

# Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser

Nils Hagberg, Lars Mjönes och Ann-Louis Söderman

I samarbete med

Boverket, Socialstyrelsen och SWEDAC

## Innehållsförteckning

1. Syfte .....	3
2. Ordförklaringar.....	3
3. Kalibrering.....	4
4. Kontroller.....	4
5. Mätningens utförande .....	4
6. Mättidpunkt .....	5
7. Placering av radonmätare i byggnaden.....	5
Orienterande mätning.....	5
Uppföljande mätning.....	5
8. Placering av radonmätare i lokalen.....	6
9. Information till arbetstagarna .....	6
10. Mätperiodens längd.....	6
Orienterande mätning.....	6
Uppföljande mätning.....	6
12. Mätosäkerhet för mätperioden .....	7
13. Hur mätvärdet bör anges.....	8
14. Jämförelse med gränsvärde .....	8
15. Mätrapport.....	8
16. Referenser.....	8
17. Metoder för mätning av radon.....	10
Metod nr 1: Spårfilm med filter .....	10
Metod nr 2: Elektretbaserad integrerande radonmätare.....	11
Metod nr 3: Kontinuerlig radongasmätare.....	13

## 1. Syfte

Syftet med metodbeskrivningen är att ange hur radonhalten bör mätas för att kunna jämföras med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde för radon på arbetsplatser samt med Socialstyrelsens riktvärde för radon i lokaler för allmänna ändamål. Den gäller dock inte för gruvor och underjordsanläggningar under utförande.

## 2. Ordförklaringar

**Aktivitetskoncentration:** antalet atomkärnor som sönderfaller per tidsenhet i en given volym eller massa. Enheten för aktivitetskoncentration för radongas i luft är becquerel per kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>). Ofta används begreppet halt i stället för aktivitetskoncentration, t. ex. radongashalt.

**Arbetsplats:** plats där arbete utförs (i denna metodbeskrivning endast inomhus). Begreppet innefattar lokaler som omfattas av radonbestämmelser i arbetsmiljölagstiftningen och miljöbalken med föreskrifter.

**Eldningssäsong:** Med eldningssäsong menas (i denna metodbeskrivning) perioden mellan den 1 oktober och den 30 april. Dygnsmedeltemperaturen beräknas under perioden vara lägre än +10°C. Skillnaden mellan inom- och utomhustemperaturen är då tillräckligt stor för självdragsventilation, och det därvid uppkomna undertrycket inomhus, att påverka radonhalten. Om mätning eller del av mätning skett utanför eldningssäsong bör detta anges i mätprotokollet.

**Gränsvärde:** Mätvärden uppmätta enligt metodbeskrivningen bör kunna jämföras med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde för radon på arbetsplatser (AFS 2005:17) på 400 Bq/m<sup>3</sup> samt Socialstyrelsens [SOSFS 1999:22 (M) samt SOSFS 2004:6 (M)] riktvärde på 200 Bq/m<sup>3</sup> i lokaler för allmänna ändamål. Socialstyrelsens riktvärde bygger på ett årsmedelvärde i lokaler där människor vistas stadigvarande. Arbetsmiljöverkets gränsvärde är ett hygieniskt gränsvärde som inte får överstigas under arbetstid på arbetsplatser där personer vistas mer än tillfälligt. Gränsvärdet kan även tillämpas som årsmedelvärde.

**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 bakgrundsnivå. 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).

**Radondotterprodukter (radondöttrar):** Radioaktiva grundämnen som bildas när radonet sönderfaller. Vanligtvis avses de isotoper av polonium, bly och vismut som har kort halveringstid. Tidigare har mätning av radondotterhalt varit vanligt varvid mätresultat uttryckts som Bq/m<sup>3</sup> EER (Equilibrium Equivalent concentration of Radon).

### 3. Kalibrering

Mätsystem som används för mätning av radon på arbetsplatser 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, vid Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM eller vid annat laboratorium som SSM 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 god precision och noggrannhet. Åtgärderna omfattar kontroll av mätutrustning, använda laboratorieprocesser, beräkningsmetoder, förbrukningsmateriel m.m. samt rutiner för hur eventuella avvikelser hanteras. Det ska också finnas rutiner som bevakar att mätresultaten är rimliga. Dokumentation av alla mät- och kontrollrutiner ska göras i kvalitetshandbok eller motsvarande för att få repeterbara och kontrollerade resultat. 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. Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll, SWEDAC, ackrediterar laboratorier som utför mätningar av radon i inomhusluft. Ackrediteringen är frivillig och bygger på standarden SS-EN ISO/IEC 17025 samt på föreskrifter utgivna av SWEDAC. På laboratorier som ackrediteras inom detta system ställs speciella krav med avseende på kvalitetssystem, integritet och opartiskhet, personlig kompetens, utrustning, jämförande mätningar m.m.

### 5. Mätningens utförande

Mätning av radon på arbetsplatser kan utföras i två steg. Det första steget, här kallat **orienterande mätning**, utförs lämpligen med integrerande mätare under en tidsperiod som omfattar minst två månader. Mätningen kan t.ex. utföras med spårfilmsmätare eller elektretmätare. Visar den orienterande mätningen att en eller flera lokaler har en radonhalt som överstiger gällande gräns- eller riktvärde bör man gå vidare och göra en **uppföljande mätning**. Finns det möjlighet att direkt använda sig av en metod för uppföljande mätning behöver orienterande mätning inte göras, såvida man inte avser att använda mätresultatet som ett årsmedelvärde. För att kunna jämföra mätresultatet med Socialstyrelsens riktvärde måste mätperioden omfatta minst två månader.

På arbetsplatser ger en integrerande mätning över en längre period, d.v.s. en mätning som omfattar även nätter och helger, oftast en överskattning av radonhalten under arbetstid. Det beror på att man på många arbetsplatser stänger av eller minskar ventilationen under nätter och helger vilket vanligen innebär att radonhalten ökar. För uppföljande mätning kan man använda sig av t.ex spårfilmsmätare och mäta med ventilationen påslagen dygnet runt. Ett alternativ är att mäta radonhalten med ett kontinuerligt registrerande instrument. Då kan ventilationen användas som vanligt. Väljer man att mäta med elektret kan ventilationen antingen vara påslagen dygnet runt, eller användas normalt om man istället stänger igen elektretmätaren under den tid ventilationen är minskad eller avstängd.

## 6. Mättidpunkt

För både orienterande och uppföljande mätning gäller att de bör utföras under eldningssäsong (se Ordförklaringar). Skälet till detta är att det är svårt att tolka mätningar som görs under den varma årstiden. När skillnaden mellan utom- och inomhus-temperaturen är liten fungerar självdragsventilation dåligt vilket påverkar både luftomsättning och inläckage av markradon. Inte heller för byggnader med mekanisk ventilation är sommarsäsongen lämplig för mätning på grund av omfattande vädring och för att luftomsättningen påverkas av självdrag även i dessa byggnader.

## 7. Placering av radonmätare i byggnaden

### Orienterande mätning

Mätning bör ske i varje separat byggnad. I bottenvåning med markkontakt eller plan under jord bör mätning göras i minst var femte lokal där personer vistas mer än tillfälligt. I våningsplan ovan mark bör normalt minst en mätning göras på varje plan med permanenta arbetsplatser och minst en per 500 m<sup>2</sup>. I byggnader där förhöjda halter påträffats eller kan misstänkas bör mätning ske i fler lokaler än som anges ovan. Detsamma gäller om man uppmätt gammastrålning överstigande 0,3 µSv/h i byggnaden (mätning direkt mot ytan) eller om det är känt att delar av byggnaden innehåller alunskifferbaserad lättbetong (blå lättbetong). Rum med rörgenomföringar från mark eller andra otätheter mot mark, och mot dessa angränsande rum, kan innehålla förhöjda radonhalter och bör mätas. Detsamma gäller rum på högre våningsplan som angränsar mot hiss-, ventilations- och rörschakt.

### Uppföljande mätning

I byggnad där radonhalter som överstiger gräns- eller riktvärdet påträffats vid orienterande mätning bör mätning ske i ett urval av lokaler där människor vistas under större del av arbetstiden. I mycket stora byggnader kan man begränsa de uppföljande mätningarna till de delar av byggnaden där den orienterande mätningen visat förhöjda halter. Om hög gammastrålning uppmätts eller byggnaden innehåller blå lättbetong bör mätning ske i flera lokaler än normalt i anslutning till dessa delar. Den uppföljande mätningen bör visa medelvärdet av radonhalten under arbetsdagen.

## 8. Placering av radonmätare i lokalen

Integrerande mätare (spårfilm och elektretmätare) bör inte flyttas under mätning mellan olika lokaler. Radonmätarna bör placeras så att mätvärdet i möjligaste mån blir representativt för radonhalten på arbetsplatsen. Placeringen i lokalen bör göras på ett sådant sätt att förhållandena runt radonmätaren så väl som möjligt överensstämmer med förhållandena för personerna som vistas i lokalen, vilket innebär att mätaren inte bör placeras på golvet. Avståndet till vägg bör vara minst 25 cm. Radonmätaren bör inte placeras så att den utsätts för starka luftströmmar eller stark värme. Den bör 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.

## 9. Information till arbetstagarna

Arbetstagarna bör instrueras att arbeta som vanligt med avseende på vädring, inomhustemperatur och liknande. Ventilationssystemet bör fungera som det är avsett för byggnaden, vilket t.ex. innebär att befintliga till- och frånluftsdon bör vara öppna. Arbetstagarna bör även informeras om att den orienterande mätningen kan ge ett överskattat värde och att den uppföljande mätningen ger ett värde som bättre överensstämmer med den radonhalt de vistas i under arbetstid.

## 10. Mätperiodens längd

### Orienterande mätning

En orienterande mätning kan göras med integrerande radonmätare, t.ex. spärfilm eller elektret. Mätperiodens längd bör då vara minst två månader. Den orienterande mätningen bör göras med en metod som ger mätvärden med en mätosäkerhet som uppgår till högst 10 % vid 200 Bq/m<sup>3</sup> (relativ standardosäkerhet, täckningsfaktor k=1).

### Uppföljande mätning

Den uppföljande mätningen bör göras med en metod som ger mätvärden med en mätosäkerhet som uppgår till högst 20 % vid 200 Bq/m<sup>3</sup> (relativ standardosäkerhet, täckningsfaktor k=1). Mätningen kan göras med integrerande eller kontinuerlig metod. Väljer man en integrerande mätmetod bör ventilationssystemet vara påslaget under hela mätperioden. Mätningen bör utföras med spärfilm i minst 10 dygn, varav 8 dygn då arbete pågår i lokalerna. Använder man sig av elektretmätare bör mätningen göras i minst 5 arbetsdagar. Med ett kontinuerligt registrerande instrument kan tidsstyrd ventilation användas normalt och mätning bör göras i två dygn i varje utvald lokal, mätningen bör ske under dygn då arbete pågår i lokalerna. Medelvärde beräknas för arbetstiden. Mätning med elektretmätare kan göras under sådana ventilationsförhållanden om detektorn stängs under icke arbetstid.

Tabell 1: Mätperiodens längd för olika typer av mätning

Typ av mätning	Mätmetod	Mätperiod	Ventilation
Orienterande	spårfilm	Minst 2 månader	Normal, inkl. tidsstyrning
	elektret	Minst 2 månader	Normal, inkl. tidsstyrning
Uppföljande	spårfilm	Minst 10 dygn varav 8 arbetsdagar	I drift dygnet runt
	elektret	Minst 5 arbetsdagar	I drift dygnet runt
	elektret	Minst 5 arbetsdagar om elektretmätaren stängs under icke arbetstid	Normal, inkl. tidsstyrning
	Kontinuerlig radongasmätare	2 dygn	Normal, inkl. tidsstyrning

## 12. Mätosäkerhet för mätperioden

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

För provningslaboratorier bör i rapporter, där numeriska värden anges, normalt finnas uppgift om mätosäkerhet. Mätosäkerheten bör 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 bör uppskattas och anges i mätprotokollet. Härvid bör även bidrag till osäkerheten från eventuell korrigeringsfaktor för påverkan av gammastrålning inräknas (gäller bl.a. elektretmätare). Osäkerheterna bör summeras genom kvadratisk addition enligt följande.

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

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

Hur uppskattningen av den tillfälliga mätosäkerheten och MDA-värdet gjorts bör redovisas i kvalitetshandbok eller liknande.

## 13. Hur mätvärdet bör anges

Mätresultat anges som medelvärdet, alternativt årsmedelvärdet, av radongashalten i Bq/m<sup>3</sup> under mätperioden i den uppmätta lokalen. 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 rapporteras understiger MDA-värdet bör de anges som < MDA- värdet. De uppmätta värdena kan anges inom parentes och bör då förklaras.

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

## 14. Jämförelse med gränsvärde

Jämförelse med gränsvärde bör göras enligt svensk standard SS 02 00 51, utgåva 2, "Jämförelse mellan provningsresultat och fordran". Avrundningsmetoden används.

## 15. Mätrapport

Ur rapporten bör framgå att metodbeskrivningen följts vid mätning samt följande information:

- a) Namn och adress på mätfirma, kommun eller motsvarande som utfört mätningen.
- b) Uppdragsgivarens namn, den undersökta arbetsplatsens arbetsställesnummer, adress och fastighetsbeteckning samt identifiering av de lokaler där mätning utförts med t.ex. skiss över arbetsplatsen.
- c) Typ av arbetsplats. Typ av ventilationssystem med beskrivning över tidstyrningen under mätperioden.
- d) Tidsperiod för mätningen och datum för rapportens upprättande. Rapportidentifikation (typ löpnummer). Totala antalet sidor i rapporten.
- e) Använd mätmetod och eventuellt nummer på motsvarande metodblad.
- f) Uppgift om vilken mätutrustning som använts.
- g) Radongashaltens medelvärde för mätperioden, alternativt årsmedelvärde, med uppgift om uppskattad mätosäkerhet för varje lokal där mätning utförts. Ange våningsplan och typ av lokal där mätning utförts.
- h) Uppgift om eventuellt besök på arbetsplatsen av mätpersonal i samband med mätningen.
- i) Resultat av eventuell mätning av gammastrålning på arbetsplatsen, vem som utfört mätningen och typ av gammamätare.
- j) j) Bedömning av resultat med kommentarer med hänsyn till observationer gjorda vid mätningen.

## 16. Referenser

Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 2000:3

Boverkets byggregler. BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2000:19, BBR 10

Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft.  
Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:22 (M)

Clavensjö Bertil & Åkerblom Gustav, Radonboken : åtgärder mot radon. Stockholm:  
Byggforskningsrådet, 1992. (T / Byggforskningsrådet ; 1992:5)

Clavensjö Bertil & Åkerblom Gustav, Radonboken : åtgärder mot radon i befintliga  
byggnader. Stockholm : Formas 2003. (T / Byggforskningsrådet ; 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. Standardiseringskommis-  
sionen 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

## 17. Metoder för mätning av radon

### Metod nr 1: Spårfilm med filter

#### Mätning

Spårfilm med filter kan användas för att göra orienterande mätningar av radonhalter på arbetsplatser. Mätperiodens längd bör då vara minst två månader. Spårfilm med filter kan också användas för uppföljande mätningar av radon på arbetsplatser. Uppföljande mätning bör omfatta minst 10 dygn, varav 8 dygn då arbete pågår i lokalerna.

Mätarna kan vara känsliga för stark värme, varför de inte bör placeras närmare än ca. en meter från lampor, TV-apparater eller andra värmekällor. De bör 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, elektretmätare, kan användas för att göra orienterande mätningar av radonhalter på arbetsplatser. Mätperiodens längd bör då vara minst två månader. Elektretmätare kan också användas för uppföljande mätningar av radon på arbetsplatser. Uppföljande mätning bör omfatta minst fem arbetsdagar och utföras så att radongashaltens medelvärde under arbetstiden kan beräknas. Detta kan t.ex. göras med elektretmätare som stängs av under nätter och helger.

### **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. Korrektion för bidrag från gammastrålning bör alltid göras. Gammastrålningen bör mätas med handburen gammamätare eller annan detektor för gammamätning. Ett alternativ är att använda en separat elektretdetektor för gammamätningen, vanligtvis används en mätkammare av en mindre modell innesluten i en radontät igensvetsad foliepåse. Korrektionen bör göras enligt bruksanvisning från leverantören. Gamma-mätningen bör göras i den punkt där radonmätaren placeras. Noggrannheten i gam-mamätningen påverkar noggrannheten i radongasmätningen. Resultatet av gamma-mätningen bör 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 bör därför inte användas när elektretens potential sjunkit under tröskelvärdet (anges av leverantören). Vid utvärderingen bör man ta hänsyn till att kalibreringsfaktorn ändras något med sjunkande potential. Se bruksan-visning från leverantören.

### **Kalibrering**

Mätutrustningen består av två delar, voltmeter för avläsning och detektorn med elektreten. Kalibreringen avser hela systemet och ska göras med ett längsta tidsinter-vall av ett år vid SSM eller vid annat laboratorium som SSM kan upplysa om. Resul-tatet 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 ytterligare kontroller 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

<sup>222</sup>Rn monitor based on ionization measurement." Health Physics, Vol 54, No 1, 47-56, 1988.

## Metod nr 3: Kontinuerlig radongasmätare

### Mätning

Kontinuerlig radongasmätare kan användas för uppföljande mätning av radon på arbetsplatser. Uppföljande mätning bör omfatta minst två arbetsdagar och utföras så att radongashaltens medelvärde under arbetstiden kan beräknas.

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 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 sönderfallsprodukten  $^{218}\text{Po}$  (RaA) som är joniserad och därför attraheras av detektorn. Det fortsatta sönderfallet sker på detektorytan 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.

### **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)

Wicke, A. och Porstendorfer, 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)

**Strålsäkerhetsmyndigheten**

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

**Besöksadress:** Solna strandväg 96 • **Webbadress:** [www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se) • **E-post:** [registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)

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