

# Multi-kompartmentový přístup ke kvantifikaci objemové rychlosti přísunu zdrojů radonu do budov s využitím měřené intenzity větrání pomocí techniky indikačních plynů

---

Michal Šesták

6. května 2019

Úvod

Radon (Co to je, proc je nebezpecny, jeho dcery, co ovlivnuje jeho prisun do bytu, jak se meri, obrana proti nemu)

Rovnice

Model

Měření průtoků vzduchů

# Radon

<b>Rn</b>	<b>86</b> (222)
F.E. Dorn, 1900	
California Geological Survey Mineral Resources and Mineral Hazards Mapping Program	
(Xe) 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>	
<b>Radon</b>	
Density 9.73 g/L	
Boiling point -62 °C	
Melting point -71 °C	

## Alphas from <sup>222</sup>Rn (3.8235 d 3)

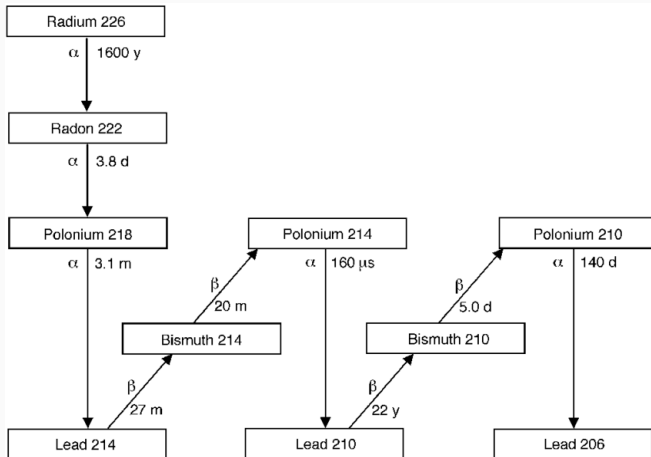
E $\alpha$ (keV)	I $\alpha$ (%)
4827 4	~0.0005
4987 1	0.078
5489.52 30	99.92 1

## Gammas from <sup>222</sup>Rn (3.8235 d 3)

E $\gamma$ (keV)	I $\gamma$ (%)	Decay mode
511 2	0.076	$\alpha$

[1]

# Radon



$$\dot{a}_i = \frac{1}{V_i} \left( \sum_{j=1}^n a_j k_{ji} - \sum_{j=1}^n a_i k_{ij} - (\lambda + k_i) a_i + Q_i \right) \quad (1)$$

$a_i$	koncentrace radonu v $i$ -té zóně	[Bq/m <sup>3</sup> ]
$V_i$	objem $i$ -té zóny	[m <sup>3</sup> ]
$k_{ij}$	objemový průtok vzduchu z $i$ -té zóny do $j$ -té zóny	[m <sup>3</sup> /hod]
$\lambda$	přeměnová konstanta radonu	[1/hod]
$k_i$	výměna vzduchu $i$ -té zóny	[1/hod]
$Q_i$	přísun radonu do $i$ -té zóny	[Bq/hod]

$$V_i \dot{a}_i = \sum_{j=1}^n a_j k_{ji} - \sum_{j=1}^n a_i k_{ij} - (\lambda + k_i) a_i + Q_i \quad \text{první varianta} \quad (2)$$

$$V_i \dot{a}_i = \sum_{j=1}^{n+1} a_j k_{ji} - \sum_{j=1}^{n+1} a_i k_{ij} - \lambda a_i + Q_i \quad \text{druhá varianta} \quad (3)$$

- druhá varianta v případě blízkosti uranových hald atd.
- rovnovážný stav:

$$0 = \sum_{j=1}^n a_j k_{ji} - \sum_{j=1}^n a_i k_{ij} - (\lambda + k_i) a_i + Q_i \quad (4)$$

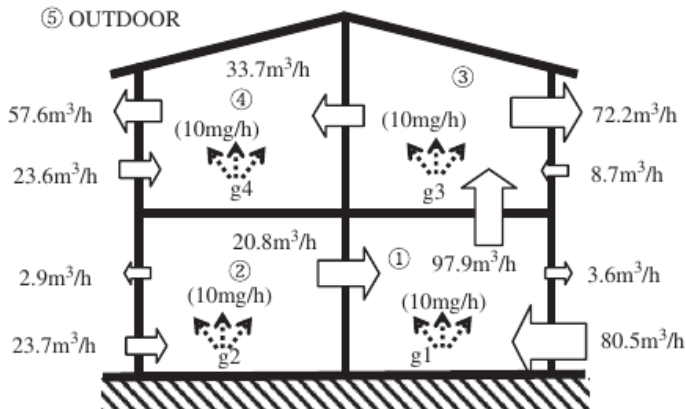
# Měření průtoků vzduchu mezi zónami

- indikační plyny = perfluorokarbony
  - netoxické, inertní, čisté, bezbarvé, nehořlavé a neradioaktivní plyny.
  - v přírodě se nevyskytují
- $N$  zón = minimálně  $N$  tracerů
- vyvíječe
- integrální detektory





# Modelový příklad 1

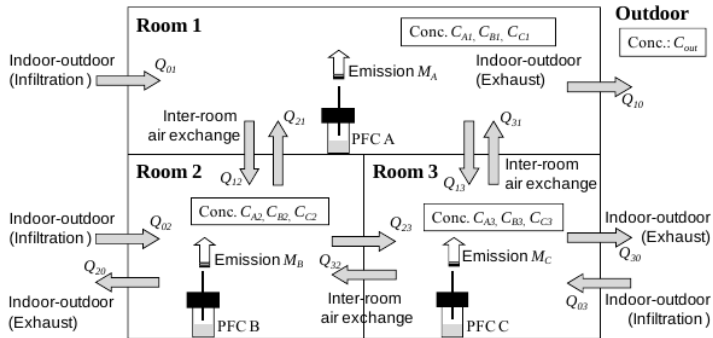


**Fig. 10.** One week averaged airflow rates and gas generation rates.

[2]

## Modelový příklad 2

Figure 1. Indoor-outdoor and inter-room air and PFT flows.



[3]

# Reference



FROŇKA, Aleš; MOUČKA, Ladislav. Základní fyzikální principy - fyzika radonu (prezentace kurzy ZOZ srpen 2018). 2018.



OKUYAMA, Hiroyasu; ONISHI, Yoshinori; TANABE, Shin-ichi; KASHIHARA, Seiichi. Statistical data analysis method for multi-zonal airflow measurement using multiple kinds of perfluorocarbon tracer gas. *Building and Environment*. 2009, roč. 44, č. 3, s. 546–557. ISSN 0360-1323. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.04.014>.



SHINOHARA, Naohide; KATAOKA, Toshiyuki; TAKAMINE, Koichi; BUTSUGAN, Michio; NISHIJIMA, Hirokazu; GAMO, Masashi. Modified Perfluorocarbon Tracer Method for Measuring Effective Multizone Air Exchange Rates. *International journal of environmental research and public health*. 2010, roč. 7, s. 3348–58. Dostupné z DOI: [10.3390/ijerph7093348](https://doi.org/10.3390/ijerph7093348).



JÍLEK, Karel; FROŇKA, Aleš. CERTIFIKOVANÁ METODIKA, Metodika stanovení výměny vzduchu ve vnitřním ovzduší budov s využitím pasivních integrálních měřidel indikačních plynů (pro potřeby SÚJB). 2016.