



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Metodbeskrivning

Mätning av radon på arbetsplatser

Innehåll

1. Inledning	2
2. Syfte	3
3. Ordförklaringar.....	4
4. Mätssystem och kvalitetskrav	6
5. Mätning av radonhalt	7
6. Utförande av mätning	11
6.1 Mättidpunkt och mätperiod	11
6.2 Placering av radonmätare i lokaler	11
6.3 Antal mätpunkter.....	12
6.4 Information till arbetstagarna.....	12
7. Mätosäkerhet	13
8. Hur mätvärden bör anges	13
9. Utvärdering av mätresultat för jämförelse med referensnivån.....	13
10. Mätrapport.....	14
11. Referenser	15
Bilaga 1 – Regelverk för radon på arbetsplatser	17
Bilaga 2 – Mätutrustning för mätning av radonhalt	19
Bilaga 3 – Praktiska exempel för analys av radonexponering samt årsmedelvärde ..	23
Bilaga 4 – Flödesschema för radonmätning på arbetsplatser	25

1. Inledning

Radon är en radioaktiv gas som förekommer naturligt i marken och i grundvattnet. Markradon är den vanligaste källan till radon i inomhusluft och också den som kan ge högst radonhalt. Radon i dricksvatten är främst ett problem i vissa enskilda brunnar. Radon finns även i byggnadsmaterialet blåbetong (alunskifferbaserad lättbetong) som producerades fram till 1975.

Det är sedan länge väl känt att inandning av radon utgör en hälsorisk [1]. Exponering för radon ökar framför allt risken för lungcancer. Radonexponering är näst efter rökning den vanligaste orsaken till lungcancer i Sverige [2]. Det finns ingen tröskelnivå under vilken exponering för radon är helt ofarlig. Av detta skäl bör alltid så låg radonhalt som möjligt eftersträvas då åtgärder vidtas för att sänka radonhalten.

Den viktigaste radonisotopen ur exponeringssynpunkt är radon-222, som bildas via sönderfall av radium-226 och ingår i sönderfallskedjan för uran-238. Radon syns inte och har varken lukt eller smak, så det enda sättet att påvisa radon är genom mätning. Radonhalten i inomhusluften påverkas av en rad faktorer exempelvis markegenskaper, byggnaders täthet mot marken, ventilation, väderförhållanden och tryckförhållanden i byggnader [3][4].

Arbetsgivare är ansvariga för arbetsmiljön och i detta ansvar ingår att känna till radonhalten på arbetsplatser. Radonhalten på en arbetsplats bör mätas om ingen tidigare mätning finns eller om den senaste mätningen är mer än tio år gammal. Dessutom bör mätning utföras efter byggnadsåtgärder som kan påverka radonhalten. Åtgärder som kan påverka radonhalten är sådana som berör värme, ventilation och vatten eller som har föranlett håltagning i bottenplattan, källarväggar eller väggar i anslutning till ventilations- och hisschakt.

Radon på arbetsplatser regleras i strålskyddslagen (SFS 2018:396), strålskyddsförordningen (SFS 2018:506) samt i Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden (AFS 2018:1) för radonexponering.

För arbetsplatser med radonhalter över 200 becquerel per kubikmeter (Bq/m^3) uttryckt som årsmedelvärde¹ kan även Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om radon på arbetsplatser (SSMFS 2018:10) bli tillämpliga. Till stöd för användning av föreskrifterna finns vägledningstext. Under vissa förutsättningar råder enligt dessa föreskrifter anmälningsplikt till Strålsäkerhetsmyndigheten. För ytterligare information om regelverk för radon på arbetsplatser, se bilaga 1.

Denna metodbeskrivning gäller för arbetsplatser inomhus. För färdigställda och inredda berggrum, berganläggningar, källarlokalerna och liknande miljöer kan den också användas men särskild bedömning kan då behöva göras för att avgöra tillämpbarhet. Metodbeskrivningen gäller däremot inte för gruvor och underjordsanläggningar under utförande.

Denna metodbeskrivning ersätter den tidigare metodbeskrivningen för mätning av radon på arbetsplatser som utformats i samarbete mellan dåvarande Strålskyddsinstitutet, Boverket, Socialstyrelsen och Swedac vilken publicerades 2004 [5]. Den reviderade metodbeskrivningen för arbetsplatser tillämpas från och med 2021-10-01.

¹ För definition av årsmedelvärde se ordförklaringar i kapitel 3 och information i bilaga 1.

2. Syfte

Syftet med denna metodbeskrivning är att säkerställa att radonmätningar på arbetsplatser utförs med hög kvalitet och på ett sätt som inte underskattar den radonhalt som arbetstagare i genomsnitt utsätts för. Därigenom kan erhållna mätresultat jämföras med referensnivån för radon som anges i 3 kap. 6 § strålskyddsförordningen och även avgöra om anmälan av radonhalt behöver göras till Strålsäkerhetsmyndigheten.

Syftet med metodbeskrivningen är även att ge underlag för att kunna bestämma radonexponering på arbetsplatser för att avgöra om denna behöver anmälas till Strålsäkerhetsmyndigheten. Dessutom är det då även möjligt att jämföra radonexponeringen med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärden. Radonexponering definieras som radonhalt multiplicerad med vistelsetid på arbetsplatsen.

3. Ordförklaringar

Anmälningssplikt: När radonhalten i luft, uppskattat som ett årsmedelvärde av radonhalten under arbetstid i lokaler där verksamhet bedrivs, överskrider referensnivån 200 Bq/m³ trots vidtagna åtgärder, ska detta anmälas till Strålsäkerhetsmyndigheten enligt 4 § SSMFS 2018:10. För arbetsplatser med risk för särskilt hög radonexponering överstigande 0,72 megabecquereltimmar per kubikmeter (MBq·h/m³), ska anmälan ske enligt 5 § SSMFS 2018:10.

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/m³). Ofta används begreppet halt i stället för aktivitetskoncentration, till exempel radongashalt eller radonhalt.

Arbetsplats: I 5§ Arbetsmiljöverkets föreskrift om arbetsplatsens utformning, AFS 2020:1, definieras arbetsplats som en plats för arbete, inklusive förbindelseleder och personalutrymmen, till vilken en arbetstagare har tillträde under sitt arbete. Arbetsplatser kan finnas både inomhus och utomhus och vara både stadigvarande och tillfälliga.

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 självdragsventilation ska fungera. Eldningssäsong är enligt denna metodbeskrivning tiden från 1 oktober till 30 april i hela landet, vilket är i enlighet med vägledning till SSMFS 2018:10. Notera möjlighet att i vissa fall något överskrida rekommenderad mätperiod enligt information i avsnitt 6.1.

Gränsvärde: Värde som inte får överskridas. I samband med radon på arbetsplatser används ”gränsvärde” för personexponering enligt Arbetsmiljöverkets regler. Referensnivå för radon används i Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter för radon på arbetsplatser och detta begrepp skiljer sig från ett gränsvärde.

Korttidsmätning: Mätning av radonhalt under kort tid jämfört med långtidsmätning. Metoden kan användas där långtidsmätning inte är möjligt att genomföra eller för indikation av radonhalt, exempelvis efter olika typer av åtgärder för radonsanering. Årsmedelvärde av radonhalt under arbetstid kan inte uppskattas med denna typ av mätning.

Långtidsmätning: Mätning av radonhalt ska utföras under minst två månader (60 dagar). Den är även tillåten att utföras under ett helt år förutsatt att lämplig mätmetod används. Om mätning dygnet runt med integrerande radonmätare överskattar radonhalten under arbetstid kan uppföljande mätning behöva göras.

Minsta detekterbara aktivitetskoncentration, MDA: Den minsta detekterbara aktivitetskoncentrationen som ger ett mätvärde som med viss sannolikhet överstiger mätsystemets bakgrundsnivå. MDA beror på mätutrustningens egenskaper, mätperiodens längd med mera och kan uppskattas med statistiska metoder [7] [13].

Miljdosekvivalent: En storhet som bland annat används vid mätning av gammastrålning. Enheten för miljdosekvivalent är Sievert (Sv). Vid mätning av gammastrålning används miljdosekvivalent (miljdosekvivalent per tidsenhet) vilken vanligen anges i enheten mikrosievert per timma (μSv/h).

Momentan mätning: En momentan mätning är en direkt mätning av radonhalt baserad på en mycket kort tidsperiod jämfört med såväl långtids- som korttidsmätning eller uppföljande mätning, vanligen en till några timmar.

Mätpunkt: Den plats på arbetsplatsen där radonhalten mäts.

Optimering: Inom strålskydd används begreppet optimering som syftar på att begränsa exponering för joniserande strålning. Optimering kommer till uttryck i 3 kap. 5 § Strålskyddslagen för den som bedriver en verksamhet eller är ansvarig för en åtgärd som kan innebära att en människa exponeras för joniserande strålning. Som utgångspunkt ska radonhalten på arbetsplatser där arbetstagare vistas en stor del av sin arbetstid hållas så låg som det är möjligt och rimligt och under referensnivån för radon på 200 Bq/m³ (se vägledning till föreskrifter SSMFS 2018:10 för radon på arbetsplatser [20]).

Radon: Med radon avses här isotopen radon-222, som är den vanligast förekommande och mest långlivade isotopen av radon. Isotopen radon-222 har sitt ursprung i sönderfallsserien för uran-238.

Radondotterprodukter (radondöttrar): Radioaktiva grundämnen som bildas när radon sönderfaller. Vanligtvis avses de isotoper av polonium, bly och vismut som har kort halveringstid.

Radonexponering: Radonhalten multiplicerat med vistelsetiden.

Radonhalt: Se **Aktivitetskoncentration**.

Referensnivån för radon: Referensnivån för radon är 200 becquerel per kubikmeter luft (Bq/m³) inomhus i bostäder, lokaler som allmänheten har tillträde till och på arbetsplatser, uttryckt som årlig genomsnittlig aktivitetskoncentration. Referensnivån är, till skillnad från ett gränsvärde, inte en bindande strikt gräns. Det är dock önskvärt att referensnivån inte överskrids och om det inträffar så ska optimering vidtas för att om det är möjligt och rimligt komma ned under referensnivån enligt de principer som gäller för optimering i strålskyddslagen och i föreskrifter för radon på arbetsplatser (SSMFS 2018:10). Vid kontroll av att referensnivån inte överskrids på arbetsplatser är det relevanta måttet radonhalt under arbetstid.

Uppföljande mätning: Mätning av radonhalt i samband med långtidsmätning som syftar till att med en relativt kort mätning kombinerat med långtidsmätning uppskatta årsmedelvärdet av radonhalten under arbetstid. Denna mätning är aktuell om mätresultatet för långtidsmätningen överstiger referensnivån för radon men inte är representativt för radonhalten under arbetstid, se avsnitt 5.2. Uppföljande mätning kan ske parallellt med eller i nära anslutning till en långtidsmätning.

Årsmedelvärde av radonhalt: Genomsnittlig radonhalt på arbetstid under ett år i en lokal på en arbetsplats. Årsmedelvärdet uppskattas ofta initialt med hjälp av en långtidsmätning under minst 2 månader (60 dagar) men kan behöva kompletteras med en uppföljande mätning. Därigenom kan årsmedelvärdet under arbetstid uppskattas vilket är det relevanta medelvärdet på arbetsplatser för jämförelse med referensnivån 200 Bq/m³. Årsmedelvärdet bör redovisas för varje mätpunkt på en arbetsplats.

4. Mätssystem och kvalitetskrav

4.1 Kalibrering och standarder

För att uppnå mätresultat av hög kvalitet bör rekommendationerna från standarder SS-ISO 11665 [6]-[10] så långt som möjligt följas vid mätning av radonhalt. Dessutom måste de speciella tekniska instruktionerna som hör till respektive mätssystem följas. I en rapport utgiven av International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) finns information om mätning, olika mätssystem och rapportering av radonexponering [14].

För mätning av radonhalt ska mätssystem vara kalibrerade för mätstorheten radonhalt (med enheten Bq/m³) med internationell spårbarhet. Spårbarhet innebär att kalibreringen går att följa i en obruten kedja tillbaka till definitionen av mätstorheten radonhalt.

Kalibrering av elektronisk mätutrustning (radoninstrument) ska göras innan utrustningen tas i bruk samt efter reparationer eller modifieringar som kan påverka systemets egenskaper. Kalibrering av radoninstrument ska göras regelbundet. Strålsäkerhetsmyndigheten rekommenderar ett längsta kalibreringsintervall på ett år. Resultat av kalibrering ska tillämpas. Regelbundna kalibreringar kan göras mer sällan om det är möjligt att genomföra en kontroll av att instrument inte har drivit sedan senaste kalibrering. Resultat av kalibrering och kontroll av använd mätutrustning ska dokumenteras. Omfattningen av kalibrering som krävs varierar för olika mätutrustningar och beskrivs i detalj under rubriken "Kalibrering" för respektive mätutrustning i bilaga 2.

Funktionskontroll ska också utföras i den omfattning som behövs för att säkerställa mätresultatens noggrannhet. Tillverkarens rekommendationer, noggrannhetskrav och erfarenhet av mätssystemets stabilitet bör också beaktas vid val av frekvens för kalibrering och funktionskontroll.

4.2. Kontroller och övriga kvalitetskrav

Utöver kalibrering ska laboratorier, konsultfirmor och motsvarande som utför radonmätningar vidta åtgärder för att säkerställa att mätdata har god noggrannhet. Åtgärderna omfattar bland annat kontroll av mätutrustning, laboratorieprocesser, beräkningsmetoder 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 bör göras i kvalitetsmanual eller motsvarande. Omfattningen av de mätningar och kontroller som krävs varierar för olika mätutrustningar och beskrivs närmare under rubriken "Kontroller" för respektive mätutrustning, se bilaga 2.

Personal på laboratorier, konsultfirmor eller motsvarande som ansvarar för mätningar ska ha nödvändig kompetens. De bör ha genomgått Strålsäkerhetsmyndighetens fördjupningskurs om radon eller motsvarande utbildning. Den som utför bestämning av radonhalt ska därutöver vidmakthålla sin kompetens genom regelbunden mätverksamhet och fortbildning.

Det rekommenderas att analys av radonhalten inomhus utförs av organisation som är ackrediterad för mätmetoder beskrivna i denna metodbeskrivning. Ackrediteringen bygger på standarden SS-EN ISO/IEC 17025 [15] samt på föreskrifter utgivna av Sveriges nationella ackrediteringsorgan (Swedac). Det ställs speciella krav på organisationer som ackrediteras inom detta system avseende kvalitetssystem, integritet och opartiskhet, personlig kompetens, utrustning samt jämförande mätningar.

Om en icke ackrediterad organisation används bör det säkerställas att organisationen uppfyller kvalitetssäkring som är likvärdig med en ackrediterad organisation. Dokumentation bör finnas som redovisar de interna krav som ställs på kompetens, integritet och opartiskhet. Deltagande i jämförande mätningar, som bland annat visar att kraven på mätosäkerhet i denna metodbeskrivning uppfylls, bör kunna redovisas.

5. Mätning av radonhalt

Mätning av radonhalt på arbetsplatser avser att ge underlag för att uppskatta årsmedelvärdet av radonhalt under arbetstid för jämförelse med referensnivån. Med hjälp av erhållet mätvärde för radonhalt är det sedan möjligt att fastställa om verksamheten eller arbetsstället är anmälningspliktigt till Strålsäkerhetsmyndigheten, se bilaga 1 och 4.

Årsmedelvärde av radonhalt på en arbetsplats kan antingen uppskattas med representativa mätningar under minst två månader (60 dagar) eller kontinuerliga mätningar under ett helt år. Mätningar utförs med en integrerande eller tidsupplöst metod. En integrerande mätning ger ett mätresultat för hela mätperioden utan att ge någon information om hur radonhalten varierar över tid. Om information önskas om hur radonhalten varierar över tid måste en tidsupplöst mätmetod användas. Ett urval av lämpliga mätutrustningar beskrivs i bilaga 2.

För alla typer av mätningar som beskrivs i detta kapitel gäller att villkor beträffande kvalitet och kontroller som beskrivs i kapitel 4 och 6 ska uppfyllas.

I första hand ska radonmätning utföras i form av en långtidsmätning, se avsnitt 5.1. Med hjälp av resultat från långtidsmätning kan årsmedelvärde av radonhalt under arbetstid uppskattas för jämförelse med referensnivån. Ibland kan dock ett uppskattat årsmedelvärde baserat på enbart en långtidsmätning ge en överskattning av radonhalten under arbetstid på arbetsplatsen. Då kan en uppföljande mätning behöva göras som tillsammans med långtidsmätningen används för att uppskatta årsmedelvärdet under arbetstid, se avsnitt 5.2.

Om det inte är möjligt att göra en långtidsmätning kan korttidsmätning, se avsnitt 5.3, eller momentan mätning, se avsnitt 5.4, vara ett alternativ för att bestämma radonhalt, men de kan inte ligga till grund för att uppskatta ett årsmedelvärde. Exempel på denna situation är arbetsplatser med tidsbegränsade arbetsperioder som väsentligt understiger det tidskrav på två månader som krävs för långtidsmätning.

Mätningar ska planeras och utföras så att de som utgångspunkt blir så representativa som möjligt för arbetstagares vistelse på arbetsplatser. Långtidsmätningar överskattar dock ibland radonhalten under arbetstid och om nivån då ligger under referensnivån behöver ingen uppföljningsmätning utföras, se avsnitt 5.2. Den initiala långtidsmätningen ger då en konservativ uppskattning snarare än en representativ uppskattning av radonhalten under arbetstid. När mätningar av radonhalt genomförs är det viktigt att arbetsplatsens lokaler används som vanligt. Det är till exempel viktigt att uppvärmning och ventilation är inställda som vanligt under mätperioden.

Efter eventuell radonsanering för att sänka radonhalten ska en förnyad långtidsmätning utföras för att kontrollera åtgärdernas effekt. Innan denna långtidsmätning påbörjas kan en snabb kontroll av åtgärdernas effekt övervägas. Denna kontroll kan exempelvis göras i enlighet med en "Uppföljande mätning" (se avsnitt 5.2) varvid den framräknade faktorn i så fall kan användas tillsammans med efterföljande långtidsmätning för att uppskatta årsmedelvärdet under arbetstid. Även en korttidsmätning kan användas för en snabb kontroll (se avsnitt 5.3).

För en sammanfattning av de mätyper och mätperioder som beskrivs i detta kapitel se tabell 1.

5.1 Långtidsmätning

För att kunna uppskatta ett årsmedelvärde av radonhalt ska en långtidsmätning utföras. Denna kan utföras med representativa mätningar under minst två månader eller kontinuerliga mätningar under ett helt år, se vägledning till SSMFS 2018:10.

Långtidsmätning för att uppskatta årsmedelvärde av radonhalten utförs ofta med integrerande radonmätare, exempelvis spårfilmsdosor, och ska utföras under en sammanhängande mätperiod av minst två månader (60 dagar) under eldningssäsongen, se bilaga 2.

Långtidsmätning kan undantagsvis även ske under annan tid på året än under eldningssäsongen om detta tydligt kan motiveras². Vid säsongsbetonad verksamhet ska mätperioden anpassas till användningsperioden för arbetsplatsen.

På vissa arbetsplatser ger en långtidsmätning med integrerande radonmätare en överskattning av radonhalten under arbetstid. Det beror på att man på många arbetsplatser stänger av eller minskar ventilationen under icke-arbetstid, vilket vanligen innebär att radonhalten då ökar. Om referensnivån överskrids måste därför långtidsmätningen kompletteras med en uppföljande mätning för att få fram årsmedelvärdet av radonhalten under arbetstid på ett mer rättvisande sätt, se avsnitt 5.2.

Det är även möjligt att använda en tidsupplöst metod för mätning under minst 2 månader (60 dagar), se bilaga 2. För att bestämma radonhalt som är representativ för den tid då arbete utförs på arbetsplatsen ska radonhalt under arbetstid användas för att uppskatta årsmedelvärde. Denna metod måste då effektivt kunna särskilja radonhalt under arbetstid och icke-arbetstid ifall radonhalten varierar över dygnet.

Som nämns ovan, kan långtidsmätning även utföras genom kontinuerlig mätning under ett helt år. Denna typ av mätning kan utföras såväl med integrerande radonmätare, exempelvis spårfilmsdosor, som med tidsupplösta elektroniska radonmätare (radoninstrument). För att erhålla en direkt mätning av årsmedelvärdet under arbetstid måste den kontinuerliga mätningen under ett helt år effektivt kunna särskilja radonhalten under arbetstid och icke-arbetstid ifall radonhalten varierar över dygnet. I annat fall kan även en kontinuerlig mätning under ett helt år behöva kompletteras med en uppföljande mätning med lämpligt instrument, se avsnitt 5.2, för uppskattning av årsmedelvärde under arbetstid.

Om långtidsmätning av radonhalt understiger referensnivån behöver ingen uppföljande mätning utföras.

Vid en långtidsmätning av radonhalten i luft, ska radonmätare användas där relativ mätosäkerhet är högst 20 procent vid 200 Bq/m³ (utvidgad relativ mätosäkerhet, täckningsfaktor k=2).

5.2 Uppföljande mätning

Uppföljande mätning av radonhalten i samband med långtidsmätning syftar till att ge möjlighet att med en relativt kort mätning bestämma radonhalten under arbetstid. Denna typ av mätning är aktuell i de fall långtidsmätningen överstiger referensnivån men inte ger ett rättvisande resultat av radonhalten under arbetstid. Med arbetstid avses här all den tid då verksamhet pågår på aktuell arbetsplats.

Uppföljande mätning är framförallt relevant på arbetsplatser med tidsstyrd ventilation. Det beror på att man på många arbetsplatser stänger av eller minskar ventilationen under nätter och helger vilket vanligen innebär att radonhalten då ökar. Ifall uppföljande mätning behöver göras är det tillräckligt att utföra detta i mätpunkter där långtidsmätningen visar att radonhalten överskridit referensnivån eller alternativt i ett urval av sådana mätpunkter.

Den uppföljande mätningen kan utnyttjas för en uppskattning av årsmedelvärdet under arbetstid genom sammanvägd analys med långtidsmätning. Uppföljande mätning bör utföras under eller i nära anslutning till långtidsmätning.

² Om en verksamhet enbart är aktiv på tider utanför eldningssäsongen, 1 oktober – 30 april, eller om lokalernas karaktär när det gäller ventilations och temperaturförhållanden leder till att den normala årstidsvariationen för radonhalt i lokaler ovan jord inte gäller. Detta kan exempelvis möjligen förekomma i vissa inredda berggrum. Orsak till användning av mättid utanför eldningssäsongen bör tydligt redovisas och motiveras.

En uppföljande mätning ska utföras dygnet runt med en tidsupplöst mätutrustning, som på ett effektivt sätt kan särskilja mätvärden under arbetstid och icke arbetstid, exempelvis med ett elektroniskt radoninstrument.

En uppföljande mätning ska göras i minst 7 dygn varav 5 dygn bör vara under arbetsdagar och analys av resultat utförs för en 7-dygnsperiod. Mätningen bör ske under dygn då verksamhet pågår i arbetsplatsens lokaler. Medelvärde av radonhalten under arbetstid avläses liksom radonhalten under exakt 7 dygn av den uppföljande mätningen. Genom att välja 7 dygn för analys av uppföljande mätning uppnås ungefär samma kvot mellan arbetstid och icke-arbetstid som vid en långtidsmätning. För att uppskatta årsmedelvärdet under arbetstid utifrån en uppföljande mätning görs sedan en sammanvägning med den initiala långtidsmätningen baserad på en integrerande mätning enligt ekvation 1. På detta sätt utnyttjas långtidsmätningen för att uppskatta ett årsmedelvärde under arbetstid med hänsynstagande till eventuella skillnader i uppmätt radonhalt under arbetstid och icke-arbetstid.

\bar{C}_r _årsmedel - uppskattning av årsmedelvärde av radonhalten under arbetstid genom viktning av långtidsmätning med uppföljande mätning.

\bar{C}_r _arbtid - medelvärde av radonhalten under arbetstid under en period av 7 dygn.

\bar{C}_r _uppfölj - medelvärde av radonhalten dygnet runt under en period av 7 dygn.

\bar{C}_r _långtid - medelvärde av radonhalt baserad på initial långtidsmätning som vanligen sker med integrerande radonmätare, t.ex. spårfilmsdosor.

$$(1) \quad \bar{C}_r\text{-årsmedel} = \bar{C}_r\text{-långtid} \cdot \frac{\bar{C}_r\text{-arbtid}}{\bar{C}_r\text{-uppfölj}}$$

En förutsättning för användning av ekvation 1 är att den uppföljande mätningen föregåtts av en långtidsmätning baserad på en integrerande mätmetod.

Uppföljande mätning ska utföras så att mätosäkerheten uppgår till högst 30 procent vid 200 Bq/m³ (utvidgad relativ mätosäkerhet, täckningsfaktor k=2).

5.3 Korttidsmätning

Strålsäkerhetsmyndigheten rekommenderar alltid att en långtidsmätning utförs för att mäta radonhalt på en arbetsplats. I vissa fall, där det inte är möjligt att göra en långtidsmätning, kan undantagsvis en fristående korttidsmätning accepteras inom ramen för anmälningsplikt till Strålsäkerhetsmyndigheten. Exempel på denna situation är arbetsplatser med tidsbegränsade arbetsperioder som väsentligt understiger det tidskrav på två månader som krävs för en långtidsmätning. Ett årsmedelvärde av radonhalten kan dock inte uppskattas med hjälp av en korttidsmätning.

Orsaken till att genomföra korttidsmätning istället för långtidsmätning, för att undersöka om radonhalten under arbetstid är lägre än referensnivån, ska tydligt kunna redovisas och motiveras. En korttidsmätning inom ramen för anmälningsplikt bör utföras på samma sätt och med motsvarande tidsramar som en uppföljande mätning med tidsupplöst mätning enligt avsnitt 5.2. Det räcker dock att begränsa mättiden till arbetsdagar under en vecka eftersom syftet i detta fall enbart är att mäta radonhalt under arbetstid.

Det är även möjligt att utföra korttidsmätning av andra skäl exempelvis vid initial kontroll av radonhalt efter olika åtgärder för att sänka radonhalter eller för att få en indikation om radonhalter inför långtidsmätningar. Vid dessa typer av korttidsmätningar kan en individuell bedömning göras av lämplig mättid.

Det rekommenderas att i första hand utföra korttidsmätningar med tidsupplösta elektroniska radonmätare.

5.4 Momentan mätning

Inom ramen för anmälningsplikt till Strålsäkerhetsmyndigheten finns det även möjlighet att undantagsvis utföra och rapportera momentana mätningar. Detta gäller exempelvis vid tillfällig vistelse under kortare tider i lokaler på en arbetsplats.

En momentan mätning är en direkt mätning av radonhalt under arbetstid baserad på en mycket kort tidsperiod jämfört med såväl långtidsmätning som uppföljande mätning, vanligen en till några timmar. Mätresultatet är endast representativt för radonhalt vid given mättidpunkt. Denna typ av mätning är dock inte möjlig att använda för att uppskatta ett årsmedelvärde av radonhalten. Momentan mätning bör utföras med direktvisande tidsupplöst radoninstrument. Orsaken till att genomföra en momentan mätning ska tydligt kunna redovisas och motiveras. Mätosäkerheten vid momentan mätning är större än för de andra mätyperna som beskrivs i detta kapitel.

Tabell 1. Sammanfattning av mätyper och mätperioder vid mätning av radonhalt på arbetsplatser

Mätningstyp	Mätperiod	Radonmätare	Årsmedelvärde under arbetstid	Kommentar
Långtidsmätning	Minst 2 månader (60 dagar), max 1 år	Integrerande eller tidsupplöst mätning	Ja*	*Resultat av mätning dygnet runt kan ofta överskatta radonhalt under arbetstider och i dessa fall krävs uppföljande mätning som kombineras med långtidsmätning enligt avsnitt 5.2.
Uppföljande mätning	Minst 7 dygn varav 5 arbetsdagar	Tidsupplöst mätning	Ja**	**Används i vissa fall då långtidsmätning överskattar radonhalt under arbetstid. För uppskattning av årsmedelvärde under arbetstid krävs då viktning av långtidsmätningen med hjälp av uppföljande mätning enligt avsnitt 5.2.
Korttidsmätning	Minst 5 arbetsdagar, alternativt individuell bedömning av mätperiod	Tidsupplöst mätning	Nej	Denna typ av mätning kan undantagsvis utföras om det inte är möjligt att utföra långtidsmätning för kontroll av eventuell anmälningsplikt enligt information i avsnitt 5.3. Kan även användas för andra typer av kontroller exempelvis för indikation av resultat av radonsanering och då under mätperiod som bedöms lämplig.
Momentan mätning	Mellan en och några timmar	Direktvisande	Nej	

När mätningar av radonhalt genomförs är det viktigt att arbetsplatsens lokaler används som vanligt. Det är till exempel viktigt att uppvärmning och ventilation är inställda som vanligt under mätperioden.

6. Utförande av mätning

6.1 Mättidpunkt och mätperiod

Mätning för att uppskatta årsmedelvärdet av radonhalten under arbetstid görs vanligtvis som en långtidsmätning under eldningssäsong, med en sammanhängande mätperiod om minst två månader (60 dagar).

Eldningssäsong är i denna metodbeskrivning bestämd till tiden från 1 oktober till 30 april (se kapitel 3 för förklaring och bakgrund). Rekommenderad tidsperiod för mätning gäller främst byggnader ovan jord men kan även vara tillämplig i vissa inredda berggrum, källare och liknande utrymmen. I dessa typer av utrymmen kan det dock i vissa fall även vara möjligt att mäta radonhalt på tider utanför eldningssäsong. Detta gäller om ventilations- och temperaturförhållanden i aktuell lokal kan förmodas leda till avsaknad av årstidsvariation för radonhalten.

Det kan även förekomma att en arbetsplats enbart är aktiv på tider utanför eldningssäsong och då kan mätning tillåtas under den tidsperiod som arbetstagare vistas på arbetsplatsen. Orsak till eventuell användning av mättid utanför eldningssäsong ska tydligt redovisas och motiveras.

Vid långtidsmätning under eldningssäsong bör hela mätningen utföras inom denna tidsperiod men det kan i enstaka fall accepteras att en mindre del av mätperioden, upp till 20 procent, pågår utanför eldningssäsong förutsatt att minst två månaders mättid inkluderas inom eldningssäsongen. Syftet med att rekommendera mätning under eldningssäsongen är att denna mätperiod vanligen ger en uppskattning av årsmedelvärde som inte underskattar det sanna värdet.

Det finns även möjlighet att utföra kontinuerlig långtidsmätning under ett helt år, se avsnitt 5.1.

6.2 Placering av radonmätare i lokaler

För att ge underlag för bedömning av placering av mätpunkter på arbetsplatser bör initialt om möjligt en analys göras av aktuell byggnad när det gäller faktorer som kan öka risken för förhöjda radonhalter. Lokaler med rörgenomföringar från mark eller andra möjliga otätheter mot mark och mot dessa angränsande lokaler, kan innehålla förhöjda radonhalter och i dessa utrymmen bör mätning övervägas. Detsamma gäller lokaler på högre våningsplan som angränsar mot hiss-, ventilations- och rörschakt. Förekomst av alunskifferbaserad lättbetong (blå lättbetong) är ytterligare värdefull bakgrundsinformation inför planering av radonmätningar.

Det är möjligt att kontrollera förekomst av blåbetong genom att mäta gammastrålning. Om gammastrålning, uttryckt som miljödosekvivalent, överstiger 0,3 $\mu\text{Sv/h}$ vid vägg indikerar det med stor sannolikhet förekomst av blåbetong. Det rekommenderas att inkludera mätpunkter i ett urval av lokaler med blåbetong vid placering av radonmätare.

Radonmätarna ska placeras så att mätvärdena blir representativa för den radonexponering som arbetstagarna utsätts för på arbetsplatsen. Därför bör viss hänsyn tas till arbetstagares vistelsetid i olika delar av arbetsplatsen vid placering av radonmätare.

Placering av radonmätare på arbetsplatsen bör göras på ett sådant sätt att förhållandena runt en radonmätare så väl som möjligt representerar exponeringsmiljön för arbetstagarna. Detta innebär exempelvis att radonmätare inte ska placeras nära golv, tak eller vägg. Avståndet till golv, tak och väggar bör vara minst 30 cm.

Vid användning av radoninstrument som använder pump bör insugspunkt på instrument placeras minst en meter från vägg och golv.

Radonmätare bör placeras så att de inte utsätts för starka luftströmmar eller stark värme. De bör därför inte placeras närmare än 1,5 m från tilluftsdon, ytterdörr eller fönster, värmeelement eller annan

värmekälla och inte närmare än 0,5 m från frånluftsdon. För sammanfattning av hur radonmätare bör placeras i lokaler, se tabell 2.

Radonmätare ska inte flyttas mellan olika lokaler under mätning om det inte är fråga om personbundna mätningar. Överväg om möjligt att på lämpligt sätt fixera radonmätare så att dessa inte kan flyttas under mätperioden.

Mätföretag, eller liknande, som tillhandahåller mättjänster ger instruktioner och rekommendationer på hur och var radonmätare ska placeras. Detta gäller även rekommendationer från tillverkaren av radoninstrument.

Tabell 2. Minimiavstånd mellan radonmätare och delar av lokaler respektive till ventilationsdon

Placering av radonmätare	Respektavstånd (m)
Golv, vägg, tak	$\geq 0,3$
Tilluftsdon, fönster, ytterdörr, värmeelement	$\geq 1,5$
Frånluftsdon	$\geq 0,5$
Om insugspump används avstånd vägg/golv	$\geq 1,0$

6.3 Antal mätpunkter

En övergripande bedömning bör göras beträffande antal mätpunkter som behövs mot bakgrund av riskfaktorer för förhöjda radonhalter. Målet är att erhålla en god bild av radonexponering på arbetsplatser med ett rimligt antal mätpunkter.

Mätning av radonhalt ska ske i varje separat byggnad och på varje våningsplan. Minst två mätpunkter ska användas per byggnad.

Vid mätning av radonhalt på våningsplan med markkontakt ska mätning ske i minst vart femte lokal som utnyttjas som arbetsplats. Samtidigt ska minst en mätpunkt per 200 kvadratmeter användas vilket är i enlighet med SS ISO 11665-8 [10]. Även på våningsplan utan markkontakt bör minst en mätpunkt per 200 kvadratmeter användas.

Om det finns flera ventilationsaggregat i en byggnad bör mätpunkter väljas så att alla områden som täcks in av respektive ventilationsaggregat inkluderas i mätningarna, vilket beskrivs i SS ISO 11665-8 [10].

I de fall radonmätning ska utföras i mycket stora lokaler av typ lagerbyggnader, idrottshallar eller liknande är det under vissa förutsättningar möjligt att reducera antalet mätpunkter jämfört med ovannämnda krav. En bedömning ska i så fall göras av om förhållanden i ett större icke avgränsat område som är anslutet till samma ventilationsaggregat är homogent med avseende på olika byggnadstekniska faktorer som kan påverka radonhalten. En bedömning kan exempelvis göras av att grundförhållanden i aktuell byggnad är likvärdiga över vald yta för att kunna representeras av en mätpunkt, se SS ISO 11665-8 [10]. Under dessa förutsättningar kan det räcka med en mätpunkt per 1000 m².

6.4 Information till arbetstagarna

Under en radonmätning ska verksamheten bedrivas som vanligt. Arbete ska pågå i lokalerna och ventilation och uppvärmning ska normalt vara inställd som den brukar vara med avseende på eventuell tidsstyrning, luftflöden och inställning av till- och frånluftsdon. Arbetstagarna bör instrueras att arbeta som vanligt med avseende på vädring, inomhustemperatur och liknande.

7. Mätosäkerhet

Mätosäkerhet, som ska uppges tillsammans med mätresultat, härstammar från ett flertal olika källor exempelvis från själva mätningen och från bestämning av kalibreringsfaktorn.

Mätosäkerheten ska vara baserad på de principer som anges i JCGM 100:2008 [17]. Detta dokument är i överensstämmelse med SWEDAC DOC 04:1 [16].

Mätosäkerheten (utvidgad mätosäkerhet, täckningsfaktor $k=2$) av uppmät radonhalt ska uppskattas och anges i mätprotokollet. Leverantörer av mättjänster ska se till att radonmätningar håller sig inom angiven mätosäkerhet i denna metodbeskrivning.

Den minsta detekterbara aktivitetskoncentrationen (MDA) bör uppskattas. Under denna nivå bör mätvärdet rapporteras som mindre än ($<$) MDA-värdet. Hur uppskattningen av mätosäkerheten och MDA-värdet utförts bör redovisas i kvalitetshandbok eller liknande.

8. Hur mätvärden bör anges

Uppmätta radonhalter ska anges i enheten becquerel per kubikmeter (Bq/m^3). Mätvärden och mätosäkerhet avrundas till närmaste tiotal, se reglerna i svensk standard SS 14141 [18] där 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. Uppskattningen av mätosäkerheten och MDA-värdet ska dokumenteras.

När det gäller radonexponering bör denna anges med avrundning till två signifikanta siffror uttryckt i enheten $MBq \cdot h/m^3$ t.ex. $0,65 MBq \cdot h/m^3$ eller $1,3 MBq \cdot h/m^3$.

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

9. Utvärdering av mätresultat för jämförelse med referensnivån

För arbetsplatser anges i SSMFS 2018:10 inte någon rekommendation om sammanvägning av radonhalter i olika mätpunkter för jämförelse med referensnivån. Varje uppskattat årsmedelvärde baserat på mätning av radonhalten under arbetstider i arbetsplatsens lokaler bör därför jämföras med referensnivån.

Årsmedelvärde av radonhalt under arbetstid bestäms med hjälp av en långtidsmätning eller en långtidsmätning tillsammans med uppföljande mätning, se avsnitt 5.1 och 5.2.

Radonexponering, vilket är radonhalt multiplicerad med vistelsetid för arbetstagare på respektive arbetsplats, ska bestämmas som en totalexponering under ett år för kontroll mot Strålsäkerhetsmyndighetens nivå för anmälningsplikt. Dessutom kan radonexponeringen jämföras med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde för radonexponering, se bilaga 1, tabell 4.

Jämförelse med referensnivå eller tillåten nivå för radonexponering ska göras med det uppskattade årsmedelvärdet för radonhalt under arbetstid respektive den uppskattade årliga radonexponeringen. Vid jämförelser ska uppskattade värden användas utan att ta hänsyn till mätosäkerheten. För detaljer om jämförelse med referensnivå och tillåten nivå för radonexponering se information om regelverk i bilaga 1, flödesschema i bilaga 4, samt föreskrifterna SSMFS 2018:10 [19].

10. Mätrapport

I en mätrapport ska det framgå om denna metodbeskrivning följts. Mätrapporten bör inkludera följande information:

1. Namn och adress på mät företag (eller motsvarande) som utfört mätningen.
2. Uppdragsgivarens namn, den undersökta arbetsplatsens arbetsställesnummer, adress och fastighetsbeteckning samt identifiering av de lokaler där mätning utförts med t.ex. skiss över arbetsplatsen.
3. Typ av arbetsplats samt typ av byggnad (exempelvis grundläggning, stomme, beskrivning av konstruktion mot mark, både golv och eventuell vägg, byggår, tillbyggnader/ombyggnader och byggår för dessa).
4. Typ av ventilationssystem: självdrag, mekanisk frånluft, FTX etc. med beskrivning av eventuell tidsstyrning under mätperioden.
5. Tidsperiod för mätningen (startdatum och slutdatum) och datum för rapportens upprättande.
6. Rapportidentifikation (löpnummer).
7. Totala antalet sidor i rapporten.
8. Uppgift om vilken mätutrustning (exempelvis typ och serienummer, senaste kalibreringsdatum) som har använts för mätningen av radonhalten i arbetslokalen.
9. Vid långtidsmätning: uppskattning av radonhaltens årsmedelvärde med uppgift om mätosäkerhet. Om årsmedelvärdet inte kan beräknas ska orsaken anges.
10. Mätresultat och mätosäkerhet för varje mätpunkt. Ange våningsplan och typ av lokal där mätning utförts.
11. Om uppföljande mätning har utfört ska det finnas information om dess utförande samt mätresultat för denna och eventuell beräkning av årsmedelvärde baserat på långtidsmätning kombinerat med uppföljningsmätning.
12. Om korttidsmätning har utförts ska det finnas information om dess utförande samt mätresultat och mätosäkerhet för denna.
13. Om momentan mätning utförts ska det finnas information om dess utförande samt mätresultat och mätosäkerhet för denna.
14. I förekommande fall uppgift om årlig radonexponering enligt bifogad kalkyl.
15. Redovisning av eventuell förekomst av blåbetong ifall detta är känt. Resultat av eventuell mätning av gammastrålning som utförts i lokalen, namn på företag som utfört mätningen och uppgift om vilken typ av gammamätare som använts.
16. Uppgift om gällande referensnivå och gränsvärde för radon på arbetsplatser.
17. Rapporten ska undertecknas av ansvarig person på mät företaget (eller motsvarande). Med sin namnteckning eller med elektronisk signatur, ska ansvarig på arbetsplatsen intyga att instruktioner i samband med mätningen följts.
18. Uppgift om eventuellt besök på arbetsplatsen av mätpersonal i samband med mätningen.
19. Bedömning av resultat med kommentarer med hänsyn till observationer gjorda vid mätningen.

11. Referenser

1. WHO, *Handbook on indoor radon*. ISBN 978-92-154767-3, 2009.
2. Pershagen G., *Miljöhälsorapporten 2017*, s 184-187, Folkhälsomyndigheten, 2017.
3. *Radonboken, Befintliga byggnader*, Svensk Byggtjänst, 2020.
4. Box C., *Radonboken, Nya Byggnader*, Svensk Byggtjänst, 2019.
5. Hagberg N., Mjönes L. och Söderman A.L., *Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser*, Strålsäkerhetsmyndigheten i samarbete med Boverket, Socialstyrelsen och SWEDAC, 2004.
6. SS-EN ISO 11665-1:2019, *Mätning av radioaktivitet i omgivningen - Luft: radon-222 - Del 1: Ursprunget av radon och dess kortlivade sönderfallsprodukter, jämte sammanhörande mätmetoder*.
7. SS-ISO 11665-4:2021, *Mätning av radioaktivitet i omgivningen - Luft: radon-222 - Del 4: Integrerad mätmetod för bestämning av aktivitetskoncentrationens medelvärde med användning av passiv provtagning och fördröjd analys*.
8. SS-EN ISO 11665-5:2020, *Mätning av radioaktivitet i omgivningen - Luft: radon 222 - Del 5: Kontinuerlig mätmetod för aktivitetskoncentrationen*.
9. SS-EN ISO 11665-6:2020, *Mätning av radioaktivitet i omgivningen - Luft: radon 222 - Del 6: Punktmätningssmetod för aktivitetskoncentrationen*.
10. SS-ISO 11665-8:2019, *Mätning av radioaktivitet i omgivningen - Luft: Radon-222 - Del 8: Metoder för initiala och extra undersökningar i byggnader*.
11. SS-IEC 61577-1 *Kärnteknisk mätutrustning - Mätutrustning för strålskyddsändamål - Instrument för mätning av radon och radonets sönderfallsprodukter - Del 1: Allmänna fordringar, 2001*.
12. SS-EN 61577-2:2018, *Kärnteknisk mätutrustning - Mätutrustning för strålskyddsändamål - Instrument för mätning av radon och radonets sönderfallsprodukter - Del 2: Särskilda fordringar på instrument för mätning av ^{222}Rn och ^{220}Rn , 2018*.
13. SS-ISO 11929-1:2019 Bestämning av de karakteristiska gränserna (beslutsnivå, detektionsgräns och gränser för täckningsintervall) vid mätning av joniserande strålning – Principer och tillämpningar Del 1: Grundläggande tillämpningar.
14. Hofmann W. et al., *Measurement and Reporting of Radon Exposures*, ICRU Report 88, Journal of the ICRU, v.12 (2), 2012.
15. SS-EN ISO/IEC 17025:2018, *Allmänna kompetenskrav för provnings- och kalibreringslaboratorier, utgåva 3, 2018*.
16. SWEDAC DOC 04:1, *Utvärdering av mätosäkerhet vid kalibrering – EA-4/02 M:2013*, Swedac, ISSN 1400-6138, 2014.
17. *Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement*, JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, JCGM, 2008.

18. SS 14141, *Avrundningsregler*, Utgåva 2, 1982.
19. SSMFS 2018:10, *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om radon på arbetsplatser*, ISSN 2000-0987, Strålsäkerhetsmyndigheten, 2018.
20. *Vägledning med bakgrund och motiv till Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:10) om radon på arbetsplatser*, Dokumentnummer: 18-1698, Strålsäkerhetsmyndigheten, 2018.
21. *Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd*, BBR
22. AFS:2010:1 *Arbetsmiljöverkets föreskrifter om berg- och gruvarbete samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*.
23. AFS:2018:1 *Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden*.

Bilaga 1 – Regelverk för radon på arbetsplatser

Den 5 december 2013 beslutade Europeiska unionens råd om direktiv 2013/59/Euratom om fastställande av grundläggande säkerhetsnormer för skydd mot de faror som uppstår till följd av exponering för joniserande strålning (strålskyddsdirektivet). I detta direktiv ingår krav på hantering av radon. För att uppfylla strålskyddsdirektivet infördes den 1 juni 2018 en ny strålskyddslag (2018:396) i Sverige, vilken inkluderar krav för radon i bostäder och lokaler som allmänheten har tillträde till.

I samband med ny strålskyddslag infördes även strålskyddsförordningen (2018:506) som inkluderar regler för radon. I strålskyddsförordningen fastställdes referensnivån för radon till 200 becquerel per kubikmeter (Bq/m^3) uttryckt som *årlig genomsnittlig aktivitetskoncentration*. Referensnivån är olämplig att överskrida, men skiljer sig från ett gränsvärde eftersom ett sådant definierar en nivå som inte får överskridas. Referensnivån gäller för bostäder, lokaler som allmänheten har tillträde till och för arbetsplatser.

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter för radon på arbetsplatser SSMFS 2018:10 [19] trädde ikraft den 1 juni 2018. Föreskrifterna tillämpas för arbetsplatser där radonhalten överskrider referensnivån $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ trots vidtagna åtgärder. Det värde som ska jämföras med referensnivån är uppskattat årsmedelvärde av radonhalt under arbetstid. När radonhalt på en arbetsplats fortsatt överskrider referensnivån, trots vidtagna åtgärder för att sänka radonhalter, ska verksamheten anmälas till Strålsäkerhetsmyndigheten enligt 4 § SSMFS 2018:10, se tabell 3.

Tabell 3. Referensnivå för radonhalt och nivå för anmälningsplikt till Strålsäkerhetsmyndigheten³

Referensnivå för radonhalt på arbetsplatser enligt strålskyddsförordningen SFS (2018:506)	200 Bq/m^3
Anmälningsplikt till SSM enligt SSMFS 2018:10 4§	200 Bq/m^3
Anmälningsplikt till SSM enligt SSMFS 2018:10 5§	0,72 $\text{MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$

Radonhalten i inomhusluften samt vistelsetiden är avgörande för storleken på den hälsorisk som radon orsakar. Radonexponering definieras som radonhalt multiplicerad med vistelsetid på arbetsplatsen. Enheten för radonexponering är becquereltimmar per kubikmeter ($\text{Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$). I vissa fall går det bra att använda uppskattning av årsmedelvärden i olika utrymmen för att beräkna arbetstagares radonexponering.

Om radonexponeringen riskerar att överskrida $0,72 \text{ MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$, trots eventuellt vidtagna åtgärder för att sänka radonhalten, ska även anmälan göras till Strålsäkerhetsmyndigheten enligt 5 § SSMFS 2018:10, se tabell 3. Dessutom ska då individuella mätningar genomföras med personburen radonmätare eller med annan metod med motsvarande tillförlitlighet, se SSMFS 2018:10. Notera att det finns en vägledning med bakgrund och motiv till föreskriften SSMFS 2018:10 som bland annat inkluderar råd och information om personbundna radonmätningar [20].

Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter SSMFS 2018:10 ska enligt 1 § tillämpas om radonhalten överstiger referensnivån på en arbetsplats, vilket kan bestämmas genom mätning. Men föreskrifterna gäller också om den årliga genomsnittliga radonhalten på arbetsplatser inte kan fastställas men kan förväntas överstiga referensnivån mer än tillfälligt. Föreskrifterna ska också tillämpas om den sammantagna exponeringen för radon på grund av flera tillfälliga arbetsställen förväntas överstiga en genomsnittlig exponering för en radonhalt som överstiger referensnivån.

³ Anmälan görs till Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) via e-tjänst på SSM:s hemsida.

Inom strålskydd används begreppet optimering som syftar på att hålla en exponering för joniserande strålning så låg som det är möjligt och rimligt. Optimeringen kommer till uttryck i 3 kap. 5 § strålskyddslagen (2018:396). Som utgångspunkt ska radonhalten på arbetsplatser där arbetstagare vistas en stor del av sin arbetstid hållas så låg som det är möjligt och rimligt och under referensnivån för radon på 200 Bq/m³ enligt vägledning till SSMFS 2018:10 [20].

Vid uppförande av nya byggnader gäller Boverkets gränsvärde för radonhalt enligt Boverkets byggregler, BFS 2011:6 avsnitt 6:23 [21]. Årsmedelvärdet av radonhalten i inomhusluften får enligt detta gränsvärde inte överstiga 200 Bq/m³.

Radon på arbetsplatser regleras även av Arbetsmiljöverket som har fastställt hygieniska gränsvärden för radonexponering, se AFS 2018:1 [23]. Dessa är angivna som radonexponering under ett år summerat över olika vistelsemiljöer under arbetstiden, se tabell 4. Vilket hygieniskt gränsvärde för radonexponering som skall tillämpas beror på typ av arbetsplats. Bestämning av radonhalt bör enligt AFS 2018:1 ske enligt Strålsäkerhetsmyndighetens metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser. I Arbetsmiljöverkets föreskrifter Berg- och gruvarbete, AFS2010:1 [22], ingår även krav på mätning av radonhalt.

Tabell 4. Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärden för radon på arbetsplatser enligt AFS 2018:1

Lokal	Gränsvärde årlig radonexponering (MBq·h/m ³)	Normal årsarbetstid (h)	Radonhalt motsvarande normal årsarbetstid (Bq/m ³)
Arbete i lokaler ovan jord.	0,36	1800	200
Underjordsarbete, såsom arbete i färdigställda och inredda bergrum, berganläggningar, källarlokalerna och liknande.	0,72	1800	400
Underjordsarbete avseende berg- och gruvarbete, byggnadsarbete och liknande arbete under jord samt tillfälligt arbete i lokaler, bergrum, tunnlar och liknade under jord.	2,1	1600	1300

Denna metodbeskrivning gäller i princip för de två första typerna av lokaler i tabell 4. För färdigställda och inredda bergrum, berganläggningar, källarlokalerna och liknande miljöer kan dock en särskild bedömning behöva göras för att utvärdera tillämpbarhet.

För jämförelse med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde ska radonexponeringen bestämmas. Om årsmedelvärdet av radonhalten är lägre än 200 Bq/m³ är med automatik alla hygieniska gränsvärden uppfyllda vid en normal årsarbetstid om 1800 timmar.

Med kortare arbetstid minskar radonexponeringen. Ett sätt att minska radonexponeringen är därför att minska vistelsetid i arbetslokaler med radonhalter över referensnivån.

Bilaga 2 – Mätutrustning för mätning av radonhalt

I denna bilaga beskrivs mätutrustning för mätning av aktivitetskoncentrationen av radonisotopen Rn-222 (radonhalten) i inomhusluft. Radonhalten i luft kan mätas genom kontinuerliga eller integrerande mätmetoder med aktiv eller passiv luftprovtagning. Standarderna i SS-ISO 11665 [6, 7, 8] bör så långt som möjligt följas vid mätning av radonhalten i inomhusluft. En generell beskrivning av olika mätmetoder finns i SS-EN ISO 11665-1 [6].

För att uppnå mätresultat av hög kvalitet bör rekommendationerna från SS-ISO 11665-4 [7] följas vid användning av integrerande (passiva) radonmätare, till exempel spårfilmsdetektorer, och rekommendationerna från SS-EN ISO 11665-5 vid användning av elektroniska radonmätare (radoninstrument). Vid användning av radoninstrument rekommenderas även att välja utrustning som uppfyller standarderna SS-IEC 61577-1 [11] och SS EN 61577-2 [12]. Dessutom måste de speciella tekniska instruktionerna från tillverkare av radonmätare som hör till respektive mätmetod följas. Information rörande mätning och exponering av radon samt olika mättekniker finns även i ICRU-rapport 88 [14].

Metod nr 1: Integrerande passiva radonmätare

Integrerande mättekniker med passiv luftprovtagning används för att bestämma den genomsnittliga radonhalten. Mätningar kan omfatta prover som tagits utan avbrott under perioder som varierar från ungefär en vecka till ett år.

Metod 1.1: Spårfilmsdosor med filter

Mätning

Spårfilmsdosor med filter kan användas för att göra långtidsmätningar av radonhalt på arbetsplatser, se avsnitt 5.1, som underlag för att uppskatta radonhaltens årsmedelvärde. Mätperiodens längd ska då vara minst två månader (60 dagar).

Spårfilmsdosor är känsliga för stark värme och ska därför inte placeras nära värmekällor eller utsättas för direkt solljus.

Detektormaterialet (spårfilm) är placerat i en sluten dosa försedd med filter, smala springor eller små hål, så att radongasen kan diffundera in i dosan medan radondöttrarna stängs ute. Radongasen sönderfaller till radondöttrar i dosan. Dessa sönderfaller i sin tur och avger alfastrålning som träffar detektormaterialet (spårfilmen) som brukar bestå av ett plastmaterial. På denna bildas små spår som kan göras synliga med etsning. Antalet spår per ytenhet är proportionellt mot exponeringen, det vill säga radonhalten multiplicerad med exponeringstiden. Spåren kan räknas i mikroskop och analyseras med hjälp av automatiserad avläsningsteknik. I det totala antalet avlästa spår ingår också den bakgrundsnivå av spår som oexponerat detektormaterial har. Därför måste en korrigering av bakgrundsnivån göras.

Det finns olika typer av spårfilmsdetektorer gjorda av olika material och med olika utformning och prestanda. Spårfilmsdetektorer produceras i stora serier, så kallade batcher. Kvaliteten kan variera något vilket påverkar både känslighet och bakgrundsnivå. För mer information, se SS-ISO 11665-4 [7] samt ICRU Rapport 88 [14].

Kontroller

För att få tillförlitliga resultat måste ett antal kontroller utföras. Detta innefattar bland annat kontroll av etsningsrutin, avläsningsteknik, beräkningsmetodik, rimlighetskontroll av resultatet samt spårfilmsdosornas ålder. Resultatet från kontroller ska dokumenteras och detta kan göras i kvalitetsmanual eller motsvarande.

Bakgrund

Utöver kalibreringen ska bakgrunds-nivån, det vill säga antal spår per ytenhet för oexponerade spårfilmer, kontrolleras på ett antal slumpmässigt uttagna filmer i varje batch. Urvalet görs på liknande sätt som för kalibrering, se nästa stycke. Andelen filmer för bakgrundskontroll ska vara minst tre procent av varje batch. Resultatet från bakgrundsmätningen ska dokumenteras och användas.

Kalibrering

Spårfilmsdosor som används för mätning av radonhalt på arbetsplatser ska vara kalibrerade för mätstorheten radonhalt (med enheten Bq/m³) med internationell spårbarhet [7]. Spårbarhet innebär att kalibreringen går att följa i en obruten kedja tillbaka till definitionen av mätstorheten radonhalt.

Kalibrering av spårfilmsdosor ska göras med ett slumpmässigt urval av filmer från varje batch. Med hjälp av detta urval ska en kalibreringskoefficient beräknas för varje batch.

Antal spårfilmsdosor som avsätts för kalibrering ska uppgå till minst tre procent av varje batch och varje kalibreringsomgång ska omfatta minst tio spårfilmsdosor. Kalibreringen görs genom att spårfilmerna exponeras i en atmosfär med känd radonhalt. Spårfilmerna bör exponeras i två eller flera nivåer inom sina normala mätområden.

Kalibrering ska göras årligen vid laboratorium med spårbarhet till internationellt erkända referenser, såsom Strålsäkerhetsmyndighetens radonlaboratorium eller motsvarande. Resultaten av kalibreringar ska dokumenteras och användas.

Metod nr 2: Radoninstrument

Mätning

Kontinuerligt registrerande radoninstrument mäter radonhalten med en viss tidsupplösning och kan bland annat användas för uppföljande mätningar, se avsnitt 5.2. I detta fall kan radonhaltens medelvärde under mätperiodens arbetstider beräknas. Det är även möjligt att använda radoninstrument för korttidsmätning samt momentan mätning, se avsnitt 5.3 resp. 5.4.

Med kontinuerligt registrerande radoninstrument går det även att få underlag för uppskattning av radonhaltens årsmedelvärde under arbetstider utan att använda sig av uppföljande mätning. För detta syfte bör mätningen pågå under eldningssäsong i minst två månader (60 dagar) i varje mätpunkt.

En stor fördel med kontinuerlig mätning är att radonhaltens variationer över tid kan följas under mätperioden, vilket kan ge ett säkrare underlag för bedömning av hur representativt mätresultatet är för radonhalten under arbetstid.

På en display på provtagningsenhetens panel kan vanligtvis ett mätvärde integrerat över en manuell 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 in-läckage av radon från mark, så kallad sniffning.

Vid användning av radoninstrument rekommenderas det att välja instrument som uppfyller kraven enligt standarderna SS-IEC 61577-1 [11] och SS-EN 61577-2 [12].

Radoninstrument bör också ha en responstid och upplösning som gör det möjligt att på ett tillfredsställande sätt mäta tidsvariationen av radonhalten på arbetsplatsen. Vid en uppföljande mätning enligt avsnitt 5.2 med tidsupplöst mätning bör exempelvis upplösningen vara högst en timme.

Beskrivning av några olika typer av kontinuerliga radonmätare

Nedan följer beskrivning av några vanliga mätinstrument för mätning av radonhalt.

Metod 2.1: Pulsräknande jonkammare

Metoden bygger på jonisationskammарprincipen. Vid mätning pumpas eller diffunderar den radonhaltiga luften in i jonisationskammaren genom ett filter som avlägsnar radonets sönderfallsprodukter (radondöttrarna).

Vissa instrument har en anordning för att torka den inkommande luften. De alfasönderfall som sker i kammaren frigör elektriska laddningar. Laddningarna samlas på kammarens elektroder vilket ger upphov till elektriska pulser, som förstärks och analyseras av en mikroprocessor.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under viss tid för att sedan lagra värdet som ett delresultat. Resultatet kan också presenteras på instrumentets display. För att få ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Det går alltså att bestämma radonhaltens tidsvariation under mätperioden och att få ett medelvärde för hela eller delar av mätperioden.

För mer information, se SS-EN 61577-2 [12], SS-EN ISO 11665-1 [6] och SS-EN ISO 11665-5 [8].

Metod 2.2: Mätkammare med halvledardetektor

Mätaren innehåller en mätkammare till vilken inomhusluften pumpas eller diffunderar genom ett filter som avlägsnar radondöttrarna. I mätkammaren finns en halvledardetektor (exempel på detektormaterial är kisel) i en isolerande hållare. Mätkammarens väggar har en positiv potential i förhållande till detektorn. När radongasen i utrymmet sönderfaller bildas dotterprodukten polonium-218 som är joniserad och därför attraheras av detektorn. Det fortsatta sönderfallet av polonium-218 sker på detektorytan och registreras av halvledardetektorn.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under viss tid för att sedan lagra erhållna värdet som ett delresultat. Resultatet kan också presenteras på instrumentets display. För att erhålla ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Det går på så vis att bestämma radonhaltens tidsvariation under mätperioden och att få ett medelvärde för hela eller delar av mätperioden.

För mer information, se SS-EN 61577-2 [12], SS-EN ISO 11665-1 [6] och SS-EN ISO 11665-5 [8] samt ICRU rapport 88 [14].

Metod 2.3: Lucas-cell

Mätaren innehåller en mätkammare vars väggar på insidan är belagda med ett ämne som avger ljus när det träffas av alfastrålning. Vid mätning pumpas luft in i mätkammaren genom ett filter som avlägsnar 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.

Mätaren kan programmeras att integrera alfastrålningen under viss tid för att sedan lagra erhållna värdet som ett delresultat. Resultatet kan också presenteras på instrumentets display. För att erhålla ett medelvärde över hela mätperioden beräknas medelvärdet av delresultaten. Det går på så vis att bestämma radonhaltens tidsvariation under mätperioden och att få ett medelvärde för hela eller delar av mätperioden.

För mer information, se SS-EN 61577-2 [12], SS-EN ISO 11665-1 [6], SS-EN ISO 11665-5 [8] samt ICRU 88 [14].

Kalibrering

Radoninstrument som används för mätning av radonhalt på arbetsplatser ska vara kalibrerade. Enligt ovan angivna standarder ska mätutrustning vara kalibrerade för mätstorheten radonhalt (med enheten Bq/m³) med internationell spårbarhet. Spårbarhet innebär att kalibreringen går att följa i en obruten kedja tillbaka till definitionen av mätstorheten radonhalt.

Kalibrering av radoninstrument bör göras med ett längsta tidsintervall på ett år. Regelbundna kalibreringar kan göras mer sällan om det är möjligt att genomföra en kontroll av att radoninstrumentet inte har drivit sedan senaste kalibrering. Kalibrering ska göras innan utrustningen tas i bruk samt efter reparationer eller modifieringar som kan påverka systemets egenskaper.

Kalibrering ska göras vid laboratorium med spårbarhet till internationellt erkända referenser, såsom Strålsäkerhetsmyndighetens radonlaboratorium eller motsvarande. Resultaten av kalibreringar ska dokumenteras och användas.

Kontroller

Utöver kalibrering ska användaren av radoninstrument följa de rekommendationer som finns för service och kontroll av instrumentets funktion. Beroende på radoninstrumentets konstruktion varierar möjligheten för användaren att själv utföra kontroller av hela eller delar av funktionen. Där så är möjligt ska t.ex. regelbundna kontroller av luftflöden och detektoreffektivitet göras. För dessa kontroller finns i vissa fall avsedda volym- eller flödesmätare respektive teststrålkällor. Bakgrundsmätning ska också ingå som en del av kontrollprogrammet.

Instrumentfunktionen kan också kontrolleras genom jämförande mätningar med två eller flera instrument. Resultaten från kontroller och jämförande mätningar ska dokumenteras.

Funktionskontroll av radoninstrument bör också utföras i den omfattning som behövs för att säkerställa mätresultatens noggrannhet. Tillverkarens rekommendationer, noggrannhetskrav och erfarenhet av mätarens stabilitet kan också beaktas vid val av frekvens för kalibrering och funktionskontroll.

Mätning av gammastrålning

I hus byggda mellan 1929 och 1975 eller något senare kan alunskifferbaserad lättbetong (blåbetong) ingå som byggnadsmaterial. Sådant material avger radon och gammastrålning. Eventuell radonsanering kräver kännedom om varifrån radongasen kommer. Genom att mäta gammastrålning går det att avgöra om huset troligen innehåller blåbetong. Om miljödosekvivalentraten är större än 0,3 µSv/h, indikerar det förekomst av blåbetong.

Resultatet av gammastrålningsmätning bör anges som miljödosekvivalentrat (µSv/h).

Gammastrålningen mäts genom att gammamätaren hålls direkt mot väggen. Börja med att föra gammamätaren längs väggen för att se om gammastrålningen varierar i en och samma vägg. Det kan hända att endast en del av väggen består av blåbetong. Om väggen har avbrott för fönster eller dörrar väljs en punkt mitt på den största sammanhängande väggytan. Mät inte i eller nära hörn.

För att undvika enkla mätfel bör minst två avläsningar göras i varje mätpunkt. Normalt kontrolleras byggnadens alla yttre och inre väggar samt bjälklag.

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

Bilaga 3 – Praktiska exempel för analys av radonexponering samt årsmedelvärde

Exempel 1. En arbetstagare vistas på andra våningen i en kontorsmiljö under 10 timmar per vecka under 45 veckor med radonhalten 230 Bq/m^3 uttryckt som uppskattat årsmedelvärde under arbetstid. I en annan lokal på plan ett tillbringas arbetstagaren 30 timmar per vecka under 45 veckor. I denna lokal är motsvarande mått på radonhalten under arbetstid 110 Bq/m^3 . Den totala arbetstiden i lokalerna är alltså 40 timmar under 45 veckor vilket motsvarar 1800 timmar.

Radonexponeringen i detta exempel blir:

$$230 \times 10 \times 45 + 110 \times 30 \times 45 = 103\,500 + 148\,500 = 252\,000 \text{ Bq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,25 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3.$$

Radonexponeringen för arbetstagaren understiger nivån för anmälningsplikt till SSM enligt 5§ SSMFS 2018:10, se bilaga 1, tabell 3.

Däremot överstiger radonhalten i lokalen på andra våningen referensnivån 200 Bq/m^3 . Därför krävs anmälan av verksamheten till Strålsäkerhetsmyndigheten enligt 4 § SSMFS 2018:10 om radonhalten fortsatt överstiger referensnivån efter vidtagna åtgärder.

Exempel 2. En arbetstagare vistas i ett arkiv i ett inrett bergtrum där årsmedelvärdet för radonhalten under arbetstid bestämts till 480 Bq/m^3 . Arbetstagaren tillbringar 20 timmar per vecka i denna lokal under 45 veckor. Dessutom tillbringas 20 timmar per vecka under 45 veckor i en verkstadslokal i en källare med radonhalten 350 Bq/m^3 .

Radonexponeringen i detta exempel blir:

$$480 \times 20 \times 45 + 350 \times 20 \times 45 = 432\,000 + 315\,000 = 747\,000 \text{ Bq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,75 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3.$$

Radonexponeringen för arbetstagaren överstiger nivån för anmälningsplikt till SSM enligt 5§ SSMFS 2018:10, se bilaga 1, tabell 3.

Radonhalten överstiger referensnivån 200 Bq/m^3 varför anmälan av verksamheten till Strålsäkerhetsmyndigheten krävs enligt 4 § SSMFS 2018:10 om radonhalten fortsatt överstiger referensnivån efter vidtagna åtgärder.

Exempel 3. En person arbetar max 1 timme i veckan i ett utrymme ovan jord med en radonhalt som uppskattas till maximalt $5\,000 \text{ Bq/m}^3$. Övrig tid arbetar personen i utrymmen där årsmedelvärdet har uppskattats till 100 Bq/m^3 . Detta innebär att personen som mest får en radonexponering enligt följande:

$$5\,000 \times 1 \times 45 + 100 \times 39 \times 45 = 225\,000 + 175\,500 = 400\,500 \text{ Bq} \cdot \text{h/m}^3 = 0,41 \text{ MBq} \cdot \text{h/m}^3.$$

Med denna beräkning visas inte den radonexponering som personen faktiskt får, utan den utgör en viss överskattning av radonexponeringen.

Radonexponeringen för arbetstagaren understiger nivån för anmälningsplikt till SSM enligt 5§ SSMFS 2018:10, se bilaga 1, tabell 3.

Radonhalten i en av lokalerna överstiger referensnivån 200 Bq/m^3 varför verksamheten är anmälningspliktig enligt 4 § SSMFS 2018:10 om radonhalten fortsatt överstiger referensnivån efter vidtagna åtgärder.

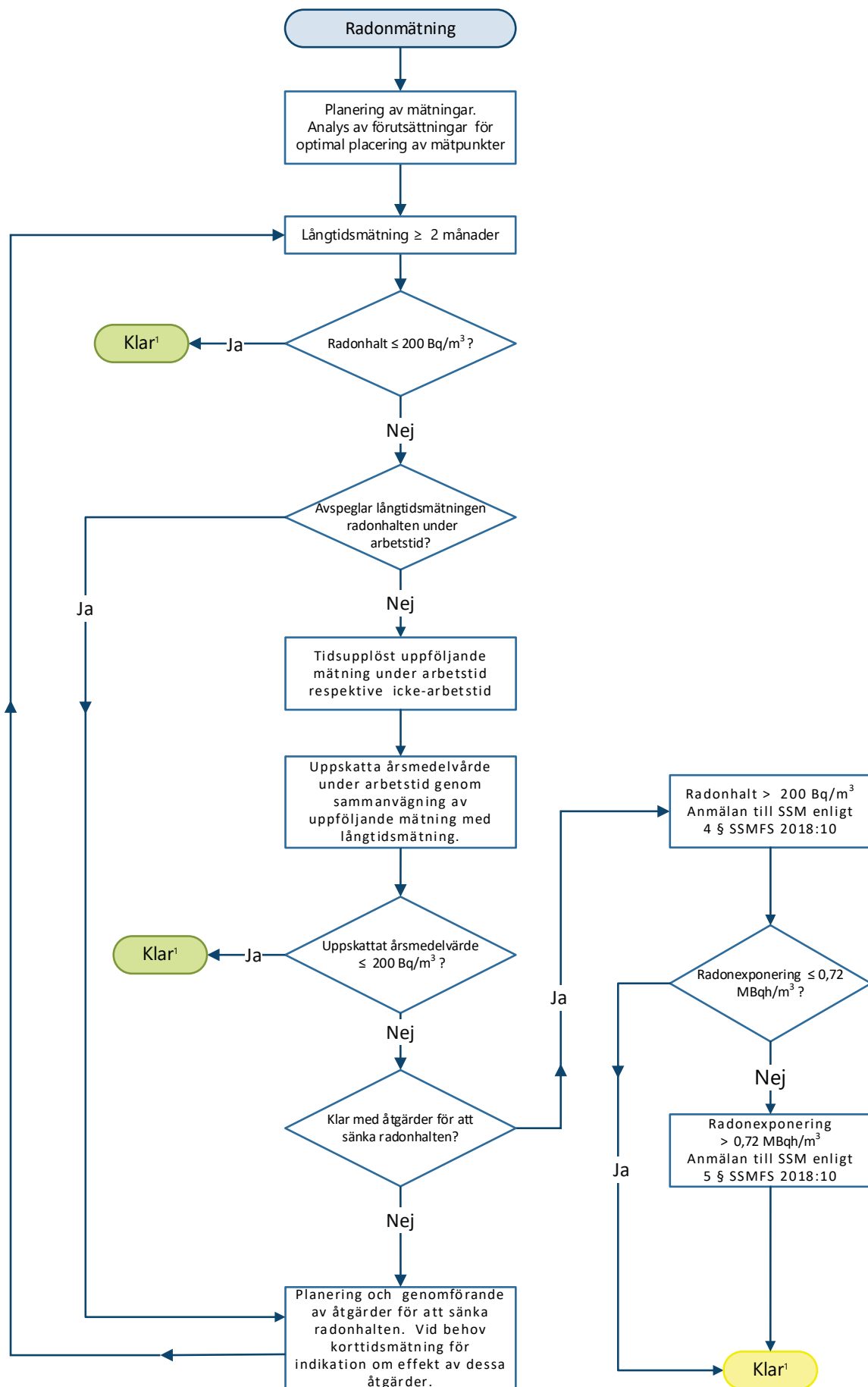
Exempel 4. En arbetstagare vistas i en kontorsmiljö på markplan varje dag mellan kl. 9 till 17 under 5 dagar per vecka. Vid långtidsmätning under 2 månader med spårfilmsdosa erhöles ett mätvärde på 300 Bq/m³ vilket är över referensnivån. Eftersom kontorslokalen använder tidsstyrd ventilation där ventilationen minskas kraftig under icke arbetstid och referensnivån överskreds så utfördes därför en uppföljande mätning med radoninstrument som ger ett tidsupplöst resultat. Mätningen utfördes under 8 dygn från måndag morgon kl. 7 till tisdag kl. 10 påföljande vecka. Vid denna mätning är det med aktuellt radoninstrument möjligt att få fram genomsnittlig radonhalt under olika tidsperioder.

Det visar sig att genomsnittlig radonhalt under tidsperioden kl. 9 till kl. 17 från måndag till fredag är 80 Bq/m³. Den genomsnittliga radonhalten under 7 dygn från måndag kl. 9 till måndag kl. 9 följande vecka blev 250 Bq/m³. Med hjälp av ekvation 1 i avsnitt 5.2 kan nu årsmedelvärdet under arbetstid uppskattas genom att vikta långtidsmätningen med resultatet av den uppföljande mätningen:

$$\bar{C}_{r_årsmedel} = \bar{C}_{r_långtid} \cdot \frac{\bar{C}_{r_arbtid}}{\bar{C}_{r_uppfölj}} = 300 \cdot \frac{80}{250} = 96 \text{ Bq/m}^3 \text{ vilket avrundas till } 100 \text{ Bq/m}^3.$$

Det uppskattade årsmedelvärdet under arbetstid är alltså under referensnivån 200 Bq/m³.

Bilaga 4 – Flödesschema för radonmätning på arbetsplatser



¹ Efter avslutad mätning rekommenderas att överväga om ytterligare sänkning av radonhalten är möjlig enligt principer för optimering (se bilaga 1). Dessutom bör förnyad mätning göras efter vissa byggnadsåtgärder eller efter 10 år (se avsnitt 1).

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen.

Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder. Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 300 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Publikationer utgivna av Strålsäkerhetsmyndigheten kan laddas ned via stralsakerhetsmyndigheten.se eller beställas genom att skicka e-post till registrator@ssm.se om du vill ha broschyren i alternativt format, som punktskrift eller daisy.

Strålsäkerhetsmyndigheten
171 16 Stockholm
08-799 40 00
www.ssm.se
registrator@ssm.se

©Strålsäkerhetsmyndigheten
ISSN:2000-0456
Grafisk form: Granath Reklam AB
Tryck: E-print