

dr inż. Marek Dohojda*
mgr inż. Mirosław Rzeszutko**

Wyniki badań promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych

Obowiązujące w budownictwie przepisy prawne [7, 8, 9] wymagają zapewnienia mieszkańcom ochrony przed nadmiernym promieniowaniem jonizującym w budynkach mieszkalnych, a przede wszystkim całego ciała przed promieniowaniem gamma (szacowane na ok. 25% dawki) oraz układu oddechowego przed promieniowaniem alfa (szacowane na ok. 75% dawki).

Źródła promieniowania

Źródłem promieniowania gamma w pomieszczeniach budynku są głównie trzy naturalne pierwiastki promieniotwórcze: potas K-40; rad Ra-226 oraz tor Th-232, zawarte w wyrobach zastosowanych w budynku i występujące w podłożu, na którym jest on posadowiony, a także przenikająca przez przegrody budynku składowa promieniowania kosmicznego. Narażenie układu oddechowego na promieniowanie alfa wynika z obecności radonu i produktów jego rozpadu w powietrzu pomieszczeń. Źródłem radonu w budynku są wcześniej wymieniane dwa naturalne pierwiastki promieniotwórcze – rad Ra-226 i Ra-224 (pochodna toru Th-232), zawarte w wyrobach budowlanych pochodzenia mineralnego stosowanych w budynkach [1].

Fakty stwierdzone w wyniku badań są następujące:

- promieniowanie pochodzące z materiałów budowlanych stanowi ok. 10% promieniowania, na jakie narażony jest człowiek i jest na tym samym poziomie, co promieniowanie od spożycia jedzenia i picia (ok. 50% promieniowania pochodzi z radonu, z czego materiały budowlane stanowią tylko 20%, a pozostała część to promieniowanie z gruntu);

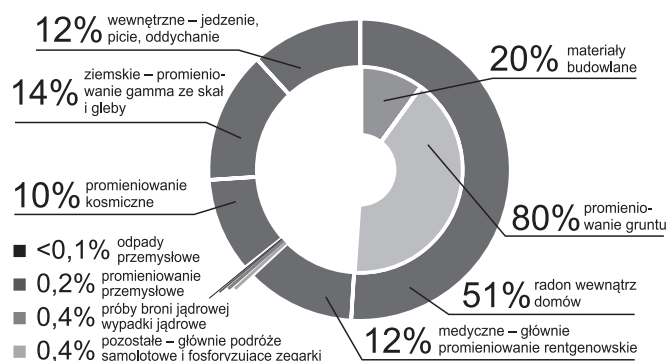
- promieniotwórczość naturalna materiałów budowlanych jest zbliżona do promieniotwórczości naturalnej człowieka;

- 80% promieniowania alfa wynikającego z obecności radonu w pomieszczeniach pochodzi z gruntu, na którym budynek jest usytuowany. Wynika z tego, że **zdecydowanie większe znaczenie ma usytuowanie budynku niż rodzaj materiału, z którego jest wznoszony;**

- w Polsce, wg CLOR (Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej) wartość dopuszczalnej dawki efektywnej (będąca obrazem wszystkich dawek promieniowania pochłoniętych przez całe ciało) wynosi ok. 1 mSv/y, a średnia dawka dla mieszkańców Ziemi – 2,4 mSv/y (rysunek). **Jest to więc dawka 2 – 3-krotnie mniejsza niż otrzymywana przez przeciętnego mieszkańca Finlandii, Szwecji, Szwajcarii czy Hiszpanii [5].**

* Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych

** Wienerberger Ceramika Budowlana



Podział rocznej dawki promieniowania – naturalne źródła 2,4 mSv/y

Wymagania dotyczące zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych w materiałach budowlanych

Budynki przeznaczone na stały pobyt ludzi powinny spełniać wymagania ograniczające:

- 1) zawartość naturalnych pierwiastków promieniotwórczych w zastosowanych materiałach budowlanych;
- 2) średnie roczne stężenie radonu w powietrzu pomieszczeń mieszkalnych.

Zawartość naturalnych pierwiastków promieniotwórczych (wymaganie 1) określa się za pomocą dwóch wskaźników aktywności wyrobu f_1 i f_2 , przy czym:

- wskaźnik aktywności f_1 (wielkość bezwymiarowa) określa łączną zawartość naturalnych izotopów promieniotwórczych w wyrobach budowlanych i jest obliczany ze wzoru:

$$f_1 = \frac{S_K}{3000} + \frac{S_{Ra}}{300} + \frac{S_{Th}}{200} \quad (1)$$

gdzie:

S_K , S_{Ra} , S_{Th} – odpowiednio stężenia izotopów potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-232, wyrażone w bekerelach na kilogram [Bq/kg];

- wskaźnik aktywności f_2 jest równoznaczny ze stężeniem radu Ra-226 (głównego źródła radonu).

$$f_2 = S_{Ra} \quad (2)$$

Wartości wskaźników aktywności f_1 i f_2 nie mogą przekraczać o więcej niż 20% wartości dopuszczalnych: $f_1 = 1$ i $f_2 = 200$ Bq/kg. **Średnie roczne stężenie radonu w pomieszczeniach mieszkalnych (wymaganie 2) nie powinno przekraczać wartości:**

- 400 Bq/m³ w budynkach oddanych do użytkowania przed 1998 r.;
- 200 Bq/m³ w budynkach oddanych do użytkowania po 1998 r.

Oznacza to, że obecnie dopuszczalne stężenie radonu w pomieszczeniach mieszkalnych jest dwukrotnie mniejsze niż przed 1998 r. Zalecane procedury badawcze oznaczania wskaźników aktywności i stężenia radonu w powietrzu są przedmiotem poradnika ITB 455/2010 [11] oraz instrukcji ITB 352/98 [10].

Aby sobie uzmysłwić, jaki poziom stężenia pierwiastków promieniotwórczych stanowi punkt odniesienia, należy przypomnieć, że w skorupie ziemskiej średnie stężenie tych pierwiastków pochodzenia geologicznego wynosi: potas 40K – 370 Bq/kg; rad 226Ra – 26 Bq/kg i tor 232Th – 26 Bq/kg [3]. Stężenie pierwiastków promieniotwórczych w wyrobach budowlanych zależy przede wszystkim od użytych surowców i miejsca ich pozyskiwania. Podczas badań wyrobów ceramicznych należy brać pod uwagę ich rodzaj (ceramika budowlana lub użytkowa) i inne cechy charakterystyczne, jak np. pokrycie powierzchni (spiekana, pokryta przez natrysk lub zanurzenie w szklawie). Stężenie pierwiastków promieniotwórczych materiałów ceramicznych, które nie są szklawione, zależy tylko od bazy surowcowej ceramiki [4]. W przypadku zaobserwowania podwyższonego stężenia naturalnych izotopów pierwiastków promieniotwórczych w wyrobach szklawionych (szklawione płytki ceramiczne, szklawione dachówki ceramiczne, szklawione cegły klinkierowe) wzrostu tego promieniowania należy upatrywać w składzie szklawy. Niezależnie jednak od tego, wyroby finalne podlegają badaniom i muszą spełniać odpowiednie wymagania [2].

Badanie i ocena promieniotwórczości wyrobów budowlanych z ceramiki poryzowanej

Wśród wyrobów budowlanych, które podlegają obowiązkowej kontroli zawartości naturalnych izotopów K-40, Ra-226 i Th-232, są m.in. ceramiczne wyroby budowlane, produkowane z różnych gatunków glin [3]. Powszechnie publikowane wyniki badań zawartości naturalnych pierwiastków promieniotwórczych często dość znacznie różnią się między sobą i należy je traktować z dużą ostrożnością. Występujące różnice mogą wynikać z różnych metod i technik pomiarowych oraz z tego, że tak samo nazwane materiały często różnią się składem podstawowych surowców, proporcją składników, zawartością oraz rodzajem dodatków i domieszek, technologią produkcji lub innymi z pozoru mało istotnymi cechami [10].

Jak wynika z tabeli, **rzeczywiste stężenie naturalnych pierwiastków w ceramicznych wyrobach produkowanych w Polsce jest znacznie mniejsze niż dopuszczalne** (współczynnik f_1 jest o 50% mniejszy od dopuszczalnego, a współczynnik f_2 nawet kilkakrotnie niższy). Biorąc pod uwagę różne wyroby budowlane stosowane w budownictwie, należy sobie uświadomić, że istotne jest nie tylko stężenie poszczególnych naturalnych izotopów w próbkach laboratoryjnych (w sproszkowanej postaci), ale także ich ciężar objętościowy w gotowym wyrobie. Jest to bardzo istotne ze względu na konieczność uwzględnienia miejscowej koncentracji tych izotopów, jak również możliwości ekshalacji (wydychania) radonu – gazu promieniotwórczego pochodzącego z wyrobów budowlanych. Ważne jest, aby w przypadku procesu narastania stężenia radonu w powietrzu pomieszczenia, określić jego ekshalację ze ścian zewnętrznych.

W przypadku większej masy ścian stężenie naturalnych izotopów promieniotwórczych będzie większe. Nie bez

Przykładowe wyniki badań promieniotwórczości naturalnej ceramicznych elementów murowych z zakładów na południu Polski (zakład 1), w Polsce centralnej (zakład 2) oraz północnej (zakład 3) marzec – maj 2013 r.

Zakład produkcyjny	Wskaźnik f_1 [-]	Średni wskaźnik f_1 [-]	Dopuszczalny wskaźnik f_1 [-]	Wskaźnik f_2 [Bq/kg]	Średni wskaźnik f_2 [Bq/kg]	Dopuszczalny wskaźnik f_2 [Bq/kg]
Zakład 1	0,53 0,56 0,58	0,56		43,00 37,00 41,00	40,33	
Zakład 2	0,48 0,51 0,55	0,51	1,2	32,00 41,18 47,35	40,18	240
Zakład 3	0,58 0,58 0,63	0,59		67,58 66,51 73,80	69,30	

znaczenia jest też szybkość narastania stężenia radonu określana na podstawie współczynnika ekshalacji radonu z materiałów budowlanych. Współczynnik ten zależy przede wszystkim od zawartości stężenia radu [Bq/kg wyrobu] i od współczynnika emanacji zmieniającego się od 1 do 40%. W przypadku wyrobów ceramicznych wartość ekshalacji radonu jest ograniczona w wyniku zamkniętej struktury materiału, co utrudnia wydostawanie się radonu na zewnątrz. W związku z tym, że pory w materiale ceramicznym są na ogół zamknięte (struktura ciągła), wielkość ekshalacji jest na niższym poziomie niż innych materiałów porowatych, które w procesie produkcji nie są wypalane [12]. W przypadku ceramiki budowlanej badane są surowce i wyroby gotowe. Nie ma więc możliwości, aby legalnie wprowadzane do obrotu wyroby miały stężenie naturalnych pierwiastków promieniotwórczych przekraczające dopuszczalne normy (współczynniki f_1 i f_2), a tym samym absolutnie nie stanowią zagrożenia dla życia i zdrowia przyszłych użytkowników budynków, na każdym z etapów zarówno budowy, jak i eksploatacji. Co więcej, w rzeczywistości stężenie naturalnych pierwiastków promieniotwórczych w wyrobach w Polsce jest na bardzo niskim poziomie daleko odbiegającym od poziomu wymagań, a tym samym wyroby te są zupełnie bezpieczne.

Podsumowanie

Podstawowym aktem prawnym regulującym zasady kwalifikowania materiałów (pod względem promieniotwórczości naturalnej) stosowanych w dużych ilościach w budownictwie mieszkaniowym jest rozporządzenie [9]. Sposób wyznaczania wskaźnika aktywności f_1 wyrobu budowlanego uwzględniającego izotopy K-40, Ra-226 i Th-232 jest w pełni zgodny z zaleceniami Komisji Europejskiej, czyli wymagania w Polsce są zbieżne z wymaganiami w całej UE [6].

Spełnienie wymagań wynikających z rozporządzenia [9] określających wartość wskaźnika aktywności f_1 w wyrobach budowlanych ogranicza rzeczywiste narażenie powodowane promieniotwórczością naturalną takich materiałów do poziomu poniżej 1 mSv w ciągu roku, a tym samym gwarantuje bezpieczeństwo zdrowia i życia mieszkańców budynków.

Przy kompleksowej ocenie ściennych wyrobów budowlanych uwzględnia się nie tylko zmierzony laboratoryjnie poziom zawartości naturalnych izotopów w wyrobie, ale także ciężar tych elementów w 1 m² muru, tak więc porównywanie wyłącznie badań laboratoryjnych wyrobów, takich jak beton komórkowy, silikaty, ceramika budowlana, bez

uwzględniania masy przegród i współczynnika ekshalacji, nie ma racjonalnego uzasadnienia i często jest zabiegiem marketingowym stosowanym przez różnych producentów.

Obecnie produkowane i stosowane ceramiczne materiały budowlane mają, wymagane prawem, współczynniki f_1 i f_2 na poziomie zdecydowanie niższym niż dopuszczalny w Polsce, a tym samym są zupełnie bezpieczne z punktu widzenia radiologicznego dla zdrowia i życia mieszkańców.

Wyroby legalnie wprowadzone do obrotu w Polsce podlegają badaniom i ocenie promieniotwórczości naturalnej. Biorąc więc pod uwagę aspekt radiologiczny, nie ma wyrobów lepszych i gorszych. Wszystkie, które spełnią wymagania wynikające z przepisów, są dopuszczone do stosowania w obiektach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i inwentarza żywego oraz nie stanowią zagrożenia dla ich użytkowników.

Literatura

- [1] Przylibski T. A.(...) Olszewski J., Dohojda M.: Mean annual (222) Rn concentration in homes located in different geological regions of Poland: first approach to whole country area. J. Environ. Radioact., 2011, Vol. 102, nr 8, s. 735 – 741.
- [2] Brunarski L., Krawczyk M.: Badania promieniotwórczości naturalnej surowców i materiałów budowlanych, komentarz do Instrukcji ITB 234/2003, Kwartalnik ITB, nr 4 (128) 2003; 49 – 71.
- [3] Dohojda M.: Promieniotwórczość naturalna ceramiki budowlanej, problemy badań i oceny. Proc. I Int. Conf. „Polska Ceramika”, Spała, 2000; Wyd. „Ceramika” – Polski Biuletyn Ceramiczny, vol. 60, 2000, 303 – 308.
- [4] Dohojda M.: Promieniotwórczość naturalna płytek ceramicznych, „Wokół Płytek Ceramicznych”, Kwartalnik, nr 3/2002, s. 43.

[5] Polskii O. G., Korekov A. P.: Justification of the control level of radon emission from building materials and soil.: [Atomnaya Energiya, Vol. 80 n. 3, Publisher: Consultants Bureau Publ., Russia, march 1996.

[6] Dyrektywa Rady 2013/59/Euratom z 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego oraz uchylająca dyrektywy 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom i 2003/122/Euratom (dyrektywa BSS – Basic Safety Standards) (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 13/1, wyd. 17.1.2014).

[7] Rozporządzenie Rady Ministrów z 7 lipca 1994 r.(tekst jednolity Dz.U. z 3/2000 r., nr 106, poz 126 z późniejszymi zmianami Dz.U. z 2003 r., nr 80 poz. 718) obowiązek ochrony przed promieniowaniem jonizującym w budownictwie.

[8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 grudnia 2002 r.(Dz.U. z 2002 r., nr 75, poz. 690) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

[9] Rozporządzenie Rady Ministrów z 2 stycznia 2007 r.(Dz.U. z 2007 r., nr 4, poz. 29) w sprawie wymagań dotyczących zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-228 w surowcach i materiałach stosowanych w budynkach przeznaczonych na pobyt ludzi i inwentarza żywego, a także w odpadach przemysłowych stosowanych w budownictwie, oraz kontroli zawartości tych izotopów.

[10] Instrukcja ITB 352/98 Metody i warunki wykonywania pomiarów stężenia radonu w powietrzu pomieszczeń budynków przeznaczonych na stały pobyt ludzi; Brunarski L., Krawczyk M. i in., 1998.

[11] Badania promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych. Poradnik. Warszawa: Instytut Techniki Budowlanej, 2010. 49 s. (Instrukcje, Wytyczne, Poradniki ITB 455/2010) Brunarski L., Dohojda M. – 2010.

[12] Promieniotwórczość naturalna ceramicznych wyrobów budowlanych, W: Polska ceramika 2008. V Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, Kraków, 14 – 17 września 2008 r. Rd. Ewa Stobierska. Kraków: Wydaw. Naukowe Akapit, 2008, s. 41, Dohojda M., Rubin J. – 2008.

ITB® jakość w budownictwie Instytut Techniki Budowlanej

Zakład Elementów Konstrukcji Budowlanych
i Budownictwa na Terenach Górniczych

os@itb.pl, www.itb.pl



Zakład wykonuje opinie i ekspertyzy materiałowe i konstrukcyjne elementów budowlanych oraz ekspertyzy, nadzory i opinie budowlane dla obiektów zlokalizowanych na terenach podlegających wpływom eksploatacji górniczej. Weryfikuje prawidłowość zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych z uwagą na dodatkowe obciążenia w takich obiektach.



BADANE WYROBY:

- Wszelkie łączniki budowlane stosowane w zamocowaniach do podłoża betonowych, ceramicznych i drewnianych
- łączniki do mocowania okładzin elewacyjnych
- Systemy uciągłania zbrojenia w konstrukcjach żelbetowych
- Wyroby betonowe i ceramiczne
- Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie
- Zestawy do wykonywania schodów prefabrykowanych i drabiny strychowe
- Urządzenia do chodzenia po dachach
- Stal i siatki zgrzewane
- Rury preizolowane

BADANIA WYROBÓW OBEJMUJĄ M.IN. OKREŚLENIE:

- Właściwości fizycznych i wytrzymałościowych
- Nośności połączeń i elementów konstrukcyjnych
- Oporu cieplnego i właściwości z nim związanych
- Nasiąkliwości i mrozoodporności
- Grubości powłok antykorozyjnych
- Drgań własnych schodów prefabrykowanych