

StrålevernHefte 5

Anbefalte tiltaksnivåer for radon i bo- og arbeidsmiljø

Innhold

[Radon i bolig- og arbeidsmiljø i Norge](#)

[Radon og helserisiko](#)

[Tiltaksnivåer for radon i inneluft](#)

[Tiltaksnivå for radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom](#)

[Tiltaksnivå for radon i husholdningsvann](#)

[Tiltaksnivå for naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer og tilkjørte masser](#)

[Referanser](#)

Radon i bolig- og arbeidsmiljø i Norge

I perioden 1987 til 1989 ble det gjennomført en landsomfattende kartlegging av radon i norske boliger (1,2). Det ble gjennomført målinger i totalt cirka 7500 tilfeldig utvalgte boliger fordelt etter folketall på alle landets kommuner. På grunnlag av dette materialet og oppfølgende kommunale kartlegginger er årlig gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske boliger idag beregnet til ca. 75 Bq/m³ (becquerel per kubikkmeter luft). Det er anslått at mellom 6 og 9 % av den norske boligmassen har en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i innemiljøet som er høyere enn tiltaksnivået på 200 Bq/m³. Det er imidlertid store variasjoner, både lokalt og regionalt. Det er målt radonkonsentrasjoner i enkelte boliger på over 30 000 Bq/m³.

Byggegrunnen er den største radonkilden for norske boliger. Husholdningsvann fra borede brønner kan i enkelte tilfeller gi forhøyde radonkonsentrasjoner innendørs. Det er imidlertid få boliger i Norge som har vannforsyning fra grunnvannsbrønner. Bygningsmaterialer er svært sjelden hovedårsak til forhøyde radonkonsentrasjoner innendørs.

Det var på arbeidsplasser i gruver at man først observerte høye radonkonsentrasjoner. De første målingene i Norge ble gjennomført på begynnelsen av 1970-tallet. Når det gjelder andre typer arbeidsplasser er det i løpet av 1997-98 gjennomført systematisk kartlegging av radonnivåene i skoler og barnehager.

Det er også gjennomført en rekke målinger av radon i husholdningsvann fra borebrønner. Måleresultatene tyder på ca. 15% av alle husstander som har sin vannforsyning fra borebrønner i fast fjell, har en radonkonsentrasjon i husholdningsvannet som overstiger tiltaksnivået på 500 Bq/l.

Radon og helserisiko

Epidemiologiske studier har vist at forhøyde radonkonsentrasjoner gir økt risiko for å utvikle lungekreft. Det er ikke påvist noen sammenheng mellom radoneksponering i innemiljøet og andre kreftformer.

Det materialet som i hovedsak danner grunnlag for vurdering av radon som helserisikofaktor, er knyttet til studier blant gruvearbeidere. Det er også gjennomført studier i boligmiljø som viser sammenhenger mellom radon og lungekreft.

Det er ingen tvil om at daglig røyking representerer en større risiko for å utvikle lungekreft enn opphold i et luftmiljø med normale radonkonsentrasjoner. Verdens helseorganisasjon (WHO) har imidlertid vurdert radoneksponering i vårt innemiljø som den viktigste risikofaktor for lungekreft nest etter røyking i vår del av verden, som har høye radonkonsentrasjoner i inneluften. Flere studier har vist at røyking og radon kan forsterke effekten av hverandre til mer enn summen av hver enkelt risiko alene.

På grunnlag av en samlet vurdering av internasjonalt forskningsmateriale, er det beregnet at mellom hundre og tre hundre tilfeller av lungekreft årlig i den norske befolkning kan ha radoneksponering i innemiljøet som en årsak. Dette tallet er relatert til den sammensetning man har av røykere og ikke-røykere i den norske befolkning.

Radonkonsentrasjonen i inneluft bør holdes på et lavest mulig nivå fordi selv lave stråledoser antas å representere en risiko for helseskade.

Tiltak bør gjennomføres ved forhøyde radonkonsentrasjoner, men ikke for enhver pris.

Kostnad må vurderes opp mot forventet reduksjon i radonkonsentrasjon og redusert risiko for å utvikle lungekreft.

Konsentrasjonen av radon måles i becquerel per kubikkmeter luft (Bq/m³) og stråledosen er gitt i sievert (Sv). Gjennomsnittlig stråledose fra radon i innemiljøet i Norge gir cirka 2 mSv (millisievert) per år, dvs. to tusendels sievert. Dette utgjør om lag halvparten av den totale dosen som vi i gjennomsnitt mottar årlig fra alle naturlige og menneskeskapte kilder til ioniserende stråling.

Tiltaksnivåene i dette heftet er anbefalinger gitt av Statens strålevern. De er i overensstemmelse med de anbefalinger som ble gitt av Den internasjonale strålevernkommissjon (ICRP) i 1993 (3).

Tiltaksnivåer for radon i inneluft

Tiltaksnivåer for eksisterende bygg:

- **mellom 200 og 400 Bq/m³: enkle og billige tiltak bør gjennomføres**
 - **over 400 Bq/m³: tiltak bør gjennomføres selv om kostnadene kan bli store**
-

Ved fastsettelse av tiltaksnivåer for radon i innemiljøet skilles det mellom eksisterende og fremtidige bygg.

Tiltaksnivåene er relatert til *årsmiddelverdi*. Radonkonsentrasjonen kan variere betydelig over tid. Det gjelder både variasjoner over kort tid og variasjoner fra årstid til årstid. For å midle ut korttidsvariasjonene er det viktig at målingene gjøres over lang tid. Det anbefales at man benytter målemetoder med en måleperiode på mer enn én måned. Normalt er radonkonsentrasjonen i inneluft høyere om vinteren enn om sommeren - vanligvis dobbelt så høy. Måleresultatene må derfor korrigeres til årsmiddelkonsentrasjon. Om vinteren vil vanligvis radonkonsentrasjonen være noe jevnere enn om sommeren når det er mer varierende ventilasjonsforhold. Målinger i vinterhalvåret medfører derfor mindre usikkerhet når man skal korrigere måleverdiene til årsmiddelkonsentrasjon. Statens strålevern anbefaler at radonmålinger begrenses til perioden fra oktober til april. Strålevernshefte nr 3 gir mer informasjon om målinger og målemetoder (4).

Ventilasjonen på arbeidsplasser over jord er vanligvis god, og det er meget sjelden man har forhøyde radonkonsentrasjoner. Det er derfor ingen særlig grunn til å sette høyere tiltaksnivå for slike arbeidsplasser enn den som gjelder for boliger. For barnehager og skoler er det stilt egne krav til luftkvaliteten i form av en egen forskrift hjemlet i kommunehelsetjenesteloven (11).

Tiltak vil variere både i utførelse og kostnad. Det er ikke nødvendigvis slik at kostnad vil avhenge av radonkonsentrasjonen. For mer detaljer om tiltak vises til Strålevernhefte nr. 9 (5) og informasjon fra Norges byggforskningsinstitutt (NBI) (6).

Ved radonkonsentrasjoner mellom 200 og 400 Bq/m³ bør man fortrinnsvis se på enkle og billige tiltak. Med dette menes tiltak som medfører små bygningsmessige inngrep og som koster mindre enn noen få tusen kroner. I bygg med radonkonsentrasjoner over 400 Bq/m³ bør tiltak gjennomføres selv om tiltakene kan bli både kostbare og omfattende.

Radonkonsentrasjonen i fremtidige bygg, dvs. boliger, arbeidslokaler, skoler og barnehager, bør ikke overstige 200 Bq/m³. I veiledningen til byggforskriftene av 1997 vises det til dette kravet (12). Forebyggende tiltak bør gjennomføres slik at radonkonsentrasjonen i fremtidige bygg ikke overstiger denne verdien. For tekniske detaljer vises det til Strålevernhefte nr. 9 (5) og informasjon fra Norges byggforskningsinstitutt (NBI) (7).

Radonkonsentrasjonen i fremtidige bygg bør ikke overstige:

200 Bq/m³

Tiltaksnivåer for radon på arbeidsplasser under jord og i bergrom

Arbeidstakere som utsettes for stråling i forbindelse med utøvelse av sitt yrke, og hvor bestrålingen med rimelighet kan sies å være virksomhetens eller arbeidsgivers ansvar, blir definert som yrkeseksponerte. Statens strålevern har fastsatt dosegrensen for yrkeseksponerte til 20 mSv/år (8). Arbeidstakere blant annet i kraftverk i fjell, gruver, tunneler og forsvarsanlegg regnes som yrkeseksponerte.

Statens strålevern har satt tiltaksnivået for radon på faste arbeidsplasser under jord til 1000 Bq/m³. Ved fastsettelse av dette nivået er det forutsatt en arbeidstid på 2000 timer per år. Dersom oppholdstiden er kortere, kan det aksepteres tilsvarende høyere konsentrasjon. Ved kortere arbeidstid enn 500 timer per år skal ikke radonkonsentrasjonen overstige 4000 Bq/m³. Hvis total oppholdstid er mindre enn 100 timer per år defineres det ikke som fast arbeidsplass.

**Tiltaksnivå for radon på arbeidsplasser under jord eller i bergrom
(Det er forutsatt 2000 timer arbeid per år):**

1000 Bq/m³

Den høyere tiltaksgrensen for radon på arbeidsplasser under jord, sammenlignet med andre arbeidsplasser og boliger, henger sammen med at disse arbeidstakerne er definert som yrkeseksponerte.

Statens institutt for strålehygiene ga i 1987 ut "Bestemmelser om radon på arbeidsplasser under jord" (9). Disse bestemmelsene satte krav til gjennomføring av rutinemessige målinger og iverksettelse av eventuelle mottiltak dersom radonkonsentrasjonen i anlegget er høyere enn de tiltaksnivåene som var gitt. I 1987 var den øvre grense for yrkeseksponerte 50 mSv/år og ut fra denne ble en avledet grenseverdi for radon beregnet til 2200 Bq/m³. Bestemmelsene er nå under revisjon som følge av det reduserte tiltaksnivået.

Tiltaksnivå for radon i husholdningsvann

Overflate- og regnvann har svært lave radonkonsentrasjoner. Generelt er derfor radonnivåene i husholdningsvann svært lave og vil ikke gi noe bidrag av betydning til radonkonsentrasjonen i innemiljøet eller gi noe dosebidrag av betydning ved inntak. Det er i vann fra borede brønner, spesielt i bergarter med høyt radiuminnhold, at man finner forhøyde radonkonsentrasjoner i husholdningsvann.

Noen av de naturlig radioaktive stoffene som finnes i berggrunnen, har evnen til å løse seg i grunnvannet. Det gjelder blant annet radon. Når grunnvann fra lukkede brønnsystemer benyttes som husholdningsvann, vil radon kunne frigjøres til inneluften.

I underkant av 15 % av alle husstander i Norge har sin vannforsyning fra borede brønner, men det har vært myndighetenes målsetning å øke denne i årene som kommer.

Det er spesielt uranrike granitter og pegmatitter som kan gi høye radonkonsentrasjoner i husholdningsvann. En radonkonsentrasjon i vann på 1000 kBq/m³ (kilobecquerel per kubikkmeter vann) som tilsvarer 1000 Bq/l (becquerel per liter vann), vil normalt gi et bidrag til inneluften på mellom 100 og 150 Bq/m³. Dette er omtrentlige verdier ettersom frigivelse av radon til inneluften vil være avhengig av blant annet vannforbruk, romvolum, plassering av badetrom/våtrom og hvordan luftkontakten er til oppholdsrom, samt ventilasjonsforholdene.

I Norge er det gjennomført radonmålinger i en rekke private borede brønner. Midlere radonkonsentrasjon i norsk brønnvann er beregnet til mellom 150 og 250 kBq/m³. Konsentrasjonen er langt lavere i brønnvann fra større enheter som for eksempel kommunale vannverk. Dette skyldes at vannet vanligvis går via overflatemagasiner eller på annen måte luftes på veien fra grunnen til boligene.

For voksne er det inhalasjon av radon som utgjør størsteparten av totaldosen fra radon i vann, mens for barn vil dosene ved inntak være av større betydning. Dette skyldes større inntak av ubehandlet vann i forhold til kroppsvekten. Beregninger har vist at et spedbarn vil kunne motta en dose på opp imot 7 mSv per år ved en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i husholdningsvannet på 1000 kBq/m³ (10). Statens strålevern anbefaler et tiltaksnivå for radon i husholdningsvann på 500 kBq/m³ (500 Bq/l).

Tiltaksnivå for radon i husholdningsvann: 500 kBq/m³ (500 Bq/l)

Tiltaksnivå for naturlig radioaktivitet i bygningsmaterialer og tilkjørte masser

Bygningsmaterialer

Alle bygningsmaterialer inneholder naturlig radioaktive stoffer. Mengden av radioaktivitet kan imidlertid være svært forskjellig avhengig av type bygningsmateriale. De radioaktive stoffer vi

har i bygningsmaterialer er kalium-40 og andre ulike medlemmer av uran- og thoriumseriene.

Innholdet av disse stoffene i byggningsmaterialer for innendørs bruk bør tilfredsstillende følgende betingelse:

$$\frac{\text{Bq/kg kalium-40}}{3000} + \frac{\text{Bq/kg radium-226}}{300} + \frac{\text{Bq/kg thorium-232}}{200} < 1$$

De fleste norske bygningsmaterialer oppfyller denne betingelsen. Materialer av tre inneholder svært små mengder radioaktivitet - vanligvis langt under 1 Bq/kg av radium-226 og thorium-232 og under 10 Bq/kg av kalium-40.

Det er i uranserien, som et datterelement av radium-226, vi finner radon-222. Ved konsentrasjoner av radium under 300 Bq/kg i bygningsmaterialer vil dette vanligvis gi en midlere radonkonsentrasjon i inneluften som er mindre enn 200 Bq/m³.

Tilkjøpte masser

Tilkjøpte masser kan inneholde forhøyde konsentrasjoner av naturlig radioaktivitet og kan gi et bidrag til radonnivået i inneluften. Tilkjøpte masser som skal benyttes under eller rundt nye bygg bør ikke ha konsentrasjoner av radium-226 som er høyere enn 300 Bq/kg.

Tiltaksnivå for radium-226 i tilkjørte masser: 300 Bq/kg

Det er stort sett bare bergarter av alunskifer, granitter og visse typer pegmatitter som har høyere aktivitetsnivåer enn 300 Bq/kg.

Referanser

1. Strand T, Green BMR, Lomas PR, Magnus K, Stranden E. Radon i norske boliger. SIS-rapport 1991:3. Østerås: Statens institutt for strålehygiene, 1991.
2. Strand T, Green BMR, Lomas PR. Radon in norwegian dwellings. Radiation Protection

Strålevern - HEFTE 1

Dosimetry 1992; 45: 503-508.

3. Protection against Radon-222 at home and at work. ICRP publication 65. Oxford: International Commission on Radiological Protection, 1993.
4. Målinger av radon i inneluft og undersøkelser av byggegrunn. Strålevern- hefte 3. Østerås: Statens strålevern, 1996.
5. Radon i inneluft. Helseisriko, målinger og mottiltak. Strålevern, hefte 9. Østerås: Statens strålevern 1996.
6. Radon. Bygningstekniske tiltak i eksisterende bygninger. Byggforskserien. Byggforvaltning 701.706. Oslo: Norges byggforskningsinstitut, 1990.
7. Radon. Bygningstekniske tiltak. Byggforskserien. Byggdetaljer A 520.706. Oslo: Norges Byggforskningsinstitut, 1992.
8. Dosegrenser for yrkeseksponerte - ioniserende stråling. Strålevernhefte 4. Østerås: Statens strålevern, 1995.
9. Bestemmelser om radon på arbeidsplasser under jord. Gitt av Statens institutt for strålehygiene. Revidert 1988. Østerås: Statens institutt for strålehygiene, 1988.
10. Swedjemark, G.A. Radon och radium i vatten. Underlag for bestemmelser. SSI-rapport 93-34. Stockholm: Statens strålskyddsinstitut, 1993.
11. Forskrift om miljørettet helsevern i barnehager og skoler m.v. av 01.12.1995 nr. 928, kap. III, § 19.
12. Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven av 14, juni 1985 nr. 77, § 8-33, med veiledning.