

Měření radonového indexu pozemku

M. Daňková¹, R. Gemrot², R. Roblíková³, P. Vozábková³,
kontakt: vozabova@gchd.cz

¹ Klasické a španělské Gymnázium, Brno-Bystrc

² Gymnázium Komenského Havířov

³ Gymnázium Christiana Dopplera, Praha 5

18. června 2019

1 Abstrakt

Radon je radioaktivní plyn obsažený v půdě, který se přeměňuje na těžké kovy – olovo a polonium. Tyto kovy se na vdechovaných prachových částicích dostávají do plic, kde se usazují a mohou způsobovat rakovinu plic. Vlivem radonu působí na člověka více ionizujícího záření než ze všech ostatních přírodních zdrojů dohromady. S vlivem radionuklidů v našem těle či kosmickým zářením nic nenaděláme, ovšem před nežádoucími vlivy ionizujícího záření způsobeným radonem se dá chránit. Nebezpečný může být v budovách, kde se může hromadit a poškozovat lidské zdraví. Je tedy důležité před výstavbou domu určit množství radonu v podloží stavebního pozemku a případně provést náležitá ochranná opatření.

2 Úvod

V rámci našeho miniprojektu jsme měřili radonový index pozemku v Praze-Nuslích na Státním ústavu radiační ochrany. Radonový index je veličina, která udává, kolik radonu z podloží se dostává do prostředí nad povrchem. Radon je zdraví škodlivý plyn a nebezpečný může být v zaizolovaných budovách, které nevětrají a radon se v nich kumuluje. Aby se mohlo zabránit škodlivým efektům tohoto radioaktivního plynu, měl by se před výstavbou budovy určit radonový index podloží stavební parcely.

Pro výpočet radonového indexu pozemku jsme měřili dvě veličiny. Objemová aktivita radonu (OAR) udává, kolik radonu se v půdě vyskytuje. Hodnota plynopropustnosti nám říká, jak rychle se vzduch ze země, a v něm i obsažený radon, dostává na povrch. Obě veličiny jsme naměřili na několika různých místech v různých hloubkách. Naším cílem bylo co nejpřesněji určit hodnotu radonového indexu a zjistit, zda má Státní ústav radiační ochrany na vlastním pozemku bezpečno.

3 Postup měření

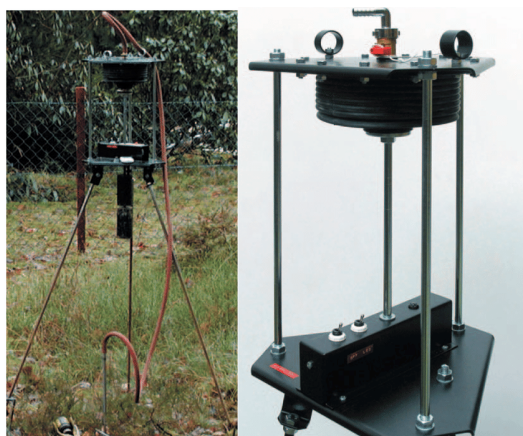
Nejdříve jsme si na měřeném pozemku připravili 6 testovaných míst. Na tato místa jsme zatloukli speciální duté tyče do předem stanovené hloubky ($h = 80$ cm). Tyče sloužily jako „tunel“ přivádějící půdní vzduch na povrch, který jsme dále analyzovali.

Poté jsme určili plynopropustnost k na daném místě pomocí přístroje JOK, pro kterou platí[2]:

$$k = \frac{\mu V}{F t \Delta p} \quad (1)$$

Kde $\mu = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ je dynamická viskozita vzduchu, $V = 0,002 \text{ m}^3$ je objem nasátého vzduchu přístrojem, $F = 0,149$ je geometrický faktor, t je čas, za který přístroj vzduch nasál a $\Delta p = 2160 \text{ Pa}$ je tlaková diference závislá na počtu závaží na přístroji.

Přístroj JOK je zobrazen na obrázku 1. Gumová trubička se nasadila na tyč a přístroj se zapnul, přičemž jsme měřili čas t , za který přístroj nasál objem V vzduchu.



Obrázek 1: Příklad přístroje JOK používaného k měření plynopropustnosti půdy [4].

Dále jsme určili OAR pomocí měřicího systému ERM-3, který je zobrazen na obrázku 2. Nejdříve jsme změřili radiační pozadí samotné komory. Přesně 150 ml vzduchu z půdy jsme nasáli pomocí injekční stříkačky do vyvakuované měřicí komory o objemu 250 ml, kterou jsme poté doplnili okolním vzduchem, aby v komoře nebyl podtlak. Po patnácti minutách od nabrání vzduchu jsme změřili OAR v komoře pomocí přístroje. Po dvou stech minutách jsme provedli kontrolní měření OAR v komoře. Toto kontrolní měření by mělo vyjít stejně jako měření po 15 minutách (po přepnutí přístroje do módu pro měření v radioaktivní rovnováze, která nastává po 200 minutách).



Obrázek 2: Měřicí systém ERM-3 používaný k měření objemové aktivity radonu [5].

Z hodnot plynopropustnosti a objemové aktivity radonu jsme vypočítali radonový potenciál (RP), pro který platí [2]:

$$RP = \frac{OAR - 1}{-\log k - 10} \quad (2)$$

Z hodnoty radonového potenciálu se stanovuje radonový index pozemku – pokud je $RP < 10$, pak je radonový index nízký, pokud je $10 \leq RP < 35$, je radonový index střední. Pokud RP přesáhne hodnotu 35, hovoříme o vysokém radonovém indexu.

4 Naměřené hodnoty

Měření jsme rozdělili do několika částí. Kromě určení radonového indexu pozemku jsme se zaměřili i na nalezení závislosti radonového potenciálu a plynopropustnosti na hloubce. Posledním bodem miniprojektu bylo ověření, zda je opravdu důležité mít v ionizační komoře správný, atmosferický tlak.

4.1 Radonový index pozemku

Při určování radonového indexu pozemku jsme odebírali vzduch z celkem šesti různých míst v hloubce 80 cm pod zemí. Naměřené hodnoty radonového potenciálu a plynopropustnosti se poměrně hodně (až padesátkrát) lišily na různých místech (viz obrázek 3).

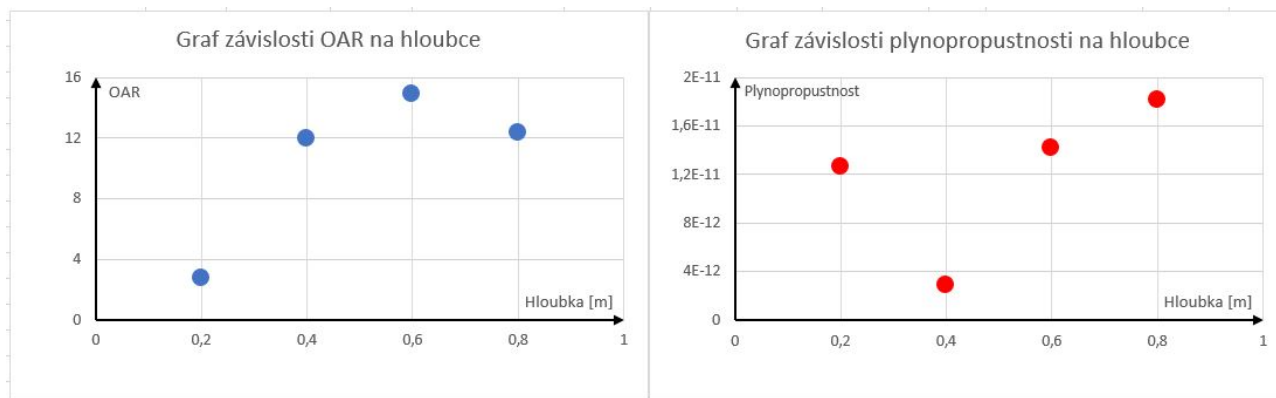
bod	pozadí IK [kBqm ⁻³]	OAR [kBqm ⁻³]				plynopropustnost radon - JOK		RP	RI
		15min	200min			t[s]	hodnota [m ²]		
1	0,2	18,1	20,5	19,1	16,5	4,5	2,4E-11	27,6	střední
2	0,0	16,4	0,8	1,7	1,0	6,1	1,8E-11	20,6	
3	0,5	12,3	1,4			6,0	1,8E-11	14,6	
4	0,5	13,8	0,7			4,3	2,5E-11	20,6	
5	0,7	16,6	14,2	15,1	15,0	88,0	1,2E-12	7,8	
6	0,9	4,9	0,1			156,0	7,0E-13	1,4	

Obrázek 3: Tabulka s naměřenými daty pro určování radonového indexu pozemku.

V tabulce 3 chybí některé hodnoty měření po dvou stech minutách neboť jsme nedopatřením nedovřeli měřicí komory a radon z nich unikl. Důsledkem toho byla naměřena velmi nízká hodnota OAR. Jelikož komory nebyly utěsněny, nemělo smysl je dále přeměřovat. Chyba v nedovření komory neměla velký vliv na měření po patnácti minutách, jelikož za tak malý časový úsek radon nestihl uniknout. Radonový index pozemku nám vyšel jako střední.

4.2 Závislost radonového potenciálu a plynopropustnosti na hloubce

Při měření této závislosti bylo důležité odebírat všechny vzorky z jednoho místa. Zkoumali jsme celkem čtyři různé hloubky – 20 cm, 40 cm, 60 cm a 80 cm. Z naměřených hodnot jsme sestavili grafy na obrázku 4.



Obrázek 4: Grafy závislostí OAR a plynopropustnosti na hloubce

Z prvního grafu jde vidět, že je opravdu vhodné měření provádět v hloubce 80 cm, aby nedošlo k podhodnocení měření (v hloubkách 20 cm a 40 cm je radonový potenciál nižší, protože radon z mělkých vrstev vyprchá).

Z druhého grafu bychom mohli odhadnout, že zemina pod pozemkem není z jednolitého materiálu. V hloubce 40 cm jsme naměřili plynopropustnost o poznání nižší, než v ostatních hloubkách. V této hloubce bychom tedy pravděpodobně našli nějakou hustší nepropustnou půdu (například jílu).

4.3 Vliv podtlaku v komoře na měření

Nakonec nás zajímalo, jak mohou být výsledky ovlivněny špatným měřením. Vzorky vzduchu jsme opět nabrali z jednoho místa. První komoru jsme správně naplnili 150 ml půdního vzduchu a přidanými 100 ml vzduchu z okolí tak, abychom v komoře měli normální (atmosferický) tlak. Ve druhé komoře jsme nechali podtlak. Vyšlo nám, že hodnota špatně změřeného radonového potenciálu (v komoře s podtlakem) je přibližně o třetinu menší než skutečná hodnota. Takto podhodnocené výsledky mohou v některých případech ohrozit efektivnost ochranných opatření na budově.

5 Diskuze

Radonový index na pozemku Státního ústavu radiační ochrany naše měření určilo jako střední. Největší chyba měření byla zřejmě způsobena lidskou chybou. Ať už se jedná o nedovřené komory a ztrátu celé série měření po 200 min, špatně změřený čas na stopkách při určování plynopropustnosti či tyč zatlučená do nepřesné hloubky. Za nepřesnost měření je ale zodpovědná i chyba v přístrojích – výrobce uvádí okolo 10% [1]. Další vlivy můžeme považovat za zanedbatelné. Statickou chybu měření jsme určili jako 3 procenta.

6 Závěr

Radonový index pozemku se nám podařilo úspěšně změřit a určit jako střední a stavba v této lokalitě by tedy nevyžadovala nějaká zvláštní ochranná opatření. K měření nám stačily dva jednoduše ovladatelné přístroje, několik železných tyčí a kladivo. Takto lze za pomoci pár výpočtů a hrubé síly určit radonový index a zamezit tak případným zdravotním komplikacím obyvatel parcely.

7 Poděkování

Rádi bychom tímto poděkovali vedoucí našeho miniprojektu Lucii Vítkové za aktivní přístup a Státnímu ústavu radiační ochrany za zapůjčení přístrojů potřebných k měření a za poskytnuté zázemí.

Reference

- [1] FROŇKA, O. Měřicí systém RM-2 zařízení pro monitorování objemové aktivity radonu v půdním vzduchu – uživatelská příručka [online]. [cit. 2019-06-18].
- [2] Doporučení stanovení radonového indexu pozemku, Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha, prosinec 2017.
- [3] Přírodní radioaktivita a problematika radonu, SÚRO, v.v.i. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/prirodnioz> [cit. 2019-06-18].
- [4] Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/FIGURE-A1-Photographies-du-RADON-JOK-permeametre-a-air_fig32_317100259 [cit. 2019-06-18].
- [5] Radon RM2 [online]. [cit. 2019-06-18]. Dostupné z: <http://www.radon.eu/rm2.html>.