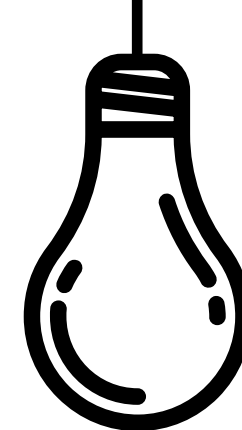
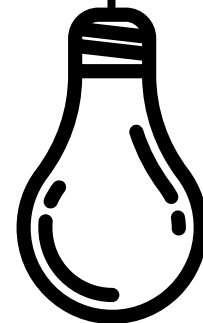
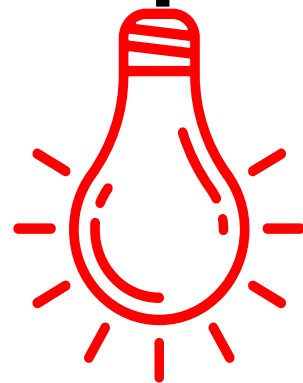




POLITECHNIKA POZNAŃSKA



WYDZIAŁ  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ENERGETYKI

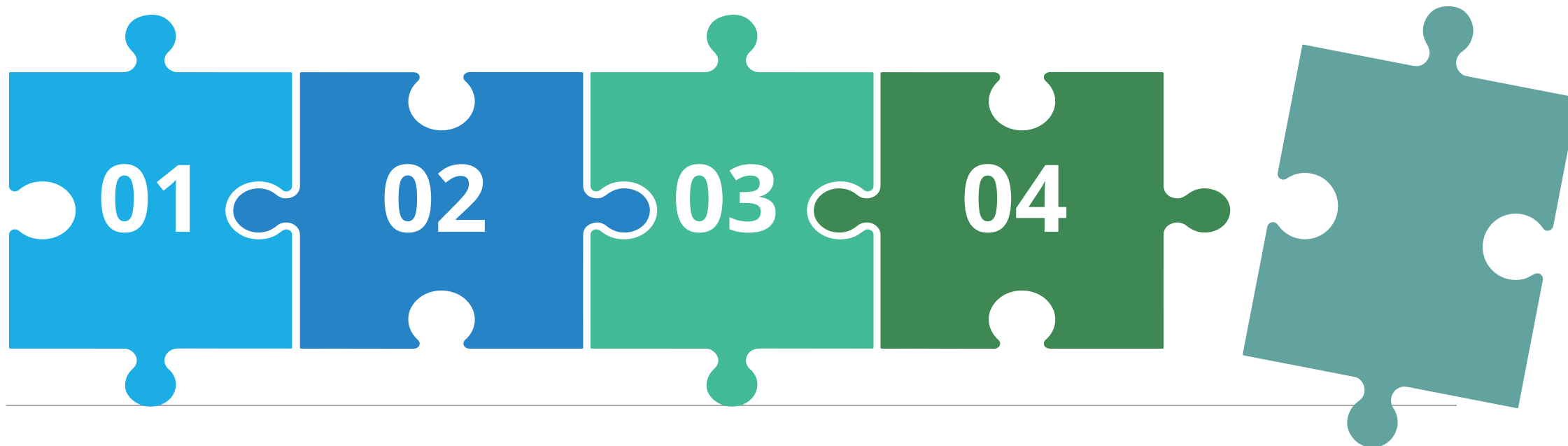


# Pozazmysłowy wskaźnik jakości powietrza wewnętrznego - radon

MGR INŻ. JOANNA ALEKSANDRA KUBIAK

DR HAB. INŻ. MAŁGORZATA BASIŃSKA, PROF. PP

“Wyobraźnia jest ważniejsza od wiedzy. Wiedza jest ograniczona, a wyobraźnia otacza cały świat” — Albert Einstein



Czym jest radon?

Prowadzone badania

Wnioski z badań

Dalsze plany badań

# Promieniowanie jonizujące

“Never trust an atom. They make up everything” — Nancy Thayer



Z promieniowaniem jonizującym mamy styczność w każdej chwili



Radon jest najważniejszym naturalnym źródłem promieniowania jonizującego



Niska wiedza społeczeństwa

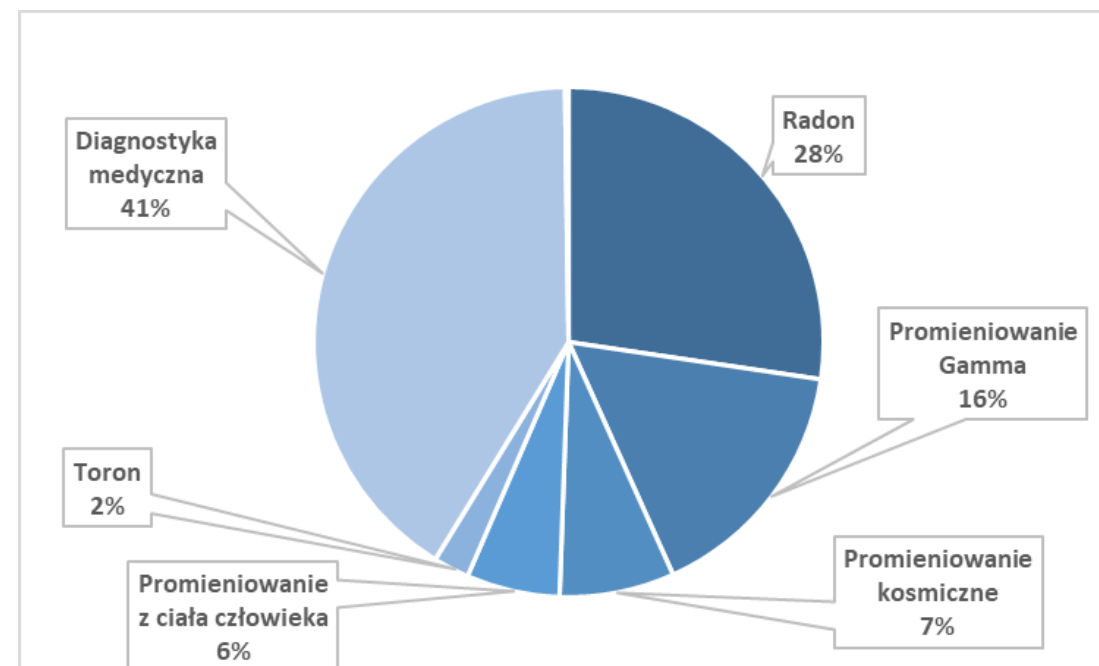


Fig. 1 Roczne dawki od promieniotwórczości

Raport roczny Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki 2022 rok

# Wpływ biologiczny

Tab. 1 Biologiczne skutki narażenia na promieniowanie jonizujące

|   | pośrednie | bezpośrednie |
|---|-----------|--------------|
| Jonizacja struktur komórkowych  |           | v            |
| Zmiana przepuszczalności błon komórkowych oraz niszczenie składników błon komórkowych | v         |              |
| Powstanie toksyn radiacyjnych   | v         |              |
| Radioliza wody  | v         |              |
| Uszkodzenia łańcuchów DNA   |           | v            |
| Zaburzenie syntezy białek oraz zmiana aktywności enzymów                              | v         |              |
| Zaburzenie gospodarki organizmu   | v         |              |

# Wpływ biologiczny

Tab. 2 Modele wpływu dawek na organizm ludzki

| Model                     | Opis  | Wpływ małych dawek                             |
|---------------------------|---|--|
| <b>Liniowy bezprogowy</b> | Brak progu niekorzystnego wpływu promieniowania, liniowy wzrost powikłań zdrowotnych wraz z dawką   | Niekorzystnie oddziałuje na zdrowie człowieka  |
| <b>Liniowy progowy</b>    | Próg 100 mSv, poniżej którego nie ma ryzyka związanego z ekspozycją na promieniowanie   | Nie powodują negatywnych skutków               |
| <b>Linear Quadratic</b>   | Wysokie dawki powodują znaczne uszkodzenia trudne do naprawy. Wpływ zdrowotny na organizm w zależności od dawki opisywany jest funkcją kwadratową | Powoduje uszkodzenia DNA, które łatwo naprawić |

# Wpływ biologiczny

cd Tab. 2 Modele wpływu dawek na organizm ludzki

| Model                               | Opis   | Wpływ małych dawek                                |
|-------------------------------------|--|---|
| <b>Hormeza radiacyjna</b>           | Istnieje pewna granica, dla której dawki promieniowania stają się szkodliwe, mniejsze dawki wywierają korzystny wpływ na organizm  | Ma leczniczy wpływ na organizm człowieka          |
| <b>Model kumulacji małych dawek</b> | Duże i małe dawki promieniowania powodują istotne skutki zdrowotne, przy czym dla małych dawek skutki zdrowotne mogą pojawić się w kolejnych dziesięcioleciach i pokoleniach | Indukuje się w długookresowym przedziale czasowym |

# Radon

“Now I am become Death, the destroyer of worlds” — Robert Oppenheimer



Jest to gaz promieniotwórczy naturalnie występujący w powietrzu

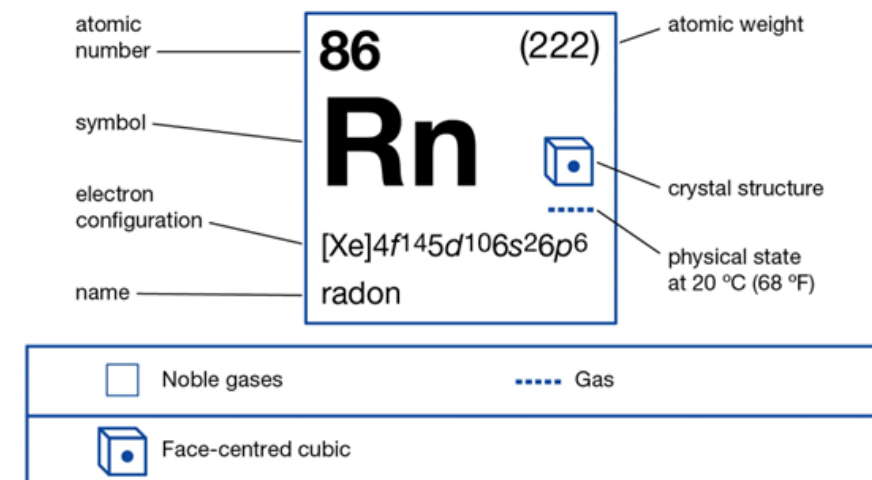


Powstaje w wyniku rozpadu radu, znajdującego się w minerałach skalnych



Rozpada się na krótkożyciowe produkty rozpadu (pochodne radonu) odpowiadające za powstawanie negatywnych skutków zdrowotnych (badania naukowe)

## Radon



( ) indicates the mass of the longest-lived isotope.

© Encyclopædia Britannica, Inc.

# Radon na Politechnice Poznańskiej

Tab. 3 Własności miernika



Aktywne



Pasywne



Test hipotez



| Pomiar         | Metoda   | Jednostka        | Zakres     | Rozdzielczość | Dokładność                                      |
|----------------|--|------------------|------------|---------------|---|
| Radon          | Pulsacyjna komora jonizacyjna (pomiar pasywny)   | $\frac{Bq}{m^3}$ | 4 - 3700   | 2             | 10 % wartości odczytu przy $370 \frac{Bq}{m^3}$ |
| Ditlenek węgla | Niedyspersyjna spektrometria w podczerwieni  | ppm              | 0 - 5000   | 1             | 3 % wartości odczytu                            |
| Pyły           | Rozpraszanie światła oparte na laserze umożliwiające pomiar PM 1/2.5 i oszacowanie PM 4/10 | $\frac{ug}{m^3}$ | 0 - 1000   | 1             | 10 % wartości odczytu                           |
| TVOC           | Półprzewodnik z tlenku metalu  | ppm              | 0 - 128    | 0.01          | 30 % wartości odczytu                           |
| Temperatura    | Detektor temperatury na układach CMOS  | °C               | -55 - +125 | 0.08          | 0.5 °C  |
| Wilgotność     | Wilgotnościomierz pojemnościowy  | %                | 0 - 95     | 0.08          | 3 % wartości odczytu                            |
| Ciśnienie      | Detektor na układach CMOS  | hPa              | 260 - 1260 | 0.02          | 2 hPa   |



# Społeczeństwo



Świadomość społeczna na temat promieniotwórczości jest na stosunkowo niskim poziomie

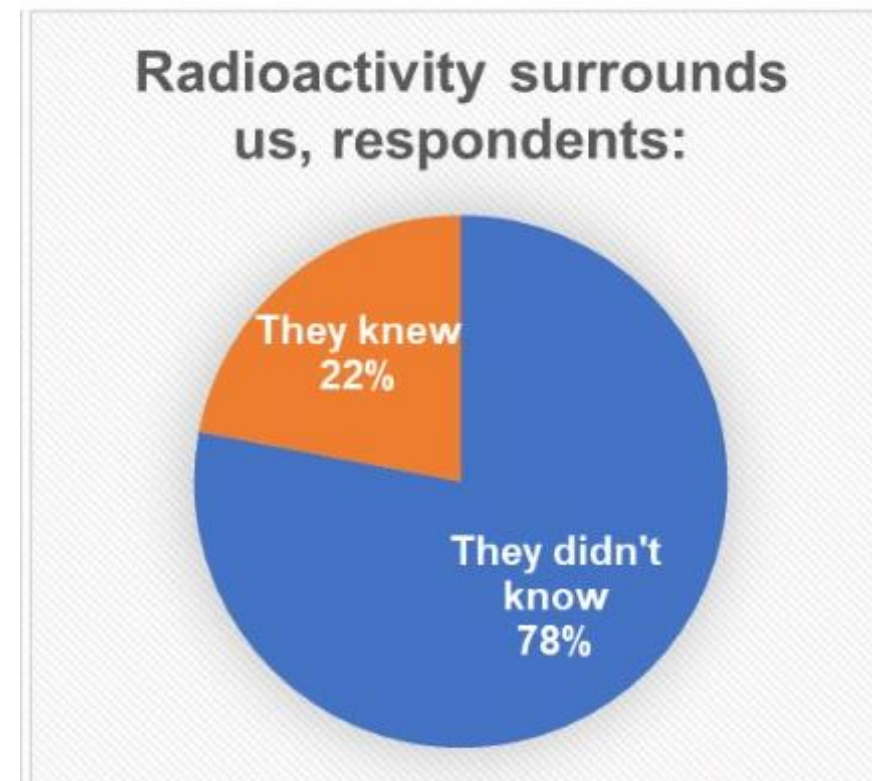


Fig. 4 Wyniki ankiety (n=100)

# Profile zmienności



Roczna zmienność radonu zależy od budynku, jego profilu użytkowania i lokalizacji



W budynkach użyteczności publicznej zalecane są pomiary radonu licznikami aktywnymi



Mierniki aktywne pozwalają na analizę zmian stężenia radonu w czasie

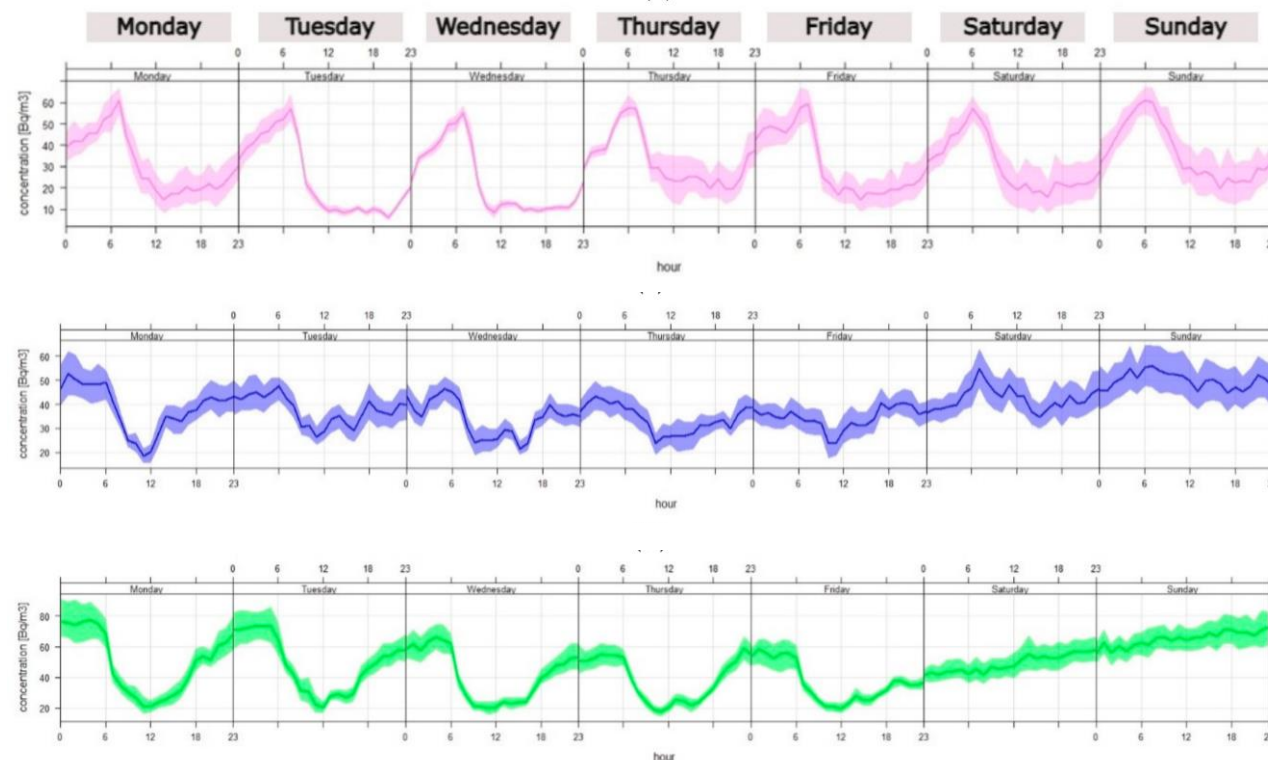


Fig. 5 Przebieg zmienności radonu w przestrzeniach publicznych

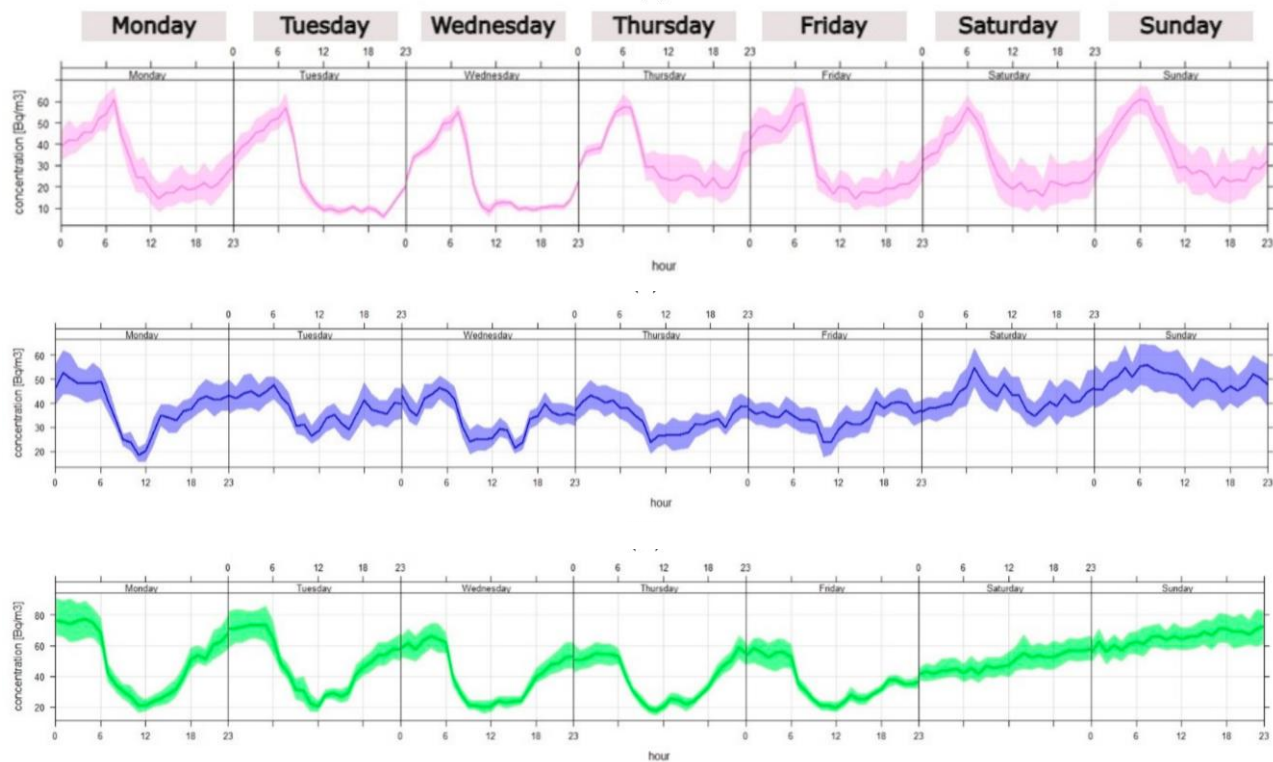
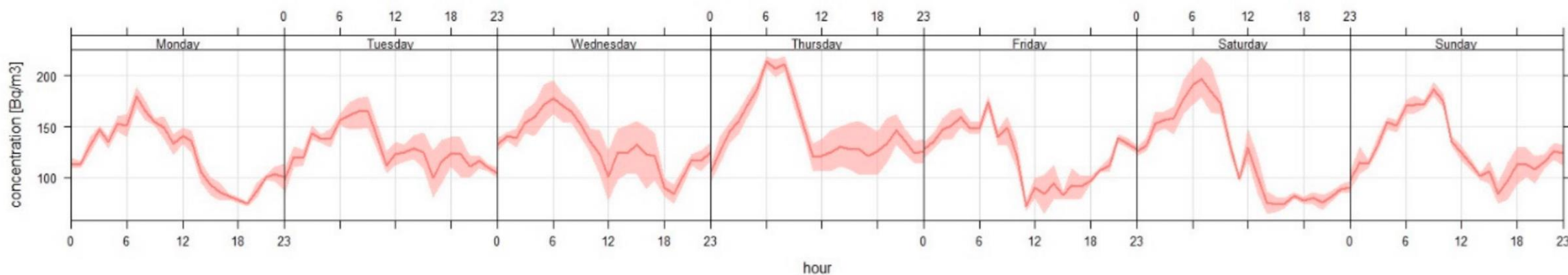


Fig. 6 Przebieg zmienności radonu w przestrzeniach mieszkalnych



# Zależność stężenia radonu od wiatru



Na wyższe wartości radonu w pomieszczeniach będzie miała wpływ niska prędkość wiatru

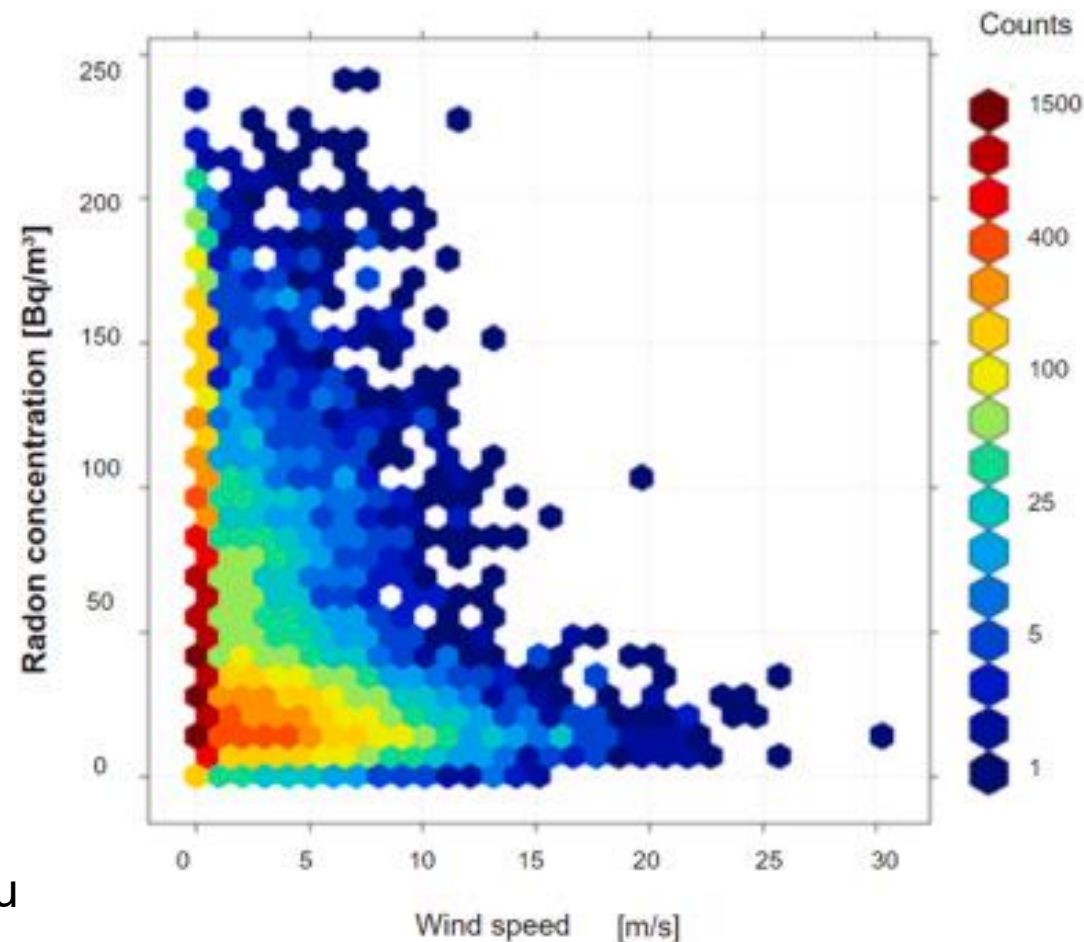





Fig. 7 Wykres stężenia radonu od szybkości wiatru

# Dawka skuteczna

-  Pozwala ocenić wpływ zdrowotny na organizm ludzki
-  Wyznaczona na podstawie pomiarów
-  Użytkownik miał wpływ na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń

Tab. 4 Obliczona dawka skuteczna

| Effective dose [mSv] | A1   | A2   | B1   |
|----------------------|------|------|------|
| All                  | 0.20 | 0.23 | 0.26 |
| Working days         | 0.18 | 0.21 | 0.21 |



# Artykuły

Building and Environment 244 (2023) 110782



Contents lists available at ScienceDirect

Building and Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/buildenv](http://www.elsevier.com/locate/buildenv)



atmosphere



Article

## Analysis of the Radon Concentration in Selected Rooms of Buildings in Poznan County

Joanna Aleksandra Kubiak<sup>1</sup> and Małgorzata Basińska<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Doctoral School of the Poznan University of Technology, 60-965 Poznan, Poland

<sup>2</sup> Institute of Environmental Engineering and Building Installations, Poznan University of Technology, 60-965 Poznan, Poland

\* Correspondence: [malgorzata.basinska@put.poznan.pl](mailto:malgorzata.basinska@put.poznan.pl)

**Abstract:** This article presents the results of the research carried out in selected rooms of buildings located in Poznan. According to the measurements, the highest average radon concentration in the buildings in Poznan County was at the level of  $130 \pm 32 \text{ Bq m}^{-3}$ . The lowest mean concentration was  $31 \pm 8 \text{ Bq m}^{-3}$  and was measured in a seven-year-old educational institution. Based on the performed measurements, non-uniformity of the correlation between the radon concentration and temperature and humidity was observed. For all the measurement sites where volatile organic compounds were counted, a positive correlation with radon was observed ( $r_{xy} = 0.31, p < 0.001$ ). A negative correlation was obtained ( $r_{xy} = -0.15, p < 0.001$ ) between the concentration of radon and the concentration of carbon dioxide. Based on the analysis of the research conducted, it was found that the concentration of radon in a given room depends on many factors, such as temperature, humidity, and room usage profile.

**Keywords:** radon; radioactivity; air pollution; indoor air quality (IAQ)

## Assessment of annual effective dose and health risk due to radon exposure in nurseries in the city of Poznań, Poland

J. Kubiak<sup>a,\*</sup>, M. Basińska<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Doctoral School of the Poznan University of Technology, Faculty of Environmental Engineering and Energy, Institute of Environmental Engineering and Building Installations, Berdychowo 4 Str., 61-131, Poznan, Poland

<sup>b</sup> Poznan University of Technology, Faculty of Environmental Engineering and Energy, Institute of Environmental Engineering and Building Installations, Berdychowo 4 Str., 61-131, Poznań, Poland

### ARTICLE INFO

#### Keywords:

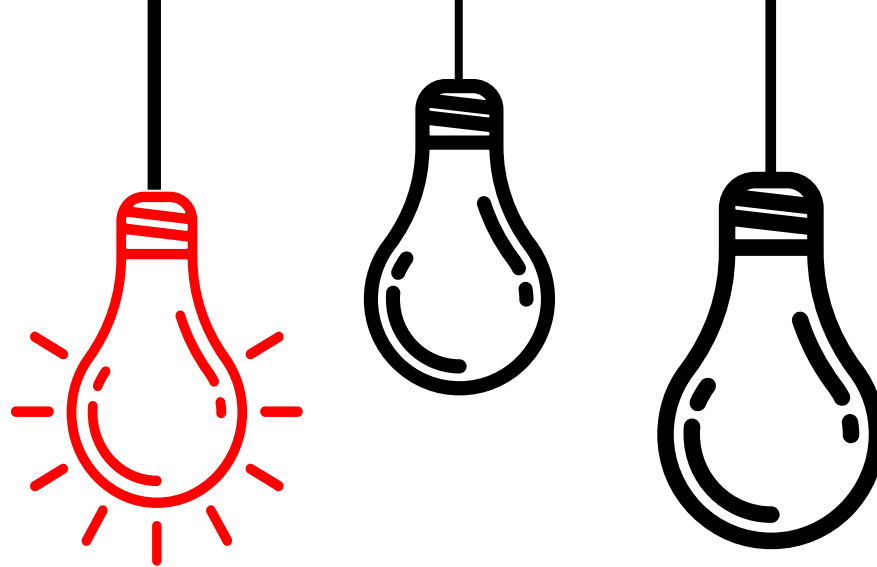
Radon concentration  
Children  
Nurseries  
Measurements  
IAQ

### ABSTRACT

The results of the scientific work presented in the World Health Organisation (WHO) report indicate that exposure to radon increases the risk of lung cancer in humans. In the past, radon concentrations of  $400 \text{ Bq m}^{-3}$  were considered dangerous, but today the level that poses a threat has been lowered to  $100 \text{ Bq m}^{-3}$ . Children are particularly vulnerable to the effects of ionising radiation. In the article, the exposure of children to the effects of radon was evaluated on the basis of measurements in nurseries taken in the course of several months. A pulsed ionisation chamber with a passive diffusion sampling method was used for the measurements. The effective dose was assumed as the evaluation criterion. The research was carried out in selected rooms of two nurseries located in the city of Poznań in Poland. Similar profiles of variability in radon concentration ( $r = 0.88, p < 0.001$ ) were observed in two different nurseries. The higher values of radon concentration in the rooms were found to be influenced by the low value of the wind speed. The experimental studies were supplemented with questionnaire studies, which showed that the average person's awareness of radioactivity is at a low level. The results of the effective dose level can be used to optimise future radon testing in buildings intended for various purposes.



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



# Pozazmystowy wskaźnik jakości powietrza wewnętrznego - radon

MGR INŻ. JOANNA ALEKSANDRA KUBIAK



E-mail: [joanna.kubiak@doctorate.put.poznan.pl](mailto:joanna.kubiak@doctorate.put.poznan.pl)