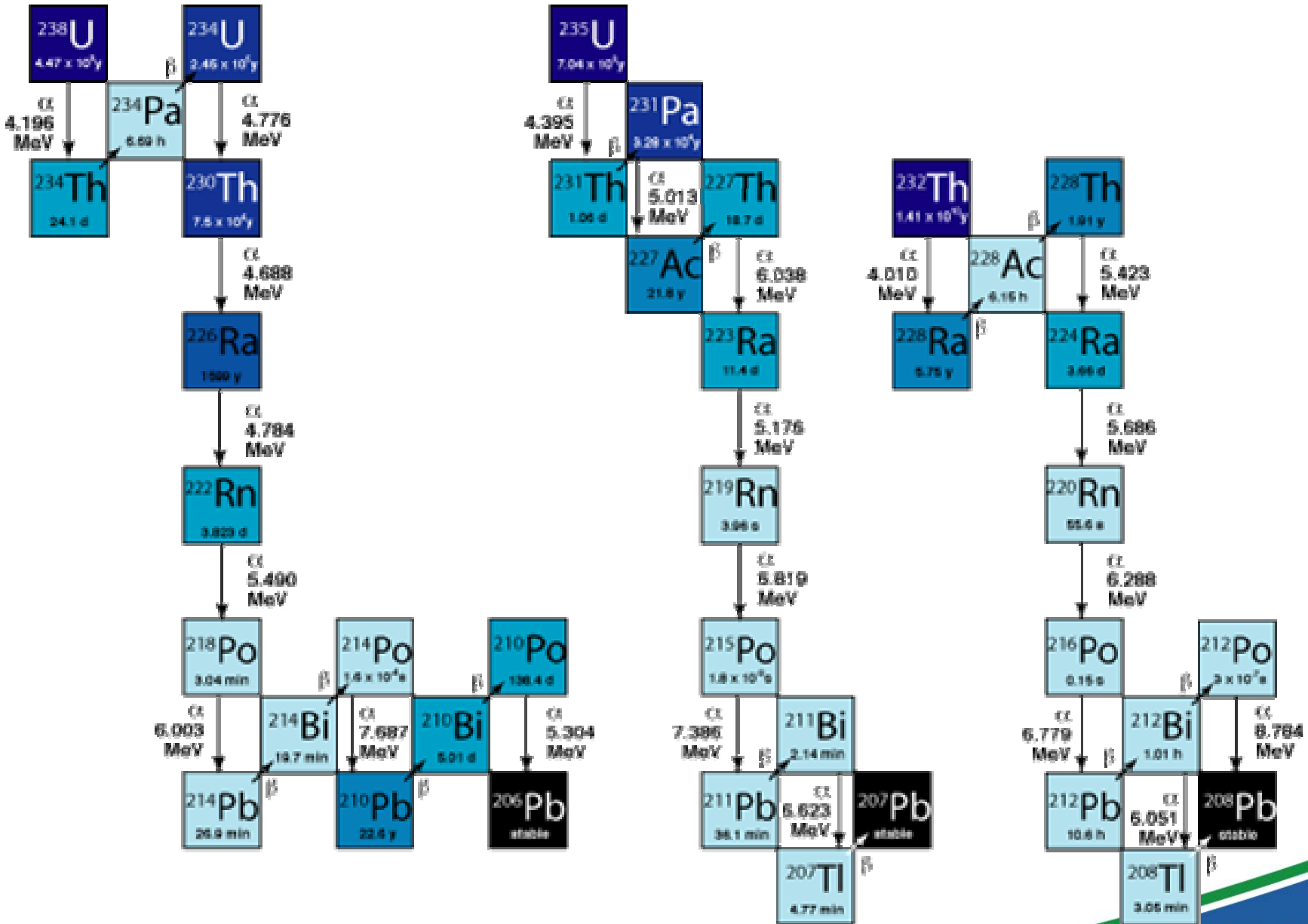


Geolimesz,  
2007. december 26-28,  
Bálványos

# Radon probléma földtani háttere és a lehetséges mentesítési megoldások

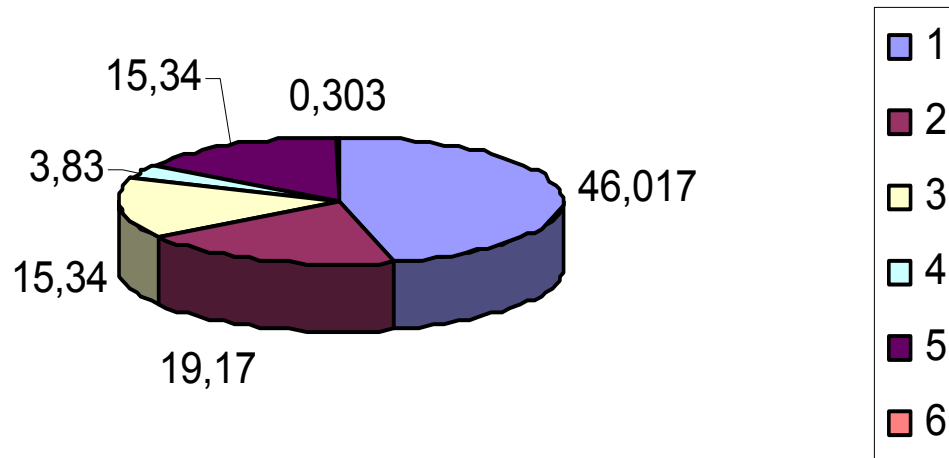
Breitner Dániel

# Radon



# Radon és leányelemei dózis hozzájárulása

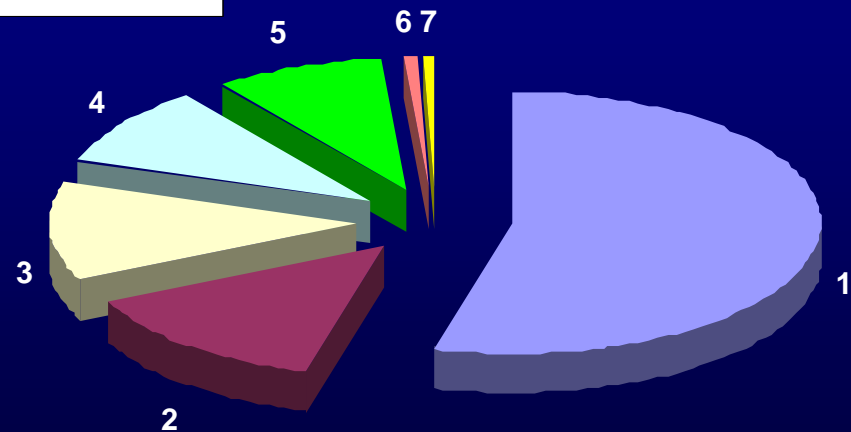
**A lakosság sugárterhelésének forrásai  
(százalékos eloszlás)**



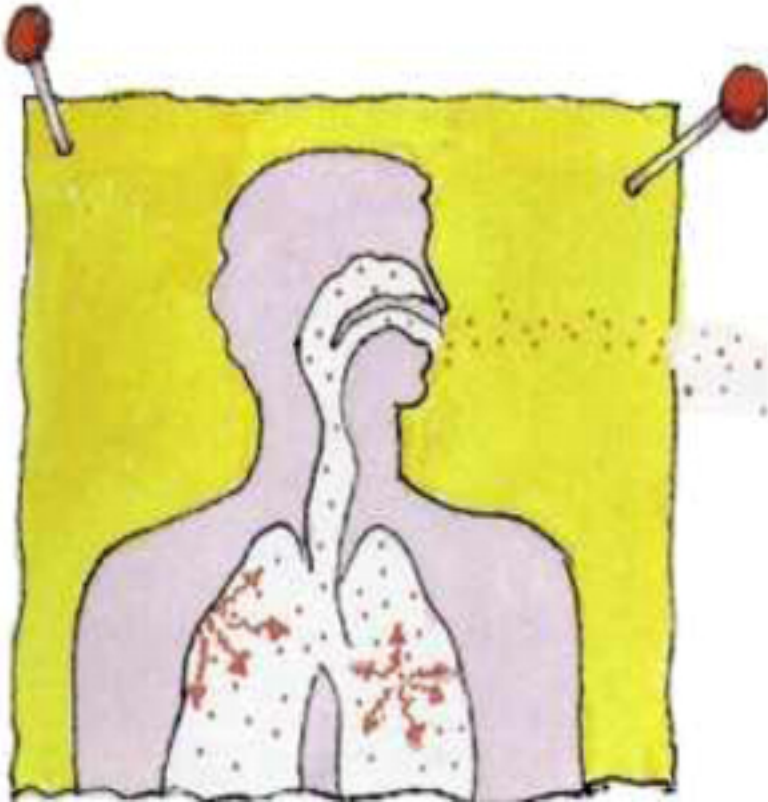
1 = beltéri radon; 2 = talaj, kőzetek, 3 = kozmikus sugárzás; 4 = élelmiszerek; 5 = orvosi diagnosztika; 6 = légköri atomfegyver kísérletek, csernobili katasztrófa, nukleáris energiatermelés (Köteles, 1994 után módosítva)

1 = beltéri radon; 2 = röntgen diagnosztikák; 3 = talaj, kőzetek és építőanyag; 4 = étel és ital; 5 = kozmikus sugárzás; 6 = radioizotópok a diagnosztikában; 7 = csernobili atomerőmű felrobbanása során levegőbe került radioaktív anyagok (Muikku et al., 2005 után módosítva)

Éves átlagos sugárdózis



# Radon és rákkockázat



A lakóterre általában 200-400 Bq/m<sup>3</sup>, a munkahelyekre 400-1000 Bq/m<sup>3</sup>, míg az ivóvizekre 100-1000 Bq/m<sup>3</sup> az ajánlott szint.

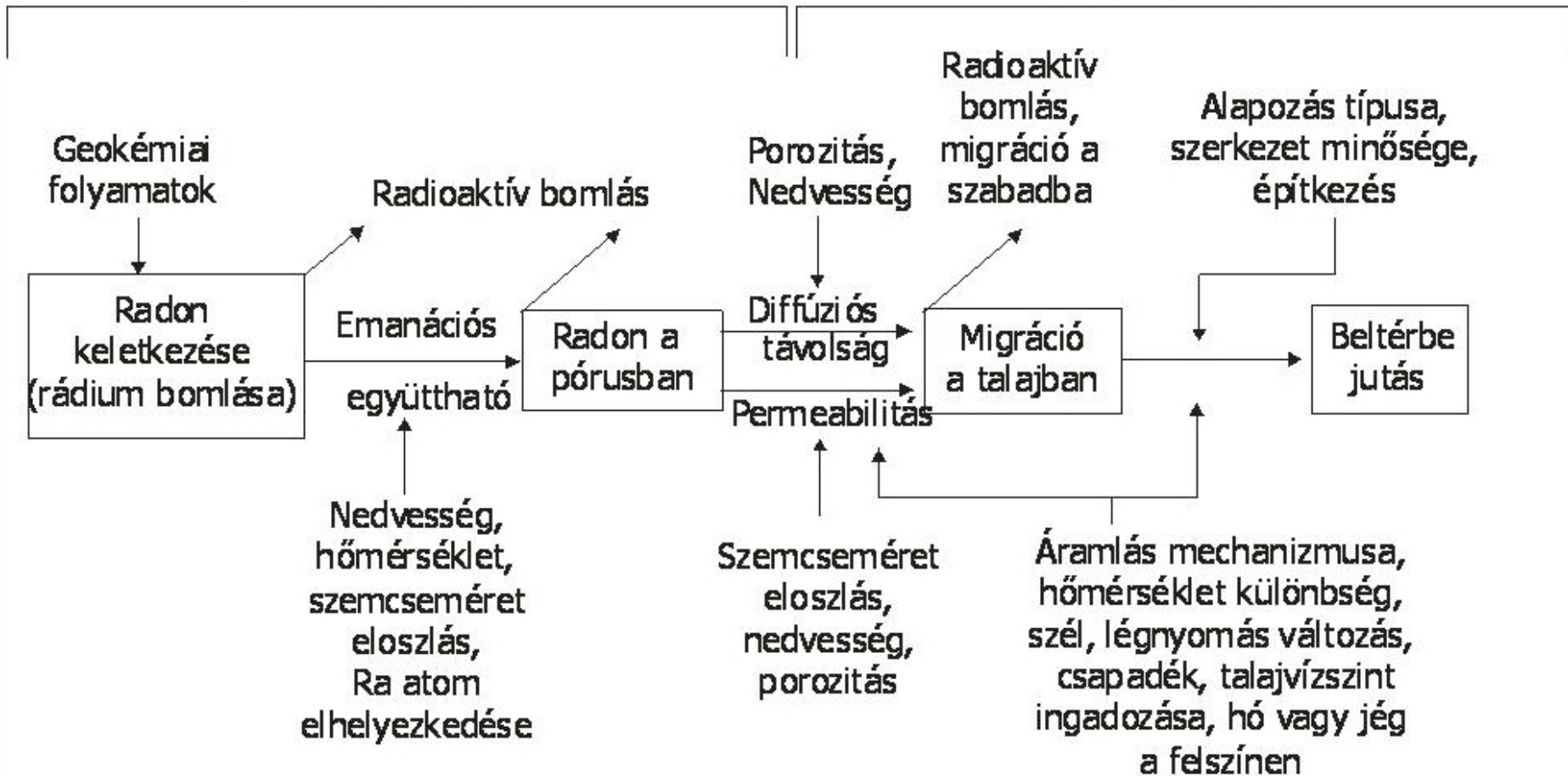
Darby et al., (2004):

- A dohányosok esetében erős kapcsolat mutatkozott a beltéri radon koncentráció és a tüdőrák között.
- A vizsgálatok alapján a dózis-hatás kapcsolat lineárisnak adódott, küszöb dózusra nem találtak bizonyítékot. Továbbá a jelenleg ajánlott határértékek alatt is jelentős dózis-hatás kapcsolatot mutattak ki.
- A teljes kockázat a dohányosok és a jelenleg nem dohányzók esetében jóval nagyobb mint a nem dohányzók esetében.
- A 30 éves kitettség esetében a tüdőrák kockázatának növekedése 16%/100 Bq/m<sup>3</sup>
- Európában a lakásokban felhalmozódó radon a tüdőrákos elhalálozások megközelítőleg 9%-áért, az összes rákos haláleset 2%-áért felelős.

# Radon elérhetőség és migráció

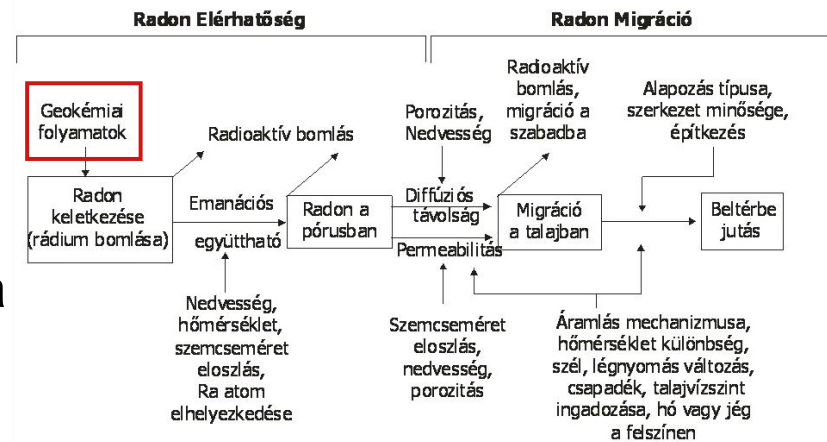
## Radon Elérhatóság

## Radon Migráció



# Geokémiai folyamatok

A  $^{238}\text{U}$  bomlási sora esetében ha a  $^{234}\text{U}$  felezési idejének, 245 ezer évnek, az ötszöröséig – kevesebb, mint  $10^7$  évig a rendszer zárt, a teljes bomlási sor aktivitása egyenlővé válik. Ezt az állapotot nevezzük radioaktív szekuláris egyensúlynak.



Rosholt (1957):

*Leányelem hiány.* Ez az anyaelemek igen friss behordásának, vagy a leányelemek kémiai kioldásának következménye. A  $^{222}\text{Rn}$  eltávovása nem játszik jelentős szerepet a hosszú távú egyensúly megbomlásában.

*Idővel kapcsolatos leányelem hiány.* Ebben az esetben az egyes leányelemek mennyisége arra utal, hogy nem történt nuklid vándorlás, csak nem volt elég idő az egyensúly kialakulására.

*$^{230}\text{Th}$  hiány.* Ez általában a  $^{238}\text{U}$  kicsapódása során alakul ki, olyan oldatból, amelyből a többi U izotóp is kicsapódik, de a Th izotóp a viszonylagos oldhatatlansága miatt nem vett részt a transzportfolyamatban.

*Leányelem többlet.* Ez általában oxidált környezetben fordul elő, és a szülő  $^{238}\text{U}$  kioldódásával jön létre. A  $^{231}\text{Pa}$  különösen fontos szerepet játszik az egyenlőség megbomlásában, mert könnyen hidrolizálódik és kicsapódik az oldatból, így ez a legkevésbé mobilis az U bomlástermékei közül.

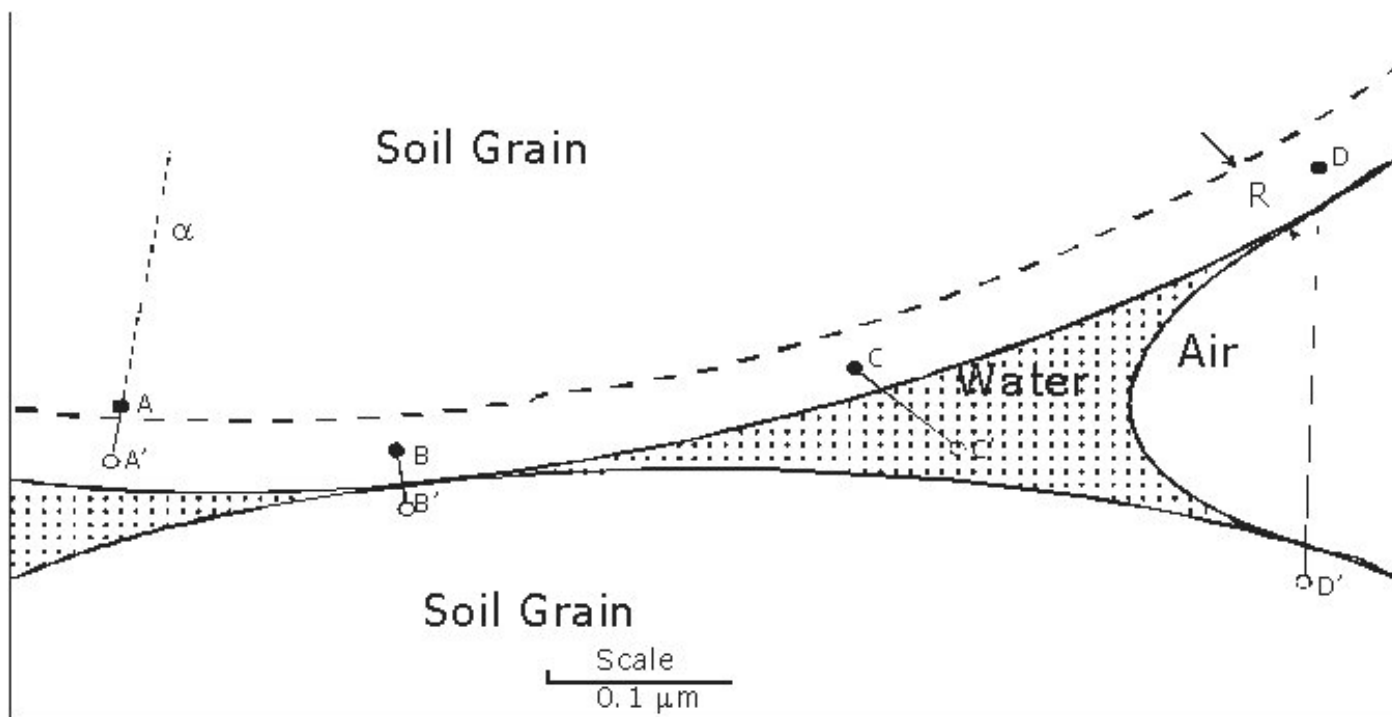
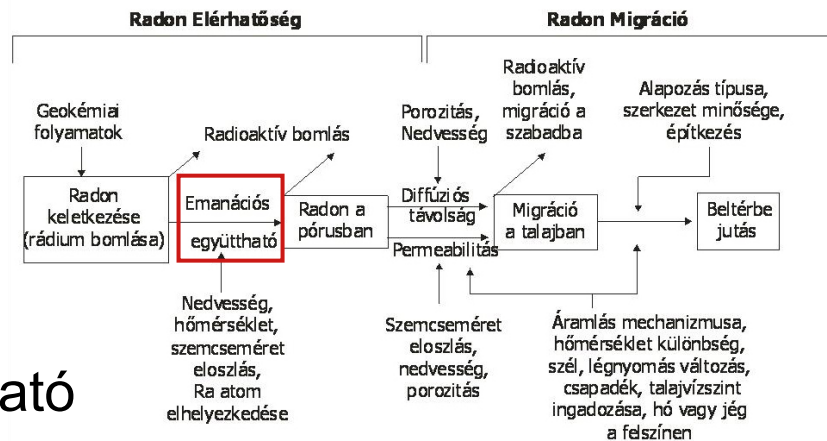
*$^{226}\text{Ra}$  többlet.* Egyes nagyon savas környezet és oxidáló szulfid telep esetében az U és más leányelemek kioldódnak, de a Ra visszamarad oldhatatlan szulfátként.

*A Ra-izotópok kizárólagos jelenléte.* Olajmezőknél és radioaktív hévforrások és azok üledékeinél található ez a fajta egyensúly megbomlás a Ra csapadékképzése miatt, ami Ba-Sr-szulfáttal és Fe-oxihidroxid képződéssel jár.

# Emanáció

A talajban képződött radonnak csak egy része hagyja el a szemcsét és lép be a pórustérbe. Ezt a hányadost nevezik emanációs együtthatónak vagy emanáló képességnek.

A talajok esetében az emanációs együttható 0,05-0,7 között változik.



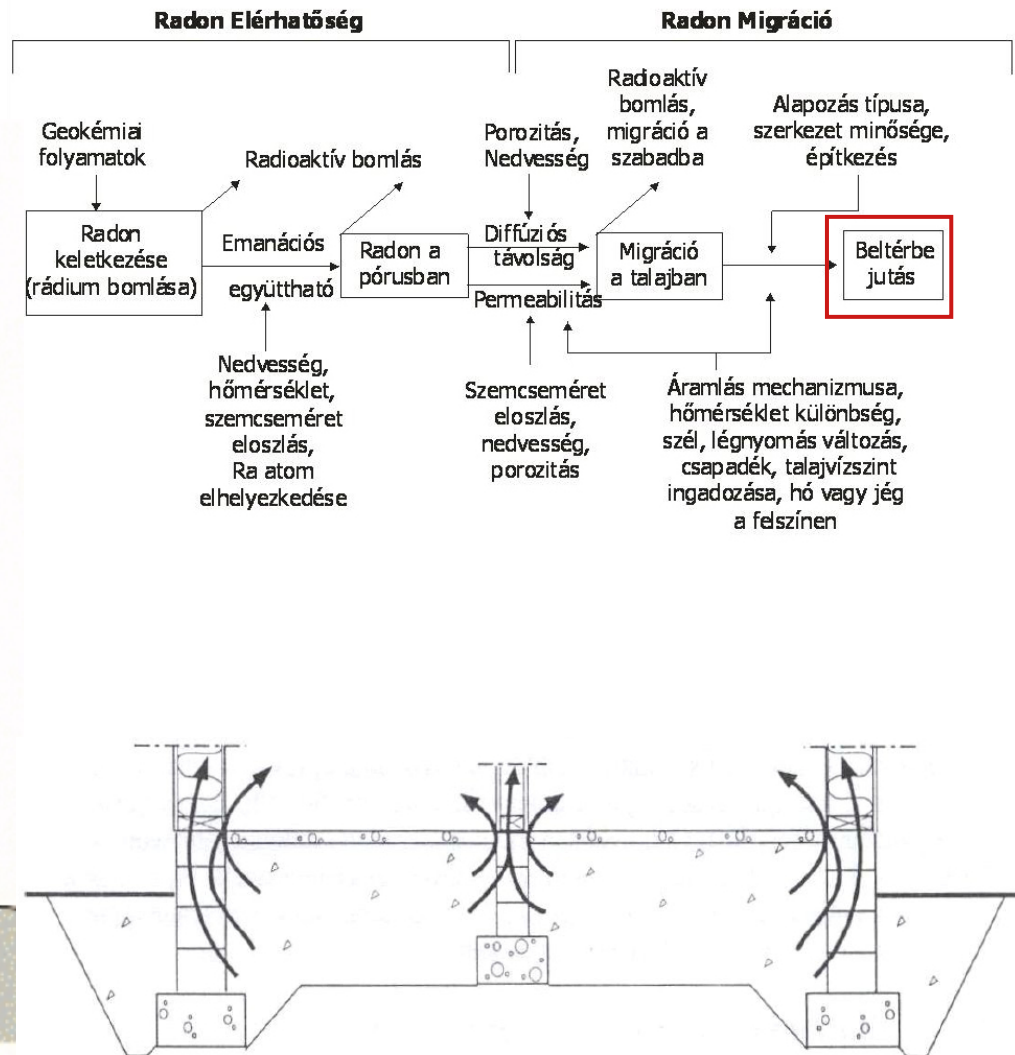


# Emanáció

Az emanációs együtthatót számos tényező befolyásolja:

1. A szemcseméret és a forma a legfontosabb tényezők, meghatározzák, hogy mennyi rádium van elég közel a szemcse felszínéhez, hogy az újonnan keletkezett radon atom könnyen kijuthasson a pórustérbe (Schumann és Gundersen, 1996).
2. A szemcsebevonat jelenléte esetén a talaj- vagy ásványszemcse felszínén koncentrálódik a rádium, és megnöveli a talajok emanáló képességét azokhoz a szemcsékhez képest, ahol a rádium egyenletesen oszlik el a szemcsékben. A radionuklidok szorpciója vagy a fémoxidokkal való együttes kicsapódása a szemcsebevonaton az egyik legjelentősebb geokémiai folyamat, amely megnövelheti a talajok és kőzetek radon emanációját (Gundersen és Schumann, 1989).
3. Korábbi radioaktív bomlás által keletkezett talaj- és ásványsérülése további utat szolgáltatnak a radon kijutásához, megnövelik a radonemanációt. Ha a talaj-, vagy ásványszemcsék nanopórusok által tagoltak, a szemcsék fajlagos felülete annyira megnő, hogy a radon emanáció egy vagy két nagyságrenddel is megnőhet. Ez különösen a homok és annál nagyobb szemcseméret tartományokban érvényes (Rama és Moore, 1984).
4. A radon emanációval és szállítással kombinált kijutása a talajból akkor a legnagyobb, ha a talaj nedves. A kis pórusok víztelítettsége nagy emanációs együtthatót eredményez, de mivel a legtöbb transzport a nagyobb pórusokon keresztül játszódik le, csak kis mértékben csökkenti a radonszállítást (Nazaroff és Nero, 1988). Kavicsos üledékekben 1-2%-os nedvességtartalom esetén maximális az emanáció, amikor a szemcsék belső pórusai feltöltődnek. Agyagok esetében, ahol a fajlagos felület jóval nagyobb, lényegesen nagyobb víztartalom szükséges ahhoz, hogy a teljes felszín vízzel legyen borítva, így az agyagok nagyobb víztartalom esetén érik el a maximális emanációt (Markkanen és Arvela, 1992).

# Beltérbe jutás



# Radon mérés



*Etched track detector*



# Radon térkép



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

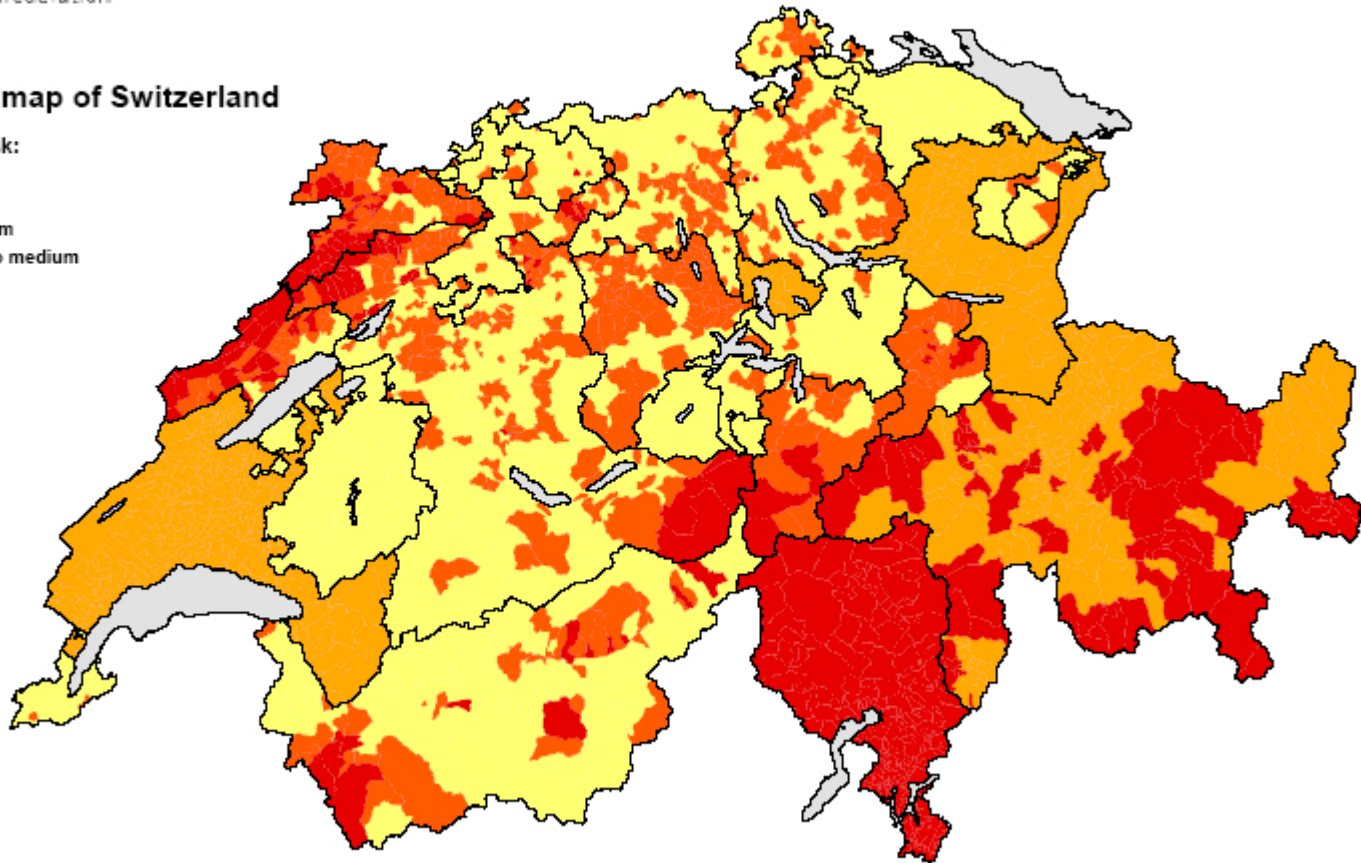
Federal Department of Home Affairs FDHA  
Federal Office of Public Health FOPH

Swiss Confederation

## Radon map of Switzerland

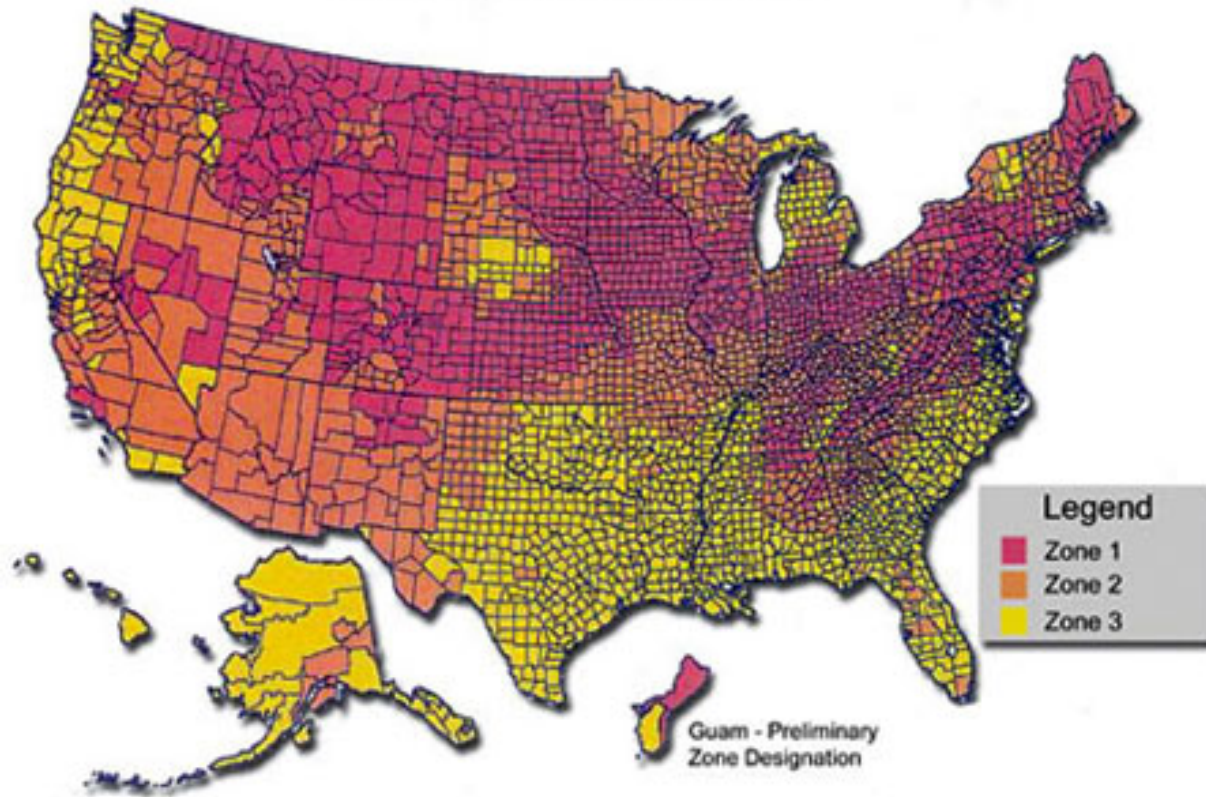
Radon risk:

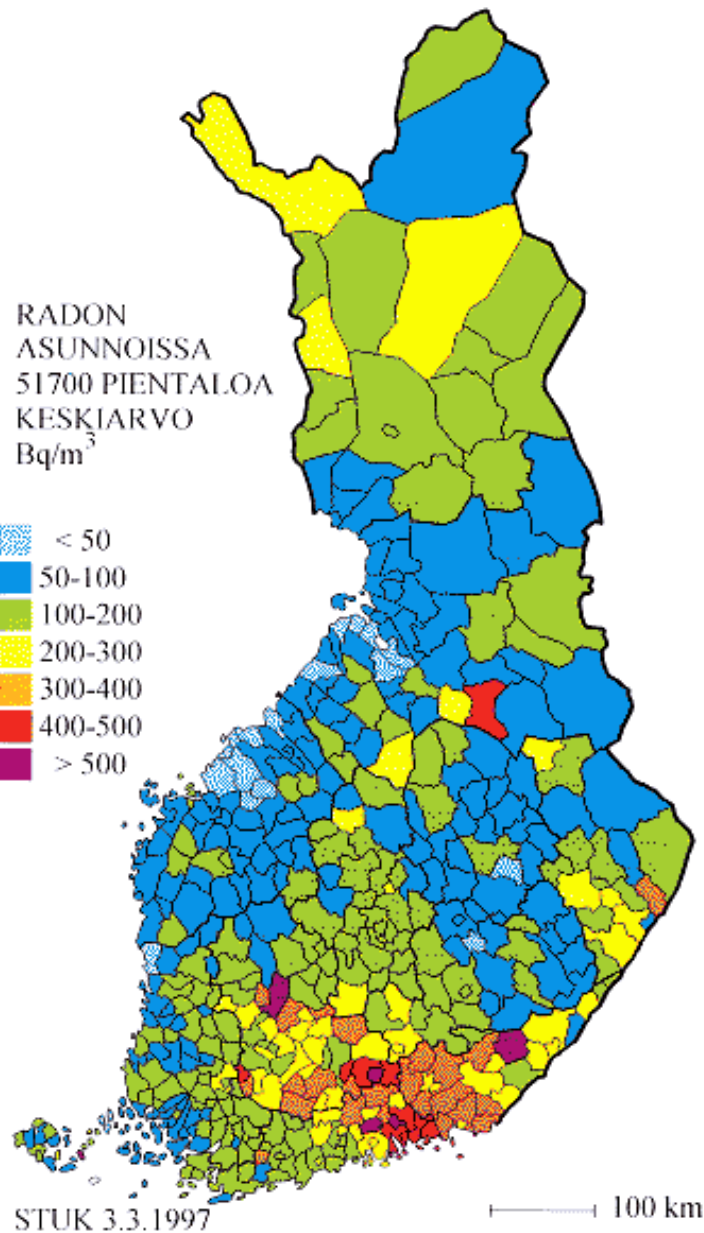
- High
- Medium
- Low to medium
- Low



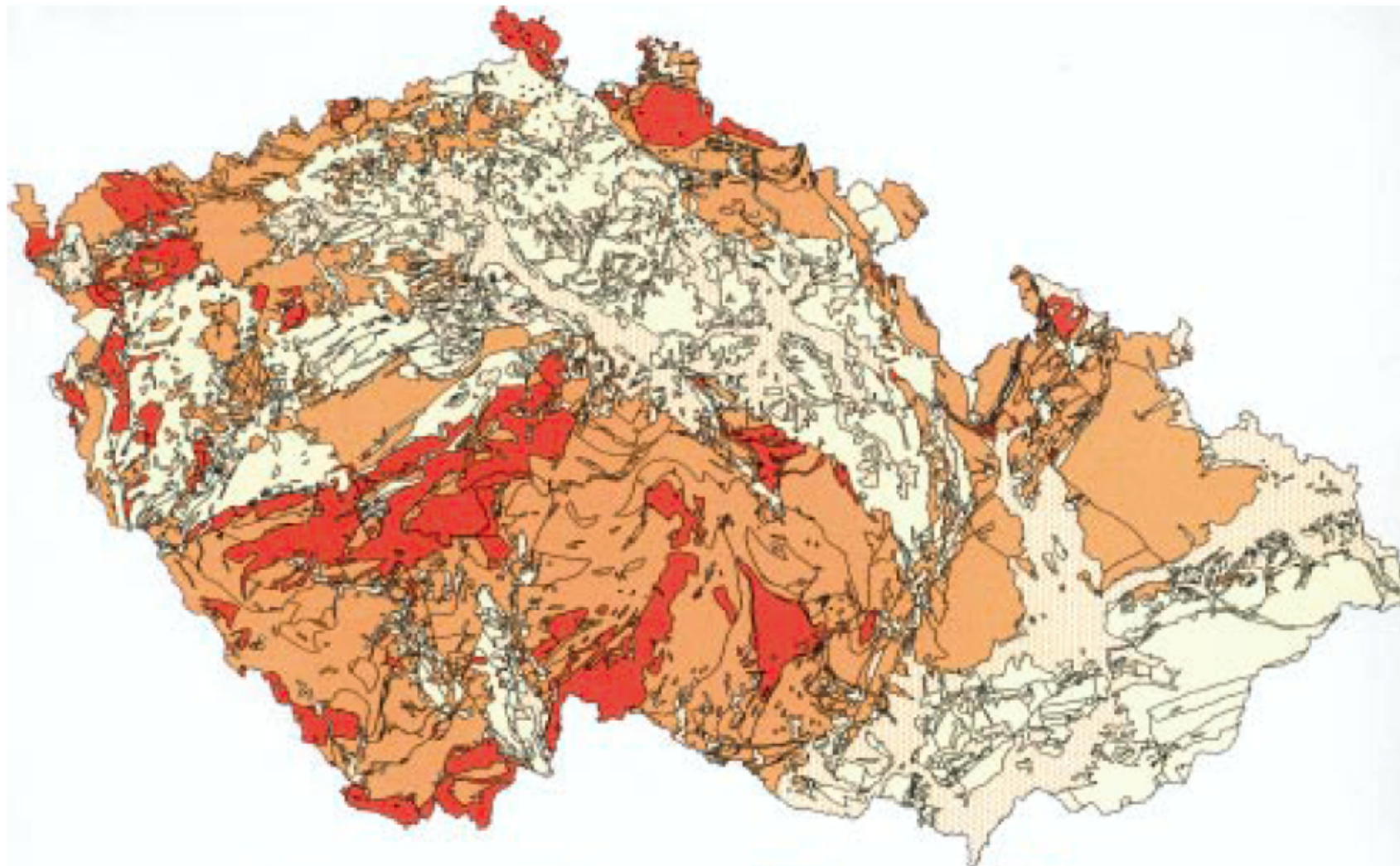
22.01.2007

EPA Map of Radon Zones





# Radon térkép



Radon risk category:



Low



Interstage

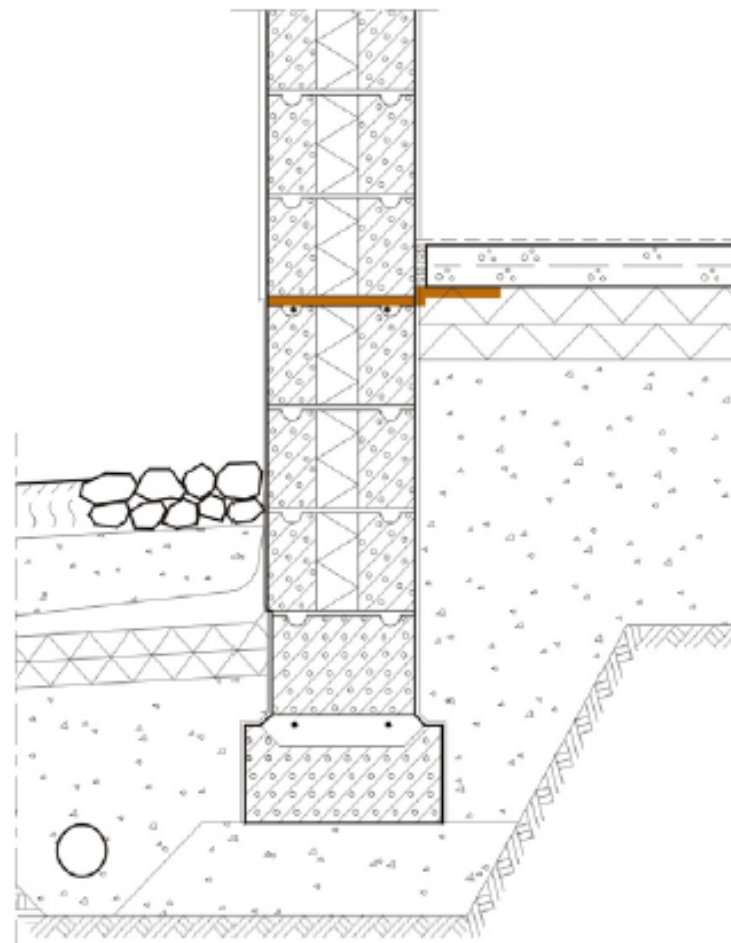
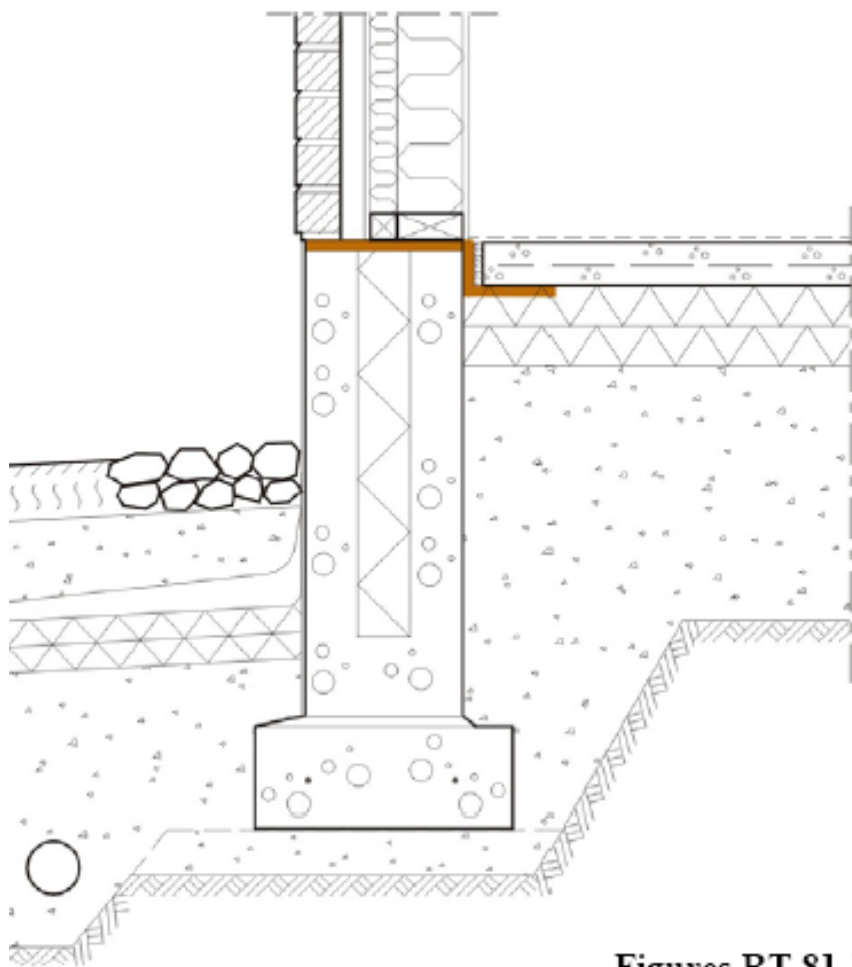


Medium



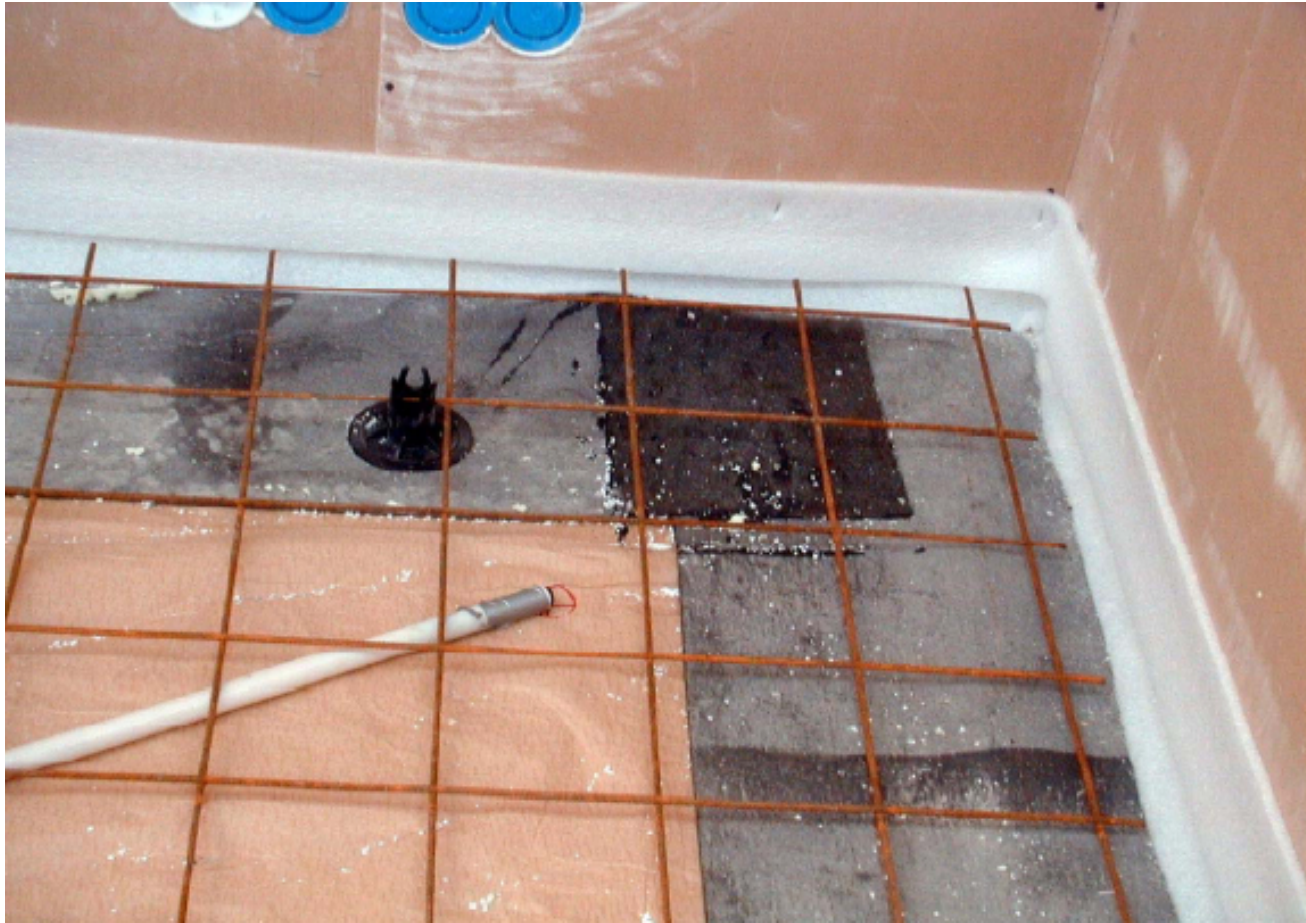
High

# Mentesítés

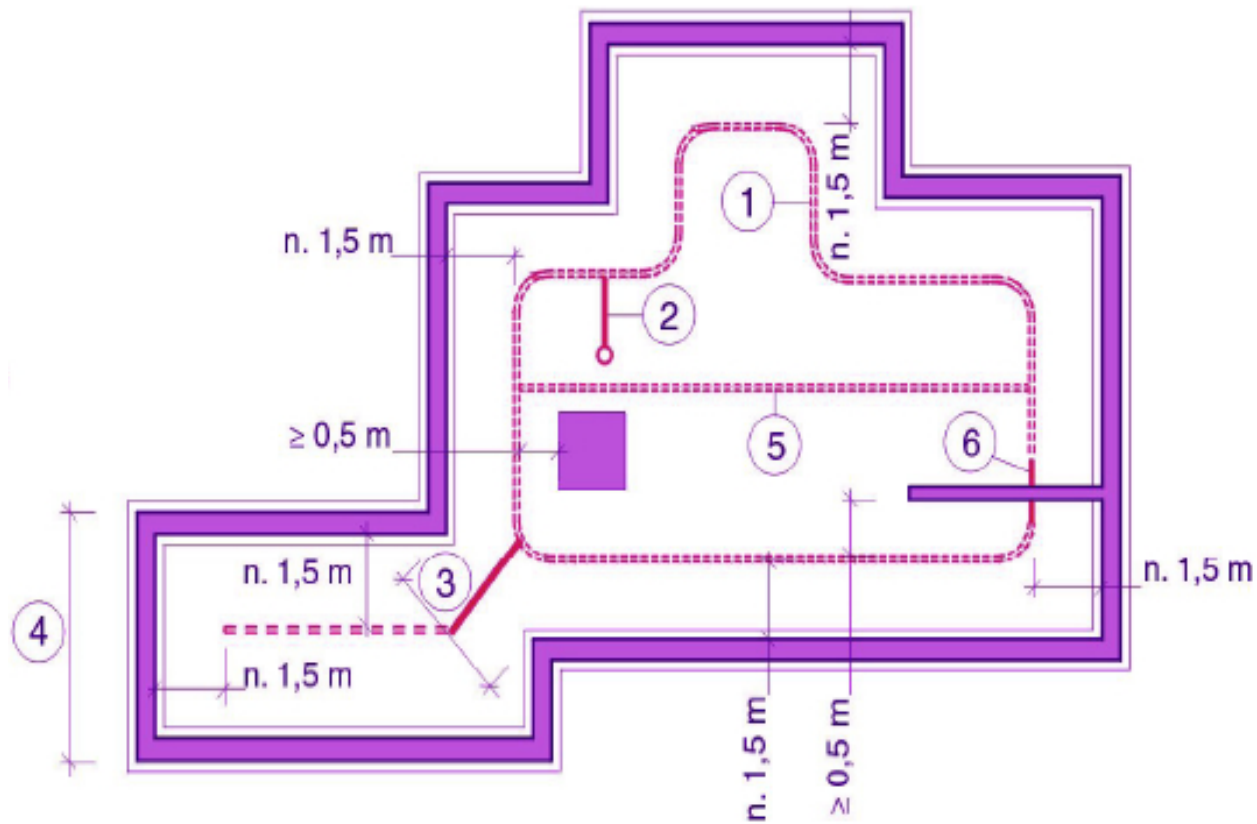


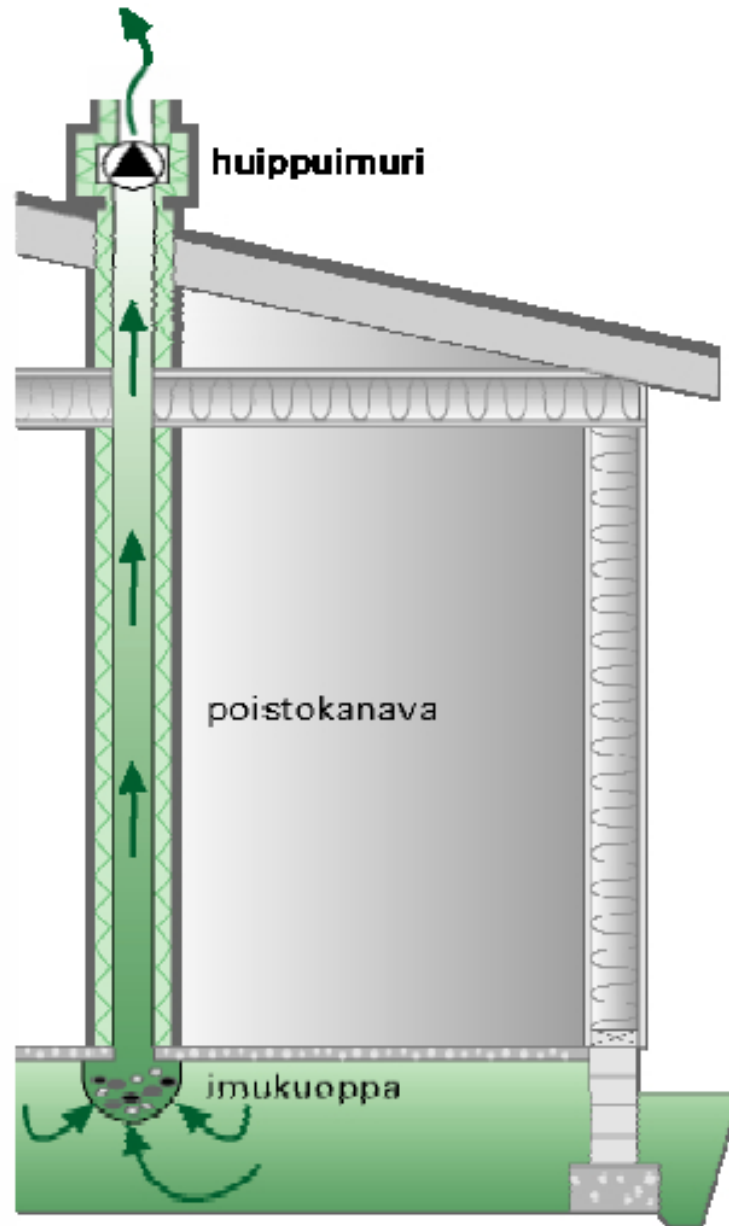
Figures RT 81-10791



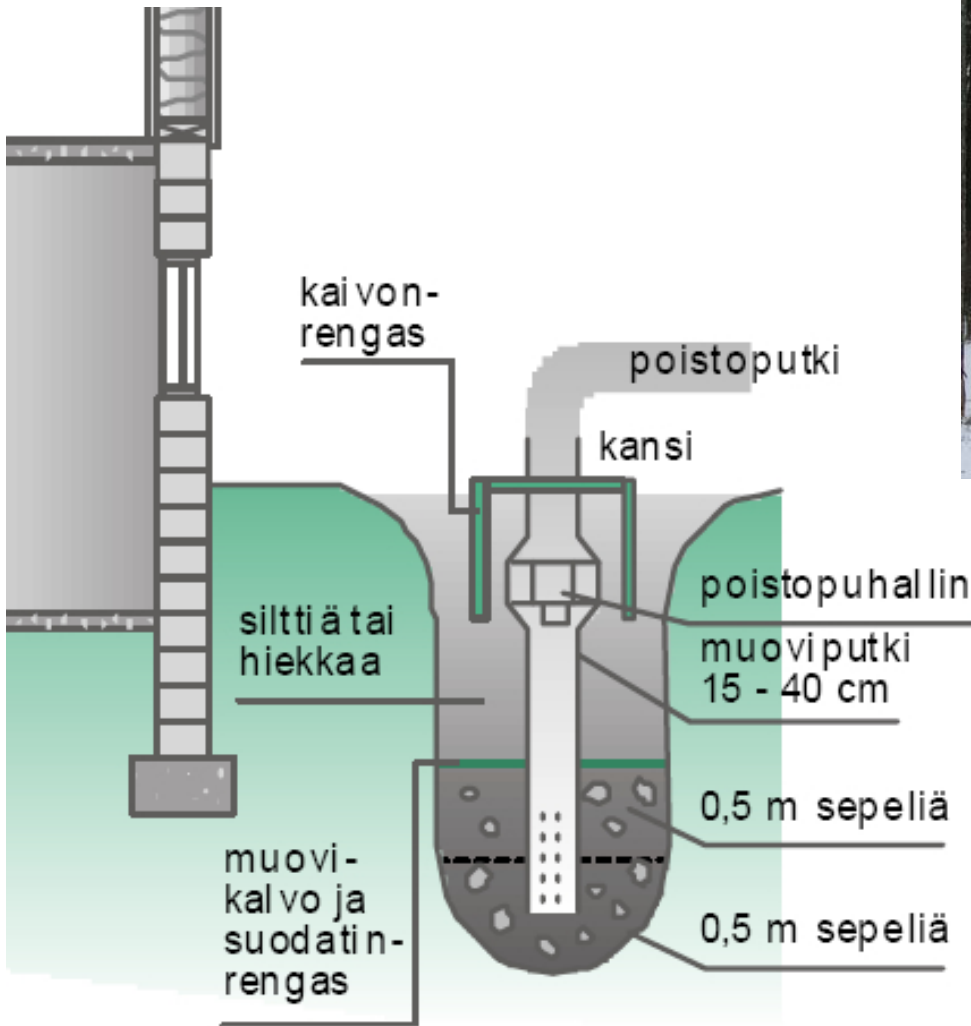


# Mentesítés





# Mentesítés





**Köszönöm a figyelmet!**