

NGU - rapport 89.128

**Måling av naturlig radioaktiv
stråling fra berggrunnen,**

HURDAL kommune, AKERSHUS

NGU



NGU-rapport 89.128

IFE/KR/F-89/134

Måling av naturlig radioaktiv stråling fra berggrunnen,
Hurdal kommune, Akershus

RAPPORT NR.	NGU	IFE		TILGJENGELIGHET
	89.128	IFE/KR/F-89/134	ISSN 0800-3416	Innskrenket
RAPPORT TITTEL:				DATO: 1989-10-16
Måling av naturlig radioaktiv stråling fra berggrunnen, Hurdal kommune, Akershus				ANTALL SIDER: 14
FORFATTER(E): I. Lindahl, L. Furuhaug (NGU) G. Christensen, H. Qvale (IFE)				ANTALL KART BILAG: 1
OPPDRAUGSGIVER: Hurdal Kommune				ANTALL KOPIER: 10
SAMMENDRAG:				DISTRIBUSJON:
<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 er beskrevet. Tolkingskart over naturlig stråling innenfor kommunen bygger på disse målingene og på berggrunnsgeologiske tolkningskart.</p> <p>For Hurdal kommune er ikke samtlige veier undersøkt og vi må derfor basere oss på ellers tilgjengelig informasjon i vår vurdering av forholdene og mulige tiltak:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. I området Rustad-Hurdal bør det utføres kontroll-målinger i utvalgte boliger. Området finnes på tegning 1, men er foreløpig ikke nøyaktig avgrenset. 2. Ved planlegging av boligfelt i områdene nevnt under punkt 1 bør en kontrollere de aktuelle forholdene ved å måle grunnstråling og radon fra jordsmonn. Disse resultatene vil gi grunnlag for å vurdere om spesielle tiltak er nødvendig. 3. Vi vil anbefale at det innenfor området med noe forhøyet radioaktivitet (tegning 1), også i områder dekket med sand og grus i dalførene, gjennomføres kontrollmålinger i et utvalg av eksisterende boliger. Ved fremtidig utbygging av boligfelt bør det foretas en mer detaljert vurdering som baseres på målinger i nærliggende eksisterende boliger, alternativt spredte jordluftmålinger, og på en befaring med en geolog som kan påvise eventuelle lokale radonkilder eller spesielt gode lagringsbetingelser for radon i grunnen. 				Hurdal Kommune(3) NGU arkiv IFE arkiv I. Lindahl L. Furuhaug G. Christensen H. Qvale
STIKKORD: Radioaktivitet, Naturlig stråling, Fagrapport				
FYLKE: Akershus			KOMMUNE: Hurdal	
KARTBLAD NAVN (M. 1:250 000): Oslo				
KARTBLADNR OG -NAVN (M. 1:50 000): 1815 I, 1816 I, 1915 I, 1915 IV og 1916 III				
FELT ARBEID UTFØRT: 1989			PROSJEKT NR (NGU): 22.2442.01	
RAPPORT GODKJENT AV: Jan Nitteberg			DATO: 1989-10-16	<i>Jan Nitteberg</i>

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>Seksjon</u>	<u>Side</u>
1. INNLEDNING	1
2. RADIOAKTIVITET OG STRÅLING	1
3. MÅLING AV IONISERENDE STRÅLING	4
4. GAMMASTRÅLING FRA OMGIVELSENE	4
5. MÅLING AV RADON	6
6. RADON I BOMILJØ	6
7. PRAKTISK OPPLÉGG FOR MÅLINGENE FRA BIL	8
8. GEOLOGISKE FORHOLD	9
9. VEIDEKNING	10
10. VURDERING	10
11. FIGURER	12

1. INNLEDNING

I de siste par år er det blitt svært aktuelt i Norge å undersøke våre bomiljøer med hensyn til radon, som er en radioaktiv gass. Vi vet at en del steder kan vi forvente å finne uønskede høye radonkonsentrasjoner i våre hus. Det er en proporsjonal sammenheng mellom innholdet av enkelte naturlig radioaktive stoffer i bergart og jordsmonn og deres evne til å produsere radon. Derfor vil de kartlagte variasjonene i naturlig radioaktiv stråling også være viktige data i radonsammenheng. For at disse dataene skal kunne komme til nytte i denne sammenhengen, vil NGU gi ut fylkeskart over naturlig radioaktiv stråling fra berggrunnen i de fylkene hvor etter hvert full dekning med målinger langs veiene foreligger.

I løpet av sommeren 1988 ble det etablert kontakt mellom en del kommuner i Akershus, NBBL Utbygging og Institutt for energiteknikk (IFE) med hensikt å få undersøkt mulig radonrisiko i disse kommunene. NGU har et samarbeid med IFE på dette felt, hvor NGU's bidrag hovedsakelig er kartlegging av den naturlige radioaktiviteten fra berggrunnen, mens både IFE og NGU gjør radonmålinger ute i naturen, og IFE alene sørger for målinger i bomiljø og vurdering av helserisiko. På høstparten 1988 ble det gitt klarsignal for finansiering av en vurdering av radonrisikoen i flere kommuner.

2. RADIOAKTIVITET OG STRÅLING

Et atom består av en kjerne og elektroner som kretser i forskjellige baner rundt kjernen. Kjernen er sammensatt av protoner og nøytroner. Antall protoner i kjernen bestemmer hvilket grunnstoff atomet tilhører. Summen av antall protoner og nøytroner i kjernen kalles massetallet. Et bestemt atom kan derfor gis navn ved å benytte grunnstoffets navn (eller kjemiske symbol) pluss massetallet, f.eks. uran-238 eller U-238 eller ^{238}U . Et slikt navngitt atom kalles en nuklide. Nuklider av samme grunnstoff, men med forskjellige massetall, kalles isotoper.

Atomets kjemiske egenskaper er knyttet til elektronene, mens de radioaktive egenskapene er knyttet til kjernen. Hvis kjernen er ustabil, har den nemlig evnen til å kunne sende ut stråling med høy energi. Vi sier da at kjernen er radioaktiv. Strålingen kalles ioniserende stråling fordi den kan ionisere atomer og molekyler i det stoffet den går gjennom. Slik stråling blir ofte (noe feilaktig) kalt radioaktiv stråling.

De tre viktigste strålingstypene kalles alfa, beta og gammastråling. En alfastråle er en strøm av alfapartikler. Disse er sammensatt av to protoner og to nøytroner og er identisk med heliumisotopen He-4. En betastråle er også en partikkelstrøm. Partiklene er elektroner. Gammastråling er elektromagnetiske bølger akkurat som røntgenstråling, men har høyere energi.

Utsendelse av alfa- eller betastråling (men ikke gammastråling) fører til at antall protoner og nøytroner endres, og kjernen tilhører derfor et annet grunnstoff etter utsendelsen. Den nye kjernen kalles gjerne for "datteren" eller "datterproduktet" til den opprinnelige kjernen ("moren"). Hvis også datterkjernen er radioaktiv, og kanskje døtrene i flere ledd er radioaktive, får vi en serie av datterprodukter (også kalt spaltningsrekke; se figur 1 og 2). Radon danner utgangspunkt for en slik serie av "radondøtre".

Generelt kan vi redusere påvirkningen fra ioniserende stråling ved å øke vår avstand til kilden, ved å gjøre den tiden vi er utsatt for strålingen kortest mulig og ved å skjerme oss mot strålingen.

Alfapartikler stoppes lett av noen få centimeter luft, et vanlig papirark eller vanlige klær. De representerer derfor ingen helsefare med mindre de radioaktive stoffene som gir slik stråling befinner seg inne i kroppen vår. Betapartiklene er mer gjennomtrengelige, og det trengs kraftige klær eller noen millimeter aluminium for å stoppe dem. Gammastrålingen er enda mer gjennomtrengelig enn betastråling, og det er nødvendig med flere centimeter bly eller betong eller en halv til én meter vann for å skjerme seg tilfredsstillende.

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

- | | | |
|--|---|----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Kosmisk stråling fra verdensrommet - Stråling fra omgivelsene, f.eks. stoffer i jordskorpa og bygninger | } | Ytre stråling |
| <ul style="list-style-type: none"> - Stråling fra stoffer i vår egen kropp, inklusive radon 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 værs. Den kosmiske strålingen utgjør i gjennomsnitt omkring halvparten av den ytre stråling vi er utsatt for.

Strålingen fra naturlig radioaktive stoffer i jordskorpa kan variere sterkt alt etter mengden av radioaktive grunnstoffer i undergrunnen. Forskjeller i slik stråling fra sted til sted med faktorer på 5-10 er ikke uvanlig. Det kan også være bygninger som bidrar betydelig m.h.t. ytre stråling på grunn av radioaktive grunnstoffer i bygningsmaterialet.

I kroppen vår finnes mange radioaktive stoffer, og de forskjellige delene av kroppen utsettes for ulike strålingskilder. Den indre stråling utgjør ca. 90 % av den totale strålingen vi utsettes for. I kroppen får vi den største stråledosen fra radon og radondøtrene. Det er særlig lungene som bestråles. Den resterende del av den indre strålingen skyldes kalium-40 i de forskjellige kroppsdelene.

Ved siden av kalium er det grunnstoffene uran og thorium som er årsak til den ytre strålingen fra fjellgrunn og løsmasser. Uran-238 og thorium-232 er hver for seg mødre til en lang rekke datterprodukter og danner hver sin spaltningsrekke der radon inngår i begge.

For å opprette en spaltningsrekke fra uran til bly eller fra thorium til bly, som er i likevekt (alle ledd), tar det i størrelsesorden 1 million år. Ved likevekt har vi et konstant forhold mellom mengden av de forskjellige nuklidene i forhold til utgangsmengden av uran eller thorium.

Halveringstiden ($T_{1/2}$) for en nuklide er den tiden det tar før halve mengden av utgangsmaterialet er borte. Halveringstiden varierer sterkt for de forskjellige nuklidene (se Fig. 1 og 2), og intensiteten av alfa-, beta- og gammastråling som sendes ut er derfor forskjellig.

3. MÅLING AV IONISERENDE STRÅLING

Når det gjelder registrering av strålingen vil prinsippene for noen av de vanligste målingene og instrumentene kort og noe forenklet bli forklart nedenfor. Det finnes mange utforminger av instrumentene, men prinsippene er de samme. Bare den type strålemåling som benyttes av NGU innenfor vanlig geologisk kartlegging vil bli beskrevet, det vil si måling av gamma- eller alfastråling fra kalium, uran, thorium eller datterprodukter.

4. GAMMASTRÅLING FRA OMGIVELSENE

Tidligere ble det ved måling av gammastråling brukt Geiger-Müller-tellere. I dag brukes det vi kaller scintillasjonstallere og halvlederdetektorer (bare de førstnevnte omtales her). Scintillasjonstallere er langt mer robuste enn Geiger-Müller-tellere og langt mere følsomme. Vekten på et slikt instrument for feltmålinger ligger mellom 0,5 - 4 kg. Bærbare instrumenter hvor det vanligvis er mulig å måle U (^{214}Bi), Th (^{208}Tl) og K (^{40}K) i hvert sitt vindu, veier fra 1,5 - 10 kg alt etter hvor følsomme en ønsker dem. Til bruk i bil eller fly finnes enda mer avanserte og følsomme instrumenter.

Prinsippet for scintillasjonstallere er at når gammastrålingen treffer

en talliumaktivert natriumjodid-krystall (NaI(Tl)), vil den slå elektroner i krystallen ut av sin bane. Dette registreres ved lysglimt når elektronene faller på plass igjen. Lysglimtene (scintillasjonene) registreres av en fotomultiplikator (lysmåler) som omformer lyspulsene til strømpulser. Ved hjelp av tilhørende elektronikk kan vi måle antall pulser pr. tidsenhet, vanligvis kalt impulser/sekund. Antallet impulser er proporsjonalt med hvor mange gammastråler som treffer krystallen. Muligheten til å treffe er avhengig av krystallens størrelse eller volum. Øket krystallstørrelse vil derfor gi øket følsomhet eller evne til å registrere små variasjoner i gammastrålingen. En forenklet prinsippsskisse av en scintillasjonsteller er vist i Fig. 3.

Når gammastråling måles med scintillasjonsteller kan vi registrere både strålingen i hele spekteret, det vil si for alle bølgelengder, og deler av spekteret innenfor smalere bånd (vinduer). Måler vi hele spekteret samtidig, sier vi at vi registrerer totalstrålingen ved måling av flere utsnitt av spekteret (vinduer) gjør vi spektrometermålinger. Eksempel på vinduer for uran, thorium og kalium er vist på Fig. 4, som avbilder et typisk gammaspektrum målt med scintillasjonsteller.

Verken uran eller thorium sender selv ut gammastråling, men noen av datterproduktene gjør. I spektret er det markerte topper som skyldes nuklidene ^{214}Bi , ^{208}Tl og ^{40}K . Ser vi på spaltningsrekken for uran (Fig. 1.) og thorium (Fig. 2) ser vi at ^{214}Bi tilhører uran- og ^{208}Tl tilhører thoriumrekken. Dersom spaltningsrekkene er i likevekt, vil det være konstant mengdeforhold mellom uran og ^{214}Bi og mellom thorium og ^{208}Tl . ^{40}K er en radioaktiv isotop av kalium. Kalium vil alltid ha et konstant forhold til ^{40}K .

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 målepunkt til målepunkt, først og fremst de geometriske forhold.

5. MÅLING AV RADON

Både i spaltningsrekken til uran og til thorium vil radon sende ut alfastråling. Det finnes en rekke metoder for måling av radon. En av disse metodene går ut på at en pumper luften en skal måle radoninnholdet i inn i en beholder med et spesielt belegg (ZnS). Når alfapartikler treffer dette belegget dannes lysglimt som registreres på samme måte som nevnt i kapitlet foran, men bare totalstrålingen registreres. På grunn av forskjellige halveringstider (radon fra uran-238 (^{222}Rn) har 3,8 dager, og radon fra thorium-232 (^{220}Rn) har 51,5 sekunder), er det mulig å si om radoninnholdet skyldes uran eller thorium ved å gjenta tellingen etter en stund.

Radon fra uran og thorium i jordsmonnet og underliggende fjell vil bevege seg opp mot overflaten sammen med jordluften. Dermed er det ideelt sett mulig å kartlegge innholdet av uran og thorium i berggrunnen under overdekket ved å måle radonkonsentrasjonen i jordluften.

Radon løses i vann eller dannes i vann ved spalting av radium (Ra), og finnes både i grunnvannet og i overflatevann. Mengden radon i vann kan måles ved å ta en vannprøve og boble luft gjennom den. Luften opptar radon og pumpes inn i samme type målekammer som benyttes ved måling av radon i jordluft.

For måling av radon i luften i boliger brukes andre metoder som ikke beskrives her.

6. RADON I BOMILJØ

Foran er sammenhengen mellom den naturlige radioaktivitet i bergarter og løsmasse og avgivelse av radon påpekt. Radon som kommer uønsket inn i våre bomiljø må både ha en slik 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 er bare radon fra uran-238 som betyr noe i denne sammenheng. Radon fra thorium-232 har så kort

halveringstid at den normalt er borte før den kommer inn i boligen.

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.

Vi kan ta forholdsregler ved selve plasseringen av boligen og også passe på at den får tett sokkel og grunnmur. Når det gjelder vannforsyning fra grunnvann kan radoninnholdet kontrolleres ved analyse av vannet, og forholdsregler tas ut fra det. Stråling fra byggematerialer er enklest å unngå. Det gjøres ved å anvende materialer med lavt innhold av radioaktive stoffer.

Radon fra undergrunnen er den langt viktigste faktor i denne sammenhengen. Problemet er normalt størst hvor det er størst mengde uran-238. Det er imidlertid mange faktorer som gjør at forholdene kan variere svært mye. Til og med i områder med normalt eller lavt uraninnhold kan en ved uheldig plassering få problemer i huset. Dette skyldes vesentlig inhomogeniteter i berggrunnen og løsmassene som kan gi en ujevn avgivelse av radon fra undergrunnen. En massiv bergart vil kunne avgi bare 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 radoninnhold selv om bergartsenheten på overflaten har lav radioaktivitet.

Jordlagene som ligger over det faste fjell har også stor betydning. De kan selv avgi radon, eller gassen kan strømme gjennom de løse lagene, og/eller de kan fungere som radonreservoar. Den viktigste faktor er permeabiliteten til de løse lagene og inhomogeniteter i disse.

Eksempelvis vil leire være så tett at radon ikke trenger gjennom denne selv om underliggende bergart har et forhøyet innhold av uran-238. En meget uheldig konstellasjon vil være om en i en tomt graver gjennom en tett leirkappe ned på underliggende grus. Sand og grus kan da opptre

som et radon-reservoar med huset som skorstein.

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 ekstra undersøkelser som er av en bagatellmessig kostnad sett i forhold til de andre planleggingskostnadene.

7. PRAKTISK OPPLEGG FOR MÅLINGENE FRA BIL

Etter avtale er det for Hurdal kommune i denne omgang ikke utført målinger fra bil. Fra tidligere finnes det imidlertid data for deler av veinettet innenfor Hurdal kommune. Disse fremkom i forbindelse med ressurskartlegging i området (molybden-forkomsten i Hurdal) og er benyttet i vurderingen sammen med resultater fra andre deler av regionen.

Til bilmålingene ble brukt et gammaspektrometer (Geometrics DGRS 3001). Gammastrålingen ble målt i tre kanaler, Uran, Thorium, Kalium og i tillegg total gammastråling. Krystallvolumet var totalt ca. 7 liter fordelt på fire krystaller. Prinsippet for instrumentene er beskrevet foran. Strålingen ble kontinuerlig registrert på skriver og de forskjellige nivåene kontrollert ved målinger som ble gjort på bergartsoverflaten med et annet spesialinstrument.

Alle oppgitte måleverdier er i samme skala. Ved målinger på bergartsoverflaten holdes betingelsene mest mulig like. Oppgitte måleverdier har benevnningen impulser pr. sekund (i/s) (se tegning 1), for målinger gjort på bergartsoverflaten.

Ved målinger fra bil var hastigheten maksimum 45 km/time og hver veistrekning ble målt i begge retninger (tur/retur). Krystallene som registrerte strålingen lå ute i høyre side av bilen. Dermed kunne stråling fra størst mulig avstand på begge sider av veien bli registrert.

Målingene i Hurdal ble utført våren 1989.

8. GEOLOGISKE FORHOLD

Berggrunnen i Hurdal kommune er grovt sett todelt aldersmessig og i type bergart.

1. Prekambriske gneiser utgjør en liten del av kommunens areal i nordvest. Disse bergartene, som er de eldste i området, hører til grunnfjellet som strekker seg vestover og utgjør store deler av sørvest Norge.
2. Permiske magmatiske bergarter (smeltebergarter) utgjør størstedelen av arealet i kommunen. Det gjelder hele den østlige del av kommunen og også den sørlige delen i vest.

Oppå berggrunnen er det avsatt morene, sand og grus. Særlig i bunnen av hoveddalførene kan det finnes tykke morene- og grusavsetninger. Utenom dette er det vanligvis relativt tynt morenedekke.

De prekambriske gneisene i Hurdal (vesentlig basert på målinger i Gran og Østre Toten) viser vanlig radioaktivitet. I mindre områder kan imidlertid noe forhøyet stråling opptre.

De permiske bergartene i Oslofeltet, som strekker seg fra Larvik og opp mot Hurdal og sørenden av Mjøsa, viser generelt noe forhøyet radioaktivit stråling. Store variasjoner finnes imidlertid lokalt.

I Hurdal kommune er dataene utilstrekkelige for en god vurdering, men slik som det ser ut er det noe forhøyet stråling i de fleste områdene i kommunen. Et felt på vestsiden av Hurdal er det forhøyet stråling (se tegning 1). Punkter viser verdier for den naturlige strålingen på opptil 1000 i/s.

9. VEIDEKNING

Veidekningen i kommunen er god men som nevnt foran er bare deler av veinettet benyttet for målingene. Kartet over naturlig radioaktivitet fra berggrunnen (tegning 1) er et tolkningskart basert på berggrunnsgeologiske kart og måling på bergartsoverflater. I dalførene er det overdekning av morene, grus og sand som gjør tolkningen noe usikker. Dette skyldes til dels store avstander mellom steder med blottet fjell.

10. VURDERING

Et mindre område i kommunens nordvestre del har vanlig radioaktiv stråling. De permiske smeltebergartene som utgjør resten av kommunen har oftest noe forhøyet stråling. Et område vest for Hurdalssjøen mellom Rustad og Hurdal viser forhøyet stråling.

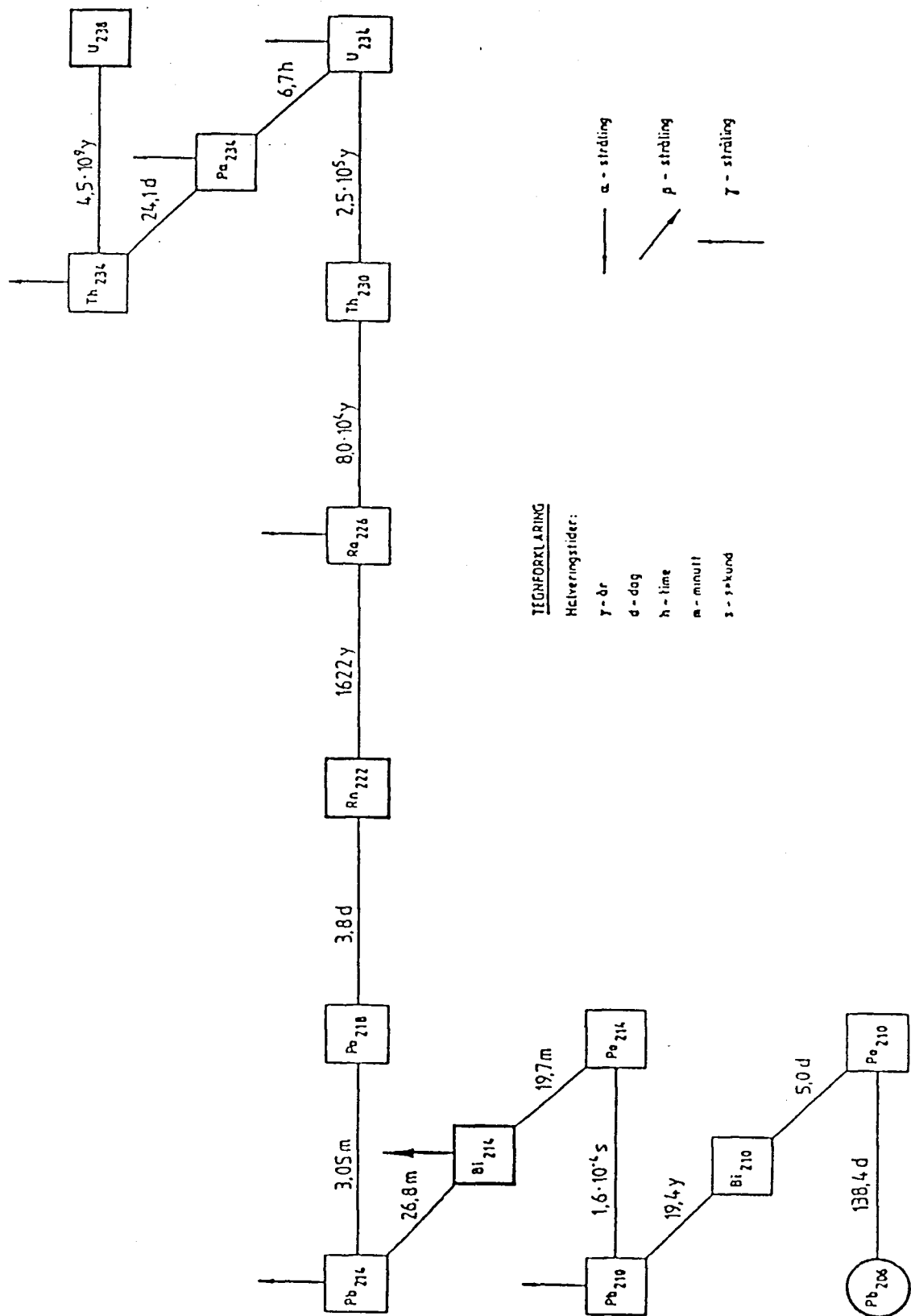
Ut fra resultatene bør følgende tiltak vurderes:

1. I området Rustad-Hurdal bør det utføres kontrollmålinger i utvalgte boliger. Området finnes på tegning 1, men er foreløpig ikke nøyaktig avgrenset.
2. Ved planlegging av boligfelt i områdene nevnt under punkt 1 bør en kontrollere de aktuelle forholdene ved å måle grunnstråling og radon fra jordsmonn. Disse resultatene vil gi grunnlag for å vurdere om spesielle tiltak er nødvendig.
3. Vi vil anbefale at det innenfor området med noe forhøyet radioaktivitet (tegning 1), også i områder dekket med sand og grus i dalførene, gjennomføres kontrollmålinger i et utvalg av eksisterende boliger. Ved fremtidig utbygging av boligfelt bør det foretas en mer detaljert vurdering som baseres på målinger i nærliggende eksisterende boliger, alternativt spredte jordluftmålinger, og på en befaring med en geolog som kan påvise eventuelle lokale radonkilder eller spesielt gode lagringsbetingelser for

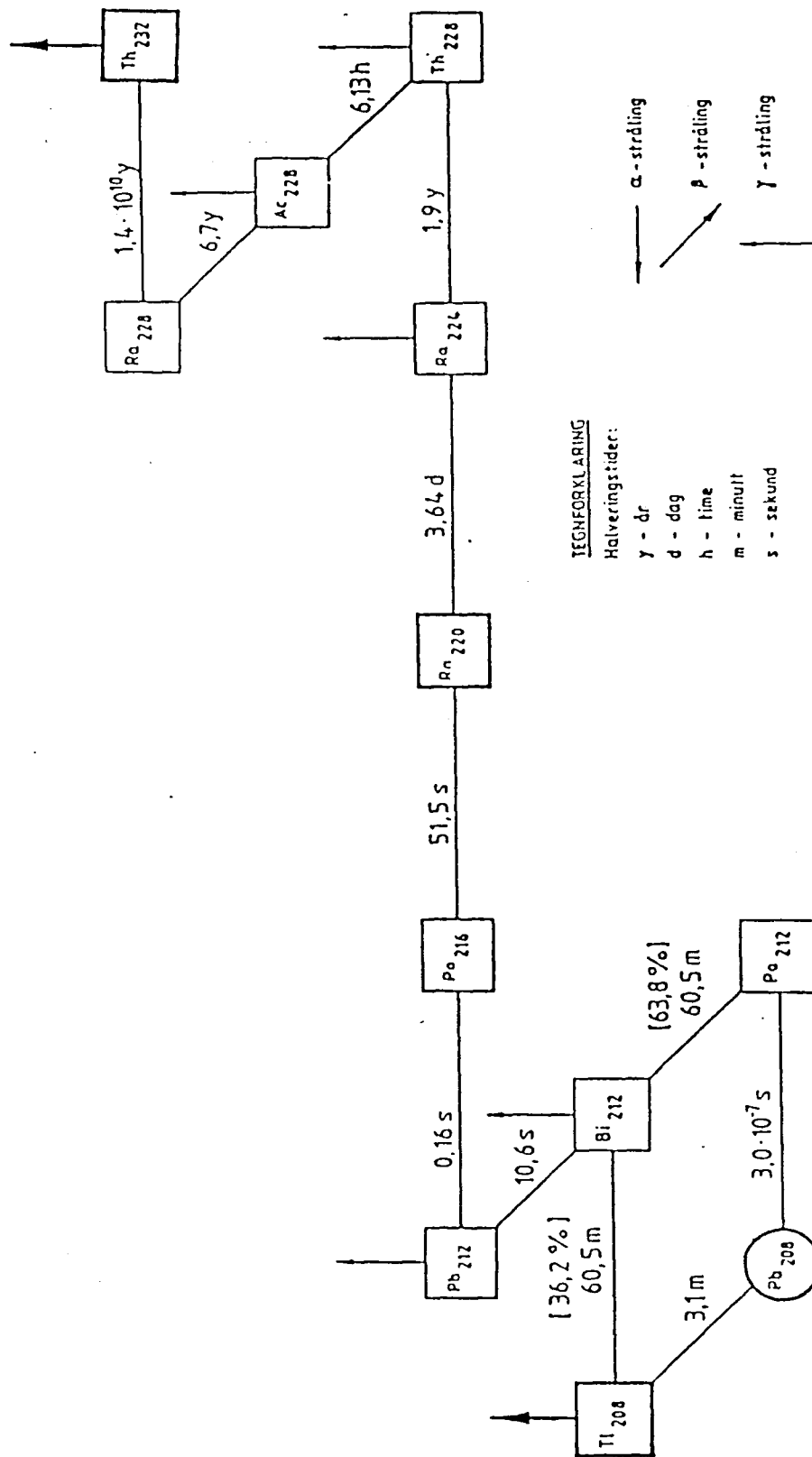
radon i grunnen.

Vi gjør oppmerksom på at denne vurderingen er gjort på basis av NGU's tidligere innsamlede data i forbindelse med ressurskartlegging. Vurderingen må betraktes som foreløpig.

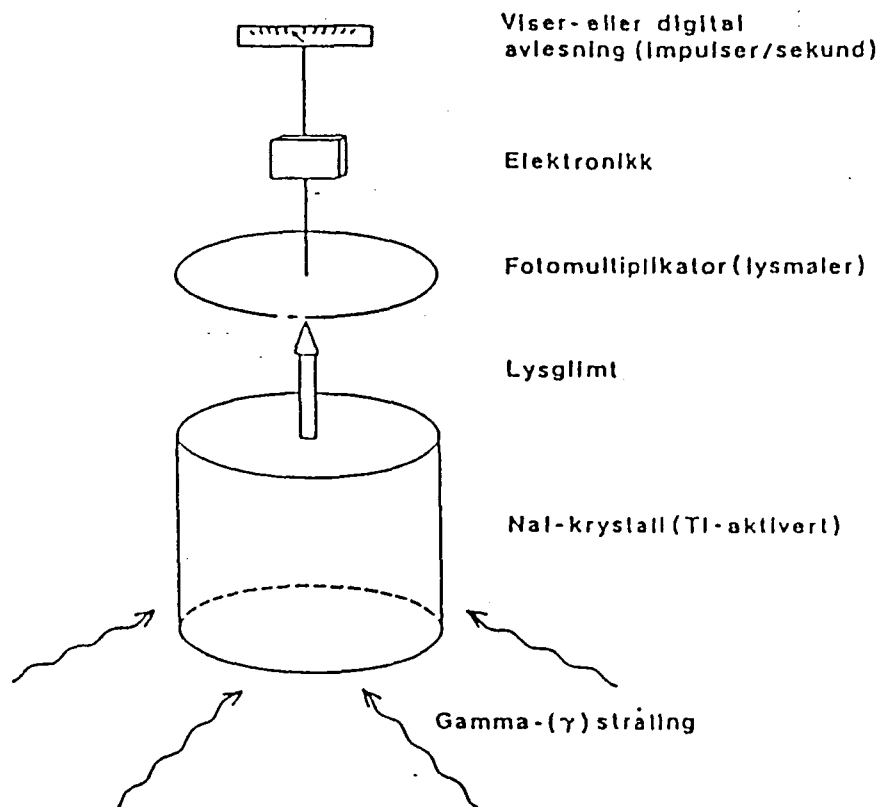
Forøvrig anbefales å ta kontakt med IFE eller NGU for diskusjon av resultatene, og for eventuell oppfølging.



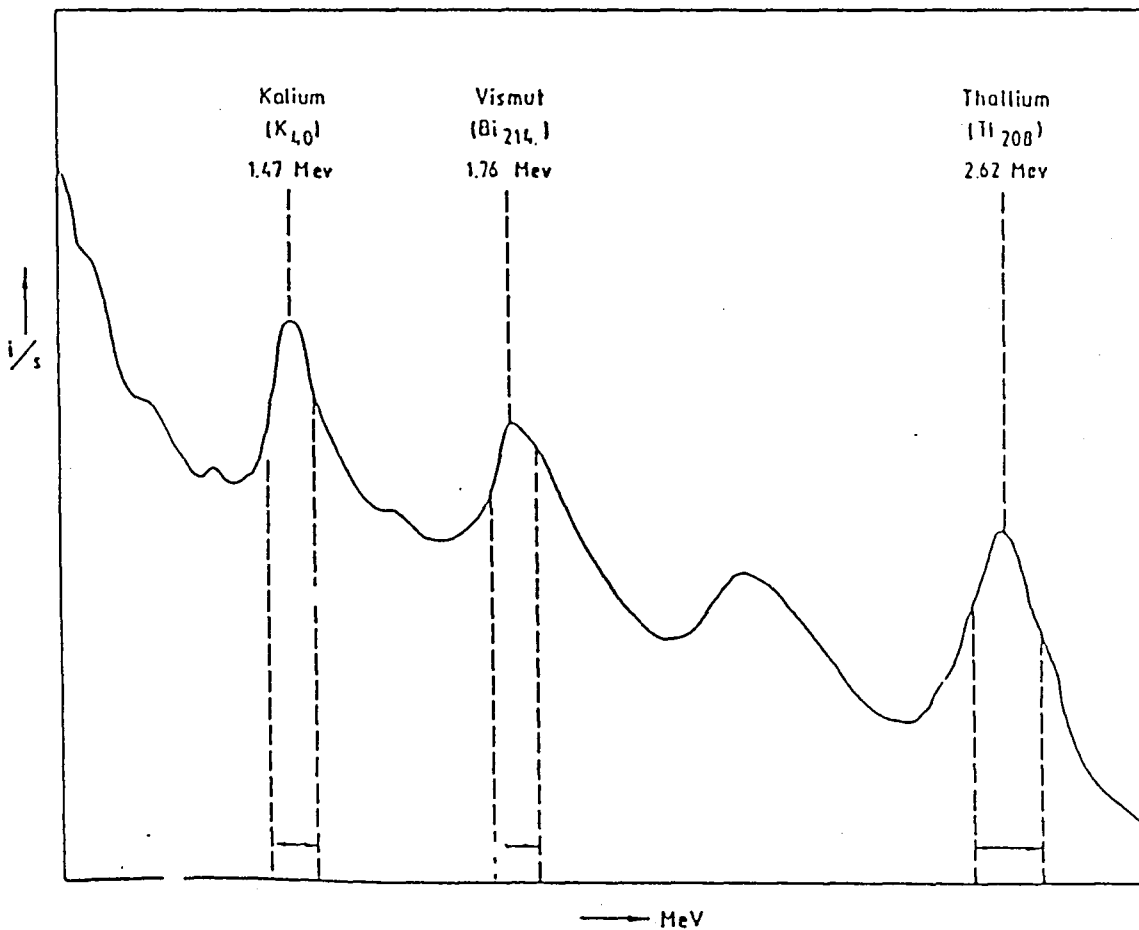
Figur 1 Forenklet spaltningsrekke for uran-238, som er den mest vanlige uranisotop i naturen



Figur 2 Forenklet spaltningsskema for thorium-232.



Figur 3 Prinsippskisse for oppbygging av en scintillasjonsteller



Figur 4 Naturlig gammaspektrum. Bølglengden er gitt i MeV (megaelektronvolt)

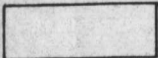



FORKLARING

Kartet viser variasjoner i total radioaktiv stråling hovedsaklig målt på blottede bergoverflater ved vel. 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 avgir 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 mikroröntgen pr. time)

-  < 50 l/s Meget svak stråling
-  50-100 l/s Vanlig stråling
-  100-200 l/s Noe forhøyet stråling
-  > 200 l/s Forhøyet stråling



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Radioaktivitet fra berggrunnen Hurdal kommune Akershus	MÅLESTOKK	OBS. L.F./J.G.	1979-85
	1:50 000	TEGN. I.L.	1989
		TRAC. L.F.	"
	KFR. I.L.	"	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 89.128-01	KARTBLAD NR. 1815 I, 1816 I, 1915 I, 1915 IV og 1916 III	