



Sisäilmapaja8

16.–17.11.2016

sairaantervettä sisäilmaa

Radon ja sisäilma

Työpaikan radonmittaus

Pasi Arvela, FM

TAMK, Lehtori, Fysiikka

Radon

- Radioaktiivinen hajuton ja väritön jalokaasu
- Rn-222 puoliintumisaika on 3,8 vrk
- Syntyy radioaktiivisten hajoamisten seurauksena maaperän uraanista U-238
 - U-238 puoliintumisaika $4,5 \cdot 10^9$ vuotta
 - Radon on ainoa kaasu hajoamisketjussa, joten se leviää kuten kaasut yleensä
 - Ketjun kiinteät aineet tarttuvat pinnoille ja ilman aerosolihiukkasiin
- Radonin yleisin lähde: Rakennuksen alapuolisen maaperän huokosilma
 - Maaperän (soran) huokoisuus (kaasun läpäisevyys) on merkittävä tekijä radonin tuotossa
 - Uraanipitoisuus on kallioperässä keskimäärin n. 2 ppm, mutta graniitissa n. 3 ppm
 - Huokoisessa kiviainesta olevassa maaperässä on yleensä ”riittävästi” uraania radonin tuottamiseen

Radonin haitat

- Radon on asuntojen ja työpaikkojen sisäilmassa esiintyvä näkymätön ja hajuton jalokaasu
- Suomessa noin 300 henkeä saa vuosittain keuhkosyövän radonista
 - Vuosittain todetaan kaikkiaan n. 2000 keuhkosyöpää
 - Useimmiten todetaan tupakan ja radonin yhteisvaikutus
- Radon ei aiheuta muita terveyshaittoja kuin keuhkosyöpää

Radon Suomessa

- Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat korkeampia kuin useimmissa muissa maissa (paitsi esim. Ruotsi ja Norja)
 - Syyt korkeisiin radonpitoisuuksiin löytyvät geologiasta, rakennustekniikasta ja ilmastosta.
- Keskimääräinen radonpitoisuus suomalaisissa asunnoissa on vähän alle 100 becquereliä kuutiometrissä (Bq/m^3)
 - Vastaa vajaan kahden millisievertin säteilyannosta vuodessa
 - Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos 3,2 millisieverttiä
 - Radon on siten merkittävin ionisoivan säteilyn haittojen tuottaja Suomessa
- Kaikkein tehokkaimmin vähennettäisiin suomalaisten keskimääräistä säteilyannosta pienentämällä huoneilman radonpitoisuutta

Lisätietoja: stuk.fi

Radonin mittayksiköstä

- Radonia mitataan yksiköissä becquerelliä kuutiometrissä Bq/m^3
 - Becquerel tarkoittaa 1 hajoamista sekunnissa
 - 1 Bq/m^3 vastaa noin 500 atomia litrassa, kun litrassa ilmaa on n. $3 \cdot 10^{22}$ molekyyliä
 - Tämä vastaa pitoisuutta n. $2 \cdot 10^{-11}$ ppb

Radon työpaikoilla

- Raja-arvot säteilyasetuksessa 27 §
 - Säännöllisessä työssä ei saa ylittää 400 Bq/m^3
 - Myös koulut, päiväkodit ja muut oleskelutilat
 - Määräysten valvonta: STUK (Säteilylaki 6 §)
- Radonpitoisuus pitää selvittää työpaikoilla, jotka
 - Ovat maanalaisia tiloja
 - Sijaitsevat kunnissa, joissa 10 % vuosikeskiarvoista ylittää 400 Bq/m^3
 - Sijaitsevat harjuilla tai muuten ilmaa läpäisevillä sora- tai hiekkamuodostelmilla
 - Ovat pohjavettä käsitteleviä vesilaitoksia

Lähteitä: Säteilyasetus, Säteilylaki, ST-ohjeet, stuk.fi

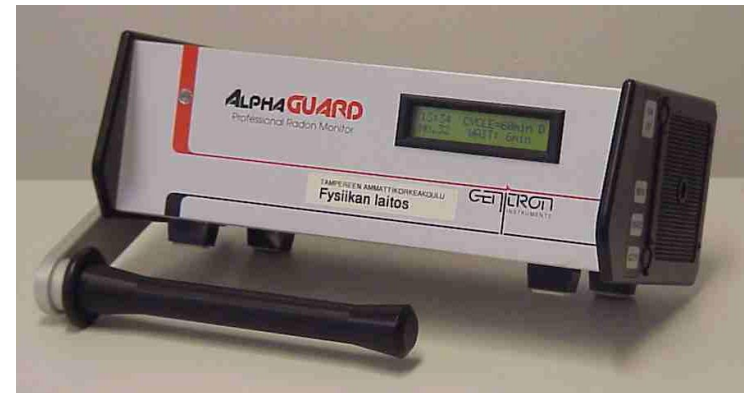
Radonmittauksista

- Radonia mitataan pääosin radonmittauspurkeilla
 - 2 kk marraskuun alun ja huhtikuun lopun välillä
- Radonpitoisuuden pikamittaus
 - Useita elektronisia mittalaitteita, jotka soveltuvat ensisijaisesti erilasten korjaustoimenpiteiden onnistumisen arviointiin
- Jatkuvat toimiset mittalaitteet
 - STUK hyväksymä tunneittain radonpitoisuuden osoittava laite
 - Ajastetun ilmanvaihdon yhteydessä, kun keskimääräinen pitoisuus ylittää (rasiamittauksella) toimenpidearvon

”Mittaaminen kannattaa aina”
Hannu Arvela, STUK

Radonin mittaaminen TAMKissa

- Fysiikan laboratorio ja Rakennuslaboratorio
- Aloitettu n. v. 1992 (Tampereen teknillinen oppilaitos)
- Mittauspalveluja: Työpaikan radonmittaus 1994 alkaen
- Henkilöitä
 - Yliop. Pentti Inkinen, Leht. Jarmo Lilja, Leht. Arto Jokihaara
 - Yliop. Olli Saarinen, Yliop. Olli Kolu, lab.mest. Juhani Huuskonen
 - 2001 alk. Pasi Arvela
- Laitteita
 - Pylon AB 5
 - Alphaguard 2000 Pro
 - Radon Scout
 - Kata Radon Box / DGM-1500

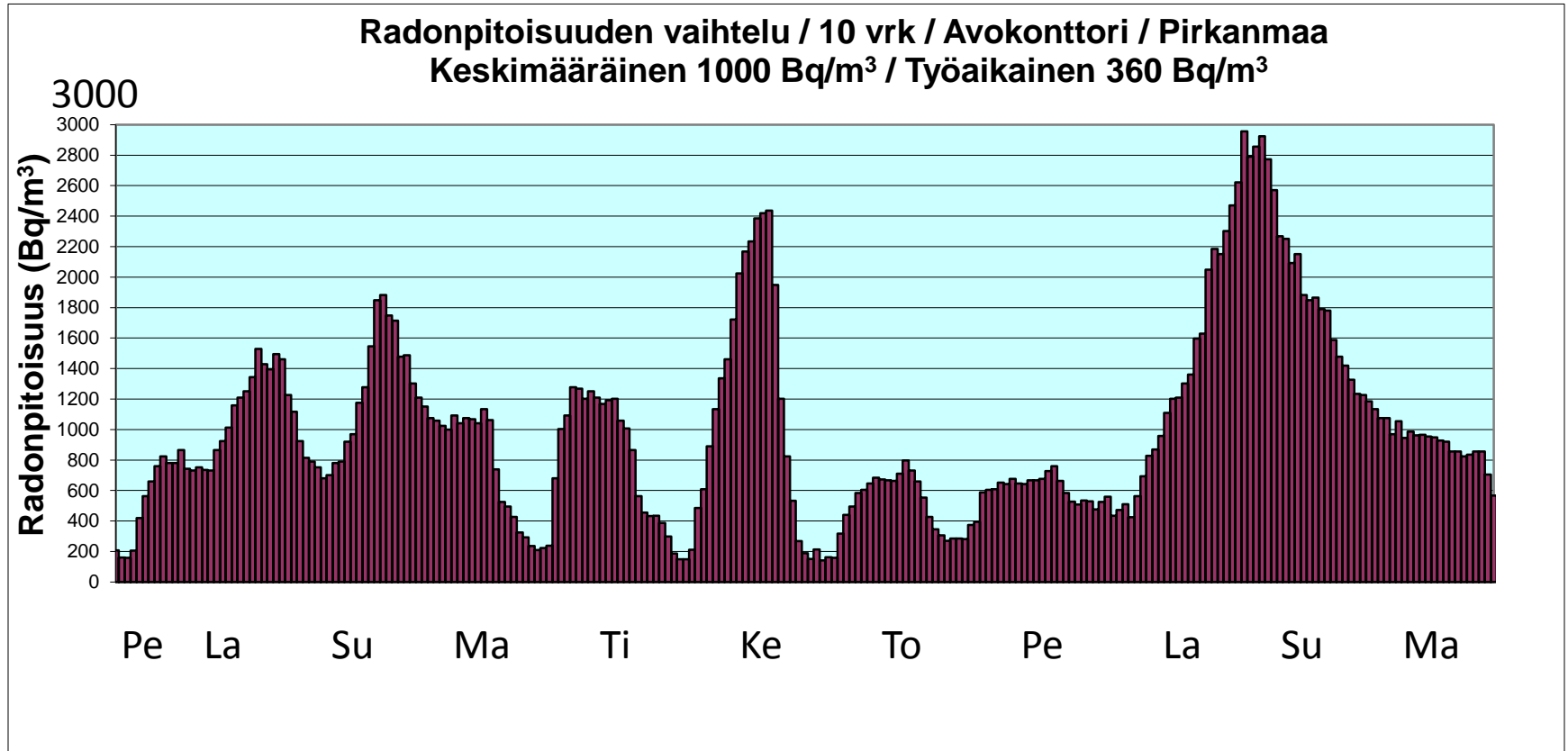


KUVA 1. Alphaguard radonmittari

Tuloksista

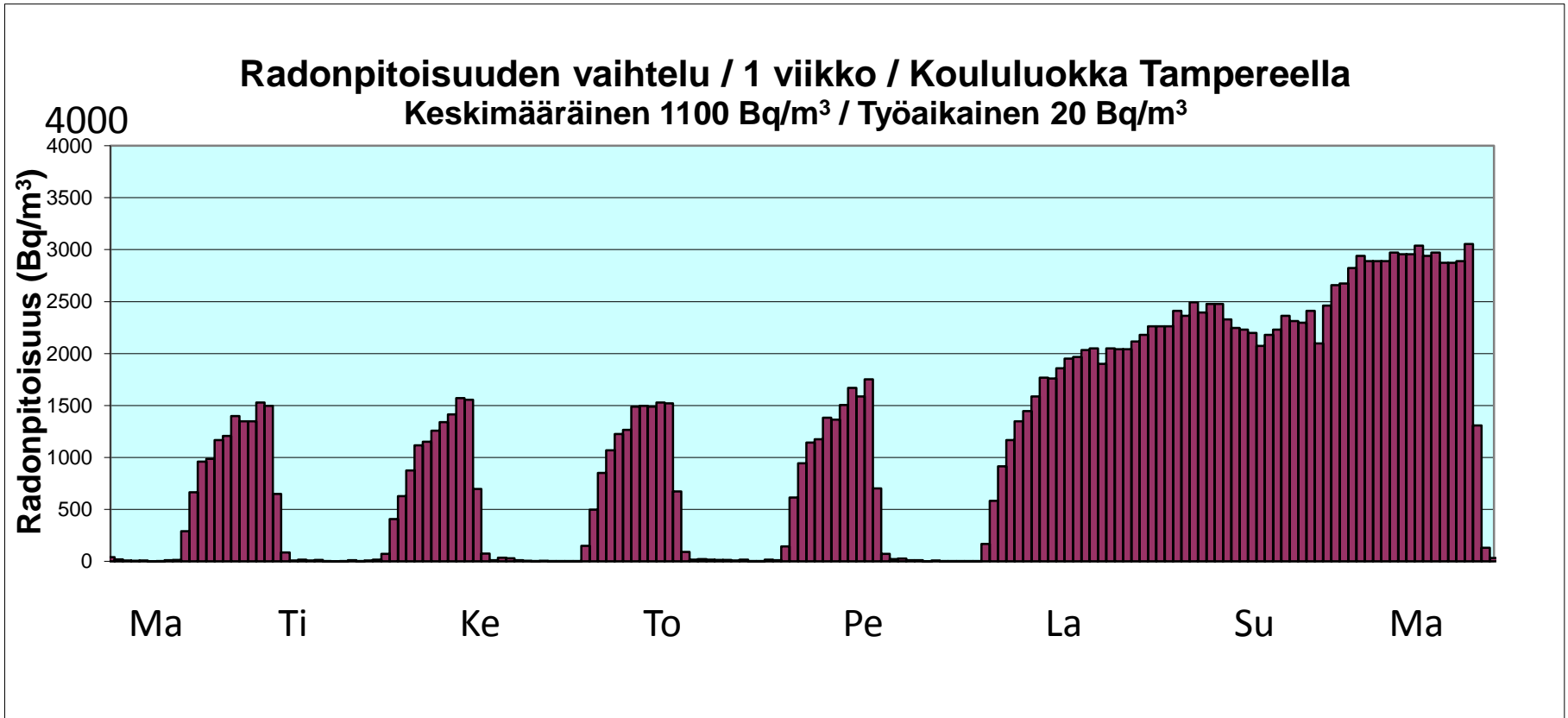
- Radon palvelumittaukset TAMKissa
- 1994 – 2000 työpaikan radonmittauksia
 - 2-4 vrk mittauksia
- 2001 alkaen vähintään 7 vrk mittaukset
- ST-ohjeiden mukaisia työpaikan radonmittauksia
 - Keskimääräinen pitoisuus
 - Työaikainen pitoisuus
 - Kuvaaja radonpitoisuuden vaihtelusta
- Seuraavassa esimerkkejä tuloksista
 - Esimerkkien kohteissa työajan mukaan ajastettu ilmanvaihto

Esimerkki 1



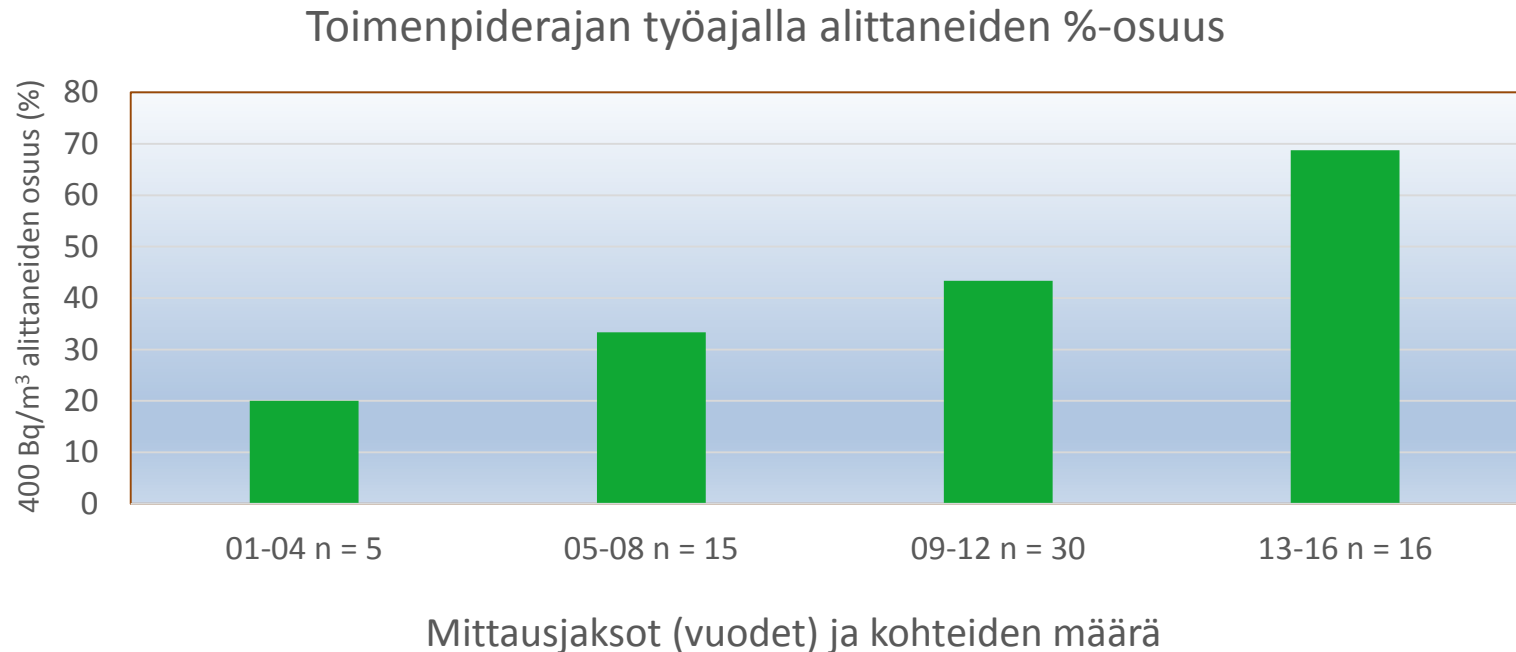
- Kohteessa koneellinen työajan mukaan ajastettu ilmanvaihto

Esimerkki 2



- Kohteessa koneellinen työajan mukaan ajastettu ilmanvaihto

Ilmanvaihdon vaikutuksen kehityksestä



Mittausjaksot (vuodet) ja kohteiden määrä

- Kohteissa on koneellinen tulo ja poisto sekä ajastus työajan mukaan.
- Keskimääräinen radonpitoisuus ylittää toimenpiderajan 400 Bq/m³.
- Pylväs kertoo niiden tapausten osuuden, jossa työaikainen pitoisuus alittaa toimenpiderajan.
- Tiedot TAMKin mittauspalvelun tuloksista vuosilta 2001 - 2016

Määräyksistä koskien asuntoja

- Määräykset
 - Sosiaali- ja terveysministeriön päätös 944/92
 - Asunnon huoneilman radonpitoisuuden ei tulisi ylittää 400 becquereliä kuutiometrissä (Bq/m^3)
 - Uudelle asunnolle vastaava raja $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- Mittaustuloksista
 - Yleensä mitataan 2 kk 1.11.-30.4. välisenä aikana
 - Mittaustulos yli $240 \text{ Bq}/\text{m}^3$ -> Tulkinta: Vuosikeskiarvo ylittää $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$
 - Mittaustulos yli $480 \text{ Bq}/\text{m}^3$ -> Vuosikeskiarvo ylittää $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$
 - Perusteluja
 - Yleensä kesäpitoisuus on selvästi pienempi
 - Poikkeus: Eräillä harjualueilla myös kesäpitoisuus korkea

Muita ohjeita ja tietoja

- www.stuk.fi
 - Haku: radon
 - Weltner, Arvela, Turtiainen, Mäkeläinen, Valmari: Radon sisäilmassa – pdf kirja (stuk.fi)
 - Arvela, Holmgren, Reisbacka: Asuntojen radonkorjaaminen (pdf)
- Radonturvallisen uudisrakentamisen määräykset ja ohjeet
 - Ympäristöministeriö. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2
 - Ympäristöministeriö. Pohjarakenteet, Määräykset ja ohjeet. 2004. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa B3.
 - Rakennustieto Oy. Radonin torjunta. RT ohjekortti RT 81-11099, LVI 37-10513, KH 27-00510.