



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

2015

MÅLEPROSEDYRE

FOR RADON I SKOLER OG BARNEHAGER



Måleprosedyre for radon i skoler og barnehager

2015

Fastsatt av Statens strålevern 1.7.2015

Illustrasjon forside: Statens strålevern/Monica Egeli

INNHold

Innhold.....	2
1.0 Innledning	4
2.0 Formål.....	4
3.0 Om radonmålinger i skoler og barnehager.....	4
4.0 Ordforklaringer	6
5.0 Trinn 1: Undersøkende måling	8
Krav til målemetode	8
Fremgangsmåte for trinn 1-måling	8
Vurderinger etter trinn 1-måling	10
6.0 Trinn 2: Oppfølgende måling	11
Krav til måleutstyr	11
Vurderinger etter trinn 2-måling	11
Vurderinger etter trinn 2-måling	11
7.0 Målerapport.....	13
APPENDIKS: Begrunnelse for måleprosedyren	14
Trinn 1: Undersøkende måling	14
Trinn 2: Oppfølgende måling	16
Referanser	18

1.0 INNLEDNING

Radon i inneluft øker risikoen for lungekreft, og er den viktigste årsaken etter aktiv røyking [1]. Risikoen øker med eksponeringen, og er proporsjonal med radonkonsentrasjonen i inneluft og med eksponeringstiden. Det er totaleksponeringen fra radon i hjem, skole, jobb og fritid som er avgjørende.

Radon er en radioaktiv gass som dannes kontinuerlig fra grunnstoffet uran i berggrunnen. Fra grunnen kan radon trenge inn i bygninger. Byggegrunnen er den viktigste kilden til forhøyde radonkonsentrasjoner i inneluft.

Måleprosedyren består av en hoveddel og et appendiks med en nærmere begrunnelse for punktene i hoveddelen. Hovedmålgruppen for prosedyren er driftsansvarlige for skoler og barnehager, og leverandører av radonmålinger og måletjenester.

2.0 FORMÅL

Strålevernforskriften stiller krav til radonnivået i grunn- og videregående skoler og barnehager, både offentlige og private (§ 6 femte ledd). I strålevernforskriften (§ 4 bokstav t) er radonnivå definert som radonkonsentrasjonen i luft bestemt i tråd med den til enhver tid gjeldende måleprosedyre fastsatt av Statens strålevern [2]. For skoler og barnehager vil en måling etter denne prosedyren dokumentere radonnivået.

For andre større bygninger kan denne måleprosedyren fungere som en veiledning. Resultater fra målinger som er utført etter denne prosedyren, kan vurderes opp mot Strålevernets anbefalte grenseverdier for radon i inneluft, se www.nrpa.no/radon.

3.0 OM RADONMÅLINGER I SKOLER OG BARNEHAGER

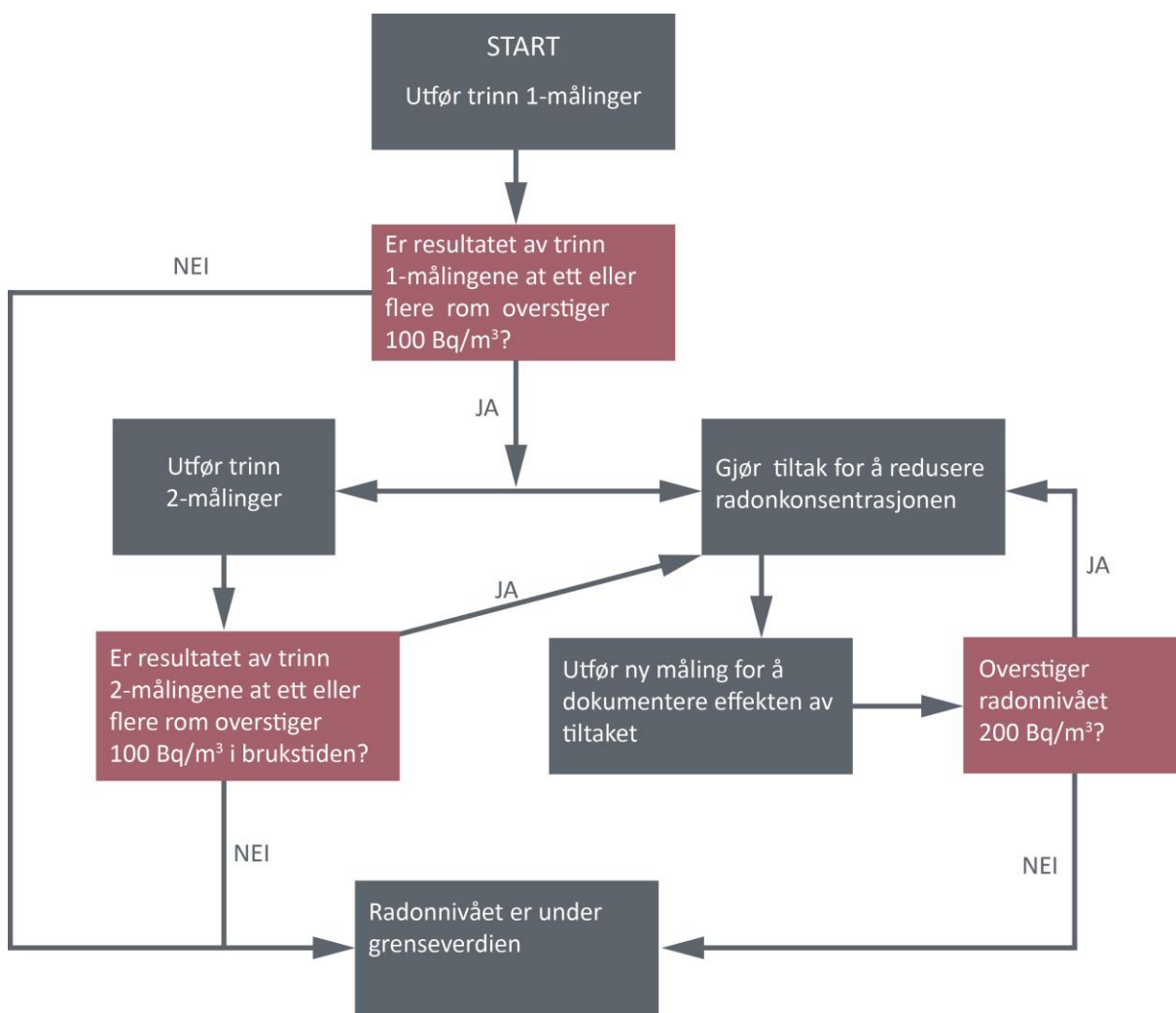
Ventilasjon har en avgjørende betydning for hvordan radonkonsentrasjonen varierer. Balansert mekanisk ventilasjon er den vanligste ventilasjonstypen i skoler og barnehager [3 og 4]. Slike ventilasjonsanlegg gjør at radonkonsentrasjonen varierer lite med årstiden [5]. Anleggene er i de fleste tilfeller tidsstyrt. Det vil si at de er på i brukstiden om dagen og i redusert drift om natten, i helger og ferier. Dette påvirker radonkonsentrasjonen som typisk er mye lavere på dagtid og høyere om natten og i helgene (se eksempel 3). Radonmålinger må da utføres i opptil to trinn (se kapittel 5 og 6 og flytskjema i figur 1). Trinn 1 har til hensikt å avdekke eventuelle høye radonnivåer, mens radonnivået i brukstiden bestemmes gjennom en trinn 2-måling.

I skoler og barnehager med naturlig ventilasjon eller mekaniske avtrekksvifter vil radonnivået påvirkes mer av meteorologiske forhold, fyrings- og luftevaner. I slike bygninger vil større temperaturforskjeller mellom ute- og inneluft om vinteren gi

lavere lufttrykk i bygget og mer innstrømning av radon fra byggegrunnen. I skoler og barnehager hvor ventilasjonen er tilnærmet lik hele døgnet, vil ofte radonnivået fastsettes gjennom trinn 1-målinger. Dersom ventilasjonen er styrt, for eksempel tidsstyrt, vil det være større forskjell gjennom døgnet, og det kan være nødvendig også å gjøre trinn 2-målinger for å fastsette radonnivået i brukstiden.

Det finnes også måleutstyr som kan måle radonkonsentrasjonen direkte i brukstiden. Ved å bruke slikt utstyr kan man ved å følge prosedyrekravene til trinn 1-målinger fastsette radonnivået i brukstiden.

Brukere av bygningen, som f.eks. ansatte, elever og renholdspersonell, bør alltid informeres om at målinger pågår. Informasjon er viktig, blant annet for at måleutstyret skal få ligge i fred i måleperioden.



Figur 1. Flytskjema som viser prinsippene for å måle radon i skoler og barnehager.

4.0 ORDFORKLARINGER

Bakkekontakt:	Med bakkekontakt menes etasje der gulv og/eller én eller flere vegger har kontakt med bakken. Dersom en bygning for eksempel er bygget i en skråning, kan flere etasjer ha kontakt med terrenget. En tradisjonell førsteetasje har alltid bakkekontakt, selv om det er kjeller/krypkjeller under.
Balansert mekanisk ventilasjon:	Består av et aggregat der en tidsstyrt vifte trekker friskluft inn som fordeles i bygget gjennom kanaler. Brukt luft trekkes kontrollert ut.
Bq/m ³ :	Enhet for radonkonsentrasjon i luft er becquerel per kubikkmeter luft.
Brukstid:	En bygnings brukstid er den tiden av døgnet når bygget er i bruk, altså når det er mennesker til stede i bygningen.
Dekningsfaktor (k):	Faktor som benyttes i beregning av måleusikkerhet. Om måleresultatet har statistisk normalfordeling, og man benytter dekningsfaktor $k=1$ (standard usikkerhet), er det ca. 68 % sannsynlig at korrekt verdi er innenfor måleresultat \pm usikkerhet. Ved bruk av dekningsfaktor $k=2$, er sannsynligheten ca. 95 %.
Grenseverdi:	Grenseverdien er den høyeste årsmiddelverdien som kan aksepteres i et oppholdsrom. For skoler og barnehager er grenseverdien forskriftsfestet i strålevernforskriften (§ 6 femte ledd). Grenseverdien er satt til 200 Bq/m ³ .
Måleusikkerhet:	Størrelse som er knyttet til et måleresultat, beskriver området av verdier der det er rimelig å vente at den sanne verdien ligger.
Oppholdsrom:	Med oppholdsrom menes rom som besøkes relativt ofte/mer enn tilfeldig. Klasserom, lekerom, kontorer, kantine/spiserom, musikkrom, sløydsal eller gymsal er eksempler. Eksempler på ikke-oppholdsrom er toaletter, tekniske rom og lagerrom.
Radonnivå:	Radonkonsentrasjonen i luft bestemt i tråd med den til enhver tid gjeldende måleprosedyre fastsatt av Strålevernet.
Sporfilm:	Detektor som måler konsentrasjonen av radon i luft.

- Styrt ventilasjon: Ventilasjonsanlegg som stilles inn slik at det går i periodene det er folk til stede i bygningen. Når det ikke er folk til stede, går anlegget med redusert effekt.
- Tiltaksgrense: Tiltaksgrense er høyeste årsmiddelverdi som kan aksepteres før radontiltak eller oppfølgende radonmålinger må gjennomføres. For skoler og barnehager er tiltaksgrensen forskriftsfestet i strålevernforskriften (§ 6 femte ledd). Tiltaksgrensen er satt til 100 Bq/m³.
- Vinterhalvåret: Starter i midten av oktober og avsluttes i midten av april.
- Årsmiddelverdi: Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon over et helt år kalles årsmiddelverdi. Årsmiddelverdien kan estimeres fra en radonmåling over minst to måneder i vinterhalvåret ved å multiplisere med en faktor som korrigerer for årstidsvariasjoner. (se punkt 5.6).

5.0 TRINN 1: UNDERSØKENDE MÅLING

KRAV TIL MÅLEMETODE

- 5.1 Undersøkende radonmålinger skal utføres med en målemetode som gir gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i måleperioden i henhold til ISO 11665-1 [6] og ISO-11665-4 [7]. Både åpen og lukket sporfilm og elektroniske måleinstrumenter kan benyttes.
- 5.2 Måleutstyr må kalibreres og forhandlere må kunne vise til dokumenterte rutiner for kvalitetssikrede målinger i henhold til henviste standarder i pkt. 5.1.
- 5.3 Sammen med måleutstyret skal det følge med en veiledning, slik at målingene blir utført i henhold til punktene under i dette kapittelet.

FREMGANGSMÅTE FOR TRINN 1-MÅLING

- 5.4 Målingen skal utføres som en langtidsmåling, det vil si med en måleperiode på minst to måneder, innenfor vinterhalvåret midten av oktober til midten av april. Måleperioden må gjerne være lenger enn to måneder, da en lengre måling vil gi et sikrere resultat.
- 5.5 Forutsatt at minst to måneder av måleperioden er innenfor vinterhalvåret, kan det aksepteres at en mindre del av måleperioden, inntil 20 %, ligger utenfor.
- 5.6 Måleresultatet skal omregnes til årsmiddelverdi av radonkonsentrasjon. For bygninger med balansert mekanisk ventilasjon settes den målte radonkonsentrasjonen lik årsmiddelverdien, med korreksjonsfaktor 1,0 [5].

For bygninger uten balansert mekanisk ventilasjon beregnes årsmiddelverdien basert på at korreksjonsfaktoren er 1,0 eller 0,75 avhengig av måletidspunktet. Se tabellen under og eksempel 1.

Periode	Faktor
15. oktober-31. oktober	1,0
1. november-31. mars	0,75
1. april-15. april	1,0

Beregning av faktor for en aktuell måleperiode er vist i eksempel 1:

Eksempel 1: Beregning av korreksjonsfaktor for årsmiddelverdi

En måling er gjennomført i måleperioden 10. februar til 15. april. Det vil si at det er målt i 64 dager.

49 av dagene er i en periode med korreksjonsfaktor 0,75.

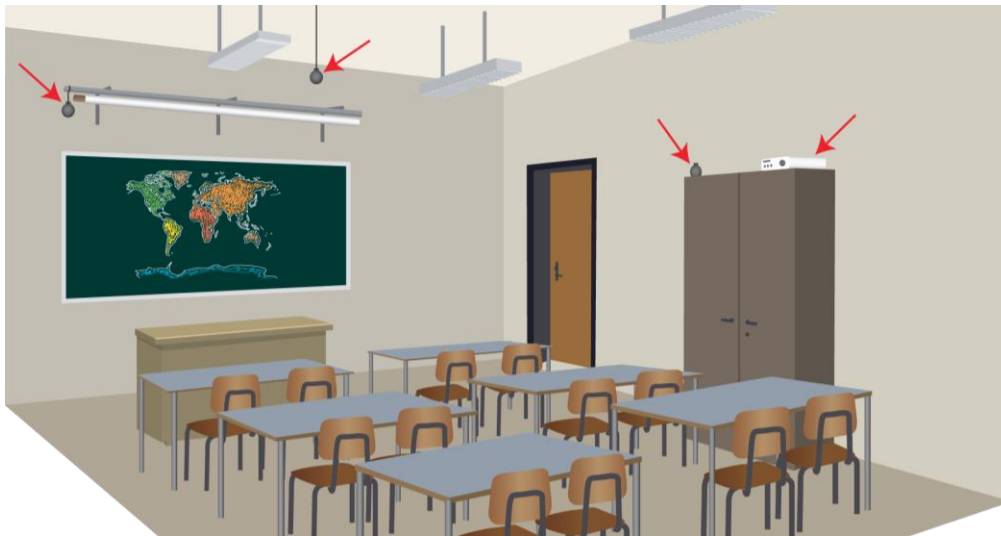
15 av dagene er i en periode med korreksjonsfaktor 1.

Dette gir følgende omregningsfaktor for den aktuelle måleperioden:

$$\frac{(49 \cdot 0,75)}{64} + \frac{(15 \cdot 1)}{64} = 0,81$$

- 5.7 Målinger skal gjøres i oppholdsrom (definert i kapittel 4.).
- 5.8 Målinger skal gjøres i alle bygninger og i tilbygg med oppholdsrom.
- 5.9 Målinger skal gjøres i oppholdsrom i alle etasjer med bakkekontakt. Dette gjelder typisk på grunnplan og i eventuelle kjelleretasjer hvor gulv eller vegg er i kontakt med bakken. Det skal gjøres minst én måling per 150 kvadratmeter grunnflate i hver etasje hvor det måles. I hver bygning skal det uansett gjøres minst tre målinger. Målingene skal fordeles jevnt. Prioriter oppholdsrom som kan være utsatt for radontilførsel, f.eks. rom med dårlig ventilasjon eller som er nær trapper, heissjakter eller rørgjennomføringer mot grunnen.
- 5.10 Vurder om det er behov for ytterligere målinger i høyereliggende etasjer, f.eks. at bygningen er plassert i et spesielt radonutsatt område, at det tidligere er påvist høye radonnivåer i bygningen eller at bygningsmessige forhold tilsier at slike målinger bør gjøres.
- 5.11 Måleutstyret plasseres ca. en til to meter over gulvet slik at det måles i luft som er mest mulig representativ for den lufta man puster i. I rommet bør måleutstyret ikke plasseres nærmere enn ca. 20 cm fra vegger og hjørner og ca. 1,5 meter fra dører, vinduer, lufteventiler, varmeovner, radiatorer og andre sterke varmekilder, se eksempel 2.
- 5.12 Måleutstyret skal ligge eller henge fritt. Utstyret skal ikke flyttes på, men ligge i ro i samme rom i måleperioden. Brukere av bygningen bør informeres om at målinger pågår.
- 5.13 Under måleperioden skal bygningen være i bruk, og driftes som normalt med hensyn på ventilasjon, lufting og fyring.

Eksempel 2: Plassering av måleutstyr



Måleutstyr kan gjerne plasseres på et kateter. Alternativt kan sporfilmer i trinn 1 henges i en snor. De kan også plasseres på toppen av et skap, et sted som også kan være egnet for måleinstrumenter i trinn 2.

VURDERINGER ETTER TRINN 1-MÅLING

- 5.14 Dersom alle målte oppholdsrom har radonkonsentrasjoner i årsmiddel under tiltaksgrensen på 100 Bq/m^3 , er det ikke behov for oppfølgende målinger.
- 5.15 Dersom radonkonsentrasjonen i et eller flere oppholdsrom overstiger 100 Bq/m^3 , må det:
- Enten gjøres en oppfølgende trinn 2-måling, for å måle radonkonsentrasjonen i brukstiden (se kapittel 6).
 - Eller gjøres permanente tiltak for å redusere radonnivået etterfulgt av kontrollmålinger, les mer om tiltak på Strålevernets hjemmeside:
<http://www.nrpa.no/temaartikler/90032/tiltak-mot-radon-i-inneluft>

6.0 TRINN 2: OPPFØLGENDE MÅLING

KRAV TIL MÅLEUTSTYR

- 6.1 Oppfølgende målinger skal utføres med elektronisk måleutstyr som kan registrere radonkonsentrasjonen minimum hver time. Det må vises til dokumenterte rutiner for kvalitetssikrede målinger i henhold til ISO 11665-5 [8].

VURDERINGER ETTER TRINN 2-MÅLING

- 6.2 Målingen skal foregå over en sammenhengende periode på minimum tre døgn, hvor bygningen brukes som normalt. En lengre måleperiode, f.eks. en uke, vil gi et bedre resultat.
- 6.3 Det må gjøres måling i hvert rom der tiltaksgrensen på 100 Bq/m³ ble oversteget i trinn 1-målingen. Gjelder dette mange rom i en bygning, kan det være tilstrekkelig å måle i et utvalg. Rom med de høyeste målte verdiene prioriteres. I bygninger med flere ventilasjonsanlegg skal trinn 2-målinger gjøres i rom tilhørende hvert enkelt anlegg.
- 6.4 Under måleperioden skal bygningen være i bruk og driftes som normalt med hensyn på ventilasjon, lufting og fyring. Brukere av bygningen bør informeres om at målinger pågår.

VURDERINGER ETTER TRINN 2-MÅLING

- 6.5 Det gjennomsnittlige radonnivået i bygningens brukstid beregnes for hvert oppholdsrom på følgende måte:

$$Rn_{brukstid} = Rn_{trinn1} \times \frac{Rn_{trinn2, brukstid}}{Rn_{trinn2, hele måleperioden}}$$

$Rn_{brukstid}$ er beregnet gjennomsnittlig radonnivå i rommets brukstid.

Rn_{trinn1} er beregnet årsmiddelverdi av radonkonsentrasjonen fra trinn 1-målingen.

$Rn_{trinn2, brukstid}$ er gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i brukstiden fra trinn 2-målingen.

$Rn_{trinn2, hele måleperioden}$ er gjennomsnittlig radonkonsentrasjon for hele måleperioden i trinn 2-målingen.

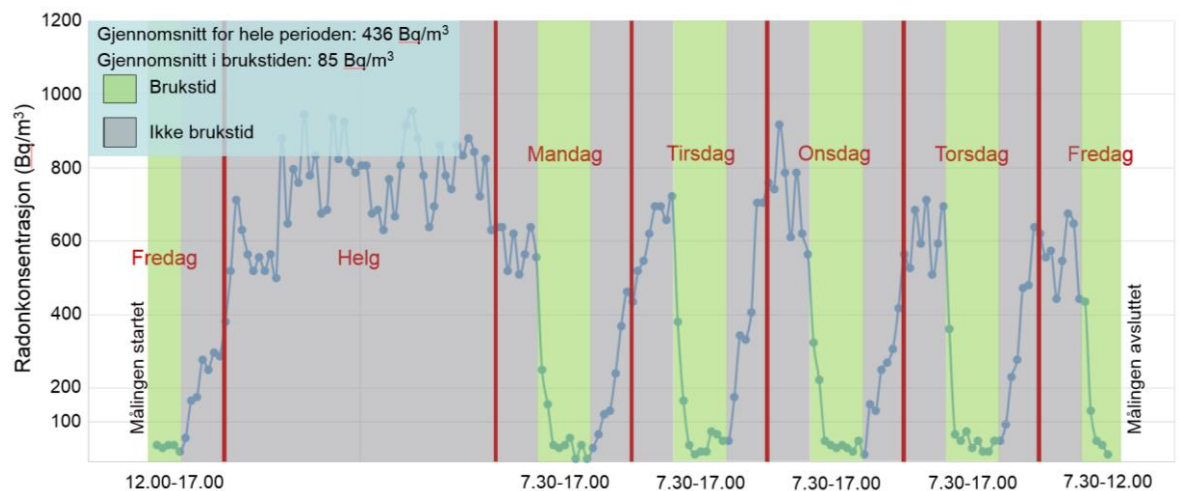
Det er beregnet gjennomsnittlig radonnivå, $Rn_{brukstid}$, i brukstiden som skal sammenlignes med grensene, se eksempel 3.

Dersom radonkonsentrasjonen fra trinn 1-målingen, $Rn_{trinn 1}$, er mer enn dobbelt så høy som radonkonsentrasjonen for hele måleperioden i trinn 2, $Rn_{trinn 2, \text{ hele måleperioden}}$, kan ikke det gjennomsnittlige radonnivået i brukstiden beregnes etter ligningen. Gjør da en ny trinn 2-måling.

Eksempel 3: Tolkning av måleresultater

En barnehage har gjennomført radonmålinger. De undersøkende trinn 1-målingene var over 100 Bq/m^3 . Barnehagen har ventilasjon som er på i bygningens brukstid, fra klokken 7.30 til 17.00.

Trinn 1-målingene viste at radonnivået var høyest i lekerommet. Her var nivået 480 Bq/m^3 . For å undersøke hvordan ventilasjonen påvirker radonnivået, ble det gjort en oppfølgende trinn 2-måling. Trinn 2-målingen ble gjort over en uke, fra fredag til fredag.



Den oppfølgende trinn 2-målingen viste at radonkonsentrasjonen varierer gjennom døgnet, alt etter om ventilasjonsanlegget er på eller av. Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon for hele måleperioden er 436 Bq/m^3 , men i brukstiden er gjennomsnittet 85 Bq/m^3 .

Siden gjennomsnittet i hele måleperioden for trinn 2 ikke er veldig mye lavere enn måleverdien i trinn 1, er trinn 2-målingen representativ. Radonnivået for brukstiden kan beregnes:

$$Rn_{brukstid} = Rn_{trinn1} \times \frac{Rn_{trinn2, brukstid}}{Rn_{trinn2, \text{ hele måleperioden}}} = 480 \text{ Bq/m}^3 \times \frac{85 \text{ Bq/m}^3}{436 \text{ Bq/m}^3} = \underline{\underline{94 \text{ Bq/m}^3}}$$

Grensene for radon, tiltaksgrensen på 100 Bq/m^3 og grenseverdien på 200 Bq/m^3 , gjelder for radonnivået i bygningens brukstid. Beregnet radonnivå i brukstiden er 94 Bq/m^3 og viser at kravene er oppfylt. Siden det om morgenen tar litt tid for ventilasjonsanlegget å redusere radonkonsentrasjonen, velger barnehagen å starte ventilasjonsanlegget en time tidligere. På den måten reduseres radonnivået ytterligere i brukstiden.

7.0 MÅLERAPPORT

7.1 En målerapport er dokumentasjon på målingen. Rapporten skal utarbeides for både trinn 1- og trinn 2-målinger, enten hver for seg eller sammen.

7.2 Målerapporten skal inneholde følgende opplysninger:

- Informasjon om at målingen er gjennomført i henhold til Statens strålevern *Måleprosedyre for radon i skoler og barnehager, 2015*, eventuelle avvik fra måleprosedyren og begrunnelse for å fravike måleprosedyren.
- Oppdragsgivers navn og adresse.
- Adresse til bygningen som er målt.
- Informasjon om måleutstyret som er benyttet.
- For hvert målte rom skal rapporten inneholde:
 - ✓ Type måleutstyr med serienummer som identifiserer måler.
 - ✓ Type rom som er målt med nummer eller annen identifikasjon.
 - ✓ Dato for når målingen ble startet og avsluttet.
 - ✓ Radonkonsentrasjoner og årsmiddelverdier må oppgis i Bq/m³ sammen med måleusikkerheter i henhold til ISO/IEC Guide 98-3[9] beregnet med en dekningsfaktor på 1 og 2 for henholdsvis trinn 2- og trinn 1-målinger.
 - ✓ Type ventilasjon
- Målt eller beregnet radonnivå (definert i pkt. 6.5) i brukstiden.
- Måleresultater som er mindre enn den minste detekterbare aktivitetskonsentrasjonen (MDA) for målingen, skal oppgis som mindre enn denne verdien. (For eksempel dersom MDA=10 Bq/m³ skal resultater lavere enn dette oppgis som: < 10 Bq/m³.)
- Dato for når rapporten er ferdigstilt samt informasjon om hvem som har ferdigstilt den.
- Følgende eller tilsvarende informasjon fra Statens strålevern:

Strålevernforskriften stiller krav til radonnivået i grunn- og videregående skoler og barnehager, både offentlige og private. Radonnivået skal være så lavt som det er praktisk mulig å få til, og årsmiddelverdien skal være under grenseverdien på 200 Bq/m³ (becquerel per kubikkmeter) i oppholdsrom. I tillegg skal tiltak for å redusere radonnivået alltid gjennomføres dersom nivået i et oppholdsrom overstiger tiltaksgrensen på 100 Bq/m³.

Les mer på Statens strålevern's nettsider: www.nrpa.no/radon

APPENDIKS: BEGRUNNELSE FOR MÅLEPROSEDYREN

TRINN 1: UNDERSØKENDE MÅLING

- A5.1 Det finnes i hovedsak to forskjellige typer sporfilmer, åpen og lukket. Lukket sporfilm er den mest benyttede og måler radonkonsentrasjonen direkte. Åpne sporfilmer eksponeres for radon og radondøtre som befinner seg i luften, og måleresultatet vil påvirkes av bl.a. ventilasjon og antall partikler i luften.
- A5.4 I perioden 2013-2014 ble det gjennomført en radonkartlegging i norske skoler og barnehager. Studien er oppsummert i teknisk dokument «Årstidsvariasjoner i radon i skoler og barnehager med balansert mekanisk ventilasjon» [5]. Resultatene viser blant annet at usikkerheten i målingen er mindre ved å måle om vinteren. Rapporten viser også at en måleperiode lengre enn to måneder vil gi sikrere måleresultater.
- A5.5 Målesesongen for radon er fastsatt fra midten av oktober til midten av april. Måleprosedyren tillater at 20 % av måleperioden kan gå utover målesesongen. Forutsetningen er at minst to måneder er innenfor måleperioden. Se eksempel 4.

Eksempel 4: Måling utover fastsatt måleperiode

En trinn 1-måling utføres i perioden fra 15. februar til 15. mai, en måleperiode på totalt 89 dager. 34 % (30 dager) av målingen er utenfor målesesongen. Grensen er på 20 %, og målingen tilfredsstillende ikke kravet i denne måleprosedyren og må forkastes.

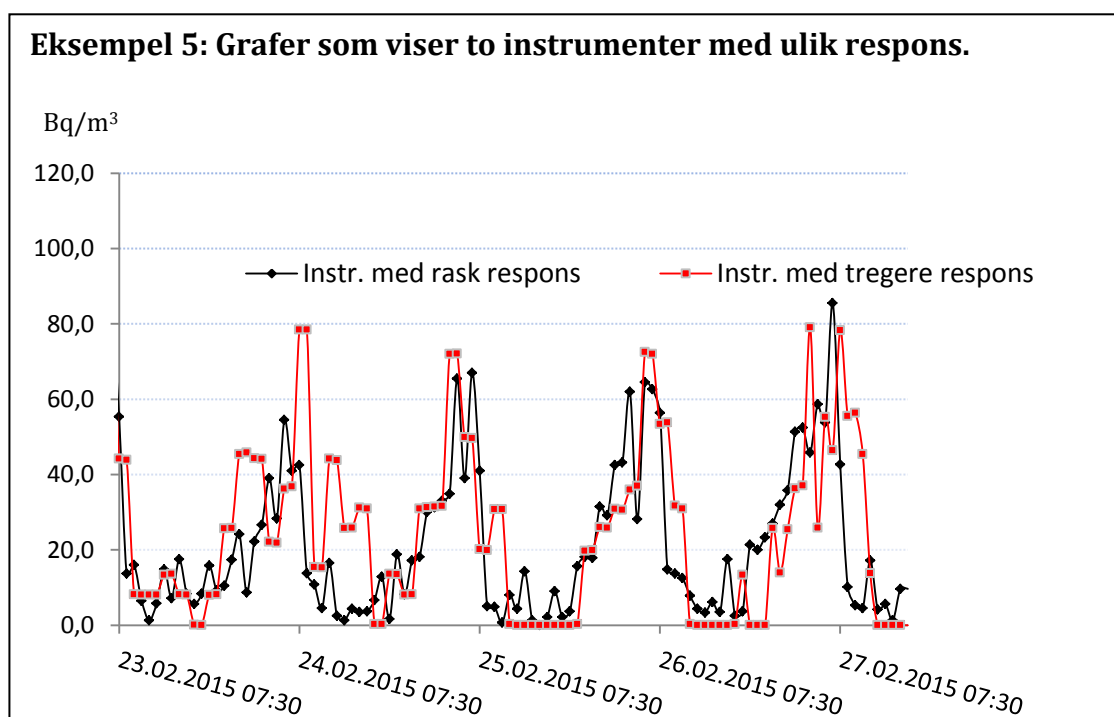
- A5.6 Resultatene fra radonkartleggingen i 2013-2014 [5] viser at årstidsvariasjonene er små i skoler og barnehager med balansert mekanisk ventilasjon. Dette sammenlignet med boliger. Korreksjonsfaktoren for slike skoler og barnehager er derfor endret fra 0,75 til faktor 1,0.
- A5.7 Det er radonnivået i oppholdsrom som bidrar til radoneksponeringen, og hvor det derfor er viktig med lave radonkonsentrasjoner. Eventuelle tilleggsmålinger som gjøres i ikke-oppholdsrom, som for eksempel toaletter, boder, lagerrom eller tekniske rom, er ikke relevante for sammenligning med grenseverdien. Slike målinger kan imidlertid være av interesse for vurderingen i de tilfeller tiltak for å redusere radon må gjøres.

- A5.8 Hvis det er flere tilbygg som er integrert i bygget, kan disse ha ulike radonkonsentrasjoner. Det kan avhenge av bygningsmåte, tilkjørte masser under bygget etc.
- A5.9 Jo flere oppholdsrom som måles, jo bedre blir oversikten over radonsituasjonen i bygningen. Antall målepunkter er imidlertid også et kostnadsspørsmål. Statistiske analyser av utførte målinger i Oslo-skolene [10] viser at antall målinger kunne reduseres med rundt 66 % uten at det ble signifikante forskjeller i antall skolebygg med høye radonnivåer som ble oppdaget. I Oslo-skolene ble det målt i snitt 1,2 målinger per 100 kvadratmeter på grunnplan. Minimumskravet om minst én måling per 150 kvadratmeter grunnflate er satt ut fra en helhetsvurdering.
- A5.11 Optimal plassering av måleutstyr er gjerne midt i rommet, men det er av praktiske årsaker ofte ikke mulig. Det er viktig at det måles i den luften man puster, slik at målingen blir mest mulig representativ. En måling bør foretas der det er stille og lite luftstrømmer. Typisk vil en måling nær en lufteventil gi et for lavt måleresultat, fordi målingen påvirkes av tilførselsluften utenfra som typisk har lave radonnivåer. Tilsvarende vil en måling for nær vegg eller gulv kunne gi et for høyt måleresultat, fordi radon typisk kommer inn i boligen gjennom utettheter i gulv og vegg. Dessuten vil bygningsmaterialer av stein, for eksempel en betongvegg, kunne avgi radon slik at radonkonsentrasjonen er høyere inntil veggen enn ellers i rommet.

TRINN 2: OPPFØLGENDE MÅLING

A6.1 Trinn 2-målinger utføres for å måle hvor mye bygningens ventilasjon reduserer radonkonsentrasjonen i brukstiden.

Instrumenter kan ha ulik følsomhet. Hvor raskt radonnivået faller etter at ventilasjonen starter om morgenen, vil kunne vises forskjellig på ulike instrumenter. Noen er raskere til å fange opp variasjonen ved at luft pumpes inn i målekammeret, mens i andre apparater diffunderer luften inn. I eksempel 5 vises radonkonsentrasjonen målt med to ulike instrumenter. Den svarte grafen viser data fra et instrument med rask respons, mens den røde grafen viser data fra et apparat med tregere respons.



Instrumenter med treg respons vil typisk kunne måle høyere radonkonsentrasjoner om morgenen, og lavere verdier når ventilasjonen slås av på ettermiddagen. Det er gjennomsnittsverdien i brukstiden som gjelder, og i dette tilfellet viste begge instrumentene nivåer under tiltaksnivået og var på henholdsvis 12 Bq/m³ (rask respons) og 22 Bq/m³ (tregere respons). For informasjon om et bestemt måleinstrument må du se i instruksjonsmanualen eller kontakte produsent eller importør.

A6.2 Siden korttidsvariasjonene dominerer i bygninger med balansert mekanisk ventilasjon, vil en måling over flere dager gi det beste resultatet. Dersom måleutstyret logger radonkonsentrasjonen en gang per time, vil det gi i størrelsesordenen åtte verdier per dag. Jo flere dager man måler, jo mindre

usikkert blir måleresultatet. Vær oppmerksom på at nivået typisk er høyest mandag morgen etter at radonkonsentrasjonen har bygd seg opp gjennom helgen når ventilasjonen har vært redusert.

- A6.5 Siden trinn 2-målingen gjøres over noen få dager, er den ikke nødvendigvis representativ for gjennomsnittsverdien over året. Ved å korrigere mot målingen i trinn 1, kan radonnivået i brukstiden beregnes [11]. Dersom radonkonsentrasjonen fra trinn 1-målingen er mye høyere enn radonkonsentrasjonen for hele måleperioden i trinn 2, er det ikke sikkert at ventilasjonen alene er i stand til å redusere radonnivået nok på dagtid. Grunnen kan også være naturlige variasjoner og liten radoninnstrømning på grunn av ulike måleperioder. En ukes sammenhengende trinn 2-måling vil gi en radonkonsentrasjon for hele måleperioden som er mer lik resultatet fra trinn 1-målingen.

REFERANSER

- [1] WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. Genève: WHO, 2009. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf (2011.2013)
- [2] Forskrift 29. oktober 2010 om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften), Oslo 2010. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-10-29-1380>
- [3] Ventilasjonsstatistikk er hentet fra Statistisk sentralbyrå sine nettsider: <https://www.ssb.no/statistikbanken/selectvarval/Define.asp?subjectcode=&ProductId=&MainTable=VentilasjonBygg&nvl=&PLanguage=0&nyTmpVar=true&CMSSubjectArea=energi-og-industri&KortNavnWeb=entjeneste&StatVariant=&checked=true> (15.4.2015)
- [4] Ventilasjonstyper er hentet fra Enova sine nettsider: <http://www.enova.no/radgivning/privat/rad-om-produkter-og-losninger/styring-og-effektivisering/ventilasjon/energieffektiv-ventilasjon/108/131/> (15.4.2015)
- [5] Teknisk dokument nr. 6, Statens strålevern 2015: Årstidsvariasjoner i radon i skoler og barnehager med balansert mekanisk ventilasjon. Publisert 30.6.2015. <http://www.nrpa.no/filer/e2577a362a.pdf>
- [6] ISO 11665-1. Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – Part 1: Origins of radon and its short-lived decay products and associated measurement methods. Genève: International Organization for Standardization, 2012.
- [7] ISO 11665-4. Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – Part 4: Integrated measurement method for determining average activity concentration using passive sampling and delayed analysis. Genève: International Organization for Standardization, 2012.
- [8] ISO 11665-5. Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – Part 5: Continuous measurement method of the activity concentration. Genève: International Organization for Standardization, 2012.
- [9] ISO/IEC Guide 98-3 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995). Geneva: ISO/IEC, 2008. http://www.techstreet.com/products/1586241?product_id=1586241&sid=goog&gclid=CKqWt8eg5roCFURc3god_SAAxg#jumps

[10] Intelytics v/ Inger Tvenning. Statistiske analyser av radonmålinger i Oslo skolene. Oslo 17.10.2014

<http://www.nrpa.no/artikler/1/92477/hvor-mange-radonmaalinger-maa-til-for-aa-kunne-dokumentere-radonnivaet-paa-skoler-rapport>

[11] Guide for radon measurements in public buildings. HC Pub: 4175. 2008.

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/radiation/radon_building-edifices/radon_building-edifices-eng.pdf



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

www.stralevernet.no