

NGU - rapport 89.113

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

FROGN kommune, AKERSHUS

NGU

NGU-rapport 89.113



IFE/KR/F-89/105

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

RAPPORT NR.	NGU	IFE		TILGJENGELIGHET
	89.113	IFE/KR/F-89/105	ISSN 0800-3416	Innskrenket
RAPPORT TITTEL:				DATO: 1989-08-02
Måling av naturlig radioaktiv stråling fra berggrunnen, Frogn kommune, Akershus				ANTALL SIDER: 13
FORFATTER(E): I. Lindahl, T. Sørдал (NGU) G. Christensen, H. Qvale (IFE)				ANTALL KART BILAG: 1
OPPDRAKSGIVER: Frogn Tomteselskap				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 tolkingskart.</p> <p>Betydelige områder i Frogn kommune viser jevnt et noe forhøyet strålingsnivå uten punkter med høy radioaktivitet. Resultatene tilsier ikke at umiddelbare bygningstekniske tiltak bør igangsettes, men vi vil anbefale at det i områder med noe forhøyet radioaktivitet, samt i andre områder dekket av store sand og grusforekomster gjennomføres kontrollmålinger i et utvalg av eksisterende boliger. Det bør være en overrepresentasjon fra området nord-vest for Digerud der de høyeste verdiene er funnet og fra Aspond og Langøya. Videre vil vi foreslå at det ved fremtidig utbygging av boligfelt i områder med noe forhøyet stråling foretas vurderinger basert på målinger i nærliggende eksisterende boliger. Alternativt kan spredte jordluftmålinger og en befaring av en geolog foretas for å påvise evt. lokale radonkilder eller spesielle "radonmagasiner" i grunnen.</p> <p>I andre deler av kommunen kan en geolog med en kort befaring påvise om ytterligere målinger er nødvendig.</p>				Frogn Tomteselskap (3) NGU arkiv IFE arkiv I. Lindahl T. Sørдал G. Christensen H. Qvale
STIKKORD: Radioaktivitet, Naturlig stråling, Fagrapport				
FYLKE: Akershus			KOMMUNE: Frogn	
KARTBLAD NAVN (M. 1:250 000): Oslo				
KARTBLADNR OG -NAVN (M. 1:50 000): 1814 I + II, 1914 III + IV				
FELT ARBEID UTFØRT: 1989			PROSJEKT NR (NGU): 22.2442.01	
RAPPORT GODKJENT AV: Jan Nitteberg			DATO: 1989-08-02	

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 OPPLÈGG FOR MÅLINGENE FRA BIL	8
8. GEOLOGISKE FORHOLD	9
9. VEIDEKNING	9
10. VURDERING	10
11. FIGURER	11

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. Målingene av naturlig radioaktivitet fra berggrunnen langs vei ble fullført i de tre kommunene Eidsvoll, Fet og Sørum før den første snøen kom, og i de gjenværende kommuner tidlig på sommeren 1989.

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 partikkel sammensatt av to protoner og to nøytroner og er identisk med heliumisotopen He-4. En betastråle er også en partikkel, nemlig et elektron. Gammastråling er elektromagnetisk stråling 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 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 scintillasjonstellere 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 både registrere strålingen i hele spekteret og vi kan registrere deler av spekteret innenfor smalere bånd (vinduer). Måler vi hele spekteret samtidig, sier vi at vi registrerer 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. 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 sammenheng. 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

Ved målingene i Frogn er gammastrålingen fra berggrunn og løsmasser blitt registrert fra bil. De kartene NGU presenterer viser bergartenes naturlige gammastråling, og områdene som er avmerket er en samtolkning av måleverdiene som er funnet og de geologiske forhold. Usikkerheten i tolkningen varierer noe, avhengig av hvor tett veinettet er og hvor godt geologisk materiale NGU har i de forskjellige områdene.

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 Frogn ble utført våren 1989.

8. GEOLOGISKE FORHOLD

Berggrunnen i Frogn kommune består av prekambriske grunnfjellsgneiser gjerne av granittisk sammensetning. Området utgjør en del av det sør-øst-norske grunnfjellsområdet. Gneisene er omdannede bergarter av forskjellig opprinnelse.

Oppå berggrunnen er det avsatt morene, sand og grus. Stedvis er berggrunnen dekket med mange meter tykke løsmasseavsetninger. Slike områder finnes flere steder i kommunen.

Berggrunnen i Frogn viser i størstedelen et noe forhøyet strålingsnivå. Et vanlig strålingsnivå finner en i området rundt Drøbak sentrum (se tegning 1). Høyest radioaktivitet er funnet i en granitt som dekker 1-2 km² helt i nord-vest mot Oslofjorden, fra Digerud og mot fjorden. Denne bergarten viser et nivå på ca 200 i/s. (Øyene utenfor er ikke undersøkt).

9. VEIDEKNING

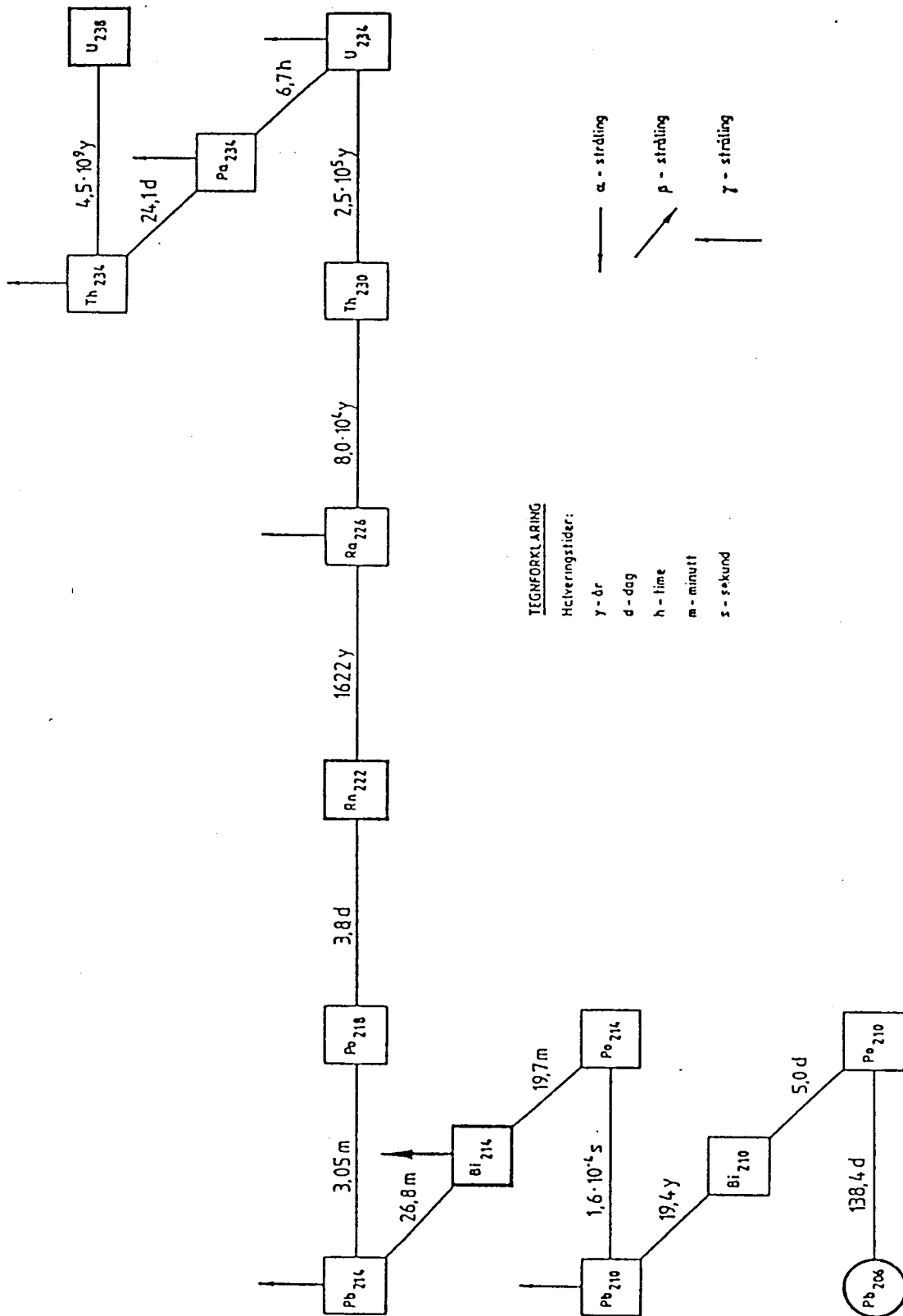
Veidekningen i kommunen er god. Det er målt i et systematisk nett langs de aller fleste veiene. Kartet over naturlig radioaktivitet fra berggrunnen (tegning 1) er som nevnt foran, et tolkningskart basert på berggrunnsgeologiske kart og måling på bergartsoverflater langs veiene. Der hvor det er mye overdekning av morene, sand og grus er tolkningen mest usikker.

10. VURDERING

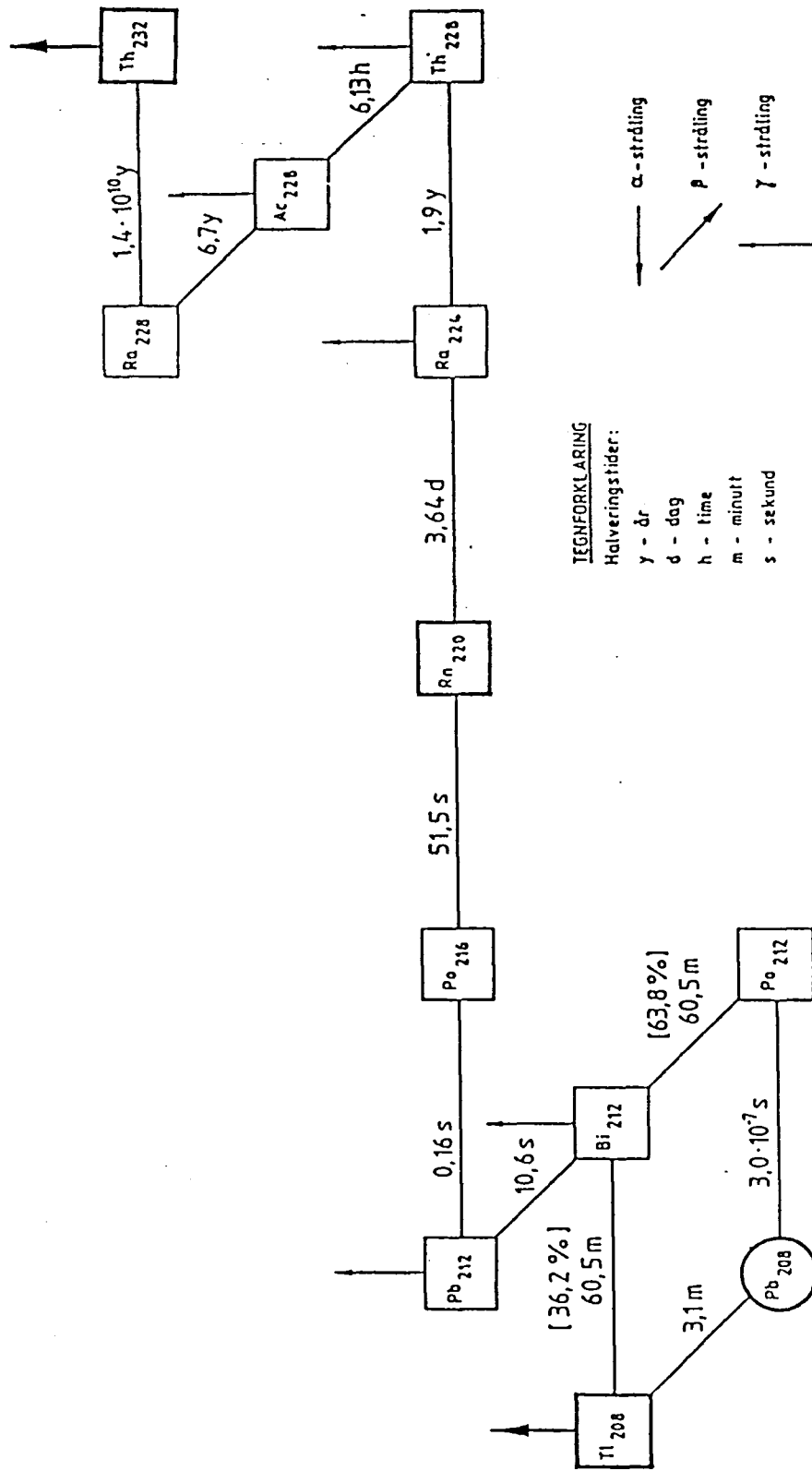
Betydelige områder i Frogn kommune viser jevnt et noe forhøyet strålingsnivå uten punkter med høy radioaktivitet. Resultatene tilsier ikke at umiddelbare bygningstekniske tiltak bør igangsettes, men vi vil anbefale at det i områder med noe forhøyet radioaktivitet, samt i andre områder dekket av store sand og grusforekomster gjennomføres kontrollmålinger i et utvalg av eksisterende boliger. Det bør være en overrepresentasjon fra området nord-vest for Digerud der de høyeste verdiene er funnet og fra Aspond og Langøya. Videre vil vi foreslå at det ved fremtidig utbygging av boligfelt i områder med noe forhøyet stråling foretas vurderinger basert på målinger i nærliggende eksisterende boliger. Alternativt kan spredte jordluftmålinger og en befaring av en geolog foretas for å påvise evt. lokale radonkilder eller spesielle "radonmagasiner" i grunnen.

I andre deler av kommunen kan en geolog med en kort befaring påvise om ytterligere målinger er nødvendig.

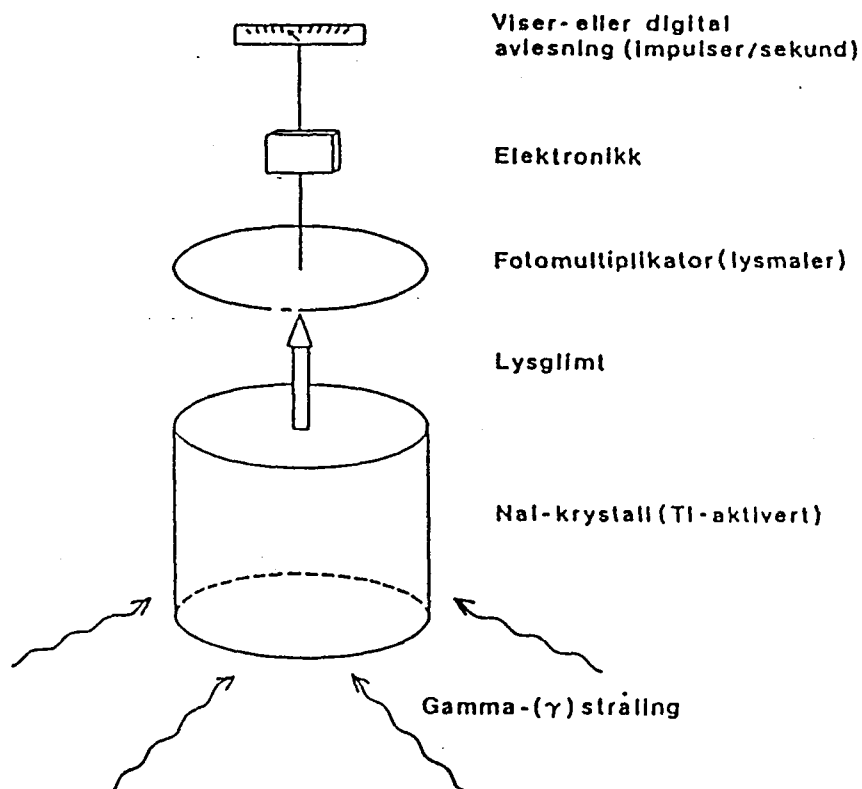
For øvrig anbefales å ta kontakt med Institutt for energiteknikk eller Norges geologiske undersøkelse for diskusjon av resultatene, og for eventuell oppfølging.



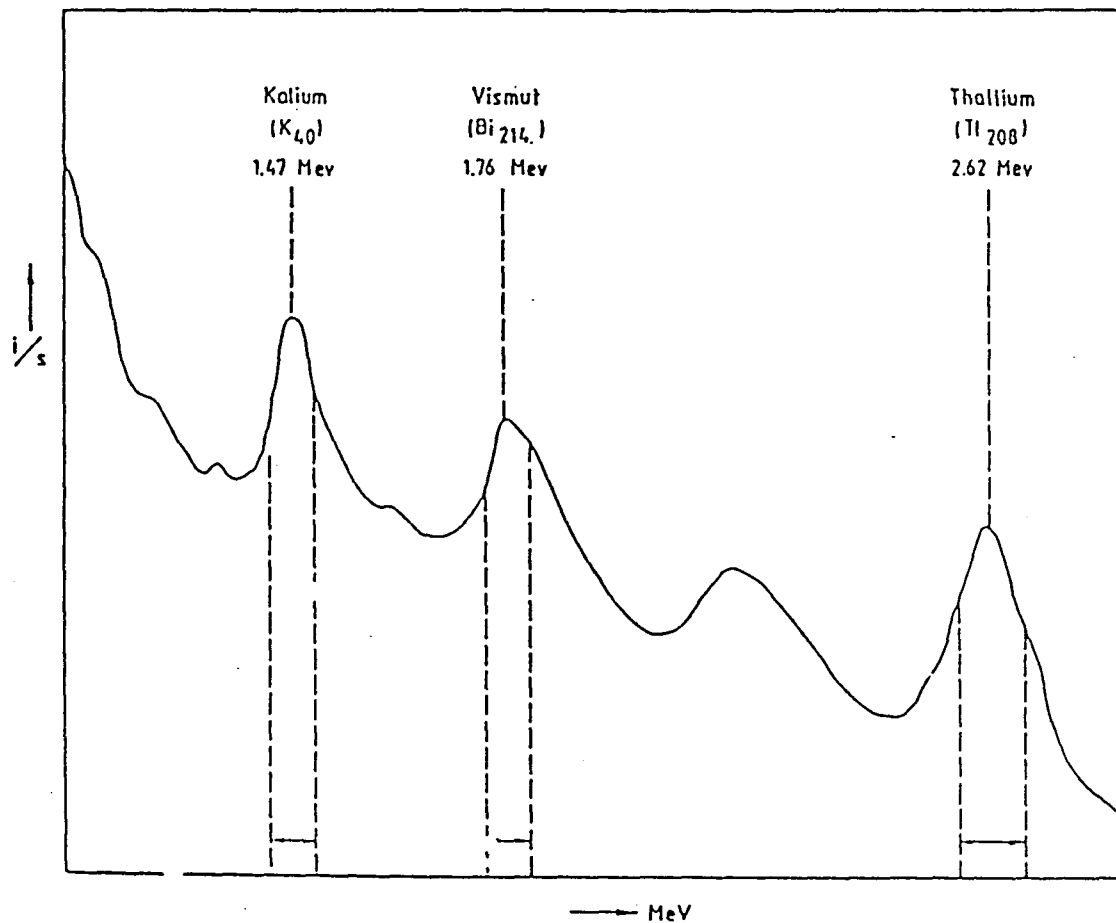
Figur 1 Forenklet spaltningsrekke for uran-238, som er den mest vanlige uranisotop i naturen



Figur 2 Forenklet spaltningsrekke for thorium-232.



Figur 3 Prinsippskisse for oppbygging av en scintillasjonsteller



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

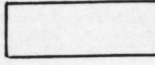



FORKLARING

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

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

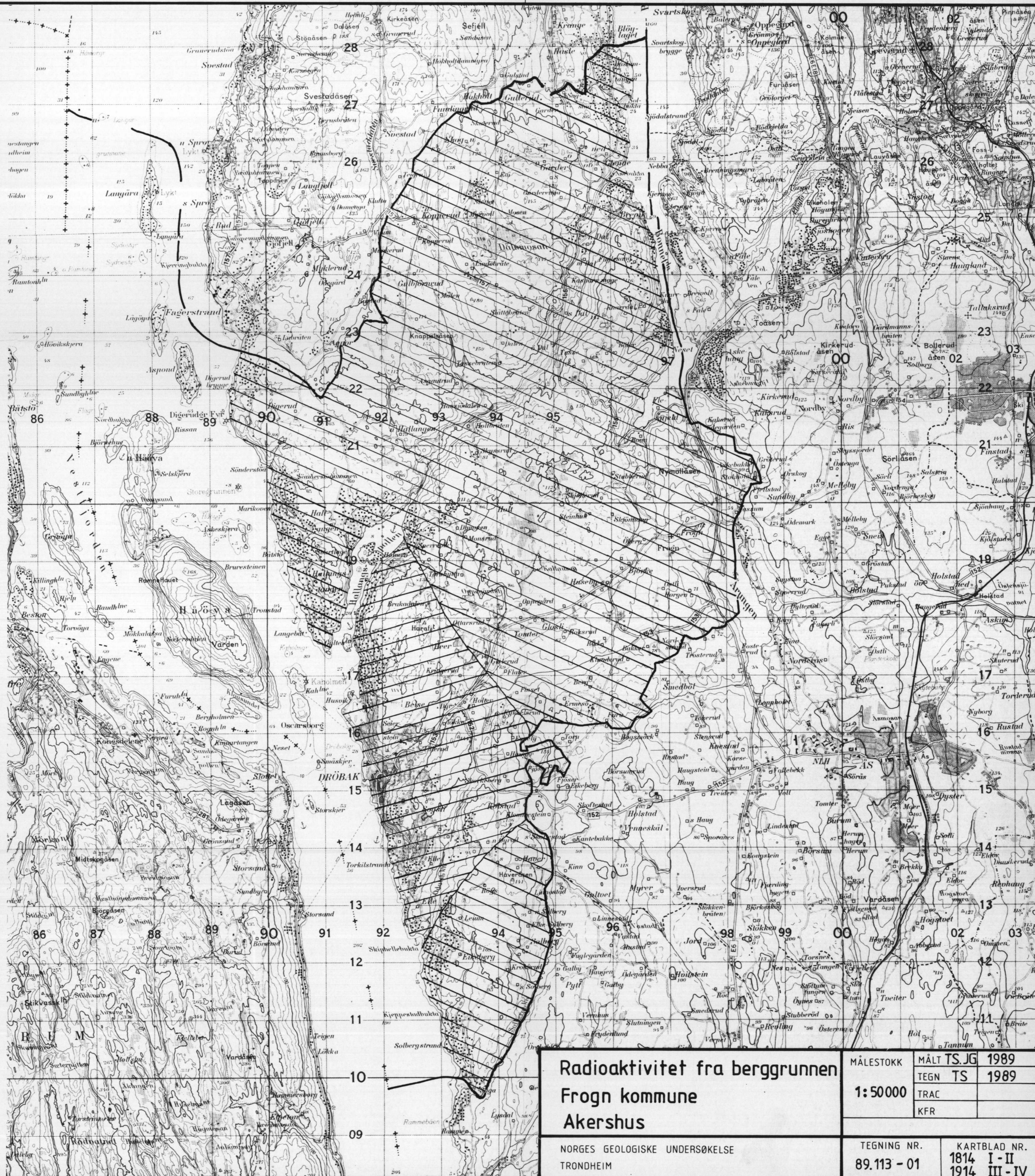
Radon er en radloaktiv gass som dannes ved spaltning av uran og thorium. Innenfor områder med høy total stråling, har bergarten størst evne til å avgi radon. Mange faktorer virker inn på hvor stor del av radongassen som kommer opp til overflaten.

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

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

Utvalgte punkter med forhøyet stråling. Tilleggsopplysninger finnes ved NGU

- > 200 l/s
- > 400 l/s



Radioaktivitet fra berggrunnen Frogn kommune Akershus	MÅLESTOKK	MÅLT TS. JG 1989
	1:50000	TEGN TS 1989
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TRAC	
	KFR	
TEGNING NR. 89.113 - 01	KARTBLAD NR. 1814 I - II 1914 III - IV	