

# Pientalojen radonpitoisuuksien tilastollinen analyysi

(Valmiin työn esittely)

Ilkka Mansikkamäki

11.4.2011

Ohjaaja: DI Jirka Poropudas

Valvoja: Prof. Raimo Hämäläinen

# Sisältö

1. Tausta
2. Tavoitteet
3. Menetelmät
4. Tulokset
5. Yhteenveto

# Tausta

- ❑ Radon on toiseksi yleisin keuhkosyövän aiheuttaja Suomessa
- ❑ Radonpitoisuudet Suomessa ovat maailman korkeimpia
- ❑ Uusien asuntojen enimmäisarvo radonpitoisuudelle  $200\text{Bq/m}^3$ , uusista asunnoista arviolta 25% ylittää tämän
- ❑ Säteilyturvakeskus suorittanut radonpitoisuuksien mittauksia kodeissa 1980-luvulta lähtien
- ❑ Mittauksia suoritettu pientaloissa usein kahdella mittapurkilla samanaikaisesti

# Tavoitteet

- ❑ Määrittää luottamusrajat pientalojen radonpitoisuuksille
  - Kuinka hyvin yksi mittaus riittää kuvaamaan koko talon radonpitoisuutta?
- ❑ Luokkakohtaisten erojen määrittäminen
  - Luokkamuuttujina talon perustustyyppi, ilmanvaihtotapa sekä kerros
  - Sekä kerrosten sisäinen että välinen vaihtelu

# Menetelmät

- ❑ Luottamusrajojen määrittäminen luokkakohtaisten hajontojen avulla  $(1,96 \cdot \sigma / \sqrt{n})$
- ❑ Luokkien välisiä radonpitoisuuksien eroja tarkastellaan kahdella eri tavalla
  - Lineaarilla regressiomallilla, selitettävänä radonpitoisuuden logaritmi, selittäjinä luokkamuuttujat
  - Luokkakohtaisia keskiarvoja ja hajontoja analysoimalla sekä kahden mittauksen välisiä suhteita tarkastelemalla
- ❑ Kerrosten välisiä vaihteluita mallinnetaan lineaarisilla regressiomalleilla

# Lineaarisen mallin tuottamat tulokset

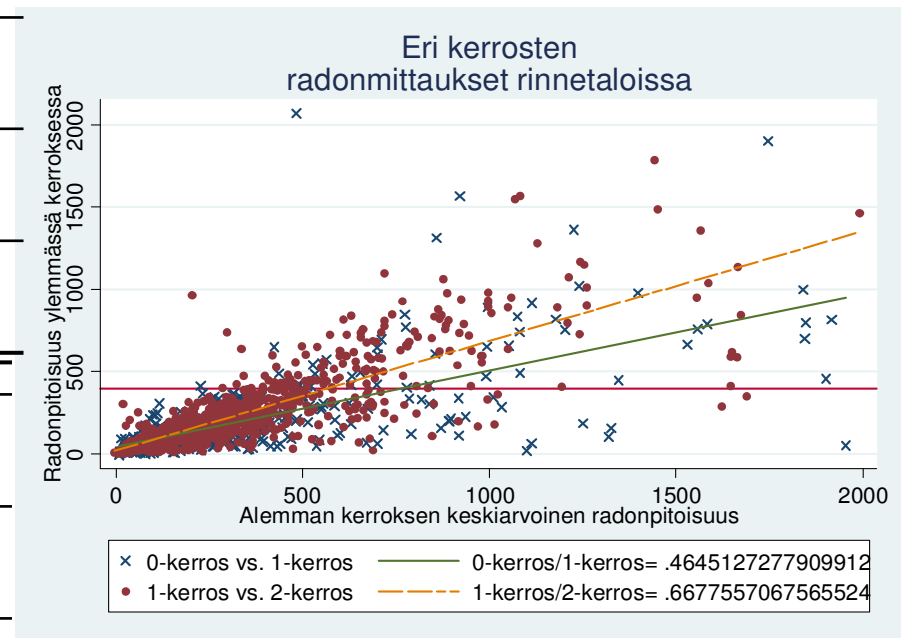
- Alueellinen radonpitoisuus merkitsevin tekijä
- Regressiokertoimella oma tulkintansa

<i>Selitysaste</i>	<i>Selitettävä muuttuja: Vuosikeskiarvon logaritmi</i>	<i>Regressio-kerroin</i>	<i>t-arvo</i>	<i>Exp(regressiokerroin)</i>
0,252				
	Koneellinen poistoilmanvaihto	0,137	3,080	1,147
	Koneellinen tulo- ja poistoilmanv.	0,095	2,070	1,100
	Muu ilmanvaihto	-0,214	-2,400	0,807
	Rinnetalo	0,385	9,120	1,470
	Maanvarainen laatta	-0,099	-1,350	0,906
	Reunajäykistetty laatta	-0,096	-0,550	0,908
	Ryömintätilainen perustus	-0,408	-2,210	0,665
	Yhdistelmä perustustavoista	-0,180	-0,710	0,835
	1. kerros	-0,307	-5,200	0,736
	2. kerros	-0,416	-6,620	0,660
	3. kerros	-0,546	-3,420	0,579
	Mittaukset samassa kerroksessa	0,146	3,710	1,157
	Mittausten paikasta ei varmuutta	0,141	1,090	1,151
	Alueellisen keskiarvon logaritmi	0,650	27,460	
	Vakioselittäjä	1,460	9,920	

# Kerrosten väliset lineaariset mallit

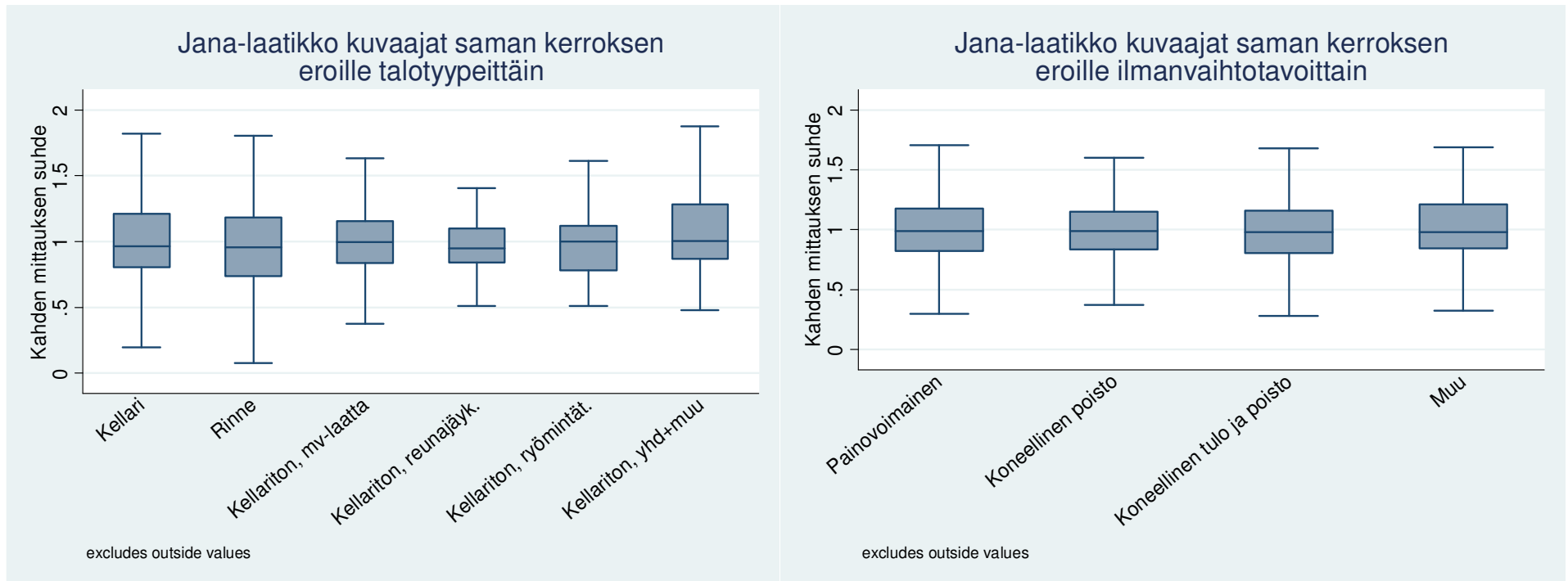
- Ensimmäisten ja toisten kerrosten vaihtelu hyvinkin samanlaista talotyypistä riippumatta

Pientalotyyppi	Mittausten paikat	Estimoitu suora	Selitysaste
Rinnetalo	1. kerros vs. 0. kerros	$Y = 43,455 + 0,465 X$	0,466
	2. kerros vs. 1. kerros	$Y = 20,329 + 0,668 X$	0,707
Kellaritalo	1. kerros vs. 0. kerros	$Y = 10,306 + 0,439 X$	0,636
	2. kerros vs. 1. kerros	$Y = 9,954 + 0,766 X$	0,727
Kellariton talo	2. kerros vs. 1. kerros	$Y = 7,385 + 0,762 X$	0,821
	3. kerros vs. 2. kerros	$Y = 20,553 + 0,845 X$	1,000
Ilmanvaihtotapa	Mittausten paikat	Estimoitu suora	Selitysaste
Painovoimainen	1. kerros vs. 0. kerros	$Y = 25,327 + 0,445 X$	0,472
	2. kerros vs. 1. kerros	$Y = 16,850 + 0,555 X$	0,448
Koneellinen poisto	1. kerros vs. 0. kerros	$Y = 11,617 + 0,469 X$	0,294
	2. kerros vs. 1. kerros	$Y = 16,097 + 0,623 X$	0,568
Koneellinen tulo ja poisto	1. kerros vs. 0. kerros	$Y = 54,762 + 0,145 X$	0,096
	2. kerros vs. 1. kerros	$Y = 20,962 + 0,514 X$	0,585



# Saman kerroksen mittaukset

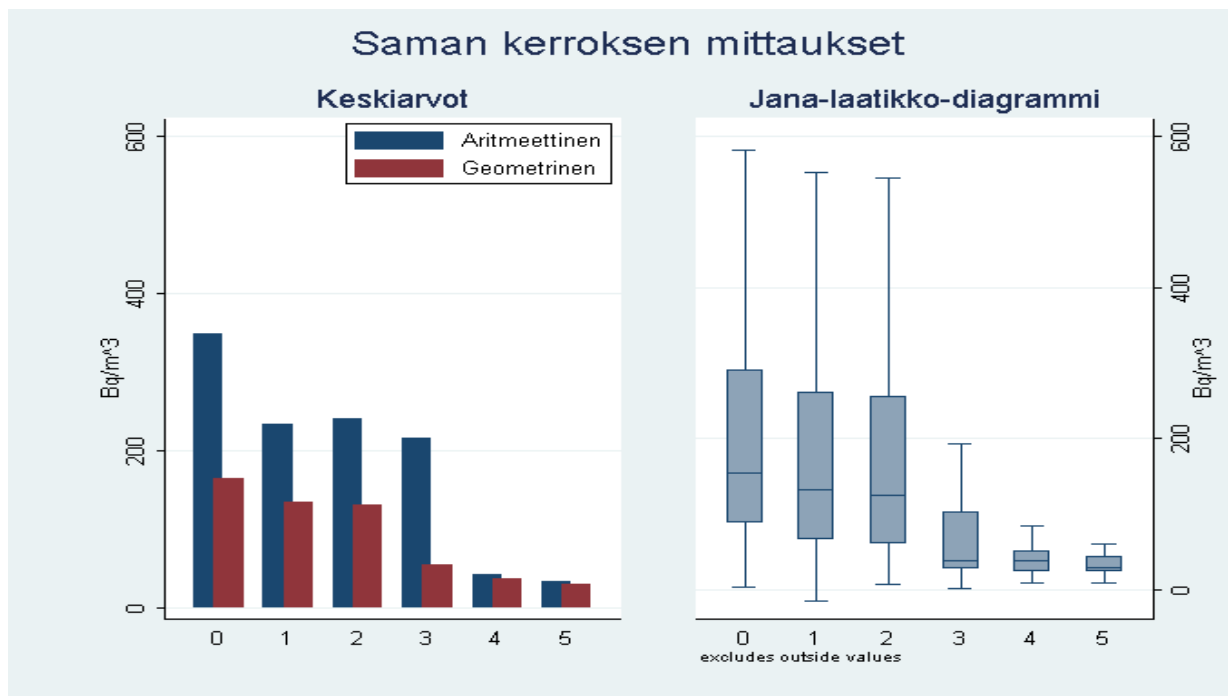
- ❑ Perustustapojen välillä suurempia vaihteluita kuin ilmanvaihtotapojen välillä





# Kerrosten radonpitoisuudet

- ☐ Keskimääräiset radonpitoisuudet laskevat kerroskorkeuden kasvaessa



# Luottamusrajat radonpitoisuuksille

- ❑ Luottamusrajat yhdelle mittaukselle erittäin suuria
- ❑ Mitä luottamusväliä on käytettävä kun mittaukselle tiedetään kaikki parametrit?

	<i>Yhden mittauksen luottamusvälin puolikas 95 %:n luottamustasolla</i>	<i>Mittauksen maksimitulos jotta radonpitoisuus pysyy 95 %:n luottamusvälillä alle 200 Bq/m<sup>3</sup></i>
Rinnetalo	119,4	80,6
Kellaritalo	78,5	121,5
Maanvarainen laatta	52,3	147,7
Reunajäkistetty laatta	44,7	155,3
Ryömintätilainen perustus	25,2	174,8
Yhdistelmä	57,0	143,0
Painovoimainen ilmanvaihto	82,9	117,1
Koneellinen poistoilmanvaihto	75,7	124,3
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	72,3	127,7
Muu ilmanvaihto	83,1	116,9
0.kerros	146,7	53,3
1.kerros	74,8	125,2
2.kerros	99,1	100,9
3.kerros	105,0	95,0

# Yhteenveto

- ❑ Talon radonpitoisuutta on vaikea määrittää yhden mittauksen perusteella
- ❑ Radonpitoisuuksissa ja niiden hajonnoissa on suuria eroja
  - Perustustyyppien välillä erot ovat merkittäviä
  - Ilmanvaihtotapojen välillä on pienempiä eroja
  - Yläkerroksissa radonpitoisuus on huomattavasti pienempi kuin maatasolla
- ❑ Alueellinen radonpitoisuus on erittäin merkitsevä tekijä asuntojen radonpitoisuuksissa