

# Radon

Radon ( $_{86}\text{Rn}$ ): standard p-T-n színtelen, szagtalan, természetes, radioaktív nemes gáz; levegőnél nehezebb, inaktív, bár ismert néhány komplex és egy fluorid-vegyület, vízoldékony (+szerves oldószerek!)

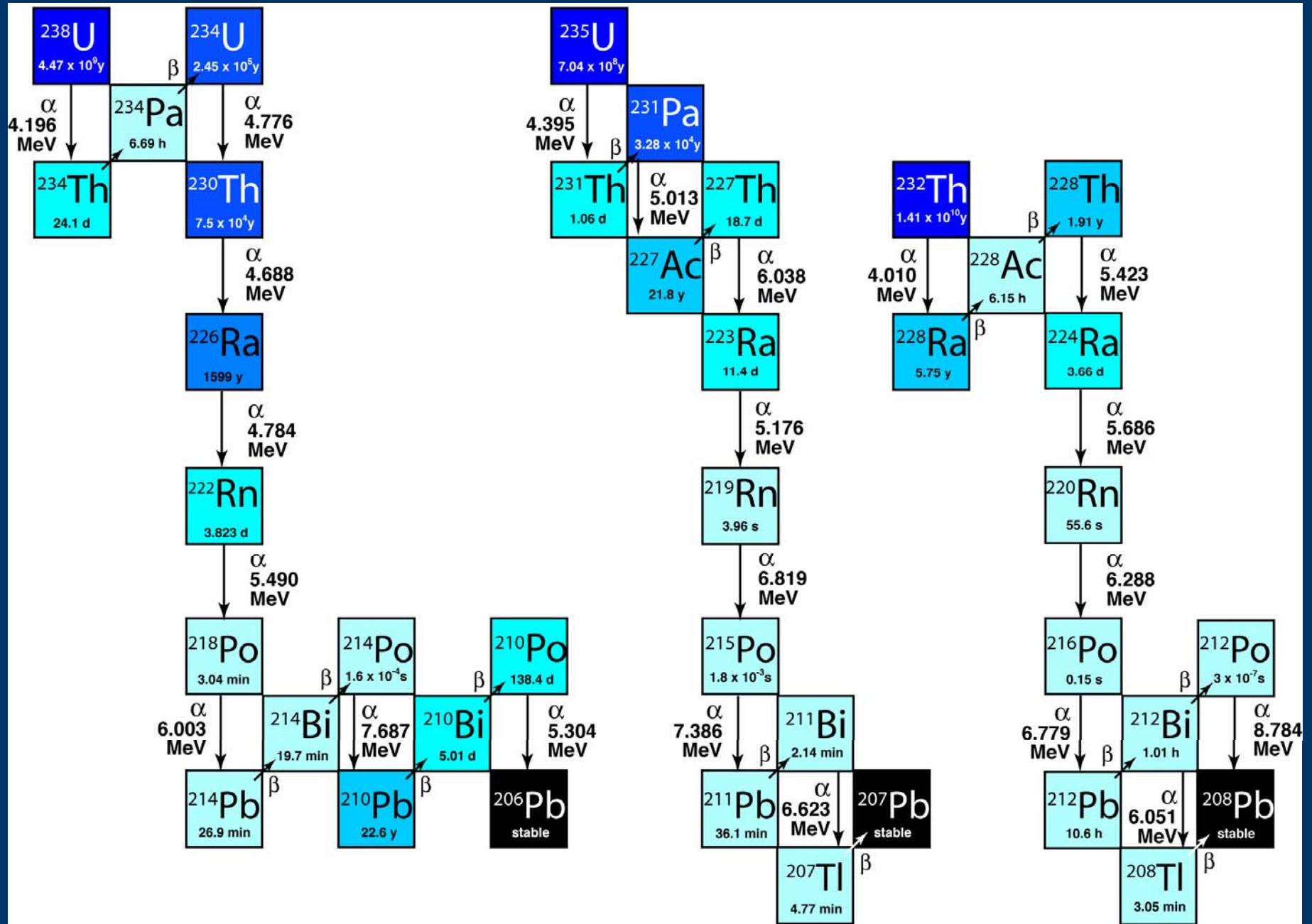
34 radioaktív izotópja ( $^{195-228}\text{Rd}$ ) közül:

$^{222}\text{Rn}$  ( $^{238}\text{U}$  bomlási sorban  $^{226}\text{Ra}$ -ból, alfa, 3.82 nap)

$^{220}\text{Rn}$  ( $^{232}\text{Th}$ -sor,  $^{224}\text{Ra}$ -ból, alfa, 55 sec., toron)

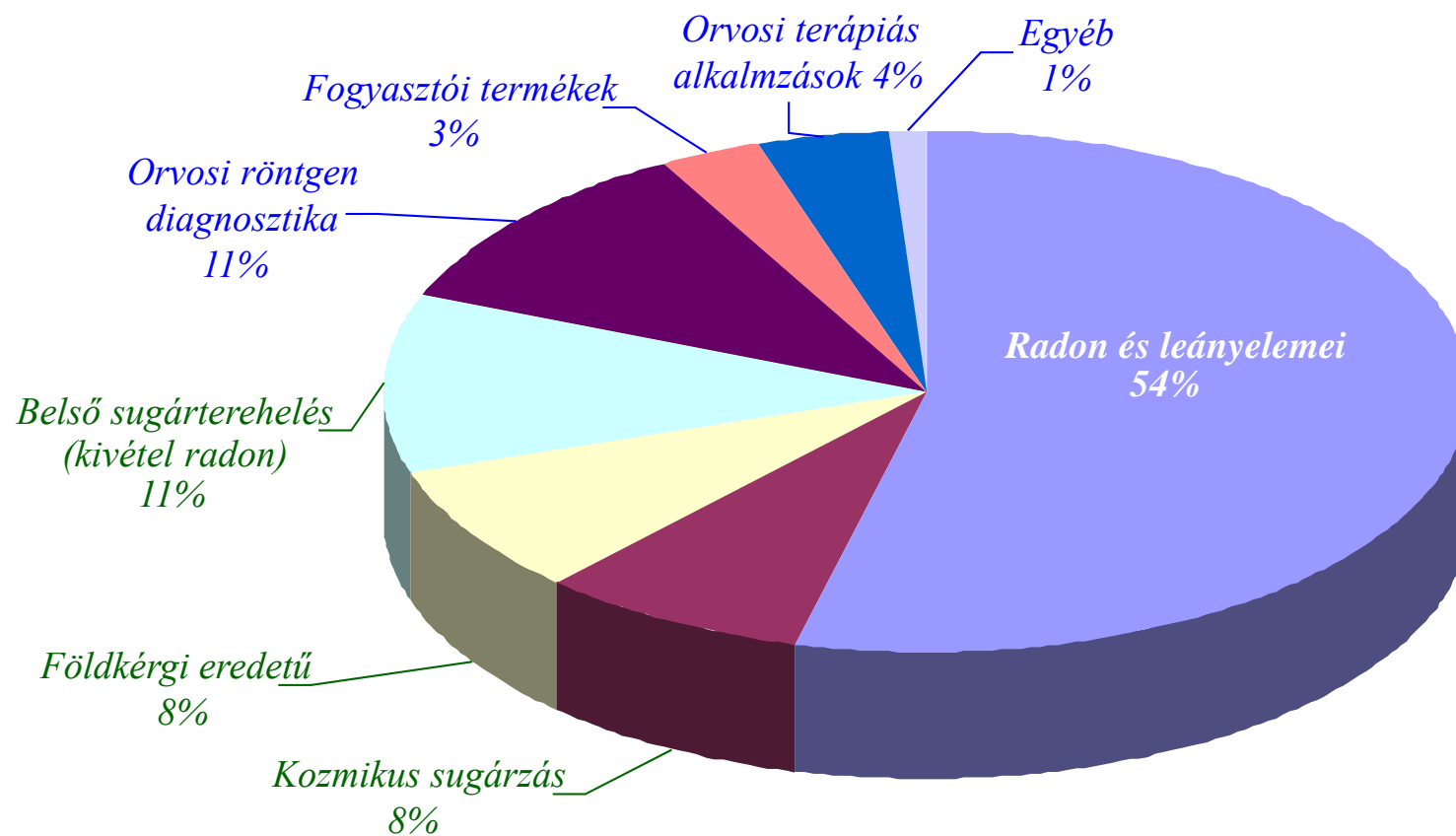
$^{219}\text{Rn}$  ( $^{227}\text{Ac}$ -sor  $^{223}\text{Ra}$ -ból, alfa, 3.9 sec., aktinon)

M. & P. Currie (~1900): radioaktív emanáció



# Élettani hatás

## Az ionizáló sugárzás természetes és mesterséges forrásai



**Table 12. Public exposure to natural radiation**

<i>Source of exposure</i>		<i>Annual effective dose (mSv)</i>	
		<i>Average</i>	<i>Typical range</i>
Cosmic radiation	Directly ionizing and photon component	0.28	0.3–1.0 <sup>a</sup>
	Neutron component	0.10	
	Cosmogenic radionuclides	0.01	
	Total cosmic and cosmogenic	0.39	
External terrestrial radiation	Outdoors	0.07	0.3–1.0 <sup>b</sup>
	Indoors	0.41	
	Total external terrestrial radiation	0.48	
Inhalation	Uranium and thorium series	0.006	0.2–10 <sup>c</sup>
	Radon ( <sup>222</sup> Rn)	1.15	
	Thoron ( <sup>220</sup> Rn)	0.1	
	Total inhalation exposure	1.26	
Ingestion	<sup>40</sup> K	0.17	0.2–1.0 <sup>d</sup>
	Uranium and thorium series	0.12	
	Total ingestion exposure	0.29	
Total		2.4	1.0–13

<sup>a</sup> Range from sea level to high ground elevation.

<sup>b</sup> Depending on radionuclide composition of soil and building material.

<sup>c</sup> Depending on indoor accumulation of radon gas.

<sup>d</sup> Depending on radionuclide composition of foods and drinking water.

# *Történet*

Schneeberg-i tüdőbaj - XVI. sz.  
első Rn-mérés ~1900 a bányában  
első beltéri Rn-mérés - 1956, Svédország

U-bányákban ~1950-60 DNy-USA,  
Rd-anomália és lokális geológia -1970, Svédország, USA

122 lakótér, 1989, Mo.  
Geogén radontérkép Pest megyéről (Szabó Katalin, 2013)

Levegőben

Rádium

$\alpha$

Radon

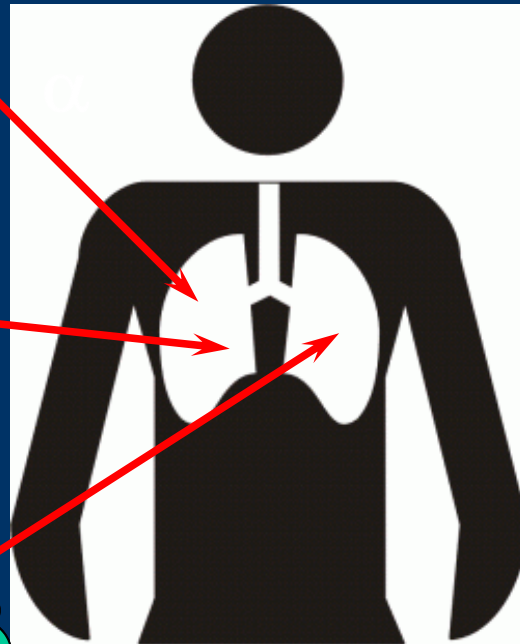
$^{238}\text{U}$  bomlási sor  
 $^{222}\text{Rn}$  (radon)  
 $T_{1/2} = 3,8$  nap

$\alpha$

Polonium,  
Bizmut

$\alpha$

Aeroszolra  
adszorbeál



Ivóvízben oldott állapotban  
felszín alatt; szivattyúzás

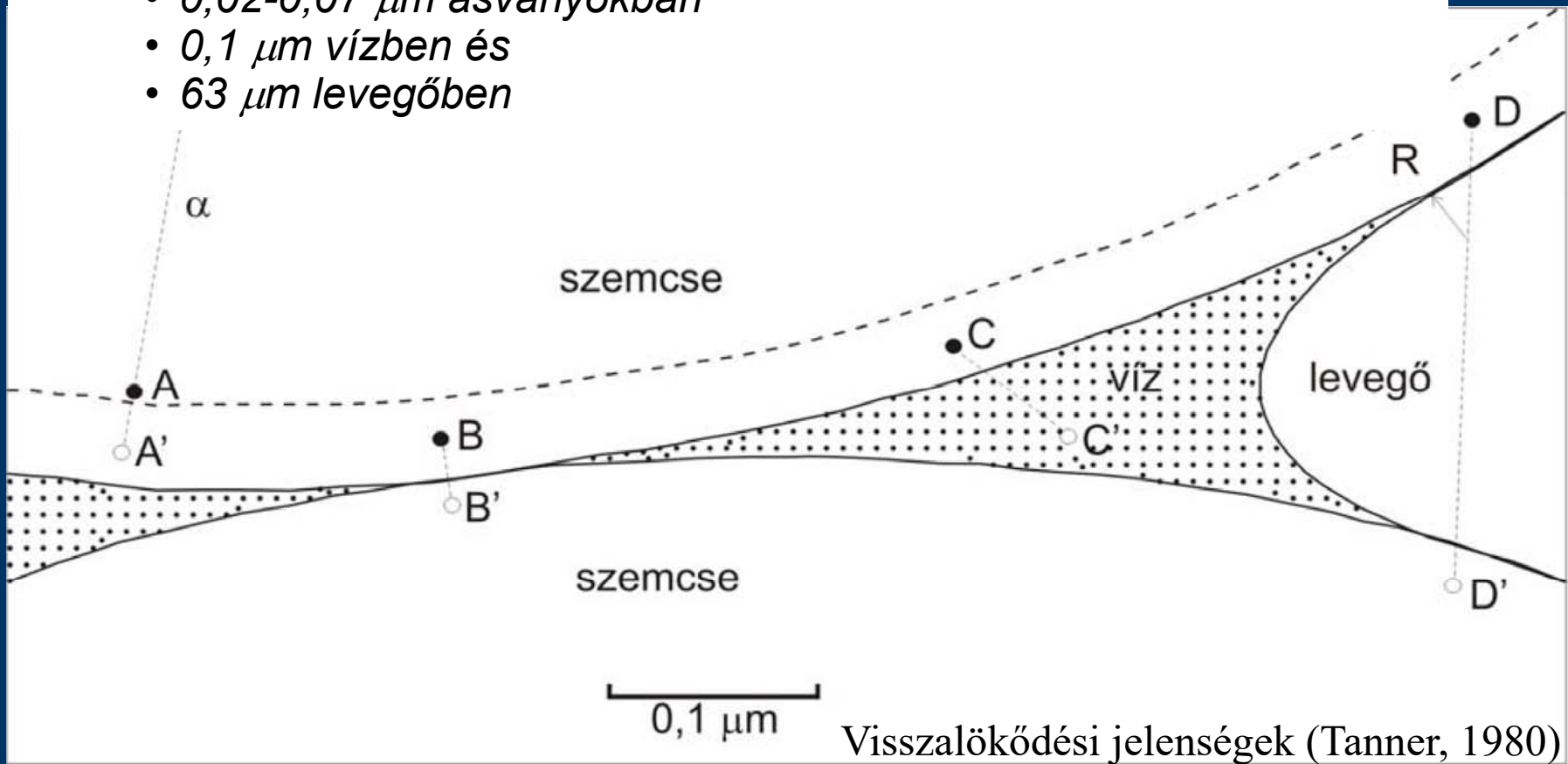
A radon leányelemei lerakódnak a tüdőben. A nagy energiájú  $\alpha$ -részecske kis távolságon nyelődik el, és nagyfokú roncsolást okoz a tüdőszövetében. Ez hosszú távon növelheti a tüdőrák kockázatát.

A radon az egyik legjelentősebb egészségkárosító anyag a beltérekben, amely évente körülbelül 20 000 tüdőrák okozta halálesetért felelős az Európai Unióban (USA).

Dohányzás hatása!

# Talaj (és építőanyag)

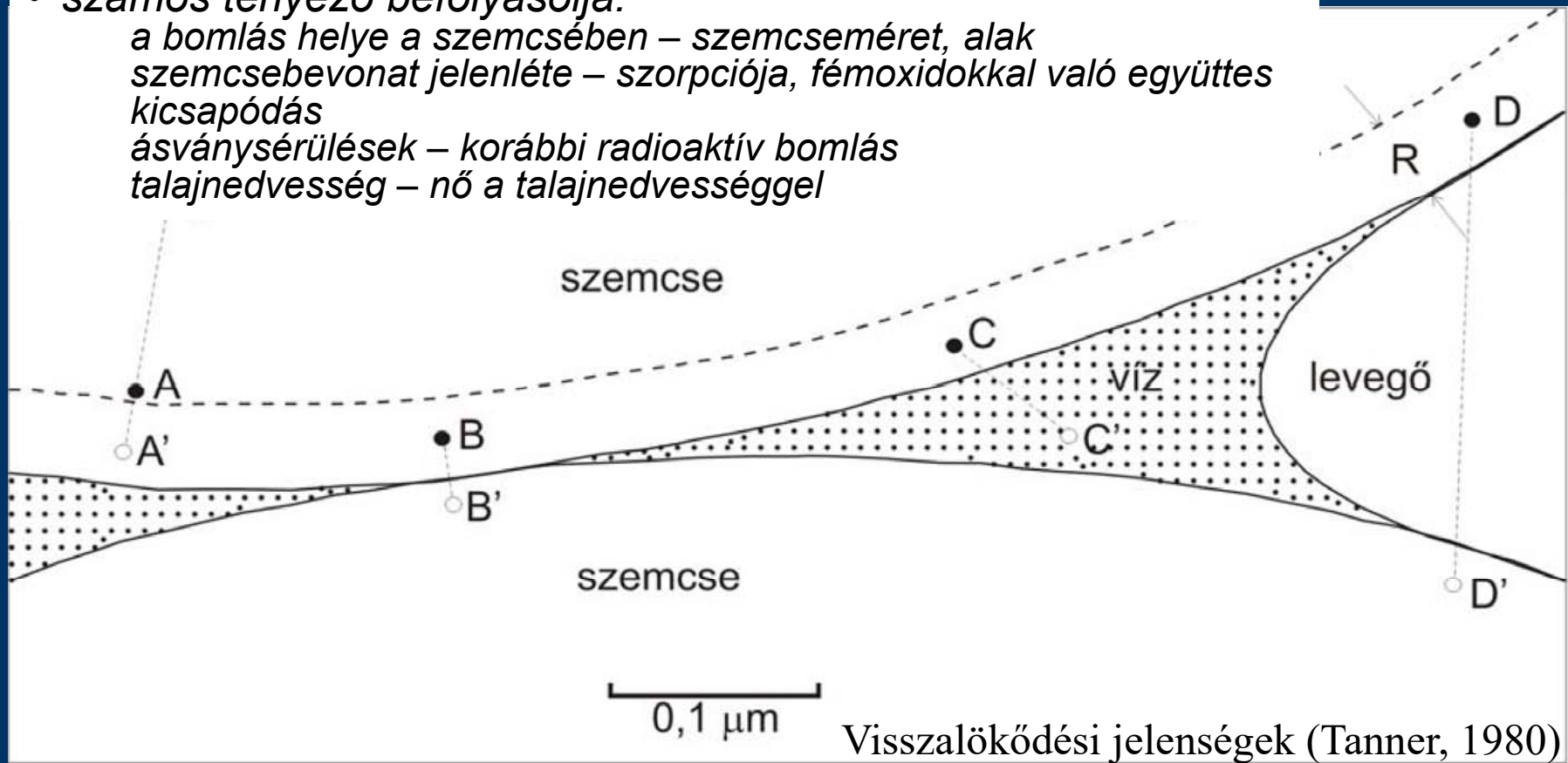
- a Ra bomlásakor keletkező Rn atom a visszalökődés révén ellentétes irányba halad a kibocsátott alfa-részecskéhez képest
- visszalökődés révén megtett út a  $^{222}\text{Rn}$  esetében
  - $0,02\text{-}0,07\ \mu\text{m}$  ásványokban
  - $0,1\ \mu\text{m}$  vízben és
  - $63\ \mu\text{m}$  levegőben



A = visszalökődött Rn nem hagyja el az anya szemcsét; B = visszalökődés egyenesen egy szomszédos szemcsébe történik; C = visszalökődés vízbe történik, a kilépő Rn a pórustérben marad /direkt visszalökődés/; D = visszalökődés levegőbe történik, a kilépő Rn beágyazódik egy szomszédos szemcsébe /indirekt visszalökődés/.

# Talaj (és építőanyag)

- A radon emanációs együttható: talajszemcsékben keletkezett radonnak és a pórustérbe kerülő radonnak a hányadosa
- értéke 0,05 és 0,7 között változik
- számos tényező befolyásolja:
  - a bomlás helye a szemcsében – szemcseméret, alak
  - szemcsebevonat jelenléte – szorpciója, fénoxidokkal való együttes kicsapódás
  - ásványsérülések – korábbi radioaktív bomlás
  - talajnedvesség – nő a talajnedvességgel



A = visszalökődött Rn nem hagyja el az anya szemcsét; B = visszalökődés egyenesen egy szomszédos szemcsébe történik; C = visszalökődés vízbe történik, a kilépő Rn a pórustérben marad /direkt visszalökődés/; D = visszalökődés levegőbe történik, a kilépő Rn beágyazódik egy szomszédos szemcsébe /indirekt visszalökődés/.



A pórusterbe kerülő radongáz 3,82 nap ( $^{222}\text{Rn}$ ) alatt mekkora utat tud megtenni a talajban és/vagy építőanyagban.

Befolyásolja: porozitás, permeabilitás, nedvességtartalom, szemcseméret eloszlása, valamint anyagásvány (talaj esetén) (anyag-függő).

Radon migrációját továbbá meghatározza: hőmérséklet-, nyomáskülönbség, (a csapadék) és a széljárás változása (meteorológiai tényezők), továbbá alapozás milyensége és pince léte (technológiai tényezők).

# Radon a belterekben

Kiemelt jelentőségű:  
lakóépületek  
levegőjének  
radonkoncentrációja



DE: kis dózis jótékony hatású lehet  
→ stimulálhatja az immunrendszert?



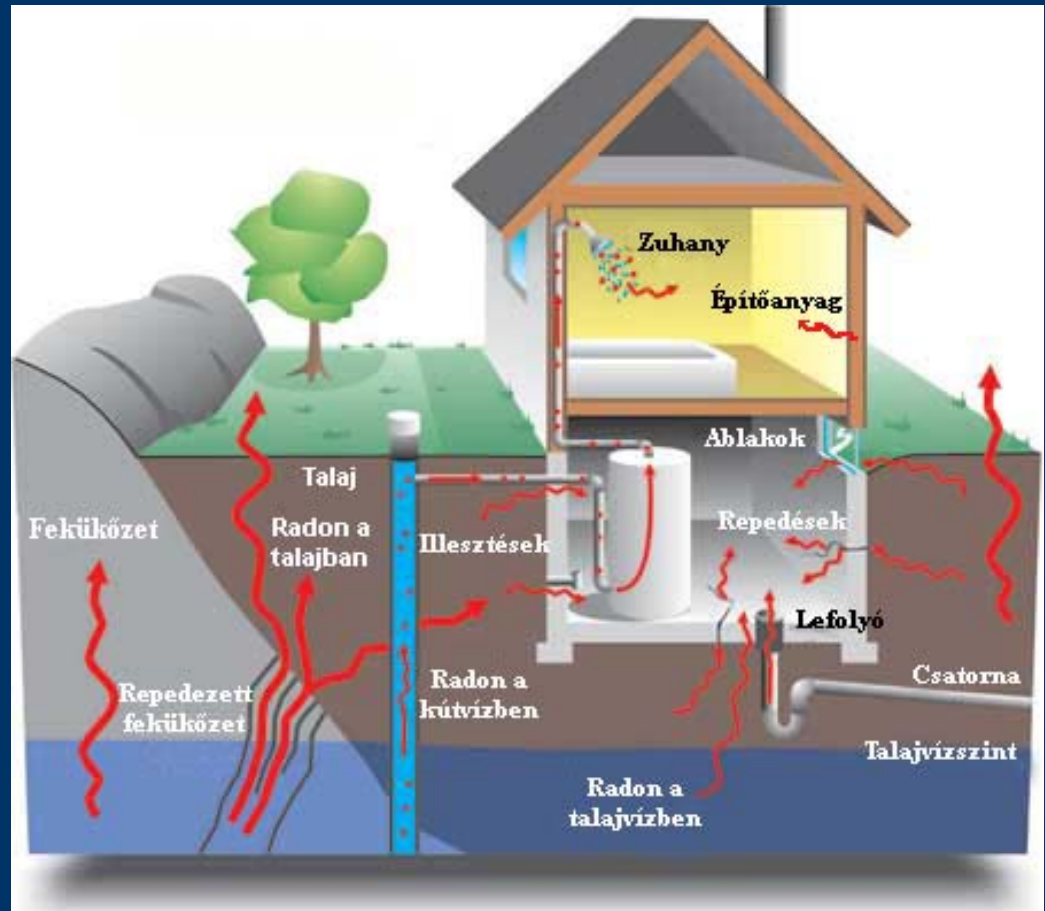
# Beltéri radonkoncentráció eredete

## Források

- talajgáz (77%)
- építőanyag (18%)
- külső levegő (3%)
- vezetékes víz (1%)
- földgáz (1%)

(UNSCEAR, 2000)

*erőművi salak*



<http://www.nrcan.gc.ca>

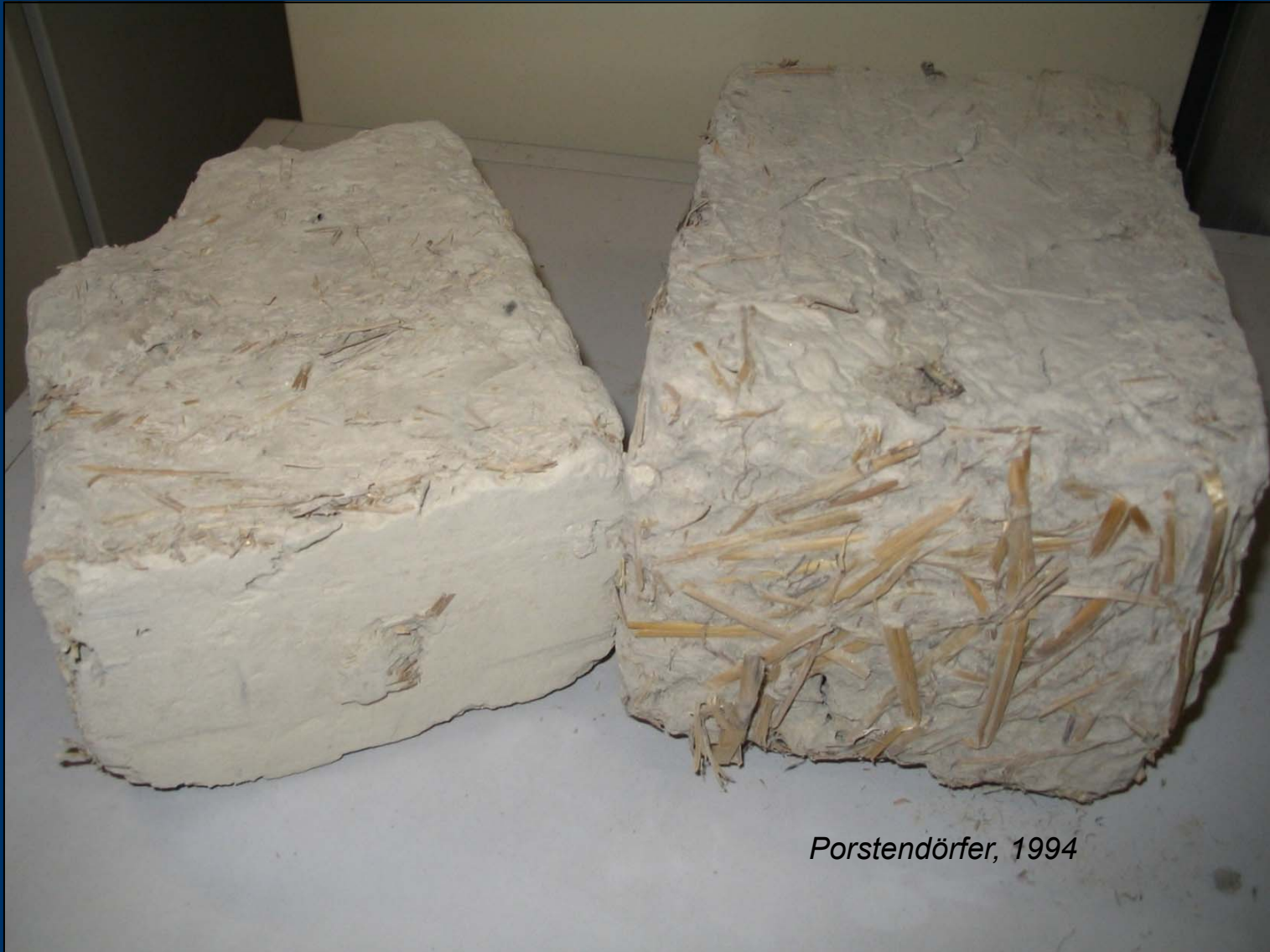




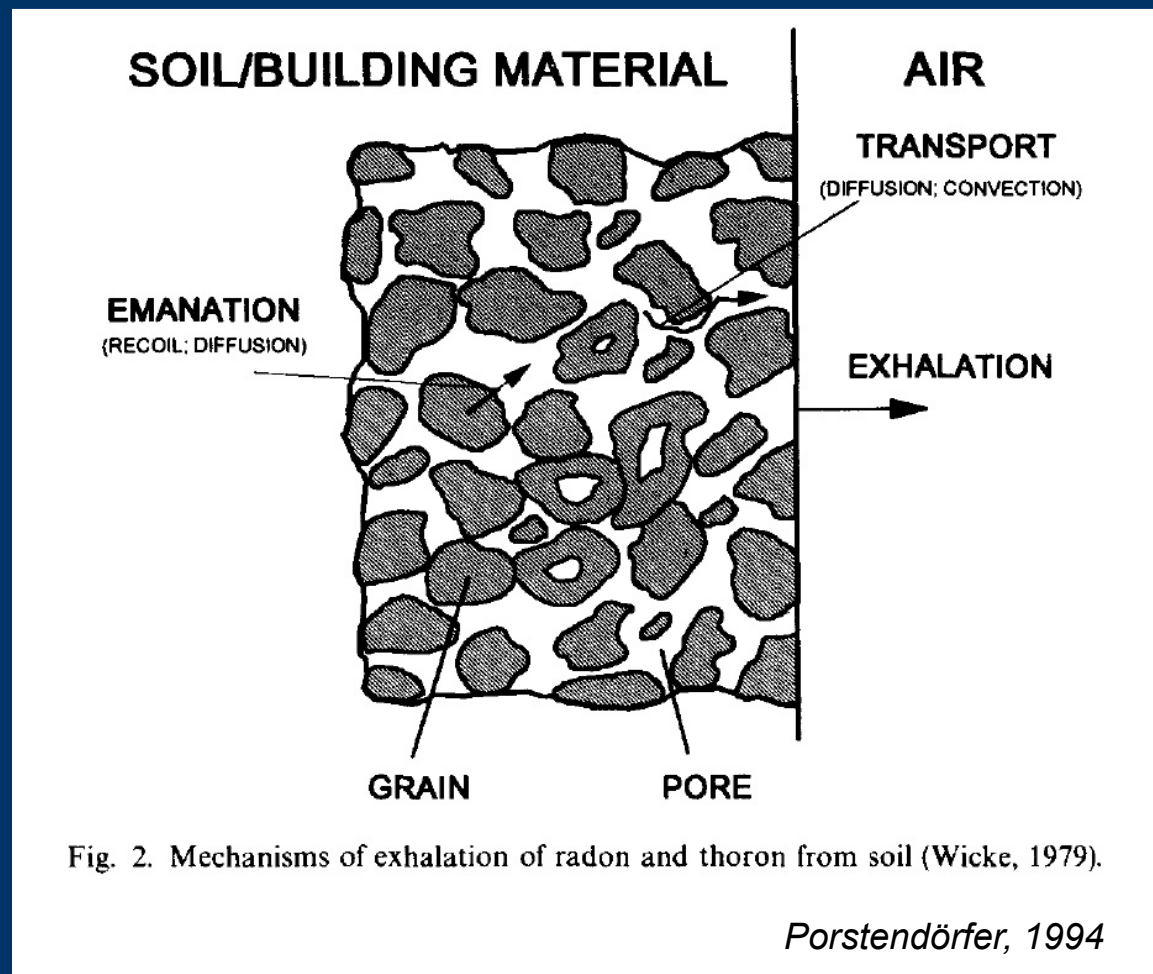
*Szabó et al. (2012)*

*Porstendörfer 1994*





*Porstendörfer, 1994*



# *Radon anomália*

Az EU által ajánlott egészségügyi radon aktivitás koncentráció határérték újonnan épült házakra **200 Bq/m<sup>3</sup>**, a már megépült házak esetén pedig **300 Bq/m<sup>3</sup>**. (90/143/Euratom)

46/2003. (IV. 16.) Parlamenti döntés a Nemzeti Közegészségügyi Programmal együttműködésben:

„kidolgozási és végrehajtási terv a radontól származó lakossági kockázat becslésére nemzeti radon térkép létrehozására”

96/2009. (XII. 9.) Parlamenti döntés a Nemzeti Környezetvédelmi Programmal együttműködésben:

„alapvető intézkedések/előkészületek a radon térkép elkészítésére, a beltéri radonkoncentráció mérésére, az építőanyagok limitálására, amelyek emelkedett dózist okozhatnak”

## *Toron ( $^{220}\text{Rn}$ )*

- 55 sec.
- 5,686 Mev
- Th gyakorisága és viselkedése
- vályog
  
- Tanulmányozni kell!