



UPPSALA
UNIVERSITET

Riskbedömning av radonexponering

Martin Tondel, överläkare
Arbets- och miljömedicin
Akademiska sjukhuset
Uppsala

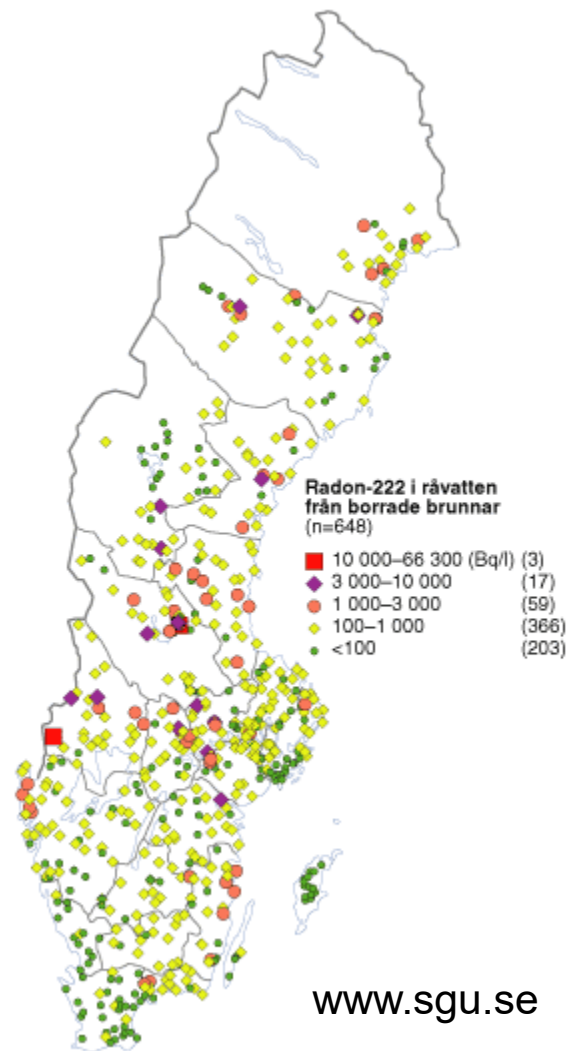
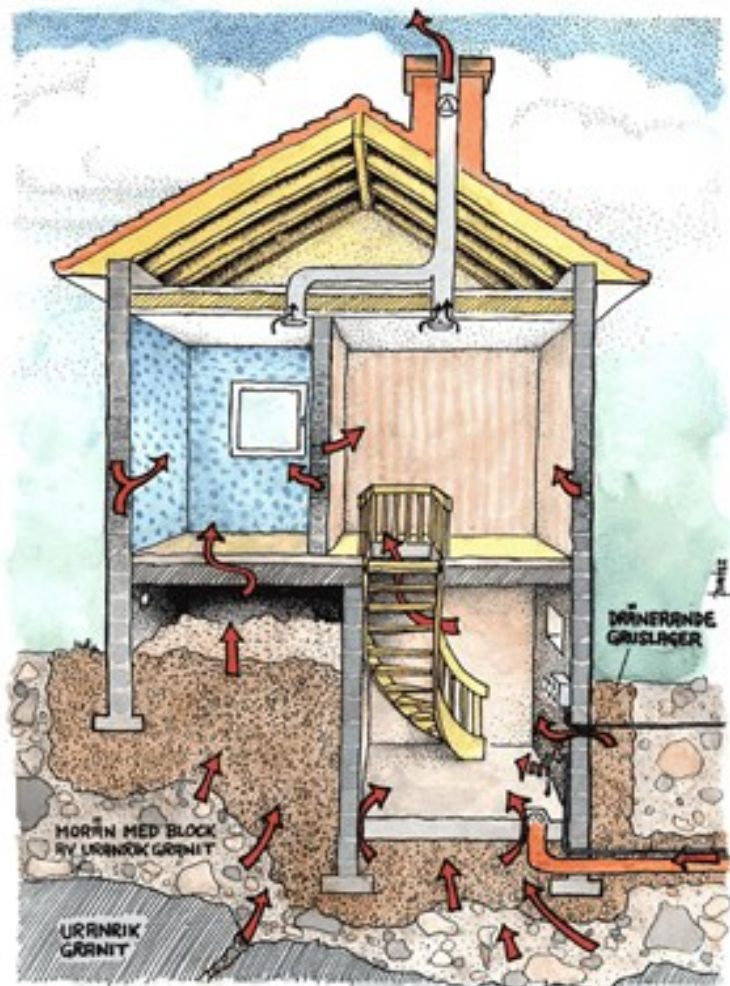


AKADEMISKA
SJUKHUSET



UPPSALA
UNIVERSITET

Radon

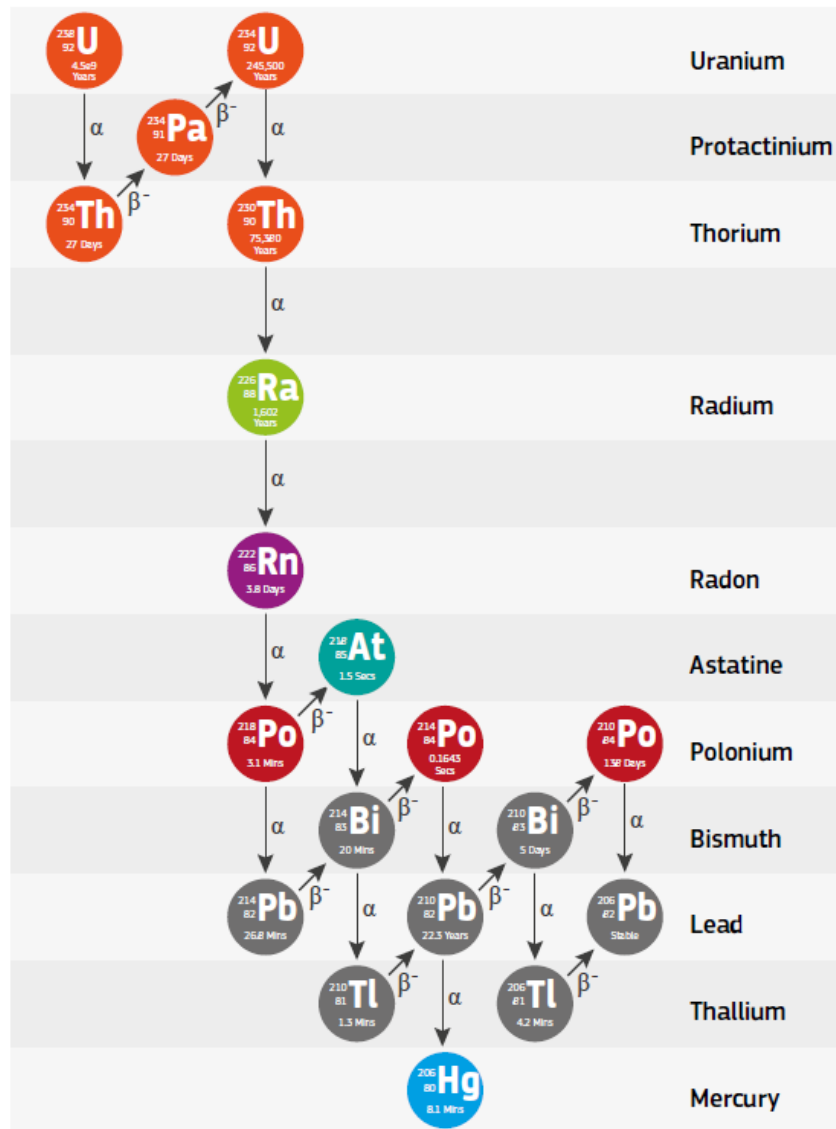


www.sgu.se

Radon-222 i råvatten från bergbollarade brunnar.



UPPSALA
UNIVERSITET



- Actinides
- Alkaline Earth Metals
- Halogens
- Metalloids
- Noble Gases
- Poor Metals
- Transition Metals

Figure 2-5.
Natural ²³⁸U radioactive series.
Source: UNSCEAR, 2000, Vol.1 ANNEX B Table 3.

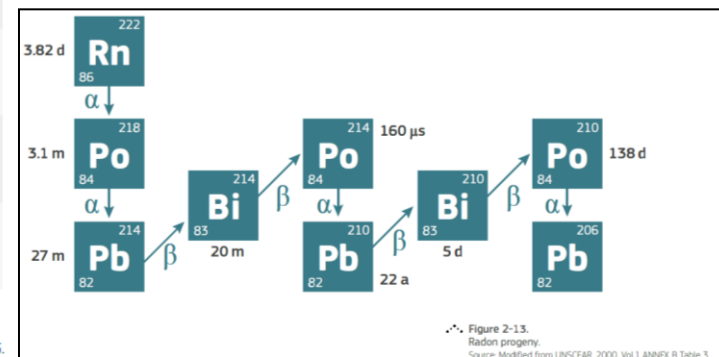


Figure 2-13.
Radon progeny.
Source: Modified from UNSCEAR, 2000, Vol.1 ANNEX B Table 3.



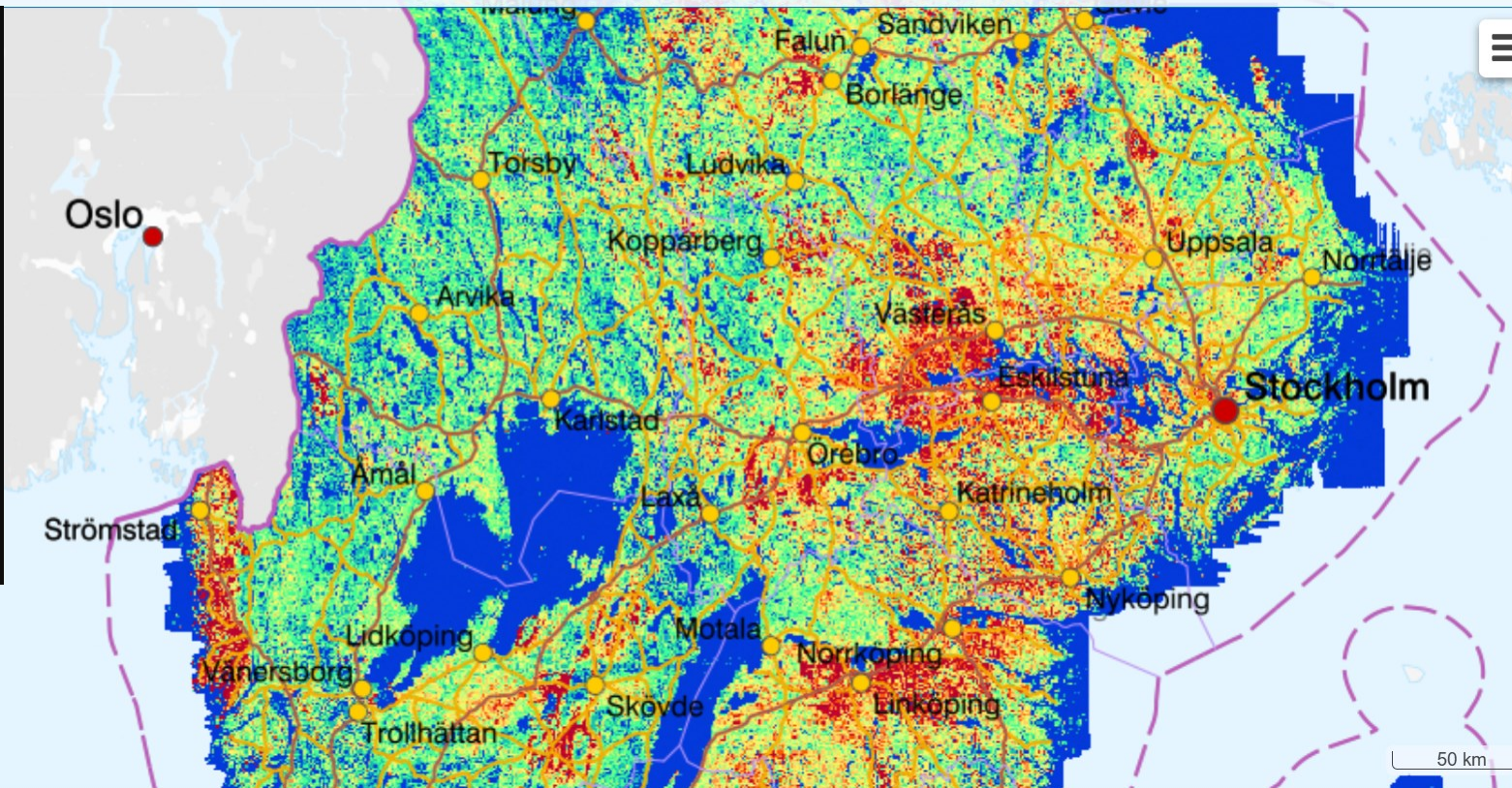
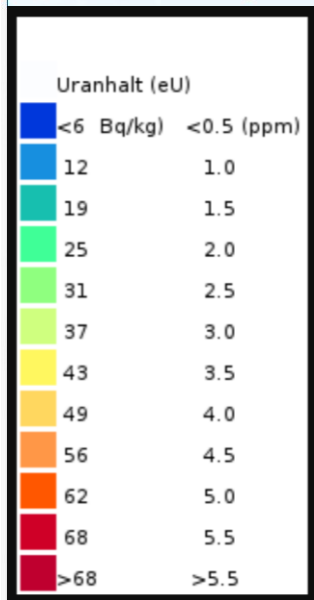
UPPSALA
UNIVERSITET

U-238

SGU Sveriges
geologiska
undersökning

Gammastrålning, uran

475761, 6624828



Skala 1:2500000




AKADEMISKA
SJKHUSET

Blåbetong framställdes från uranrik alunskiffer och användes som byggnadsmaterial 1929-1975

PIONEER. GENIUS. REBEL.



ACADEMY AWARD® NOMINEE
ROSAMUND PIKE
IS MARIE CURIE

RADIOACTIVE

IN CINEMAS 2020

TM & © 2020 UNIVERSAL PICTURES. ALL RIGHTS RESERVED.



UPPSALA
UNIVERSITET

	Flerfamiljshus (n=6 631)	Småhus (n=14 822)
Län	Medeltal (Bq/m ³)	Medeltal (Bq/m ³)
Blekinge	80	91
Dalarna	138	126
Gotland	75	69
Gävleborg	86	109
Halland	83	60
Jämtland	130	125

Andel >200 Bq/m³

- **Småhus 9,5%**
- **Flerfamiljshus 7,3%**

Uppsala	111	105
Värmland	102	98
Västerbotten	85	85
Västernorrland	74	111
Västmanland	109	119
Västra Götaland	105	107
Örebro	119	142
Östergötland	109	113



Radon

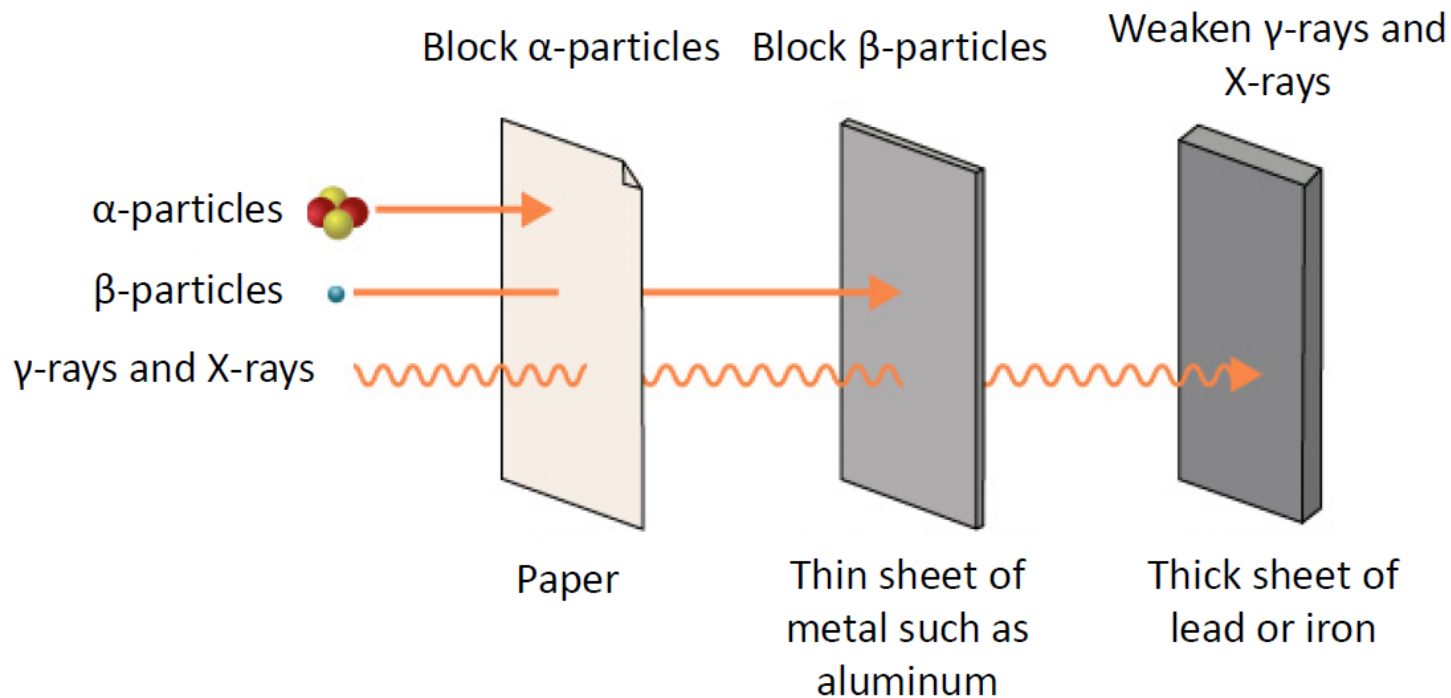
	Referensvärde (Bq/m ³)	Strålskydds- förordningen	Tillsyn
Bostäder och offentliga lokaler	200	2018:506	Kommunen
Arbetsplatser	200	2018:506	Arbetsmiljöverket

Anmälningssplikt till SSM (SSMFS 2018:10):

- verksamheter >200 Bq/m³
- arbetsplatser med årlig exponering (1800 tim)
>0,72 MBqh/m³ (400 Bq/m³)



Joniserande strålning





Joniserande strålning

ICRP Publication 103

Table 2. Recommended radiation weighting factors.

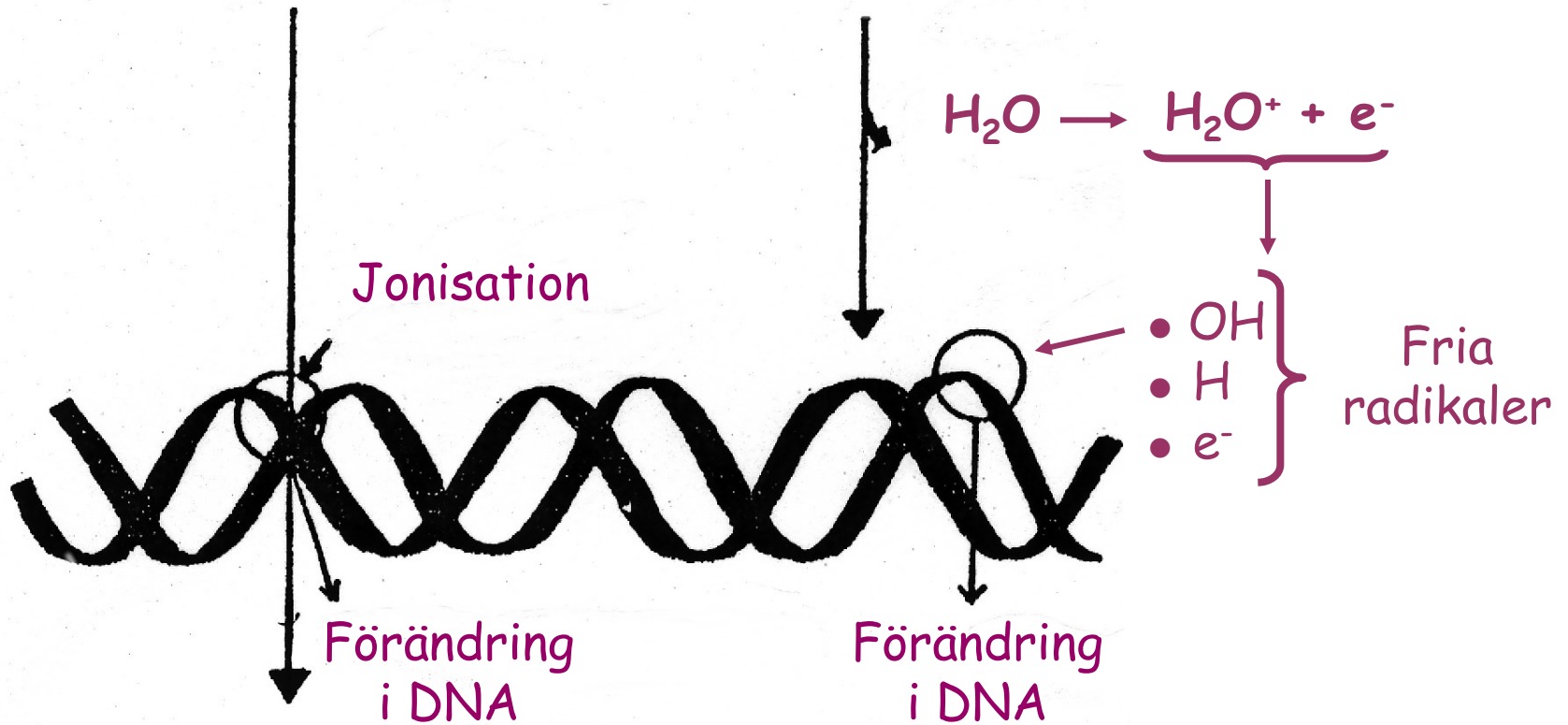
Radiation type	Radiation weighting factor, w_R
Photons	1
Electrons ^a and muons	1
Protons and charged pions	2
Alpha particles, fission fragments, heavy ions	20
Neutrons	A continuous function of neutron energy (see Fig. 1 and Eq. 4.3)



DNA-påverkan

Direkt verkan

Indirekt verkan





UPPSALA
UNIVERSITET

Kohort

Gruvarbetare:

- + anställningstid, radonnivåer
- + flera sjukdomar
- rökvanor

Fall kontroll

Lungcancer:

- + flera exponeringar (rökvanor, socioekonomiska faktorer)
- radonnivåer



AKADEMISKA
SJUKHUSET



The Pooled Uranium Miner Analysis

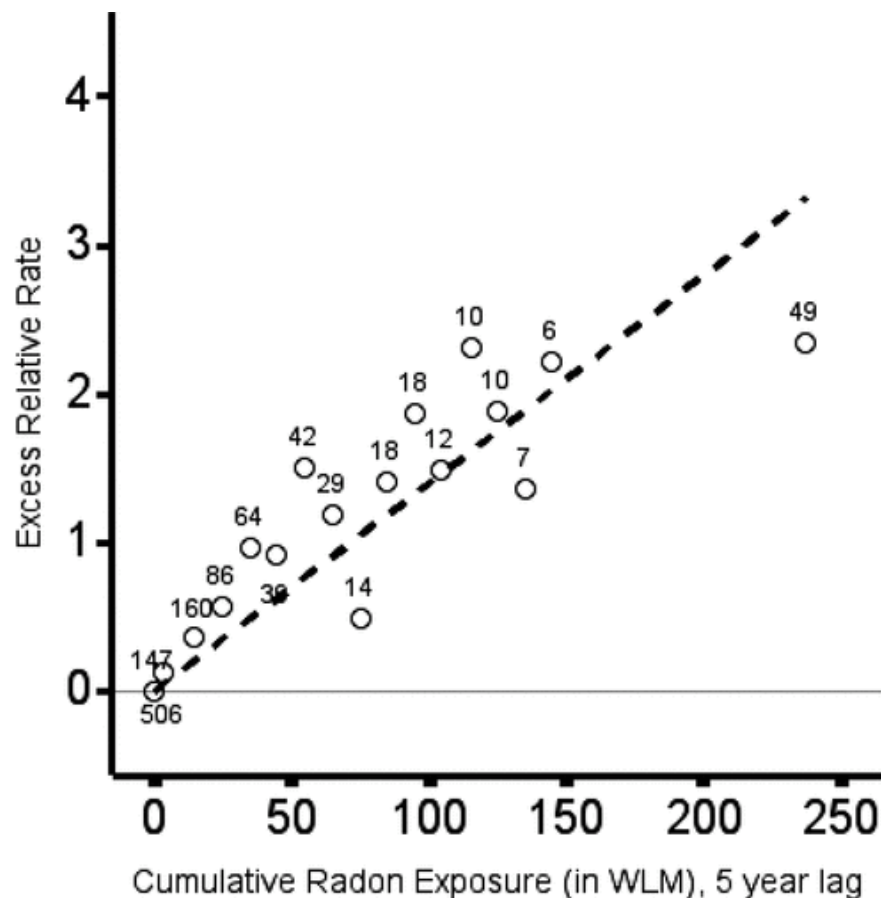


Figure 1. Excess relative rate of lung cancer mortality (circles) and observed number of lung cancer deaths (numbers), by categories of cumulative exposure to radon progeny (category-specific estimates of excess relative rate of lung cancer mortality are reported in Table S1). Simple linear model for the association between cumulative exposure, lagged 5 y, and lung cancer mortality [dashed line: $ERR/100\text{ WLM}=1.33$ (95% CI: 0.89, 1.88)]. Background stratified by study cohort, attained age, calendar period, and duration of employment as a uranium miner. Pooled Uranium Miners Analysis (PUMA) of uranium miners in Canada, Czech Republic, France, Germany, and the United States, male miners hired in 1960 or later. Note: CI, confidence interval; ERR, excess relative rate; WLM, working level months.



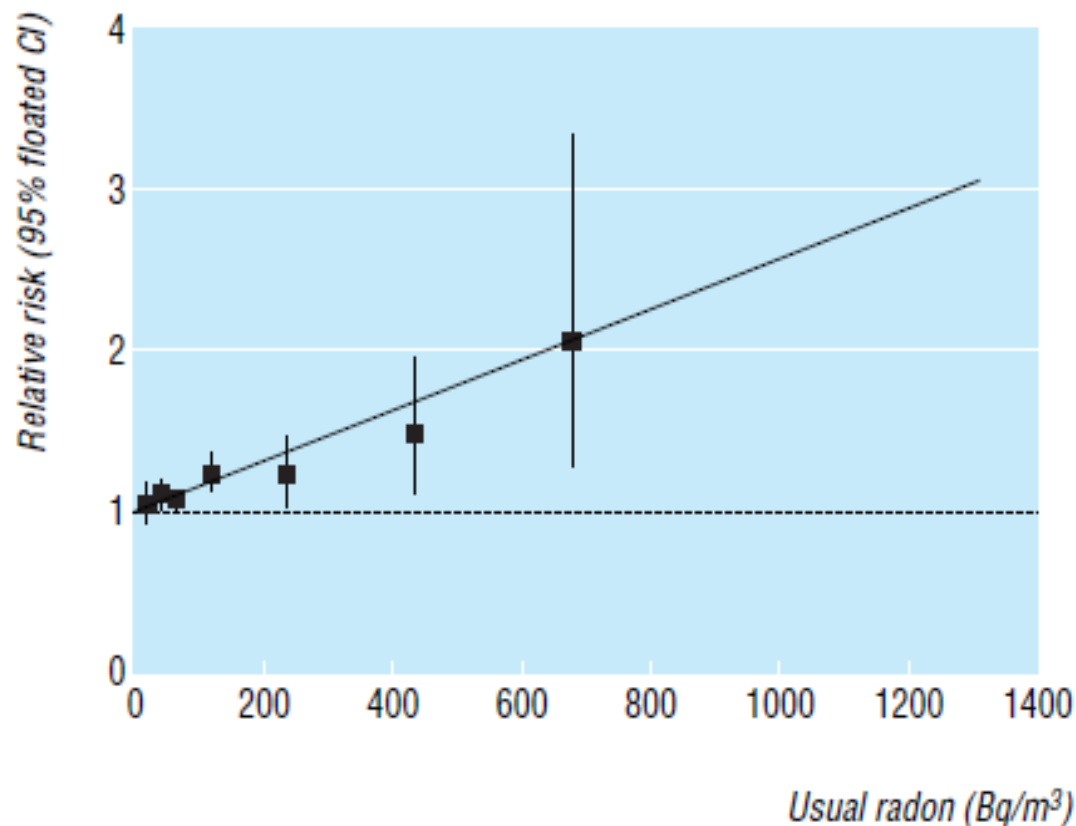


Fig 1 Relative risk of lung cancer according to measured residential radon concentration and usual residential radon concentration, with best fitting straight lines (risks are relative to that at 0 Bq/m³)

Excess Relative Risk 0.16 per 100 Bq/m³ (95% CI 0.05-0.31)
likvärdigt i de svenska studierna.

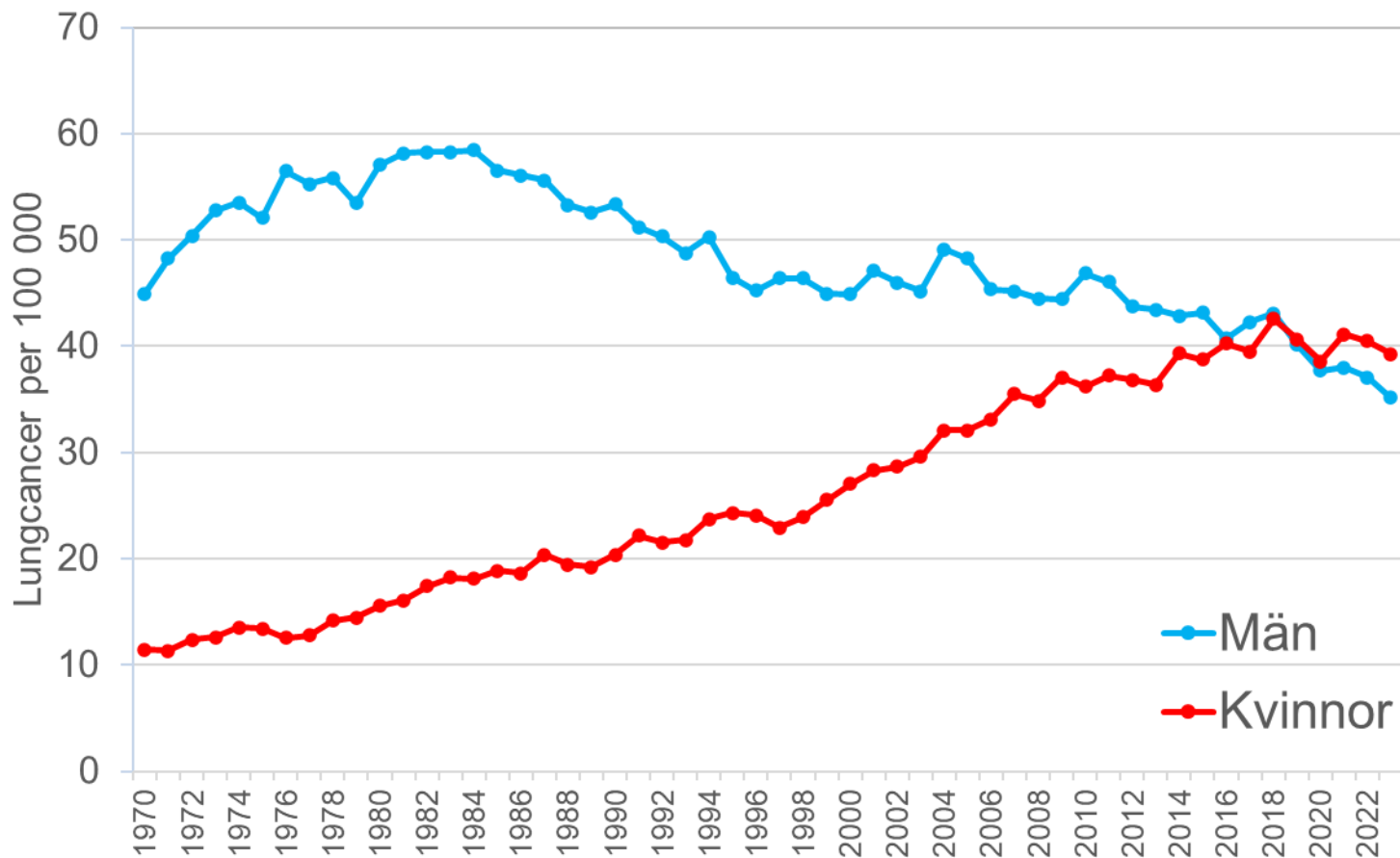




UPPSALA
UNIVERSITET

Sverige

Åldersstandardiserad lungcancerincidens

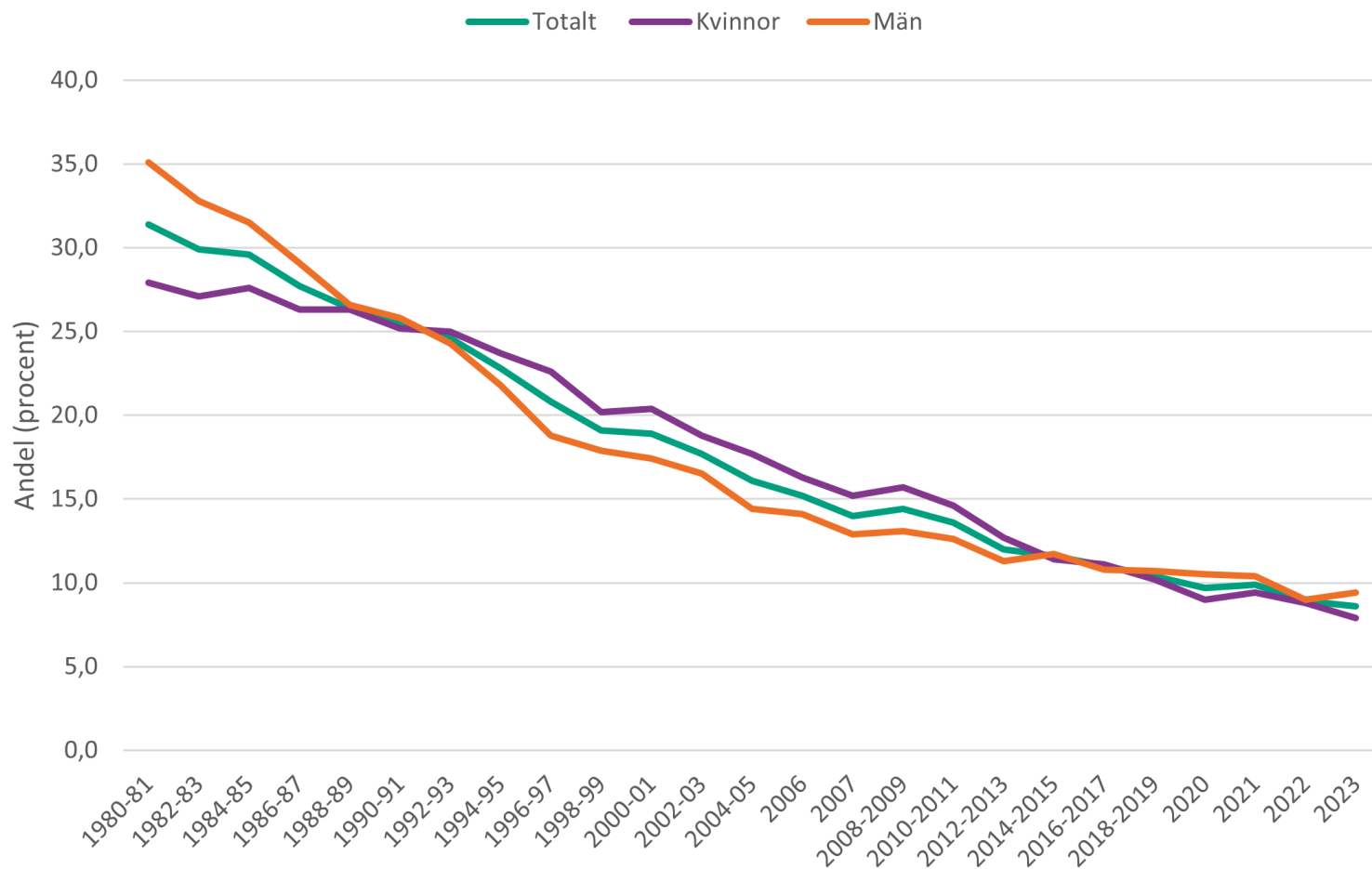


AKADEMISKA
SJUKHUSET



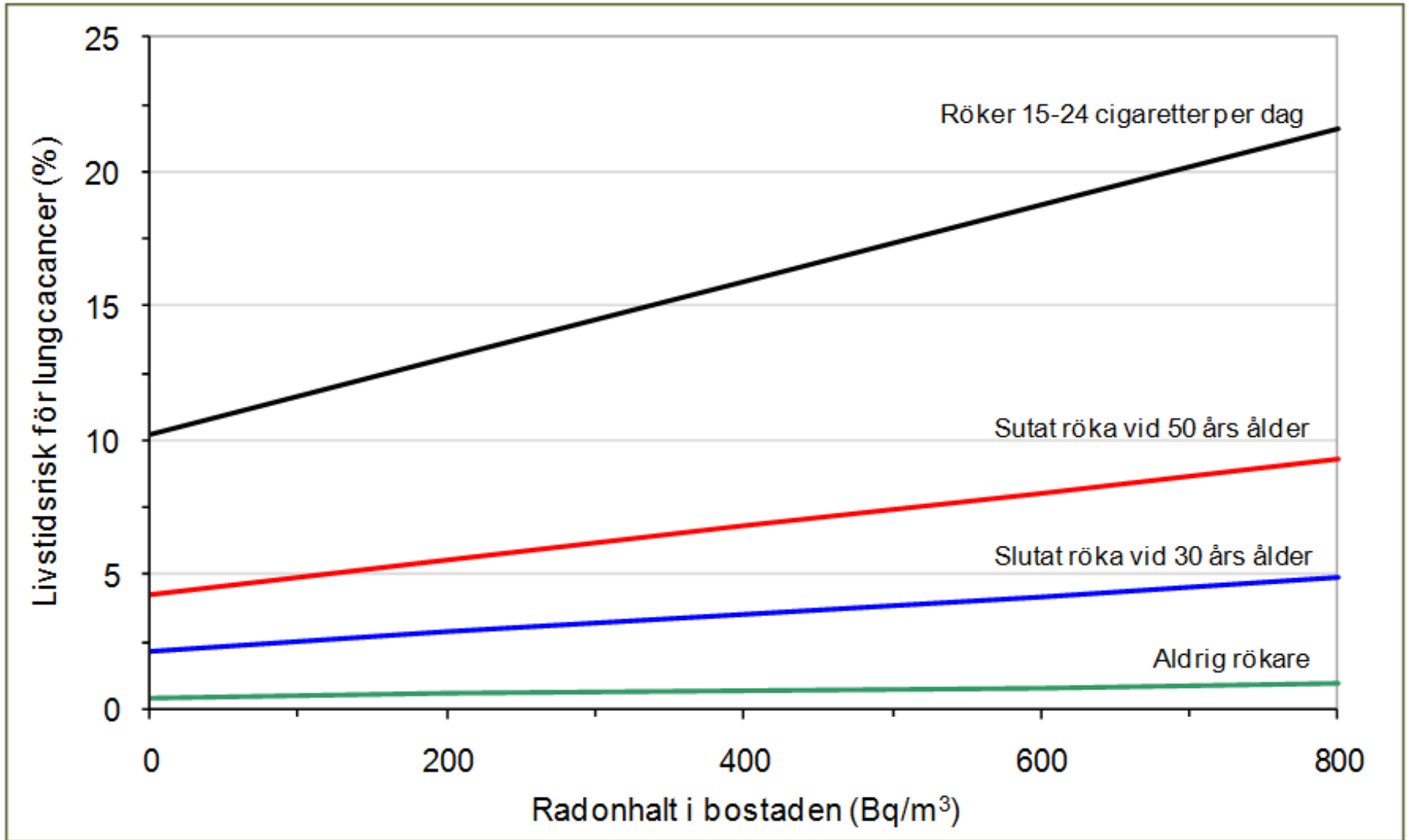
UPPSALA
UNIVERSITET

Röker cigaretter dagligen



AKADEMISKA
SJKHUSET

Källa: SCB, Undersökningarna av levnadsförhållanden (ULF)

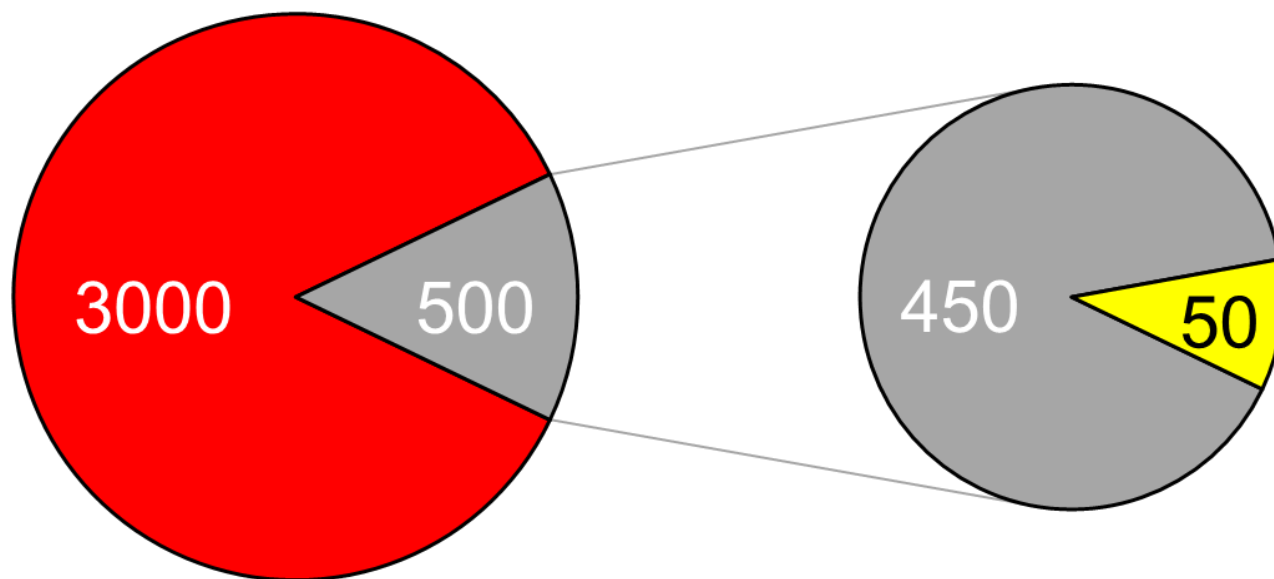


Tondel et al. Miljö och hälsa i Västra Götaland. Göteborg; VMC: 2010



UPPSALA
UNIVERSITET

Antal fall av lungcancer per år i Sverige



- rökare utan radon i bostaden
- radon i bostaden
- ickerökare med radon i bostaden



AKADEMISKA
SJUKHUSET



Relativ risk för lungcancer 1980-1984 i relation till tidsvägt medelvärde för radon i bostaden sedan 1947 och rökning

Tidsvägt medelvärde för radonhalten (=radongas) Bq/m³

	≤50	50-80	80-140	140-400	>400
Rökvanor	RR/KI ^a	RR/KI	RR/KI	RR/KI	RR/KI
Aldrig rökt	1	1,1 0,7-1,7	1,0 0,6-1,5	1,5 1,0-2,3	1,2 0,4-3,1
F d rökare ^b	2,6 1,6-4,2	2,4 1,3-4,3	3,2 1,8-5,6	4,5 2,6-8,0	1,1 0,1-9,0
<10 cig/dag	6,2 4,2-9,2	6,0 3,8-9,4	6,1 3,9-9,5	7,3 4,5-11,7	25,1 7,7-82,4
≥10 cig/dag	12,6 8,7-18,4	11,6 7,4-18,0	11,8 7,7-18,2	15,0 9,4-24,0	32,5 10,3-102,1
Okända rökvanor	4,7 2,9-7,7	5,9 3,5-10,0	5,3 3,1-9,2	5,4 3,1-9,5	8,8 3,3-23,7

a = relativ risk (RR) och 95% konfidensintervall (KI) justerat för kön, urbaniseringsgrad, yrke och ålder

b = Slutat röka två år eller tidigare före uppföljningstidens slut





Sammanfattning

- Radon kan mätas inomhus
- Radon kan orsaka lungcancer
- Tobaksrök kan också orsaka lungcancer
- Kombinationen radon och tobaksrök ger en högre lungcancerriksk än summan av de båda riskerna
- Kommunerna har tillsynsansvar för radon i bostäder och offentliga lokaler
- AV och SSM har tillsynsansvar $>200 \text{ Bq/m}^3$

