

PODWYŻSZONE PROMIENIOWANIE ALFA I BETA W POMIESZCZENIACH UNIWERSYTECKICH. EMISJA RADONU W SALACH LEKCYJNYCH, LABORATORIACH I ŁAZIENKACH W POBLIŻU UMYWALEK

Klaudia Wawrzeń¹, Jakub Augustyn¹, Karol Smosna²,
Bartłomiej Zacher², Agnieszka Lisowska-Lis³

¹ 40410@student.atar.edu.pl, ¹ 39063@student.atar.edu.pl,

² 37661@student.atar.edu.pl, ² 37663@student.atar.edu.pl,

³ lisowskalis@atar.edu.pl,

¹Akademia Tarnowska, Studenckie Koło Naukowe Elektroenergetyków, WNT,
Tarnów, Polska

²Akademia Tarnowska, Studenckie Koło Naukowe SEP, WNT, Tarnów, Polska

³Akademia Tarnowska, KARIIE, WNT, Tarnów, Polska

Streszczenie

W niniejszym badaniu analizowano promieniowanie alfa, beta i gamma w budynkach uniwersyteckich w wielu lokalizacjach wewnętrznych i punktach odniesienia tła, ze szczególnym uwzględnieniem: obszarów umywalek, środków pomieszczeń i tła (wewnątrz/na zewnątrz). Zaobserwowano bardzo silną dodatnią korelację ($r \approx 0,89$) między promieniowaniem alfa i beta. Promieniowanie gamma wykazało jedynie umiarkowaną korelację z promieniowaniem alfa i beta ($r \approx 0,47-0,49$). Analiza statystyczna (ANOVA i test Tukeya) potwierdziła, że rodzaj punktu pomiarowego istotnie wpływa na poziomy promieniowania: a) ob-

szary umywalek wykazują najwyższe wartości (sale lekcyjne, toalety), b) środki pomieszczeń, korytarze wykazują wartości pośrednie, c) tło – najniższe wartości. Wszystkie różnice były wysoce istotne statystycznie ($p < 0,000001$). Wielkość efektu (istotność praktyczna) lokalizacji na promieniowanie alfa i beta była bardzo duża ($\eta^2 \approx 0,51-0,55$). W przypadku promieniowania gamma efekt był nadal znaczący, ale mniejszy ($\eta^2 \approx 0,30$). Porównania parami (d Cohena) wykazały bardzo duże i ekstremalne różnice, zwłaszcza między umywalkami a tłem.

Głównym źródłem naturalnego promieniowania jonizującego

jest radon [1, 2, 3]. Szacuje się że radon stanowi aż 50% rocznego promieniowania jonizującego, na które narażeni są obywatele UE. Izotopy radonu-222 i radonu-220 są źródłami promieniowania alfa i beta. Radon jest radioaktywnym gazem i powstaje w wyniku rozpadu radu znajdującego się w glebie i skałach. Gazowy radon przenika intensywnie do budynków z instalacji (rurociągów w ziemi) i może gromadzić się w pomieszczeniach [2, 3, 4]. Radon obecny w budynkach zwiększa ryzyko raka płuc [3],

a według WHO nie ma bezpiecznego progu stężenia radonu (poniżej którego jest nieszkodliwy) [1]. Studenci i pracownicy uczelni spędzają znaczną ilość czasu we wnętrzu budynków i są szczególnie narażeni na długotrwałe oddziaływanie radonu [4].

Jak wykazały badania, znaczącym źródłem radioaktywnego radonu w budynkach uniwersyteckich są umywalki, znajdujące się zarówno w łazienkach, jak i salach wykładowych.

Słowa kluczowe: alfa, beta, gamma, radon w budynkach, radon w budynkach szkolnych,

Keywords: alpha, beta, gamma, radon in buildings, radon in school buildings

Bibliografia / Citations

[1] WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. WHO 2009 <https://www.who.int/publications/item/9789241547673>

[2] Peter O'Neill, Environmental chemistry. 2017. Doi:10.1201/9780203757161

[3] Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, Deo H, Falk R, Forastiere F, Hakama M, Heid I, Kreienbrock L, Kreuzer M, Lagarde F, Mäkeläinen I, Muirhead C, Oberaigner W, Pershagen G, Ruano-Ravina A, Ruosteenoja E, Rosario AS, Tirmarche M, Tomásek L, Whitley E, Wichmann

HE, Doll R. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *BMJ*. 2005 Jan 29;330(7485):223. doi: 10.1136/bmj.38308.477650.63.

[4] Xionghui Ma, Chunxiao Su, Ziyi Zhu, Zhijun Zou, Yuwei Dai, Chanjuan Sun, Haidong Wang, Assessing indoor radon concentration: Field study from a university campus in Shanghai, *Building and Environment*, Volume 278, 2025, 112998.

doi: 10.1016/j.buildenv.2025.112998.

INCREASED ALPHA AND BETA RADIATION IN UNIVERSITY BUILDINGS. RADON EMISSIONS IN CLASSROOMS, LABORATORIES, AND BATHROOMS NEAR SINKS (ENGLISH VERSION)

Abstract

This study analysed alpha, beta, and gamma radiation in university buildings at multiple indoor locations and background reference points, with particular emphasis on sink areas, room centres, and background (indoor/outdoor). A very strong positive correlation ($r \approx 0.89$) was observed between alpha and beta radiation. Gamma radiation showed only a moderate correlation with alpha and beta radiation ($r \approx 0.47\text{--}0.49$). Statistical analysis (ANOVA and Tukey's test) confirmed that the type of measurement point significantly influenced radiation levels: a) sink areas showed the highest values (classrooms, restrooms), b) room centres, corridors showed intermediate values, and c) background – the lowest values. All differences were highly statistically significant ($p < 0.000001$). The effect size (practical significance) of location on alpha and beta radiation was very large ($\eta^2 \approx 0.51\text{--}0.55$). In the case of gamma radiation, the effect was still significant, but smaller ($\eta^2 \approx 0.30$). Pairwise comparisons (Cohen's d) revealed very large and

extreme differences, especially between sinks and the background.

The main source of natural ionizing radiation is radon [1, 2, 3]. Radon is estimated to account for as much as 50% of the annual ionizing radiation to which EU citizens are exposed. Radon-222 and radon-220 isotopes are sources of alpha and beta radiation. Radon is a radioactive gas produced by the decay of radium found in soil and rocks. Radon gas penetrates buildings intensively from underground pipes and can accumulate indoors [2, 3, 4]. Radon present in buildings increases the risk of lung cancer [3], and according to the WHO, there is no safe threshold for radon concentration (below which it is harmless) [1]. Students and staff spend significant amounts of time indoors and are particularly vulnerable to long-term radon exposure [4].

The studies has shown that sinks, both in bathrooms and lecture halls, are a significant source of radioactive radon in university buildings.