



Radonkorjausmenetelmät

Olli Holmgren

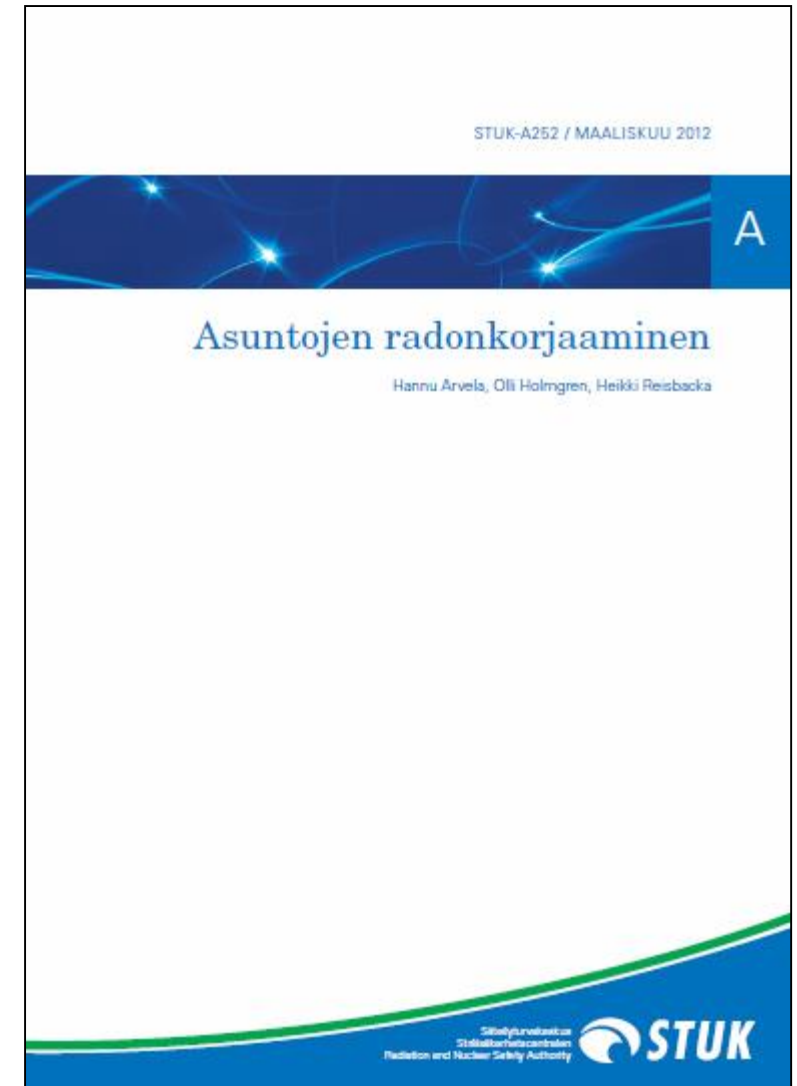
Säteilyturvakeskus

Luennon sisältö

- Johdantoa (viitearvot, suositukset, ...)
- Radonlähteet ja vuotoreitit
- Radonkorjausmenetelmät
 - Ilmanvaihtotekniset korjaukset
 - Radonimuri
 - Radonkaivo
 - Rakenteiden tiivistäminen
- Yhteenveto

Radonkorjausopas

- Asuntojen radonkorjaaminen STUK-A252
 - Yksityiskohtaisia ohjeita radonkorjauksiin
- <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/radonkorjaukset>



Radonpitoisuuden viitearvot

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä ([1044/2018](#))

- Työpaikan, asunnon ja muun oleskelutilan radonpitoisuuden viitearvo on **300 Bq/m³**
- Uuden rakennuksen suunnittelua ja toteutusta koskeva sisäilman radonpitoisuuden viitearvo on **200 Bq/m³**
- Viitearvoilla tarkoitetaan radonpitoisuuden vuosikeskiarvoa. Radonpitoisuuden vuosikeskiarvoa voidaan arvioida kertomalla radonmittauskaudella (1.9.-31.5.) saatu mittaustulos luvulla 0,9.
 - Korjauskertoimen luottamusväli (90 %) on kahden kuukauden mittauksella 0,6–1,5 ja kolmen kuukauden mittauksella 0,7–1,3

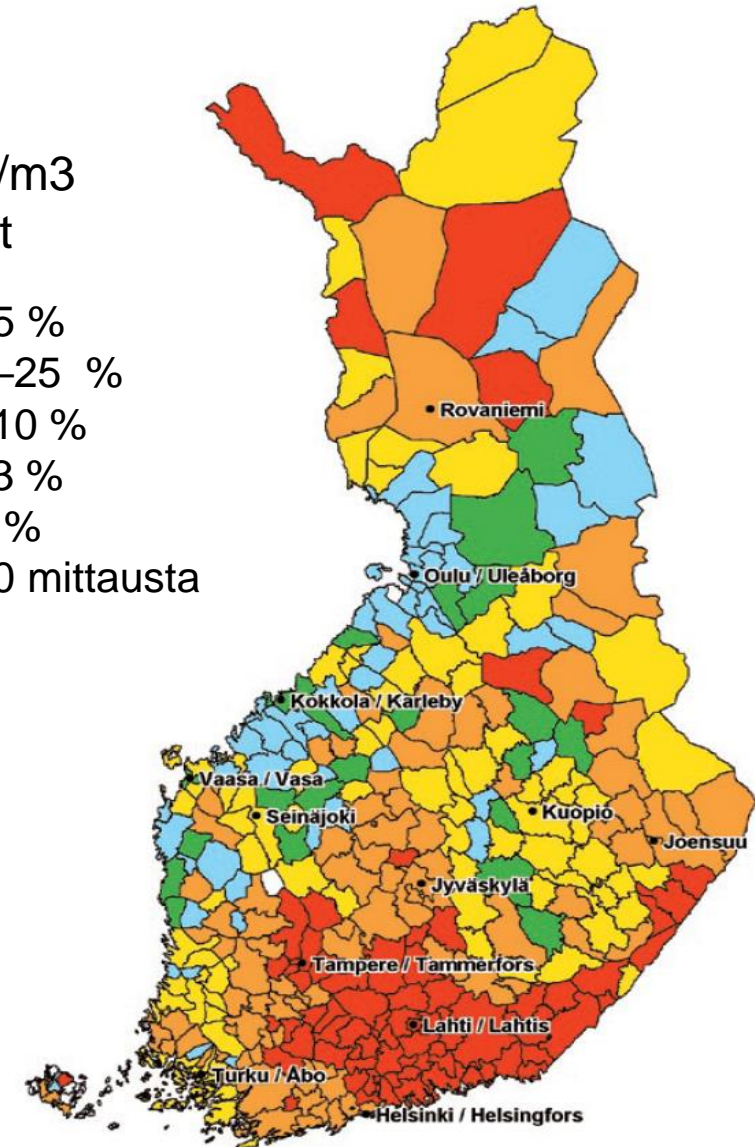
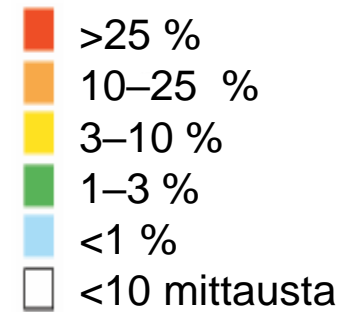
Radon pientaloasunnoissa

- Radonia esiintyy koko maassa, mutta eniten Kaakkois- ja Etelä-Suomessa.
- Myös Länsi-Lapissa ja Pohjois-Karjalassa on korkeita radonpitoisuuksia

Koko Suomessa, kaikista pientaloasunnoista

- 15 % (204 000) yli 200 Bq/m³
- 7 % (100 000) yli 300 Bq/m³
- 4 % (51 000) yli 400 Bq/m³

200 Bq/m³
ylitykset



Säteilyturvakeskuksen suositukset

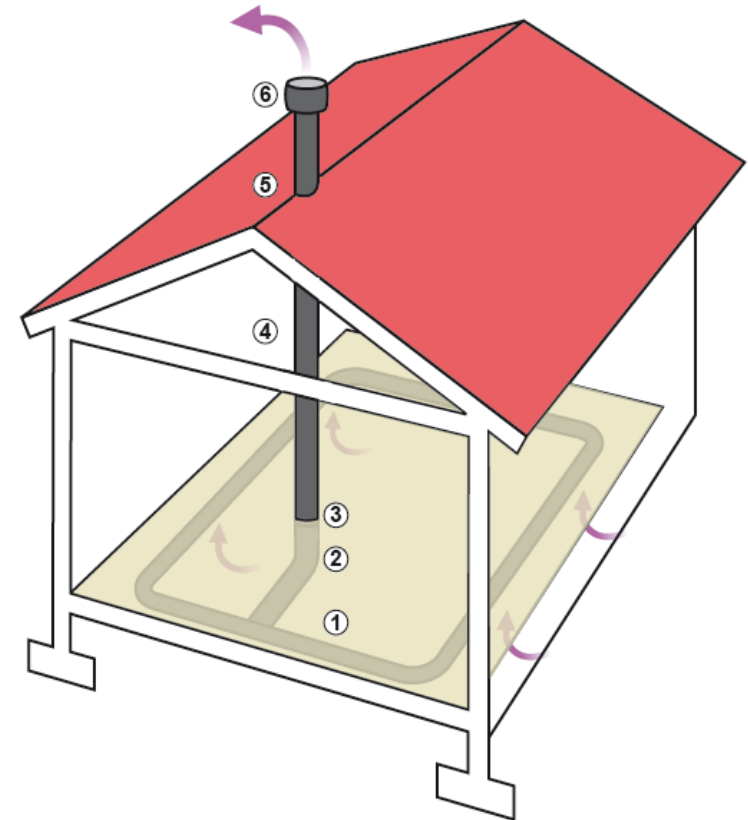
Kun mitattu radonpitoisuus asuintiloissa on

- > 300 Bq/m³, STUK suosittelee radonkorjausta.
- $200 - 300$ Bq/m³, STUK suosittelee tarkoituksenmukaisia, helposti tehtäviä korjauksia.
- < 200 Bq/m³, toimenpiteitä ei tarvita.

- Radonkorjausten tavoitteena kannattaa olla mahdollisimman pieni radonpitoisuus, joka käytännöllisin toimenpitein on saavutettavissa.
- Radonpitoisuutta kannattaa myös pienentää seuraavan peruskorjauksen/remontin yhteydessä

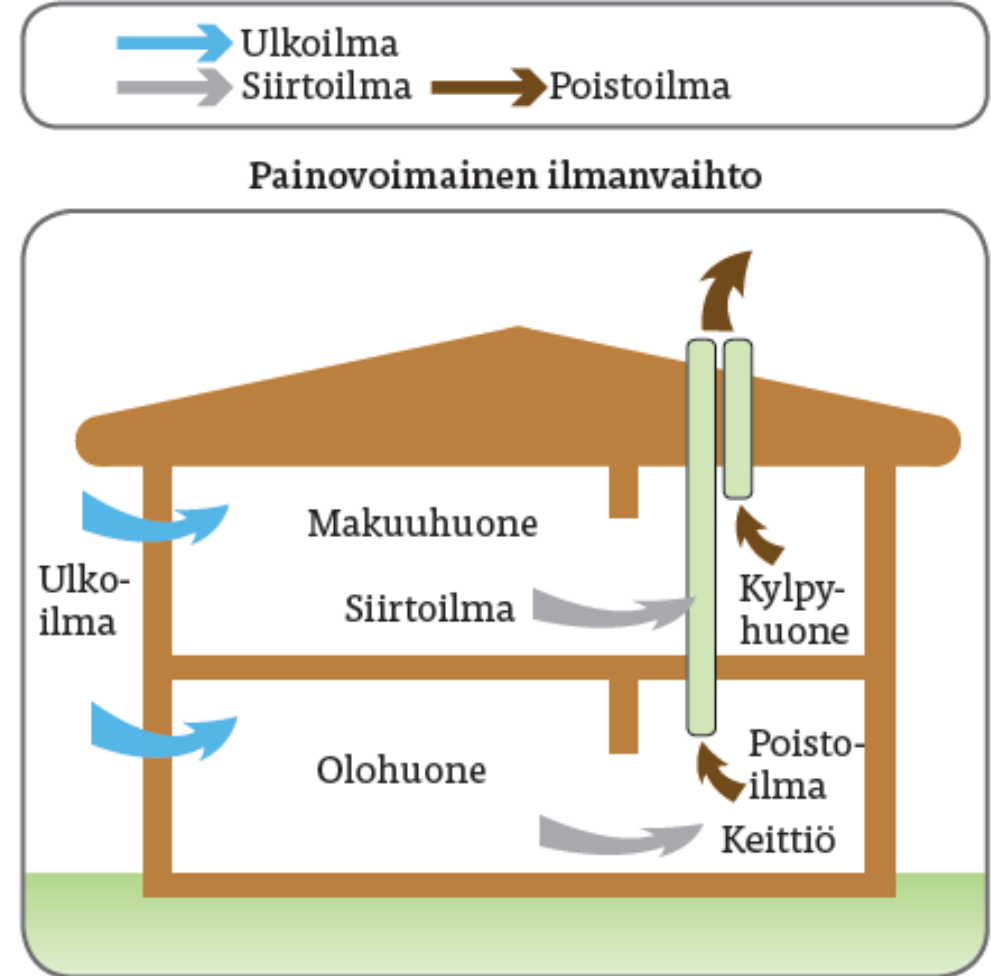
Helposti tehtävät korjaukset

- Radonputkiston aktivointi kytkemällä poistoputken päähän huippuimuri
- Ilmanvaihdon tarkistaminen ja tarvittaessa tehostaminen
- Läpivientien tiivistäminen
 - Pääsähkökaapeli, vesijohto, lämmönjakotukki, ...



Toimiiko ilmanvaihto?

- Ilmanvaihdolla rakennukseen johdetaan hallitusti ja riittävästi raitisilmaa hengitettäväksi sekä poistetaan rakennuksesta hiilidioksidia, ylimääräistä kosteutta ja sisäilman epäpuhtauksia
- Raitisilma johdetaan oleskelutiloihin, makuu- ja olohuoneisiin ja poistoilma poistetaan ”likaisista” tiloista, kuten esimerkiksi saunasta, pesuhuoneesta, keittiöstä ja vaatehuoneesta
- Jokaisessa huoneessa on oltava vähintään yksi ilmanvaihtoventtiili (tulo tai poisto)
- Rako oven alareunassa
- Lähde: www.hengityслиitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto



Kuva: Hengityслиitto ry

Ilmanvaihtotekniset toimet

Ilmanvaihdon tehostaminen ja alipaineisuuden vähentäminen

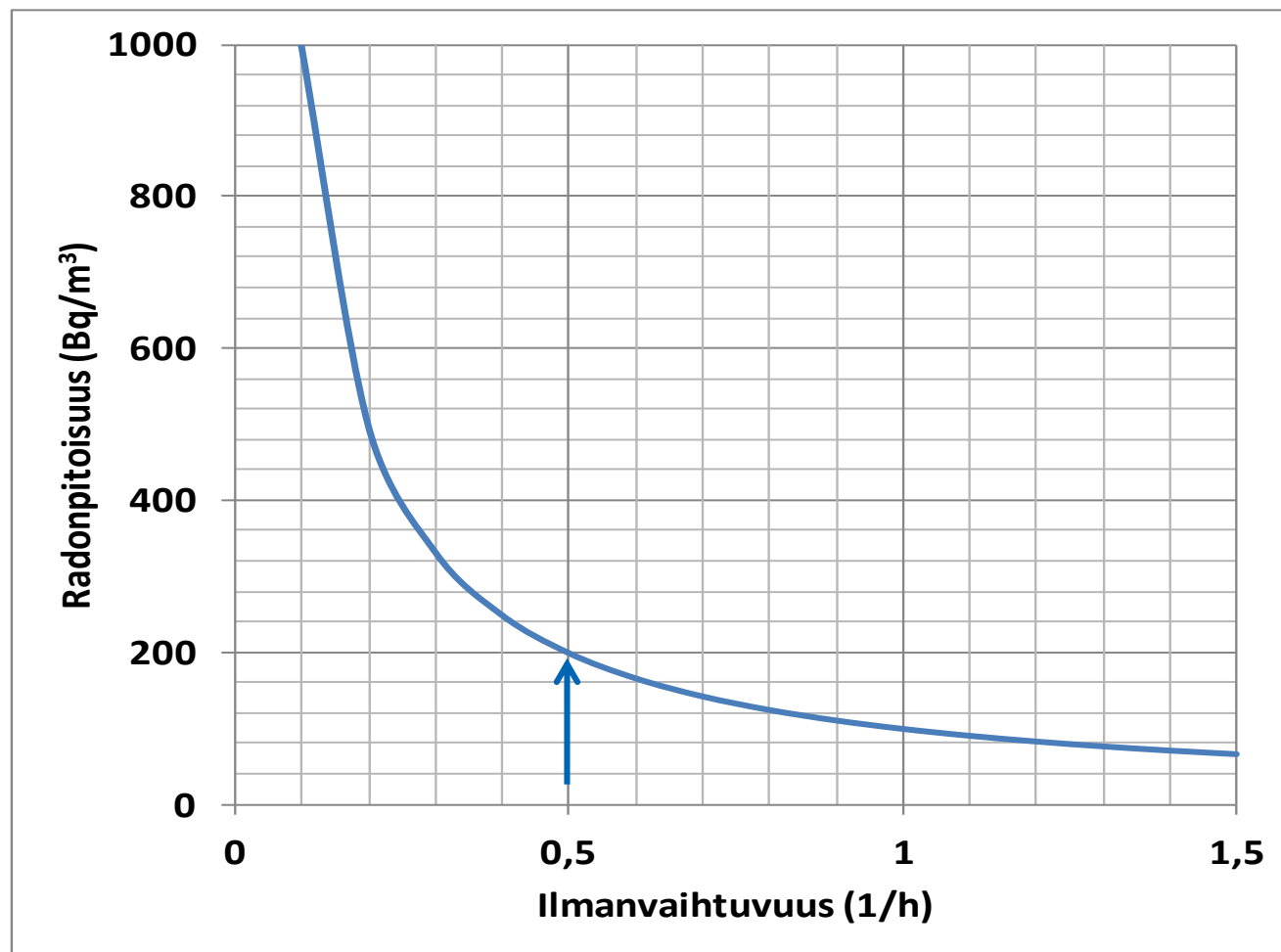
- korvausilmaventtiilien lisääminen
- poistokanavien lisääminen
- ilmanvaihtojärjestelmän säätö ja puhdistus
- tuloilmapuhaltimia, mutta tällöin ilmanvaihto on suunniteltava kokonaisuutena

Tällaisilla toimenpiteillä radonpitoisuus pienenee tyypillisesti 10 - 40 % ja vain harvoin yli 50 %.



Ilmanvaihdon vaikutus radonpitoisuuteen

Oletus: alipaine ja radonlähde pysyvät samana



Läpivientien tiivistäminen



Esimerkki

- Yhden ainoan läpiviennin tiivistäminen laski olohuoneen radonpitoisuuden tasolta 600 Bq/m^3 tasolle 60 Bq/m^3
- Lattia-sokkeli-liitos oli tiivistetty rakennusvaiheessa kumibitumikermillä

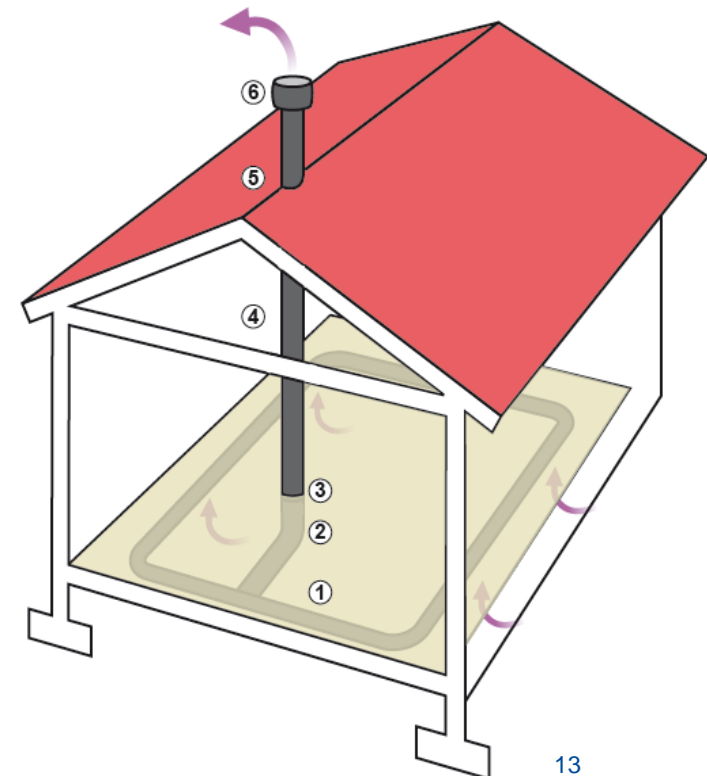
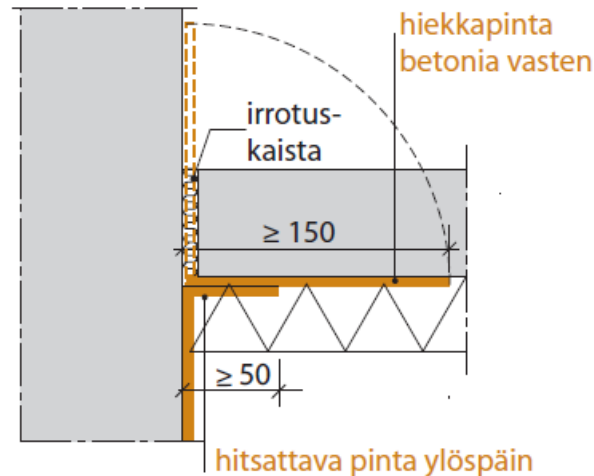
Tiivistämätön päävesijohto

Voidaan helposti tiivistää laittamalla putkeen sopivaa pohja-ainetta.
Tämän jälkeen tiivistetään sopivalla elastisella aineella 1-2 cm matkalta.
Mahdollisen salaojaputken reiät tiivistettävä (esim. vedeneristysmassalla
ja vahvikekankaalla.



Uudisrakentamisen radontorjunnan soveltaminen

- Radontorjunnan ohjeita kannattaa soveltaa, jos suunnitteilla on iso alapohjan tai kellarin remontti
 - Ohjekortti RT 103123 Radonin torjunta, Rakennustieto Oy, 2019
- tiivistä lattian ja seinän liitos parhaiten
- asenna radonputkisto tai imupisteitä
- tiivistä läpiviennit



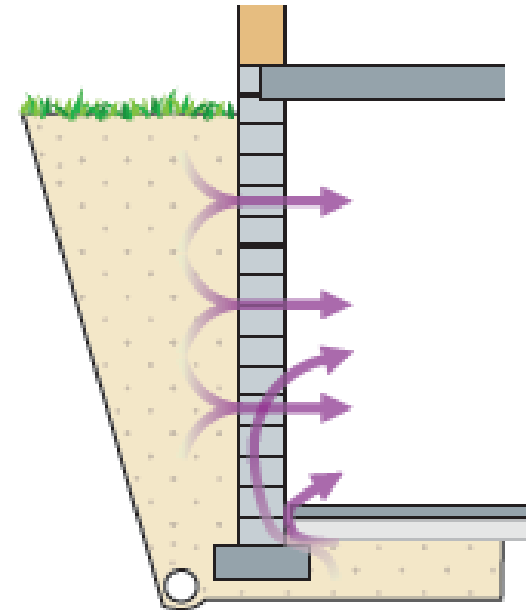
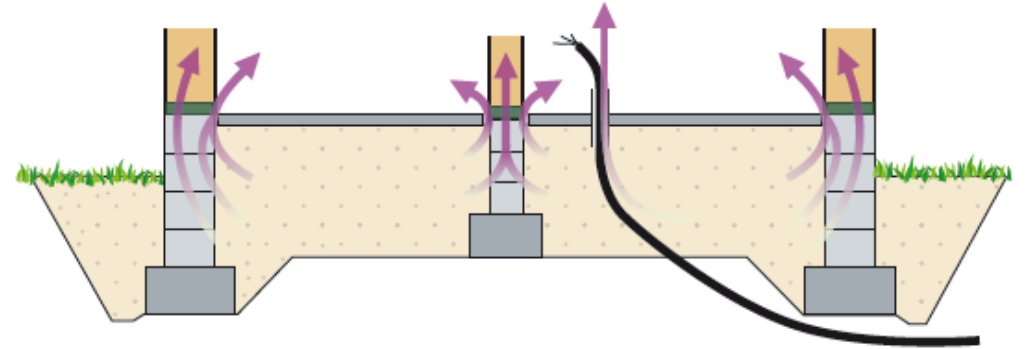
Sisäilman radonlähteet

- Radon on radioaktiivinen kaasu jota syntyy jatkuvasti kaikessa kiviaineksessa: kalliossa, hiekassa ja kiviperäisissä rakennusmateriaaleissa.
- **Rakennuksen alla ja ympärillä oleva maaperä**
 - Yleisin syy kohonneeseen radonpitoisuuteen
- Täyttösora, -murske tai -sepeli
- Rakennusmateriaalit kasvattavat radonpitoisuutta
 - Kivitalot: +40 Bq/m³,
 - Puutalot: +10...20 Bq/m³ keskimäärin
- Porakaivovesi: Vedessä 1000 Bq/l => ilmaan 40 Bq/m³
- Radon ei vähene eikä lopu maaperästä, täyttömaista eikä rakennusmateriaaleista



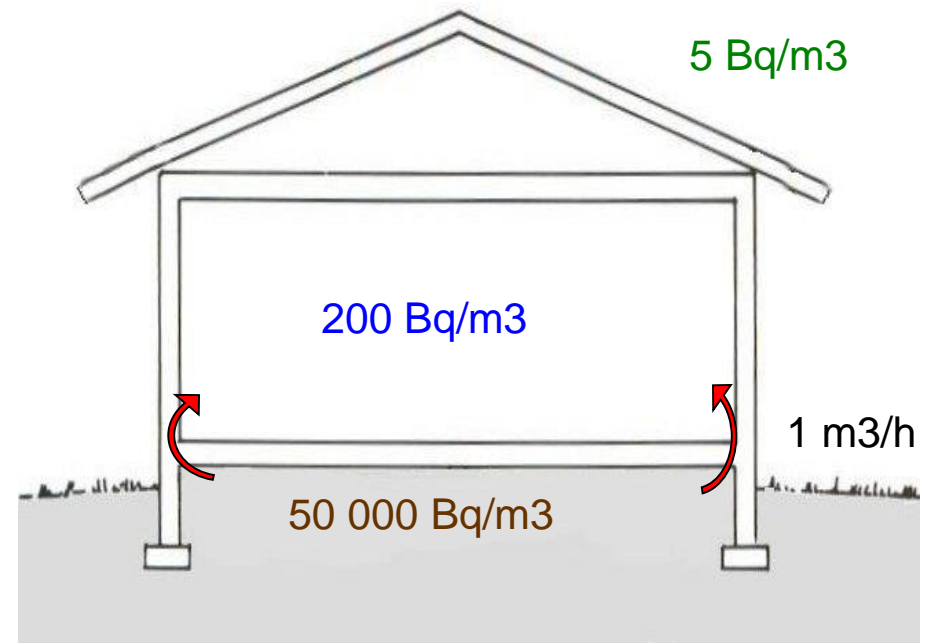
Vuotoreitit vanhoissa taloissa

- **Lattialaatan ja sokkelin välinen rako**
- Kantavien väliseinien liitoskohdat
- Kevytsoraharkosta tehty sokkeli
- Putkien läpiviennit
- **Maanvastaiset kevytsoraharkkoseinät** kasvattavat vuotoja ja vaikeuttavat korjauksia
- Kellariin rajoittuvat varastotilat voivat olla merkittäviä vuotoreittejä



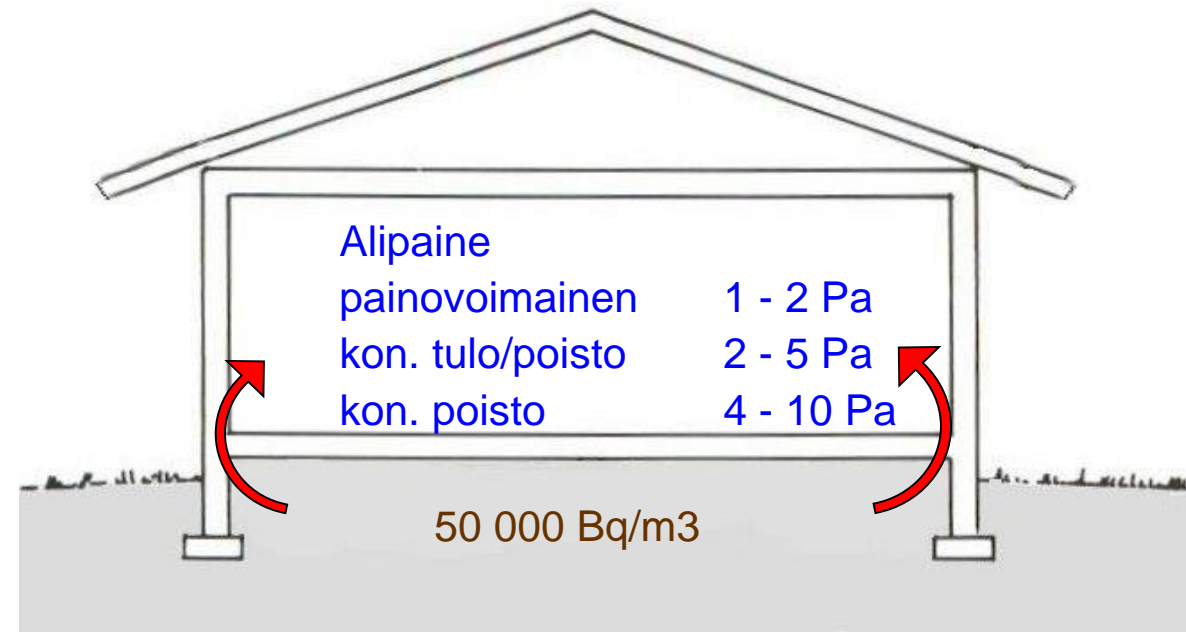
Maaperän radonpitoinen ilma virtaa sisätiloihin

- **Pienikin rako riittää** virtauksen syntymiseen
- Maaperän läpäisevyys vaikuttaa ratkaisevasti vuotovirtauksen suuruuteen
 - Karkeilla soramailla virtaukset suuria
 - Karkeat täyttöaineet edistävät virtauksia
- **Pienikin virtaus riittää** nostamaan radonpitoisuuden yli uusien talojen enimmäisarvon 200 Bq/m^3



Paine-ero

- Virtauksen aiheuttaa rakennuksen alipaineisuus, joka johtuu
 - lämpötilaero ulkoilman ja sisäilman välillä (myös tuulella on vaikutusta)
 - koneellisesta ilmanvaihdosta (kon. tulo ja poisto ilmanvaihto on säädetty aikaisemmin alipaineiseksi)
- Hallinta vaikeinta, jos talossa on koneellinen poistoilmanvaihto

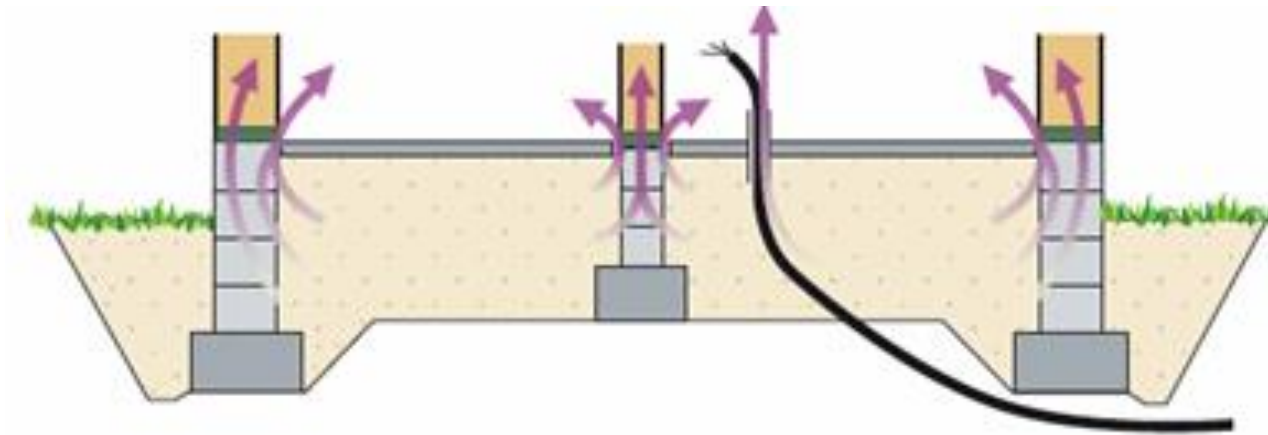


Selvityksiä ennen radonkorjausta

- Onko lattialaatan alle asennettu radonputkisto?
=> aktivoi putkisto poistopuhaltimen avulla
- Ilmanvaihto ja alipaineisuus
 - Tarkista toimiiko ilmanvaihto oikein
 - Onko suodattimet vaihdettu?
 - Koneellinen poisto kasvattaa eniten alipainetta
 - Betonielementtiseiniä tiiviys kasvattaa alipainetta
käytä ilmanvaihtoalan asiantuntijoita
- Talousvesi porakaivosta?
=> mittaa porakaivoveden radonpitoisuus
- Lattia- ja seinärakenteet, perustamistapa
- Onko rakentamisen yhteydessä tehty tiivistämistoimia?

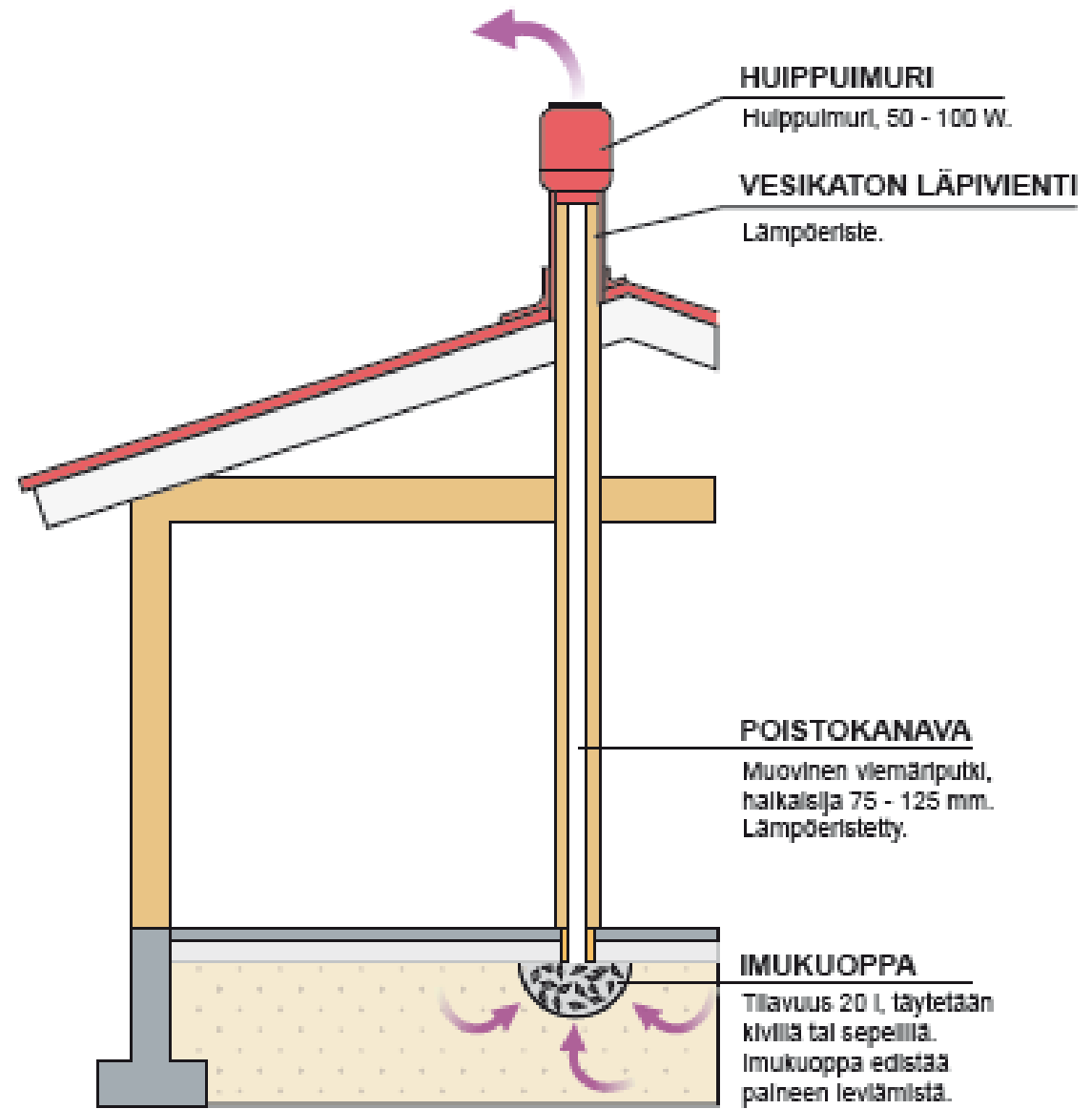
Radonkorjausten tavoite

- Estä maaperän ilman pääsy sisätiloihin



Radonimuri on tehokas korjausmenetelmä

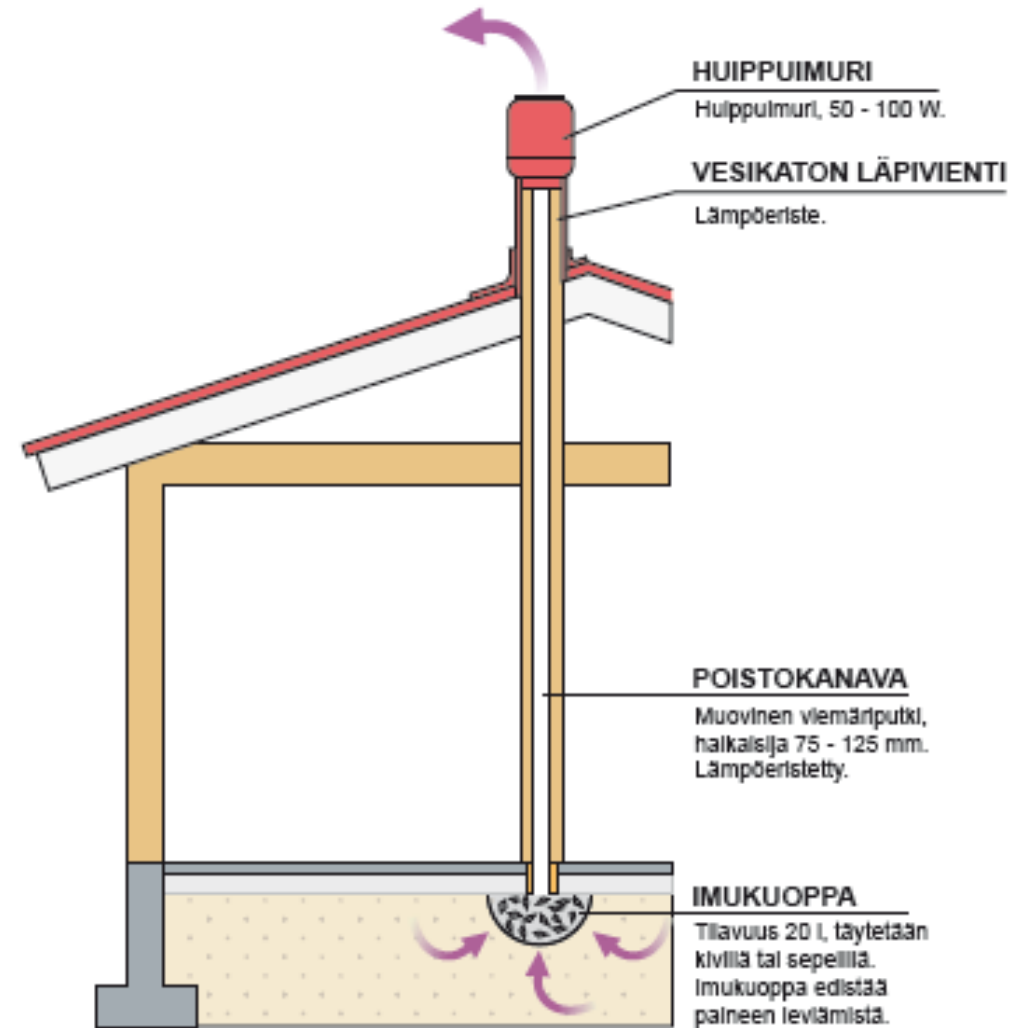
- tyypillisesti radonpitoisuus pienenee 70 - 90 %



Ennen radonimurin asennusta

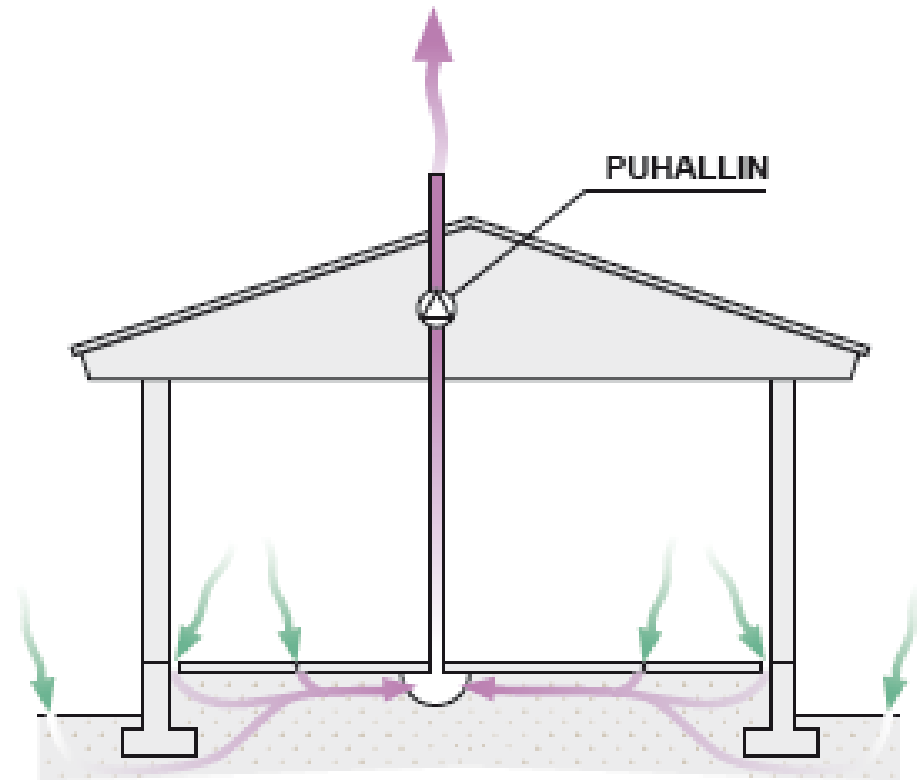
Selvitä

- Rakennusmaa, täyttöaineet
 - Imupisteen syvyys, sokkelinläpi tehty radonimuri
- Perustus
 - Imupisteiden lukumäärä ja sijoittelu
- Lattiarakenteet
 - **Kosteusvaurioiden riski, jos lattiassa on puinen koolattu rakenne!**



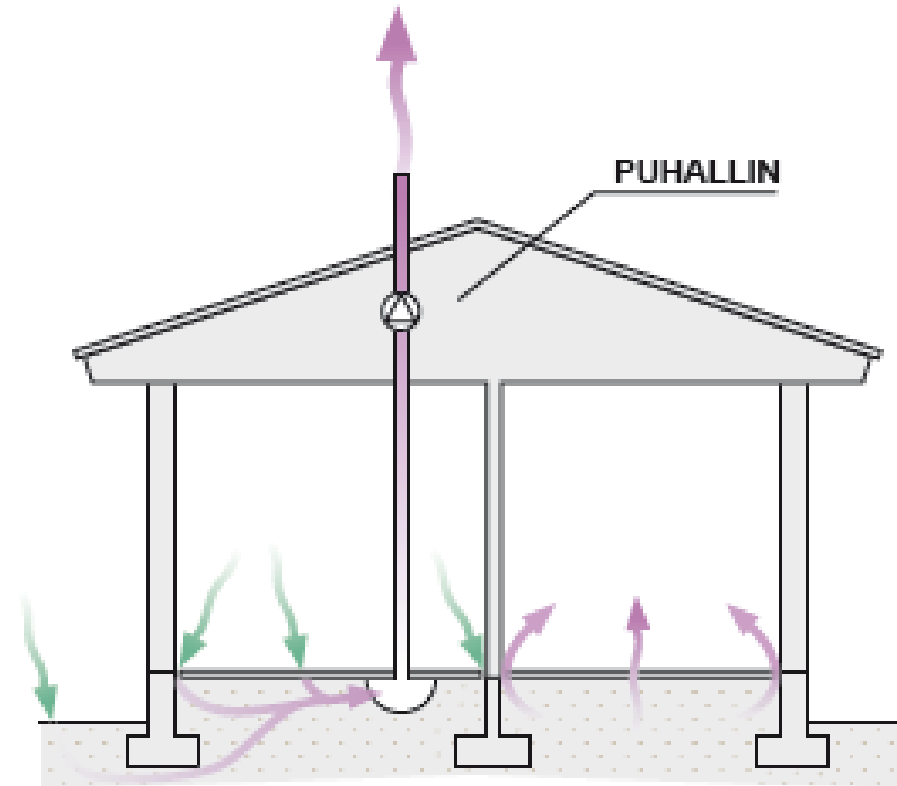
Radonimuri

- kasvattaa alipainetta laatan alla
- alentaa huokosilman radonpitoisuutta



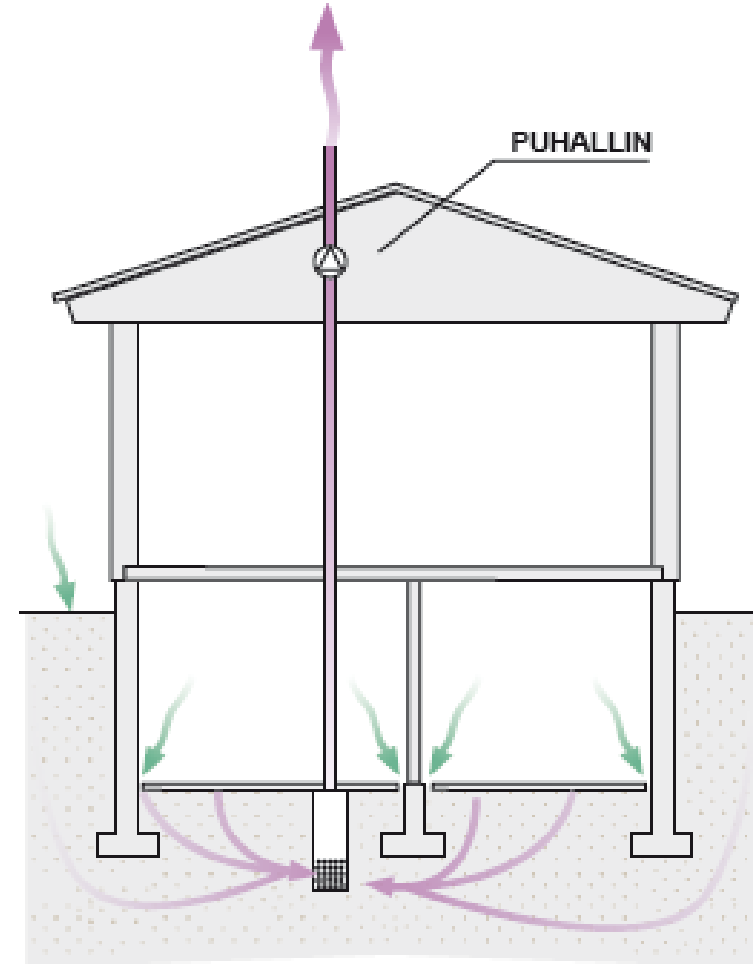
Radonimuri

- perustuksen lohkot vaikuttavat toteutukseen



Radonimuri, syvä imupiste

- Imukuoppa on mahdollista ulottaa läpäisevässä maassa perustusten alapuolelle
- Maaperän perustuksen alapuolella imukuopan syvyydellä tulee olla kyllin läpäisevää, kuten soraa tai hiekkaa



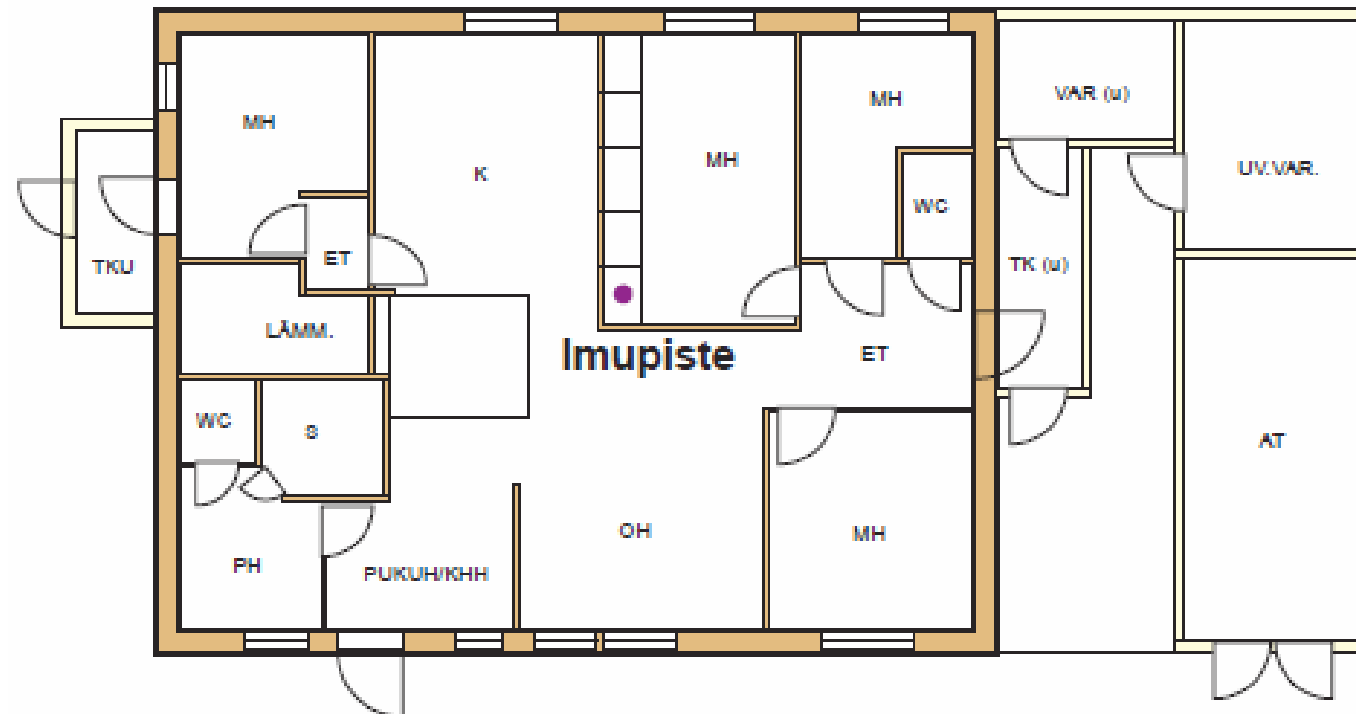
Radonimuri, imupisteen sijoitus

- Kantava väliseinä jakaa asuintilan kahteen lohkoon
=> kaksi imupistettä

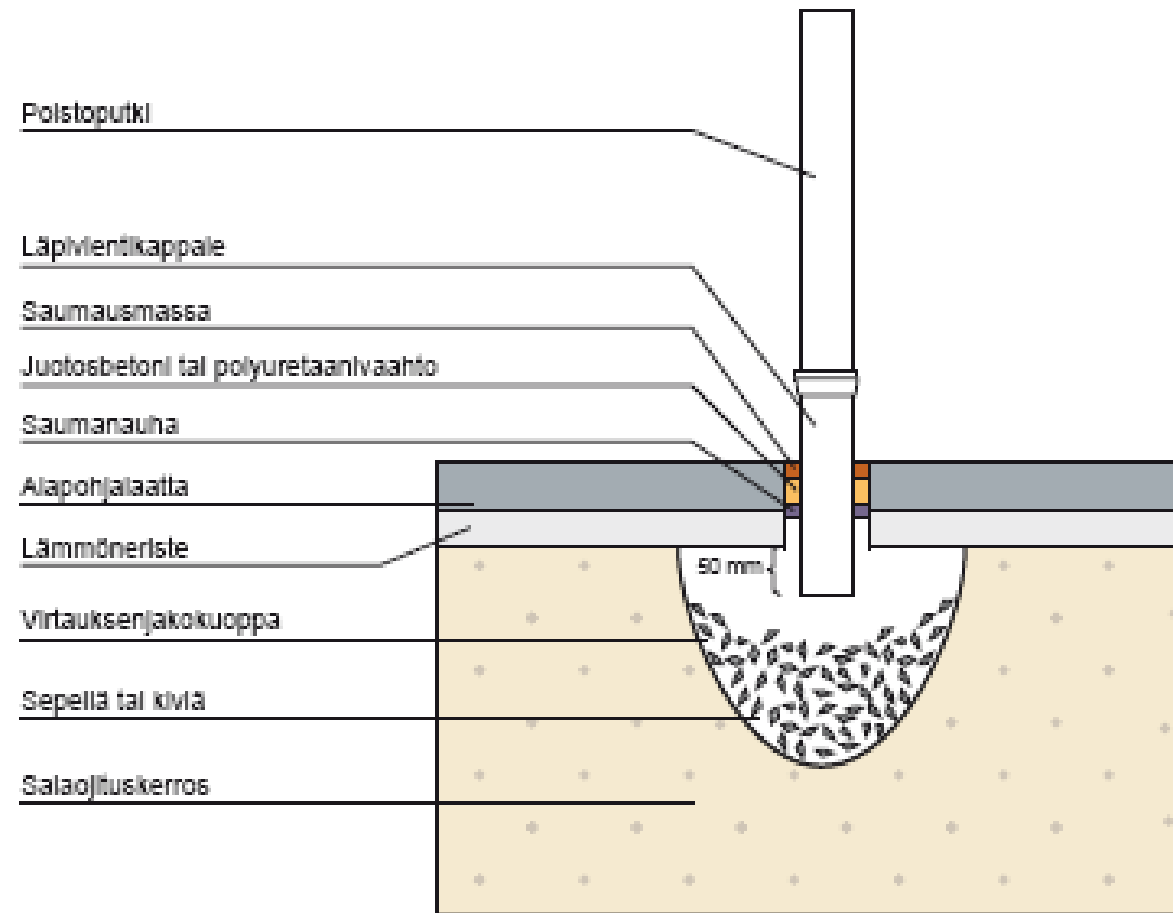


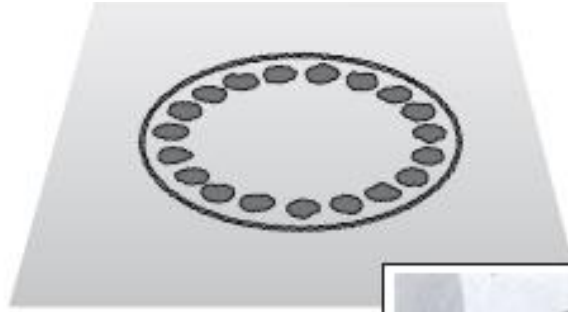
Radonimuri, imupisteen sijoitus

- poistoputki kaapistossa
- Imupisteen paras paikka kyseisen lattialohkon keskellä
- Imupisteen välittömässä läheisyydessä (1,5...2 m) olevat saumat ja halkeamat on tiivistettävä



Radonimuri, imukuopan rakenne





STUK-A252



Radonimuri, imukuopan läpivienti

- (poralla ja piikkaamalla)
- timanttikoralla



raksalla24h.blogspot.fi

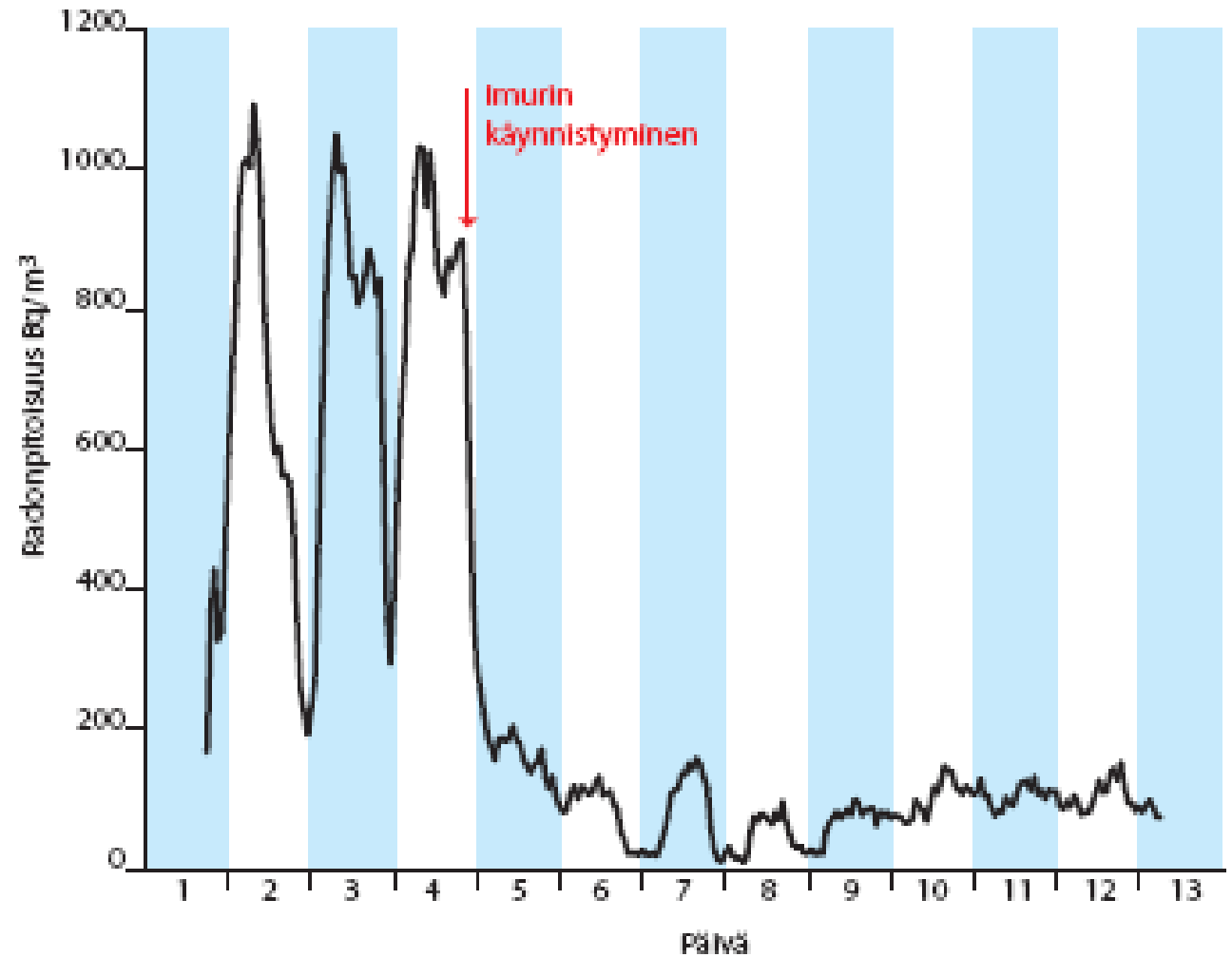
Radonimurin poistopuhallin

- Huippuimuri katolle
- Päällä koko ajan
- Ilmamäärän oikea mitoitus tärkeä, ohjeet STUK-A252
- Toiminnan tarkistaminen vähintään kerran vuodessa
 - Tuleeko ilmaa?
 - Hälytysjärjestelmä
 - Merkkivalo sähkötauluun
 - Painemittari



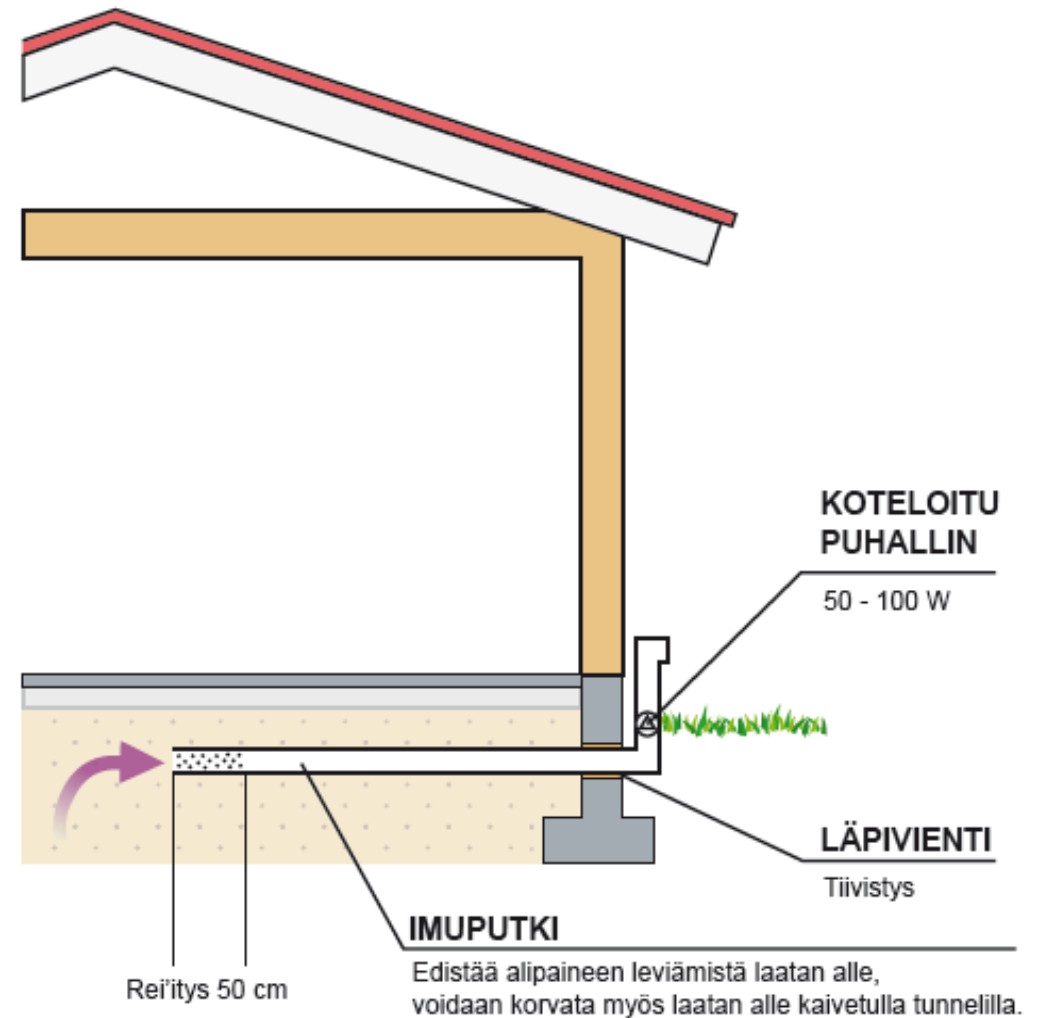
Radonimuri

- Radonpitoisuuden laskee tunnin parin aikana imurin käynnistämisen jälkeen



Radonimuri, toteutus sokkelin läpi

- Laatan ja sokkelin liitos lähellä imukanavaa tiivistettävä
 - Mahdollisuus merkittäviin ilmavuotoihin
- Ilmavirtojen mitoitus
- Mahdollisuus paikallisiin kylmähaittoihin
- Imuputken pää ei saa osua tiiviiseen maaperään
- Poistopisteen etäisyys ikkunoista ja venttiileistä sekä oleskelualueista

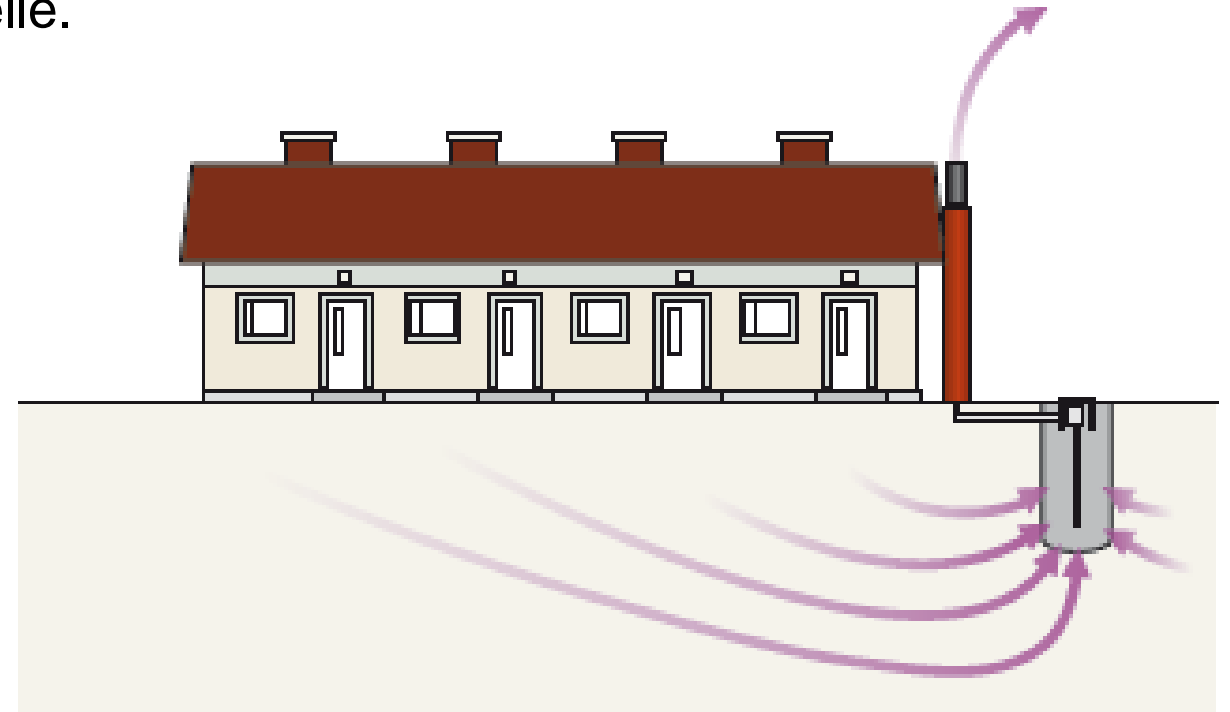


Radonimurin toiminnan tehostaminen

- Poistoilmamäärän kasvattaminen
- Imupisteiden määrän lisääminen
- Imupisteen tyypin muuttaminen
 - Matala imupiste syväksi
- Rakenteiden tiivistäminen
- Ilmanvaihtotekniset toimenpiteet
- Maanvastaisen ilmatilan ilmanvaihdon tehostaminen
 - Esim. kellari, jossa on maalattia

Radonkaivo

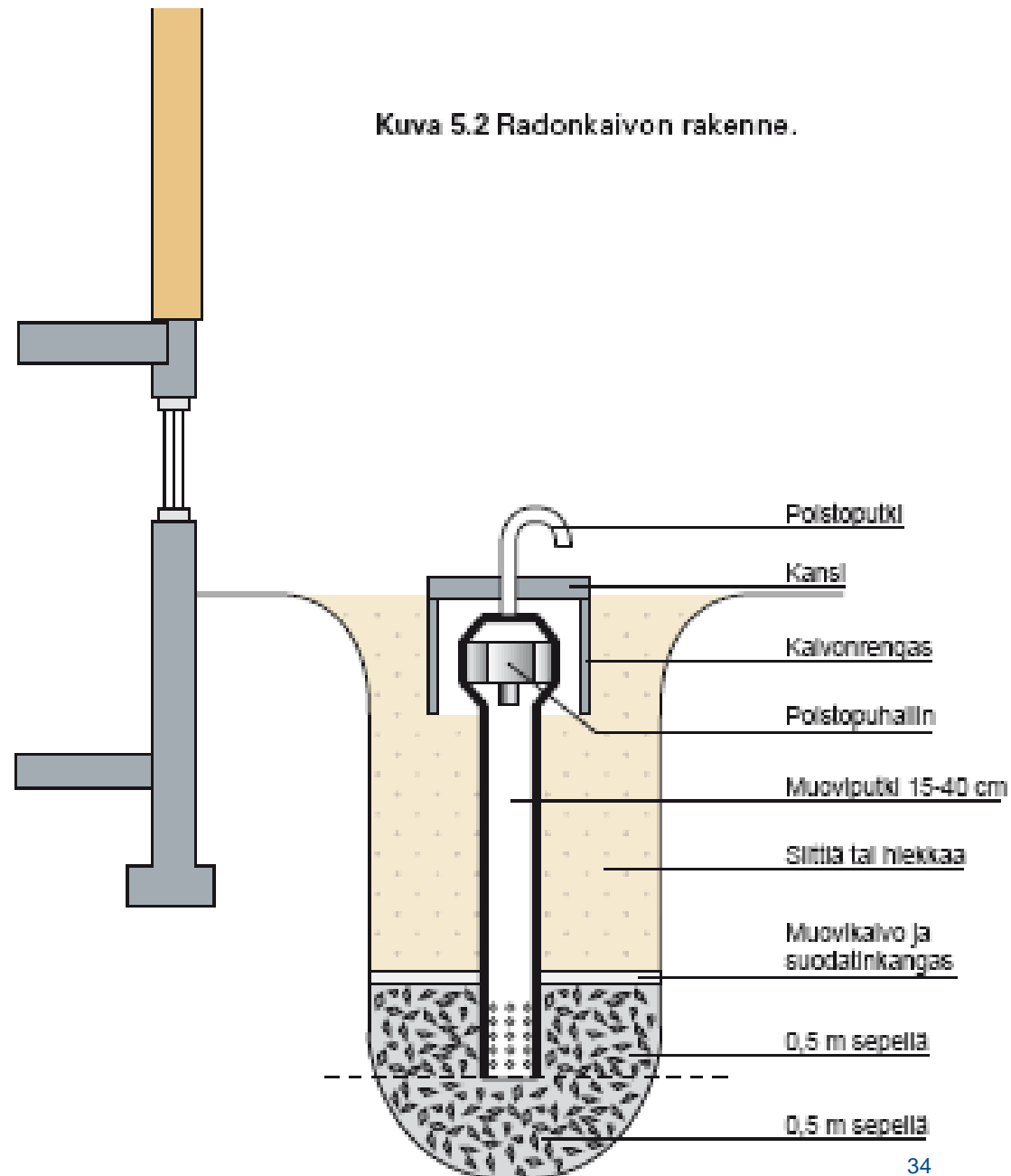
- Soveltuu vain karkeille sora- ja hiekkamaille
- Alentaa huokosilman radonpitoisuutta laajalla alueella sekä vaikuttaa radonin kulkeutumiseen maaperässä
- Huom! Sijoitus tontilla: **keskelle ja lähelle rakennusta**. Jos talo rinteessä, radonkaivo ylärinteen puolelle.
- Talon pätyyn sijoitettuna toiminta voi olla puutteellista, mutta se on usein helpoin paikka
- Soveltuu erityisesti rivi- ja pari taloihin, mutta myös omakotitaloihin



Radonkaivo

- Tyypilliset alenemat 70-90%
-
- Imurin teho 150 - 300 W
- Syvyys 4-5 metriä

Kuva 5.2 Radonkaivon rakenne.



Esim. Radonkaivo Hollola

- 20 asuntoa
- 2 kaivoa
- alenema 88 %, ka



Pitoisuus ennen korjausta, Bq/m³

Pitoisuus korjauksen jälkeen, Bq/m³

| | | | | |
|------|---|-----|-----|------|
| 2720 | - | 740 | 710 | 1270 |
| 420 | - | 130 | 70 | 40 |

● Kaivo 1

| |
|------|
| 850 |
| 80 |
| 1120 |
| 30 |
| 540 |
| 90 |
| 850 |
| 90 |
| 1190 |
| 280 |
| 820 |
| 100 |

| |
|------|
| 1070 |
| 40 |
| 1330 |
| 70 |
| 780 |
| 120 |
| 550 |
| 220 |
| 110 |
| 70 |

● Kaivo 2

| | | | |
|-----|-----|------|-----|
| 870 | 990 | 2080 | 240 |
| 20 | 60 | 20 | 120 |

Rakenteiden tiivistäminen

Tiivistettäviä vuotokohtia

- **lattian ja sokkelin välinen rako**
- lattian ja kantavien väliseinien liitos
- läpiviennit laatussa
- maanvastaiset kevytsoraharkkoseinät, ohutrappaus
- maapohjainen kellari tai varasto, betonilattia

Tiivistykset betonipintoja vasten

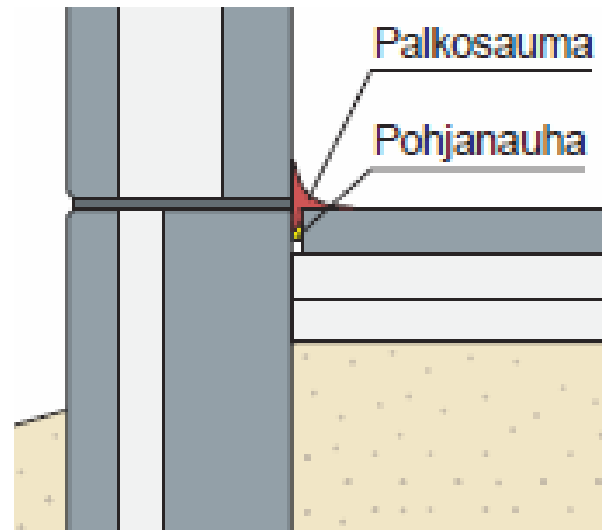
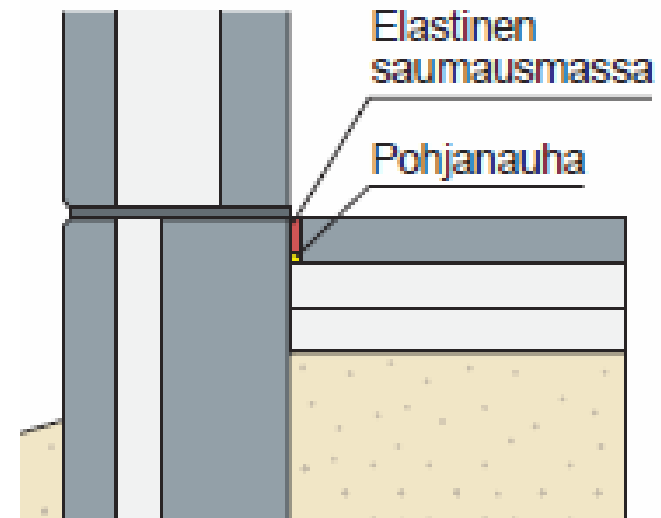
- Riittävän isot tartuntapinnat, pintojen puhdistus

Tulokset vaihtelevia

Radonpitoisuuden pienenee tyypillisesti 10 - 50 %

Rakenteiden tiivistäminen

- sauman oltava puhdas ja riittävän avara
- tarvittaessa pohjanauha
- myös palkosauma mahd., jos riittävät kiinnityspinnat



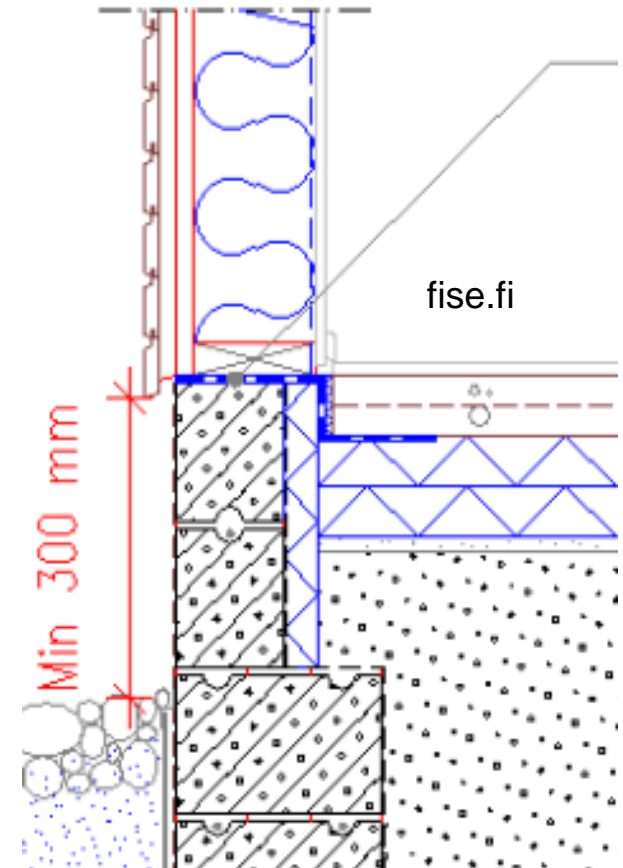
Rakenteiden tiivistäminen

Käytettyjä saumausaineita

- polyuretaanipohjaiset **elastiset** saumausaineet
- vedeneristysmassat
- muut kaupalliset tiivistysjärjestelmät

Haasteet

- rakojen täydellinen tiivistäminen voi olla työlästä
- harkkosokkelin tiivistäminen lähes mahdotonta ja rakojen tiivistäminen auttaa vain vähän
- puurunkoisissa taloissa tiivistykset betonipintoja vasten
 - Huom. Lämmöneristeet, valesokkelit, yms



Rakenteiden tiivistäminen

- Epäonnistunut tiivistäminen



Rakenteiden tiivistäminen

- Vedeneristysmassalla tehty onnistunut tiivistystyö



Rakenteiden tiivistäminen

- Koko asunnon kattava tiivistystyö, imurin toiminta puutteellista



Läpivientien tiivistäminen



Esimerkki

- Yhden ainoan läpiviennin tiivistäminen laski olohuoneen radonpitoisuuden tasolta 600 Bq/m^3 tasolle 60 Bq/m^3
- Lattia-sokkeli-liitos oli tiivistetty rakennusvaiheessa kumibitumikermillä

Tiivistämätön päävesijohto

Voidaan helposti tiivistää laittamalla putkeen sopivaa pohja-ainetta.
Tämän jälkeen tiivistetään sopivalla elastisella aineella 1-2 cm matkalta.
Mahdollisen salaojaputken aukot tiivistettävä.



Radonkorjauksia tekeviä yrityksiä

<http://www.stuk.fi/aiheet/radon/radonkorjauksia-ja-radonturvallisia-perustuksia-tarjoavia-yrityksia>

n. 50 yritystä, ovat osallistuneet STUKin radonkorjauskoulutukseen (päivän koulutustilaisuuteen)

**Radonkorjaus
kannattaa
kilpailuttaa.
Huom. Takuu.**

The screenshot shows the STUK website interface. At the top, there is a navigation bar with a menu icon, the STUK logo, a search bar containing the text "Hae sivustoilta, henkilöistä tai julkaisuista...", and language options for "Yhteystiedot", "Selkosivut", "FI", "SV", and "EN". Below the navigation bar is a large blue banner with the word "Radon" and an image of radon detectors. To the left of the main content area is a sidebar with a dropdown menu showing "STUK.fi", "Aiheet", and "Radon". The main content area displays the breadcrumb "STUK.fi > Aiheet > Radon > Radonkorjauksia ja radonturvallisia perustuksia tarjoavia yrityksiä" and the title "Radonkorjauksia ja radonturvallisia perustuksia tarjoavia yrityksiä". Below the title, there is a link "På svenska" and a paragraph of text: "Alla olevassa taulukossa on listattu yrityksiä, jotka ovat ilmoittaneet Säteilyturvakeskukselle tarjoavansa radonkorjauspalveluita. Suuri osa yrityksistä on osallistunut Säteilyturvakeskuksen järjestämään radonkorjauskoulutukseen."

Radonkorjausten hinta-arvioita

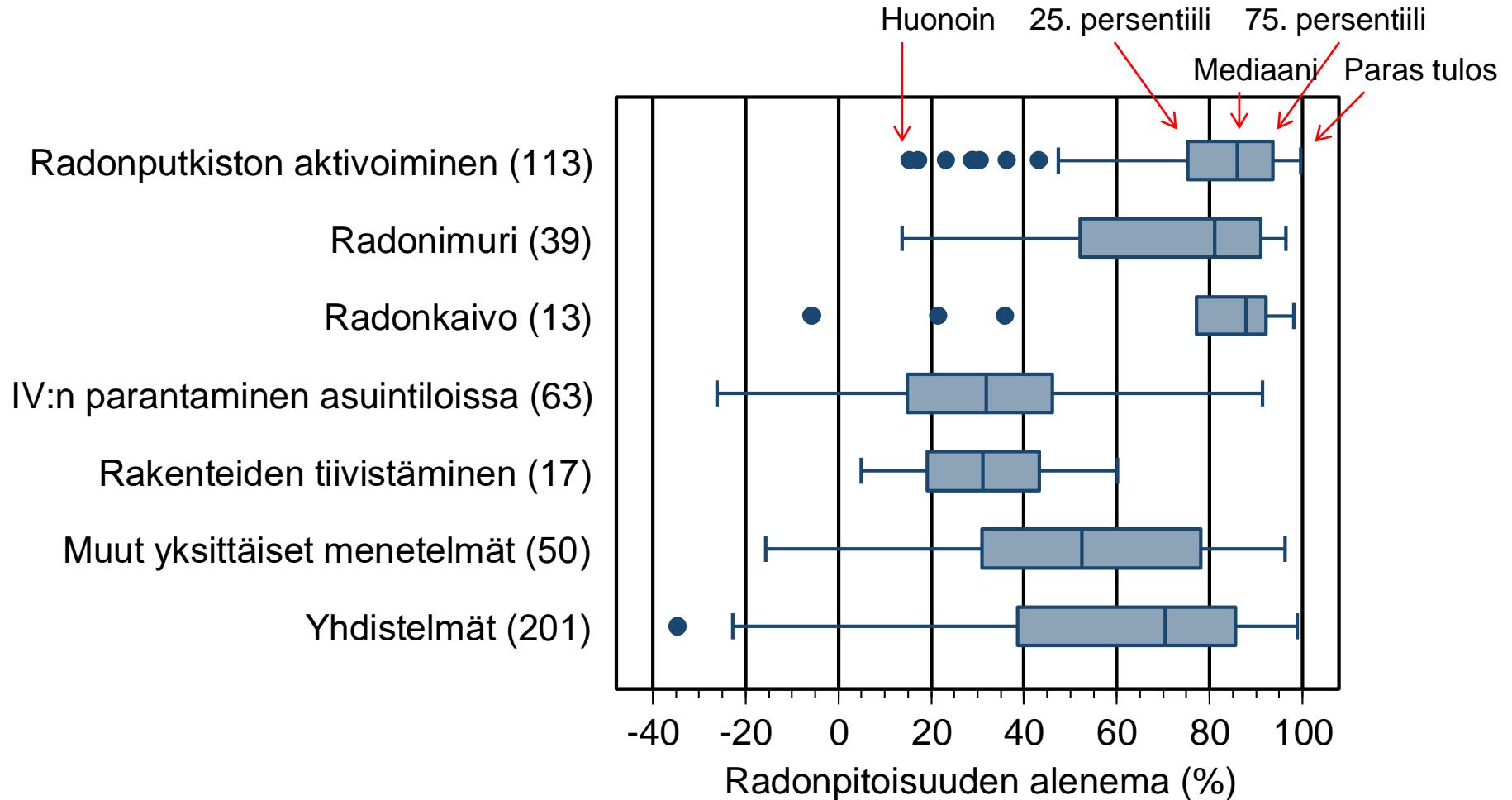
v. 2012 hintataso

| Korjausmenetelmä | Tarvikkeet euroa | Kokonaiskulut, hinta-alue euroa |
|--|----------------------|---------------------------------|
| Radonimuri lattian läpi, yksipisteimuri | 500–650 | 2000–3500 |
| Radonimuri lattian läpi, monipisteimuri | 550–800 | 2200–5500 |
| Radonimuri sokkelin läpi | 250–450 | 2200–4500 |
| Radonkaivo | 500–1000 | 2800–5000 |
| Vuotojen tiivistäminen | 50–200 ¹⁾ | ¹⁾ |
| Ulkoilmaventtiilien asennus, 4 venttiiliä | 150–250 | 700–1000 |
| Tulo- ja poistoilmanvaihto, järjestelmän asennus | 3500–5000 | 9000–15000 |
| Poistoilmanvaihtojärjestelmän asennus | 1100–1700 | 2800–6000 |

- Työn osalta kotitalousvähennys verotuksessa !

Korjausmenetelmien tehokkuus

- Kyselytutkimus 2012, 496 pientaloasuntoa



Yhteenveto

- Suunnittele ja kilpailuta radonkorjaus huolella
- Tarkista ja arvioi aina ensin itse, että ilmanvaihto toimii riittävän hyvin. Tarvittaessa tehosta sitä ja käytä apuna ammattilaista.

Matalaperustainen talo, maanvarainen laatta

- Radonimuri tai -kaivo ensisijainen menetelmä
- Tarvittaessa tehostamistoimia (tiivistäminen, alipaine)
- Ilmanvaihdon tehostamisella tai alipaineisuuden vähentämisellä vain harvoin saavutettu yksinään korkeita alenemia (yli 50 %)
- Tiivistäminen yksinään on erittäin vaativa toimenpide, jos tavoitteena on yli 50 % alenema

Kellarillinen talo ja rinnetalo

Edellisen sivun lisäksi:

- Ilmanvaihdollisesti erillinen kellari antaa mahdollisuuden kellarin ilmanvaihtoon perustuvaan korjaukseen
- Maanvastaisten harkkoseinien tiivistämistarve?
- Kellariin rajoittuvat varasto- ja tekniset tilat voivat olla merkittäviä vuotoreittejä

Yhtenäinen reunavahvistettu laatta

- Tarkista läpiviennit
- Halkeamat voivat lisätä vuotoja

Tuulettuva alapohja

- Tuulettuvan tilan ilmanvaihdon varmistaminen ja tehostaminen
- Alapohjan läpivientien tiivistäminen
- Rakennuksen alipainesuhteiden tarkistaminen

Lisätietoja

- Radonkorjausopas: Asuntojen radonkorjaaminen, STUK-A252
www.stuk.fi/radonkorjausopas

Palautetta

- olli.holmgren@stuk.fi
- Puh. 09 759 88 555

- Palautekysely



SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

