



Mitigation of radon in new buildings – preventive measures and trends

Olli Holmgren

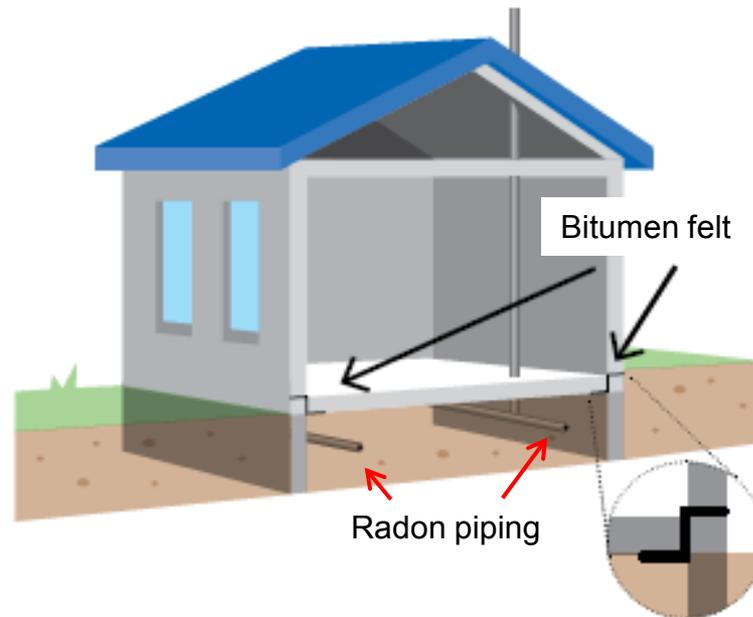
STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland

Content

- Radon prevention methods
- Resent results on radon concentrations in new buildings
- Radon and airtightness of buildings

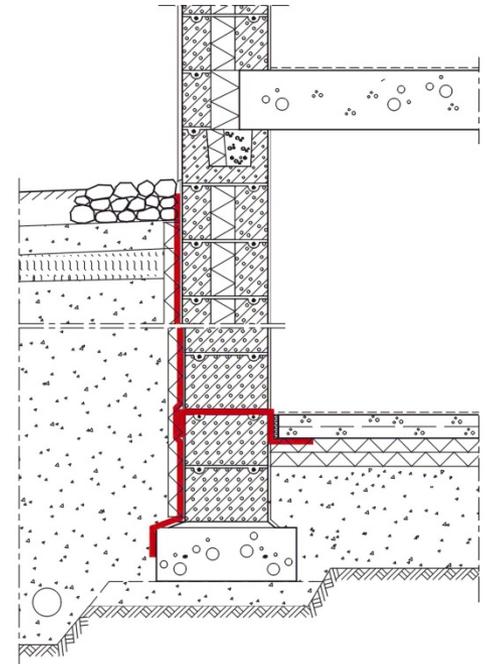
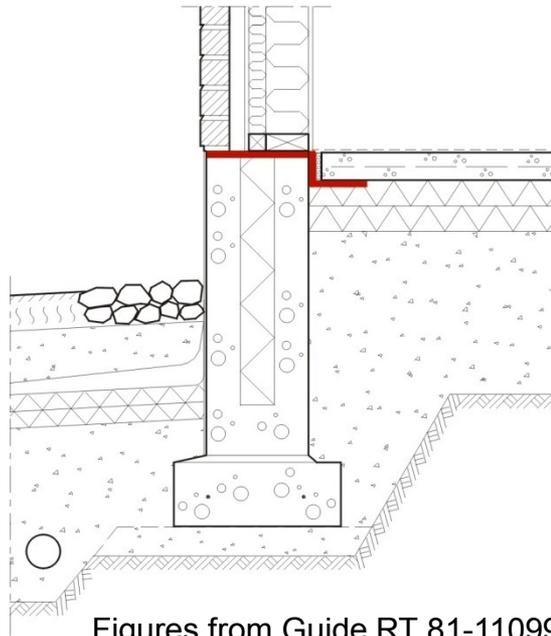
Introduction

- Radon preventive measures:
 - Sealing of base floor (e.g. with bitumen felt) during the construction of the building
 - installation of radon piping

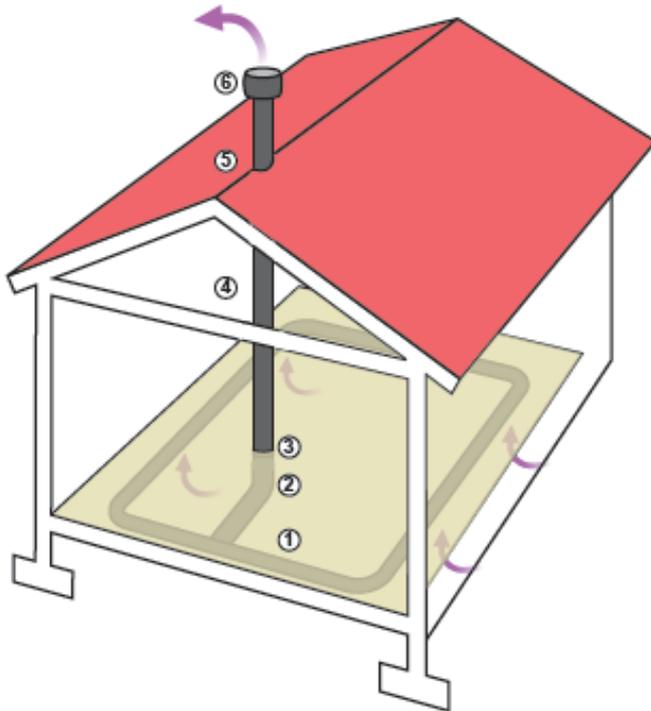


Sealing according the Guide RT 81-11099

- Sealing of joint between base floor and foundation wall and walls in contact with soil
- Polyester-reinforced bitumen felt is typically used
 - Concrete cast in direct contact with bitumen felt



Installation of a passive radon piping



- Details in the guide RT 81-11099
- Network of perforated drain pipe is installed below the floor slab
 - Loop or multi-branch piping
- Discharge open above roof
 - Naturally ventilated radon piping reduces radon concentration on average 40 % (STUK-A244)
- If radon concentration $> 200 \text{ Bq/m}^3$, a fan is installed
 - Reduction of radon concentration typically 70 - 90 %

Regulations, key changes

New building code for foundations in 2004

- In the design and construction work, radon risks at the construction site shall be taken into account
- Radon-technical design documents were required by the building authorities in municipalities of high radon areas

New RT guide for radon prevention in 2003

- Use of a strip of bitumen felt for sealing
- Installation of radon piping (as already in the previous 1993 guide)

RT 81-1099
LVF 37-0513
KH 27-0510

OHJET
jouluku 2002
100
korvaa RT:n osan
81:n osan

RADONIN TORJUNTA

Tässä ohjeessa käsitellään rakennusten radonriskistä suunntelussa. Ohjeessa esitetään perusteita radonista ja sen vähentämistä suunnitellen sekä annetaan ohjeita rakennusten maanvaraisen rakenteiden tiivistämiseen ja rakennusohjeen taustatutkimusten suunnitteluun. Ohje pohjautuu ympäristöministeriön julkaisuun Radonin torjuminen piiri- ja metsäalalla, Opetus, Opetus, Opetus, 1993. Tarkatukset on tehty radonitortun tutkimustulosten sekä suunnittelun- ja toteutusarkkitehtuurin saaneen kokemuksen pohjalta.

SISÄLLYSLUETTELO

- 1 Yleistä
- 2 Määräykset ja ohjeet
- 3 Radonin esiintyminen
- 4 Suunnittelutarkeat
- 5 Maanvarainen
- 6 Neuvottelutalteen merkitys
- 7 Rakennusten tiivistäminen
- 8 Rakennusohjeen taustatutkimukset
- 9 Poistoputkien asentaminen huoneistojen sisällä
- 10 Radonin torjuminen vaikutus suunnitelmien radonitortuuteen
- 11 Korjaussuunnitelmat

Korjauksia

1 YLEISTÄ

Maa- ja rakennustieteiden tutkimuskeskus on selvittänyt radonin esiintymistä ja sen vähentämistä rakennuksissa. Ohjeessa esitetään perusteita radonin esiintymisestä ja sen vähentämistä suunnitellen sekä annetaan ohjeita rakennusten maanvaraisen rakenteiden tiivistämiseen ja rakennusohjeen taustatutkimusten suunnitteluun. Ohje pohjautuu ympäristöministeriön julkaisuun Radonin torjuminen piiri- ja metsäalalla, Opetus, Opetus, Opetus, 1993. Tarkatukset on tehty radonitortun tutkimustulosten sekä suunnittelun- ja toteutusarkkitehtuurin saaneen kokemuksen pohjalta.

2 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

Suomen ja neuvottelutalteen perusteiden 944/1992 mukaan suunnitelmien huoneistojen radonitortuuteen tulee olla enintään 400 Bq/m³ ja asuon tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonitortuuteen ei ylitetä arvoa 200 Bq/m³.

OHJEIDEN TARKOITUS

Tässä ohjeessa on esitetty tarkoituksenaan ohjeistaa suunnittelun ja rakennuksen maanvaraisen rakenteiden tiivistämistä, maanvaraisen rakenteiden tiivistämistä ja radonitortuuteen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta suunnitelmien radonitortuuteen. Ohje on tarkoitettu suunnittelun ja rakennuksen maanvaraisen rakenteiden tiivistämistä ja radonitortuuteen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta suunnitelmien radonitortuuteen.

OHJEIDEN TARKOITUS

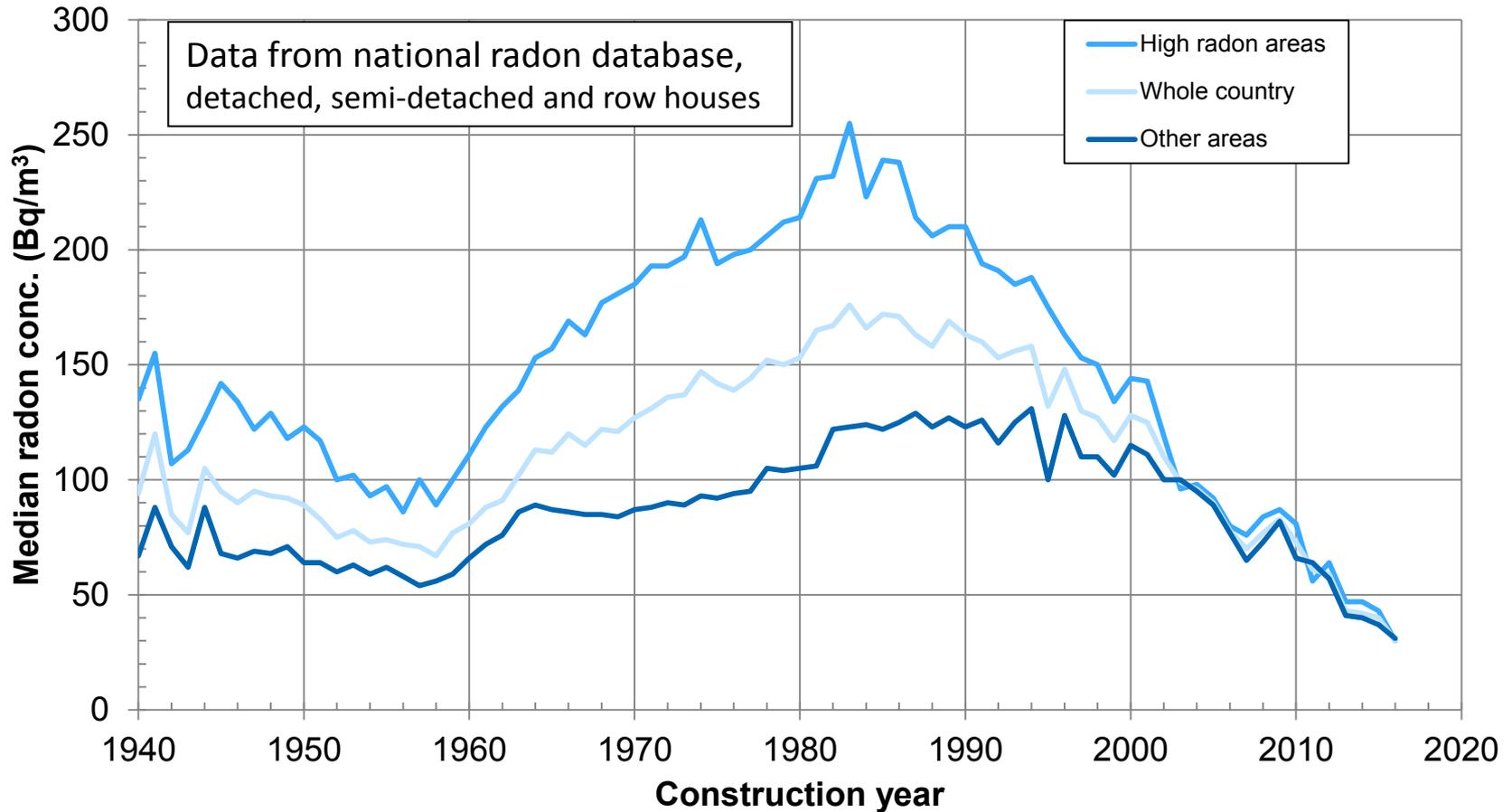
Tässä ohjeessa on esitetty tarkoituksenaan ohjeistaa suunnittelun ja rakennuksen maanvaraisen rakenteiden tiivistämistä, maanvaraisen rakenteiden tiivistämistä ja radonitortuuteen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta suunnitelmien radonitortuuteen. Ohje on tarkoitettu suunnittelun ja rakennuksen maanvaraisen rakenteiden tiivistämistä ja radonitortuuteen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta suunnitelmien radonitortuuteen.



Building code

- Decree of the Ministry of the Environment on Foundation Structures, (465/2014)
 - 4 § ... The radon risks of the construction site shall also be taken into consideration
 - Guideline: Design of foundations, regulations and instructions, 2018
- Decree of the Ministry of the Environment on the Indoor Climate and Ventilation of New buildings (1009/2017)
 - 5 §: Particulate impurities or physical, chemical or microbiological factors in quantities which could endanger health or odours continuously adversely affecting comfort shall not be present in indoor air.
 - 21 §: A special designer shall design a building's outdoor air and exhaust air flows so that structures are not exposed to any long-term moisture loads damaging the structures due to positive pressure or any transfer of impurities to indoor air due to negative pressure.
 - This implication of balanced ventilation is important improvement that will reduce radon concentrations

Radon concentration vs. construction year



Results from new construction surveys

Construction year	Median radon concentration (comparison to houses built ≤2005)		
	≤2005	2006-2008	2013-2015
High radon areas*	141 Bq/m ³	74 Bq/m ³ (-48 %)	58 Bq/m ³ (-59 %)
Other areas	67 Bq/m ³	53 Bq/m ³ (-21 %)	41 Bq/m ³ (-39 %)
Whole country	77 Bq/m ³	58 Bq/m ³ (-25 %)	42 Bq/m ³ (-45 %)

Dwellings in detached, semi-detached and row houses

* High radon areas: Kymenlaakso, Päijät-Häme, Pirkanmaa, Etelä-Karjala ja Kanta-Häme

References:

1. Kojo ym. 2016, Radon uudisrakentamisessa - Otantatutkimus 2016. Ympäristön säteilyvalvonta, Säteilyturvakeskus.
2. Arvela ym. 2010, Radon uudisrakentamisessa – Otantatutkimus 2009, STUK-A244
3. Mäkeläinen ym. 2009 , Radon suomalaisissa asunnoissa – Otantatutkimus 2006, STUK-A242

Percentage of dwellings exceeding the reference levels

	Percentage of dwellings		
Construction year	2000-2005	2006-2008	2013-2015
>200 Bq/m ³	16 %	11 %	5.6 %
>400 Bq/m ³	3.8 %	2.1 %	1.4 %

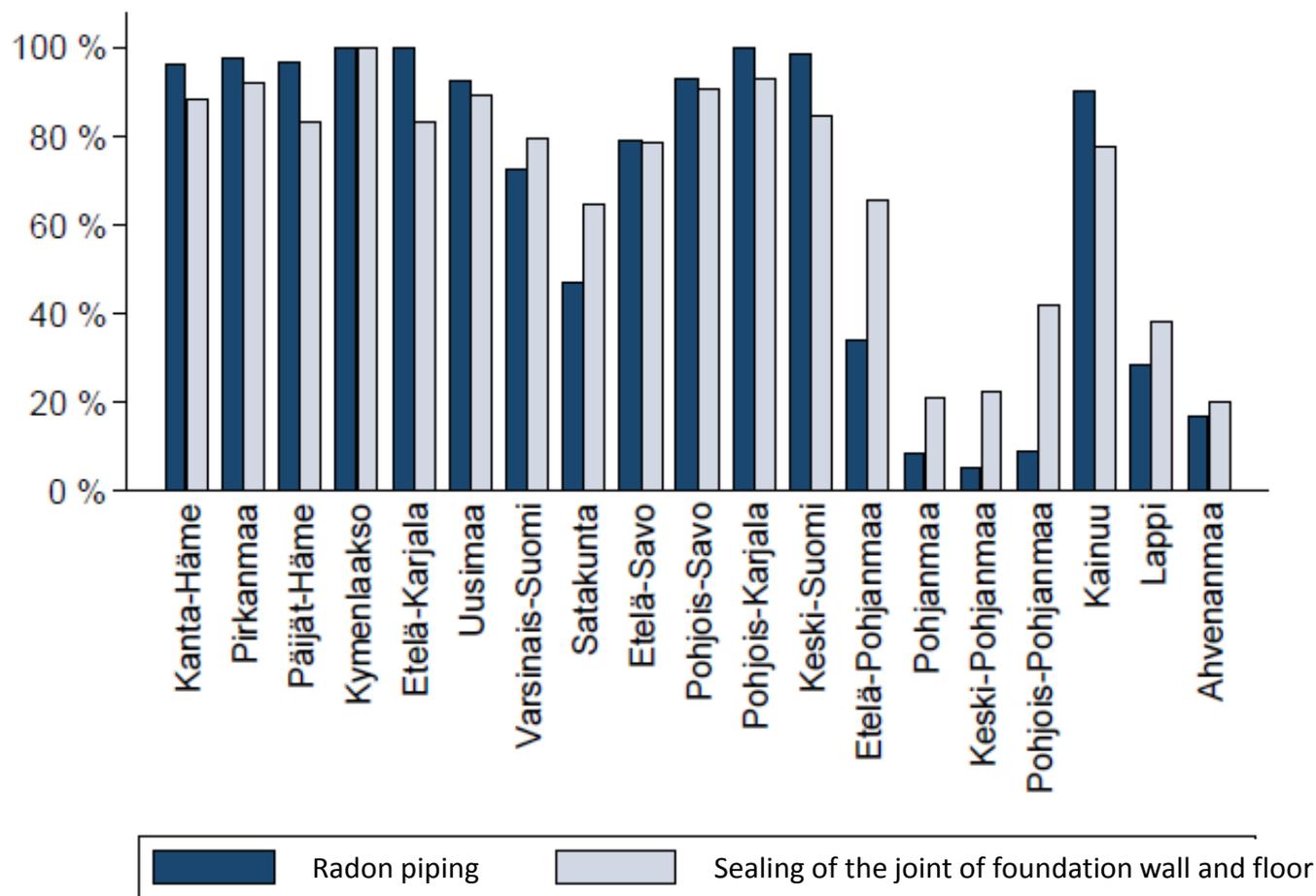
Radon concentration >200 Bq/m³ (2013 - 2015),

- in 11 % of houses with basement or semi-basement
- in 6 % of houses with ground supported floor slab
- in 0 % of houses with crawl space

References:

Kojo et al. 2016

Percentage of houses with radon prevention in 2013-2015

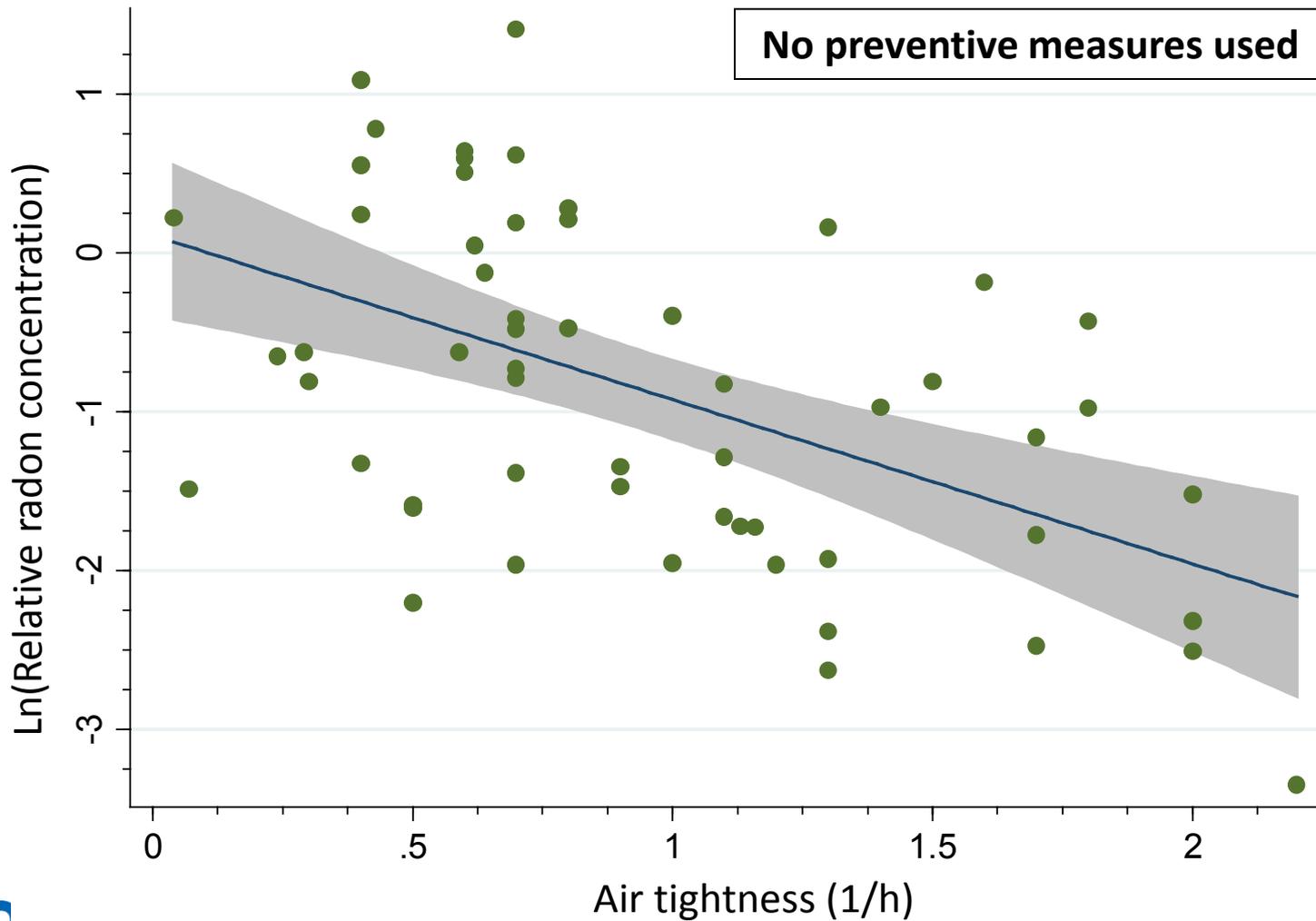


Radon concentration vs. air tightness

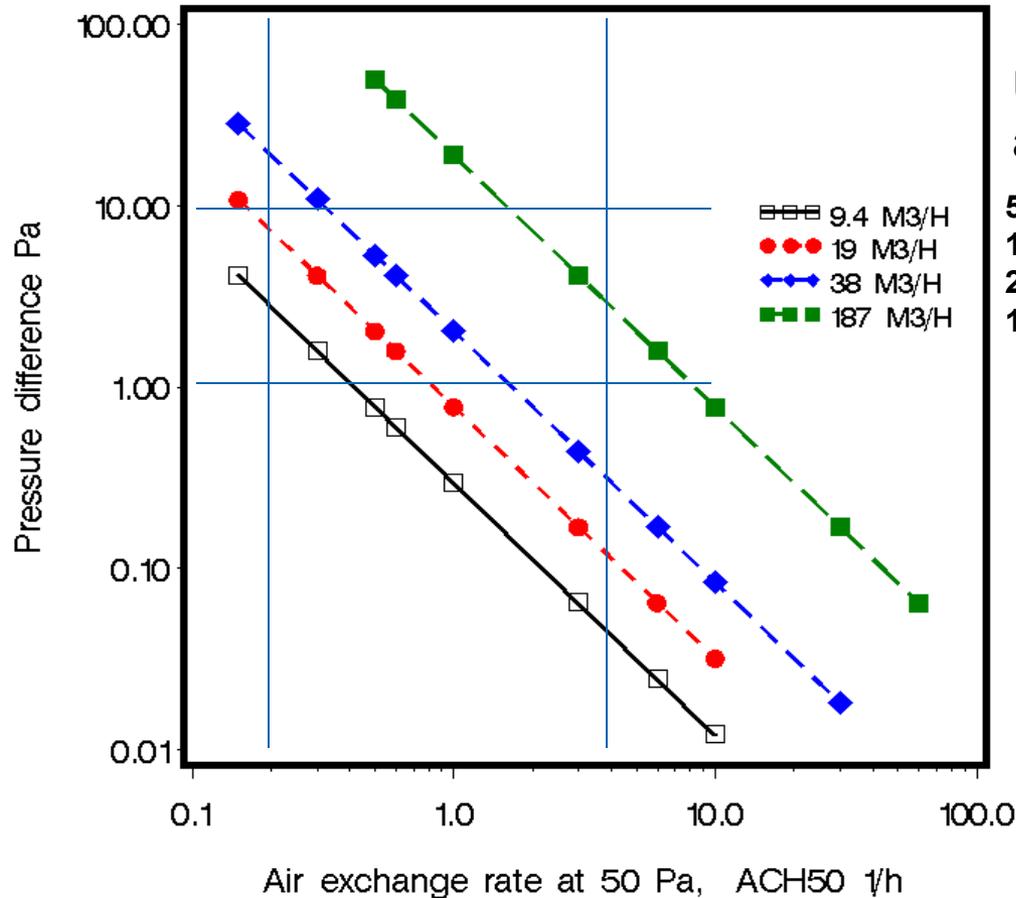
	Air tightness, q_{50} (m ³ /(h m ²))			
	0,04 - 0,59	0,60 - 0,79	0,80 - 1,19	1,20 - 3,01
Number of houses	14	14	12	17
Average radon concentration (Bq/m ³)	45	64	29	31
Median radon concentration (Bq/m ³)	32	52	29	20
Median of relative radon concentration (Bq/m ³)	0,53	0,96	0,27	0,17

- The smaller the value the better air tightness
- Table includes only dwellings, where no preventive measures have been used
- Relative radon concentration = measured radon concentration / median radon concentration of the postal code area, which are extracted from the national radon measurement data base including data from 120 000 dwellings.

Radon concentration vs. air tightness



Calculated pressure difference vs. air tightness



Unbalance between supply and exhaust air flows

5 % lower supply air flow

10 %

20 %

100 %

Ref. Arvela et al. RPD 2014

Summary, new construction survey 2016

- Radon prevention has become common
 - In 81 % of new houses built in 2013–2015, radon preventive measures have been used, seven years earlier the corresponding number was 54 %
 - Due to this fact, radon concentrations have been decreasing:
 - -45 % in the whole country and -59 % in the high radon areas compared to houses built before 2006
- If radon prevention were not used, an increase of radon concentration was observed when air tightness was improved
 - This observation emphasizes the importance of radon prevention
 - Radon prevention is recommended in all new buildings in the whole country

Summary, Radon prevention

- New regulations in the building code in 2004 has increased considerable the number of houses protected against radon and the situation is improving all the time
 - Local building authority requires radon prevention in the building permission, especially in radon-prone areas
 - Builders and designer are applying radon preventive measures also on voluntary basis (just in case)
- General trends in new construction reduce also radon levels
 - Good air-tightness of the house envelope (including base floor)
 - Balanced ventilation
- Future work: Long-term sustainability of radon preventive measures
- Other products in the market replacing bitumen felt?
 - are they equally good?

References

- Kojo K., Holmgren O., Pyysing A., Kurttio P., 2016, Radon uudisrakentamisessa - Otantatutkimus 2016. Ympäristön säteilyvalvonta, Säteilyturvakeskus, <http://www.julkari.fi/handle/10024/131619>.
- Arvela H, Mäkeläinen I, Holmgren O, Reisbacka H, 2010, Radon uudisrakentamisessa – Otantatutkimus 2009, STUK-A244 (Säteilyturvakeskus)
- Arvela H, Holmgren O, Reisbacka H. Radon prevention in new construction in Finland: a nationwide sample survey in 2009. Radiation Protection Dosimetry 2012; Vol. 148, pp. 465-474.
- Arvela, H., Holmgren, O., Reisbacka, H. and Vinha, J. Review of low-energy construction, air tightness, ventilation strategies and indoor radon: results from Finnish houses and apartments. Radiation Protection Dosimetry 2014; Vol. 162, pp. 351–363, doi:10.1093/rpd/nct278.
- Arvela H, Holmgren O, Hänninen P. Effect of soil moisture on seasonal variation in indoor radon concentration: modelling and measurements in 326 Finnish houses. Radiation Protection Dosimetry 2016; Vol. 168, pp. 277–290, doi: 10.1093/rpd/ncv182.



Thank you for your attention!