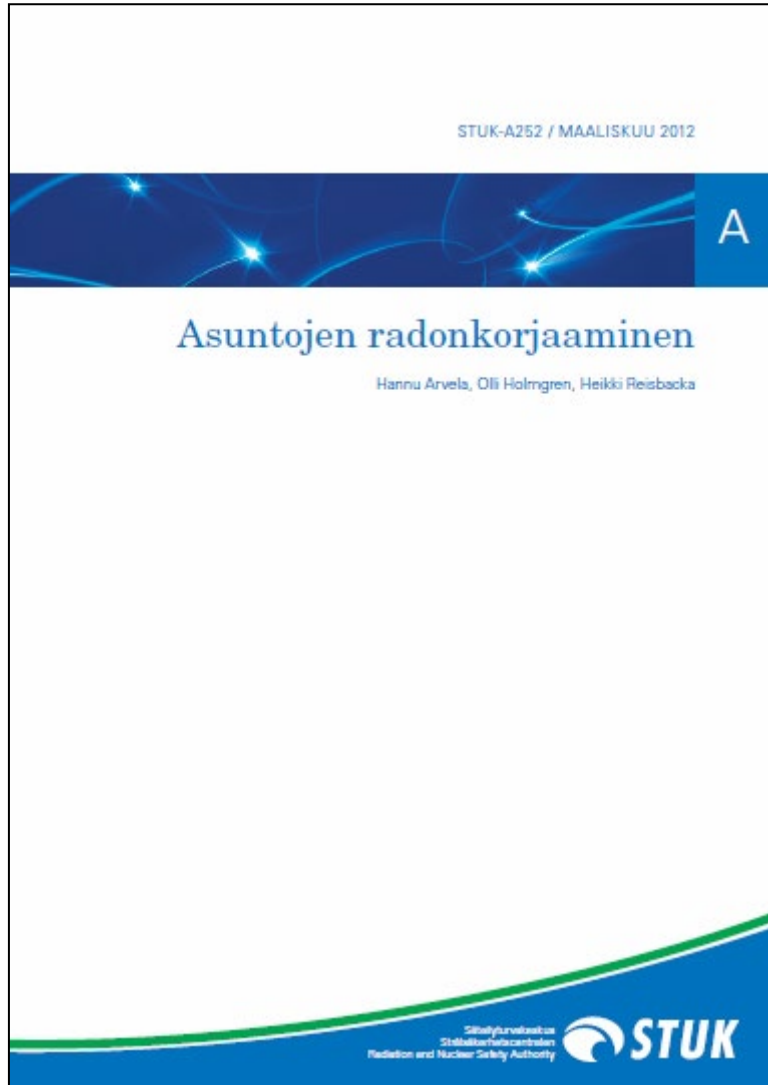




# **Radonimurin suunnittelu ja toteutus**

**Radonkorjauskoulutus, Vantaa 29.11.2023**  
**Olli Holmgren**



# Radonkorjausopas

Asuntojen radonkorjaaminen

STUK-A252

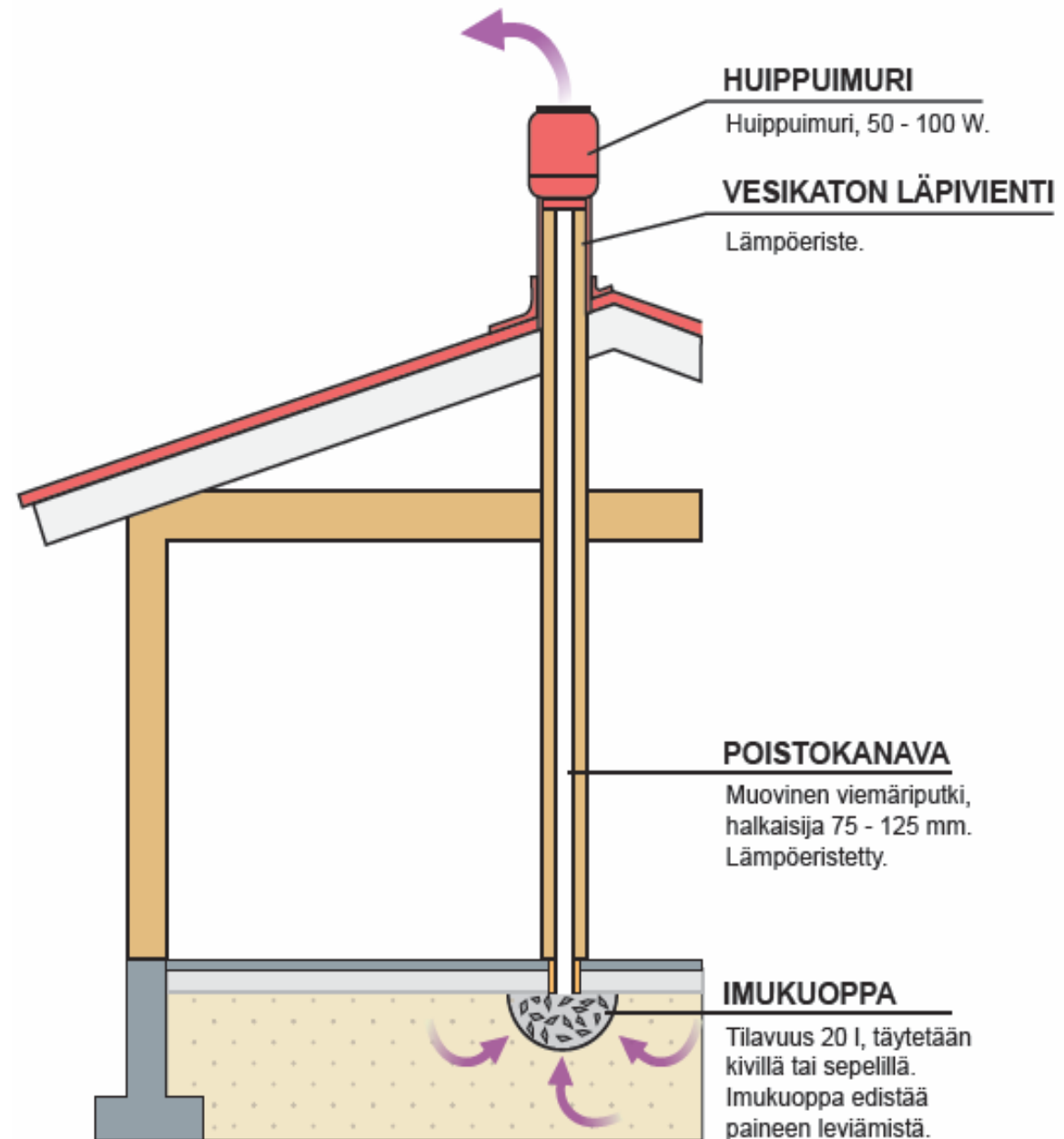
- Imuriohjeistuksessa on hyödynnetty:  
Pien- ja rivitalojen radontekninen  
korjaus – Imupistemenetelmä,  
Ympäristöministeriö 1996

# Asunnon tutkiminen ennen korjausta

- Radonmittaus
  - Kuinka iso pitoisuus?
  - Radonpitoisen ilman vuotopaikat?
- Ilmanvaihdon tarkistaminen
- Rakennusvuosi
  - Onko radonputkisto asennettu?
- Rakennusmaa, täyttöaineet
  - Imupisteen syvyys, sokkelinläpi tehty radonimuri
- Perustus, kantavat väliseinät
  - Imupisteiden lukumäärä ja sijoittelu
- Lattiarakenteet
  - Kosteusvaurioiden riski, jos puinen koolattu rakenne!

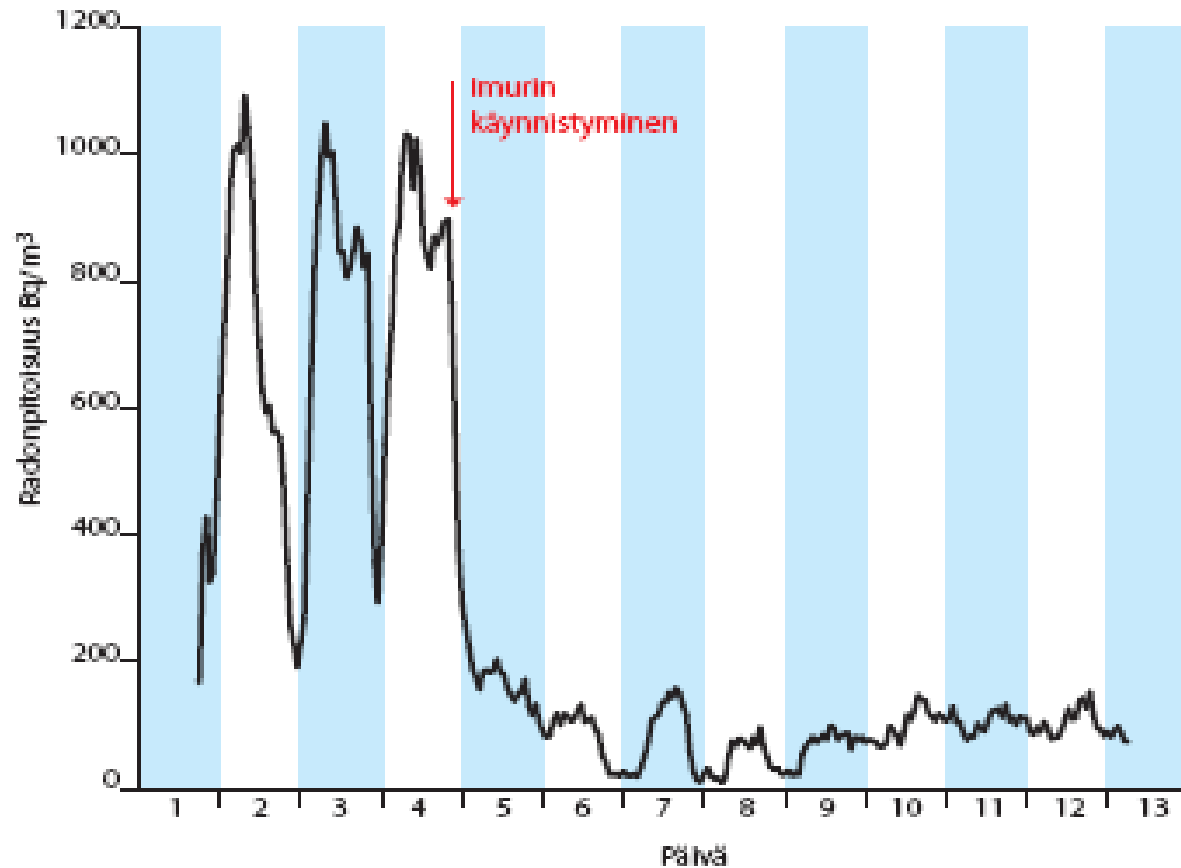
# Radonimurin toteutus

- tyypilliset alenemat 70-90 %



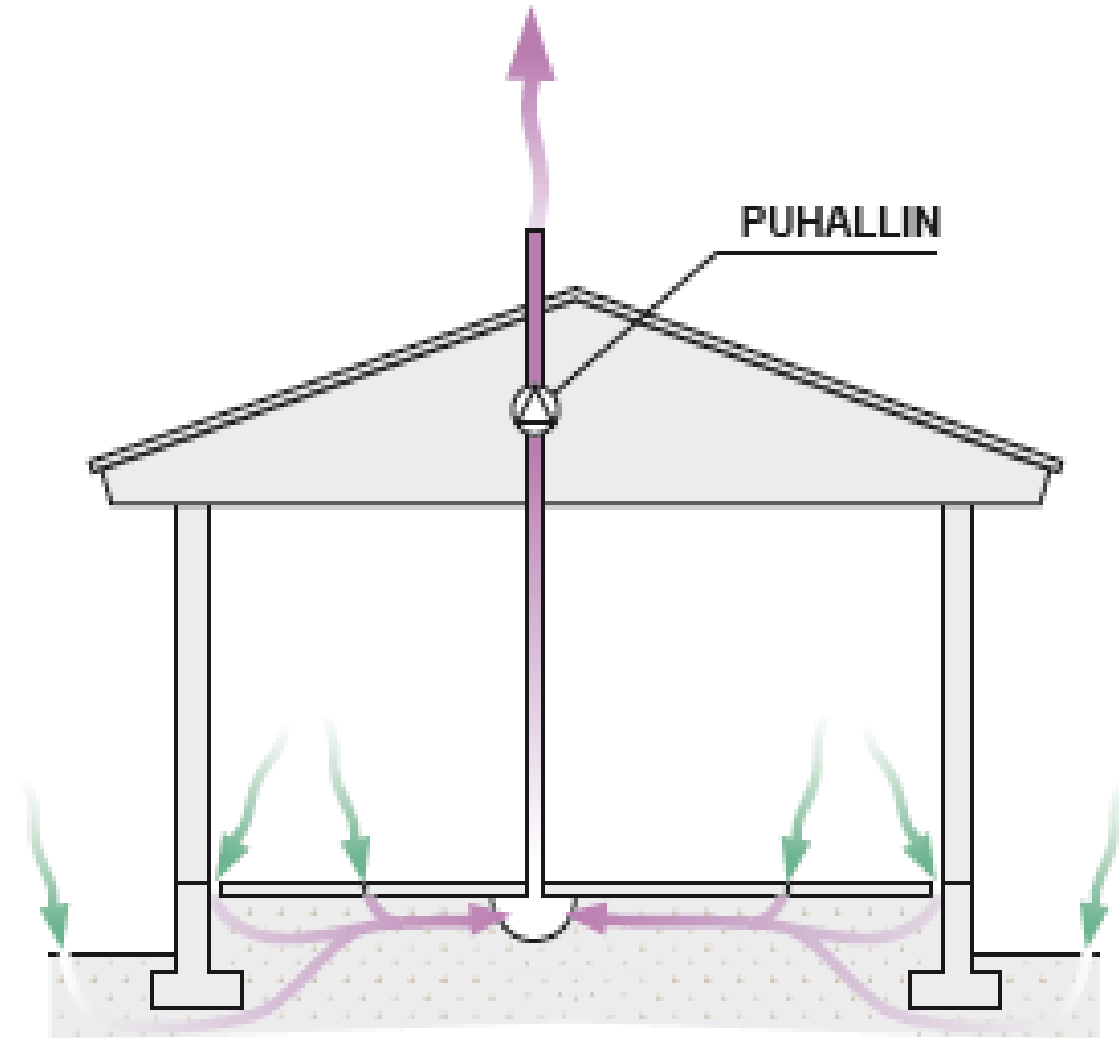
# Radonimuri

- pitoisuuden aleneminen imurin käynnistyessä



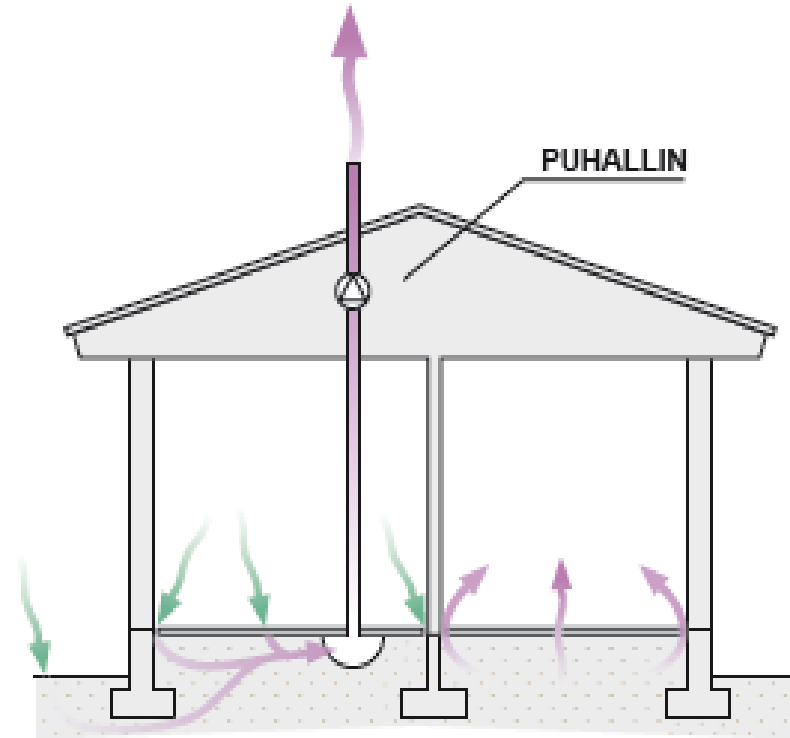
# Radonimuri toimintaperiaate

- Aiheuttaa alipaineen laatan alle
- Alentaa huokosilman radonpitoisuutta



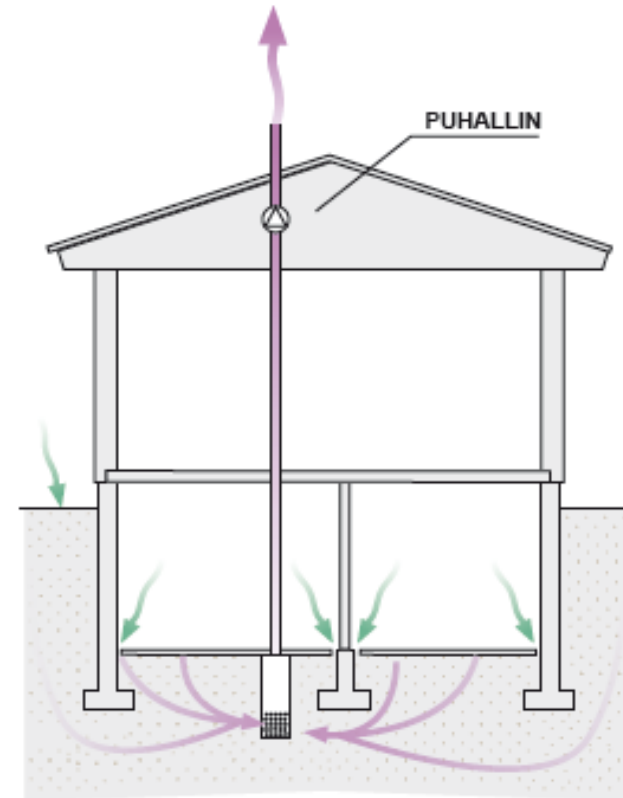
# Radonimuri ja kantavat väliseinät

- kantavien väliseinien perustukset 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



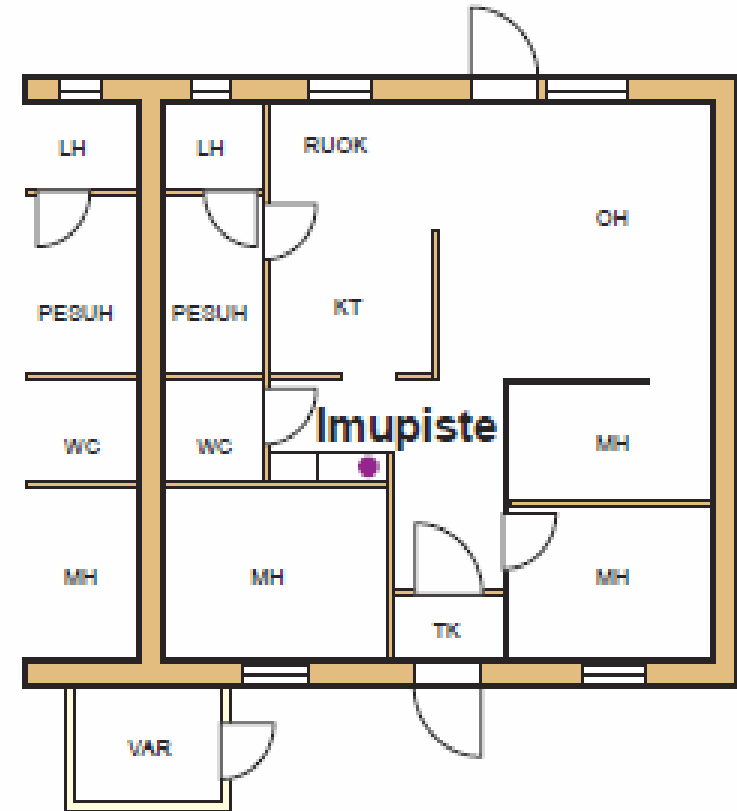


# Radonimuri, imupisteen sijoitus

- **Jokainen kantavien väliseinien** (omat perustukset) jakama **lohko tarvitsee oman imupisteen**
- Useimmiten kuitenkin näistä lohkoista yksi tai kaksi ovat asuintilojen radonpitoisuuden kannalta merkittävimpiä
- **Yksi imupiste on useimmiten riittävä** pinta-alaltaan 120 m<sup>2</sup> tai pienemmälle yhtenäiselle lohkolle
- Yleensä imupistettä ei tarvitse sijoittaa asuintiloista ilmanvaihdollisesti erillään oleviin varastotiloihin
- Käyttämällä syvää imupistettä voidaan imupisteiden määrää vähentää.

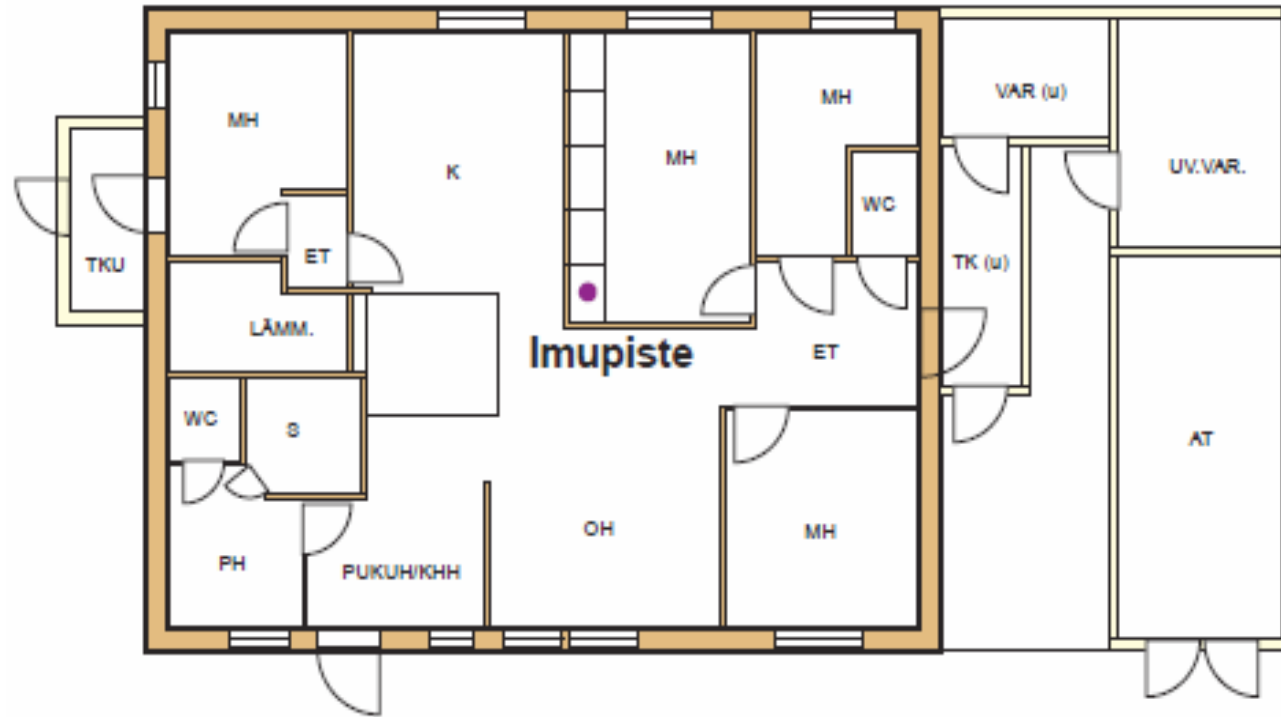
# Radonimuri, imupisteen sijoitus

- Etäisyyden ulkoseinistä tulisi olla matalassa imupisteessä vähintään **1,5 m**, syväälle imupisteelle 1,0 m.
- Etäisyys kantavista alapohjarakenteen läpäisevistä väliseinistä tai uunin perustuksista **vähintään 0,5 m**.
- **Imupisteen paras paikka on kyseisen lattialohkon keskialueella.**
- Imupisteen välittömässä läheisyydessä (**1,5...2 m**) olevat **saumat ja halkeamat on tiivistettävä.**



# Radonimuri, imupisteen sijoitus

- poistoputki kaapistossa

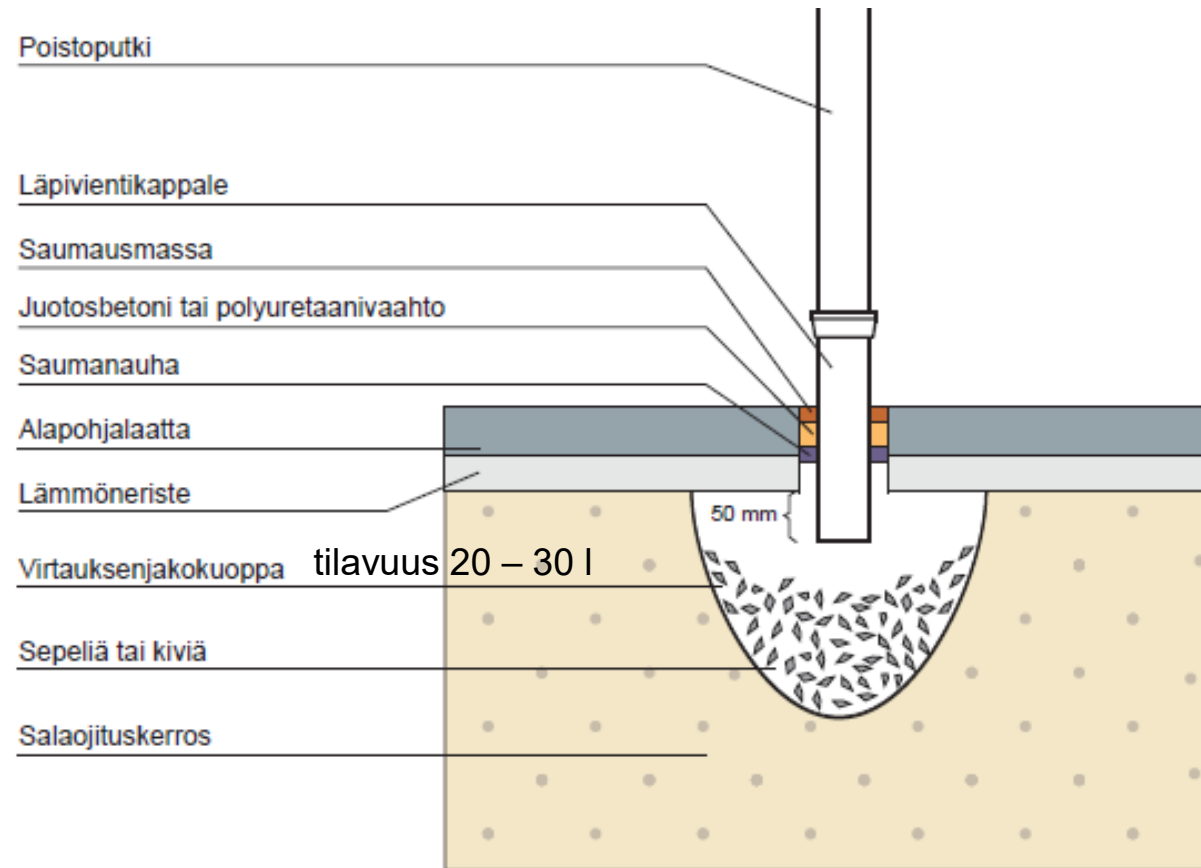


# Radonimuri, imupisteen sijoitus

- kantava väliseinä jakaa asuintilan kahteen lohkoon
  - => kaksi imupistettä

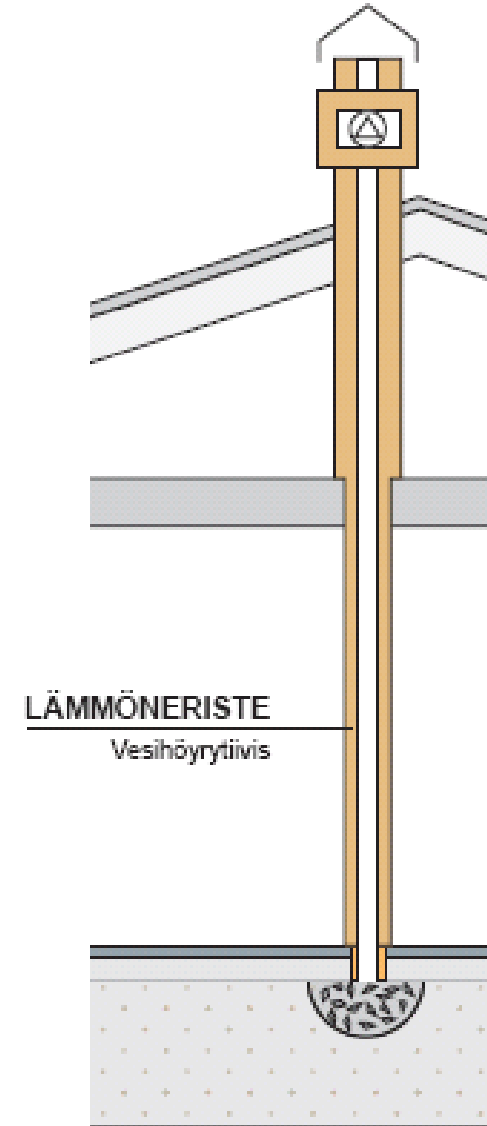


# Radonimuri, imukuopan rakenne



# Radonimurin poistokanava

- Huonetilan osalta **alipaineistettu**
- **Lämmöneristetty**  
(kosteuden tiivistyminen, radonimurin jäätyminen)
- Suunnittelussa ja asennuksessa noudatettava ilmanvaihtokanaviston asennuksesta annettuja ohjeita
- Vaakavetojen kallistukset siten, että **kondenssivedet** pääsevät valumaan takaisin maaperään



# Radonimurin poistopuhallin

- Huippuimuri katolle
  - Poistoilma hyvin radonpitoista (tyypillisesti 30 000 – 100 000 Bq/m<sup>3</sup>)
  - Kondenssi/jääpuikot
- **Pidetään päällä koko ajan**
- Toiminnan tarkistaminen vähintään kerran vuodessa
  - Tuleeko ilmaa?
  - Hälytysjärjestelmä tai mittari
    - Merkkivalo sähkötauluun
    - Painemittari, U-putkimanometri
    - Radonmittari

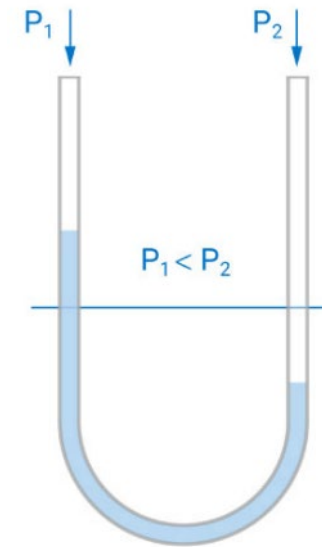


Image © 2019 EngineeringClicks



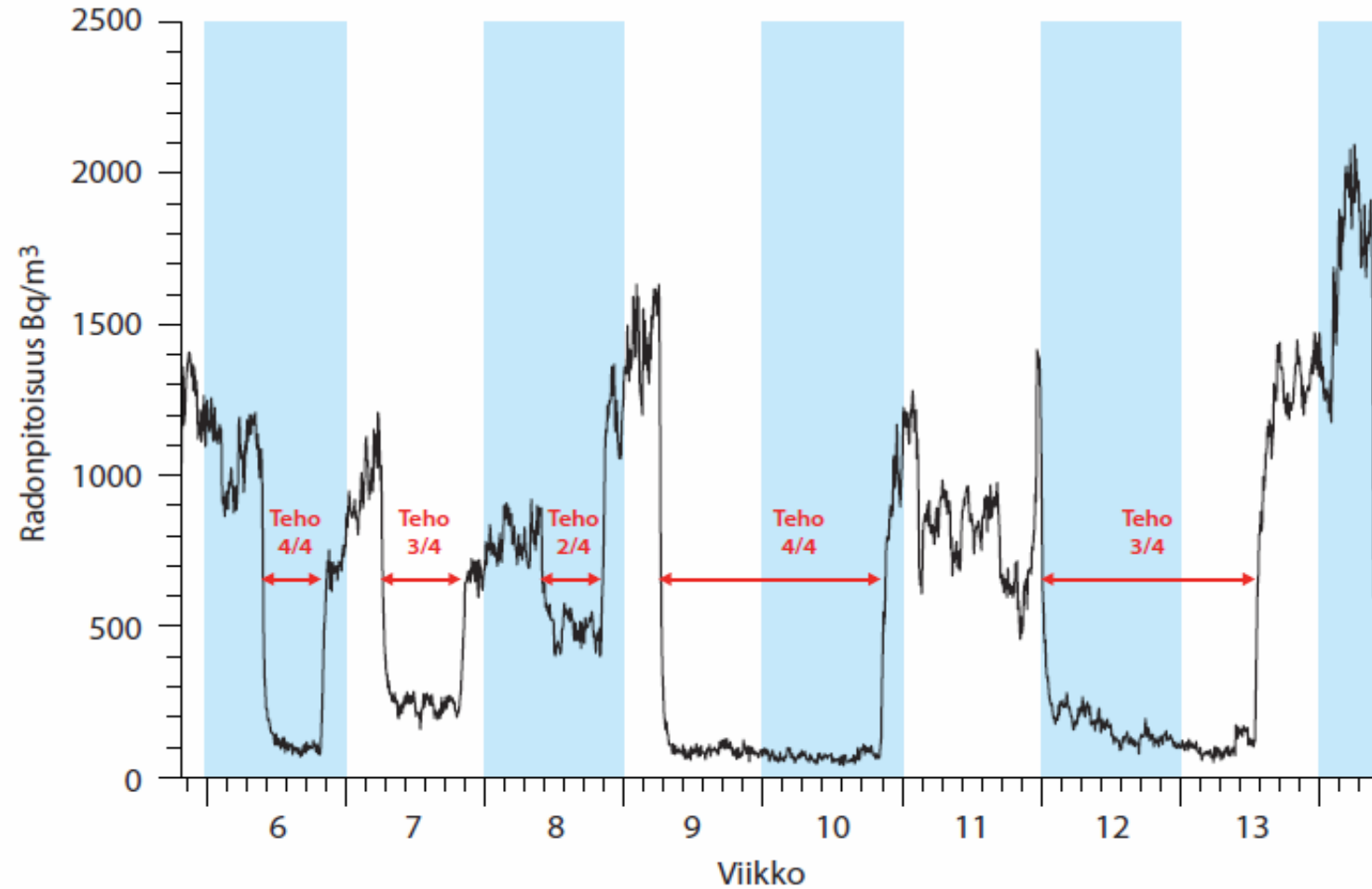
# Radonimuri, poistoilmamäärän mitoitus

- Huippuimurit ja puhaltimet voivat imeä suuria ilmamääriä
- Lattian lämpötila ja routimisriski mitoitusien taustalla
- Ilmavirtojen säätö säätöpelleillä tai sähköisellä säätömuuntajalla
  - muuntaja: säästöä sähkökuluissa

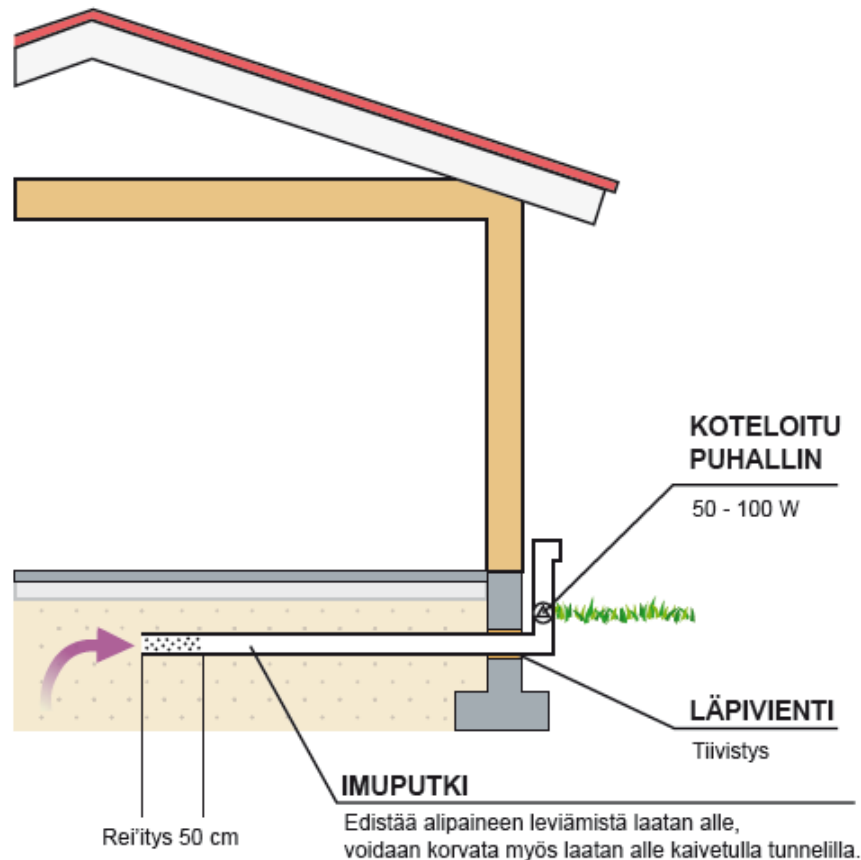
Mitoitustilanne	Ilmamäärä rakennuksen maanvastaista lattia- ja seinäneliömetriä kohden (100 m <sup>2</sup> kohden)	
	dm <sup>3</sup> /s tai l/s	m <sup>3</sup> /h
Mitoitusilmavirta	0,05 (5)	0,2 (20)
Toiminnan tehostus ilman virtaus-, lämpö- ja kosteusteknistä tarkastelua	0,08 (8)	0,3 (30)
Jos varmistutaan järjestelmän aiheuttaman virtauskentän tasaisuudesta	0,13 (13)	0,5 (50)



# Ilmavirran vaikutus radonpitoisuuteen



# 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
- Poistoputken paikka!  
(kts. radonkaivon poisto)

# Radonimuri ja salaojaputkisto

- On tiedossa kohteita, joissa on saavutettu hyviä tuloksia. Toisaalta joissakin tapauksissa tulokset huonoja.
- Käyttöä rajoittaa ilmavirran aiheuttamien  **kylmähaittojen**  mahdollisuus
  - Erityisesti jos salaojaputkisto on matalalla ja sokkelin lähellä on karkeata sepeliä
- Parhaat tulokset rinnetaloissa
  - putkisto kulkee syvällä
- Tarkastuskaivojen ja muun viemärijärjestelmän tulee olla riittävän tiiviitä tai kaukana imupisteestä

# Radonimuri, tehokkuus

**Tehokas menetelmä**, pitoisuusalenema tyypillisesti 70 – 90 %

**Hyvään lopputulokseen myötävaikuttaa:**

- Laatan pieni pinta-ala
- Yhtenäinen suorakulmion muotoinen laatta

**Imurin toimintaa vaikeuttaa:**

- Laatan monilohkoisuus ja imupisteiden liian pieni lukumäärä
- Imupisteen huono sijoitus laatan reuna-alueelle
- Imupisteen sijoitus lähelle seinärakennetta (esim. tiivistämätön harkkoseinä)
- Koneellisen ilmanvaihdon aiheuttama suuri alipaine
- Tiivis täytemaa, painekenttä ei leviä koko laatan alueelle.
- Liian ilmaa läpäisevä alapohjarakenne ja alkuperäismaa. Laatan alle ei synny alipainetta.

# Toiminnan tehostaminen

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

# Radonimuriesimerkki, Tampere

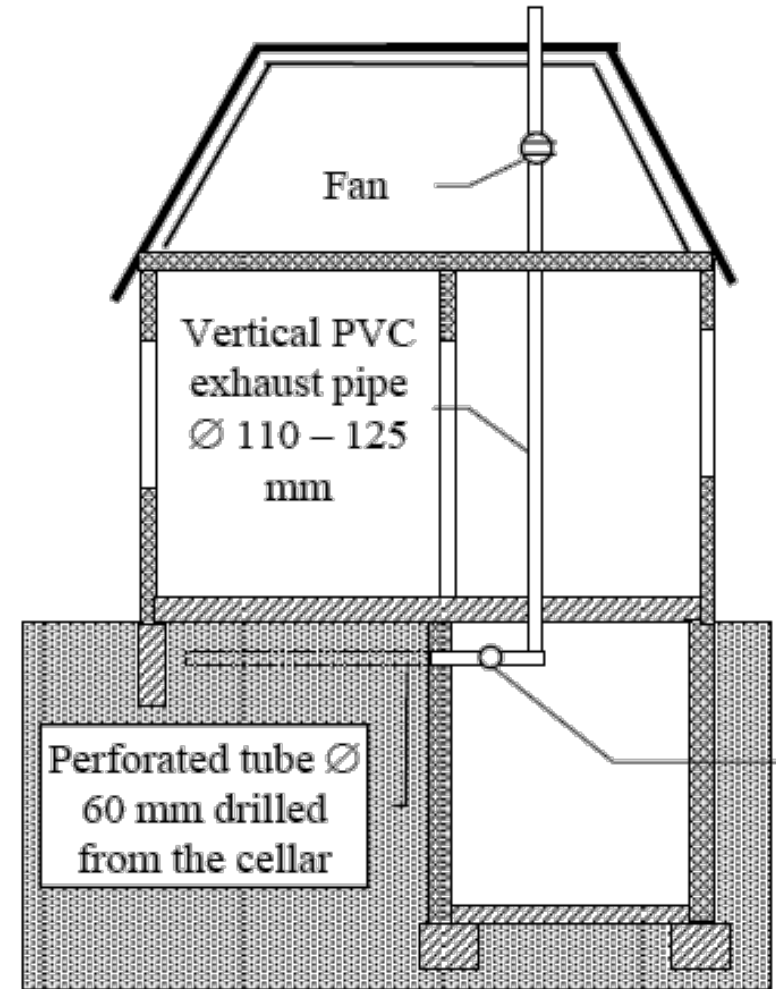
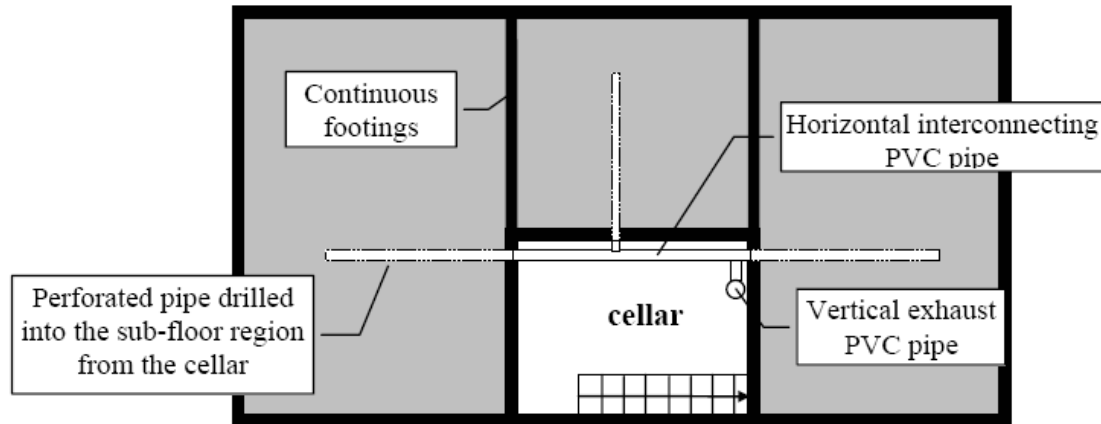
- Ongelmia ensimmäisessä korjauksessa:
  - Vuotava kanavapuhallin kellarissa (poistoputki ylipaineinen)
  - Matala imupiste lähellä kantavaa väliseinää
- Imupistettä syvennettiin, uusi imuri katolle ja tiilihormin sisälle viemäriputkea
- Radonpitoisuus
  - 1. mittaus 2000-4000 Bq/m<sup>3</sup>
  - 1. korjauksen jälkeen 500/1100 Bq/m<sup>3</sup>
  - **2. korjauksen jälkeen 40/120 Bq/m<sup>3</sup>**



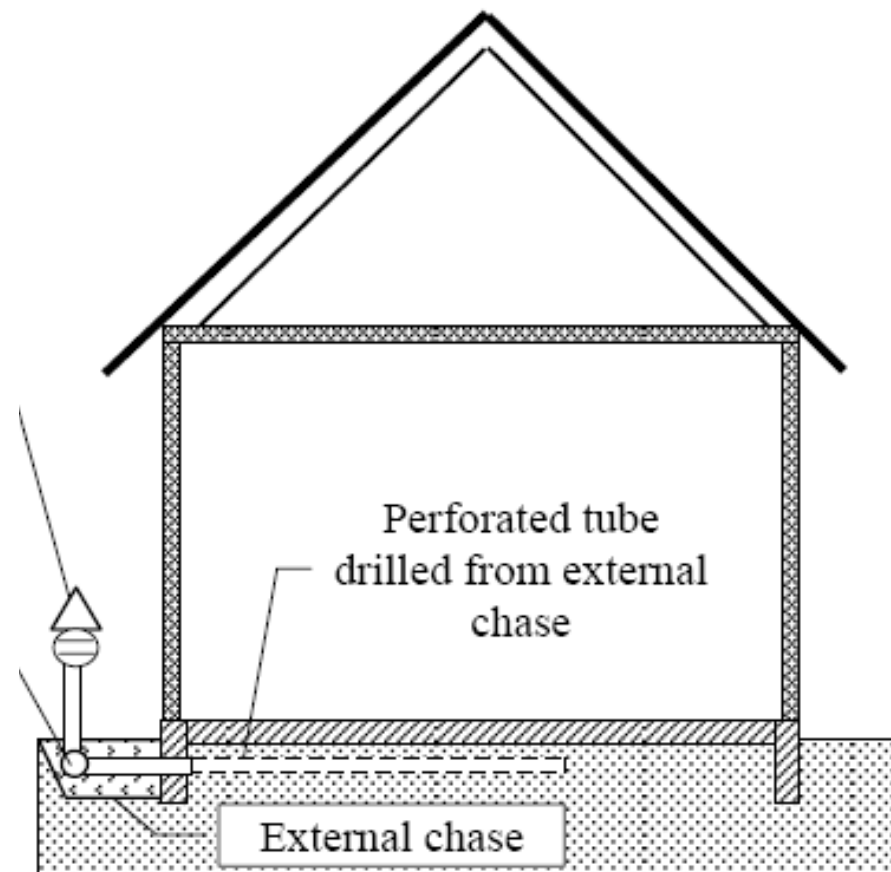
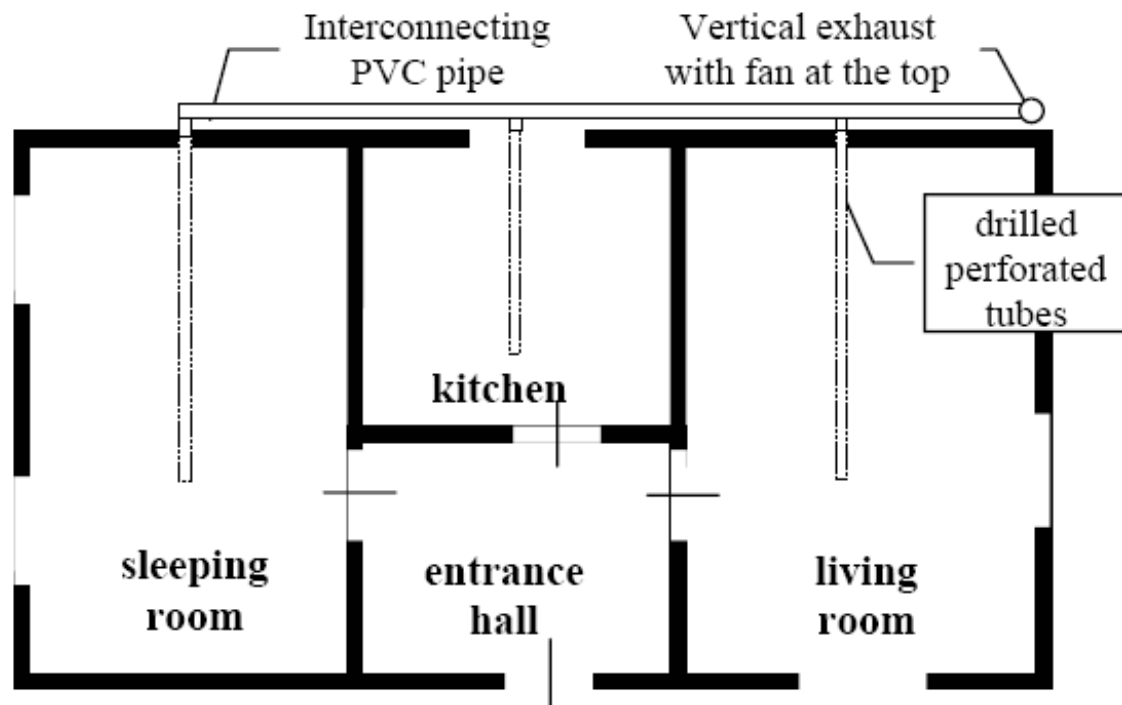
# Radonimuriesimerkkejä Tsekistä

Martin Jiránek, “Radon remedial and protective measures in the Czech Republic”  
Czech Technical University, Praha, Czech Republic

- Tehokkuus yleensä 70 - 98 %
- Putket kairaamalla lattioiden alle



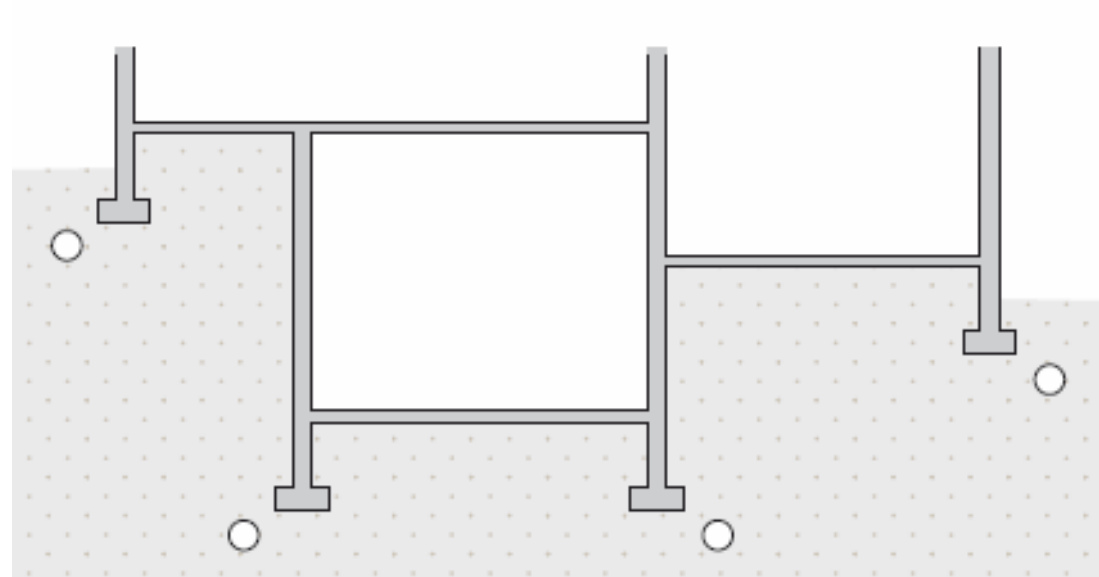
# Radonimuriesimerkkejä Tsekistä





## Esimerkki: Radonimuri kytketty salaojaan, Lempäälä

- Tutkimuskohde: paritalo (rakennettu 1989)
- Alapohja 3-tasoinen rinneratkaisu
  - Salaojaputket myös talon alimmaisesta betonilaatan ja anturoiden vierellä
  - Maan vastaisia seiniä
- Kytettiin salaojaputkiston tarkastuskaivoon radonimuri
- Radonpitoisuus
  - Ennen 1400 Bq/m<sup>3</sup>
  - Jälkeen 100-200 Bq/m<sup>3</sup>
- Ilmavirrat suuria



# Rado Vac -radonimurit

- Asennus sisätiloihin
  - Säältä suojassa
  - Imurin jälkeinen putkitus ylipaineinen
    - liitosten ja imurin tiiviys?
  - Vuotojen riski olemassa, imuri mieluummin ulos
- Läpivienti seinään
  - Seinän kosteuskuormitus?
- Imuri kehittää ison alipaineen
  - => voidaan käyttää pienempää siirto- ja imuputkea
    - Halkaisijat esim. imuputket 30 mm ja siirtoputket 50 mm
  
- Ruotsissa saavutettu hyviä tuloksia



# Rado Vac -radonimurit



Halkaisijaltaan 50 mm  
siirtoputket

Imupisteet kantavan seinän  
molemmille puolille  
- Kutistumaraon tiivistys!



Ulostulo seinällä



