

KAROL FIREK*, JACEK DĘBOWSKI**

WPŁYW ODDZIAŁYWAŃ GÓRNICZYCH NA STAN TECHNICZNY BUDYNKÓW O KONSTRUKCJI WIELKOPLYTOWEJ

INFLUENCE OF THE MINING EFFECTS ON THE TECHNICAL STATE OF THE PANEL HOUSING

Streszczenie

Celem przedstawionych w artykule badań jest ocena wpływu oddziaływań górniczych w postaci deformacji powierzchni i wstrząsów górniczych na zużycie techniczne budynków o konstrukcji wielkopłytowej, zlokalizowanych na terenie objętym wpływami górniczymi w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. W ramach badań wykonano analizę porównawczą przebiegu w czasie zużycia technicznego 129 obiektów zlokalizowanych na terenie górniczym (grupa LGOM) z grupą 190 obiektów znajdujących się poza obszarem oddziaływań górniczych (grupa Kraków).

Słowa kluczowe: stan techniczny budynków, zużycie techniczne, oddziaływania górnicze, budynki wielkopłytowe

Abstract

Evaluation of the influence of the mining effects in the form of surface deformation and mining tremor on the technical state of the panel housing was the aim of researches described in the paper. Buildings were located in the area of mining effects in the Copper Region near Legnica and Głogów. In the researches comparative analysis of technical wear of 129 objects located in the mining region (LGOM group) and 190 objects situated outside the influence of mining effects (Kraków group) was carried out and presented in the paper.

Keywords: technical state of buildings, technical wear, mining effects, panel housing

* Dr inż. Karol Firek, Zakład Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

** Mgr inż. Jacek Dębowski, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Ustalenie stanu technicznego budynków zlokalizowanych na terenach górniczych stanowi podstawę do oceny powstałych szkód górniczych. Ilościowe wydzielenie tych szkód spośród uszkodzeń i nieprawidłowości powstałych z innych przyczyn wymaga, aby stan techniczny obiektu opisany był w sposób umożliwiający zarówno analizę techniczną, jak i ekonomiczną. W odniesieniu do budynków o konstrukcji tradycyjnej kryterium to spełnia opis stanu budynku poprzez określenie jego stopnia zużycia, zgodnie z zasadami podanymi w [5] oraz zweryfikowanymi np. w pracy [2]. Brakuje natomiast sprawdzonej metodyki oceny zużycia budynków wznoszonych w technologiach uprzemysłowionych [3].

Na zużycie techniczne zabudowy składa się zużycie naturalne oraz czynniki o charakterze losowym [4]. Z jednej strony zużycie naturalne jest funkcją czasu, a jego przebieg zależy od wielu czynników (procesu starzenia się materiałów budowlanych, negatywnego oddziaływania środowiska – chemicznego, biologicznego, mechanicznego, braku remontów, konserwacji itp.). Z drugiej strony, istnieje wiele dodatkowych czynników losowych powodujących powstawanie uszkodzeń elementów budynku oraz przyspieszenie procesu ich naturalnego zużycia. Przykładem mogą być wpływy eksploatacji górniczej zarówno w postaci deformacji powierzchni, jak i oddziaływań parasejsmicznych. Oprócz nich należy wspomnieć o przeciążeniach elementów konstrukcyjnych, oddziaływaniach dynamicznych (komunikacyjnych lub wynikających z działania maszyn i urządzeń), zmianie stosunków wodnych w podłożu, ruchach masowych czy też skutkach błędów projektowych i wykonawczych.

W artykule przedstawiono wyniki analizy przebiegu w czasie zużycia technicznego budynków o konstrukcji wielkopłytywowej zlokalizowanych na terenie objętym wpływami górniczymi w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym (grupa LGOM) oraz, dla porównania, obiektów usytuowanych w Krakowie, poza obszarem oddziaływań górniczych (grupa Kraków). Oszacowania wpływu oddziaływań górniczych na zużycie techniczne budynków wielkopłytowych dokonano na podstawie analizy porównawczej trendów zużycia technicznego, ustalonych dla obu badanych grup.

2. Baza danych o budynkach

Podstawę badań stanowiła utworzona przez autorów baza danych, obejmująca informacje o 319 budynkach (129 poddanych w przeszłości wpływom górniczym oraz 190 zlokalizowanych poza zasięgiem tych oddziaływań).

Zgromadzone w bazie danych informacje o budynkach uzyskano na podstawie prac wykonanych w Zakładzie Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa AGH oraz w ramach własnych inwentaryzacji. Obejmowały one określenie cech geometrycznych i konstrukcyjnych, inwentaryzację uszkodzeń oraz ustalenie stanu technicznego. Ponadto, na podstawie wywiadów z zarządcami obiektów, materiałów archiwalnych oraz własnych obserwacji, zebrano dane dotyczące historii uszkodzeń oraz remontów, konserwacji itp.

W literaturze przedmiotu brakuje sprawdzonej metodyki oceny zużycia technicznego budynków wznoszonych w technologiach uprzemysłowionych. Wobec tego w prezentowanych badaniach przyjęto indywidualne rozwiązanie, którego założenia zostały opisane w artykule J. Dębowskiego pt. *Problematyka określania stopnia zużycia technicznego budynków wielkopłytowych*. Do oszacowania stopnia zużycia, uwzględniając specyfikę ba-

danej zabudowy, zastosowano tzw. metodę średniej ważonej [1, 4]. Polega ona na indywidualnej ocenie stopnia zużycia poszczególnych elementów, a następnie – przez zadanie im odpowiednich wag – ustalenie średnio ważonego stopnia zużycia całego budynku.

Badaniami objęto wzniesione w latach 1974–1995 wielorodzinne budynki mieszkalne o konstrukcji wielkopłytywowej. Są to obiekty wykonane w technologii W-70, Wk-70 oraz WWP, o wysokości od 4 do 12 kondygnacji.

Strukturę wieku budynków w badanych grupach przedstawiono w tabl. 1. Wynika z niej, że ponad połowę obiektów (51,4%) zbudowano w latach 70.

Tablica 1

Struktura wieku badanych budynków

| Wiek w przedziale [lata] | Grupa budynków | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | LGOM | | Kraków | | razem | |
| | [szt.] | [%] | [szt.] | [%] | [szt.] | [%] |
| do 10 | 5 | 3,9 | 0 | 0 | 5 | 1,6 |
| (10–15) | 21 | 16,3 | 0 | 0 | 21 | 6,6 |
| (15–20) | 24 | 18,6 | 14 | 7,4 | 38 | 11,9 |
| (20–25) | 47 | 36,4 | 81 | 42,6 | 128 | 40,1 |
| (25–30) | 32 | 24,8 | 95 | 50,0 | 127 | 39,8 |
| Razem | 129 | 100,0 | 190 | 100,0 | 319 | 100,0 |

Natomiast z tabl. 2., w której przedstawiono strukturę stanu technicznego wynika, że zdecydowana większość budynków była w dobrym lub zadowalającym stanie technicznym (90,3%), co wiąże się głównie z ich wiekiem.

Tablica 2

Struktura stanu technicznego badanych budynków

| Stan techniczny | Stopień zużycia [%] | Grupa budynków | | | | | |
|-----------------|---------------------|----------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | | LGOM | | Kraków | | razem | |
| | | [szt.] | [%] | [szt.] | [%] | [szt.] | [%] |
| Bardzo dobry | do 10 | 1 | 0,8 | 10 | 5,3 | 11 | 3,5 |
| Dobry | 11–20 | 57 | 44,2 | 133 | 70,0 | 190 | 59,6 |
| Zadowalający | 21–30 | 53 | 41,1 | 47 | 24,7 | 100 | 31,3 |
| Średni | 31–50 | 18 | 13,9 | 0 | 0,0 | 18 | 5,6 |
| Razem | | 129 | 100,0 | 190 | 100,0 | 319 | 100,0 |

W badanych obiektach, poza bieżącymi konserwacjami oraz remontami elementów drugorzędnych (np. remont pokrycia dachowego, termorenowacja), nie przeprowadzono remontów kapitalnych, modernizacji, przebudów, nadbudów itp. W kilku przypadkach wykonano wzmocnienia zakotwienia warstwy fakturowej prefabrykatów ściennych.

Należy zwrócić uwagę, że budynki usytuowane w Zagłębiu Miedziowym mają zabezpieczenia profilaktyczne przeciw wpływom górniczym wykonane na etapie budowy. Zostały one zaprojektowane z uwzględnieniem zagrożenia ciągłymi deformacjami powierzchni. Poza tym w kilku przypadkach zastosowano dodatkowe zabezpieczenia profilaktyczne wykonywane w czasie eksploatacji budynku.

3. Metodyka badań

Zużycie techniczne budynku jest funkcją czasu. Ustalenie jej ściślej postaci jest jednak praktycznie niemożliwe, gdyż na zużycie elementów budowli wpływa wiele czynników o trudnym do ustalenia, indywidualnym dla poszczególnych obiektów charakterze. Opierając się na określonym przez autorów zużyciu technicznym s_z poszczególnych budynków, ustalono statystycznie trend zjawiska, tj. przebieg zużycia technicznego w czasie. Zastosowano metodę regresji nieliniowej, stosując przy doborze parametrów modelu metodę najmniejszych kwadratów. Takie podejście, zweryfikowane w odniesieniu do zabudowy tradycyjnej [5–7], pozwoliło na bezpośrednie porównanie ze sobą optymalnych modeli w różnych klasach funkcji, a w konsekwencji na wybór najlepszego rozwiązania.

Analiza przebiegu w czasie zużycia technicznego w poszczególnych grupach budynków daje możliwość przewidywania ich średniego stopnia zużycia w dowolnej chwili. Pozwala to następnie na dokonanie statystycznych badań porównawczych dla oszacowania wpływu czynników losowych na stopień zużycia. Zaletą tej metody jest możliwość bezpośredniego porównania dwóch grup budynków o różnym wieku.

4. Wyniki badań

Stosując opisaną w p. 3. procedurę, przeprowadzono badania dla obu grup porównawczych. Ustalono, że spośród funkcji liniowych, kwadratowych i logarytmicznych najlepiej dopasowanym modelem trendu zużycia technicznego w obu grupach budynków jest krzywa paraboliczna. Wyniki badań oraz wartości parametrów trendu podano w tabl. 3. oraz na ryc. 1.

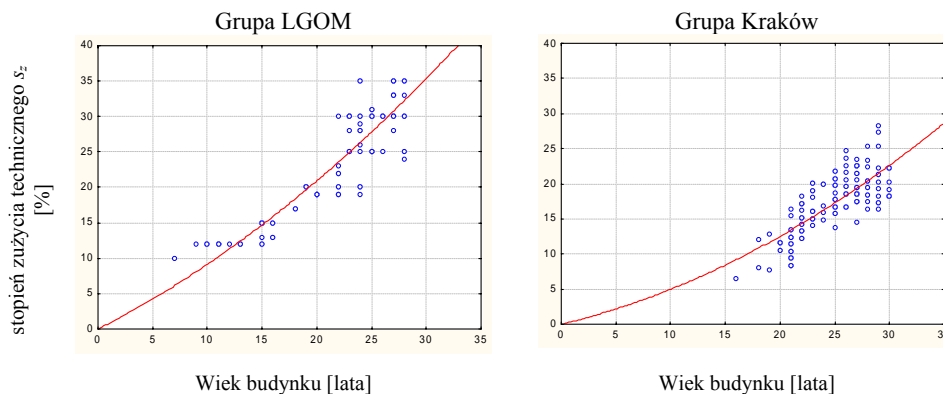
Tablica 3

Wartości parametrów c, b modelu przebiegu w czasie zużycia technicznego badanych grup budynków oraz współczynniki dopasowania

| Grupa budynków | Równanie trendu $s_z = c \cdot t + b \cdot t^2$ | Współczynnik korelacji | Współczynnik determinacji |
|-------------------|--|------------------------|---------------------------|
| | | R | R^2 [%] |
| LGOM (129 szt.) | $s_z = 0,783006 \cdot t + 0,013191 \cdot t^2$ | 0,907 | 82,2 |
| Kraków (190 szt.) | $s_z = 0,370174 \cdot t + 0,012813 \cdot t^2$ | 0,784 | 61,5 |

Na podstawie uzyskanych parametrów trendu zużycia technicznego porównywanych grup budynków wyliczono bezwzględne różnice średniego stopnia zużycia Δs_{zsr} po 15 i po 30 latach użytkowania (tabl. 4). Graficzną interpretację powyższych danych pokazano na ryc. 2. Analiza porównawcza prowadzi do wniosku, że np. po 30 latach użytkowania bezwzględna różnica średniego stopnia zużycia Δs_{zsr} wynosiłaby ponad 12%.

Wyliczona na podstawie zależności $s_z = 0,783006 \cdot t + 0,013191 \cdot t^2$ średnia trwałość mieszkalnych budynków wielkopłytowych w LGOM wynosi: $T = 62$ lata. Natomiast według $s_z = 0,370174 \cdot t + 0,012813 \cdot t^2$ średnia trwałość budynków wielkopłytowych w Krakowie wynosi: $T = 75$ lat.



Ryc. 1. Wykresy obserwowanych wartości zużycia technicznego budynków wielkopłytych (grupa LGOM i Kraków) oraz dopasowanie krzywych trendu

Fig. 1. Diagrams of the values of technical wear of panel housing (LGOM and Kraków group) and matching the trend curves with the equation

Tablica 4

Porównanie przewidywanych wartości średniego stopnia zużycia $s_{zsr}(t)$ oraz bezwzględne różnice $\Delta s_{zsr}(t)$ po 15 i 30 latach użytkowania

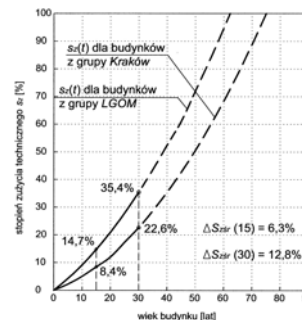
| Grupa budynków | Liczba budynków [szt.] | Parametr modelu przebiegu zużycia technicznego ($s_z = b \cdot t + c \cdot t^2$) | | Średni stopień zużycia $s_{zsr}(t)$ oraz bezwzględne różnice $\Delta s_{zsr}(t)$ | | | |
|----------------|------------------------|--|----------|--|-------------------------|------------------|-------------------------|
| | | b | c | $t = 15$ lat | | $t = 30$ lat | |
| | | | | $s_{zsr}(t)$ [%] | $\Delta s_{zsr}(t)$ [%] | $s_{zsr}(t)$ [%] | $\Delta s_{zsr}(t)$ [%] |
| LGOM | 129 | 0,783006 | 0,013191 | 14,7 | 6,3 | 35,4 | 12,8 |
| Kraków | 190 | 0,370174 | 0,012813 | 8,4 | | 22,6 | |

Uzyskane na podstawie analizy porównawczej różnice średniego stopnia zużycia pomiędzy badanymi grupami mogą wynikać nie tylko z oddziaływań górniczych, ale też z innych czynników, np. technologii, jakości wykonawstwa, warunków eksploatacji, jakości utrzymania. Zatem jest to wstępna ocena zjawiska. Ilościowy wpływ oddziaływań górniczych możliwy jest do ustalenia dopiero na podstawie analizy korelacji ze wskaźnikami opisującymi oddziaływanie górnicze.

Oszacowanie trwałości na podstawie danych o budynkach w wieku do 30 lat może budzić wątpliwości i dlatego należy je traktować jako bardzo przybliżone. Uzyskane wyniki są niższe od podawanych w literaturze przedmiotu [1, 4] dla tego typu obiektów.

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki badań, które oceniają wpływ oddziaływań górniczych na zużycie techniczne budynków wielkopłytych w LGOM. Jest to analiza porównawcza



Ryc. 2. Porównanie trendów zużycia technicznego budynków wielkopłytych dla grup LGOM i Kraków

Fig. 2. Comparison of trends of technical wear of panel housing for LGOM and Kraków groups

przebiegu w czasie zużycia technicznego grupy budynków w wieku do 30 lat zlokalizowanych na terenie górniczym LGOM, z grupą budynków usytuowanych w Krakowie, poza zasięgiem oddziaływań górniczych. W wyniku tej analizy stwierdzono, że najlepiej dopasowanym modelem trendu dla budynków w obu badanych grupach jest krzywa paraboliczna.

Wyniki analizy porównawczej prowadzą do wniosku, że po 15 latach użytkowania bezwzględna różnica średniego stopnia zużycia $\Delta_{s_{sr}}$ wynosiłaby 6,3%, natomiast po 30 latach 12,8%. Jest to oczywiście oszacowanie w skali globalnej. Ustalenie wpływu oddziaływań górniczych na zużycie techniczne pojedynczego budynku wymaga dokonania indywidualnej oceny.

Wobec braku sprawdzonej metodyki oceny zużycia dla budynków wznoszonych w technologiach uprzemysłowionych przedstawione tutaj rezultaty badań należy traktować jako wstępną ocenę zjawiska. Stanowią one potwierdzenie tego, że oddziaływania górnicze powodują istotny przyrost zużycia technicznego budynków wielkopłytowych. Jednak uzyskany rezultat może wynikać nie tylko z oddziaływań górniczych, ale też innych czynników, np. technologii, jakości wykonawstwa, warunków eksploatacji, jakości utrzymania. Ilościowy wpływ oddziaływań górniczych możliwy jest do ustalenia dopiero dzięki analizie korelacji ze wskaźnikami opisującymi oddziaływania górnicze.

Literatura

- [1] Baranowski W., *Ekonomiczne aspekty utrzymania i modernizacji budynków wielkopłytowych*, Konf. Nauk.-Tech. ITB nt. „Możliwości techniczne modernizacji budynków wielkopłytowych na tle ich aktualnego stanu”, Mrągowo 1999.
- [2] Firek K., *Badanie wpływu czynników górniczych i budowlanych na zużycie techniczne tradycyjnej zabudowy terenu górniczego LGOM*, rozprawa doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Kraków 2005.
- [3] Lewicki B. i in., *Budynki wielkopłytowe – wymagania podstawowe*, z. 1, 2, 3, Instytut Techniki Budowlanej, Poradniki nr 371, 372, 373/2002, Warszawa 2002.
- [4] Winniczek W., *Wycena budynków i budowli podejściem odtworzeniowym*, CUTOB – PZITB, Wrocław 1993.
- [5] Wodyński A., Kocot W., *Metodyka oceny stanu technicznego budynków o tradycyjnej konstrukcji zlokalizowanych na terenach górniczych*, Przegląd Górniczy nr 7-8/1996, Katowice 1996.
- [6] Wodyński A., Firek K., Kocot W., *Ocena wpływu remontów oraz zabezpieczeń profilaktycznych na trwałość budynków murowanych w LGOM*, Półrocznik AGH, Inżynieria Środowiska, t. 11, Kraków 2006.
- [7] Wodyński A., Firek K., *Analiza przebiegu w czasie zużycia technicznego tradycyjnej zabudowy LGOM*, Zeszyty Naukowe AGH, seria Inżynieria Środowiska, t. 7, z. 2, Kraków 2002.