

MÅLEPROSEDYRE FOR RADON I BOLIGER



Måleprosedyre for radon i boliger 2013

Fastsatt av Statens strålevern 22.11.2013

INNHold

Innhold	5
1. Innledning.....	6
2. Formål.....	6
3. Ordforklaringer	6
4. Krav til målemetode og måleutstyr	8
5. Langtidsmåling og årsmiddelverdi	8
6. Fremgangsmåte for måling i boenhet.....	9
7. Måling av boenheter i boligblokk.....	10
8. Måling i hybler/hybelleiligheter og tilsvarende	10
9. Måleusikkerhet.....	10
10. Målerapport.....	11
APPENDIKS: Begrunnelse for måleprosedyren	12
A4.0 Krav til målemetode og måleutstyr	12
A5.0 Langtidsmåling og årsmiddelverdi	12
A6.0 Fremgangsmåte for måling i boenhet.....	13
A7.0 Måling av boenheter i boligblokk	13
A8.0 Måling i hybler/hybelleiligheter og tilsvarende	14
A9.0 Måleusikkerhet	15
A10.0 Målerapport	15
Referanser	16

1. INNLEDNING

Radon i inneluft øker risikoen for lungekreft og er den hyppigste årsaken etter aktiv røyking. Risikoen øker med eksponeringen og er proporsjonal med radonkonsentrasjonen i inneluft og med eksponeringstiden. En sterk synergieffekt gjør at risikoen er høyere for røkere sammenlignet med de som aldri har røkt [1].

Radon er en radioaktiv gass som dannes kontinuerlig fra grunnstoffet uran i berggrunnen. Radon kan trenge inn i en bygning, og byggegrunnen er den viktigste kilden til forhøyde radonkonsentrasjoner i inneluft. Andre kilder kan være fyllmasser under bygningen, husholdningsvann fra borebrønn og bygningsmaterialer. Det er ikke mulig å forutsi hva radonnivået i en bestemt bygning er på grunnlag av geologisk informasjon eller målinger foretatt i nabolaget. Bare en radonmåling kan påvise radonnivåene i en bygning. Unntaket er boenheter i høyere etasjer i boligblokker.

Denne måleprosedyren består av en hoveddel og et appendiks med en nærmere begrunnelse for punktene i hoveddelen. Hovedmålgruppen for prosedyren er laboratorier og forhandlere som tilbyr radonmålinger.

2. FORMÅL

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. Denne måleprosedyren er utarbeidet til dette formålet for måling i boliger.

For utleieboliger, som er omfattet av krav til radonnivå i strålevernforskriften (§ 6 femte ledd), vil en måling etter denne prosedyren dokumentere radonnivået.

For boliger generelt er denne måleprosedyren å anse som en veiledning. Målinger utført etter denne prosedyren kan vurderes opp mot Strålevernets anbefalte grenseverdier for radon i inneluft, se www.nrpa.no/radon.

3. ORDFORKLARINGER

Bakkekontakt: Med bakkekontakt menes etasje med boenhet der gulv og/eller en 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.

Bq/m ³ :	Enhet for radonkonsentrasjon i luft benevnes med becquerel per kubikkmeter luft.
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 ± usikkerhet. Ved bruk av dekningsfaktor k=2, er sannsynligheten ca 95 %.
Grenseverdi:	Grenseverdien er den høyeste årsmiddelverdien som kan aksepteres i et oppholdsrom. For utleieboliger er grenseverdien forskriftsfestet i strålevernforskriften (§ 6 femte ledd). For øvrige boliger er grenseverdien en anbefaling gitt av Statens strålevern. Grenseverdien er satt til 200 Bq/m ³ .
Konfidensintervall:	Et konfidensintervall angir intervallet som med en spesifisert sannsynlighet inneholder den sanne verdien man har målt. Sannsynligheten angis i prosent.
MDA:	Den minste detekterbare aktivitetskonsentrasjonen.
Måleperiode:	Tidsintervallet fra målingen starter til den avsluttes.
Målesesong:	Vinterhalvåret er målesesong for radon, fra midten av oktober til midten av april.
Måleusikkerhet:	Størrelse som er knyttet til et måleresultat, beskriver området av verdier der det er rimelig å vente at den sanne verdien ligger.
Oppholdsrom:	Rom som brukes regelmessig, f.eks. stue og soverom.
Radonnivå:	Radonkonsentrasjonen i luft bestemt med den til enhver tid gjeldende måleprosedyre fastsatt av Strålevernet.
Sporfilm:	Målebrikke av plast som måler konsentrasjonen av radon i luft.
Tiltaksgrense:	Tiltaksgrense er høyeste årsmiddelverdi som kan aksepteres før radontiltak skal gjennomføres. For utleieboliger er tiltaksgrensen forskriftsfestet i strålevernforskriften (§ 6 femte ledd). For øvrige boliger er tiltaksgrensen en anbefaling gitt av Statens strålevern. Tiltaksgrensen er satt til 100 Bq/m ³ .
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. Den kan også måles direkte ved å utføre en måling over et helt år.

4. KRAV TIL MÅLEMETODE OG MÅLEUTSTYR

- 4.1 Målinger skal utføres med en målemetode som gir gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i måleperioden i henhold til ISO 11665-1[2] og ISO-11665-4 [3].
- 4.2 Både åpen og lukket sporfilm og elektroniske måleinstrumenter kan benyttes.
- 4.3 Måleutstyr må kalibreres og forhandlere må kunne vise til dokumenterte rutiner for kvalitetssikrede målinger i henhold til ISO 11665-1 og ISO 11665-4.
- 4.4 Sammen med måleutstyret skal det følge med en veiledning til måleutstyret slik at målingene blir utført i henhold til avsnitt 5 til 8 i denne prosedyren.

5. LANGTIDSMÅLING OG ÅRSMIDDELVERDI

- 5.1 En radonmåling skal utføres som en langtidsmåling, det vil si med en måleperiode på minst to måneder, innenfor vinterhalvåret. Med vinterhalvåret menes perioden fra midten av oktober til midten av april. Måleperioden må gjerne være lenger enn to måneder, da en lengre måling vil gi et sikrere resultat. Radonnivået kan også bestemmes ved å måle over et helt år. En slik måling vil gi årsmiddelverdien direkte uten korrigeringer som i avsnitt 5.3.
- 5.2 Det kan aksepteres at en mindre del av målingen, opptil 20 %, ligger utenfor vinterhalvåret, forutsatt at minst to måneder av måleperioden er innenfor.
- 5.3 Årsmiddelverdien kan estimeres for en radonmåling utført over minst to måneder i vinterhalvåret. Årsmiddelverdien estimeres ved å multiplisere målt radonkonsentrasjon med en faktor avhengig av når målingen er gjennomført.

To omregningsfaktorer benyttes for å beregne årsmiddelverdien:

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

Under vises et eksempel på beregning av omregningsfaktor for en aktuell måleperiode:

Eksempel:

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 omregningsfaktor 0,75.

15 av dagene er i en periode med omregningsfaktor 1.

Dette gir følgende omregningsfaktor for den aktuelle måleperioden:

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

Når en mindre del av målingen ligger utenfor vinterhalvåret skal omregningsfaktor lik 1 benyttes for dagene utenfor, se avsnitt 5.2.

- 5.4 Årsmiddelverdien beregnes for hvert målte oppholdsrom. Foretas det flere parallelle målinger i ett rom beregnes det et gjennomsnitt av målingene i rommet.

6. FREMGANGSMÅTE FOR MÅLING I BOENHET

- 6.1 Det skal måles i minst to oppholdsrom, samt minst et oppholdsrom i hver etasje. Med oppholdsrom menes rom som er i regelmessig bruk. Soverom, barnerom og stue er klare eksempler. I større boliger må det vurderes å måle i flere oppholdsrom enn minimumskravet i prosedyren.
- 6.2 Måleutstyret skal plasseres ca. en til to meter over gulvet slik at det måler 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.
- 6.3 Måleutstyret skal ligge eller henge fritt. Utstyret skal ikke flyttes på, men ligge i samme rom i måleperioden.
- 6.4 Under måleperioden skal boligen og rommene det måles i brukes som normalt. Det vil si at også ventilasjon, lufting, fyring, etc. skal være som det bruker å være.

7. MÅLING AV BOENHETER I BOLIGBLOKK

- 7.1. I boligblokker skal boenheter med bakkekontakt og boenheter i etasjen over, måles. En tradisjonell førsteetasje har per definisjon alltid bakkekontakt, selv om det er kjeller/krypkjeller under. Det er ikke nødvendig å måle radon i boenheter i øvrige etasjer dersom ikke spesielle forhold tilsier dette. Eksempler på spesielle forhold er at blokken ligger i et særlig radonutsatt område eller at andre leiligheter i blokken har målt høye radonnivåer.
- 7.2. Som et alternativ til avsnitt 7.1 kan hele boligblokken måles som en enhet. Da skal alle boenheter som har kontakt med bakken måles, samt et representativt utvalg av boenhetene videre oppover i etasjene. Dersom målingene viser at nivåene er innenfor tiltaks- og grenseverdiene, kan man anta at nivåene også er det i de boenhetene som ikke er målt.

8. MÅLING I HYBLER/HYBELLEILIGHETER OG TILSVARENDE

- 8.1 Hybler eller tilsvarende som deler fellesområde (kjøkken/bad/stue) kan måles som en boenhet, se avsnitt 6. Dersom mange hybler er tilknyttet fellesrom må det vurderes å måle flere steder enn minimumskravet på to.
- 8.2 Hybler/hybelleiligheter eller tilsvarende i blokker måles etter anbefalingene gitt i avsnittene 6 og 7.

9. MÅLEUSIKKERHET

- 9.1 Den målte radonkonsentrasjonen skal bestå av en måleverdi og en måleusikkerhet som er knyttet til denne verdien. Usikkerhetsbidragene i målemetoden må identifiseres og kvantifiseres. Måleusikkerheten skal angis som en utvidet måleusikkerhet i henhold til ISO/IEC Guide 98-3[4], beregnet med en dekningsfaktor på 2, noe som gir et konfidensintervall på omtrent 95 %.
- 9.2 Måleusikkerheter kan rapporteres som absolutt verdi eller prosent. Et eksempel kan være at måleresultatet oppgis som $200 \text{ Bq/m}^3 \pm 20 \%$ eller $200 \pm 40 \text{ Bq/m}^3$ i målerapporten.
- 9.3 Den minste detekterbare aktivitetskonsentrasjonen for målemetoden, MDA, skal bestemmes og oppgis i målerapporten. Analyseresultater som er mindre enn nedre deteksjonsgrense oppgis som mindre enn MDA-verdien.

10. MÅLERAPPORT

10.1 En målerapport er dokumentasjon på målingen.

10.2 Målerapporten skal inneholde følgende opplysninger:

- Informasjon om at målingen er gjennomført i henhold til Statens stråleverns *Måleprosedyre for radon i boliger, 2013*, og eventuelle avvik fra måleprosedyren.
- Informasjon om måleutstyret som er benyttet.
- Oppdragsgivers navn og adresse.
- Adresse til bygningen som er målt.
- For hvert målte rom/for hvert målepunkt skal rapporten inneholde:
 - ✓ Serienummer som identifiserer måler.
 - ✓ Type rom som er målt.
 - ✓ Dato for når målingen ble startet og avsluttet.
 - ✓ Radonkonsentrasjon i måleperioden i enheten Bq/m³, med utvidet måleusikkerhet beregnet med en dekningsfaktor på 2.
 - ✓ Beregnet årsmiddelerverdi i enheten Bq/m³.
- MDA for målemetoden.
- Dato for når rapporten er ferdigstilt, samt informasjon om hvem som har ferdigstilt den.
- Følgende eller tilsvarende informasjon fra Statens strålevern:

Statens strålevern anbefaler at radonnivået i boligen din er så lavt som det er praktisk mulig å få til. Det bør utføres tiltak for å redusere radonnivået når det i ett eller flere oppholdsrom overstiger tiltaksgrensen på 100 Bq/m³. Radonnivået i oppholdsrom bør alltid være lavere enn grenseverdien på 200 Bq/m³. For boliger som leies ut er tiltaksgrensen på 100 Bq/m³ og grenseverdien på 200 Bq/m³ et forskriftsfestet krav (strålevernforskriften § 6 femte ledd).

Les mer på Statens stråleverns nettsider: www.nrpa.no/radon

APPENDIKS: BEGRUNNELSE FOR MÅLEPROSEDYEREN

A4.0 KRAV TIL MÅLEMETODE OG MÅLEUTSTYR

A4.1-A4.4 Kravene er i henhold til ISO 11665-1 (2) og/eller 11665-4 (3).

Det er viktig at måleutstyret er integrerende og gir en gjennomsnitt verdi for måleperioden. Skal måleresultatet vurderes opp mot grenseverdier må det måles i minst to måneder i vinterhalvåret. En utfordring med elektroniske målinger er dokumentasjonen av måleverdien. Ved innsending av en sporfilm får man en skriftlig rapport utstedt av analyselaboratoriet som dokumentasjon. For elektroniske målinger må den som gjennomfører målingen få dokumentert måleverdien på en god og hensiktsmessig måte (se avsnitt 10.0).

A5.0 LANGTIDSMÅLING OG ÅRSMIDDELVERDI

- A5.1 Radonkonsentrasjonen i inneluft varierer fra dag til dag og fra uke til uke. En måling over kort tid på bare noen dager eller uker kan derfor ikke benyttes til beregning av årsmiddelverdi [1]. En rekke faktorer påvirker radonkonsentrasjonen i en bolig: ventilasjonssystem, meteorologiske forhold, fyringsvaner og luftingsvaner. Radonkonsentrasjonen i inneluft er vanligvis høyere i fyringssesongen enn i sommerhalvåret fordi lavere trykk i boligen enn i grunnen under bygget vil føre til at jordluft suges inn gjennom utettheter. I tillegg fører mindre lufting i vinterhalvåret til høyere radonnivå innendørs. For å fange opp den naturlige variasjonen av radon i inneluft må det måles i ett år eller måles over en lang periode, minst to måneder i vinterhalvåret [6,7,8].
- A5.2 Radonkonsentrasjonen er i gjennomsnitt for norske boliger cirka dobbelt så høy i vinterhalvåret som i sommerhalvåret [6]. Målinger foretatt i vinterhalvåret må korrigeres ved å multiplisere med en omregningsfaktor for å få en årsmiddelverdi. Det finnes imidlertid boliger som i større eller mindre grad avviker fra den normale sesongvariasjonen. I noen tilfeller kan til og med en bolig ha høyere radonnivåer på sommeren enn om vinteren [9]. I slike tilfeller vil det kunne være nødvendig å måle radon over et helt år.
- A5.3 Målesesongen for radon avsluttes i midten av april. Det er ikke noe mål å måtte forkaste målinger som har gått litt utover denne datoen. Imidlertid blir usikkerheten i målingen større jo lengre ut mot sommeren målingen pågår, eller om målingen starter tidligere enn 15. oktober. Måleprosedyren tillater derfor at en liten del av målingen kan gå utover målesesongen [7].

A 6.0 FREMGANGSMÅTE FOR MÅLING I BOENHET

- A6.1 Intensjonen med radonmålinger i boliger er å gi gode estimater for beboernes radoneksponering til moderate kostnader [1]. Det er radonnivået i oppholdsrom som bidrar til eksponeringen. For å få et best mulig bilde av eksponeringen må det måles i alle etasjer som har oppholdsrom. (For måling av boliger i blokk, se avsnitt 7.0 og 8.0). Jo flere oppholdsrom i en bolig det måles i, desto bedre oversikt vil det gi av beboernes radoneksponering. Antall målepunkter er imidlertid også et kostnadsspørsmål. I større boliger må man imidlertid vurdere å måle i flere rom enn minimumskravet i denne prosedyren for å få en god nok oversikt over radoneksponeringen. Eventuelle tilleggsmålinger som gjøres i ikke-oppholdsrom, som for eksempel bodar, lagerrom eller tekniske rom, er ikke relevant for sammenligning med grenseverdiene. Radonmålinger i ikke-oppholdsrom kan være av interesse for å vurdere radonreduserende tiltak i de tilfellene det viser seg at boligen har for høye radonnivåer.
- A6.2 Plassering av måleutstyr i rommet vil være et kompromiss. Optimal plassering er gjerne mest mulig midt i rommet, men dette 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 for beboernes eksponering. En måling som foretas for nær dører, vinduer, lufteventiler og varmekilder, eller for nær vegger, tak og gulv, vil kunne gi et måleresultat som ikke er representativt for radonkonsentrasjonen i rommet. 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. Plasseringsbeskrivelsen i måleprosedyren er i tråd med internasjonale standarder [5].

A 7.0 MÅLING AV BOENHETER I BOLIGBLOKK

- A7.1 Den vanligste kilden til radon i inneluft i Norge er grunnen bygningen står på. Det kan derfor antas at i boligblokker vil andelen leiligheter med høye radonnivåer avta oppover i etasjene. Strålevernets radonkartlegging 2000-2001 er rimelig geografisk representativ, men den inneholder svært få målinger fra leiligheter (59 målinger totalt). Av disse var det kun målingene i kjeller/sokkel som viste årsmiddelverdier over 100 Bq/m³. Strålevernets radondatabase inneholder 120.000 enkeltmålinger i boliger og om lag 3.500

av disse er gjennomført i leiligheter. Resultatene er ikke representative for landet da mange av målingene er utført i radonutsatte områder.

Radonmålingene som er gjennomført i oppholdsrom viser imidlertid at radonnivåene er høyest i kjeller/sokkel og at andelen målinger med høye nivåer avtar med økende etasjenummer, se tabell 1. De fire målingene (1,7 %) som overstiger 200 Bq/m³ i etasjer høyere enn 2. etasje er foretatt i et meget radonutsatt område.

Tabell 1. Gjennomsnittlig årsmiddelverdi målt i oppholdsrom i leiligheter og andel målinger over 200 Bq/m³ fordelt etter etasjer, data fra radondatabasen på Statens strålevern.

Etasje målt (antall målinger)	Gjennomsnittlig årsmiddel (Bq/m ³)	Andel over 200 Bq/m ³ (%)
Kjeller/sokkel (567)	130	15,9
1. etasje (1330)	70	7,7
2. etasje (596)	60	7,2
Høyere (232)	40	1,7

A7.2 I de tilfeller hvor styret for et sameie eller borettslag tar ansvaret for målingene kan man se på boligblokken som en helhet når man velger ut leiligheter som skal måles. Utvalget som måleprosedyren gir er i tråd med anbefalinger internasjonalt. Det måles i hver leilighet som har kontakt med grunnen, og det måles i alle etasjer i utvalg. Målestedene bør velges ut slik at de ikke ligger rett over hverandre oppover i etasjene, men blir spredt utover hele bygningen. Leilighetene oppover i etasjene som grenser til vertikale sjakter i bygningen, som heis- og ventilasjonssjakter, bør velges. Anbefalingene om hvor mange leiligheter som bør måles i alt varierer, men ligger mellom 10 % og 20 % [7, 10].

A8.0 MÅLING I HYBLER/HYBELLEILIGHETER OG TILSVARENDE

A8.1 I en ettroms boenhet holder det med ett målepunkt.

A 9.0 MÅLEUSIKKERHET

- A9.1 Et måleresultat vil alltid ha en viss måleusikkerhet. Måleusikkerhet er en størrelse knyttet til et måleresultat som beskriver området av verdier der det er rimelig å vente at den sanne verdien ligger. Man kan si at den sanne verdien med en viss grad av sannsynlighet ligger innenfor en øvre og en nedre grense, et konfidensintervall, og hva den mest sannsynlige verdien er. Beregninger av måleusikkerheter er nærmere beskrevet i ISO 11665-4.
- A9.2 MDA for metoden skal bestemmes i henhold til ISO 11929 [10]. Beregninger er også beskrevet nærmere i Annex A, B og C i ISO 11665-4.

A 10.0 MÅLERAPPORT

- A10.1 En radonmåling skal dokumenteres på en hensiktsmessig måte.
- A10.2 Det er viktig at det fremgår hvem som er ansvarlig for målingen og hvordan målingen er utført, samt måleresultater med tilhørende usikkerheter og årsmiddelverdiberegninger for identifiserbare rom.

REFERANSER

- [1] WHO handbook on indoor radon : a public health perspective. Geneve: WHO, 2009. http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf (20.11.2013)
- [2] 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. Geneve: International Organization for Standardization, 2012.
- [3] 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. Geneve: International Organization for Standardization, 2012.
- [4] ISO/IEC Guide 98-3 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995). Geneve: ISO/IEC, 2008.
http://www.techstreet.com/products/1586241?product_id=1586241&sid=goog&clid=CKqWt8eg5roCFURc3god_SAAxg#jumps (20.1.2013)
- [5] ISO 11665-8. Measurement of radioactivity in the environment – Air: radon-222 – Part 8: Methodologies for initial and additional investigations in buildings. Geneve: International Organization for Standardization, 2012.
- [6] Strand T. Time variation of indoor radon concentration in Norwegian homes. I: The natural radiation environment VI : Sixth International Symposium on the Natural Radiation Environment (NRE-VI), Montreal, Quebec, Canada, 5-9 June 1995.
- [7] Mätning av radon i bostäder – metodbeskrivning. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), 2013.
<http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Faktablad/metodbeskrivning%20radon%20i%20bostader.pdf> (20.11.2013)

[8] Radon i inomhusluft. Helsinki: STUK, 2005.

[http://www.stuk.fi/sateily-](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/sv_FI/mita_radon_on/files/89705092383449157/default/radon_i_inomhusluft.pdf)

[ymparistossa/radon/sv FI/mita radon on/ files/89705092383449157/default/radon i inomhusluft.pdf](http://www.stuk.fi/sateily-ymparistossa/radon/sv_FI/mita_radon_on/files/89705092383449157/default/radon_i_inomhusluft.pdf) (20.11.2013)

[9] Sundal AV et al. The influence of meteorological parameters on soil radon levels in permeable glacial sediments. Science of the Total Environment 2008; 389(2-3): 418-428.

[10] ISO 11929. Determination of the characteristic limits(decision threshold, detection limit and limits of the confidence interval) for measurements of ionizing radiation- Fundamentals and application. Geneve: International Organization for Standardization, 2010.



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

www.stralevernet.no