålingen fra berggrunn og løsmasser. De kartene vi presenterer viser bergartenes naturlige radioaktive gammastråling, og områdene som er avmerket er en samtolkning av måleverdier på bergartsoverflater og geologiske forhold. Usikkerheten i tolkningen er noe vekslende avhengig av hvor tett veinettet er og hvor godt geologisk materiale vi har i de forskjellige områdene.

Til bilmålingene brukes idag et gammaspektrometer (Geometrics DGRS 3001). Gammastrålingen måles i tre kanaler: Uran, Thorium, Kalium og i tillegg total gammastråling. Krystallvolumet er totalt ca. 7 liter fordelt på fire krystaller. Prinsippet for instrumentene er tidligere beskrevet. Strålingen registreres kontinuerlig på skriver og de forskjellige nivåene kontrolleres ved målinger som gjøres på bergartsoverflate med en spesiell instrumenttype.

Alle oppgitte måleverdier er i samme skala. Ved måling på bergartsoverflate holdes betingelsene mest mulig like. Oppgitte måleverdier har benevnningen impulser pr. sekund (i/s) (se tegn. 1).

Hastighet ved målinger fra bil er maksimum 45 km/time og det måles begge veier. Krystallene som registrerer strålingen ligger ute i høyre side av bilen. Dermed registrerer en størst mulig avstand på begge sidene ut fra veien.

I Bardu kommune er det også målt naturlig radioaktivitet (gammastråling) på løsmassene i dalbunnen. Disse målingene er gjort etter samme prinsippet som måling på bergartsoverflater. Det vil si under så like geometriske målebetingelser som mulig.

BARDU KOMMUNE

Berggrunnen i Bardu kommune består av grunnfjellsbergarter i Altevannområdet og inn mot svenskegrensa. Bergartene i grunnfjellet domineres av granittiske gneiser. Oppå grunnfjellet ligger yngre bergarter som tilhører den kaledonske fjellkjeden. Disse bergartene som domineres av glimmerskifer utgjør berggrunnen i den resterende del av kommunen. Inne i denne serien finnes det marmor, noen mørke bergarter som gabbro og amfibolitt, samt noen mer granittiske bergarter (smeltebergarter) som er kommet inn senere. Fjellkjedebergartene ligger nokså flatt oppå grunnfjellet, og de har ikke særlig stor tykkelse. Det ser en ved at grunnfjellet stikker fram i dalbunnene, i Salangsdalen fra Hakstad til Prostbakken og i Bardudalen rundt Straumsmoen og ved Fosshaug like SØ for

Setermoen.

Grunnfjellet viser ofte på grunn av sammensetningen (granittiske bergarter) "noe forhøyet" radioaktiv stråling. Det samme gjelder for Bardu kommune i området rundt østre del av Altevann og der det stikker opp i dalbunnen i Bardudalen. I Salangsdalen er det gjerne "forhøyet" radioaktiv stråling og i tillegg er det registrert punktanomalier med betydelige konsentrasjoner av uran og thorium (se kartet). Punktene som er kartlagt har imidlertid liten utstrekning. Punktvis forhøyet stråling finnes også på grensen mellom grunnfjell og kaledon i Altevannområdet.

De kaledonske bergartene har generelt et lavere strålingsnivå og det samme er tilfellet i Bardu. Det vil si at det aller meste av områdene i kommunen har vanlig nivå på den radioaktive strålingen. Samtidig er dette fjellområdene uten bebyggelse.

Løsmassene i Bardudalen og i det meste av Salangsdalen er kartlagt i M 1:20.000 (Lien 1990, Bargel 1992). Fjellstrøkene i øst er kartlagt dels i M 1:50.000, dels i M 1:100.000 (Bargel 1984, 1990a, 1990b, 1995). Løsmassene i fjellstrøkene vest i kommunen er dårlig kartlagt.

Løsmassene ble dannet ved at isen under istidene knuste ned berggrunnen til bergartsfragmenter med svært varierende størrelser. Bergartsfragmentene ble transportert med is og smeltevann og senere avsatt. Transportlengden var vanligvis under 1-2 km, men noen ganger er stein og blokk blitt transportert mange mil. Grunnfjellsbergarter fra grensestrøkene f.eks. finnes i breelvmaterialet i Forsetmoen (Sætermoen). Under transporten ble materialet ytterligere nedknust, slipt og sortert. Avhengig av opphavsbergarten og transportmåten har løsmassene fått forskjellige egenskaper.

I Bardudalen og Salangsdalen dominerer breelvmateriale. Dette materialet ble avsatt av enorme smeltevannselver under isavsmeltingen for 9000-9500 år siden. Materialet inneholder mye stein og grus sør for Sætermoen. Nord for Sætermoen ligger stadig økende tykkelser med finkornet materiale, fin sand og silt, mot dypet. Løsmassetykkelsene er her inntil 60 m. I Salangsdalen finnes silt og leire nært kommunegrensa mot Salangen.

Skiferbergarter dominerer breelvmaterialet i Bardudalen, men grunnfjellsbergarter som stammer fra grensestrøkene er også tilstede i betydelige mengder, mest i sør. I Salangsdalen består breelvmaterialet nesten utelukkende av skiferbergarter.

Tykt morenemateriale finnes noen steder i dalsidene. Dette materialet er avsatt direkte fra isen og består av alle kornstørrelser fra leir til stor blokk, i varierende mengder. Bergartsinnholdet i morenematerialet er mer preget av den lokale bergart enn hva tilfellet er for breelvvavsetningene.

Måling av radioaktivitet på løsmassene er gjort for å karakterisere innhold av radioaktive elementer i de forskjellige typene løsmasser og videre for å finne eventuell regionale endringer i samme type løsmasser. Målingene har gitt liten kontrast i radioaktivitet i forskjellige løsmasser. Generelt er den radioaktive strålingen lavere over løsmassene enn over berggrunnen. I vedlagte tabell er alle måleverdiene angitt for både løsmasser og berggrunn.

Veidekningen i Bardu kommune er svært ujevn, og sammenlignet med landet ellers dårlig. Veinettet finnes i dalene og store områder mangler veidekning særlig i den østre del av kommunen. Likevel er måletettheten i områder uten veidekning ganske god pga. at det er utført arbeider der hvor det samtidig er målt radioaktiv stråling fra berggrunnen.

Kartet over naturlig radioaktivitet fra berggrunnen (Tegn. 1) er et tolkningskart basert på måling på bergartsoverflater langs veiene, og i forbindelse med feltarbeid og de berggrunnsgeologiske kartene. Den naturlige radioaktivitet over løsmasseavsetningene er også merket av på Tegn. 2 og gir mer eksakt nivåene i de forskjellige løsmassene.

Vurdering

Størstedelen av Bardu kommune er fjellområder og områder med vanlig nivå på radioaktiv stråling. Størstedelen av befolkningen bor i Bardu-dalføret på løsmasser av noe forskjellig opprinnelse. Grunnfjellsbergartene i dalføret har "noe forhøyet" radioaktiv stråling og er ofte dekket av løsmasser med vanlig innhold av radioaktive stoffer.

I Salangsdalen er det tilnærmet samme geologiske forhold, men her er radioaktiv stråling fra berggrunnen høyere, og det er i tillegg en del punkter med forhøyet stråling. Om en har vært uheldig med plassering av hus kan det statistisk forventes de høyeste radon-nivå i bomiljøet i Salangsdalen innenfor Bardu kommune.

Etter det arbeidet som er gjort i Bardu kommune er det ingen grunn til å iverksette spesielle tiltak. Det bør imidlertid gjøres en plotting av stedene der det er gjort måling av radon i bomiljø og resultatene av dette. Det kunne også vurderes tilleggsmålinger i utvalgte hus i utvalgte områder i Salangsdalen for å få gjort en test i området. Som andre prioritet kan en gjøre det samme i Bardudalføret for å få bedre dekning enn den som finnes.

REFERANSER

- Andersen, B.G., 1968: Glacial Geology of Western Troms, North Norway. *Norges geologiske undersøkelse* 256. 160 s.
- Bargel, T.H., 1984: Kvartærgeologisk kart Altevatn. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1532 II M 1:50.000 (Med fargetrykt kart). *Norges geologiske undersøkelse*. 31 s.
- Bargel, T.H. 1990a: Kvartærgeologisk kart Gæv' dñjajav'ri 1531 I. Upublisert manuskript. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Bargel, T.H. 1990b: Kvartærgeologisk kart Leinavatn 1631 IV. Upublisert manuskript. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Bargel, T.H., 1992: Kvartærgeologisk kartlegging i Bardudalen, Bardu kommune. *NGU Rapport 92.248, 14 sider*.
- Bargel, T.H., 1995: Kvartærgeologisk kart, Indre Troms - M 1:100.000, med beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Gustavson, M., 1963: Grunnfjellsvinduer i Dividalen, Troms. *Norges geologiske undersøkelse*, 223. s. 92-105.
- Gustavson, M., 1966: The Caledonian Mountain Chain of the Southern Troms and Ofoten Areas. Part I. Basement Rocks and Caledonian Meta-Sediments. *Norges geologiske undersøkelse*, 239. 162 s.
- Gustavson, M., 1969: The Caledonian Mountain Chain of the Southern Troms and Ofoten Areas. Part II. Caledonian Rocks of Igneous Origin. *Norges geologiske undersøkelse*, 261. 110 s.
- Gustavson, M., 1972: The Caledonian Mountain Chain of the Southern Troms and Ofoten Areas. Part III. Structures and Structural History. *Norges geologiske undersøkelse*, 283. 56 s.
- Gustavson, M., 1974: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Narvik -1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Gustavson, M. & Skålvoll, H., 1977: Geologisk kart over Norge, Berggrunnskart Enontekiø -1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.

- Hatling, H. 1977: Radiometriske bilmålinger i området Bardu - Salangsdalen, samt radiometriske målinger fra helikopter og på bakken på Orrefjell, Troms. *NGU Rapport nr. 1416/1, 7 sider + bilag.*
- Hatling, H. 1984: Radiometriske bilmålinger i Troms. *NGU Rapport 84.062, 7 sider + bilag.*
- Lien, R., 1990: Setermoen. Kvartærgeologisk kart EWX 252253-20, med beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Olsen, L., Hamborg, M., Bargel, T.H. og Alstadsæter, I. 1987: Enontekiö, Kvartærgeologisk kart M 1:250.000, med beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Wangen, Ø. og Furuhaug, L. 1976: Geologisk - radiometrisk undersøkelse av Dividalgruppen i Nordland og Troms. *NGU Rapport nr. 1416/4, 15 sider + bilag.*

Tabell 1:

KOORDINATER FOR RADIOMETRISKE MÅLINGER
 BARDU KOMMUNE 1994

| <u>KARTBLAD 14321</u> | <u>SONE 34</u> |
|-----------------------|---------------------------------|
| 397650 7656650 | 40 - 50 i/s løsmasse |
| 398500 7656600 | 35 i/s løsmasse |
| 400550 7656150 | 30 - 40 i/s løsmasse |
| 397150 7655850 | 60 i/s gl.sk. |
| 397950 7655950 | 60 i/s gl.sk. |
| 400650 7655450 | 25 - 40 i/s løsmasse |
| 400700 7655100 | 40 i/s løsmasse |
| 401150 7654700 | 50 - 70 i/s granat gl.sk. |
| 399850 7653700 | 40 - 80 i/s kalkgl.sk. m/granat |
| 398700 7651750 | 50 i/s løsmasse |
| 399850 7651200 | 50 - 60 i/s gl.sk. |
| 398350 7649900 | 35 i/s løsmasse |
| 397700 7648700 | 70 i/s gl.sk. |
| 399150 7648650 | 40 i/s løsmasse |
| 395900 7647250 | 40 i/s løsmasse |
| 396050 7647200 | 40 i/s løsmasse |
| 396700 7647350 | 40 i/s løsmasse |
| 395500 7645500 | 45 i/s løsmasse |
| 394850 7644850 | 45 i/s løsmasse |
| 396400 7645000 | 45 i/s gl.sk. blokk |
| 395250 7643300 | 35 - 50 i/s løsmasse |
| 393800 7643200 | 50 i/s løsmasse |
| 394100 7644550 | 40 i/s løsmasse |
| 393650 7644250 | 45 i/s løsmasse |
| 392100 7644500 | 50 i/s løsmasse |
| 394250 7642850 | 40 - 60 i/s løsmasse |
| 394350 7642200 | 40 i/s løsmasse |
| 393350 7641300 | 40 i/s løsmasse |
| 394750 7641550 | 70 i/s gl.sk. kvartsittisk |
| 393750 7640650 | 60 i/s gl.sk. |
| 395250 7640400 | 45 i/s løsmasse |
| 395400 7639900 | 70 i/s gl.sk. |
| 394650 7639750 | 70 i/s gl.sk. |
| 394650 7639750 | 40 i/s løsmasse |
| 395350 7638550 | 70 i/s gl.sk. |

| | |
|----------------|------------------------------------|
| 395350 7638550 | 40 i/s løsmasse |
| 395750 7638350 | 50 i/s gl.sk. |
| 395750 7638350 | 45 i/s løsmasse |
| 398300 7638050 | 60 i/s gl.sk. |
| 396300 7637600 | 130 i/s dioritt |
| 397400 7637250 | 50 i/s løsmasse |
| 396400 7636950 | 40 i/s løsmasse |
| 396950 7636300 | 110 i/s granitt |
| 398450 7636550 | 40 i/s løsmasse |
| 397200 7635700 | 25 i/s ultrabasitt |
| 397700 7635250 | 110 i/s granitt |
| 398200 7635000 | 90 i/s pegmatitt |
| 401450 7635850 | 30 i/s løsmasse |
| 399200 7634200 | 70 i/s gl.sk. |
| 399650 7633500 | 50 i/s løsmasse |
| 401200 7634150 | 60 i/s kvartsittisk m/gl.rike bånd |
| 401800 7630900 | 50 i/s gl.sk. |
| 400100 7629050 | 45 i/s løsmasse |
| 402700 7628800 | 90 i/s pegmatitt |
| 402700 7628800 | 50 i/s gl.sk. |
| 403150 7628950 | 30 i/s løsmasse |
| 392850 7641150 | 40 i/s løsmasse |
| 391650 7641350 | 30 i/s løsmasse |
| 391250 7640850 | 60 i/s granatgl.sk. |
| 390400 7640900 | 45 i/s granatgl.sk. |
| 390400 7640900 | 30 i/s løsmasse |
| 389450 7638600 | 40 i/s løsmasse |
| 389600 7638350 | 35 i/s kalkgl.sk. |
| 390650 7637400 | 45 i/s kalk |
| 391200 7637300 | 60 i/s gl.sk. |
| 387150 7637450 | 60 - 100 i/s gl.sk. rusten |
| 387800 7637650 | 250 i/s pkt. |
| 386550 7635900 | 45 i/s løsmasse |
| 385800 7632950 | 40 i/s løsmasse |
| 385650 7632150 | 60 - 150 i/s gl.sk. m/pegmatitt |
| 385600 7630950 | 60 - 150 i/s gl.sk. m/pegmatitt |
| 385450 7630650 | 60 i/s gl.sk. |
| 385300 7631450 | 40 i/s løsmasse |
| 386250 7637200 | 200 - 750 i/s granitt |
| 385250 7639250 | 50 i/s løsmasse |
| 385250 7639250 | 60 i/s gl.sk. |

| | |
|----------------|---|
| 385250 7639250 | 100 - 200 i/s granittiske ganger i gl.sk. |
| 384050 7640800 | 80 - 400 i/s granitt |
| 383250 7641050 | 100 - 150 i/s granitt |

KARTBLAD 14332 SONE 34

| | |
|----------------|--|
| 402500 7659750 | 60 i/s gl.sk. |
| 402750 7659300 | 20 i/s pegmatitt |
| 402850 7658850 | 35 i/s løsmasse |
| 400800 7657350 | 30 i/s løsmasse |
| 399350 7657500 | 50 - 80 i/s gl.gneis m/kvartsittiske lag |
| 399250 7657750 | 40 i/s løsmasse |
| 399800 7657650 | 30 i/s løsmasse |
| 400600 7656750 | 30 - 40 i/s løsmasse |

KARTBLAD 15323 SONE 34

| | |
|----------------|---------------------------------|
| 416300 7619700 | 30 - 60 i/s løsmasse + blokk |
| 415000 7618200 | 20 - 50 i/s kvartsittisk ba. |
| 414100 7617800 | 50 i/s gl.sk. |
| 410900 7617900 | 30 i/s løsmasse |
| 410300 7619000 | 40 i/s blokkmark |
| 408800 7620000 | 60 i/s gl.sk. |
| 407100 7621100 | 30 - 50 i/s kvartsitt |
| 406250 7621900 | 50 i/s kvartsittisk gl.sk. |
| 404850 7626700 | 50 - 80 i/s kvartsittisk gl.sk. |
| 404350 7627500 | 50 i/s gl.sk. |

KARTBLAD 14322 SONE 34

| | |
|----------------|---|
| 401050 7627200 | 40 i/s løsmasse |
| 400900 7625050 | 60 i/s gl.sk. |
| 400400 7624150 | 60 i/s gl.sk. |
| 400250 7623800 | 50 i/s løsmasse |
| 400250 7623800 | 60 i/s gl.sk. |
| 400750 7621200 | 45 i/s løsmasse |
| 401300 7619450 | 50 i/s løsmasse (bekkeavsetning) |
| 401000 7618400 | 45 i/s løsmasse |
| 388000 7617000 | 60 i/s granitt |
| 388000 7617000 | 130 i/s pegmatitt |
| 386100 7618750 | 70 i/s øyegranitt |
| 386100 7618750 | 200 i/s pegmatitt |
| 386000 7618800 | 60 - 170 i/s gl.sk. lys muskovitt høyst |
| 385900 7618950 | 100 i/s |

| | |
|----------------|----------------------|
| 384800 7620200 | 50 - 300 i/s granitt |
| 384000 7621000 | 25 i/s gabbro |
| 383900 7621550 | 70 i/s |
| 382050 7623300 | 60 i/s gl.sk. |
| 382750 7623500 | 45 i/s løsmasse |
| 383900 7624250 | 55 i/s løsmasse |
| 382600 7625550 | 80 - 100 i/s granitt |
| 382650 7627100 | 90 i/s gl.sk. |
| 383350 7628400 | 70 i/s gl.sk. |

TROMS

RADIOAKTIV STRÅLING FRA BERGGRUNNEN

TOLKNINGSKART

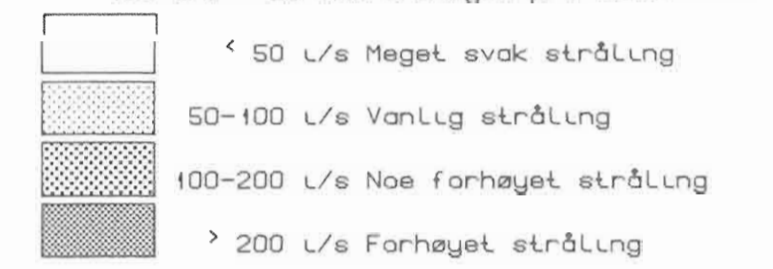
FORKLARING

Kartet viser variasjoner i total radioaktiv stråling hovedsaklig målt på blottede bergoverflater ved vet. Målingene er utført med kalibrert scintillometer. Ved tolkningen er det også benyttet berggrunnsgeologiske kart.

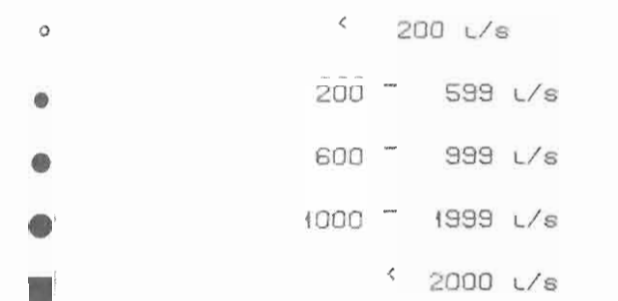
Den vesentlige del av den målte radioaktive strålingen skyldes spaltning av de tre grunnstoffene uran, thorium og kalcium som finnes i varierende mengder i berggrunnen.

Radon er en radioaktiv gass som dannes ved spaltning av uran og thorium. Innenfor områder med høy total stråling, har bergarten størst evne til å avgi radon. Mange faktorer virker inn på hvor stor del av radongassen som kommer opp til overflaten.

l/s = impulser pr. sekund
(Ved likevekt under naturlige forhold er:
100 l/s = 20 mikrorøntgen pr. time)



Utvählte punkter med forhøyet stråling.
Tilleggsopplysninger finnes ved NGU



TROMS FYLKE

Troms fylke har stort sett vanlig radioaktiv stråling. Lokalt finnes imidlertid områder med høyere stråling, da særlig knyttet til de eldste bergartene. Fire steder er det påvist større konsentrasjoner av uran, hvor strålingen lokalt er langt over 1000 l/s. Stedene er merket på kartet med nummer:

- ① Orrefjell, Salangen.
- ② Middagskarhøgda, Kvaløya.
- ③ Beralaavl, Kvanangen.
- ④ Njallaav'zt, Nordreisa.

Feltmålingene er utført 1975 - 1986.

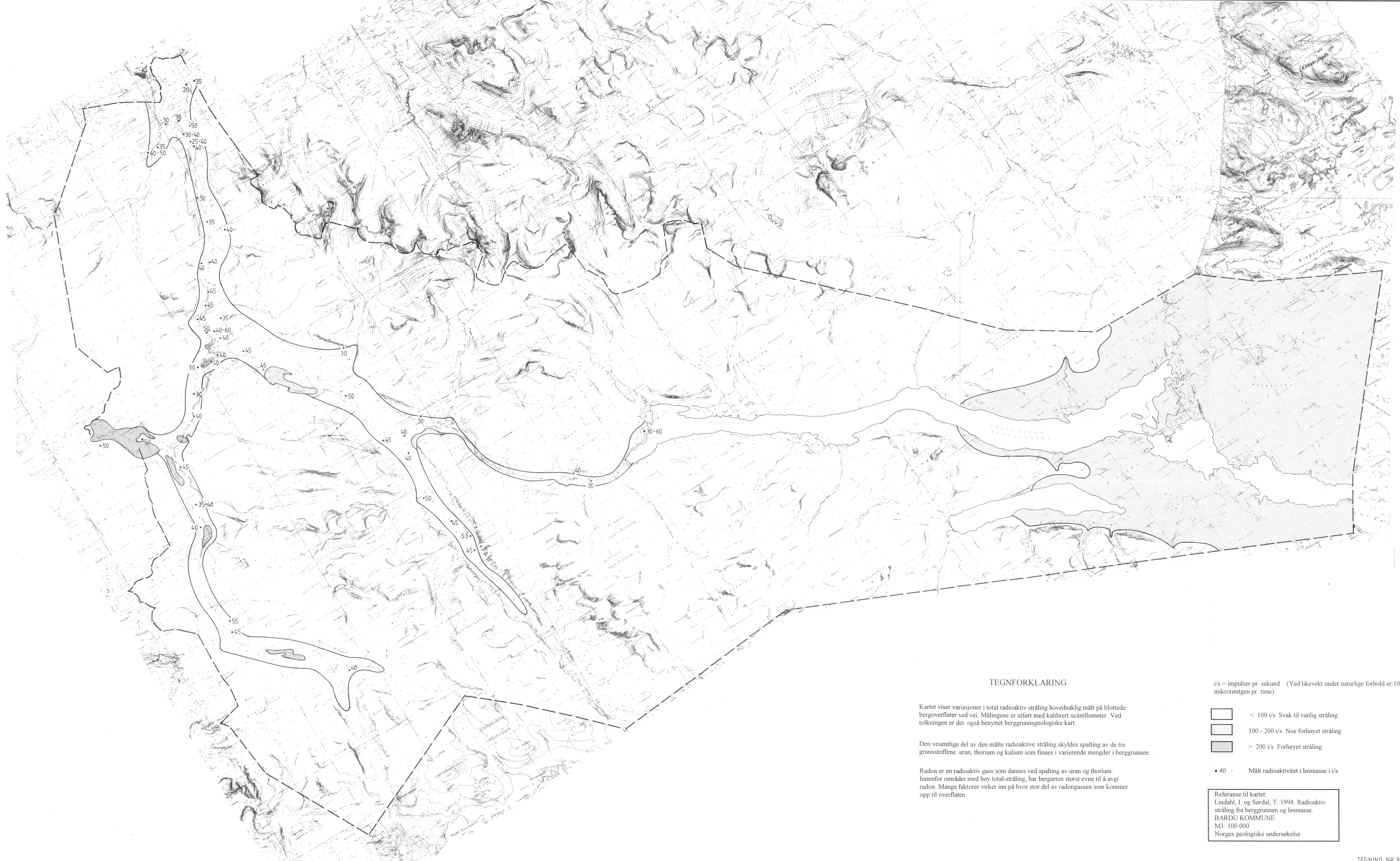
Tilleggmålinger er utført i 1990.
Kartet er oppdatert i 1991.

Referanse til kartet:
Hystingjord, J. 1988: Radioaktiv stråling fra berggrunnen, TROMS. M1: 500 000
Norges geologiske undersøkelse

10 km

Målestokk 1 : 500 000





TEGNFORKLARING

Kartet viser variasjoner i total radioaktiv stråling hovedsaklig målt på blottede bergoverflater ved vei. Målingene er utført med kalibrert scintillometer. Ved tolkningen er det også benyttet berggrunnsgeologiske kart.

Den vesentlige del av den målte radioaktive stråling skyldes spaltning av de tre grunnstoffene uran, thorium og kalium som finnes i varierende mengder i berggrunnen.

Radon er en radioaktiv gass som dannes ved spaltning av uran og thorium. Innenfor områder med høy total-stråling, har bergarten størst evne til å avgi radon. Mange faktorer virker inn på hvor stor del av radongassen som kommer opp til overflaten.

i/s = impulser pr. sekund (Ved likevekt under naturlige forhold er: 100 i/s = 20 mikrorontgen pr. time)

- < 100 i/s Svak til vanlig stråling
- 100 - 200 i/s Noe forhøyet stråling
- > 200 i/s Forhøyet stråling

• 40 • Målt radioaktivitet i løsmasse i i/s

Referanse til kartet:
 Lindahl, I. og Sordal, T. 1994: Radioaktiv stråling fra berggrunnen og løsmasse. BARDU KOMMUNE. M1: 100 000. Norges geologiske undersøkelse