



# Radonin mittaaminen

Radonkorjauskoulutus 10.11.2022, Vantaa

Ylitarkastaja Tuukka Turtiainen

# Mikä mittausmenetelmä valitaan?

Valintaan vaikuttaa

1. mitä laitteita on saatavilla
2. mitä tietoa halutaan mittauksella saada
3. mitä mittaus maksaa
4. missä olosuhteissa mitataan

Esimerkkejä:

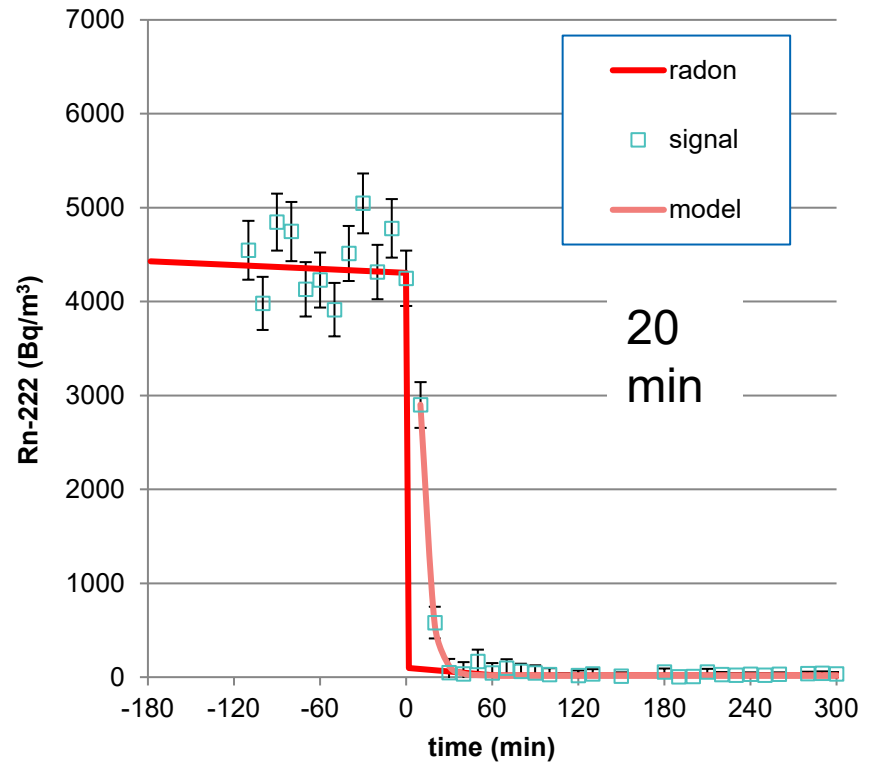
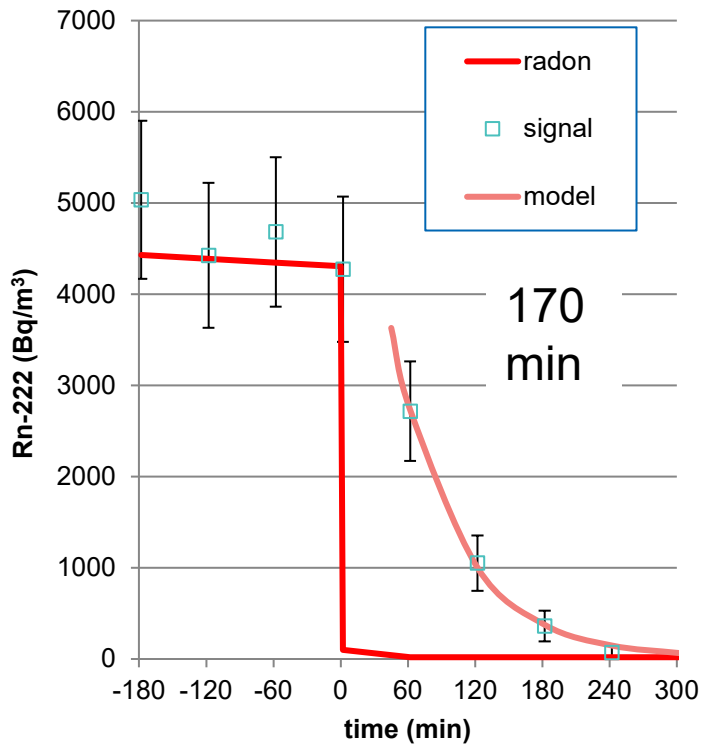
1. Rivitaloasunto, jossa halutaan selvittää, mille radonpitoisuudelle asukkaat altistuvat
2. Tunnelin louhintatyömaa, jossa pitää selvittää työntekijöiden saama radonaltistus
3. Toimisto, jossa työntekijöiden altistuminen työpaikalla pitää selvittää
4. Radonkorjauskohde, jossa käytetyn radonkorjausmenetelmän vaikutuksia pitää arvioida

# Yksi valintakriteeri, herkkyys

- Mittalaitteen herkkyys vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen
- Epäherkillä mittalaitteilla joudutaan mittaamaan pitkään, jotta tulos on luotettava
- Herkkyys voi olla luokkaa  $0,15 \text{ cph} / 100 \text{ Bq/m}^3$ 
  - Tällöin 8 tunnin mittaus pitoisuudessa  $300 \text{ Bq/m}^3$  antaa vain 4 pulssia
  - Tuloksen epävarmuus  $> \pm 50 \%$
  - Yhden työpäivän pitoisuutta ei voida luotettavasti arvioida
  - Luotettava arvio  $> 220$  tunnin mittauksille, tällöin epävarmuus  $< \pm 10 \%$
- Nyrkkisääntö: mitä kalliimpi laite, sitä herkempi se on
- Pitkissä mittauksissa ei tarvita herkkää laitetta koska mittausaika on pitkä (esim. radonpurkit)

# Toinen valintakriteeri, aikavaste

- Kuinka nopeasti mittalaite reagoi muuttuvassa radonpitoisuudessa (jaksotetun ilmanvaihdon tutkimus)



# Miten radonmittausmenetelmiä luokitellaan?

## 1. Integroiva mittaus

- Saadaan yksi mittaustulos, joka kertoo radonpitoisuuden keskiarvon

## 2. Jatkuvatoiminen mittaus

- Saadaan useita mittaustuloksia, joiden perusteella voidaan seurata radonpitoisuuden muutoksia

## 3. Hetkellinen mittaus

- Saadaan yksi mittaustulos ilmanäytteestä

Ilmanäytteenotto voi olla *passiivista* (radon kulkeutuu mittalaitteen ilmaisimelle diffuusiolla) tai *aktiivista* (laitteessa on pumppu)

# 1. Integroiva eli keskiarvottava mittaus

- Integroiva mittaus on tavallisimmin tuttu radonpurkki
- Näytteenotto on passiivinen ja radonille herkkä filmi toimii säteilyn ilmaisimena
- Mitä kauemmin radonpurkin annetaan mitata, sitä enemmän säteilyjälkiä filmille kertyy
- Tulos lasketaan jälkien lukumäärästä ja mittausajasta
- Purkit ovat edullisia, joten niillä voidaan tehdä pitkiä mittauksia useissa eri mittauspisteissä



# 1. Integroiva mittaus

- Integroivan mittauksen tulos kertoo radonpitoisuuden keskiarvon mittausajankohtana (pitkiä mittauksia tarvitaan vuosikeskiarvon arvioimiseksi)
- Integroivat mittaukset ovat käteviä
  1. Kotien radonpitoisuuksien selvittämisessä
  2. Työpaikkojen radonpitoisuuden (alustavassa) selvittämisessä
  3. Henkilökohtaisina radonaltistuksen mittareina
- Myös edullisia ”rautakaupan radonmittareita” voi käyttää integroiviin mittauksiin



# 1. Integroivaan mittaukseen liittyvä ohjeistus

- Kodeissa, muissa oleskelutiloissa ja työpaikoilla mittaus vähintään kaksi kuukautta (mielellään 3 kk) syyskuun ja toukokuun välisenä aikana
- Vuosikeskiarvo arvioidaan mittaustuloksesta kertomalla tulos tekijällä 0,9
- Suositus kodeissa: 2 purkkia
- Olohuone ja makuuhuone ovat hyvät mittauspisteet (niissä oleskellaan eniten)
- Kaksikerroksissa taloissa molemmat kerrokset mitataan



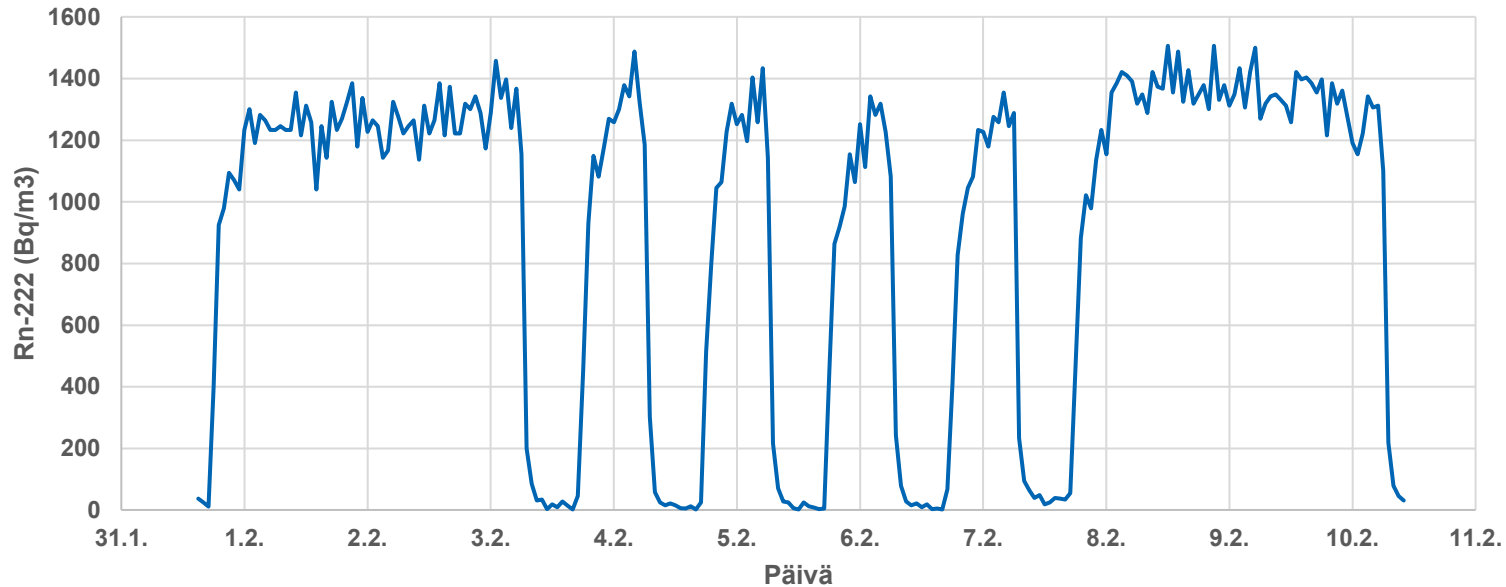
# 1. Radonaltistuksen mittaus

- Säteilylainsäädäntö uudistui ja radonaltistusta mittaavat laitteet tulevat myös valvonnan avuksi
- Henkilökohtaisen radonaltistuksen mittaamista tarvitaan niillä työpaikoilla, joissa kaikkia työpisteitä ei voida mitata (esim. laajat tunneliverkostot, rappusiivous, yms.)
- Mittausmenetelmiä
  - Kevyet akkukäyttöiset mittalaitteet ja radonmittauspurkki
  - Purkin tai mittarin voi myös laittaa työpäivän päätteeksi myös tilaan, jonka radonpitoisuutta kontrolloidaan (työajan ulkopuolinen altistus vähennetään tuloksesta)
  - Vasteaika!



## 2. Jatkuvatoiminen mittaus

- Näytteenotto voi tapahtua pumpulla tai olla passiivista
- Näytteenottoväli tyypillisesti 10 min – 1 tunti
- Mittaustulokset tallentuvat laitteen muistiin
- Radonpitoisuuden vaihtelu voidaan havaita

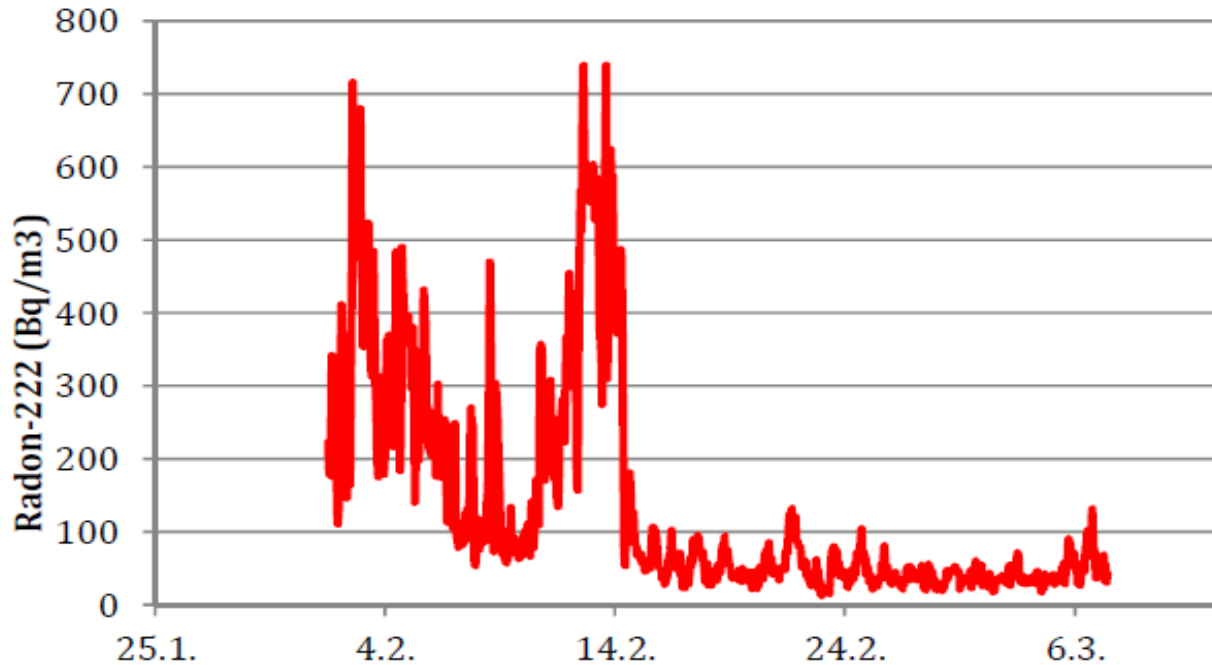


## 2. Jatkuvatoiminen mittaus

- Paljon erilaisia mittalaitteita markkinoilla (200–15 000 €)

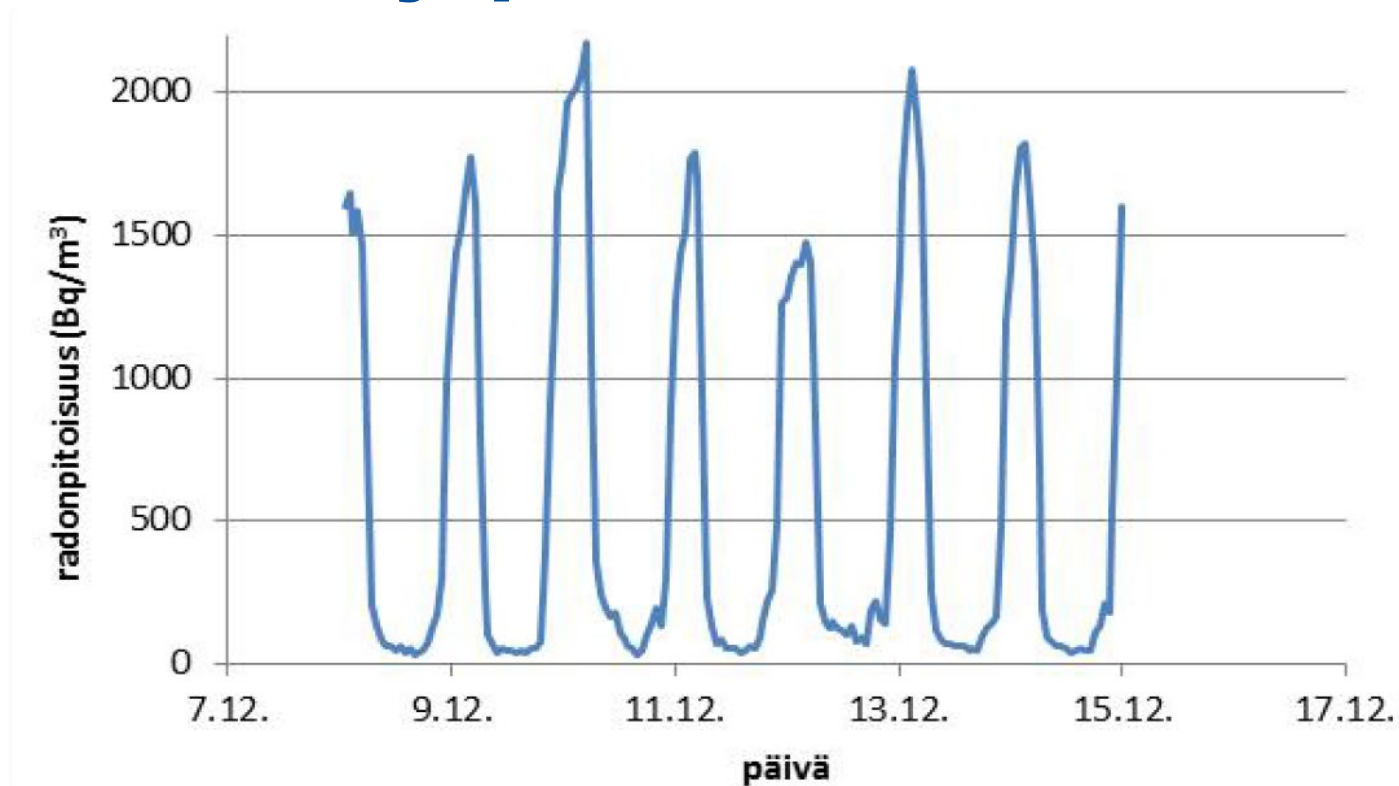


# Esimerkkejä



- Radonkorjaus 14.2.
- Vaikutus radonpitoisuuteen havaittiin heti jatkuvatoimisella mittauksella

# Esimerkki työpaikalta



- Tasan viikon keskiarvo:  $(588 \pm 42)$  Bq/m<sup>3</sup>
- Työaikana:  $(85 \pm 8)$  Bq/m<sup>3</sup>

## 2. Jatkuvatoimisen mittauksen edut ja haitat

- Radonpitoisuuden ajallinen vaihtelu saadaan selville
- Tämä on hyödyllistä esimerkiksi, kun:
  - halutaan tietää esim. työpaikan radonpitoisuus ma–pe klo 07–18, eli silloin kun työntekijät ovat paikalla
  - mitataan, miten ilmanvaihdon jaksotus vaikuttaa radonpitoisuuteen
  - tutkitaan, miten radonimurin tehon säädöt vaikuttavat sisäilman radonpitoisuuteen
  - varmistetaan radonkorjauksen onnistuminen
- Hienommissa mittalaitteissa voidaan samanaikaisesti mitata esim. CO<sub>2</sub>, lämpötila ja ilmankosteus

Jatkuvatoimisen mittauksen haitta on hinta (hankintahinta ja/tai tulosten analysointiin käytetty työaika) → jatkuvatoimisilla laitteilla harvoin mitataan pitkän aikavälin keskiarvoa

# Työpaikan ja muun oleskelutilan radonpitoisuuden vuosikeskiarvon arvioiminen

- STUKin määräys luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta S/6/2022
- Jos tilassa on jaksotettu ilmanvaihto ja purkkimittauksen tulos on  $>334 \text{ Bq/m}^3$ , vuosikeskiarvo arvioidaan sekä purkkimittauksen että jatkuvatoimisen mittauksen perusteella
- Jatkuvatoimisesta mittauksesta lasketaan työnaikaisen ja kokoaikaisen radonpitoisuuden suhdeluku eli ilmanvaihdon korjauskerroin
  - Laskettava tasan viikolle tai sen monikerralle
- Laskukaava:

$$\text{Purkkitulokset} \times 0,9 \times \frac{\text{viikon työtuntien radonpitoisuus}}{\text{tasan viikon radonpitoisuus}}$$

Korjaa kesä/talvi -vaihtelun

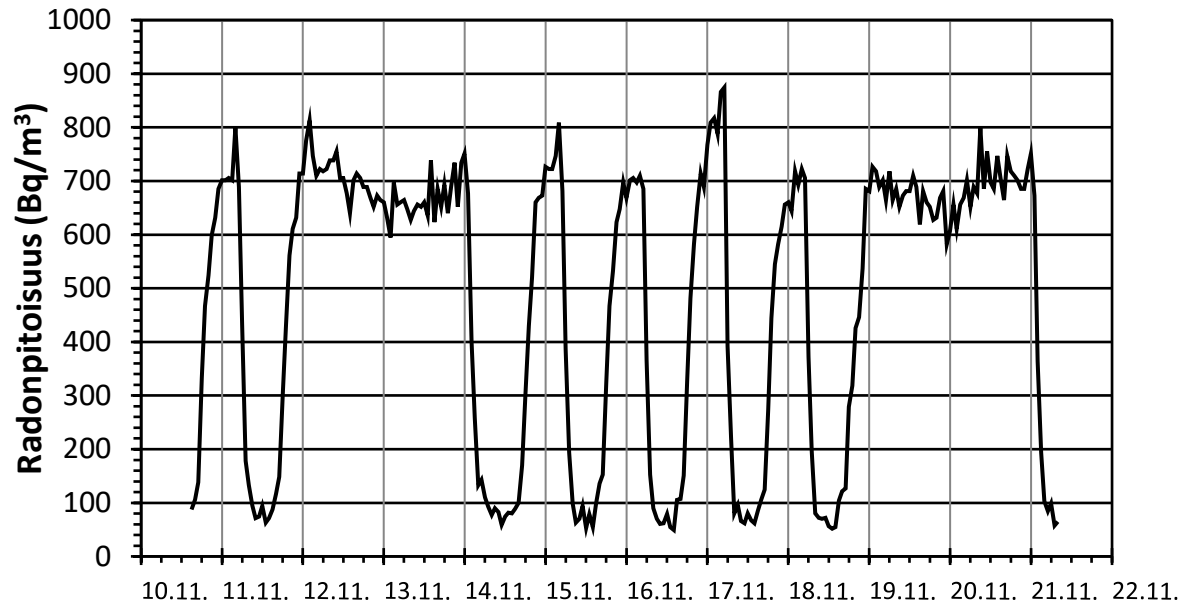
Korjaa päivä/yö -vaihtelun

# Työnaikainen radonpitoisuus

- Ilmanvaihto käytön aikaiselle teholle vähintään 2 tuntia ennen työpäivän alkua

Työpaikka, esimerkki

- Purkkimittaus: 500 Bq/m<sup>3</sup>
- Työnaikainen mittaus (>7 vrk):
  - Tasan viikon keskiarvo 480 Bq/m<sup>3</sup>
  - Työnaikaisen radonpitoisuuden keskiarvo 80 Bq/m<sup>3</sup>
  - **Työnaikaisen radonpitoisuuden vuosikeskiarvo =  $0,9 \cdot 500 \cdot 80 / 480 = 75 \text{ Bq/m}^3$**





### 3. Hetkellinen radonmittaus

- Hetkellisessä radonmittauksessa otetaan yksittäinen ilmanäyte
- Ilmanäyte mitataan joko paikan päällä tai myöhemmin laboratoriossa
- Tätä menetelmää tarvitaan
  - kun mittalaitteita ei voida jättää mittaustaikalle (esim. louhintatyömaat, rappukäytävät, autopesula)
  - kun otetaan näytteitä mahdollisista vuotokohdista rakennuksen alapohjasta (esim. läpiviennit)
  - kun tulos tarvitaan heti eli altistus on lyhytkestoista ja radonpitoisuus voi olla suuri (ei voida odottaa tulosta viikkoja)
    - esim. tunnelin huoltotyö



# STUKin hyväksymä mittaus

- Hyväksynnällä mittaaja voi varmistua, että mittaus on riittävän luotettava ja sitä voidaan käyttää viranomaisvalvonnassa
- STUK hyväksyy mittausmenetelmät, joilla:
  - mitataan, ylittyykö työpaikan radonpitoisuuden viitearvo
  - mitataan radonpitoisuutta, jolle työntekijä altistuu
  - mitataan työntekijän radonaltistusta (yksikkö Bqh/m<sup>3</sup>)
  - mitataan asunnon sisäilman radonpitoisuutta, kun mittaustulosta tarkastellaan terveydensuojelulain perusteella (terveystarkastajat)
- Hyväksyntää ei tarvita:
  - Radonkorjauksen ja ilmansäädön tekniset mittaukset (lopullinen tulos varmistettava hyväksytyllä 2 kk mittauksella ja tarvittaessa jatkuvatoimisella mittauksella)
  - Muut mittaukset, jotka eivät ole valvontamittauksia (ml. työpaikkojen omavalvonta)

# Uutta hyväksymisen kriteereistä

- STUKin määräys STUK S/7/2021
  - <https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-s-7-2021>
- Laitteen herkkyyksivaatimuksia (toistettavuus) lievennetty:
  - Aiemmin  $< \pm 10\%$  @ 300–600 Bq/m<sup>3</sup> **1–3 tunnin** mittaukselle
  - Nyt:  $< \pm 10\%$  @ 300 Bq/m<sup>3</sup> **40 tunnin** mittaukselle
  - 2021 alkaen vaatimus  $< 90$  min vasteajasta jatkuvatoimisissa mittauksissa (Corentium Pro'ta tulee käyttää "Po-214 only" -moodissa)
- Selvästi useammalle laitemallille voi hakea hyväksyntää

# Missä mitataan ja miten tiheästi

## Työpaikat

- Ensimmäinen mittaus radonpurkeilla
- Toimistomaisissa tiloissa kaksi mittausta per ensimmäinen 200 m<sup>2</sup>, sen jälkeen yksi mittaus per 200 m<sup>2</sup>
- Hallimaisissa tiloissa yksi mittaus per seuraavat 3000 m<sup>2</sup>
- Jokaisessa rakennuksessa vähintään yksi mittaus
- Jokaisen erillisen ilmanvaihtokoneen alaisissa tiloissa vähintään yksi mittaus
- Kellarikerros ja ensimmäinen kerros (maanvastaiset) mitataan
- Jos on ilmanvaihdon jaksotus, voidaan tehdä jatkuvatoiminen mittaus jos purkkitulo on yli viitearvon

## Kodit

- < 100 m<sup>2</sup> asunnot yksi purkki, muut 2 purkkia

# Mittauspisteen sijainti

- 1–2 metrin korkeudelta lattiasta (tyypillinen hengityskorkeus)
- 25 cm seinistä (jotkut rakennusmateriaalit vapauttavat radonia)
- Ei kivitason eikä betonin päälle
- Ei lähelle lämmityslaitteita, ilmaventtiileitä, ovia tai ikkunoita (paikallisessa ilmavirtauksessa radonpitoisuus voi poiketa sisäilman keskimääräisestä radonpitoisuudesta)

## Muuta

- Mittausolosuhteet pyritään pitämään niin samankaltaisina kuin normaalitilanne on (ei lisätä/vähennetä tuuletusta)

# Mittaukseen liittyvästä epävarmuudesta

## Näytteenottoon liittyvä epävarmuus

- Asunnoissa huoneiden välinen vaihtelu yksikerroksiset: 14 %, kaksikerroksiset: 20%
- Vuosien välinen vaihtelu 30 % (ulkom. data)
- Vuosikeskiarvon ennustaminen mittaustuloksesta:
  - 1 kk mittaus: 42 %
  - 2 kk mittaus: 30 %
  - 3 kk mittaus: 24 %

## Mittaustekniikkaan liittyvä epävarmuus

- Mittaukseen liittyvä epävarmuus: STUKin hyväksymissä mittausmenetelmissä sallitaan enintään 30 %
  - yleensä mittausepävarmuus selvästi pienempi

# Testausseloste

- S/6/2022 asettaa vaatimukset radonmittauksen tulosten raportoimiselle (nk. testausseloste)
- Vaatimukset ISO-standardien mukaisia
- On tärkeää, että STUKin valvontaan laitetaan vain viitearvon ylittymiseen tai työntekijän altistukseen liittyviä testausselosteita
  - Asiakas on joskus lähettänyt radonkorjausmenetelmän valintaan tai testaukseen liittyviä mittausraportteja valvontaan (ohjeistus)
  - STUK järjesti huhtikuussa 2019 keskustelutilaisuuden mittausfirmoille, jossa toivottiin mittauskoulutusta → se on saatavilla verkkokurssina

<https://koulutus-radonin-mittaaminen.stuk.fi/#/>

# Mikä mittausmenetelmä, tarvitaanko hyväksyntä?

1. Rivitaloasunto, jossa halutaan selvittää, mille radonpitoisuudelle asukkaat altistuvat
2. Tunnelin louhintatyömaa, jossa pitää selvittää työntekijöiden saama radonaltistus
3. Toimisto, jossa työntekijöiden altistuminen työpaikalla pitää selvittää
4. Radonkorjauskohde, jossa käytetyn radonkorjausmenetelmän vaikutuksia pitää arvioida
5. Työ tunneliverkostossa, jossa mittauksia ei voida tehdä kaikkialla tai radonia ei saada kohtuullisin kustannuksin pois



