



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

METODOLOGIE PENTRU MĂSURĂTORILE DE RADON DIN SOL

Ancuța Cristina ȚENTER, Cristina Daniela HORJU-DEAC,
Alexandra CUCOȘ, Tiberius DICU, Botond PAPP, Bety BURGHELE,
Mircea MOLDOVAN, Kinga SZACSVAI, Carlos SAINZ

THE METHODOLOGY TO PERFORM SOIL-RADON MEASUREMENTS

Exposure to radon in homes and at workplaces constitutes one of the greatest risk from ionizing radiation. The main source of radon in buildings can be consider the soil around the house. Radon constitutes a risk which can be managed and can be reduced at reasonable costs, thereby saving many lives. The harmonized method most used worldwide to evaluate the risk of radon at a building site is presented in the curent paper.

Keywords: radon, sol, permeabilty
Cuvinte cheie: radon, sol, permeabilitate

1. Introducere

Radioactivitatea naturală este cunoscută ca o componentă a medului înconjurător. Scoarța terestră conține substanțe radioactive existente în mod natural din cele mai vechi timpuri. În ultimele 4-5 decenii au avut loc modificări semnificative ale radioactivității naturale datorită acțiunilor de aducere la suprafață a minereurilor radioactive, extracția și utilizarea carbunelui, a apelor geotermale, utilizarea în agricultură a îngrășămintelor minerale ce au fost extrase din roci fosfatice.

Radonul este un gaz rar, radioactiv, cu efecte asupra sănătății, ce apare natural prin dezintegrarea radiului, în seria radioactivă a uraniului. Radonul este un gaz inert, incolor, inodor, insipid. El iese cu ușurință din sol și trece în aer, dezintegrându-se în producții săi de viață scurtă, numiți urmașii radonului. În literatura de specialitate sunt descriși aproximativ 20-25 izotopi ai Radonului, cel mai stabil fiind izotopul Rn^{222} .

Radonul a fost descoperit în 1900 de Friederich Ernst Dorn. Ulterior în urma analizelor fizico-chimice de laborator a fost determinată densitatea gazului și s-a ajuns la concluzia că este gazul cu densitatea cea mai mare.

Principalul pericol al expunerii la radon este riscul mărit de cancer pulmonar, acesta a fost demonstrat de studii efectuate asupra minerilor din minele de uraniu. Agenția Internațională pentru Studiul Cancerului (IARC), Organizația Sănătății a Lumii (WHO) au clasificat radonul drept agent cancerigen uman [1]. Concentrații ridicate de radon sunt semnalate în minele de uraniu și în zonele bogate în roci vulcanice. Măsurători efectuate de-a lungul timpului au prezentat diferite valori de concentrație în funcție de zonele geologice.

2. Metoda de lucru pentru măsurătorile de radon din sol

Metoda de măsurare a concentrației de radon din sol se bazează pe prelevarea de probe de gaz din sol și măsurarea concentrației de ^{222}Rn cu detectorul de radon și toron LUK3C. Acest detector a fost dezvoltat în special pentru măsurători de radon din sol, și determină concentrația de radon relativ repede (din dezintegrarea alfa al ^{222}Rn și produșilor).

3. Echipamentele implicate în realizarea măsurătorilor

Prelevarea probelor de gaz din sol: sondă de extracție tip Neznal (cu lungimea de 1 m, și diametru de 12 mm) și seringă tip Janet cu volum de 150 ml;

Măsurarea concentrației de radon din sol: detector de radon și toron LUK3C cu celule Lucas de volum 140 ml.

4. Prelevarea probelor de gaz din sol

Pentru prelevarea probelor de gaz din sol se folosește sonda de extracție (țevă din oțel cu lungimea de 1m, și diametrul exterior de 12 mm), care cu ajutorul unui proiectil la capătul inferior se introduce

în sol la adâncimea de 0,8 m. Pentru a crea un spațiu activ în capătul din sol al sondei, acesta se ridică cu cca. 5 cm. Pentru prelevarea de probe de gaz se folosește o seringă Janet cu volum de 150 mL (egal cu volumul celulei Lucas). Proba prelevată se introduce în celula detectorului cu ajutorul unei tehnici de vid preliminar. Sistemul de prelevare de probe de gaz din sol și cel de introducere al acestuia în detector este prezentat în figura 1 [2] [3].

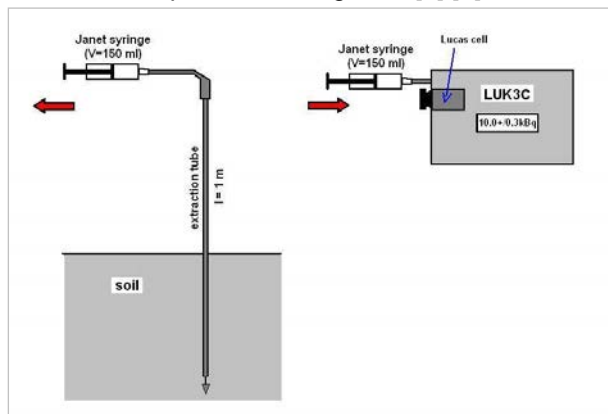


Fig. 1 Schema sistemului de prelevare de gaz din sol și introducerea acestuia în celula Lucas al detectorului LUK3C pentru măsurarea concentrației de radon din sol

5. Măsurarea concentrației de radon din sol

Pentru măsurarea concentrației de radon din probele prelevate se folosește detectorul de radon și toron LUK3C. Tehnica de detecție se bazează pe tehnica de scintilație cu celule Lucas, cu volum de 145 mL, și având ca material scintilator ZnS (depus pe peretele interior al celulei) (vezi Figura 4). Eficiența acestei tehnici este de $2,2 \text{ imp. sec}^{-1}$ la 1 Bq activitate de radon depus în celula Lucas, atunci când radonul este în echilibru cu produșii de dezintegrare [4].

Principiul de măsurare a activității radonului este în separarea impulsurilor ce provin din dezintegrarea alfa al Rn, de numărul de impulsuri totale alfa (Rn-222 + Rn-220). Deoarece timpul de înjumătățire al Rn-220 (55,6 sec) este mult mai scurt decât cel al Rn-222 (3,82 zile), Rn-220 se descompune efectiv în 5 min. În acest interval de timp de întârziere (delay time) detectorul nu măsoară. După acest timp, detectorul efectuează câteva măsurători de rată de impulsuri (între 1 și 10) provenite din dezintegrarea Rn din celula Lucas. Procesul de măsurare se termină când eroarea statistică ajunge sub 5 %. În cele din urmă, detectorul determină o concentrație

medie de Rn (corectat de valoarea de fond al celei) și o valoare estimativă pentru concentrația de Rn-220 care se determină din totalul de impulsuri minus media impulsurilor de Rn-222 (corectat de asemenea de fondul măsurătorii). Timpul total estimat pentru o măsurătoare este de max. 10 min [5] [6].



Fig. 2 Detectorul de radon și toron LUK3C, pentru măsurători de radon în sol

6. Determinarea potențialului de radon în sol (concentrație de radon și permeabilitatea solului)

Metoda de determinare a potențialului de radon în perimetrul destinat construcției casei se bazează pe măsurarea directă *in situ* a doi parametri importanți: concentrația de radon din sol (C_{Rn}) și permeabilitatea solului (k) în perimetrul casei.

Pentru măsurarea permeabilității solului se recomandă folosirea aceleiași sondă de prelevare de probe, cu permeametru special de măsurat permeabilitatea solului (RadonJok).

Pentru determinarea potențialului de radon din sol se folosește ecuația [7]: $RP = (C_{Rn} - 1) / (-\log k - 10)$, unde, C_{Rn} [$\text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$] = concentrația de radon din sol, și k [m^2] = permeabilitatea solului.

În aceste estimări, valorile concentrațiilor de radon mai mici de $1 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ sunt excluse, pentru că nu sunt caracteristice concentrațiilor de radon din sol. De asemenea, valorile concentrațiilor de radon mai mari decât a treia quartilă (75 % din ordinea crescătoare a concentrațiilor măsurate de radon) din setul de date rezultate au fost excluse, acestea fiind anomalii locale.

În conformitate cu noua metodă de evaluarea a riscului de radon pentru terenul unei case, valorile potențialului de radon sunt următoarele: [8] • $RP < 10$ (pentru care indicele de risc de radon al locului este mic); • $10 \leq RP < 35$ (pentru care indicele de risc de radon

al locului este mediu); • $RP \geq 35$ (pentru care indicele de risc de radon al locului este mare).

7. Concluzii

Metoda de măsurare a concentrației de radon din sol a fost propusă oficial în ghidul Comisiei Europene, JRC, în scopul evaluării riscului de radon în locul de amplasament al unei clădiri. Evaluarea rezultatelor cu ajutorul unor protocoale neadecvate de lucru, precum și efectuarea de măsurători imprecise, pot conduce la o informare greșită privind riscul expunerii la radon și implicit, la implementarea unor soluții neadecvate de remediere.

Concluzional, se recomandă ca toate măsurătorile vor fi făcute cu instrumente calibrate, materiale de referință cu grad înalt de validitate conforme cu normele internaționale.

Acknowledgement The research is supported by the project ID P_37_229, SMIS 103427, Contract Nr. 22/01.09.2016, with the title „Smart Systems for Public Safety through Control and Mitigation of Residential Radon linked with Energy Efficiency Optimization of Buildings in Romanian Major Urban Agglomerations SMART-RAD-EN” supported by the Competitiveness Operational Programme 2014-2020, POC-A.1-A.1.1.4 -E-2015 competition.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Cosma, C., Dicu, T., Dinu, A., Begy, R., *Radon and lung cancer*, Editura Quantum, Cluj-Napoca, 2009, ISBN 978-973-88835-2-9, 166 pp.
- [2] Barnet, I., Pacheroová, P., Neznal, M., Neznal, M., *Radon in geological environment - Czech experience*. Special Papers No.19, Czech Geological Survey. Praha, 2008.
- [3] Neznal, M., Neznal, M., Malotín, M., Barnet, I., Mikšová, J., *The new method for assessing the radon risk of building sites*, Special Papers No.16. Czech Geol. Survey. Praha, 2004.
- [4] Plch, J., *Manual for Operating LUK 3C Device*, Jiri Plch, M. Eng. SMM, Prague, 1997.
- [5] Cosma, C., Papp, B., Moldovan, M., Cosma, V., Cindea, C., Suciuc, L., Apostu, A., *Measurement of radon potential from soil using a special method of sampling*. Acta Geophysica, 2010, 58 (5), 947-956.
- [6] Cosma, C., Cucuș-Dinu, A., Papp, B., Begy, R., Sainz, C., *Soil and building material as main sources of indoor radon in Băița-Ștei radon prone area (Romania)*. Journal of Environmental Radioactivity, 2013, 116, 174-179. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2012.09.006.

- [7] Neznal, M., Neznal, M., Malotín, M., Barnet, I., Mikšová, J., *The new method for assessing the radon risk of building sites*, Special Papers No.16. Czech Geol. Survey. Praha, 2004.
- [8] Neznal, M., Neznal, M., Malotín, M., Barnet, I., Mikšová, J., *The new method for assessing the radon risk of building sites*, Special Papers No.16. Czech Geol. Survey. Praha, 2004.
- [9] Papp, B., Cosma, C., Cucuș-Dinu., A., *International Intercomparison Exercise of active radon devices and passive detectors at The First East European Radon Symposium (FERAS 2012)*, Romanian Reports in Physics, Volume 68, Number 4, P. 1-10, 2016.
- [10] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Dr. Ancuța Cristina ȚENTER
Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca,
Facultatea de Știința și Ingineria Mediului
ancuta.radutenter@gmail.com
Șef lucr.Dr.Ing. Cristina Daniela HORJU-DEAC
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor
crisdd19@yahoo.com
Cercetător științific II Dr. Ing. Alexandra CUCUȘ (DINU)
Cercetător senior, Manager Proiecte,
alexandra.dinu@ubbcluj.ro
Prof.univ.Dr.Carlos SAINZ
carlos.sainz@uncan.es
Lector Dr.Tiberius DICU
tiberius.dicu@ubbcluj.ro
Dr. Bety BURGHELE
bety.burghele@ubbcluj.ro
Dr. Botond PAPP
botond.papp@ubbcluj.ro
Dr.Kinga SZACSVAI
kinga.szacsvai@ubbcluj.ro
Dr. Mircea MOLDOVAN
mircea.moldovan@ubbcluj.ro

Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
Facultatea de Știința și Ingineria Mediului