
Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych

ZAGROŻENIA EKSPLOATACYJNE W BUDOWNICTWIE (PROMIENIOWANIE, MIKROKLIMAT, DEGRADACJA MATERIAŁÓW)

Tomasz SZYMANIK, Grzegorz JANCZAREK
Wojskowa Agencja Mieszkaniowa, Warszawa

Streszczenie

W referacie przedstawiono zagrożenia występujące w trakcie eksploatacji obiektów budowlanych ze wskazaniem zagrożeń dla życia i bezpieczeństwa ich użytkowników, a związanych z promieniowaniem jonizującym, wpływem mikroklimatu panującego w pomieszczeniach oraz czynnikami wpływającymi na degradację materiałów.

Słowa kluczowe: promieniowanie, mikroklimat, obiekty budowlane, bezpieczeństwo.

Abstract

This report presents dangers occurring during the use of buildings with an indication of the menaces to life and safety of their users, and associated with the ionizing radiation, the influence of microclimate in the rooms and factors affecting the degradation of materials.

Key words: radiation, microclimate, construction objects, security.

1. WPROWADZENIE

W nawiązaniu do postanowień ustawy Prawo budowlane [1] właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest obowiązany:

- utrzymywać i użytkować obiekt w sposób zgodny z jego przeznaczeniem i wymaganiami ochrony środowiska oraz utrzymywać w należyтым stanie technicznym i estetycznym, nie dopuszczając do nadmiernego pogorszenia jego właściwości użytkowych i sprawności technicznej, w szczególności m.in. w zakresie, o którym mowa w art. 5 w/w ustawy,
- zapewnić, dochowując należytej staranności, bezpieczne użytkowanie obiektu w razie wystąpienia czynników zewnętrznych oddziałujących na obiekt, związanych z działaniem człowieka lub sił natury, takich jak: wyładowania atmosferyczne, wstrząsy sejsmiczne, silne wiatry, intensywne opady atmosferyczne, osuwiska ziemi, zjawiska lodowe na rzekach i morzu oraz jeziorach i zbiornikach wodnych, pożary lub powodzie, w wyniku których następuje uszkodzenie obiektu budowlanego lub bezpośrednie zagrożenie takim uszkodzeniem, mogące spowodować zagrożenie życia lub zdrowia ludzi, bezpieczeństwa mienia lub środowiska.

Ponadto właściciel lub zarządca w czasie użytkowania obiektów budowlanych winien je poddać (z zastrzeżeniem art. 62 ust. 2 ustawy Prawo budowlane) m.in. kontroli

okresowej co najmniej raz w roku i raz na 5 lat. Kontrole powinny być zaś dokonane przez osoby posiadające uprawnienia budowlane w odpowiedniej specjalności, a jej wyniki przedstawione w protokole kontroli, powinny stanowić podstawę do sporządzenia zestawienia robót remontowych budynku [2].

Jak istotnym jest utrzymywanie obiektów budowlanych we właściwym stanie technicznym w trakcie ich eksploatacji i jakie niebezpieczeństwa oraz zagrożenia nieść może za sobą ich zły stan, świadczą statystyki budowlane [3], z których wynika, iż tylko w 2013 roku na 258 zarejestrowanych katastrof budowlanych „(...) zidentyfikowano 70 błędów eksploatacyjnych związanych z utrzymaniem obiektów budowlanych, które stały się przyczyną katastrof. Wśród nich należy wymienić 42 przypadki polegające na doprowadzeniu obiektu budowlanego do złego stanu technicznego, 16 wynikających z nieprzeprowadzonych kontroli obiektu, 4 miały związek z niepodjęciem przez właściciela lub zarządcę działań wynikających z opracowań technicznych lub wyników kontroli. W jednym przypadku katastrofa była spowodowana niezgodnym z przeznaczeniem użytkowaniem obiektu, w jednym przypadku także była skutkiem nieprawidłowego przeprowadzenia kontroli obiektu budowlanego”.

Niewłaściwa eksploatacja i zaniedbania w podejmowaniu czynności związanych z utrzymaniem obiektów budowlanych we właściwym stanie technicznym stanowi jedno z wielu zagrożeń zarówno dla samej konstrukcji obiektu jak i zdrowia ich użytkowników.

Do zagrożeń związanych z eksploatacją budynków, mogących mieć wpływ na zdrowie i życie ich użytkowników, zaliczyć również należy promieniowanie jonizujące, mikroklimat panujący w pomieszczeniach czy też następstwa degradacji materiałów budowlanych.

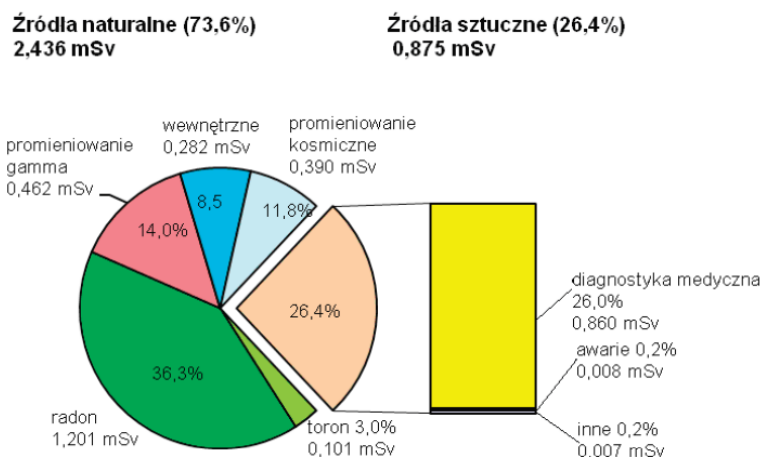
2. PROMIENIOWANIE

Promieniowanie jonizujące jest zjawiskiem naturalnym i w przypadku gdy nie są przekroczone określone jego poziomy, nie powinno się mieć obaw związanych z narażeniem zdrowia na jego szkodliwe oddziaływanie. Dla organizmów żywych istotne znaczenie mają dwie składowe promieniowania jonizującego, tj.:

- promieniowanie gamma (działające na całe ciało organizmów), którego źródłem wewnątrz budynków są naturalne pierwiastki promieniotwórcze znajdujące się w wyrobach budowlanych wyprodukowanych z surowców mineralnych oraz występujące w podłożu gruntowym jak i część promieniowania kosmicznego przenikającego do budynku przez dach, ściany i inne przegrody budowlane,
- promieniowanie alfa (działające na układ oddechowy organizmów), które jest emitowane przez produkty rozpadu radonu dostające się wraz z powietrzem do układu oddechowego [4].

Biorąc pod uwagę zdrowie człowieka, niebezpieczne są dla niego produkty rozpadu radu Ra-226 – radon Rn-222. Z uwagi na znaczne dawki promieniowania wynikające z obecności radonu w odniesieniu do ogólnego bilansu dawek promieniowania jakie otrzymuje człowiek w ciągu roku z różnych źródeł promieniowania jonizującego, co obrazuje Rys. 1 [5], warto mieć na uwadze (zarówno przy projektowaniu jak i w trakcie eksploatacji budynków) wpływ radonu i pochodnych z jego rozpadu promieniotwórczego na zdrowie człowieka.

**Roczna dawka efektywna promieniowania jonizującego
otrzymana przez ludność Polski w 2012 r. (3,31 mSv)**



Rys. 1. Udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w średniej rocznej dawce skutecznej

Radon (bezbarwny, bezwonny gaz) wraz z pochodnymi znajdującymi się w powietrzu pomieszczeń budynków, pochodzą głównie z podłoża gruntowego, na którym jest on posadowiony. Dostaje się on do wnętrza obiektów przez pęknięcia, nieszczelności, otwory fundamentów i podłóg, a prędkość jego wnikania zależy m.in. od szczelności budynku, stężenia radonu w powietrzu glebowym oraz rodzaju gruntu na jakim jest posadowiony. Ograniczenie jego infiltracji z podłoża można uzyskać poprzez:

- zastosowanie specjalnie zaprojektowanego systemu wentylacji,
- zastosowanie bariery mechanicznej w postaci gazoszczelnej izolacji całej części podziemnej budynku, uszczelniając wszelkie otwory, pęknięcia i nieszczelności,
- obniżenie ciśnienia powietrza w gruncie pod budynkiem, wprowadzając przewód ssący pod posadzkę i za pomocą wentylatorów usuwając powietrze z gazami gruntowymi [6].

W mniejszym stopniu znajdujący się w powietrzu pomieszczeń radon pochodzi z kolei z wyrobów budowlanych – co obrazuje tabela 1 [7].

TABELA 1

Źródła radonu w powietrzu wewnątrz statystycznego budynku, przy założeniu wymiany powietrza co godzinę

Źródło radonu	Udziału [%]
Podłoże gruntowe	77,9
Materiały budowlane	12,0
Powietrze atmosferyczne (zewnątrzne)	9,3
Woda	0,2
Gaz naturalny (ziemny)	0,6

Celem zapewnienia właściwych warunków higieniczno-zdrowotnych w budynkach stosowane wymagania krajowe zawarto w ustawach [1, 8], rozporządzeniach, zarządzeniach [9-12], które regulują zarówno zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych w surowcach i materiałach, jak i dopuszczalne stężenia i natężenia czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielane przez materiały budowlane oraz graniczne dawki promieniowania jonizującego.

W praktyce, nie można zapominać także o jednym z najprostszych środków, obniżenia stężenia radonu w mieszkaniach jakim jest ich wietrzenie.

3. MIKROKLIMAT

Biorąc pod uwagę, iż człowiek około 80% swojego życia spędza w różnego rodzaju pomieszczeniach zamkniętych, tj. domowych, pracy, w urzędach czy sklepach, istotnym jest, aby były w nich zachowane optymalne warunki mikroklimatyczne mające wpływ na kondycję, samopoczucie i również nasze zdrowie, które zależną m.in. od temperatury, wilgotności względnej, wielkości wymiany powietrza.

Właściwie zaprojektowane i wykonane elementy budynku winny spełniać wymagania ochrony cieplnej przegród budowlanych, posiadać właściwy system ogrzewania i sprawnie działającą wentylację, której zadaniem jest dostarczenie odpowiedniej ilości świeżego powietrza i odprowadzenie z pomieszczeń zanieczyszczonego. Brak właściwie funkcjonującej wentylacji może doprowadzić m.in. do:

- zaparowania szyb w oknach,
- pojawienia się skroplonej pary wodnej na chłodnych powierzchniach ścian zewnętrznych,
- pojawienia się grzybów i pleśni w okolicach okien, drzwi balkonowych, wieńców, narożach pokoi i za meblami,
- wnikania wilgoci do ścian, co w konsekwencji powoduje ich stopniową destrukcję,
- nawiewu powietrza zewnętrznego przez kratki wywiewne,
- złego samopoczucia, bólów i zawrotów, głowy, podrażnienia błony śluzowej nosa i gardła.

Z biegiem czasu, z uwagi na rosnące ceny energii i celem zmniejszenia jej zużycia, w powstałych do lat osiemdziesiątych budynkach zaczęto przeprowadzać termomodernizacje. Docieplone ściany i szczelne okna (powodujące znaczne ograniczenie dopływu powietrza do pomieszczeń i mogące wpływać na odwrócenie ruchu powietrza w kanałach wentylacyjnych) przyczyniły się niejednokrotnie do zwiększonej kondensacji pary wodnej na zimniejszych powierzchniach zewnętrznych przegród budowlanych oraz stworzyły dogodne warunki do rozwoju grzybom i pleśniom, które zmieniają mikroklimat pomieszczeń i mają negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Zbyt szczelne okna i poodkręcane głowice termostatyczne grzejników doprowadzić z kolei mogą do spadku wilgotności w pomieszczeniach, co skutkować może suchym powietrzem, a w konsekwencji bólami gardła i ogólnym dyskomfortem - istotnym jest więc dążenie do zapewnienia właściwego poziomu wilgotności w mieszkaniu. Stosowany od lat system wentylacji grawitacyjnej i nieszczelna stolarka okienna, umożliwiająca znaczny napływ powietrza zewnętrznego do pomieszczeń, zapewniały dobry mikroklimat do momentu gdy nie zostały docieplone ściany zewnętrzne i wymieniona na szczelną stolarkę, co z kolei wpływało na powstanie m.in. problemów opisanych powyżej. Wadą systemu wentylacji grawitacyjnej był brak możliwości sterowania ilością nawiewanego i wywiewanego powietrza. Celem zapewnienia napływu świeżego powietrza z zewnątrz, obecnie montowane okna posiadają system rozszczelniania i często wyposażane są w nawiewniki powietrza. Dobrym rozwiązaniem zapewniającym właściwą wymianę powietrza umożliwiającym kontrolę jego ilości i jakości (przede wszystkim w nowo powstających budynkach) jest zastosowanie wentylacji nawiewno-wywiewnej z odzyskiem ciepła.

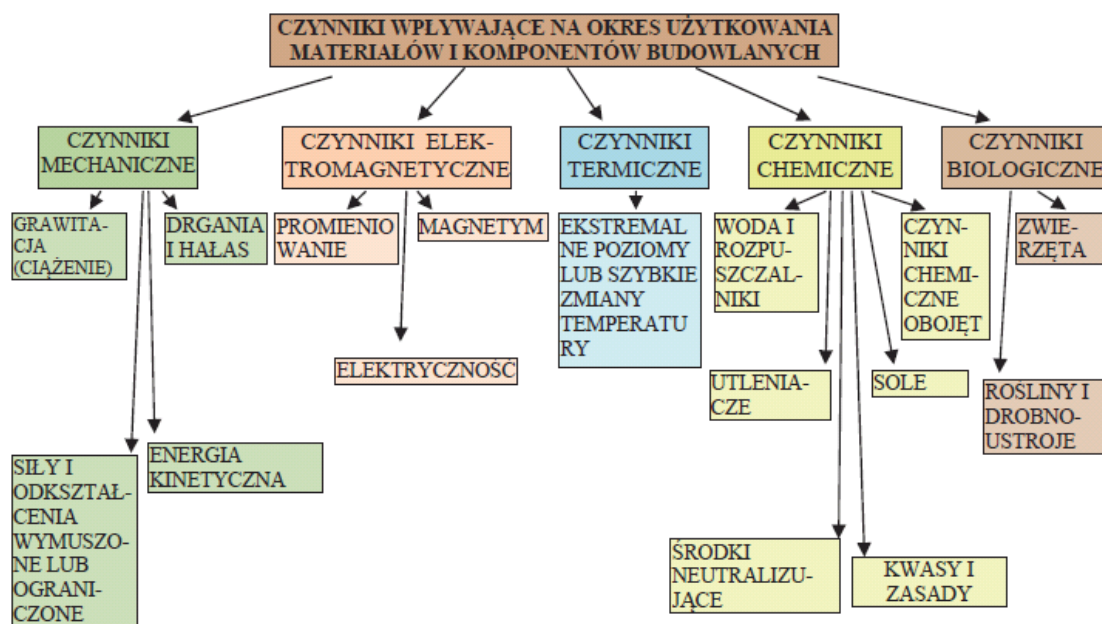
Biorąc pod uwagę powyższe, ważnym jest, by przy wykonywaniu termomodernizacji uwzględniać zmianę warunków wymiany powietrza w pomieszczeniach oraz prawidłowo skoordynować ją z modernizacją źródła ciepła.

Zapewnienie właściwej wentylacji ma decydujący wpływ na mikroklimat naszych pomieszczeń, która zgodnie z obowiązującymi przepisami [9] powinna zapewniać odpowiednią jakość środowiska wewnętrznego, w tym wielkość wymiany powietrza, jego czystość, temperaturę, wilgotność względną, prędkość ruchu w pomieszczeniu, przy zachowaniu przepisów i wymagań Polskich Norm [13, 14] dotyczących wentylacji, a także innych wymagań, o których mowa w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Niemniej mieć na uwadze należy, iż poprawie mikroklimatu w pomieszczeniach służy wietrzenie mieszkań, które w przypadku, gdy odbywa się szybko i intensywnie przy zakręconych głowicach termostatycznych ogranicza straty energii cieplnej do minimum.

4. DEGRADACJA MATERIAŁÓW

W miarę upływu czasu i eksploatacji każdy budynek jak i obiekt budowlany starzeje się, zużywa i traci swoją wartość techniczną. Poszczególne jego elementy zużywają się w różnym tempie i różnie oraz zależą od wielu czynników, z których najistotniejsze przedstawiono na Rys. 2 [15].



Rys. 2. Klasyfikacja czynników degradacji wpływających na okres użytkowania komponentów budowlanych

Czynniki te mogą występować w wielorakich kombinacjach, co dodatkowo intensyfikuje proces degradacji materiałów, z których jest on wykonany.

Znaczny wpływ na degradację materiałów ma środowisko naturalne, w którym żyjemy i wody pochodzące z opadów atmosferycznych oraz wszelka wilgoć, których efektem może być m.in.:

- pogorszona termoizolacyjność, mogąca prowadzić do przemarzania elementów budynku,
- powstanie zacieków, plam, nalotów i złuszczeń, spękań,
- rozwój czynników biologicznych (grzybów, glonów) i tym samym pogorszenie mikroklimatu wewnątrz pomieszczeń,
- obniżenie parametrów wytrzymałościowych materiałów.

Ponadto istotne znaczenie w porze zimowej ma cykliczne zamarzanie i rozmarzanie

wody zawartej w porach i szczelinach, która zamarzając zwiększa swoją objętość powodując rozsadzanie ścianek porów i tym samym niszczenie materiałów, w których się znajduje. Powstałe rysy i spękania stwarzają z kolei sprzyjające warunki do dalszej penetracji wilgoci w ich strukturze. Częstymi przyczynami zawilgocenia, na przykład elewacji, są także błędy wykonawcze spowodowane złym wykonaniem obróbek blacharskich czy zastosowaniem niewłaściwych materiałów.

Stąd na uwagę zasługują nie tylko bezpośrednie czynniki: mechaniczne, elektromagnetyczne i termiczne, chemiczne oraz biologiczne - szeroko poruszane w różnych opracowaniach przyczyniające się do obniżania właściwości użytkowych budowli, lecz także czynniki pośrednie, do których zaliczyć należy proces wykonywania robót budowlanych jak i proces samego projektowania.

5. PODSUMOWANIE

Reasumując podkreślić należy, iż na zdrowie i bezpieczeństwo użytkowników obiektów budowlanych mają nie tylko wpływ oczywiste czynniki (m.in. przeciążenia konstrukcji, niewłaściwe ich użytkowanie) wpływające na przekroczenie stanów granicznych nośności konstrukcji lecz także czynniki, z którymi stykamy się na co dzień, a są one bezbarwne i bezwonne, powodujące zwykły ból gardła, bądź takie, które nieusuwane sukcesywnie z biegiem lat wpływają na destrukcję budynków, w których mieszkamy, czynniki z którymi każdego dnia mamy styczność, ale o nich nie pamiętamy bądź je lekceważymy.

Literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (Dz.U.2013.1409 z późn. zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 roku w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych (Dz.U.1999.74.836 z późn. zmianami).
3. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, Katastrofy budowlane w 2013 roku, Warszawa, 17 marca 2014 roku, str. 1-11.
4. Brunarski L., *Badania promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych. Poradnik, nr 455/2010*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2010.
5. Biuletyn Informacyjny Państwowej Agencji Atomistyki, Ochrona radiologiczna ludności w Polsce, *Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna*, **2 (92)/2013**, str. 30-37.
6. Brunarski L., Dohojda M., Promieniowanie jonizujące w budynkach wielkopłytowych, *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik nr 1 (109) 1999*, str. 3-20.
7. Zapotoczna-Sytek G., Mamont-Cieśla K., Rybarczyk T., Naturalna promieniotwórczość wyrobów budowlanych, w tym autoklawizowanego betonu komórkowego (ABK), *Przegląd budowlany*, **7-8/2012**, str. 39-42.
8. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. *Prawo atomowe* (Dz.U.2012.264 z późn. zmianami).
9. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2012 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2002.75.690 z późn. zmianami).
10. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 2 stycznia 2007 r. 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 (Dz.U.2007.4.29).*
11. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi (M.P.1996.19.231).
 12. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz.U.2005.20.168).
 13. PN-B-03430:1983 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania.
 14. PN-B-03430:1983/Az3:2000 - Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania (Arkusze zmian Az3).
 15. Orłowski Z, Wybrane aspekty właściwości użytkowych budynku w okresie jego eksploatacji, *Przegląd budowlany*, **10/2011**, str. 36-43.