

# PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE (PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE)

dr inż. Mariusz OWCZAREK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Artykuł recenzowany

---

## Streszczenie

Zaprezentowano rodzaje promieniowania i ich charakterystykę. Opisano jednostki aktywności źródła i dawki przyjętej przez organizmy żywe. Następnie artykuł opisuje normy promieniowania ustalone dla materiałów budowlanych i wymagania ustawowe jakie muszą spełniać budynki w celu ochrony przed naturalnymi źródłami promieniowania pochodzącego z zastosowanych materiałów budowlanych i gazu radonu. W Polsce prowadzony jest stały monitoring wybranych materiałów pod kątem promieniowania. Wyniki tych pomiarów również zaprezentowano w artykule.

**Słowa kluczowe:** promieniotwórczość, materiały budowlane, budownictwo, promieniowanie jonizujące

---

## Summary

Types of radiation and their characteristics was presented. Description of the individual source activity and dose adopted by living organisms was given. The article then cites the exposure standard established for building materials and legal requirements to be met by the building to protect it from natural sources of radiation from the building materials and radon gas. In Poland, it is carried out constant monitoring of selected materials for radiation. The results of these measurements are also presented in the article.

**Keywords:** radiation, building materials, building, ionizing radiation

---

## 1. Oddziaływanie promieniowania jonizującego na organizmy żywe

Promieniotwórczość jest to emisja promieniowania elektromagnetycznego gamma o wysokiej energii i/lub cząstek alfa oraz beta związana z rozpadem jąder atomowych. Jest to generalnie zjawisko szkodliwe dla organizmów żywych jednak dopiero po przekroczeniu pewnej intensywności. Małe dawki promieniowania są powszechne w przyrodzie i nie wyrządzają trwałej szkody ludziom ani zwierzętom. Dzieje się tak dlatego że organizmy żywe mają zdolność naprawy swojej struktury. Naturalna promieniotwórczość jest nawet korzystna, ponieważ ogranicza na przykład rozwój drobnoustrojów chorobotwórczych. Promieniowanie jest związane z emisją tak zwanych cząstek alfa, cząstek beta i promieni gamma. Cząstka alfa jest identyczna z jądrem atomu izotopu helu. Cząstka beta jest identyczna z elektronem lub pozytonem. Promienie gamma natomiast to typowe promieniowanie elektromagnetyczne podobnie jak na przykład promieniowanie widzialne czy fale radiowe. Dla człowieka i w ogóle istot żywych największe znaczenie ma promieniowanie alfa i promieniowanie gamma. Promieniowanie alfa jest bardzo mało przenikliwe ale silnie oddziałuje z materią. W przypadku źródła zewnętrznego nie jest niebezpieczne ale kiedy źródło zostanie wprowadzone do wewnątrz organizmu, na przykład przez wdychanie, powoduje chorobę popromienną a nawet śmierć. Promieniowanie beta jest bardziej przenikliwe i mniej oddziałuje z materią. Promieniowanie gamma natomiast jest bardzo przenikliwe i działa na całe ciało człowieka ale jego absorpcja przez materię jest ograniczona. Dla porównania przenikalności można powiedzieć że przed promieniowaniem alfa zasłoni nas kartka papieru, przed promieniowaniem beta arkusz blachy aluminiowej a promieniowanie gamma potrafi przeniknąć nawet przez warstwę ołowiu. Człowiek nie posiada

żadnych zmysłów ostrzegających przed zwiększonym promieniowaniem jonizującym. Objawy wtórne występują po pewnym czasie i przeważnie świadczą już o przyjęciu niebezpiecznej dawki. To potęguje obawę przed nieznanym, jedyną możliwością ostrzeżenia przed promieniowaniem w strefach niebezpiecznych jest więc noszenie ze sobą odpowiednich urządzeń.

## 2. Jednostki opisujące promieniotwórczość

Miarą aktywności promieniotwórczej ciał jest liczba rozpadów promieniotwórczych na sekundę. Jednostką jest 1 bekerel, Bq. Ciało ma aktywność 1 Bq jeśli zachodzi w nim jeden rozpad na sekundę. Dopuszczalne poziomy promieniowania materiałów budowlanych określa ustawa Prawo Atomowe [3] wraz z rozporządzeniami wykonawczymi. Stanowi ono że budynki przeznaczone na pobyt ludzi i inwentarza nie mogą być zbudowane z materiałów przekraczających ustalone poziomy aktywności promieniotwórczej oraz zasady kontroli materiałów budowlanych pod kątem promieniotwórczości. Oprócz materiałów budowlanych normowane jest też stężenie radonu w powietrzu.

O ile bekerel jest jednostką charakteryzującą promieniowanie źródła to dawkę pochłoniętą przez organizm wyraża się według układu SI w siwertach (Sv). W tych jednostkach wyskalowane są zwykle mierniki promieniowania jonizującego służące do ochrony osobistej osób które mogą być narażone na promieniowanie, są to w warunkach pokojowych zwykle pracownicy energetyki jądrowej. W Polsce wartość dopuszczalna pochłoniętej dawki wynosi 3,4 mSv/rok dla osób nie narażonych zawodowo na kontakt z promieniowaniem oraz 20 mSv/rok lub 6 mSv/rok dla osób narażonych zawodowo na promieniowanie w zależności od grupy narażenia [5]. Wartość podawana przez miernik jest

często w  $\mu\text{Sv}$  na godzinę co wymaga obliczenia dawki skumulowanej przez czas ekspozycji.

W [2] zamieszczono roczną dawkę skuteczną otrzymaną przez mieszkańca Polski, przedstawia ją tabela 1. Największe procentowo napromieniowanie pochodzi z wnętrza budynków a więc problem promieniotwórczości materiałów budowlanych jest istotny. Uwagę zwraca bardzo niewielki aktualnie poziom promieniowania pochodzącego z awarii elektrowni jądrowych i prób jądrowych.

**Tabela 1.** Dawki skuteczne z różnych źródeł promieniowania dla Polski

źródło	dawka [mSv/rok]
prom. naturalne na zewnątrz budynków	0,125
prom. naturalne wewnątrz budynków	1,639
prom. kosmiczne	0,39
inne radionuklidy naturalne	0,284
opad z wybuchów jądrowych i awarii elektrowni	0,004
skażenia żywności	0,007
diagnostyka medyczna	0,86
narażenie zawodowe	0,002
przedmioty codziennego użytku	0,001
Ogółem	3,312

### 3. Promieniowanie materiałów budowlanych i radonu

Promieniowanie w materiałach budowlanych pochodzi z izotopu potasu K-40 oraz pierwiastków szeregu uranowo-radowego oraz torowego. Jest to głównie promieniowanie gamma a więc działające niekorzystnie ze źródła zewnętrznego. Izotopy te naturalnie wstępują w surowcach do produkcji materiałów budowlanych takich jak piasek, wapno, glina, gips i stąd wbudowywane są w gotowy materiał.

Gaz radon jest głównie źródłem promieniowania alfa i dlatego stwarza potencjalne niebezpieczeństwo przy jego wdychaniu. Cząstki alfa mocno oddziałują na układ oddechowy niszcząc strukturę komórek. Oczywiście, jeśli stężenie radonu nie przekracza norm, organizm jest w stanie odbudować szkody, tak że nie ma niebezpieczeństwa trwałych zmian. Według [4] procentowy rozkład pochodzenia radonu w budynku przedstawia się jak w tabeli 2

**Tabela 2.** Procentowe pochodzenie radonu w budynku

Źródło radonu	Udział procentowy [%]
grunt	77,9
materiały budowlane	12,0
powietrze zewnętrzne	9,3
woda	0,2
gaz ziemny	0,6

Podstawowym źródłem radonu jest więc podłoże gruntowe znajdujące się pod budynkiem a w mniejszym stopniu materiały budowlane. Radon jest gazem kilkukrotnie cięższym od powietrza, jego stężenie jest więc największe na dolnych kondygnacjach budynku a zwłaszcza w piwnicach.

Wszystkie źródła promieniowania są ze sobą powiązane ponieważ radon jest pochodną rozpadu pierwiastków szeregu radowego.

### 4. Krajowe normy promieniowania dotyczące materiałów budowlanych

Krajowe metody badań i kryteria oceny zapisane są w Poradniku ITB nr 455/2010 Badania promieniotwórczości naturalnych wyrobów budowlanych [1]. Definiuje on dwa parametry  $f_1$  i  $f_2$ . Wskaźnik  $f_1$  informuje o narażeniu całego ciała na promieniowanie gamma przez izotopy potas K-40, rad Ra-266, i tor Th – 228. Wartość tego parametru zależy od stężeń tych izotopów wyrażonych w Bq/kg. Warunek bezpieczeństwa jest spełniony gdy  $f_1 < 1,2$ . Wskaźnik  $f_2$  informuje o zawartości radu Ra – 226, warunek bezpieczeństwa wynosi  $f_2 < 240$  Bq/kg. Wskaźnik  $f_2$  informuje też pośrednio o narażeniu na promieniowanie gazu radonu w powietrzu ponieważ powstaje on z rozpadu radu – 226.

W Polsce badaniami w zakresie promieniotwórczości materiałów budowlanych zajmuje się Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR). Od 1980 roku wykonuje się pomiary promieniotwórczości czterech rodzajów materiałów budowlanych: cementu, betonu lekkiego, innych betonów, oraz ceramiki budowlanej. Badania ceramiki budowlanej obejmują cegły, pustaki ceramiczne, dachówki oraz kształtki. Poza materiałami budowlanymi monitorowane są też wybrane minerały oraz uboczne produkty przemysłowe jak popioły i żużle. Wyniki pomiarów przekazywane są do GUS i są dostępne w corocznej publikacji [2]. Wyniki za lata 2003-2014 przedstawia tabela 3, myślnikiem oddzielone są wartości minimalne i maksymalne napotkane przy przebadaniu podanej liczby próbek a w nawiasach podano wartości średnie.

**Tabela 3.** Wskaźniki promieniotwórczości materiałów budowlanych w latach 2003-2014 według CLOR

Materiał	Liczba próbek	$f_1$	$f_2$ , Bq/kg
Cement	684	0-2 (0,08)	0-111 (39)
Beton komórkowy i lekki	733	0-1 (0,09)	5-149 (69)
Betony inne	300	0-3 (0,1)	5-656 (66)
Ceramika budowlana	2667	0-7 (0,02)	0-214 (52)

Analizując tabelę 3 można wyciągnąć następujące wnioski, po pierwsze aktywność betonu komórkowego przedstawianego czasem jako materiał o zagrożeniu promieniotwórczym jest podobna do innych betonów. Drugi wniosek to że badane próbki różniły się stopniem promieniotwórczości, przekroczenie norm jest możliwe i warto przeprowadzać takie badania w razie wątpliwości.

Normowane jest też średnie roczne stężenie radonu w pomieszczeniach nie powinno ono przekraczać  $200 \text{ Bq/m}^3$  w budynkach nowo budowanych oraz  $400 \text{ Bq/m}^3$  w budynkach starszych. Pomiar radonu w pomieszczeniach wymaga specjalistycznej aparatury i do uży-

skania wiarygodnych wyników powinien być przeprowadzony przez wykwalifikowane osoby.

#### Literatura

- [1] Poradnik ITB nr 455/2010 Badania promieniotwórczości naturalnych wyrobów budowlanych ITB 2010
- [2] GUS – Ochrona środowiska 2015
- [3] Ustawa z dnia 29 listopada 2000 Prawo atomowe z późniejszymi zmianami Dz U. z 2001 r. Nr 3 poz. 18.
- [4] Zapotoczna-Sytek G., Mamont-Cieśla K., Rybarczyk T., Naturalna promieniotwórczość wyrobów budowlanych, w tym autoklawizowanego betonu komórkowego (ABK)
- [5] Rozporządzenie rady ministrów z dnia 18 stycznia 2005 w sprawie granicznych dawek promieniowania jonizującego Dz U. z 2005 r. Nr 20 poz. 168.

# UPRAWNIENIA ENERGETYCZNE

## Egzaminy eksploatacja i dozór

**Grupa 1 - pkt 2, 3, 4, 7, 9 i 10**

**Grupa 2 - pkt 2, 4, 5, 6, 7 i 10**

**Grupa 3 - pkt 6, 7 i 10**

### Kontakt w sprawie egzaminu:

#### Biuro Oddziału Warszawskiego SIMP

pon. - pt. 10:00 - 16:00 tel. 22 827 02 44

Adam BARYŁKA tel. 605 660 292

Robert NIWIŃSKI tel. 601 355 403

### Dostępne materiały szkoleniowe:



KOMISJA KWALIFIKACYJNA  
NR 614  
SIMP  
Stowarzyszenie Inżynierów  
i Techników Mechaników Polskich  
Oddział Warszawski  
00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5



ŚWIADECTWO KWALIFIKACYJNE

nr.....

**D**

uprawnijące do zajmowania się  
eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci  
na stanowisku

**DOZORU**

KOMISJA KWALIFIKACYJNA  
NR 614  
SIMP  
Stowarzyszenie Inżynierów  
i Techników Mechaników Polskich  
Oddział Warszawski  
00-043 Warszawa, ul. Czackiego 3/5



ŚWIADECTWO KWALIFIKACYJNE

nr.....

**E**

uprawnijące do zajmowania się  
eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci  
na stanowisku

**EKSPLOATACJI**



ŚWIADECTWO KWALIFIKACYJNE

nr.....

**D**

uprawnijące do zajmowania się  
eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci  
na stanowisku

**DOZORU**



Komisja Egzaminacyjna nr 614 przy Oddziale Warszawskim  
Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich  
[www.ow-simp.pl/uprawnienia.html](http://www.ow-simp.pl/uprawnienia.html)