

Metodbeskrivning för mätning av radon i bostäder

Nils Hagberg, Lars Mjönes och Ann-Louis Söderman

I samarbete med

Boverket, Socialstyrelsen och SWEDAC

Innehållsförteckning

1. Syfte	3
2. Definitioner.....	3
3. Kalibrering.....	4
4. Kontroller	4
5. Mätperiodens längd.....	4
6. Mätningens utförande.....	5
Mättidpunkt	5
Placering av radonmätare i bostaden.....	5
Placering av radonmätare i rummet	5
Urval av lägenheter i flerbostadshus.....	6
Information till de boende	6
7. Beräkning av medelvärdet för mätperioden	6
8. Mätosäkerhet för mätperioden.....	7
9. Uppskattning av årsmedelvärde.....	7
10. Osäkerheten i uppskattningen av årsmedelvärdet.....	7
11. Hur ska mätvärdet anges	8
12. Jämförelse med rikt- och gränsvärde	8
13. Mätrapport	8
14. Referenser.....	9
Mätmetoder för radon: Metodblad.....	10
Metod nr 1: Spårfilm med filter.....	10
Metod nr 2: Elektretbaserad integrerande radonmätare	12
Metod nr 3: Kontinuerligt registrerande radoninstrument	14
Rekommendationer för rådgivande korttidsmätning av radon i bostad.....	17

1. Syfte

Syftet med metodbeskrivningen är att ange hur radongashaltens årsmedelvärde i en bostad ska bestämmas för att kunna utgöra grund för myndighetsbeslut. Metodbeskrivningen visar hur mätning av radonhalten ska utföras i en bostad och hur radonhaltens uppskattade årsmedelvärde beräknas utifrån de erhållna mätresultaten. Förutsatt att anvisningarna i metodbeskrivningen följts kan det uppskattade årsmedelvärdet betraktas som bostadens årsmedelvärde och kan jämföras med givna rekommendationer och föreskrifter från bl.a. Socialstyrelsen och Boverket. Den ersätter tidigare metodbeskrivning i94-05 från och med 2005-10-01.

2. Definitioner

Aktivitetskoncentration är antalet atomkärnor som sönderfaller per tidsenhet i en given volym eller massa. Enheten för aktivitetskoncentration för radongas i luft är becquerel per kubikmeter (Bq/m³). Ofta används begreppet halt i stället för aktivitetskoncentration, t.ex. radongashalt.

Miljödosekvivalent: Storheten miljödosekvivalent används vid mätning av gammastrålning och anges vanligen i enheten mikrosievert per timme (µSv/h). Miljödosekvivalenten är den energi per massenhet som absorberas på 1 cm djup i kroppen, multiplicerad med en kvalitetsfaktor som korrigerar för skillnader i biologisk verkan från olika typer av strålning.

Minsta detekterbara aktivitetskoncentration, MDA: Den lägsta aktivitetskoncentration som ger ett mätvärde som med en viss sannolikhet överstiger mätsystemets bakgrunds nivå. MDA beror på mätutrustningens egenskaper, mätperiodens längd m.m. och kan uppskattas med räknestatistiska metoder. En ofta använd approximation som är användbar för t.ex. spårfilmsmätningar ger att MDA kan sättas till 4,65 gånger standardavvikelsen för bakgrundsbestämningen. Se **Referenser** (Pasternack och Harley).

Eldningssäsong: Som riktvärde för när eldningssäsongen inträffar gäller att dygnsmedeltemperaturen är lägre än +10°C. Mest väsentligt är att skillnaden mellan inom och utomhustemperaturen är tillräckligt stor för att självdragsventilationen ska kunna fungera. Perioden 1 oktober till 30 april bör normalt kunna räknas som eldningssäsong för de södra och mellersta delarna av landet. I de norra delarna är eldningssäsongen normalt längre.

3. Kalibrering

Mätsystem som ska användas för mätning av radon i bostäder ska vara kalibrerade. Kalibreringen ska göras innan utrustningen tas i bruk och efter reparationer eller modifieringar som kan påverka systemets egenskaper. Kalibrering ska göras med ett längsta tidsintervall av ett år, om inte annat anges. Kalibrering utförs vid Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM eller vid annat laboratorium som kan upplysa om. Se vidare under rubriken **Kalibrering** för respektive metod.

4. Kontroller

Utöver kalibreringen ska laboratorier, konsultfirmor och motsvarande som utför radonmätningar vidta åtgärder för att säkerställa att mätdata har den precision och noggrannhet som kan krävas. Åtgärderna omfattar kontroll av mätutrustning, använda laboratorieprocesser, beräkningsmetoder, förbrukningsmateriel m.m. samt rutiner för hur eventuella avvikelser ska hanteras. Det ska också finnas rutiner som bevakar att mätresultaten är rimliga. Dokumentation av alla mät- och kontrollrutiner ska göras i kvalitetshandbok eller motsvarande. Omfattningen av de mätningar och kontroller som krävs varierar för olika mätmetoder och beskrivs närmare under rubriken **Kontroller** för respektive metod. Om handinstrument används för att mäta gammastrålning ska det vara kontrollerat genom kalibrering eller jämförande mätning. Personer på laboratorier, konsultfirmor och motsvarande som ansvarar för mätningar ska ha erforderlig kompetens. De bör ha genomgått SSM:s kurs i mätteknik för inomhusluft eller annan kurs SSM kan upplysa om. Den som utför bestämning av radonhalt ska därutöver vidmakthålla sin kompetens genom regelbunden mätverksamhet. Det finns ett system för frivillig ackreditering av laboratorier som utför mätning av radon i inomhusluft. Ackrediteringen bygger på standarden SS-EN ISO/IEC 17025 samt på föreskrifter utgivna av SWEDAC. För laboratorier som ackrediteras inom detta system ställs speciella krav med avseende på kvalitetssystem, integritet och opartiskhet, personlig kompetens, utrustning, jämförande mätningar m.m.

5. Mätperiodens längd

Uppskattning av årsmedelvärde baseras på mätning över en mätperiod av minst två månader under samma eldningssäsong. Om möjligt bör man mäta under längre tid. En mätperiod på tre månader rekommenderas. Mätningen ska göras med en metod som ger mätvärden med en mätosäkerhet som uppgår till högst 10 % vid 200 Bq/m³ (relativ standardosäkerhet, täckningsfaktor $k=1$).

6. Mätningens utförande

Mättidpunkt

Mätning av radonhalten ska ske under eldningssäsong för att resultatet ska kunna jämföras med rikt- eller gränsvärden. Skälet till detta är att det är svårt att tolka mätningar som gjorts under den varma årstiden. När skillnaden mellan utom- och inomhustemperaturen är liten fungerar den termiska drivkraften dåligt vilket påverkar både luftomsättning och inläckage av markradon. Den termiska drivkraften skapar ett undertryck längst ner i huset vilket gör att jordluft sugts in i huset. Inte heller för bostäder med mekanisk ventilation är sommarsäsongen representativ för årsmedelvärdet på grund av omfattande vädring under denna säsong och för att den termiska drivkraften även påverkar fläktventilerade byggnader. Mätning i uppvärmda bostäder kan inte ligga till grund för uppskattning av årsmedelvärde.

Placering av radonmätare i bostaden

Radonmätarna ska placeras så att mätvärdet i möjligaste mån blir representativt för radonhalten i bostadsplanens bostadsutrymmen. Mätning ska ske i rum som används varje dag i bostaden. För hus och lägenheter i ett plan ska minst två rum mätas, varav ett sovrum och ett rum som ofta används av boende, t.ex. vardagsrum. Om bostaden har flera våningsplan som används som bostadsutrymme ska minst en mätning göras på varje plan. Om utrymmen i källare används som bostadsutrymme ska mätning ske även där. Man ska undvika att mäta i sovrum där man sover med öppet fönster. Om man ändå gör det ska det anges i mätrapporten. Integrerande mätare (spårfilm och elektretmätare) ska inte flyttas mellan olika rum.

Placering av radonmätare i rummet

Placeringen i rummet ska göras på ett sådant sätt att förhållandena runt radonmätaren så väl som möjligt överensstämmer med förhållandena för de boende, vilket innebär att mätaren inte ska placeras på golvet. Eftersom radonhalten kan vara högre direkt vid en vägg än längre ut i rummet om väggen består av stenmaterial ska avståndet till vägg vara minst 25 cm. Radonmätaren ska inte placeras så att den utsätts för starka luftströmmar eller stark värme. Den ska därför inte placeras närmare än 1,5 m från tilluftsdon, ytterdörr eller fönster, radiator eller annan värmekälla och inte närmare än 0,5 m från frånluftsdon. Om den boende själv placerar ut mätaren bör den mätansvarige på mätföretaget kontaktas i tveksamma fall. Avvikelser från metodbeskrivningen antecknas i mätprotokoll.

Urval av lägenheter i flerbostadshus

För mätning av radon i flerbostadshus kan ett urval av lägenheter mätas för att få en bild av radonläget i fastigheten. Mätningen ger ett årsmedelvärde för var och en av de lägenheter som mäts. Mätning bör ske i alla lägenheter med direkt markkontakt, d.v.s. där det inte finns källare under bostaden. I högre belägna plan bör mätning göras i minst en lägenhet per plan, mätningar bör täcka minst 20 % av lägenheterna i högre belägna plan. Radonmätningar bör göras i de lägenheter där byggnadsmaterialet kan antas bidra till en förhöjd radonhalt samt i de lägenheter som angränsar till hiss- eller ventilationsschakt eller andra utrymmen som går vertikalt genom fastigheten eftersom markradon kan ta sig upp genom sådana utrymmen.

Information till de boende

De boende ska instrueras att leva som vanligt med avseende på vädring, inomhus-temperatur och liknande. Ventilationssystemet ska vara i funktion som avsett, vilket t.ex. kan innebära att befintliga till- och frånluftsdon är öppna. I de fall då den boende själv ombesörjer tplacementen av radonmätarna, t.ex. om dessa skickas per post till bostaden, ska mätaren åtföljas av en utförlig och lättfattlig skriftlig instruktion för hur mätningen går till och hur bostaden bör skötas under mätperioden. Den boende ska skriftligen, eller med motsvarande elektronisk signatur, intyga att instruktionen följts vid mätningen.

7. Beräkning av medelvärdet för mätperioden

Bostadens medelvärde för mätperioden beräknas på följande sätt:

1. Bostäder där samtliga bostadsutrymmen ligger i ett plan (t.ex. de flesta lägenheter i flerbostadshus och enplans småhus): Medelvärdet beräknas som det aritmetiska medelvärdet av mätresultaten från samtliga mätpunkter. Antalet mätpunkter ska vara minst två.

2. Bostäder med bostadsutrymmen i fler än ett plan: Medelvärdet beräknas först för varje plan för sig om det varit fler än en mätare på våningsplanet. Därefter beräknas bostadens medelvärde som medelvärdet av våningsplanens medelvärden. Det totala antalet mätpunkter ska vara större än eller lika med antalet bebodda plan. För en tvåvåningsvilla med gillestuga som används dagligen i källaren ska man alltså ha minst tre mätpunkter, en i varje plan. Observera att rummen ska väljas så att mätresultatet blir representativt för de boende.

Om mätvärdet för något rum understiger den minsta detekterbara aktivitetskoncentrationen(MDA) ska det erhållna mätvärdet ändå användas vid medelvärdesberäkningen. Eventuellt negativa mätvärden ska dock i dessa beräkningar ersättas med 0.

8. Mätosäkerhet för mätperioden

Mätosäkerheten, som ska uppges tillsammans med mätresultatet, härstammar från flera olika källor. De systematiska osäkerheterna förutsätts vara försumbara jämfört med de tillfälliga osäkerheterna. Tillfälliga osäkerheter finns i den faktor som bestäms vid kalibreringen av radonmätaren, i själva mätningen och senare även i beräkningen av årsmedelvärdet. ’

För provningslaboratorier ska i rapporter, där numeriska värden anges, normalt finnas uppgift om mätosäkerhet. Mätosäkerheten ska vara baserad på de principer som anges i *the Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (se Referenser).

Mätosäkerheten (utvidgad mätosäkerhet, täckningsfaktor $k=2$) för mätperioden ska uppskattas och anges i mätprotokollet. Härvid ska även bidrag till osäkerheten från eventuell korrigering för påverkan av gammastrålning inräknas (gäller bl. a. elektretmätare). Osäkerheterna ska summeras genom kvadratisk addition enligt följande

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots}$$

Den minsta detekterbara aktivitetskoncentrationen (MDA) ska uppskattas, se **Definitioner**. Under denna nivå ska mätvärdet rapporteras som mindre än ($<$) MDA-värdet. Mätvärdet kan uppges inom parentes och ska i så fall förklaras.

Hur uppskattningen av den tillfälliga mätosäkerheten och MDA-värdet gjorts ska redovisas i kvalitetshandbok eller liknande. Mätosäkerheten i uppskattningen av årsmedelvärdet behandlas i avsnitt 10.

9. Uppskattning av årsmedelvärde

Årsmedelvärdet ska anses vara lika med bostadens medelvärde för mätperioden (beräknat enligt avsnitt 7), förutsatt att villkoren i punkterna 3 - 7 är uppfyllda. Årsmedelvärdet får endast beräknas om dessa villkor är uppfyllda. Om årsmedelvärdet inte kan beräknas ska orsaken anges.

10. Osäkerheten i uppskattningen av årsmedelvärdet

Osäkerheten i uppskattningen av årsmedelvärdet ska anges med ett schablonvärde. En kort och lättfattlig text ska upplysa om att osäkerheten i det angivna årsmedelvärdet är relativt stort, cirka 40 % (1 standardavvikelse). Texten kan t.ex. ha följande lydelse: "Radonhalten i bostaden varierar på grund av väderlek och boendevanor. Detta gör att det sanna årsmedelvärdet kan avvika från det beräknade. Sammantaget kan det sanna årsmedelvärdet vara mellan 0 % och 40 % lägre eller högre än det årsmedelvärde som givits i mätrapporten. Detta innebär inte att årsmedelvärdet med samma sannolikhet kan ligga var som helst i intervallet. Det uppskattade årsmedelvärdet är det mest sannolika."

11. Hur ska mätvärdet anges

Mätresultat anges som radongashalt i Bq/m³. Mätvärden och gränser för mätosäkerhet avrundas till närmaste 10-tal enligt reglerna i svensk standard (SS 01 41 41 utgåva 2), Regel A tillämpas. Om de värden som ska rapporteras understiger MDA-värdet ska de anges som < MDA-värdet. De uppmätta värdena kan anges inom parentes och ska då förklaras.

Eventuella mätresultat för gammastrålning ska anges som miljödosekvivalent uttryckt i µSv/h, med en signifikant siffra, t.ex. 0,2 µSv/h.

12. Jämförelse med rikt- och gränsvärde

Jämförelse mellan årsmedelvärde och rikt- eller gränsvärde ska göras enligt svensk standard SS 02 00 51, utgåva 2, "Jämförelse mellan provningsresultat och fordran". Avrundningsmetoden används.

13. Mätrapport

Rapporten ska innehålla följande information:

- a) Namn och adress på mätfirma, kommun eller motsvarande som utfört mätningen.
- b) Uppdragsgivarens namn, den undersökta bostadens adress och fastighetsbeteckning. För flerbostadshus anges även lägenhetsnummer.
- c) Typ av bostad: flerbostadshus, villa, radhus etc. Typ av ventilationssystem.
- d) Tidsperiod för mätningen och datum för rapportens upprättande. Rapportidentifikation
(typ löpnummer). Totala antalet sidor i rapporten.
- e) Använd mätmetod och nummer på motsvarande metodblad.
- f) Uppgift om vilken mätutrustning som använts.
- g) Radongashaltens medelvärde för mätperioden med uppgift om uppskattad mätosäkerhet för varje rum där mätning utförts. Ange våningsplan och typ av rum där mätning utförts.
- h) Radongashaltens årsmedelvärde med en text som anger ungefärlig osäkerhet i uppskattningen, se avsnitt 10. Årsmedelvärde får inte anges om inte villkoren i punkterna

3-7 i metodbeskrivningen är uppfyllda. Om årsmedelvärdet inte kan beräknas ska orsaken anges.

- i) Uppgift om eventuellt besök i bostaden av mätpersonal i samband med mätningen.
- j) Resultat av eventuell mätning av gammastrålning i bostaden, vem som utfört mätningen och typ av gammamätare.
- k) Uppgift om gällande rikt- och gränsvärden för radon i bostäder.
- l) Rapporten ska undertecknas av ansvarig person på det mätföretag eller motsvarande som utvärderat mätresultaten. Bostadsinnehavaren ska med sin namnteckning, eller med elektronisk signatur, intyga att givna instruktioner i samband med mätningen följts, vilket även ska framgå av mätrapporten.

14. Referenser

- Boverkets byggregler. BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2002:19, BBR 10
- Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft. Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:22 (M)
- Clavensjö Bertil & Åkerblom Gustav, Radonboken : förebyggande åtgärder i nya byggnader. Stockholm : Formas 2004. (T / Byggeforskningsrådet ; 2004:6)
- Clavensjö Bertil & Åkerblom Gustav, Radonboken : åtgärder mot radon i befintliga byggnader. Stockholm : Formas 2003. (T / Byggeforskningsrådet ; 2003:3)
- Pasternack, B.S. & Harley, N.H. Detection Limits for Radionuclides in the Analysis of Multi-Component Gamma Ray Spectrometer Data. Nuclear Instruments and Methods 1971 (91): s. 533-540
- Avrundningsregler. Svensk standard SS 01 41 41 utgåva 2. Standardiseringskommissionen
i Sverige 1982
- Jämförelse mellan provningsresultat och fordran. Svensk standard SS 02 00 51 utgåva 2. Standardiseringskommissionen i Sverige 1984
- Guide to the Expression on Uncertainty in Measurement. Geneva : International Organization for Standardization 1993 (corr. and repr. 1995). ISBN 92-67-10188-9

Mätmetoder för radon: Metodblad

Metod nr 1: Spårfilm med filter

Mätning

Spårfilm med filter kan användas för att uppskatta radongashaltens årsmedelvärde i en bostad. Mätperiodens längd ska då vara minst två månader, helst längre. Tre månader rekommenderas. Spårfilm kan även användas för rådgivande korttidsmätning. Mätperioden bör då vara minst sju dygn.

Mätarna kan vara känsliga för stark värme, varför de inte ska placeras närmare än 1,5 meter från lampor, TV-apparater eller andra värmekällor. De ska därför inte heller utsättas för direkt solstrålning.

Beskrivning av mätmetoden

Metoden mäter radongashalten. Detektormaterialet är placerat i en sluten dosa försedd med filter alternativt smala springor eller små hål så att radongasen kan diffundera in i dosan men radondöttrarna stängs ute. Då radongasen sönderfaller och avger alfastrålning som träffar detektormaterialet bildas små skador som kan göras synliga med etsning. Antalet spår per ytenhet är proportionellt mot radongashalt och exponeringstid för en given konstellation av detektormaterial, doskonstruktion, etsrutin samt avläsningsmetodik. Spåren kan räknas i mikroskop antingen manuellt eller med en automatiserad utrustning.

Kalibrering

Spårfilmsdetektorer produceras normalt i stora serier. Kalibrering av filmerna ska göras med ett slumpmässigt urval av filmer från varje serie, filmark eller på annat sätt definierad mängd med samma produktionsbakgrund. Kalibreringen ska göras vid SSM eller vid annat laboratorium som SSM kan upplysa om. Antalet filmer som avsätts för kalibrering ska uppgå till minst tre procent av den totala produktionen. Varje kalibreringsomgång ska omfatta minst tio spårfilmer.

Kalibreringen görs i radonrum genom exponering till en nivå som ligger inom detektorns normala mätområde. Vid exponeringen används dock högre radonhalter för att få kortare mätperioder än vad som vanligen används. Resultatet av kalibreringar ska dokumenteras i loggbok eller motsvarande.

Kontroller

Utöver kalibreringen ska bakgrunden, d.v.s. antal spår per ytenhet för oexponerade filmer, kontrolleras på ett antal slumpmässigt uttagna filmer. Urvalet görs på liknande sätt som för kalibrering och andelen filmer för bakgrundskontroll ska uppgå till minst tre procent av den totala produktionen. Resultat av bakgrundsbestämningarna ska dokumenteras i loggbok eller motsvarande.

Referenser

Mellander, H and Enflo, A. "The alpha track method used in the Swedish radon epidemiological

study." Radiation Protection Dosimetry, Vol 45, No 1/4 pp 65-71, 1992.

Metod nr 2: Elektretbaserad integrerande radonmätare

Mätning

Elektretbaserad integrerande radonmätare kan användas för att uppskatta radongashaltens årsmedelvärde i en bostad. Mätperiodens längd ska då vara minst två månader, helst längre. Tre månader rekommenderas.

För rådgivande korttidsmätning kan korttidselektret användas. Mätperiodens längd bör då vara minst fem dygn.

Beskrivning av mätmetoden

Metoden mäter radongashalten. Mätaren innehåller en mätkammare till vilken rums-luften diffunderar genom ett filter som avlägsnar radondöttrarna. Mätkammarens väggar är elektriskt ledande. I kammaren finns en elektret, en elektrostatiskt laddad skiva av teflon. Elektreten är positivt laddad på den yta som är riktad mot mätkam-maren. Motstående sida är negativt laddad och är ansluten till kammarens ledande väggar.

Alfapartiklar från sönderfall av radon och radondöttrar joniserar luften i kammaren. De vid jonisationerna frigjorda elektronerna och negativa jonerna rör sig i det elekt-riska fältet mot den positivt laddade ytan av elektreten. Positiva joner rör sig mot de negativt laddade kammarväggarna och neutraliseras där. Ansamlingen av negativa-laddningar på elektreten reducerar dess elektrostatiska laddning. Potentialen kan mä-tas med en speciell typ av voltmeter.

Även den gammastrålning som mätaren utsätts för joniserar luften i mätkammaren. Korrektio-n för bidrag från gammastrålning ska alltid göras. Gammastrålningen ska mätas med handburen gammamätare eller annan detektor för gammamätning. Kor-rektionen ska göras enligt bruksanvisning från leverantören. Gammamätningen ska göras i den punkt där radonmätaren placeras. Noggrannheten i gammamätningen påverkar noggrannheten i radongasmätningen. Resultatet av gammamätningen ska redovisas i mätprotokollet.

Efter subtraktion av bidraget från gammastrålningen är skillnaden i potential före och efter mätning proportionell mot radongashalten i luften och exponeringstiden. Det finns elektret av olika känslighet vilket ger möjlighet till val av olika mätperioder. Elektreten har från början en viss högsta potential. Reduktionen i potential är nästan linjär med exponeringen ned till ett tröskelvärde. Därefter minskar effektiviteten i jonuppsamlingen. Radonmätaren ska därför inte användas när elektretens potential sjunkit under tröskelvärdet (anges av leverantören). Vid utvärderingen ska man ta hänsyn till att kalibreringsfaktorn ändras något med sjunkande potential. Se bruksan-visning från leverantören.

Kalibrering

Mätutrustningen består av två delar, voltmetern för avläsning och detektorn med elektreten. Kalibreringen avser hela systemet och ska göras med ett längsta tidsintervall av ett år vid SSM eller vid annat laboratorium som SSM kan upplysa om.

Resultatet av kalibreringar ska dokumenteras i loggbok eller motsvarande.

Det instrument som används för att mäta gammastrålningen ska vara kontrollerat genom kalibrering eller jämförande mätning.

Kontroller

Utöver ovan nämnda kalibreringar ska den som utför mätningar utföra ytterligarekontroller av utrustningens funktion. Voltmetern kan kontrolleras med en för ändamålet avsedd elektret med konstant spänning. Detta ska utföras dagligen (eller vid varje avläsningstillfälle). Funktionen hos detektorerna kan kontrolleras genom att vanliga mätningar i några fall dubbleras, dvs två detektorer placeras bredvid varandra. Resultaten från dessa kontroller och från genomförda dubblettmätningar ska dokumenteras i loggbok eller motsvarande.

Referenser

Kotrappa, P., Dempsey, J.C., Hickey, J.R. and Stieff, L.R. "An electret passive environmental ^{222}Rn monitor based on ionization measurement." Health Physics, Vol 54, No 1, 47-56, 1988.

Metod nr 3: Kontinuerligt registrerande radoninstrument

Mätning

Kontinuerligt registrerande radoninstrument kan användas för rådgivande korttidsmätning. Mätperiodens längd bör då vara minst ett dygn i varje mätpunkt. Den totala mätperioden bör omfatta minst två dygn. Vid mätning i enrumslägenhet är en mätpunkt tillräcklig.

Metoden kan också användas för att uppskatta radongashaltens årsmedelvärde. Den sammanlagda mätperioden ska då uppgå till minst två månader i varje mätpunkt. En stor fördel med kontinuerlig mätning är att man kan följa radonhaltens variationer med tiden under mätperioden, vilket kan ge ett säkrare underlag för bedömning av hur representativt mätresultatet är.

På en display på provtagningsenhetens panel kan vanligtvis ett mätvärde integrerat över en manuellt inställbar period anges. Den senare avläsningen kan användas för att snabbt få en grov uppskattning av radonhalten, t.ex. vid mätningar i syfte att lokalisera inläckage av radon från mark.

Beskrivning av mätmetoden

Samtliga tre här beskrivna metoder mäter radongashalten.

A: Pulsräknande jonkammare:

Mätaren kan bestå av en provtagningsenhet och en enhet för programmering, beräkning och utskrift av resultat. Provtagningsenheten kan innehålla jonkammare, luftcirkulationssystem och en mikroprocessor som styr datainsamlingen och lagrar data och som också beräknar och presenterar mätresultat. Enheten för programmering, beräkning och utskrift av resultat kan bestå av t.ex. en persondator och en skrivare. Metoden bygger på jonkamarprincipen. Vid mätning pumpas eller diffunderar den radonhaltiga luften in i jonkammaren genom ett filter som avlägsnar radonets sönderfallsprodukter (radondöttrarna), vissa instrument har också anordning för att torka den inkommande luften. De alfasönderfall som sker i kammaren frigör elektriska laddningar. Laddningarna samlas på kammarens elektroder med ett elektriskt fält. De elektriska pulserna förstärks och analyseras av mikroprocessorn.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under en valbar tid, t.ex. en timme, för att sedan lagra det erhållna värdet som ett delresultat. Resultatet kan också presenteras på instrumentets display. För att erhålla ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Man kan alltså dels bestämma radonhaltens variation med tiden under mätperioden, dels få ett medelvärde för hela perioden.

B: Mätkammare med halvledardetektor:

Mätaren kan bestå av en komplett enhet för provtagning, mätning, beräkning och utskrift av resultat. Mätaren innehåller en mätkammare till vilken rumsluften diffunderar.

rar genom ett filter som avlägsnar radonets sönderfallsprodukter (radondöttrarna). I mätkammaren finns en halvledardetektor placerad i en isolerande hållare. Mätkammarens väggar hålls på en positiv potential av storleksordningen tusen volt i förhållande till detektorn. När radongasen i utrymmet sönderfaller bildas dotterprodukten ^{218}Po (RaA) som är joniserad och därför attraheras av detektorn. Det fortsatta sönderfallet sker på detektortytan och registreras av halvledardetektorn.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under en valbar tid, t.ex. en timme, för att sedan lagra det erhållna värdet som ett delresultat. För att erhålla ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Man kan alltså dels bestämma radonhaltens variation med tiden under mätperioden, dels få ett medelvärde för hela perioden.

C: Lucas-cell

Mätaren kan bestå av en provtagningsenhet och en enhet för programmering, beräkning och utskrift av resultat. Provtagnings- och mätenheten består av en pump och en mätkammare vars väggar på insidan är belagda med ett ämne som avger ljus när det träffas av alfastrålning. En sådan mätkammare kallas ofta Lucas-cell. Vid mätning pumpas luft in i mätkammaren genom ett filter som avlägsnar radonets sönderfallsprodukter (radondöttrarna). Alfapartiklarna som bildas vid sönderfallen i mätkammaren orsakar ljusblixtar när de träffar kammarens väggar. Via ett fönster är mätkammaren förbunden med en fotomultiplikator som omvandlar ljusblixtarna till mätbara elektriska pulser som registreras i en räknare. Vanligtvis ingår i mätaren också en mikroprocessor som styr datainsamlingen och lagrar data och som också beräknar och skriver ut resultaten. Enheten för programmering, beräkning och utskrift av resultat kan bestå av t. ex. en persondator och en skrivare.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under en valbar tid, t.ex. en timme, för att sedan lagra det erhållna värdet som ett delresultat. För att erhålla ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Man kan alltså dels bestämma radonhaltens variation med tiden under mätperioden, dels få ett medelvärde för hela perioden.

D: Mätkammare med fotosensorer

Fotosensorerna är placerade i kammare in i vilken rumsluften strömmar med hjälp av fläkt eller med hjälp av diffusion. Luften har före kammaren passerat ett filter, som endast släpper igenom radongasen. Alfa-sönderfallet från radongasen och döttrarna i kammaren registreras av sensorerna.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under en valbar tid, t.ex. en timme, för att sedan lagra det erhållna värdet som ett delresultat. Resultatet kan också presenteras på instrumentets display. För att erhålla ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Man kan alltså dels bestämma radonhaltens variation med tiden under mätperioden, dels få ett medelvärde för hela perioden.

Kalibrering

Mätsystemet består vanligtvis av två delar, dels en eller flera mätenheter (- instrument), dels en avläsningsenhet som kan vara gemensam för flera mätinstrument. Varje enskilt mätinstrument ska kalibreras med ett längsta tidsintervall av ett år vid SSM eller vid annat laboratorium som SSM kan upplysa om. Kalibreringen görs i radonrum med radonhalter inom instrumentets mätområde. Mättiden vid kalibreringen ska vara ungefär lika lång som den tilltänkta mätperioden. Resultatet av kalibreringar ska dokumenteras i loggbok eller motsvarande.

Kontroller

Utöver ovan nämnda kalibreringar ska användaren av mätsystemet följa de rekommendationer som finns angående regelbunden service och kontroll av instrumentets funktion. Beroende på instrumentets konstruktion varierar möjligheten för användaren att själv utföra kontroller av hela eller delar av funktionen. Där så är möjligt ska regelbundna kontroller av luftflöden och detektoreffektivitet göras. För dessa kontroller finns i vissa fall speciellt avsedda volym- eller flödesmätare respektive teststrålkällor. Bakgrundsmätningar ska också ingå som en del av kontrollprogrammet. Funktionen hos instrumenten kan också kontrolleras genom att göra jämförande mätningar med två eller flera instrument parallellt. Resultat från bakgrundsmätningar, övriga instrumentkontroller och dubblettmätningar ska dokumenteras i loggbok eller motsvarande.

Referenser

Baltzer, P., Görsten, K.G. och Bäcklin, A. "A pulse-counting ionization chamber for measuring the radon concentration in air." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A317*, 357-364, 1992. (Pulsräknande jonkammare)

Schütz, I. och Teikari, T. "Elektronisk radonmätare." Examensarbete vid Inst. för Tillämpad Elektronik och vid Inst. för Atomfysik, Lunds Tekniska Högskola 1998-10-19. Svensk patentansökan 9903005-8.

Wicke, A. och Porstendörfer, J. "Application of surface barrier detectors for the measurement of environmental radon and radon daughters in air." *Proc. Int. Meeting on Radon-Radon Progeny Measurements*, Montgomery, Alabama 1981. Report EPA

520/583/021, Washington DC, 1983. (Mätkammare med halvledardetektor) Wrenn, W.M., Spitz, H. och Cohen, N. "Design of a continuous digital output environmental radon monitor." *IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-22*, 645, 1975. (Kontinuerlig mätning med Lucas-cell)

Bilaga 1

Rekommendationer för rådgivande korttidsmätning av radon i bostad

1. Syfte

Syftet med rekommendationerna är att ange lämpligt tillvägagångssätt vid korttidsmätning av radon i en bostad. Mätresultatet kan användas i rådgivande syfte t.ex. vid köp eller försäljning av småhus och lägenheter i flerbostadshus. Korttidsmätning bör endast användas när tidsskäl inte medger mätning under längre mätperiod.

Resultat från rådgivande korttidsmätningar kan inte användas som underlag för myndighetsbeslut, som t ex. beslut om olägenhet för människors hälsa eller bidrag för åtgärder mot radon i egnahem.

I de fall där den mätansvarige besöker bostaden i samband med mätningen bör denne kontrollera att ventilationssystemet fungerar som avsett, hur mätningen utförs och dessutom inhämta underlag för bedömning av mätresultatet. Mätpunkterna bör väljas så att de är representativa för bostaden. I bostäder där aluskerbaserad lättbetong eller annat byggnadsmaterial med onormalt hög radiumhalt kan förekomma bör mätning av gammastrålning utföras.

Vid mätning med kontinuerlig registrerande instrument i enrumslägenhet är en mät-punkt tillräcklig.

Rådgivande korttidsmätningar bör i huvudsak utföras enligt samma regler som föreskrivs i metodbeskrivningen för långtidsmätning för uppskattning av radongashaltens årsmedelvärde i en bostad vad gäller kalibrering, kontroller, mätpunkt och placering av radonmätare. Vissa skillnader gentemot metodbeskrivningen finns dock.

2. Mätperiodens längd

Mätningen kan göras med en metod som ger mätvärden med en mätosäkerhet som uppgår till högst 20 % vid 200 Bq/m³ (relativ standardosäkerhet, täckningsfaktor k=1).

Tabell: Mätperiod vid rådgivande korttidsmätning med olika metoder

Elektretbaserad integrerande radonmätare	Minst 5 dygn (korttidselektret)
Spårfilm	Minst 7 dygn
Kontinuerligt registrerande radoninstrument	Minst 2 dygn (24 timmar i varje mätpunkt)

3. Restriktioner

Mätningen bör ske under eldningssäsong för att resultatet ska bli representativt. Under onormala väderförhållandet, t.ex. vid höga vindstyrkor bör mätning undvikas. Den mätansvarige bör informera om att väderleken kan påverka mätresultatet.

4. Beräkning av medelvärden för mätperioden

Vid rådgivande korttidsmätning bör det normalt vara tillräckligt att enbart ange mätvärdena för de rum där mätning utförts. Uppskattning av årsmedelvärde kan inte göras. Om medelvärdet för bostaden under mätperioden beräknas får det inte kallas årsmedelvärde i mätprotokollet.

5. Mätning av gammastrålning

I hus byggda före 1978 bör den mätansvarige vid eventuellt besök, utföra mätning av gammastrålning för att klargöra om aluskipperbaserad lättbetong ingår som byggnadsmaterial i bostaden. Resultat av mätning av gammastrålning bör anges som miljödosekvivalent i $\mu\text{Sv/h}$, (se **Definitioner**, i metodbeskrivningen för långtidsmätning).

Gammastrålningen mäts genom att gammamätaren hålls direkt mot väggen, mätningen görs normalt mitt på väggen. Börja med att föra gammamätaren längs väggen för att se om gammastrålningen varierar. Byggnadsmaterialet kan variera i en och samma vägg. Det kan hända att endast en del av en vägg består av aluskipperbaserad lättbetong. Om väggen har avbrott för fönster eller dörrar väljs en punkt mitt på den största sammanhängande väggytan. Man bör undvika att mäta i eller nära vägghörn. För att undvika enkla mätfel bör två avläsningar göras i varje mätpunkt. Normalt bör byggnadens alla yttre och inre väggar samt bjälklag kontrolleras. Det instrument som används för att mäta gammastrålningen ska vara kontrollerat genom kalibrering eller jämförande mätning.

6. Utlåtande

I mätrapporten bör ingå ett utlåtande från den mätansvarige med en bedömning av hur representativt mätresultatet är. Bedömningen bör vara grundad på mätningens resultat och iakttagelser vid eventuellt besök i bostaden. I bedömningen bör den mätansvarige ta hänsyn till den osäkerhet som den korta mätperioden innebär. Om uppdragsgivaren vill ha ett bättre beslutsunderlag bör han uppmanas att göra en långtidsmätning enligt metodbeskrivningen för bestämning av årsmedelvärde. I rapporten bör också finnas ett utlåtande om, och i vilken utsträckning, aluskipperbaserad lättbetong ingår som byggnadsmaterial i bostaden.

Den boende bör skriftligen, eller med motsvarande elektronisk signatur, intyga att givna instruktioner i samband med mätningen följts.

Strålsäkerhetsmyndigheten

Postadress: Strålsäkerhetsmyndigheten, 171 16 Stockholm • **Telefon:** 08 799 40 00 • **Fax:** 08 799 40 10

Besöksadress: Solna strandväg 96 • **Webbadress:** www.stralsakerhetsmyndigheten.se • **E-post:** registrator@ssm.se

Plusgiro: 3 84 21-4 • **Organisationsnummer:** 202100-5737