

Měření koncentrace radonu

D. Klečka*, V. Kovalík**, J. Klemsa***

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

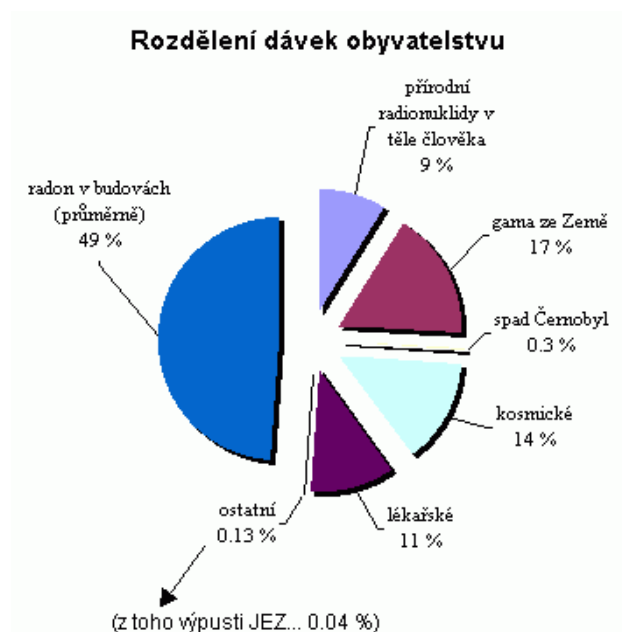
*kleckdav@fjfi.cvut.cz, **kovalvoj@fjfi.cvut.cz, ***klemsjak@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Náš projekt se zabývá radonovou problematikou. Nejprve bylo nutné se seznámit se s metodami měření koncentrací radonu a poté v praxi několik z nich odzkoušet. Nakonec na základě měření vyhotovit radonovou mapu pozemku a porovnat dům bez radonové izolace s domem s izolací.

1 Přírodní radioaktivita a problematika radonu

Lidé mají největší obavy především z umělých zdrojů záření, ale největší ozáření obyvatelstva je způsobeno zdroji přírodními, způsobenými kosmickým zářením a přírodními radionuklidy, které se v relativně hojném množství vyskytují v zemské kůře. Podíl na ozáření obyvatelstva dokládá následující obrázek.



2 Obecné informace o radonu

2.1 Vlastnosti radonu

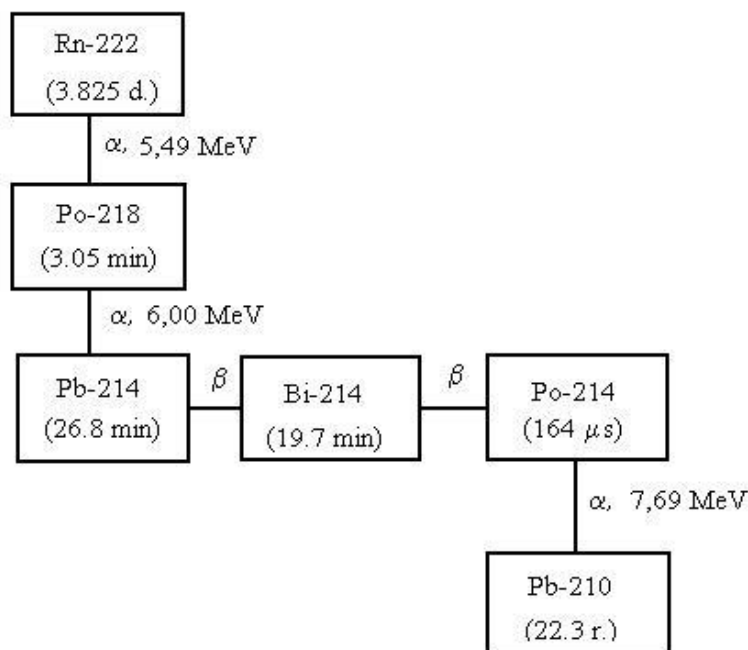
Radon byl objeven r. 1900 F. E. Dornem při zkoumání rozpadu radia. Jedná se o inertní jednoatomový radioaktivní plyn. V přírodě se vyskytuje ve třech radioizotopech:

- 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.

Jako jediný plynný člen se objevuje ve všech tří přirozených přeměnových řadách – uranové, thoriové a actiniové. Ze všech má smysl zabývat se pouze radonem ^{222}Rn a thoronem ^{220}Rn . Oba vznikají v horninách v podobném zastoupení, avšak pouze radon ^{222}Rn může migrací ovlivňovat lidské stavby.

Radon ^{222}Rn vzniká v uranové řadě α přeměnou z radia ^{226}Ra a má 7.7krát vyšší hustotu než vzduch. Je bez barvy a zápachu, téměř nevytváří chemické sloučeniny. Ve vodě je jen málo rozpustný.



Obrázek 1: Schéma uranové rozpadové řady

2.2 Radon kolem nás

Koncentrace radonu se udává jeho aktivitou v jednotkách Bq/m^3 . V ČR máme v budovách průměr 120 Bq/m^3 , ale 2 – 3% bytů má i více jak 400 Bq/m^3 . Venkovní atmosféra však obsahuje pouhých 5 Bq/m^3 . Legislativa udává jen směrné hodnoty (nevymahatelné):

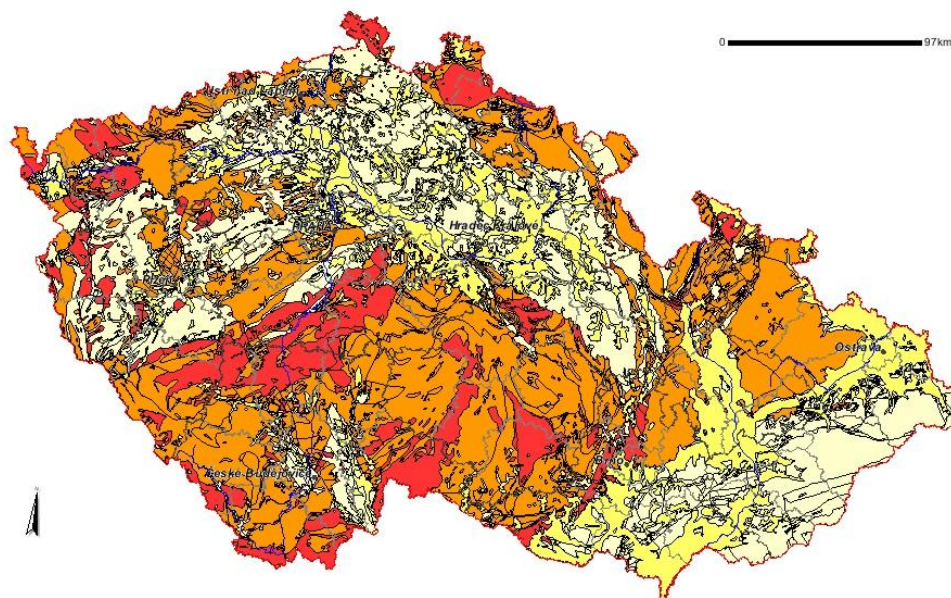
- 400 Bq/m^3 pro stávající budovy
- 200 Bq/m^3 pro nové budovy

2.3 Radon a člověk

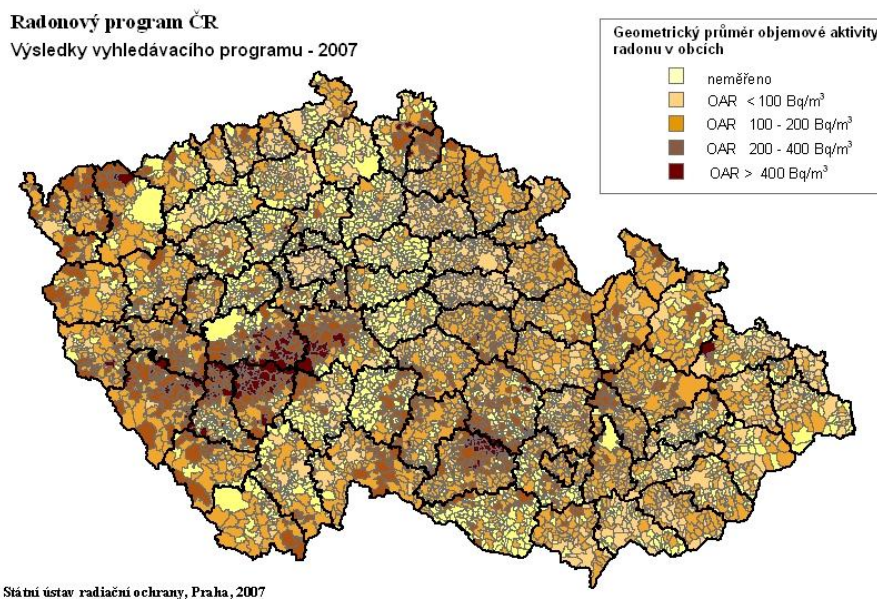
Při vdechování radonu záření α ozařuje plíce, navíc zanechává radioaktivní produkty přeměny. Tím se stává po kouření druhou nejvýznamnější příčinou vzniku rakoviny plic. Riziko rakoviny plic bylo spolehlivě prokázáno pro koncentrace větší jak 150 Bq/m^3 . Zvýšení koncentrace o 100 Bq/m^3 znamená zvýšení rizika rakoviny o 16%. Pro srovnání ročně zemře srovnatelně stejně lidí kvůli radonu jako při dopravních nehodách! Roční pobyt v koncentraci 400 Bq/m^3 přitom odpovídá ozáření 440 rentgenovým snímkům plic!

2.4 Radon v ČR

Bohužel patříme k zemím s nejvyšší koncentrací radonu. Hlavní vliv na radonové riziko má geologické podloží, z toho důvodu byly vypracovány mapy.



Obrázek 2: Mapa nebezpečí výskytu radonu



Obrázek 3: Mapa měřených koncentrací radonu v budovách

2.5 Radon v budovách

Radon vstupuje do objektu převážně z podloží. K nasávání dochází zejména v zimě, kdy dům vytvoří dobře známý komínový efekt. Dalšími zdroji radonu jsou i stavební materiály (dnes

již pod přísnou kontrolou) a dodávaná voda, kde pomohou provzdušňovací zařízení. Koncentrace radonu **významně** snižuje větrání, i krátkodobé! Sami jsme byli svědky markantních poklesů koncentrací i při pouhém rychlovětrání.

3 Detekce radonu

K samotné detekci radonu se používají různé typy detektorů pracujících na rozdílných principech, všechny měří radon nepřímo.

3.1 Ionizační detektory

Jsou to v podstatě ionizační komory. Podle množství impulzů a délky měření umožňují proudový respektive impulzní režim. Před vstupem do komory se vzorek očistí zpomalovačem od thoronu a krátkodobých produktů jeho přeměny. Průchozí proud se dá vyjádřit jako

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

kde

- 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.

Odtud již lze vyjádřit aktivitu vzorku a koncentraci radonu.

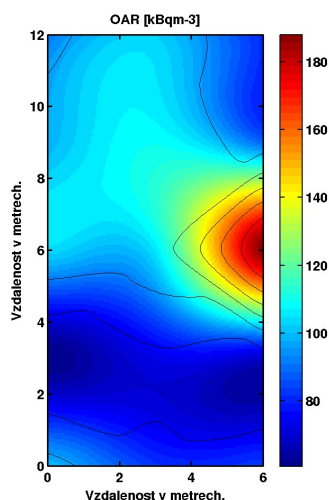
3.2 Polovodičové detektory

Měří excitaci v polovodičové vrstvě a tím umožňují spektrometrické měření, avšak je to dražší alternativa k ionizační detekci. Dokáží tak stanovit koncentrace radionuklidů emitujících fotony γ . Jejich hloubkový dosah je ale jen okolo 0.6 m, proto nejsou tak přesné při potřebě měřit zdroje radonu. Takto těsně pod povrchem totiž může být odlišné složení než hlouběji, odkud radon také proniká na povrch. Odměnou jsou však mapy obsahu K, U, Th v podloží.

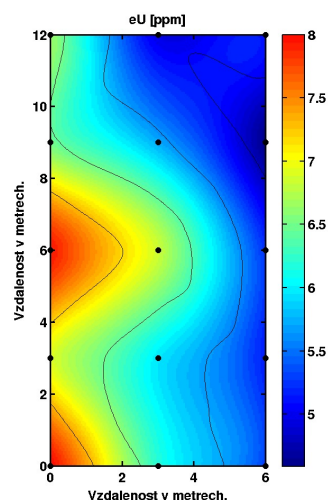
4 Průběh měření

Koncentraci radonu v půdě jsme měřili tzv. metodou ztracených hrotů. Do země se zatluče trubka s nasazeným hrotem na konci, aby se neucpala, a kousek se povytáhne. Chvilku se nechá ustálit a poté se pomocí injekční stříkačky natáhne půdní plyn do ionizační komory.

Vyzkoušeli jsme si i měření gamma spektrometrií, výsledky obou měření jsme porovnali na mapkách.



Obrázek 4: Mapka objemové aktivity radonu



Obrázek 5: Mapka gamma spektrometrie uranu

4.1 Kontinuální měření

Další měření, které jsme prováděli, probíhalo celý týden. Při něm jsme měli první přístroj umístěný ve sklepe a trubku vyvedenou na zahradu, odkud nasával půdní plyn. Použili jsme také zpomalovací trubice k rozlišení aktivity radonu a thoronu.

Druhý přístroj jsme umístili v nevětraném sklípku izolovaného domu. Další dva přístroje pak měřily v neizolovaném domě v obydlené a neobydlené místnosti.

5 Závěry našich měření

Potvrdili jsme, že větráním se koncentrace radonu výrazně snižuje, a to i krátkodobým! Dále jsme pozorovali znatelný vliv změn teplot vedoucí ke komínovému efektu. Jednoznačným závěrem je i to, že dům s izolací jasně „vedl“ nad domem bez ní, což se dalo očekávat, ale rozdíl byly téměř o řád!

Poděkování

Naše práce by nikdy nevznikla bez významné podpory a pomoci RNDr. Lenky Thinové z Katedry dozimetrie a aplikace ionizujícího záření, FJFI, a pánů RNDr. L. Moučky, J. Hradeckého ze Státního ústavu radiační ochrany. Všem zmíněným děkujeme za pomoc v projektu.

Reference

- [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*.