

Måling av radon i inneluft og undersøkelser av byggegrunn

Dette heftet er utgått, og Statens strålevern står derfor
nødvendigvis ikke inne for innholdet



Strålevern • HEFTE 3

ISSN 0804-4929 Oktober 1998

 Statens
strålevern

Referanse:

Statens strålevern. Undersøkelser av radon i inneluft og byggegrunn.
Retningslinjer for målemetoder. Strålevern hefte 3. Østerås:
Statens strålevern, 1998.

Nøkkelord:

Radon, målemetoder, byggegrunnundersøkelser.

Resymé:

Radon i inneluft. Vurdering av målemetoder. Retningslinjer for måling av radon i inneluft og undersøkelser av byggegrunn.

Reference:

Radon in indoor air – Recommendations for measurements indoors and recommendations for investigation on building site. NRPA Radiation Protection series no. 3. Osteraas: Norwegian Radiation Protection Authority, 1998.

Key words:

Radon, methods of measurement, investigation on building site.

Abstract:

Radon in dwellings – Evaluation of measurement methods.
Recommendations for measurements indoors and investigation on building site.

16 sider

Utgitt oktober 1998.

Dette heftet erstatter Strålevernhefte nr. 3 datert august 1994 og november 1996.

Opplag: 2000 (98-10)

Tekst: Terje Strand og Georg Thommesen

Form: Graf, Oslo · Trykk: Lobo Grafisk AS

Bestilles fra: Statens strålevern, Postboks 55, 1345 Østerås

Telefon: 67 16 25 00 · Fax: 67 14 74 07

E-mail: nrpa@nrpa.no

Internet: <http://www.nrpa.no>

ISSN 0804-4929

Måling av radon i inneluft og undersøkelser av byggegrunn

Retningslinjer for målemetoder

Innhold

1. Målinger i inneluft	3
1.1 Klassifisering av målemetode	3
1.2 Passive målemetoder	5
1.3 Plassering av detektor	7
1.4 Kontinuerlig registrerende målemetoder	8
2. Byggegrunnundersøkelser	9
2.1 Geologiske vurderinger	9
2.2 Målinger	11
2.3 Klassifisering av byggegrunn	12
3. Variasjon i radonkonsentrasjonen over tid	14

1. Målinger i inneluft

1.1 Klassifisering av målemetoder

For vurdering av lungekreftisiko fra radoneksposering i inneluft er det den midlere radonkonsentrasjon over lang tid (over år) som benyttes. De anbefalinger som er gitt av Statens strålevern i Strålevernhefte nr. 5, og som er i overensstemmelse med anbefalingene fra Verdens Helseorganisasjon (WHO) og Den internasjonale stråleverniskommisjon (ICRP), er relatert til årsmiddelverdi av radonkonsentrasjon i inneluft.

Variasjonene i radonkonsentrasjonen innendørs kan over tid være svært store (se kap. 3). En rekke faktorer er her av betydning: ventilasjonsbetingelser, meteorologiske forhold, fyringsvaner etc.

De målinger som gjøres for å vurdere helseisiko og behov for tiltak må kunne midle ut disse variasjonene slik at en årsmiddelverdi kan beregnes med en tilfredsstillende nøyaktighet. Det er i den sammenheng nødvendig å sette visse minimumskrav til integrasjonstid (måleperiode), og begrense målingene til de tidene på året når variasjonene i radonkonsentrasjonen er minst, dvs. vinterhalvåret.

Radonkonsentrasjonen er vanligvis dobbelt så høy om vinteren som om sommeren. Ved å multiplisere målt verdi om vinteren med en faktor 0,75 vil man kunne korrigere vintermålinger til årsmiddelkonsentrasjonen.

Målinger bør begrenses til tidsrommet fra midten av oktober til midten av april. Målte verdier i dette tidsrommet må multipliseres med en faktor 0,75 ved beregning av årsmiddelverdi.

I de tilfeller man benytter målemetoder med svært lang integrasjonstid – mer enn tre måneder – kan man også gjennomføre målinger på andre tider av året. Måleresultatene må da korrigeres for de årtidsvariasjoner i radonkonsentrasjonen man vanligvis har. Ved beregning av årsmiddelverdi på grunnlag av målinger i sommerhalvåret multipliserer man vanligvis målt verdi med en faktor 1,5.

I Tabell 1 er de forskjellige typer radonmålinger klassifisert i tre forskjellige kategorier etter integrasjonstid.

Tabell 1: Forskjellige typer radonmålinger klassifisert etter integrasjonstid.

Kategori	Type måling	Integrasjonstid
I	Øyeblikksmålinger/korttidsmålinger	Mindre enn ett døgn
II	Utvalgsmålinger	Mer enn to uker
III	Målinger for vurdering av behov for tiltak	Mer enn to måneder

Kategori I: Øyeblikksmålinger/korttidsmålinger

Utføres vanligvis med transportabel apparatur med direkte avlesning. På grunn av for kort integrasjonstid kan slike målinger ikke benyttes til å bestemme årsmiddelverdier.

Kategori II: Utvalgsmålinger

Med utvalgsmålinger menes et stort antall målinger (screening) innenfor et begrenset geografisk område for å finne frem til et mindre utvalg som kan følges opp med mer nøyaktige målinger (kategori III). Utvalgsmålinger vil ikke kunne gi grunnlag for beregning av årsmiddelverdi med tilfredsstillende nøyaktighet. Dette gjelder selv om det gjøres flere parallelle målinger i boligen. Det er nødvendig å følge opp med målinger over lengre tid (kategori III) før eventuelle mottiltak iverksettes.

Kategori III: Målinger for vurdering av tiltak

Målemetoder med integrasjonstid på mer enn to måneder vil kunne midle ut de korttidsvariasjoner i radonkonsentrasjon man vanligvis har. På grunnlag av målinger i denne kategorien vil en kunne beregne en årsmiddelverdi av radonkonsentrasjonen med en tilfredsstillende nøyaktighet. For å kunne beregne årsmiddelverdi for boligen er det en forutsetning at det gjøres parallelle målinger i minimum to forskjellige rom hvor man oppholder seg mest, f.eks. i stue og soverom.

Det anbefales at man benytter målemetoder med integrasjonstid på mer enn to måneder.

1.2 Passive målemetoder

De aller fleste radonmålinger utføres med passive detektorer. Dette er vanligvis små og lette målekopper som ikke behøver tilkobling til nett eller batteri og som kan sendes som brevpost mellom brukeren og laboratoriet. De fem forskjellige passive målemetoder som har vært benyttet hittil er kort omtalt nedenfor.

1.2.1 Sporfilm-metoden

Tungt ioniserende partikler, som f.eks. alfapartikler fra radon og radons datterprodukter, har evnen til å kunne påføre mikroskopiske skader eller spor på visse typer materialer som polymerer, mineraler, glass, etc. Disse kan gjøres optisk synlig ved kjemisk eller elektrokjemisk etsing.

Som sporfilm for radonmålinger benyttes tynne plater av ulike polymerer. Tettheten av spor eller hull gir et mål for midlere radonkonsentrasjon over måleperioden. Det finnes to forskjellige metoder som baserer seg på dette prinsippet. I den ene metoden er filmen (CR-39) omgitt av et diffusjonskammer som forhindrer eksponering fra radondøtre i inneluft. Den andre metoden benytter åpen sporfilm (LR-115), som vil eksponeres både for radon og radondøtre i inneluft.

Sporfilm med diffusjonskammer kan eksponeres oppimot ett helt år. På grunn av den lange integrasjonstiden sammenliknet med de andre målemetodene, vurderes målinger med sporfilm å være de absolutt beste som grunnlag for å bestemme årsmiddelverdi.

Sporfilm-metoden tilfredsstillende krav som er satt for å komme i kategori III, målinger for vurdering av tiltak.

1.2.2 Elektretmetoden

Elektretet består av en positivt ladet teflonskive som i utgangspunktet har et potensial på mellom 700 og 800 volt. Elektretet er innesluttet i et kammer som filtrerer luften slik at bare radon kan komme inn i kammeret. Elektretet blir gradvis utladet av de ioner eller elektroner som dannes ved radioaktiv nedbrytning av radon og radondøtre. Graden av utladning vil gi et mål for midlere radonkonsentrasjon over måleperioden.

Elektretet vil også være følsomt for den eksterne bakgrunnsstrålingen, dvs. gammastråling fra bygningsmaterialer og geologiske materialer. Denne kan variere betydelig fra sted til sted og fra bolig til bolig. Dette kan gi betydelige målefeil i de tilfeller den eksterne bakgrunnsstrålingen er mye høyere enn normalt.

Integrasjonstiden er avhengig av hvilke elektret man benytter, men er vanligvis fra en uke opptil en måned.

Elektretmetoden tilfredsstillende minimumskrav som er satt for kategori II, utvalgsmålinger.

1.2.3 Andre metoder

Andre passive målemetoder har tidligere vært benyttet i til dels stor skala. De har idag vesentlig historisk interesse, da de ikke er egnet for rutinemessige målinger for vurdering av behov for tiltak.

Aktivt kull metoden

Metoden, som vanligvis kalles «kullboksmetoden», baserer seg på at aktivt kull adsorberer radon fra luft. Radonkonsentrasjonen kan bestemmes utfra mengden av kull og aktiviteten i kullet. På grunn av den korte halveringstiden for radon (litt under fire dager) og de kortlivede radondatterproduktene (totalt mindre enn femti minutter), og på grunn av opptak av fuktighet på kullet, må måletiden for denne metoden begrenses til to–tre dager.

Metoden med aktivt kull anbefales ikke benyttet i rutinemessige målinger, hverken i utvalgsmålinger eller målinger for vurdering av behov for tiltak.

TLD i aktivt kull

På tilsvarende måte som metoden med aktivt kull baserer denne metoden seg på den egenskap aktivt kull har når det gjelder å adsorbere radon. Ved denne metoden benytter man derimot en termoluminescensdetektor (TLD) i kullet som kontinuerlig eksponeres for betastråling fra to av de kortlivede radondøtrene, bly-214 og vismut-214. Integrasjonstiden for metoden er vanligvis én til to uker.

Metoden med TLD i aktivt kull med minimum to ukers integrasjonstid tilfredsstillende minimumskrav som er satt for å komme i kategori II, utvalgsmålinger, men ikke målinger for vurdering av behov for tiltak.

TLD – metoden

Datterproduktene av radon er elektrisk ladde, og vil derfor påvirkes av elektriske felter. Ved å sette opp et elektrisk felt kan en trekke radondøtre inn mot en termoluminescensdetektor (TLD) som dermed vil bli eksponert. Ved avlesning av TLD-krystallen vil man få et mål for radonkonsentrasjonen. Metoden benyttes i liten grad i dag.

TLD-metoden tilfredsstiller ikke de minimumskrav som er satt for utvalgsmålinger eller målinger for vurdering av tiltak.

1.3 Plassering av passiv detektor

Det bør fortrinnsvis måles i rom hvor personer oppholder seg mer enn seks timer pr. døgn. Rom som kommer i denne kategorien kan være stue/dagligstue og soverom. Generelt sett har norske boliger høyere radonkonsentrasjon på kjellernivå eller underetasje enn oppover i etasjene. Har man oppholdsrom i kjeller bør en av måledetektorene plasseres der.

Målinger i blindkjeller, kjellerboder og andre steder som ikke er representative for radonkonsentrasjonen i boligen, er ikke egnet til å kunne benyttes for vurdering av behov for eventuelle mottiltak. Målinger bør ellers gjøres under *mest mulig normale forhold*. Hvis man under måling f.eks. tetter igjen ventiler og holder vinduer og dører lukket vil det kunne gi en overestimering av radonkonsentrasjonen.

Målinger bør gjøres i minst to av de rommene som benyttes mest og under mest mulig normale forhold. Detektorene må ikke plasseres nær vindu, ildsted, ventilasjonskanal, varmeovner etc.

1.4 Kontinuerlig registrerende målemetoder

Det har i den senere tid blitt kommersielt tilgjengelig enkle, aktive instrumenter for kontinuerlig registrering av radon i inneluft.

Kontinuerlig registrering vil kunne gi informasjon om variasjoner i radonkonsentrasjon i løpet av måletiden. Dette kan være nyttig i forbindelse med vurdering av reduksjonseffekten ved gjennomføring av mottiltak.

Kontinuerlig registrerende målinger anbefales ikke benyttet i rutinemessige kartlegginger

Noen metoder måler konsentrasjonene av radondøtre istedenfor konsentrasjonen av radon. Konsentrasjonene av radondøtre i inneluft er vanligvis halvparten av radonkonsentrasjonen, og måleresultatet må da som regel multipliseres med en faktor 2 ved beregning av radonkonsentrasjonen.

2. Byggegrunnundersøkelser

Målet med forebyggende tiltak er å unngå at radonkonsentrasjonen i fremtidig bebyggelse overstiger tiltaksgrensen på 200 Bq/m³ som er anbefalt av Statens strålevern.

I de fleste tilfeller vil undersøkelse av noen få tomter bli dyrere enn kostnaden forbundet med å gjennomføre visse enkle forebyggende tiltak for å redusere innstrømning av radon fra byggegrunnen (se Strålevernhefte nr. 9). Ved kartlegging av større byggefelt kan det derimot vise seg økonomisk hensiktsmessig å gjennomføre radonundersøkelser av byggegrunnen, fremfor å utføre forebyggende tiltak på alle nye bygg.

2.1 Geologiske vurderinger

Som grunnlag for en eventuell byggegrunnundersøkelse bør det gjøres en generell vurdering av tomteområdet. En slik vurdering gjøres på grunnlag av tilgjengelig informasjon som f.eks. berggrunnskart og kvartærgeologiske kart, forekomst av løsmasser, samt eventuelle resultater av radonmålinger i nærliggende boliger.

Generelt anbefales det ikke å sette igang omfattende undersøkelser av byggegrunnen for å kartlegge sannsynligheten for et radonproblem i fremtidige boliger. Slike undersøkelser blir ofte kostbare og resultatene er vanskelige å tolke med henblikk på forebyggende tiltak.

Overalt i naturen finner vi små mengder radioaktive stoffer som har naturlig opprinnelse. Et av disse er uran (²³⁸U). Når uran brytes ned dannes nye radioaktive elementer i en kjede med i alt 14 ledd frem til stabilt bly (²⁰⁶Pb). I denne kjeden finner vi radium (²²⁶Ra), som desintegrerer til radon (²²²Rn). Radon er en edelgass, kjemisk inaktiv, og har derfor svært liten evne til å binde seg til andre stoffer. Det fører til at radon lett unnslipper og kommer ut i det luftmiljø vi puster i.

Konsentrasjonen av radon i grunnen vil avhenge av konsentrasjonen av radium. Innholdet av radium kan variere svært mellom forskjellige typer bergarter og jordsmonn. Det er også store variasjoner innenfor samme type bergart. Det er imidlertid ikke tilstrekkelig å bare se på radiumkonsentrasjonen i bergarter og

jordsmonn. Byggegrunnens egenskaper til å transportere radon (permeabilitete- og materialenes evne til å frigi radon for transport (emanasjonen) må vurderes. Disse egenskapene, som henger sammen med porøsitet og forholdet mellom overflate og volum, kan variere betydelig selv innenfor samme type bergart. I Tabell 2 ser man at det er store forskjeller i radiumaktivitet mellom bergarter, men også innenfor samme type bergart.

Undersøkelser viser at alunskifer i tomtegrunnen generelt gir en høy sannsynlighet for at det foreligger et radonproblem. I de tilfeller hvor det er alunskifer i byggegrunnen er det særlig viktig at det gjennomføres forebyggende tiltak. Det samme gjelder områder hvor det er store forekomster av granitter, pegmatitter og løsmasser.

Tabell 2: Konsentrasjon av radium (målt som spesifikk aktivitet) i noen nordiske bergarter og jordtyper.

Bergart/jordtype	Radiumkonsentrasjon (Bq/kg)
Normal granitt	20 – 120
Uranrik granitt	100 – 600
Gneis	20 – 100
Dioritt	1 – 120
Sandstein	5 – 60
Kalkstein	5 – 20
Skifer	10 – 120
Alunskifer 1) fra midtre kambrium	120 – 600
Alunskifer 2) fra øvre kambrium eller nedre ordovicium	600 – 5000
Alunskifer rik jord	100 – 2000
Morenejord	20 – 80
Leire	20 – 120
Sand og silt	5 – 25

2.2 Målinger

I Tabell 3 er det gitt en oversikt over de mest vanlige typer målinger i forbindelse med byggegrunnundersøkelser.

Tabell 3. Klassifikasjon av målemetoder for byggegrunnundersøkelser etter informasjonsverdi.

Type måling	Informasjonsverdi		
	Liten	Middels	Høy
1) Radonekshalasjon fra tomtegrunn		●	
2) Radonkonsentrasjon i jordluft			●
3) Ekstern gammastråling fra bakken a. Total doserate b. Spektrometrisk	●		●
4) Radonekshalasjon fra innsamlede prøver		●	
5) Radiumkonsentrasjon i innsamlede prøver		●	
6) Radonkonsentrasjon i inneluft i nærliggende bolige			●

- 1) Fortrinnsvis målinger på utgravd/utsprengt tomt, andre målinger har liten informasjonsverdi.
- 2) Direkte målinger av radonkonsentrasjon i jordluft ved dybde på minimum 75 cm ned i bakken.
- 3a) Målinger ca. 1m over bakken med et instrument som direkte måler doserate i luft eller vev.
- 3b) Målinger hvor man direkte kan skille bidragene fra kalium-40, radium-226 og thorium-232.
- 4), 5) De målinger som vil være av størst verdi er fra geologiske prøver fra utgravd/utsprengt tomt eller i tilsvarende dype lag.
- 6) Dvs. radonmålinger i nærliggende boliger på tilsvarende byggegrunn.

De forskjellige målemetodene er klassifisert etter nytteverdi for vurdering av sannsynlighet for et radonproblem i fremtidige boliger.

Den eksterne bakgrunnsstrålingen fra bakken består av bidrag fra thorium-232, radium-226 og kalium-40. Målinger av ekstern gammastråling fra bakken, hvor man ikke skiller disse bidragene fra hverandre, er ikke å anbefale som eneste vurderingsgrunnlag for forebyggende tiltak. Målinger av denne type kan imidlertid benyttes i den innledende fasen av en byggegrunnundersøkelse.

Spektrometriske målinger av ekstern gammastråling, hvor man skiller ut bidraget fra radium-226, bør fortrinnsvis utføres på utgravd eller utsprengt hustomt. Målinger av ekstern gammastråling har sine begrensninger da mesteparten av strålingen som måles kommer fra de øverste 20 cm av overflaten. Målingene gir derfor liten informasjon om forholdene dypere ned i bakken, som kan være avgjørende for tilførsel av radon.

Ekshalasjonsmålinger på byggegrunnen bør også gjøres på utgravd tomt. Geologiske prøver som innhentes for laboratoriemålinger bør være representative for området og helst fra utgravd tomt eller fra tilsvarende dype lag.

De typer målinger som gir høyest informasjonsverdi om radonforholdene, er målinger av radon i jordluft, spektrometriske målinger av ekstern gammastråling på utgravd tomt og målinger av radon i nærliggende boliger på tilsvarende byggegrunn.

2.3 Klassifisering av byggegrunn

For å kunne klassifisere byggegrunnen med hensyn til sannsynligheten for forhøyede radonkonsentrasjoner i fremtidige boliger, er det ofte nødvendig å kombinere resultater fra flere av målemetodene som er vist i Tabell 3. Tolkningen av resultatene krever noe kunnskap og erfaring på området. Under forutsetning av at de gitte anbefalinger følges, og at målingene utføres på en teknisk sett tilfredsstillende måte, kan man gjøre en generell vurdering av måleresultatene med hensyn til sannsynligheten for et radonproblem i fremtidig bebyggelse, som vist i Tabell 4. Klassifiseringen i tabellen er bare veiledende. Det kan være store individuelle avvik.

Tabell 4. Sannsynlighet for radonproblem i fremtidig bebyggelse

Type måling	Lav	Moderat	Høy
Radonekshalasjon fra bakken (Bq/m ² pr. time)	< 100	100–500	> 500
Radonkonsentrasjon i «jordluften» (kBq/m ³)	< 20	20–100	> 100
Radonekshalasjon fra innsamlede prøver (Bq/kg pr.time)	< 0,2	0,2–1	> 1
Aktivitet av radium i geologiske prøver (Bq/kg)	< 80	80–200	> 200
Radonkonsentrasjon innendørs i nærliggende boliger (Bq/m ³)	< 100	100–400	> 400

Selv om både spektrometrisk måling av ekstern gammastråling fra bakken og resultater fra radonmålinger i nærliggende boliger gir høy informasjonsverdi, er det også nødvendig å foreta andre typer målinger. Dette kan f.eks. være målinger av radonekshalasjon fra tomtegrunnen og/eller målinger på innsamlede prøver. Ved tolkning av radonekshalasjonsmålinger i jordluft er det nødvendig å ta hensyn til parametere som f.eks. fuktighet, permeabilitet i byggegrunnen, hvor dypt målingene er utført og om det er tele i bakken.

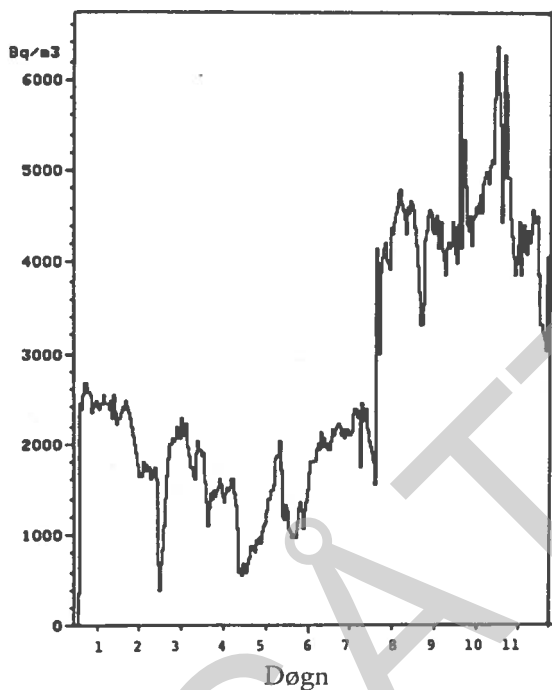
3. Variasjon i radonkonsentrasjonen over tid

Radonkonsentrasjonen i et boligrom kan variere betydelig over tiden. Dette skyldes variasjoner i en rekke faktorer som har betydning for innstrømning av radon fra grunnen og ventilering av inneluften. Ved vurdering av helserisiko og behov for eventuelle mottiltak er det gjennomsnittlig radonkonsentrasjon over lang tid (år) som er den relevante eksponeringsparameter. De målemetoder som benyttes må kunne gi grunnlag for å beregne årsmiddelverdi i radonkonsentrasjon.

Variasjonene i radonkonsentrasjon kan deles opp i korttidsvariasjoner dvs. variasjon over timer/dager og sesongvariasjoner, variasjoner fra årstid til årstid.

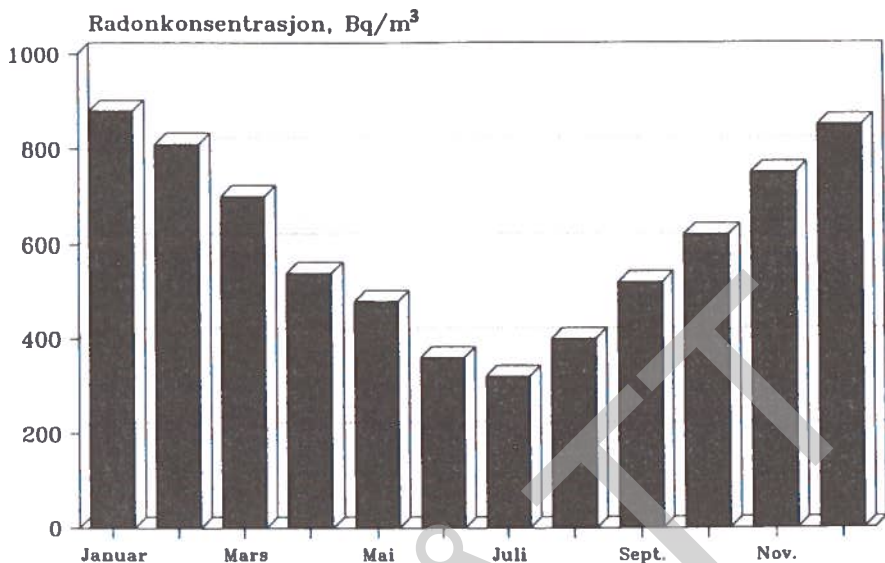
Figur 1 viser et eksempel på hvordan radonkonsentrasjonen i et boligrom kan variere fra time til time og fra dag til dag. Det er ikke uvanlig at radonkonsentrasjonen over en ukes tidsrom kan variere med en faktor 10 fra laveste til høyeste verdi. Dette kan forklares med de relativt store variasjoner man kan ha i de meteorologiske forhold, ventilasjon og menneskelig aktivitet over bare få timer eller dager. De målemetoder som benyttes må være kontinuerlig integrerende over et lengre tidsrom (uker/måneder) slik at man kan midle ut disse korttidsvariasjonene.

De fleste passive målemetodene er kontinuerlig integrerende. Noen metoder, bl.a. aktivt kull, er ikke kontinuerlig integrerende.



Figur 1. Eksempel på variasjonsmønsteret i radonkonsentrasjon i et boligrom over noen døgn.

Ved beregning av årsmiddelkonsentrasjon må man videre ta hensyn til de langtidsvariasjoner man kan ha i radonkonsentrasjon. I Figur 2 er det vist et eksempel på hvordan midlere radonkonsentrasjon kan variere fra måned til måned over et helt år. Denne illustrerer at det kan være store variasjoner i radonkonsentrasjon over året –vanligvis med høyere konsentrasjoner i vinterhalvåret enn om sommeren. Dette skyldes både økt innstrømning fra byggegrunnen gjennom konstruksjonen i de kaldeste månedene, og økt ventilering av inneluften i de varmeste månedene.



Figur 2. Eksempel på variasjon i radonkonsentrasjon i et boligrom fra måned til måned over et helt år.

Det anbefales at målinger av radon i inneluften begrenses til vinterhalvåret; dvs. fra midten av oktober til midten av april. Korttidsvariasjonene i radonkonsentrasjon er minst i dette tidsrommet. På grunnlag av et stort antall målinger er det funnet at konsentrasjonen i gjennomsnitt for norske boliger er dobbelt så høy i vinterhalvåret som i sommerhalvåret. Målte verdier i vintermånedene bør derfor som regel multipliseres med en faktor 0,75 ved beregning av årsmiddelkonsentrasjon.

I de tilfeller man benytter målemetoder med svært lang integrasjonstid (mer enn tre måneder) kan man også gjennomføre målinger i sommerhalvåret. Man må også da korrigere for de variasjoner man kan ha fra årstid til årstid når man angir måleresultatet. Ved å multiplisere resultatet fra sommermålinger med en faktor 1,5 vil man få en sannsynlig verdi for årsmiddelkonsentrasjonen. Målinger på våren (april-mai) eller på høsten (september-oktober) kommer ofte nær opp mot årsmiddelkonsentrasjonen, og det ikke er behov for korreksjoner. Målinger på våren eller på høsten (minst to måneder) bør derfor ikke korrigeres ved beregning av årsmiddelkonsentrasjon.

Utfyllende litteratur:

Strand T., Lind B. og Kolstad A.K., En vurdering av passive målemetoder i boliger. SIS-rapport 1989:5. Statens institutt for strålehygiene, 1989. Statens strålevern, Østerås.

Strålevernhefte nr. 5: Anbefalte tiltaksnivåer for radon i bo- og arbeidsmiljø. Statens strålevern, desember 1995. Revidert oktober 1998.

Strålevernhefte nr. 9: Radon i inneluft. Helseisiko, målinger og mottiltak. Statens strålevern, februar 1996.

UTGÅTT

Radon i boliger står for de største stråledoser vi mottar fra ioniserende stråling i vårt daglige miljø. Undersøkelser har vist at omlag 100 000 boliger, dvs. ca. seks prosent av boligmassen, har radonkonsentrasjoner som overstiger 200 Bq/m^3 som er det nedre tiltaksnivå som er gitt av Statens strålevern.

Dette heftet består av retningslinjer for målinger av radon i inneluft i eksisterende boliger og retningslinjer for byggegrunnundersøkelser med hensyn på fremtidige boliger.

Retningslinjene for målinger i inneluft gir en vurdering av de målemetoder som benyttes.

Retningslinjene for byggegrunnundersøkelser gir tilsvarende en vurdering av forskjellige målemetoder for klassifisering av byggegrunn med hensyn til sannsynlighet for et radonproblem i fremtidig bebyggelse.