

Metoda diagnozy w procesie starzenia budynków mieszkalnych

Dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. UZ, Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski

1. Wprowadzenie

Perspektywiczna znajomość procesu degradacji każdego obiektu technicznego jest potrzebna do planowania jego efektywnej eksploatacji. W przypadku budynków mieszkalnych głównym zadaniem jest utrzymanie ich stanu technicznego na odpowiednim poziomie, a znajomość procesu starzenia budynków pozwoli na optymalne planowanie prac remontowych. Prawidłowe opracowania zakresu i programu remontu wymagają wykonania diagnozy stanu technicznego. Trafne określenie stanu budynku, przyczyn zniszczeń i przede wszystkim prognozy niekorzystnych zmian pozwoli na określenie potrzeb naprawczych [1, 2, 3].

Diagnoza (z grek. *diagnosis* – rozpoznanie, rozróżnianie, osądzenie) stanowi podstawę właściwie prowadzonej działalności remontowej w każdym obiekcie technicznym. Diagnostyka techniczna w ujęciu encyklopedycznym jest dziedziną wiedzy obejmującą problematykę badania stanu technicznego obiektu i jego zdolności do dalszego prawidłowego funkcjonowania. Diagnoza dotyczy zagadnień zarówno oceny stanu technicznego, jego przyczyn, jak i prognozy procesu degradacji. Diagnoza stanu technicznego budynków może być prowadzona dwiema metodami. Najczęściej stosowaną jest ocena niekorzystnych zmian w obiekcie na podstawie wizji lokalnych, nieniszczących badań, pomiarów, obliczeń [4, 5]. Innym postępowaniem jest sposób prognostyczny, polegający na przewidywaniu degradacji budynku.

2. Model prognozy procesu starzenia budynku

Głównym celem opracowania metody prognozy starzenia budynku jest przewidywanie terminów powstawania uszkodzeń w budynku, co pozwoli na optymalne planowanie przedsięwzięć remontowych. Problem zapewnienia odpowiedniego stanu technicznego budynku występuje w całym okresie jego użytkowania. Temat prognozy procesów starzenia budynków mieszkalnych nie jest poruszany w literaturze, można jedynie znaleźć wykresy bez wartości liczbowych. W celu określenia prognozy starzenia budynku mieszkalnego wykorzystane zostały algorytmy określania zmian niezawodności w urządzeniach technicznych. Jednak zaproponowana metoda prognozy starzenia PRED (*Prediction of Reliability according to Exponentials Distribution*), oparta na zasadach stosowanych w urządzeniach,

okazała się w przypadku budynków mieszkalnych niezbyt precyzyjna. Opracowana została zatem inna metoda PRRD (*Prediction of Reliability according to Rayleigh Distribution*) [6]. W metodzie tej proces starzenia jest nieliniową funkcją czasu, a zużycie obiektu jest główną przyczyną awaryjności. Budynek mieszkalny wykonany w technologii tradycyjnej poddano analizie prognostycznej. Zgodnie z zespołem norm dotyczących planowania okresu użytkowania budynku [7, 8] proces starzenia budynku jest określany przez zmiany właściwości użytkowych budynku w określonym czasie. Każdy budynek składa się z wielu elementów składowych. Elementy te pełnią różne funkcje, wykonane są z niejednakowych wyrobów budowlanych. Każdy ma inne właściwości, inną strukturę, każdy indywidualnie ulega zużyciu na skutek przebiegu wielu procesów. Zbadane zostały zmiany właściwości użytkowych wszystkich elementów składowych budynku w czasie 100-letniego okresu użytkowania zgodnie z zależnościami 1–3.

$$R_{Ri\ MIN}(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{T_{Ri\ MIN}}\right)^2\right) \quad (1)$$

$$R_{Ri\ MAX}(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{T_{Ri\ MAX}}\right)^2\right) \quad (2)$$

$$R_{Ri\ SR}(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{T_{Ri\ SR}}\right)^2\right) \quad (3)$$

gdzie:

$R_{Ri\ MIN}(t)$ – zmiany właściwości użytkowych i-tego elementu budynku wg modelu PRRD dla okresów trwałości najkrótszych $T_{Ri\ MIN}$ podawanych w literaturze,

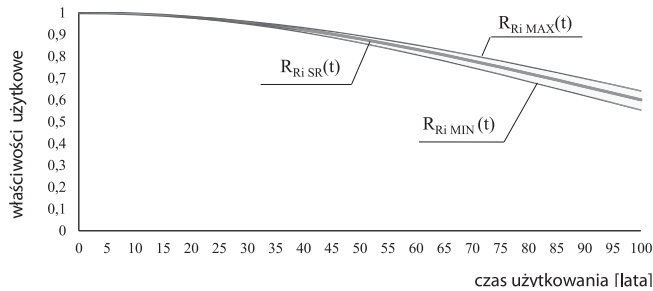
$R_{Ri\ MAX}(t)$ – zmiany właściwości użytkowych i-tego elementu budynku wg modelu PRRD dla okresów trwałości najdłuższych $T_{Ri\ MAX}$ podawanych w literaturze,

$R_{Ri\ SR}(t)$ – zmiany właściwości użytkowych i-tego elementu budynku wg modelu PRRD dla średnich okresów trwałości $T_{Ri\ SR}$ podawanych w literaturze.

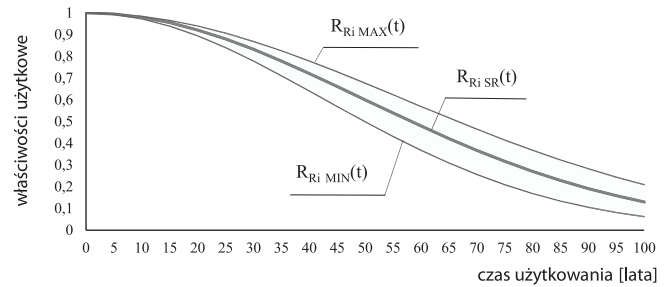
3. Prognozy starzenia przykładowych elementów budynku

Procesy starzenia przykładowych elementów budynku przedstawione są na rysunkach 1–5.

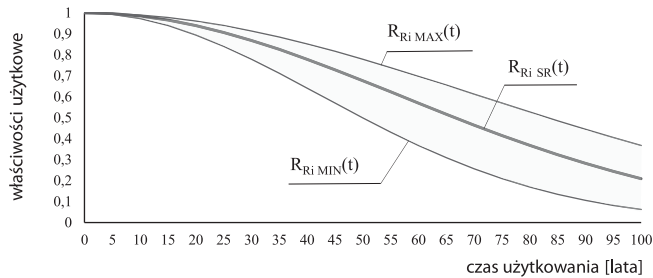
Okres trwałości ścian murowanych z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej podawany jest od 130 do



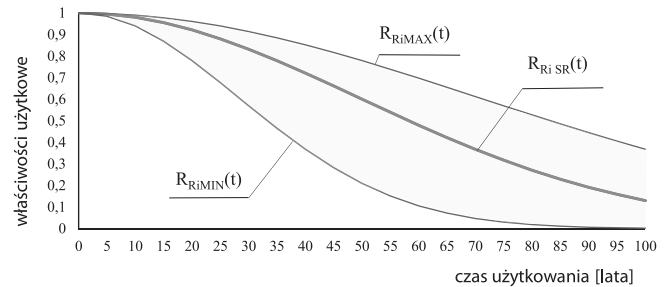
Rys. 1. Prognoza starzenia ścian murowanych z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej



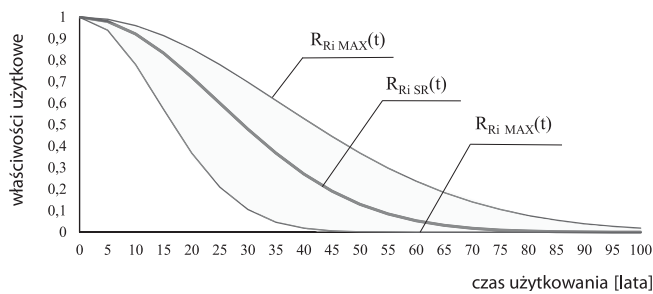
Rys. 2. Prognoza starzenia stropów drewnianych



Rys. 3. Prognoza starzenia drewnianej więźby dachowej



Rys. 4. Prognoza starzenia pokrycia dachu dachówką karpiówką



Rys. 5. Prognoza starzenia przewodów c.o.

150 lat. Wykresy zmian właściwości użytkowych ścian z cegły w przyjętym 100-letnim okresie ich użytkowania wg modelu PRRD przedstawione są na rysunku 1.

Okres trwałości stropów drewnianych podaje się w granicach 60–80 lat. Zmiany właściwości użytkowych stropów drewnianych w pełnym przyjętym 100-letnim okresie ich użytkowania pokazane są na rysunku 2.

4. Prognoza starzenia całego budynku

Budynek składa się z wzajemnie związanych ze sobą elementów składowych. Każdy element w budynku ma swoje zadanie. Najbardziej istotny wpływ na czas użytkowania mają elementy pełniące funkcje konstrukcyjne. Inne elementy pomocnicze wpływają w mniejszym stopniu na proces starzenia budynku, a ich wpływ wynika przede wszystkim z faktu, że uszkodzenia elementów pomocniczych mogą powodować zmiany parametrów elementów podstawowych. W wyznaczaniu właściwości użytkowych całego budynku, który jest zbiorem n elementów składowych, uwzględnione zostały intensywności wpływu właściwości użytkowych elementów składowych w postaci wag A_i poszczególnych elementów.

Metoda PRRD [9] jest opisem zmian właściwości użytkowych $R(t)$ budynku wykonanego w technologii tradycyjnej w pełnym 100-letnim okresie użytkowania. Prognoza starzenia całego budynku wg PRRD jest określona zależnościami:

$$R_{MAX}(t) = \sum_{i=1}^n [A_i R_{RiMAX}(t)] \quad (4)$$

$$R_{SR}(t) = \sum_{i=1}^n [A_i R_{RiSR}(t)] \quad (5)$$

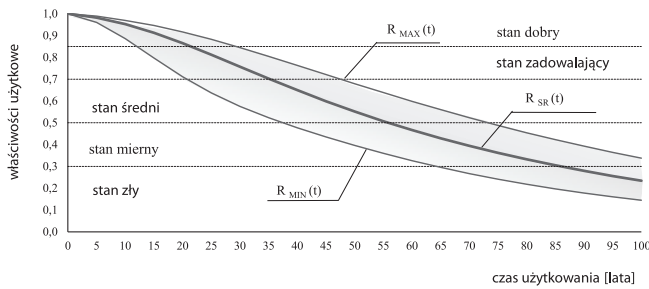
$$R_{MIN}(t) = \sum_{i=1}^n [A_i R_{RiMIN}(t)] \quad (6)$$

gdzie:

$R_{MIN}(t)$ – zmiany właściwości użytkowych budynku dla okresów trwałości najkrótszych T_{RMIN} podawanych w literaturze,
 $R_{MAX}(t)$ – zmiany właściwości użytkowych budynku dla okresów trwałości najdłuższych T_{RMAX} podawanych w literaturze,
 $R_{SR}(t)$ – zmiany właściwości użytkowych budynku dla średnich okresów trwałości T_{RSR} podawanych w literaturze.
 A_i – współczynnik wagi i -tego elementu,
 i – liczba porządkowa elementu składowego budynku,
 n – liczba wszystkich elementów składowych budynku.

Prognozowany proces starzenia budynku w postaci predykcji zmian właściwości użytkowych budynku wykonanego w technologii tradycyjnej o określonych rozwiązaniach materiałowych jest przedstawiony na rysunku 6. Przyjęto między innymi, że ściany nośne i ścianki działowe tego budynku są murowane z cegły pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej, więźba dachowa, stropy i schody, stolarka,

KONSTRUKCJE – ELEMENTY – MATERIAŁY



Rys. 6. Prognoza starzenia budynku o przyjętych rozwiązaniach materiałowo-konstrukcyjnych

podłogi są drewniane z drewna sosnowego, pokrycie dachu dachówką ceramiczną, instalacje gazowe, przewody wod.-kan. ze stali ocynkowanej.

Na rysunku 6 dodatkowo zaznaczone są progi stanów technicznych. Określone zostały zgodnie z obowiązującymi zasadami dotyczącymi zużycia budynków mieszkalnych. Stany techniczne są wyznacznikiem nieodpowiedniego poziomu procesu starzenia budynku. Dzięki znajomości zmian w czasie procesu starzenia budynku można zapobiec przejściom budynku na przykład do miernego stanu technicznego poprzez planowanie i wykonanie prac remontowych.

5. Podsumowanie

Zaproponowany model zmian właściwości użytkowych budynków w funkcji czasu jest sposobem przewidywania uszkodzeń. Prognoza degradacji budynku powinna być

pomocna w procesach reagowania na uszkodzenia starzeniowe obiektów, a stosowanie przez zarządców krzywych zagrożenia może być przydatne jako wspomaganie planowania przedsięwzięć remontowych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Runkiewicz L., Zagrożenia obiektów budowlanych a potrzeby remontów i wzmocnień, Materiały konferencyjne X Konferencji Naukowo-Technicznej Problemy remontowe w budownictwie ogólnym i obiektach zabytkowych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002, str. 349–360
- [2] Knyziak P., The Quality and Reliability in the Structural Design, Production, Execution and Maintenance of the Precast Residential Buildings in Poland in the Past and Now. Key Engineering Materials 691/2016, str. 420–431
- [3] Sobotka A., Bucoń R., Kierunki rozwoju metod przewidywania okresu użytkowania obiektów budowlanych, Problemy Rozwoju Miast 4/2005, str. 58–67
- [4] Runkiewicz L., Stosowanie metod nieniszczących w budownictwie, Przegląd Budowlany 6/2019, str. 26–29
- [5] Runkiewicz L., Diagnostyka konstrukcyjna obiektów budowlanych, Przegląd Budowlany 3/2006, str. 16–18
- [6] Nowogońska B., Model of the reliability prediction of masonry walls. Engineering Mechanics 2014, 20th international conference. Svatka, Czechy, 2014 Brno, Brno University of Technology, 2014, str. 456–459
- [7] PN-ISO 15686-1: 2005 Budynki i budowlę. Planowanie okresu użytkowania. Część 1: Zasady ogólne
- [8] PN-ISO 15686-2: 2005 Budynki i budowlę. Planowanie okresu użytkowania. Część 2. Procedury związane z przewidywanym okresem użytkowania
- [9] Nowogońska B., Prognoza zmian stanu technicznego budynku mieszkalnego, Materiały Budowlane 11/2016, str. 58–59



PZITB OM w Krakowie

IV Konferencja Naukowo-Techniczna

„TECH-BUD'2019”

„Nowoczesne materiały, techniki i technologie we współczesnym budownictwie”

13–15 listopada 2019 r., Kraków

TEMATYKA KONFERENCJI

- Zastosowanie nowoczesnych materiałów i technologii we współczesnych realizacjach polskich.
- Problemy technologiczno-materiałowo-konstrukcyjne we współczesnych realizacjach.
- Nowoczesne metody projektowania, wykonawstwa i zarządzania w budownictwie.
- Problemy infrastruktury miast.
- Zagadnienia współczesnej architektury i urbanistyki.

Na konferencji przedstawione będą referaty, prezentacje nowoczesnych materiałów i technologii, wygłoszone zostaną referaty firm wykonawczych i producentów.

KOMITET NAUKOWY

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga, dr h.c. m. – przewodniczący
 Dr hab. inż. Tomasz Błaszczński, prof. PK
 Dr hab. inż. Lucyna Domagała, prof. PK – wiceprzewodnicząca
 Dr hab. inż. Wit Derkowski
 Prof. dr hab. inż. Andrzej Garbacz
 Dr inż. Maciej Gruszczyński
 Dr hab. inż. Tomasz Siwowski, prof. PRZ.

KOMITET ORGANIZACYJNY

Mgr inż. Stanisław Nowak – przewodniczący
 Dr hab. inż. Janusz Rusek – AGH w Krakowie

TERMINY

- 30 czerwiec 2019 r. – zgłoszenie referatu i niższa opłata za konferencję
- 12 październik 2019 r. – ostateczny termin zgłoszenia i wniesienia opłaty

ORGANIZATOR KONFERENCJI

Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział Małopolski w Krakowie
 IV KONFERENCJA „TECH-BUD'2019” ul. Straszewskiego 28; 31–113 Kraków, tel./fax.: 12 421 47 37, 519 197 983, 519 197 929,