



# Radonin mittaaminen

Radonkorjauskoulutus 29.11.2023, Vantaa

[tuukka.turtiainen@stuk.fi](mailto:tuukka.turtiainen@stuk.fi)

# Oppimistavoitteet tällä luennolla

Milloin radon kannattaa/täytyy mitata?

Miten radon mitataan?



# Tarvitseeko asunto mitata?

- Asunnot ovat kotirauhan piirissä eikä niihin yleensä voi ”määrätä” mittausta
- Kuitenkin: Jos taloyhtiössä yksi osakas mittauttaa radonin ja havaitsee viitearvoa suuremman pitoisuuden, on selkeä epäily terveyshaitasta taloyhtiön muissa vastaavissa asunnoissa
- STUK suosittelee radonmittausta **kaikkiin pien- ja rivitaloasuntoihin sekä kerrostalojen pohjakerroksen asuntoihin koko maassa**

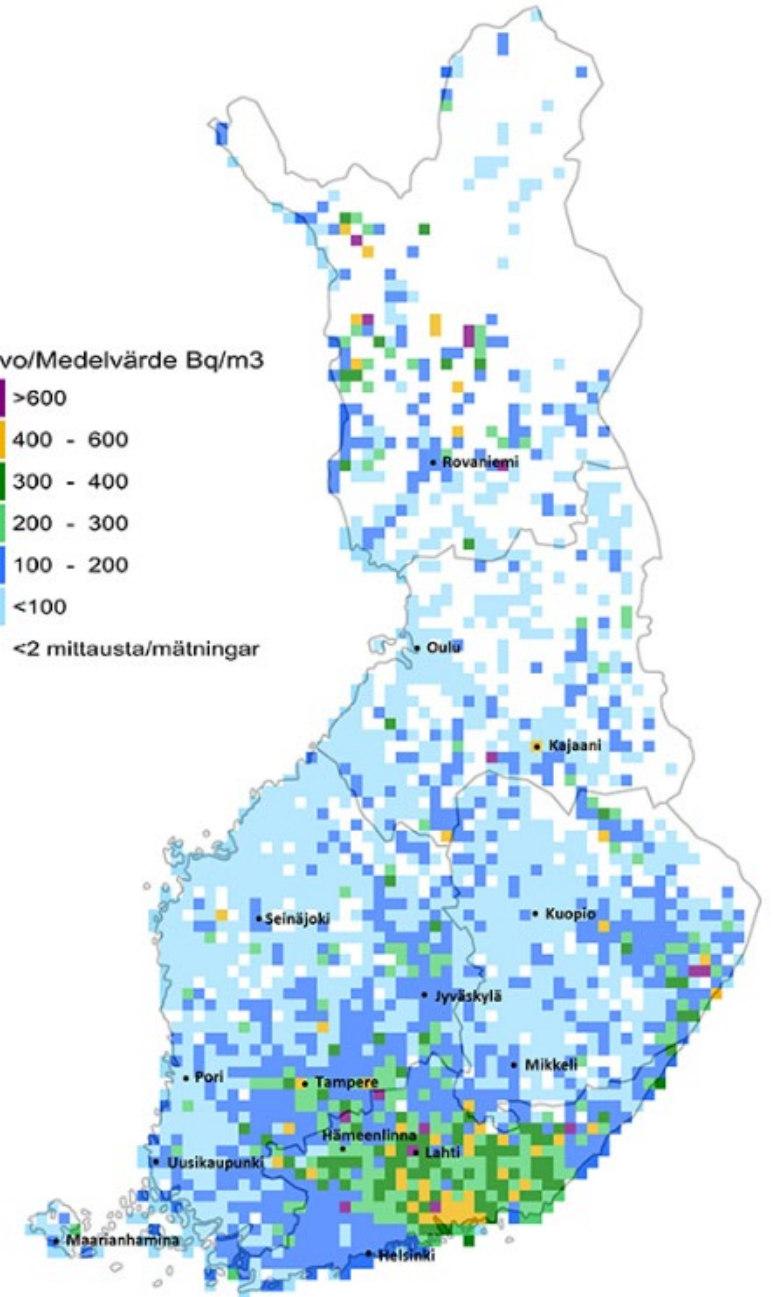
Uudessa asunnossa kannattaa aina tehdä radonmittaus, kun asuntoon on jo muutettu. Jos mitattu pitoisuus  $>200$  Bq/m<sup>3</sup> (viitearvo uusille rakennuksille), voidaan radonkorjaus saada varmemmin takuukorjauksena.

Entä jos?

- Radonkartta näyttää sinistä
- Talossa on rossipohja
- Talossa on radonputkisto
- Naapurissa ei ollut radonia

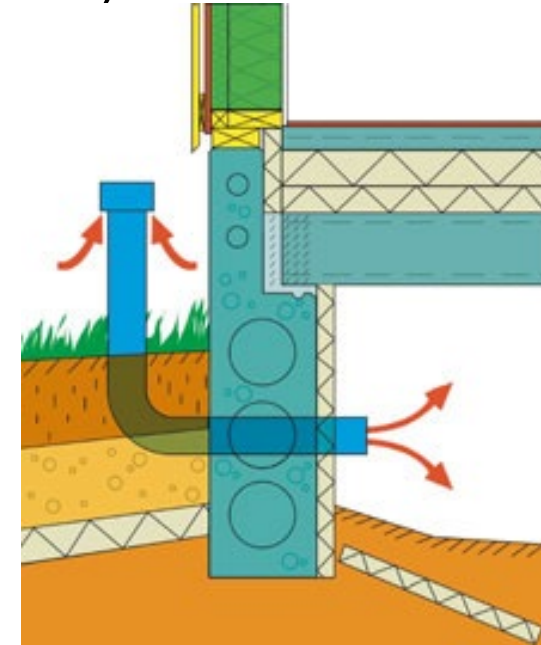
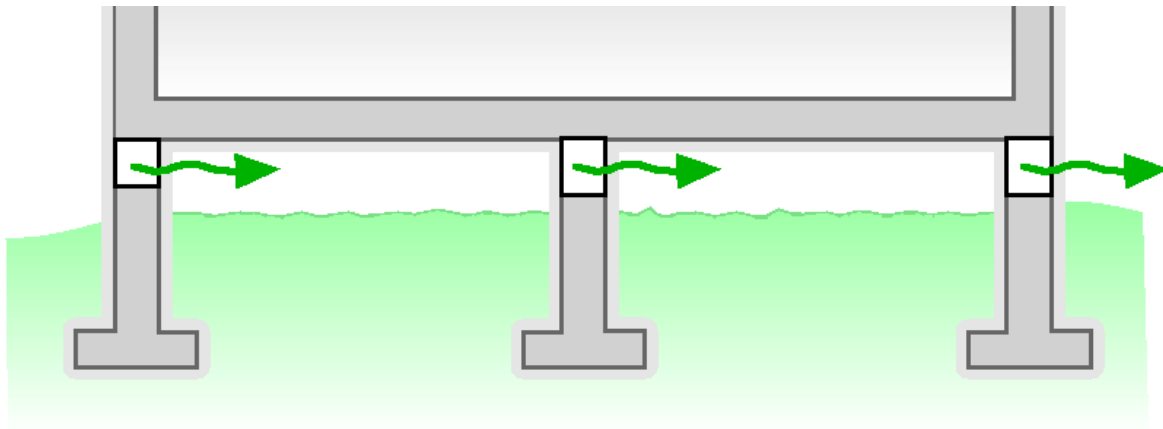
# Radonkartta sininen

- Radonkartta voi näyttää ”sinistä”. Keskiarvo voi hyvin olla n. 100 Bq/m<sup>3</sup>, mutta viitearvon 300 Bq/m<sup>3</sup> ylityksiä esiintyy
- Esim. Seinäjoella keskiarvo on 118 Bq/m<sup>3</sup>, mutta 5 % mitatuista ylittää 300 Bq/m<sup>3</sup> ja 1 % ylittää 1000 Bq/m<sup>3</sup>
- Vaikka alue olisi pääosin savipeltoa (radonriski pieni), on siellä täällä kallio/soramäkiä, jonne rakennetuissa taloissa voi radonpitoisuudet olla suuriakin
- Täyttösora



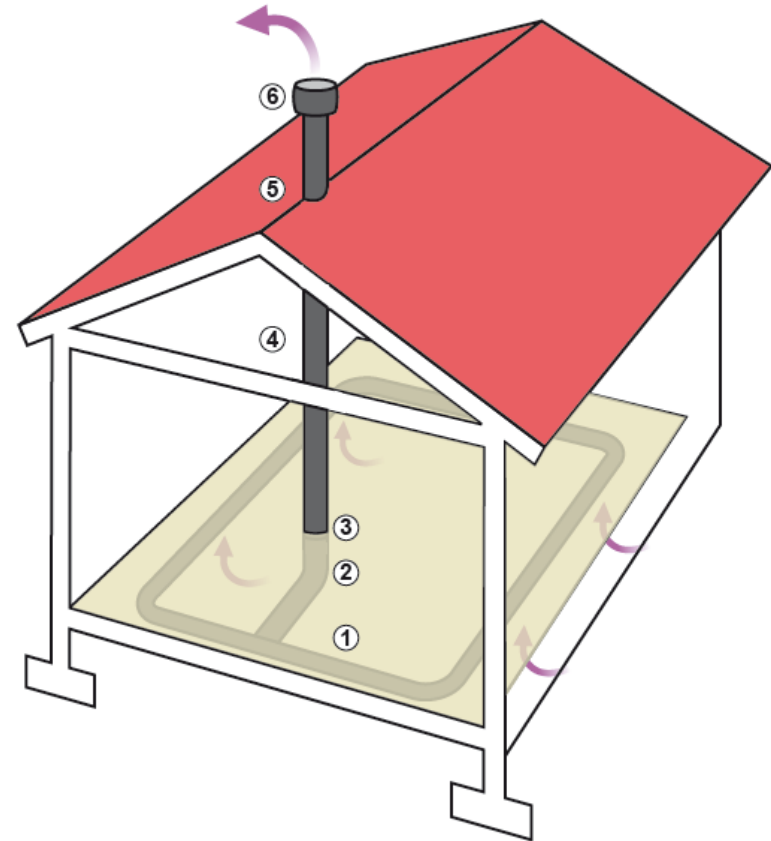
# Rossipohja

- On totta, että nykyisten rakentamismääräysten mukaan rakennettu ryömintätilainen alapohja on radonturvallinen
- Myös ryömintätilaisissa rakennuksissa on mitattu viitearvoa suurempia pitoisuuksia. Tämä on johtunut alapohjan tuuletuksen puutteista (kissanluukut on tukittu) tai läpivientien puutteellisesta tiivistämisestä (valitettavan yleinen ilmiö)



# Radonputkisto

- Vapaasti tuulettuva radonputkisto pienentää radonpitoisuutta n. 40 % (poistoputki viety katolle)
- Puhaltimen kanssa alenema on 70–90 %
- Joskus poistoputki viedään vain yläpohjaan ja tulpataan → poistoputkisto ei vähennä radonpitoisuutta lainkaan (=virheellinen asennus)
- Pahin skenaario: poistoputki viedään yläpohjaan ja jätetään tulppaamatta → kostea maaperän ilma virtaa kylmään yläpohjaan, kosteus tiivistyy rakenteisiin → kosteusvaurio
- Läpiviennit ja laatan sauma on voitu jättää tiivistämättä ja ilmanvaihto säätää alipaineiseksi → viitearvoa suurempi radonpitoisuus putkistosta huolimatta



# Naapurilla ei ollut radonia

- Tässä esimerkki Hollolasta, rivitaloyhtiöstä
- Suuret erot asuntojen välillä: 110–2700 Bq/m<sup>3</sup>
- Pari-, rivi- ja kerrostaloissa kaikki maanvastaiset asunnot on siksi järkevää mitata

Pitoisuus ennen korjausta, Bq/m<sup>3</sup>

Pitoisuus korjauksen jälkeen, Bq/m<sup>3</sup>

2720	-	740	710	1270
420	-	130	70	40

● Kaivo 1

650
60
1120
30
540
90
650
90
1190
260
620
100

1070
40
1330
70

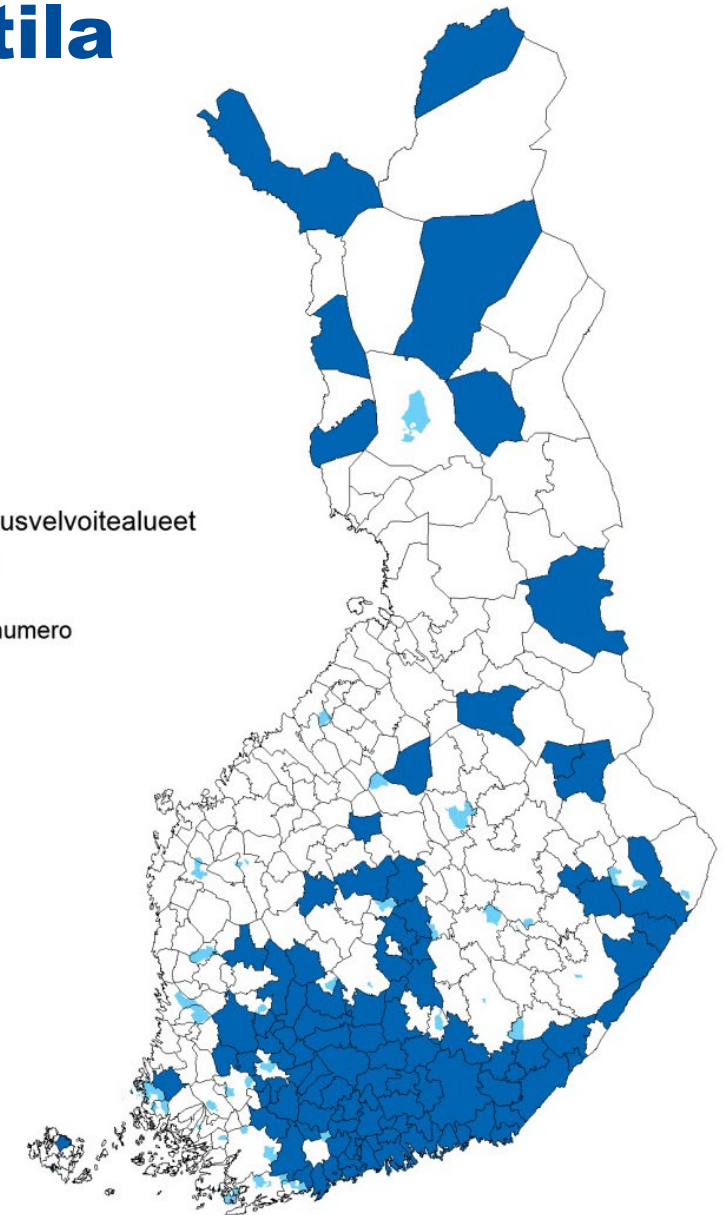
110
70

● Kaivo 2

670	990	2060	240
20	60	20	120

# Tarvitseeko työpaikka tai muu oleskelutila mitata?

- STUK suosittelee mittauksia kaikkiin maanvastaisiin työpaikkarakennuksiin ja muihin oleskelutiloihin
- Työnantajan on selvitettävä työtilan ja muun työskentelypaikan radonpitoisuus, jos työtilat sijaitsevat:
  - Kunnassa tai postinumeroalueella, joissa >10% mittauksista ylittää viitearvon
- Koko maassa seuraavissa tapauksissa
  - Harjulla tai muulla hyvin ilmaa läpäisevällä sora- tai hiekkamaalla
  - Kokonaan tai osittain maanpinnan tason alapuolella
  - Talousvettä toimittavassa laitoksessa, jonka käyttämä vesi ei ole peräisin yksinomaan pintavesimuodostumasta ja pääsee kosketuksiin sisäilman kanssa





# 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)

# Mikä mittausmenetelmä valitaan?

Valintaan vaikuttaa

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

Esimerkkejä:

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

# Integroiva eli keskiarvottava mittaus

- Integroiva mittaus on tavallisimmin tuttu ”radonpurkki”
- Kun rakennuksen sisäilman pitoisuutta ei tunneta, aloitetaan mittaukset lähes aina radonpurkeilla
- Mitä kauemmin radonpurkin annetaan mitata, sitä enemmän säteilyjälkiä purkin filmille kertyy
- Tulos lasketaan jälkien lukumäärästä ja mittausajasta
- Purkit ovat edullisia, joten niillä voidaan tehdä pitkiä mittauksia useissa eri mittauspisteissä



# 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 (tarkkuus?)



# Integroivaan mittaukseen liittyvä ohjeistus kodeissa

- 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
- Tarkemmat sijoitteluohjeet tulevat purkin mukana

# Radonpurkki työpaikalla ja muussa oleskelutilassa

- Jokainen erillisen ilmanvaihtokoneen alainen tila ja erillinen rakennus katsotaan erillisiksi alueiksi
- Suurissa hallimaisissa tiloissa purkkeja ei tarvitse niin monta kuin tavanomaisissa tiloissa

Pinta-ala mitattavalla alueella	Purkkien lukumäärä tavanomaiset tilat
0–100 m <sup>2</sup>	1
100–200 m <sup>2</sup>	2
200–400 m <sup>2</sup>	3
400–600 m <sup>2</sup>	4
600–800 m <sup>2</sup>	5, jne.

Pinta-ala mitattavalla alueella	Purkkien lukumäärä hallimaiset tilat
0–100 m <sup>2</sup>	1
100–200 m <sup>2</sup>	2
200–3000 m <sup>2</sup>	3
3000–6000 m <sup>2</sup>	4
6000–9000 m <sup>2</sup>	5, jne.

# 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 voi myös laittaa työpäivän päätteeksi tilaan, jonka radonpitoisuutta kontrolloidaan (työajan ulkopuolinen altistus vähennetään tuloksesta)
  - Akkukäyttöisen mittarin voi sammuttaa työpäivän päätteeksi



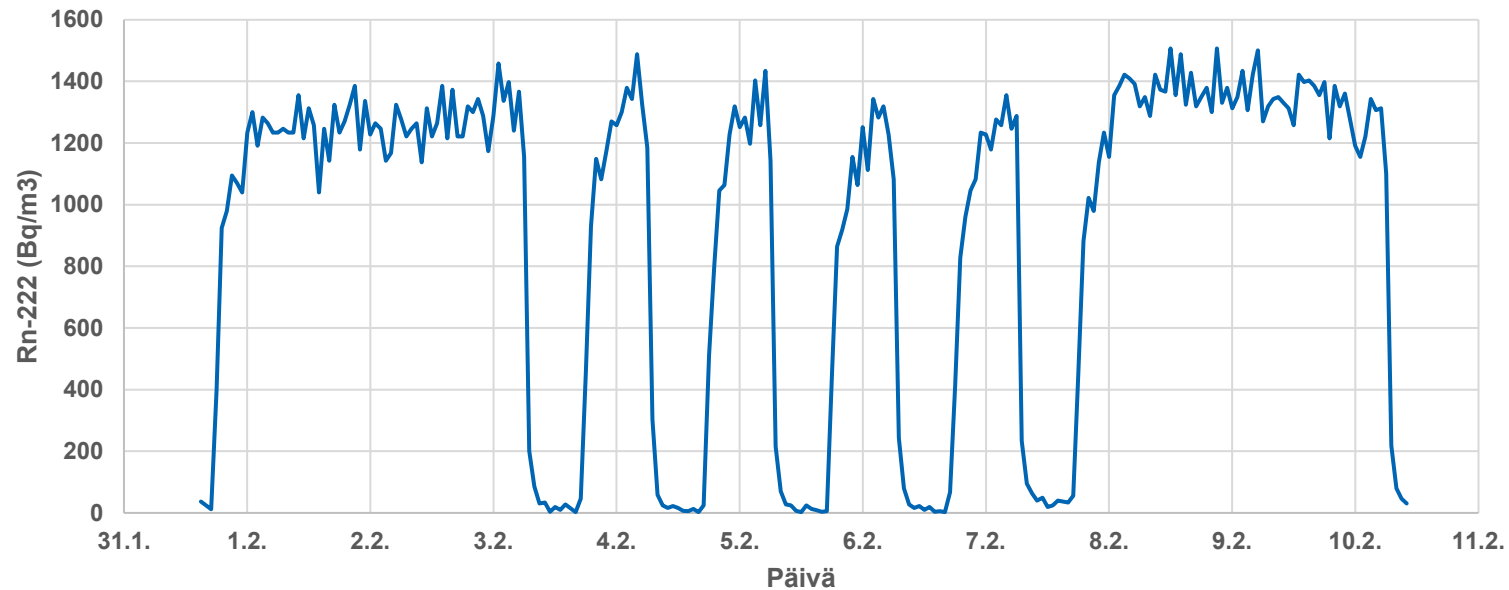
# Työpaikalla tai muussa oleskelutilassa on jaksotettu ilmanvaihto

- Radonpitoisuus seuraa IV-koneen asetuksia
  - Kone pienellä tai pois päältä → pitoisuus suurenee
  - Kone isolla teholla työn/käytön aikana → pitoisuus pienenee nopeasti
- Jos tällaisessa rakennuksessa mitataan integroivalla menetelmällä viitearvoa suurempi pitoisuus, kannattaa ensin tehdä jatkuvatoiminen mittaus, jotta saadaan selville työnaikainen tai rakennuksen käytönaikainen radonpitoisuus
- Mittaus kestää tasan viikon (tai sen monikerran) ja mittaus ajoitetaan tyypilliselle viikolla, jolloin ei ole arkipyhiä



# Jatkuvatoiminen mittaus

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

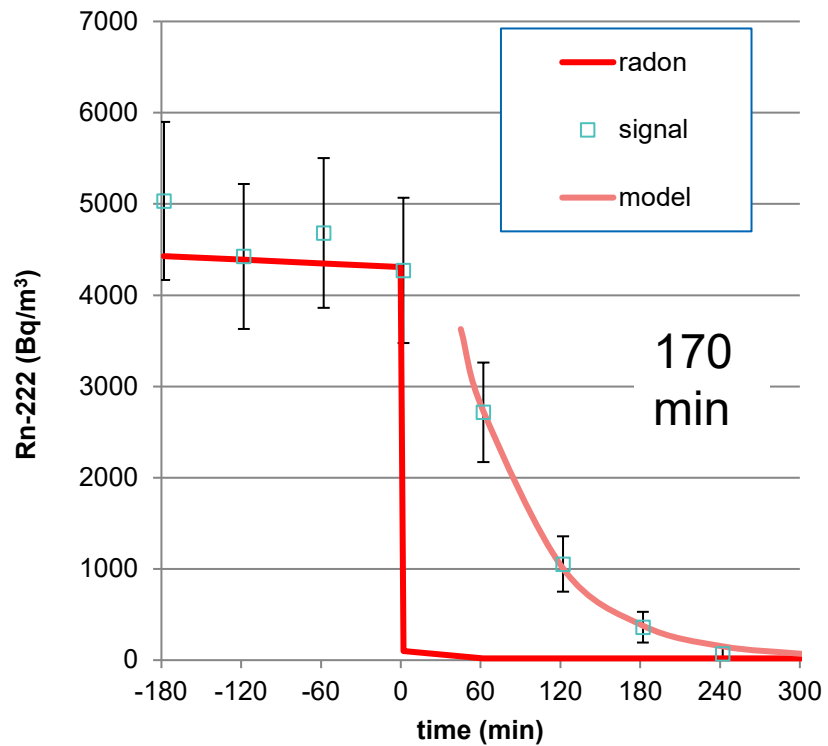


# Ensimmäinen valintakriteeri, herkkyys

- Mittalaitteen herkkyys vaikuttaa tuloksen luotettavuuteen
- Epäherkillä mittalaitteilla joudutaan mittaamaan pitkään, jotta tulos on luotettava
- Herkkyys voi olla luokkaa 0,15 cph / 100 Bq/m<sup>3</sup>
  - Tällöin 40 tunnin mittaus pitoisuudessa 300 Bq/m<sup>3</sup> antaa vain 18 pulssia
  - Viikon työtuntien pitoisuutta ei voida luotettavasti arvioida, epävarmuus ±47% (159–441 Bq/m<sup>3</sup>)
  - Luotettava arvio vasta >220 tunnin mittauksille, tällöin epävarmuus ±20 %
- Nyrkkisääntö: mitä kalliimpi laite, sitä herkempi se on
- Pitkissä mittauksissa ei tarvita herkkää laitetta koska mittausaika on pitkä (esim. radonpurkit)

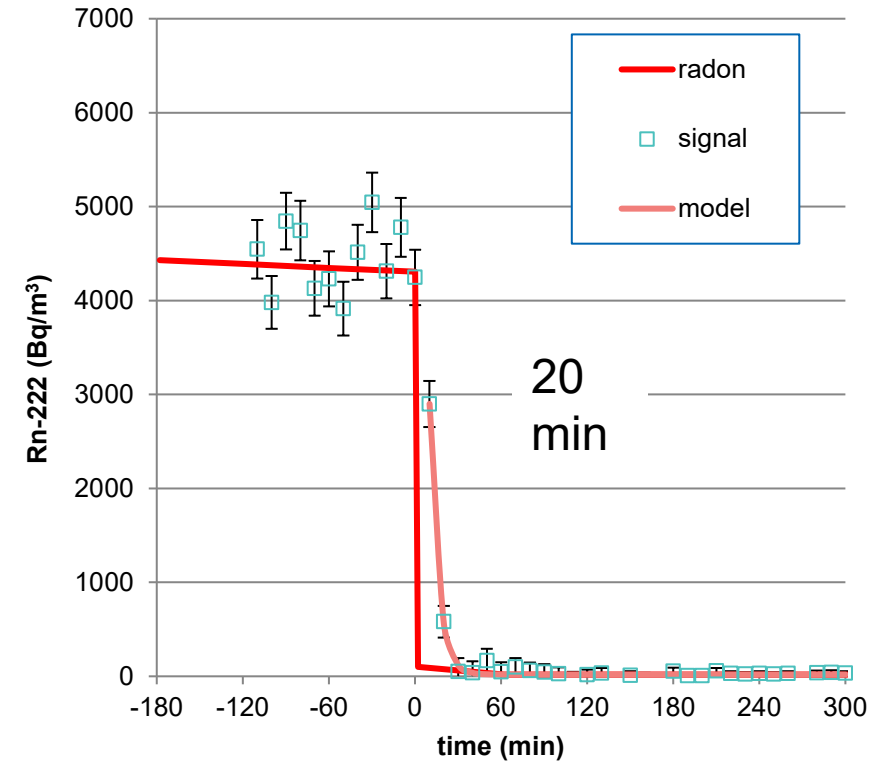
# Toinen valintakriteeri, vasteaika

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



Liian pitkä  
vasteaika

Sopiva  
vasteaika



# Jatkuvatoiminen mittaus

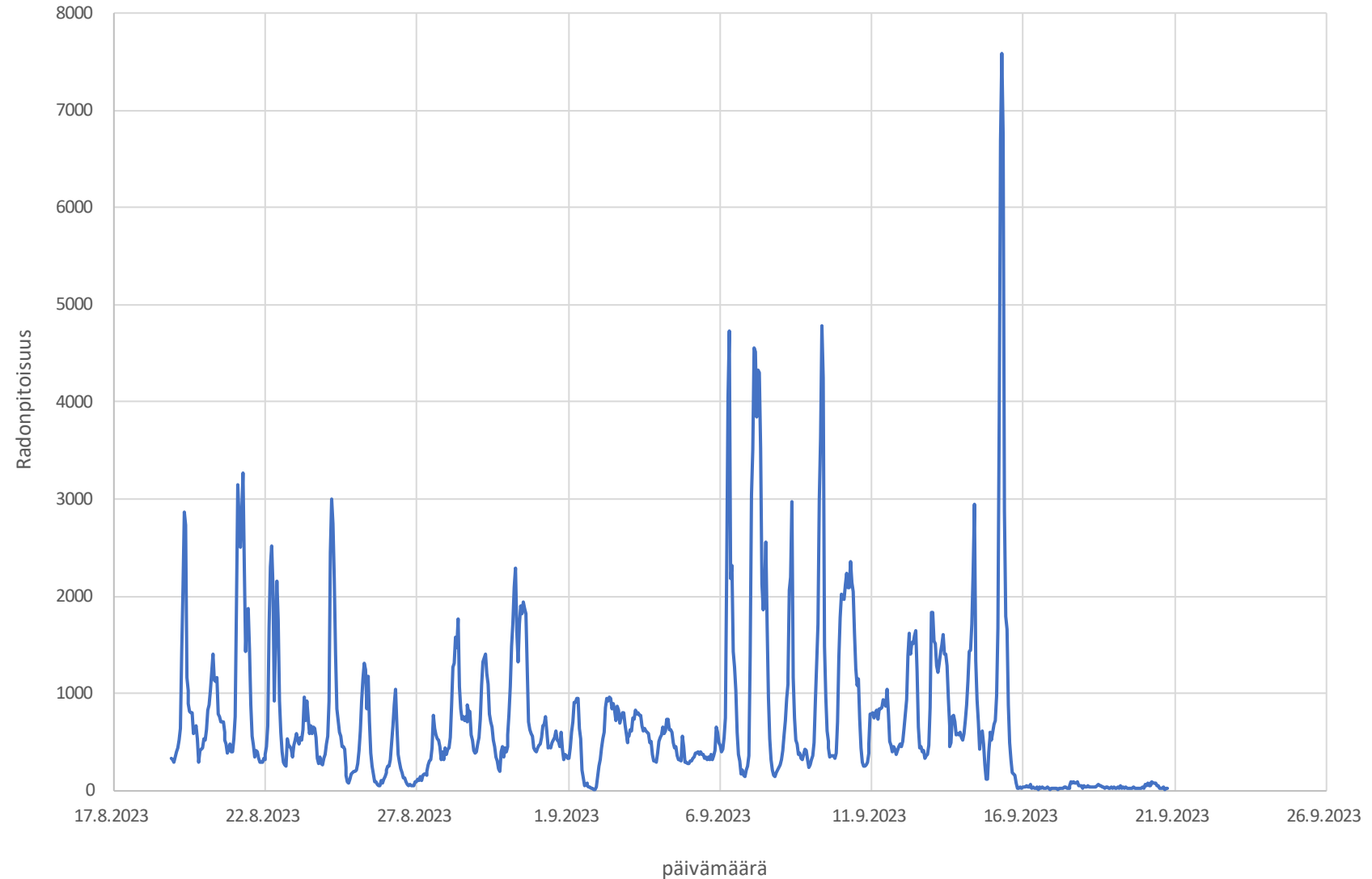
- Paljon erilaisia mittalaitteita markkinoilla (200–18 000 €)



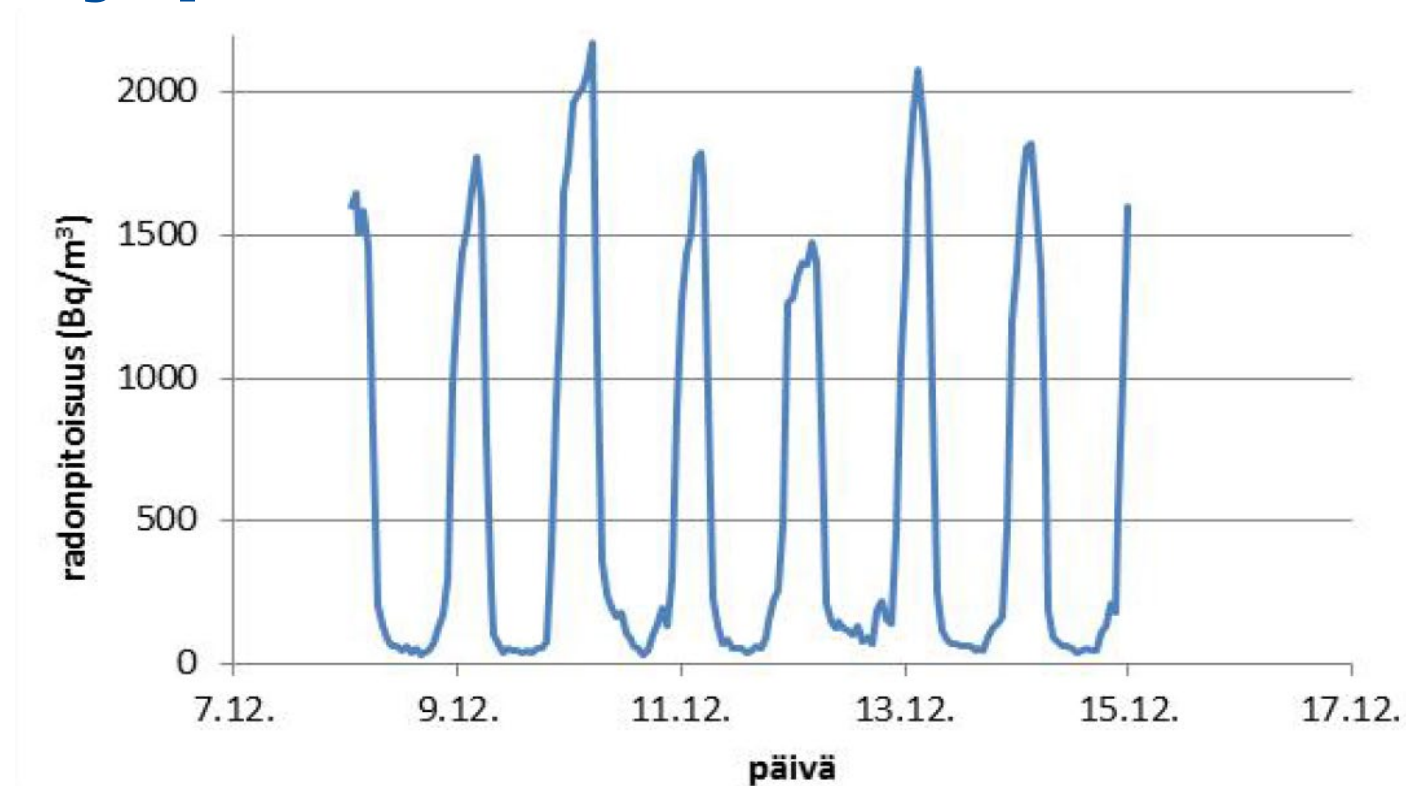
# Esimerkkejä

- Radonkorjaus 15.9.2023
- Vaikutus radonpitoisuuteen havaittiin heti jatkuvatoimisella mittauksella

Radonimuri asennettu 15.9.2023



## Esimerkki työpaikalta



- Tasan viikon keskiarvo:  $(588 \pm 42) \text{ Bq/m}^3$
- Työaikana:  $(85 \pm 8) \text{ Bq/m}^3$

# 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  $>333 \text{ Bq/m}^3$ , 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 ilmanvaihdon jaksotuksen vaikutuksen



# Hetkellinen radonmittaus

- Hetkellisessä radonmittauksessa otetaan yksittäinen ilmanäyte
- Ilmanäyte mitataan joko paikan päällä tai myöhemmin laboratoriossa
- Tätä menetelmää tarvitaan
  - kun mittalaitteita ei voida jättää mittauspaikalle (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)

# Mikä mittausmenetelmä, tarvitaanko hyväksyntä?

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

# Lisätietoja

- Radonin mittaaminen verkkokurssi:  
<https://koulutus-radonin-mittaaminen.stuk.fi/#/>
- Säteily ja ydinturvallisuus –kirjasarja, Kirja 2: Säteily ympäristössä, Luku 4. Radon sisäilmassa  
<https://stuk.fi/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja>

Sivustot todistavat identiteettinsä varmenteella, joka on voimassa määräajan. Varmenne sivustolle koulutus-radonin-mittaaminen.stuk.fi vanheni 10.6.2023.

Virhekoodi: [SEC\\_ERROR\\_EXPIRED\\_CERTIFICATE](#)

[Näytä varmenne](#)

Palaa (suositellaan)

Ota riski ja jatka

