

Měření koncentrace radonu na pozemku, v domě bez a s izolací

Jakub Klemsa David Klečka Vojtěch Kovalík

Fyzikální seminář

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

2. května 2011

Obsah

- 1 Přírodní radioaktivita a problematika radonu
- 2 Obecné informace o radonu
 - Vlastnosti radonu
 - Radon kolem nás
 - Radon a člověk
 - Radon v ČR
 - Radon v budovách
- 3 Detekce radonu
- 4 Průběh měření
- 5 Závěry našich měření

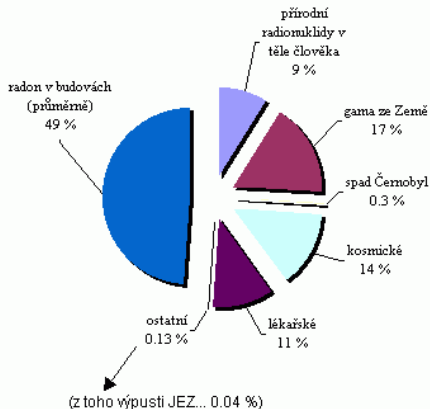
Cíle projektu

- Seznámit se s radonovou problematikou
- Nastudovat metody měření koncentrací radonu
- V praxi několik z nich odzkoušet
- Na základě měření vyhotovit radonovou mapu pozemku
- Porovnat dům bez radonové izolace s domem s izolací
- Zjistit míru závislosti koncentrace radonu na cirkulaci vzduchu

Přírodní radioaktivita a problematika radonu

- obavy především z umělých zdrojů záření, ale ...
- největší ozáření obyvatelstva je způsobeno zdroji přírodními, způsobenými:
 - kosmickým zářením
 - přírodními radionuklidy

Rozdělení dávek obyvatelstvu



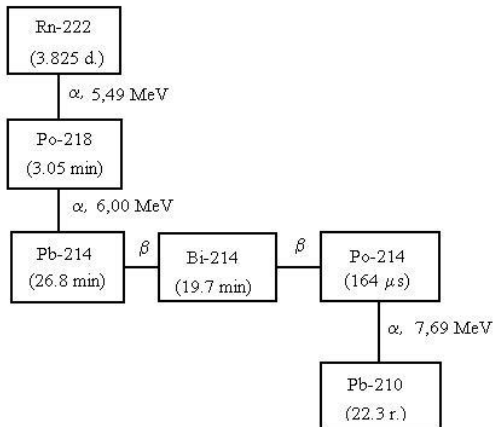
Obrázek: Rozdělení dávek obyvatelstvu

Vlastnosti radonu

- objeven r. 1900 F. E. Dornem při zkoumání rozpadu radia
- inertní, jednoatomový radioaktivní plyn
- tři přirozené radioizotopy
 - radon ^{222}Rn s poločasem rozpadu 3,82 dne
 - thoron ^{220}Rn s poločasem rozpadu 55 s
 - aktinon ^{219}Rn s poločasem rozpadu 3,9 s
- plynný člen všech tří přirozených přeměnových řad – U , Th , Ac

Vlastnosti radonu

- má smysl se zabývat pouze radonem ^{222}Rn a thoronem ^{220}Rn
- vznikají v horninách v podobném zastoupení
- pouze radon ^{222}Rn může migrací ovlivňovat lidské stavby
- radon ^{222}Rn vzniká v uranové řadě α přeměnou z radia ^{226}Ra
- má 7.7krát vyšší hustotu než vzduch
- bez barvy a zápachu, téměř nevytváří chemické sloučeniny
- ve vodě málo rozpustný



Obrázek: Schéma uranové rozpadové řady

Radon kolem nás

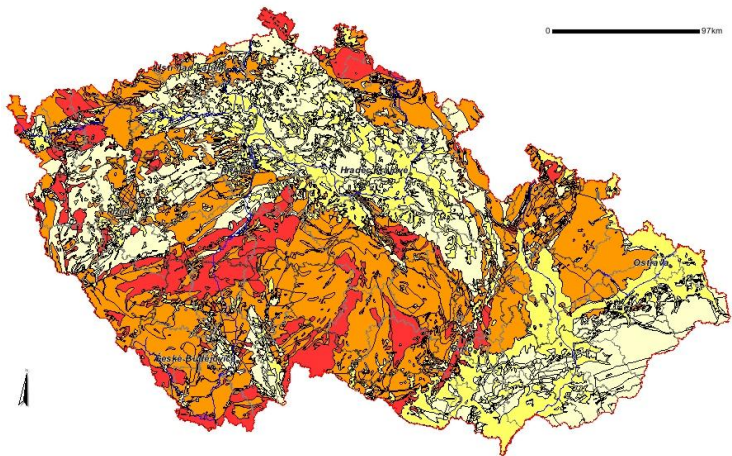
- koncentrace radonu se udává jeho aktivitou v jednotkách Bq/m^3
- v ČR v budovách průměr $120 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- 2 – 3% bytů i více jak $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- venkovní atmosféra pouhých $5 \text{ Bq}/\text{m}^3$
- legislativa udává směrné hodnoty (nevymahatelné)
 - $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$ pro stávající budovy
 - $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ pro nové budovy

Radon a člověk

- při vdechování ozařuje plicе, zanechává radioaktivní produkty přeměny
- po kouření druhou nejvýznamnější příčinou vzniku rakoviny plic
- riziko rakoviny plic spolehlivě prokázáno pro koncentrace $> 150 \text{ Bq/m}^3$
- zvýšení koncentrace o 100 Bq/m^3 znamená zvýšení rizika rakoviny o 16%
- ročně zemře srovnatelně stejně lidí kvůli radonu jako při dopravních nehodách
- roční pobyt v koncentraci 400 Bq/m^3 odpovídá ozářením 440 rentgenovým snímkům plic

Radon v ČR

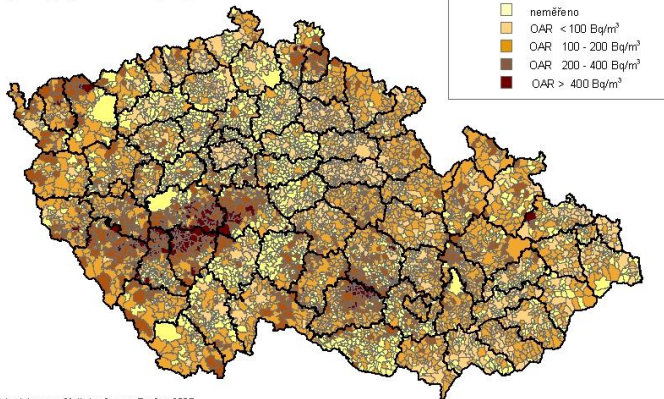
- patříme k zemím s nejvyšší koncentrací radonu
- hlavní vliv na radonové riziko má geologické podloží
- byly proto vypracovány mapy



Obrázek: Mapa nebezpečí výskytu radonu

Radonový program ČR

Výsledky vyhledávacího programu - 2007



Státní ústav radiace ochrany, Praha, 2007

Obrázek: Mapa měřených koncentrací radonu v budovách

Radon v budovách

- radon vstupuje do objektu:
 - z podloží
 - nejvýznamnější zdroj radonu
 - nasávání nastává zejména v zimě – komínový efekt
 - ze stavebních materiálů (dnes pod stálou kontrolou)
 - spolu s dodávanou vodou (pomohou provzdušňovací zařízení)
- koncentrace radonu **významně** snižuje větrání, i krátkodobé!

Typy detektorů

- detektory na principu ionizace
 - proudový resp. impulzní režim
 - očišťování vzorku zpomalovačem
 - ionizační komory a polovodičové detektory

$$I = \eta A \frac{E_{\alpha}}{w} e$$

- I - ionizující proud
- η - účinnost komory
- A - aktivita uvnitř komory
- E_{α} - celková energie částic α
- w - střední energie pro iontový pár
- e - elementární náboj

Typy detektorů

- polovodičové detektory
 - umožňují spektrometrické měření
 - dražší varianta
 - scintilační detektory

Časový průběh aktivity produktu přeměny radonu

$$A_2(t) = A_2(0) \cdot e^{-\lambda_2 t} + A_1 \cdot (1 - e^{-\lambda_2 t})$$

A_1 - aktivita mateřského radionuklidu (konstantní v čase díky dlouhému poločasu rozpadu)

$A_2(t)$ - aktivita produktu přeměny v čase t

$A_2(0)$ - počáteční aktivita produktu přeměny

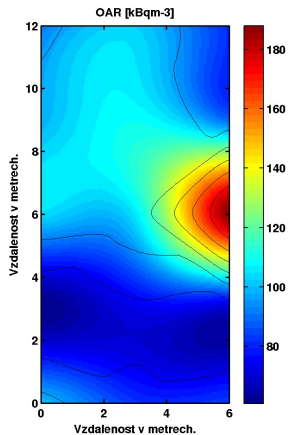
λ_2 - přeměnová konstanta produktu přeměny

Gamma spektrometrie

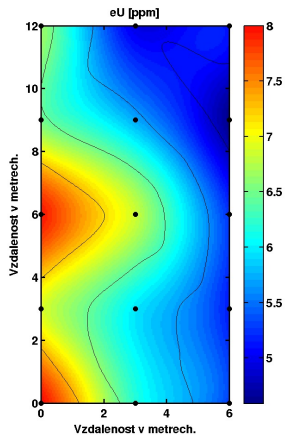
- stanovuje koncentrace radionuklidů emitujících fotony γ
- hloubkový dosah 0.6 m
- výsledkem jsou mapy obsahu K , U , Th v podloží
- použit přístroj Gama Surveyor (scintilační detektor)

Měření koncentrace radonu v půdě

- metodou ztracených hrotů
- gamma spektrometrií



Obrázek: Mapka objemové aktivity radonu



Obrázek: Mapa gamma spektrometrie uranu

Kontinuální měření radonu v půdě

- přístroj umístěný ve sklepě po několik dní
- použití zpomalovací trubice k rozlišení aktivity radonu a thoronu

Kontinuální měření radonu v izolovaném domě

- přístroj umístěný v nevětraném sklípku
- v místnosti zaizolovaná radonová jímka

Kontinuální měření radonu v neizolovaném domě

- přístroj v
 - obytné místnosti
 - neobývané místnosti

Závěry našich měření

- větráním se koncentrace radonu výrazně snižuje
- znatelný vliv změn teplot
- dům s izolací jasně „vedl“ nad domem bez ní

Zdroje

- [1] Hála J. *Radioaktivita*.
- [2] Kol. SÚJB. *Principy a praxe radiační ochrany*.
- [3] Nazaroff W. W., Nero A. V. *Radon and its decay products in indoor air*.

Poděkování

- RNDr. L. Thinová, *KDAIZ, FJFI*
- RNDr. L. Moučka, J. Hradecký, *SÚRO*