

RADON I BOLIGER, ET STRÅLEHYGIENISK PROBLEM

Undersøkelser har vist at det er en sammenheng mellom radoninnholdet i gruveluft og lungekreft blant gruvearbeidere. Radon finnes også i boliger, og i denne artikkelen blir målinger utført i norske hus omtalt og de radiologiske konsekvenser av de stråledoser befolkningen mottar til lungene diskutert.

Små mengder radium finnes overalt i naturen. Radon produseres som et spaltningsprodukt av radium. Som edelgass vil radon lett kunne frigjøres til luften, slik at luften overalt inneholder visse mengder av denne gassen. I dårlig ventilerte rom og i gruver vil konsentrasjonen av radon bli større enn utendørs, og dette vil kunne gi relativt stor strålebelastning til åndedretsorganene hos personer som oppholder seg lengre tid i slike rom.

Biologiske virkninger

Radon spaltes i en kjede av radioaktive datterprodukter. Ved innånding vil disse datterproduktene kunne feste seg til lungevevet og avgi strålingsdoser til dette. Det er her i første rekke snakk om alfa-stråling som har en stor biologisk effektivitet.

Det var tidlig kjent at høye radonkonsentrasjoner i gruver kan gi opphav til en øket frekvens av lungekreft blant gruvearbeidere. Allerede i det forrige århundre ble det rapportert en stor overdødelighet av lungekreft i enkelte gruver i Mellom-Europa. Man har siden konsta-

* Erling Stranden har arbeidet som laboratoriefysiker ved Statens Institutt for Strålehygiene siden han ble uteksaminert som cand. real ved Universitetet i Oslo i 1975. Hans hovedarbeidsfelt er naturlig bakgrunnsstråling, spesielt i forbindelse med radioaktivitet i bygningsmaterialer.

Tabell 1. Radoninnhold i ulike typer boliger sammen med dosene til bronkialepitelets basalceller fra innånding av radondøtre.

| Hustype | Radonkonsentrasjon (pCi/l) | | | Dose (mrad/år) | | |
|--------------------------|----------------------------|--------|------|----------------|--------|------|
| | Min. | Middel | Max. | Min. | Middel | Max. |
| Tre | 0,2 | 1,3 | 3,7 | 25 | 203 | 690 |
| Betong | 0,2 | 2,0 | 6,7 | 25 | 312 | 1250 |
| Teglstein | 0,3 | 1,0 | 5,8 | 30 | 156 | 1100 |
| Midlet over befolkningen | | 1,45 | | | 218 | |

tert at radoninnholdet i noen av disse gruvene kunne være opp til 100 ganger større enn det som er yrkeshygienisk grenseverdi i dag.

Det er også blitt observert en økt lungekreftshyppighet i mer moderne gruver hvor radoninnholdet ikke er ekstremt høyt.

I vanlige hus vil radon frigjøres til luften fra bygningsmaterialene og fra bakken. Innholdet av radon i boliger er som regel lavere enn i gruver, men kan under uheldige omstendigheter overgå den yrkeshygiene grenseverdien for gruvearbeidere. I områder hvor man bruker drikkevann tatt opp ved grunnboring, kan radon fra vannet gi meget store innhold i innendørsluften. Dette er f. eks. tilfelle i en del strøk i Finland.

Radon i norske boliger

I løpet av 1977—78 ble det ved Statens Institutt for Strålehygiene utført en undersøkelse av radoninnholdet i norske bo-

liger. I det følgende vil en del av resultatene fra denne undersøkelsen bli referert.

Radoninnholdet i 120 boliger av ulike typer ble målt. Som nevnt er dosene til lungene avhengig av innholdet av radons radioaktive datterprodukter. Et mål for radon-datterkonsentrasjonen er den såkalte likevektsfaktoren som angir graden av likevekt mellom radon og datterproduktene. Denne likevektsfaktoren ble målt i 25 boliger, og en verdi på 0,5 ble funnet å være representativ for de fleste boligene, noe som også stemmer med teoretiske betraktninger for normale ventilasjonsforhold. Når man kjenner radoninnholdet og likevektsfaktoren, vil man kunne beregne dosene til lungevevet. I tabell 1 har vi satt opp resultatene fra radonmålingene sammen med de beregnede doser til basalcellene i bronkialepitelet. Disse cellene antas å være de cellene hvor kreft induseres ved stråling. I figur 1

Randon i boliger, et strålehygienisk problem

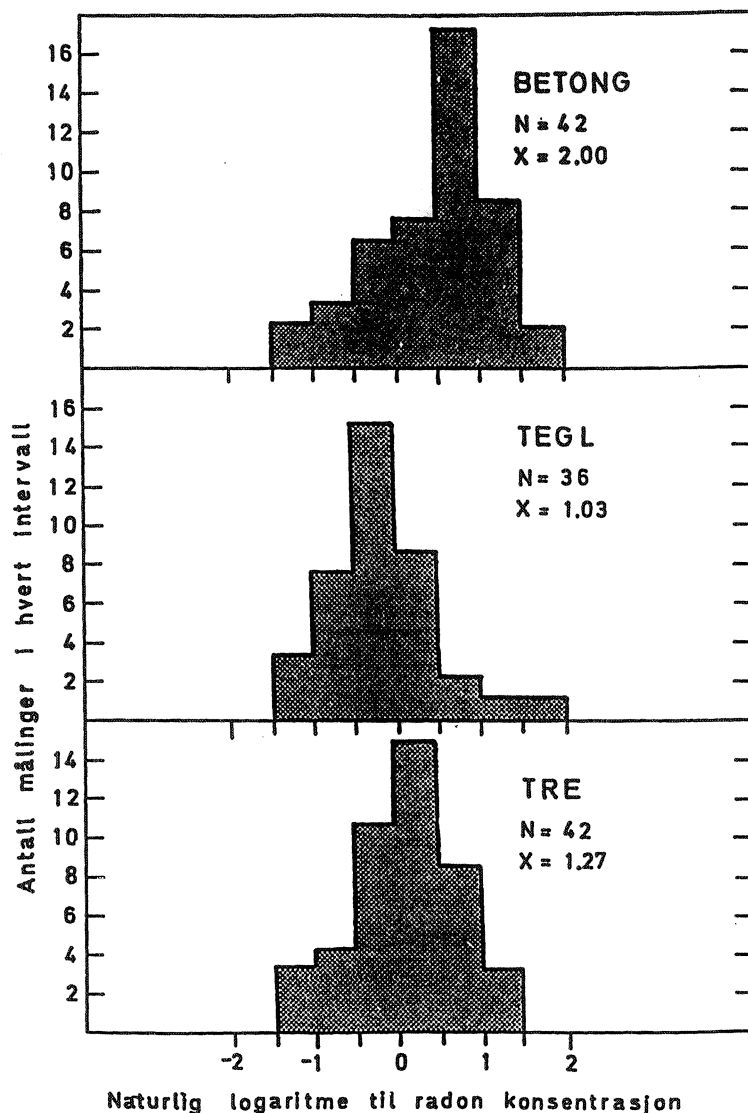


Fig. 1. Fordelingen av radonmålingene i ulike hustyper. Langs abscissen er den naturlige logaritmen til radonkonsentrasjonen (pCi/l) avsatt. (Tegning: Wenche Jellum.)

vises fordelingen av observasjonene. Vi har satt opp antall målinger som funksjon av den naturlige logaritmen til radoninnholdet. Som man ser, er fordelingen nokså log-normal.

Noe som kanskje er litt overraskende er at det faktisk er vel så mye radon i trehus som i teglsteinshus. Dette skyldes antagelig at de fleste trehus i Nor-

ge bare har en eller to etasjer og at radon som frigjøres fra bakken derfor gir et relativt stort bidrag til radonkonsentrasjonen i disse husene.

Variasjoner i radoninnholdet

Radoninnholdet innendørs er avhengig av en rekke faktorer. Av slike kan nevnes:

1. Radiuminnhold i bygningsmaterialene og i bakken.
2. Porøsitet i bygningsmaterialene.
3. Ventilasjon.
4. Meteorologiske faktorer så som trykk og temperatur.

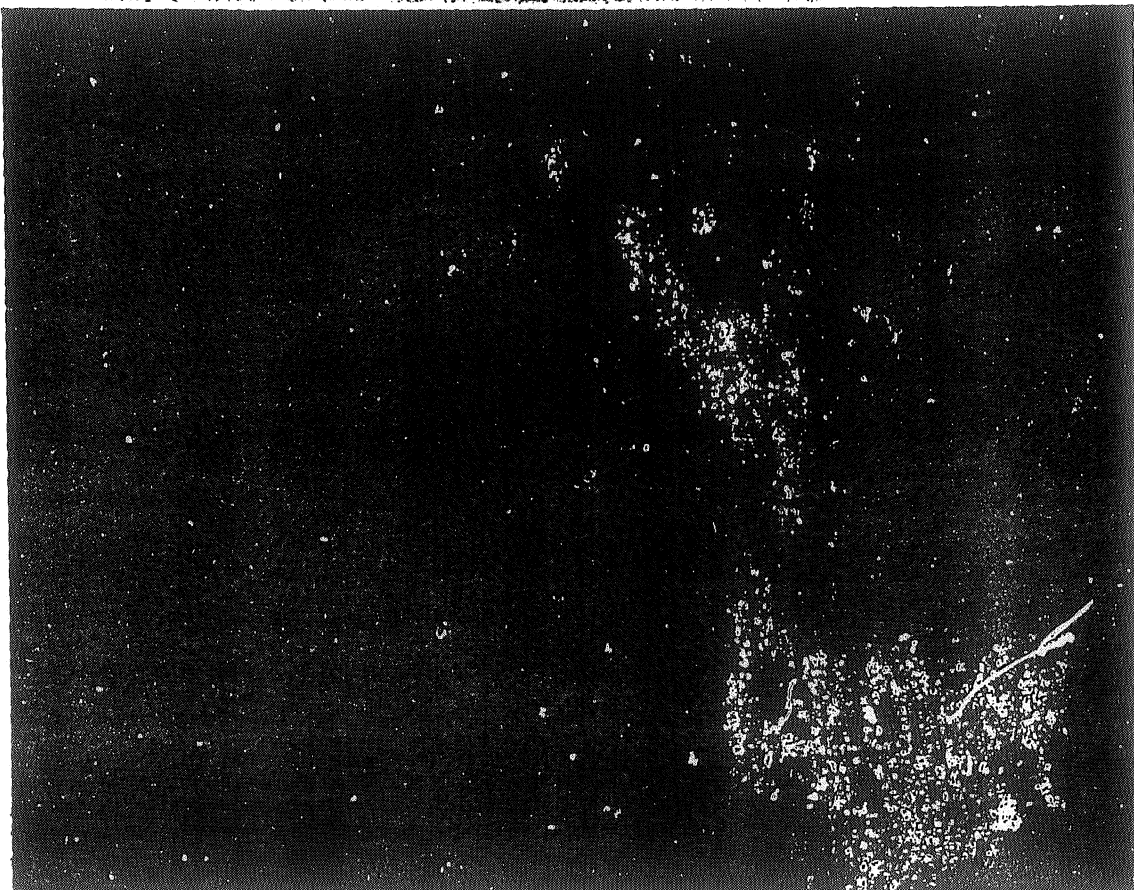
I figur 2 er resultatene fra kontinuerlige målinger av radoninnholdet i to ulike rom vist sammen med variasjonene i det atmosfæriske trykket.

Rom A er et kjellerrom med meget lav ventilasjon. Vi ser her at radoninnholdet er høyt, og at variasjonene i radoninnholdet er omvendt proporsjonale med variasjonene i trykket.

Rom B er et rom i en leilighet som ble brukt på vanlig måte under måleperioden. Vi ser her at det ikke er noen slik enkel sammenheng mellom trykk og radoninnhold som i rom A. Dette skyldes at det er store variasjoner i ventilasjonen p.g.a. åpning av vinduer etc. Disse variasjonene vil gjøre at radoninnholdet også vil variere sterkt. Disse variasjonene vil da fullstendig overskygge variasjonene p.g.a. trykket. Vi legger også merke til at verdiene for radonkonsentrasjonen er vesentlig lavere i rom B enn i rom A. Dette skyldes i alt vesentlig at ventilasjonen er mye høyere i dette rommet.

Som man ser av fig. 2 er radoninnholdet i innendørsluft svært avhengig av ventilasjonen. I enda større grad gjelder dette dosene til lungevevet. Dette skyldes at graden av likevekt mellom radon og dets døtre også avtar ved økende ventilasjon. Ved hjelp av teoretiske modeller er det mulig å beregne doseraten til lungevevet ved ulike ventilasjonsforhold. I fig. 3 er doseraten til lungevevet satt opp som funksjon av ventilasjonsraten. Som man ser, vil en sterk nedsettelse av ventilasjonen kunne gi betydelig økning i lungedosene til befolkningen. Hvis man f.eks. nedsetter ventilasjonsraten fra 1 luftskift pr. time

Radon i boliger, et strålehygienisk problem



til 0,2 luftskift pr. time, vil dette gi en økning av dosen med en faktor 10, mens radoninnholdet bare blir økt med en faktor 5.

Radiuminnholdet i bygningsmaterialer varierer sterkt fra sted til sted i landet. I en undersøkelse av det radioaktive innhold i betong fra 137 fabrikker i hele landet har vi funnet at middelverdien av radiuminnholdet er på 0,75 pCi/g, mens den laveste målte verdi var på 0,1 pCi/g og den høyeste 3,4 pCi/g. Den laveste middelverdien ble funnet i Sør-Trøndelag. Radiuminnholdet i denne betongen er 0,29 pCi/g, mens middelverdien for Agder-fylkene var på 1 pCi/g. Teoretisk skulle dette tilsi at lungedosene til folk som bor i betonghus i Agder-fylkene er tre ganger så høyt som for folk

bosatt i tilsvarende hus i Sør-Trøndelag. (Under forutsetning av at ventilasjonen er lik.) I Oslo, hvor radonmålingene innders er foretatt, er radiuminnholdet i betong 0,75 pCi/g i gjennomsnitt. Bruker man nå middelverdien for betonghus i Oslo som referansenivå, kan man regne ut at middelverdien for radoninnholdet i betonghus i Sør-Trøndelag vil være omlag 0,8 pCi/l, mens det i tilsvarende hus i Agder-fylkene vil være nesten 2,7 pCi/l med radon.

Diskusjon

I de senere år er det i enkelte land tatt i bruk bygningsmaterialer med meget høyt radiuminnhold sammenlignet med de verdiene man finner i tradisjonelle bygningsmaterialer.

Lettbetong produsert på alunskifer ble f.eks. brukt en tid i Sverige. Denne lettbetongen hadde et radiuminnhold på bortimot 50 pCi/g. I hus bygget av et slikt materiale vil radonkonsentrasjonen lett kunne overstige det man setter som yrkeshygienisk grensefordi for gruvarbeidere.

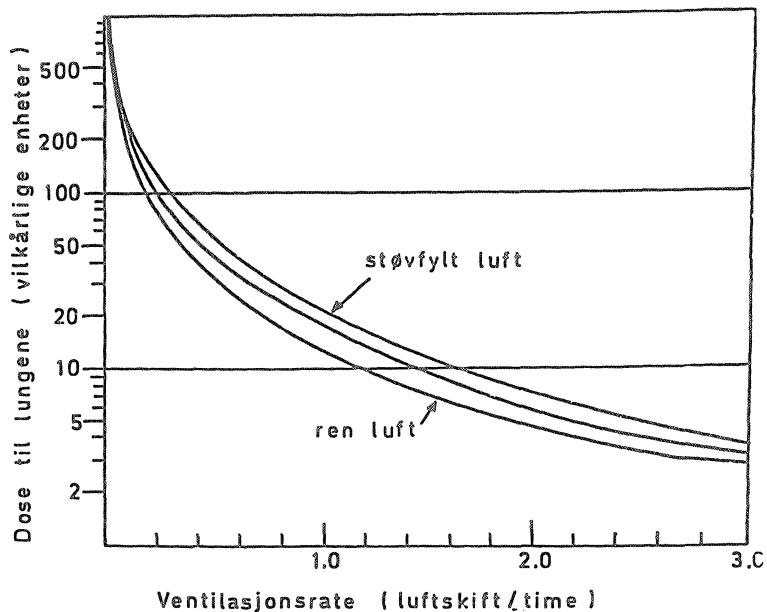
En annen viktig faktor som kan gi opphav til økte stråledoser til befolkningen er en radikal reduksjon av den midlere ventilasjonsraten. Det er (så vidt forfatteren vet) ikke foretatt noen større undersøkelse av den midlere ventilasjonsraten i norske boliger, men det er rimelig å anta at den ligger på omkring 0,5 luftskift pr. time. Hvis denne ventilasjonsraten settes ned til f.eks. 0,2 luftskift pr. time,

Fig. 3. Relativ dose til lungene som funksjon av ventilasjonen. Vi ser at i støvfylte rom (f. eks. gruver) vil dosene bli noe større enn i ren luft. Dette skyldes at i rom med liten støvkonsentrasjon vil en god del av datterproduktene slå seg ned på vegger, møbler etc. Dette vil da gi en lav likevekt mellom radon og datterproduktene i luften. I støvfyllt luft vil radondøtrene lettere slå seg ned på støvpartikler i luften, og likevekten mellom radon og døtrene i luften vil derfor bli større. (Tegning: Wenche Jellum.)

vil dette gi en økning av lungedosen til befolkningen med mer enn en faktor 3. (Jfr. fig. 3.)

Hva vil så en økning av radonkonsentrasjonen bety for lungerekthypigheten? Dette er et meget komplisert spørsmål fordi alle data om sammenhengen mellom dose og effekt er tatt fra gruvearbeidere som utsettes for høyere doser enn det man kan forvente i bolighus. En annen kompliserende faktor er at støvinnholdet i grueluft er en annen enn i boliger. Antar man allikevel at det er en lineær sammenheng mellom dose og effekt og at det er lik sammenheng for eksposisjon i boliger som i gruver, vil man finne at noe under 10% av lungerekftilfellene i Norge i dag kan skyldes radon i boliger. I disse beregningene er det tatt hensyn til at pustefrekvensen for vanlige aktiviteter innendørs er lavere enn den man har under hardt arbeid i gruver. En tredobling av lungedosene vil ut fra dette kunne gi en øking av lungerekthypigheten på omtrent 30%.

Dette viser at radon i boliger er et strålehygienisk problem som man må ta alvorlig. Det synes som om dagens nivå i norske boliger ikke er faretruende høyt sammenlignet med en del andre land (i Sverige er f. eks. innholdet 3 ganger så høyt som i Norge). En innføring av bygningsmaterialer med ekstremt høyt radiuminnhold eller en drastisk reduksjon av ventilasjonen vil imidlertid kunne gi uheldige helsemessige konsekvenser. (Fra Forskningsnytt.)



Måling av luftprøver: Luften overføres til et ionisasjonskammer som er skjermet med bly for å redusere bakgrunnstrålingen. Ionestrømmen registreres med et elektrometer og skriver.