

Aleksander Wodyński\*, Karol Firek\*, Wojciech Kocot\*

## **Ocena wpływu remontów oraz zabezpieczeń profilaktycznych na trwałość budynków murowanych w LGOM\*\***

### **1. Wprowadzenie**

Zabudowa terenu górniczego Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego od ponad 30 lat podlega oddziaływaniom podziemnej eksploatacji miedzi. Jednocześnie prowadzone są systematycznie prace zabezpieczające i remontowe. Zarówno wpływy górnicze (deformacje powierzchni i wstrząsy górnicze), jak i ingerencje budowlane wpływają na zużycie techniczne, a w konsekwencji na trwałość budynków.

Pod pojęciem trwałości obiektów budowlanych rozumiemy ich zdolność do spełniania przez określony czas wymagań użytkownika, bez wyraźnego obniżenia poziomu właściwości użytkowych lub wystąpienia nadmiernych kosztów użytkowania [5]. Tak rozumiana trwałość  $T$  obiektu jest więc zmienną losową mierzoną czasem liczoną od chwili powstania obiektu, do momentu gdy te wymagania przestaną być spełniane na skutek postępującego zużycia (np. [2, 4]).

Trwałości obiektu budowlanego łączy się ściśle z jego zużyciem technicznym. Jest to zużycie materialne (fizyczne) związane ze zmianami zachodzącymi w materii budynku, interpretowane jako obniżenie wartości poszczególnych elementów. Zużycie budynku jest funkcją zużycia wszystkich jego elementów, zarówno konstrukcyjnych, jak i wykończeniowych oraz instalacji. Ich trwałość i przebieg zużycia w czasie znacznie się różnią. Elementy ustroju nośnego (ściany, stropy, fundamenty) mają na ogół trwałość większą od założonej trwałości obiektu. Elementy wyposażenia i wykończenia mają z reguły trwałość mniejszą od okresu użytkowania budynku, wymagają więc w czasie jego eksploatacji napraw lub wymiany.

---

\* Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

\*\* Artykuł opracowano w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.150.312

W literaturze można znaleźć przewidywane okresy trwałości dla poszczególnych typów obiektów. Dla murowanych budynków mieszkalnych przyjmuje się według różnych źródeł  $T$  w przedziale 80÷150 lat [11] lub 90÷130 lat [7]. Dla budynków ze stropami ogniotrwałymi 100÷150 lat, a dla budynków ze stropami nieogniotrwałymi 80÷125 lat [6] lub 90÷120 lat [1]. Z kolei według [10] dla domów mieszkalnych wiejskich należy przyjmować w zależności od rodzaju pokrycia dachowego 100÷125 lat, zaś dla budynków typu małomiasteczkiego i willowego 125÷150 lat.

W przypadku murowanych budynków gospodarczych przewidywane przeciętne okresy trwałości  $T$  w zależności od konstrukcji stropu i dachu wynoszą (wg [1]):

- dla budynków gospodarczych 70÷100 lat,
- dla budynków inwentarskich 50÷70 lat,
- dla garaży wolnostojących i warsztatów naprawczych 50÷100 lat.

Według [7, 10] murowane stodoły, stajnie i obory mają przeciętny okres trwałości 70 lat. Według [11] stodoły 60÷70 lat, obory i stajnie 50÷70 lat, garaże 70÷100 lat, warsztaty 50÷100 lat, inne (chlewnie, kurniki, magazyny, szklarnie) 40÷60 lat.

Wielkości te należy oczywiście interpretować w kategoriach statystycznych, jako pewną wartość średnią dla danej klasy budynków, przy przeciętnej wartości czynników wpływających na zużycie techniczne. Nie uwzględniają one ponadto wpływu czynników w sensie statystycznym losowych, do jakich zaliczyć należy również wpływy górnicze.

W przypadku wstępnej analizy dużych grup budynków do oceny stopnia zużycia stosuje się zazwyczaj tzw. metody czasowe (np. [3]). Opierają się one na oczywistym założeniu, że zużycie techniczne narasta w czasie oraz zależy od dbałości o budynek (remonty, bieżące konserwacje i naprawy itp.). W metodach tych konieczne jest założenie okresu użytkowania  $T$ , który oczywiście w odniesieniu do konkretnego budynku nie jest znany.

W opisywanych w niniejszym artykule badaniach do oceny stopnia zużycia budynków stosowano tzw. metodę średniej ważonej. Polega ona na indywidualnej ocenie stopnia zużycia poszczególnych elementów, a następnie – przez nadanie im odpowiednich wag – ustaleniu średnioważonego stopnia zużycia całego budynku (np. [1, 7])

$$s_z = \sum_{i=1}^n \frac{u_i \cdot s_{ei}}{100} \quad (1)$$

gdzie:

- $u_i$  – procentowy udział kosztu odtworzenia danego elementu w strukturze kosztu odtworzenia całego obiektu, pełniący rolę wagi,
- $s_{ei}$  – określony procentowo stopień zużycia danego elementu,
- $n$  – liczba ocenianych elementów w obiekcie.

## 2. Opis badanej zabudowy

### 2.1. Budynki mieszkalne

Podstawę badań stanowiły zebrane przez autorów informacje o stanie technicznym, konstrukcji oraz potencjalnych przyczynach nieprawidłowości budowlanych grupy 930 budynków mieszkalnych typu małomiejskiego, podmiejskiego i wiejskiego o tradycyjnej (murowanej) konstrukcji nośnej, zlokalizowanych na terenie LGOM (por. [8]). Zebrano również dane o historii i zakresie przeprowadzonych remontów oraz ewentualnych pracach zabezpieczających przed wpływami górniczymi. Stopień zużycia technicznego został indywidualnie ustalony dla każdego obiektu. W tabeli 1 zestawiono dane o badanej grupie budynków, uwzględniając jej podział z uwagi na wiek oraz dokonane interwencje budowlane.

**Tabela 1.** Liczebność, średni wiek oraz wartości średnie stopnia zużycia  $s_z$  w poszczególnych grupach budynków mieszkalnych

| Grupa budynków               |                                    | Liczba budynków | Średni wiek [lata] | Średni stopień zużycia $s_{z\bar{s}}$ [%] |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------------------|
| Wzniesione przed 1945 rokiem | zabezpieczone na etapie budowy     | 0               | –                  | –                                         |
|                              | zabezpieczone w czasie użytkowania | 99              | 82,4               | 58,4                                      |
|                              | niezabezpieczone                   | 216             | 82,5               | 64,0                                      |
|                              | remontowane                        | 174             | 82,5               | 58,2                                      |
|                              | nieremontowane                     | 141             | 82,3               | 67,2                                      |
|                              | łącznie                            | 315             | 82,5               | 62,2                                      |
| Wzniesione po 1945 roku      | zabezpieczone na etapie budowy     | 581             | 14,9               | 12,1                                      |
|                              | zabezpieczone w czasie użytkowania | 0               | –                  | –                                         |
|                              | niezabezpieczone                   | 34              | 28,0               | 25,0                                      |
|                              | remontowane                        | 192             | 19,8               | 14,9                                      |
|                              | nieremontowane                     | 423             | 13,8               | 11,8                                      |
|                              | łącznie                            | 615             | 15,7               | 12,8                                      |
| Wszystkie                    | zabezpieczone na etapie budowy     | 581             | 14,9               | 12,1                                      |
|                              | zabezpieczone w czasie użytkowania | 99              | 82,4               | 58,4                                      |
|                              | niezabezpieczone                   | 250             | 75,1               | 58,7                                      |
|                              | remontowane                        | 366             | 49,6               | 35,5                                      |
|                              | nieremontowane                     | 564             | 30,9               | 25,7                                      |
|                              | łącznie                            | 930             | 38,3               | 29,5                                      |

W badanej grupie obiektów 61,7% stanowią małomiasteczkie i podmiejskie budynki mieszkalne wznoszone od początku lat 70. ubiegłego wieku. W zabudowie wiejskiej dominują natomiast budynki stare, wzniesione przed 1945 rokiem (33,9%).

Większość budynków posadowiono na stałym poziomie (77,1%), a w 47,0% przypadków zastosowano całkowite lub częściowe podpiwniczenie. Budynki wznieszone w ciągu ostatnich 30 lat posiadają zwykle żelbetowe ławy fundamentowe (94,8%). Z kolei większość budynków wzniesionych przed 1945 rokiem posadowiona jest na fundamentach kamiennych i ceglanych (99,7%).

Spotyka się dużą różnorodność zastosowanych stropów, jednak dominują stropy żelbetowe monolityczne, gęstożebrowe (Akermana, Fert, Teriva, DMS, DZ) lub prefabrykowane płytowe (63,7%). Ponad 32% badanych budynków posiada co najmniej jeden strop drewniany. Występują ponadto stropy odcinkowe, sklepienia ceramiczne i stropy Kleina (przede wszystkim nad piwnicami).

Zdecydowana większość obiektów wzniesionych po roku 1945 została zabezpieczona profilaktycznie przed wpływami eksploatacji górniczej na etapie budowy (94,0%). Wśród obiektów wzniesionych przed rokiem 1945 większość nie jest zabezpieczona profilaktycznie (216 szt., tj. 68,6%). Zabezpieczenia budynków, tzn. kotwienie, opaski żelbetowe itp., wykonano w 31,4% przypadków.

Większość analizowanych budynków poddawana była jedynie drobnym pracom konserwacyjnym i naprawom bieżącym (60,7%). W badanej grupie znalazły się także budynki, które doznały istotnej ingerencji budowlanej: nadbudowy, rozbudowy lub też przeszły remont kapitalny (39,3%). Należy zwrócić uwagę, że obiekty wznoszone często na początku ubiegłego stulecia, już w latach 30. i 40. mogły być (jak należy przypuszczać) remontowane, co obecnie jest trudne do stwierdzenia, a ma wpływ na ich trwałość i aktualny stan techniczny.

Budynki mieszkalne nowo wzniesione oraz te spośród kilkunasto- i kilkudziesięcioletnich, które zostały ostatnio wyremontowane, są zwykle w bardzo dobrym lub dobrym stanie technicznym (59,9%). W zadowalającym stanie technicznym jest 5,1%, w stanie średnim 6,2%, zaś w złym i bardzo złym stanie technicznym 28,8% badanych budynków.

## 2.2. Budynki gospodarcze

Przedmiotem badań był zbiór 370 budynków gospodarczych o tradycyjnej konstrukcji murowanej, zlokalizowanych na terenie LGOM (por. [9]).

W tabeli 2 podano strukturę badanej zabudowy, zaś w tabeli 3 zestawiono dane o badanych grupach budynków w aspekcie dokonanych interwencji budowlanych.

**Tabela 2.** Struktura badanej zabudowy gospodarczej

| Grupa budynków               |                          | Liczba budynków | Średni wiek [lata] | Średni stopień zużycia $s_{z\bar{s}r}$ [%] |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------------|
| Wzniesione przed 1945 rokiem | stodoły                  | 98              | 81,3               | 71,0                                       |
|                              | obory, stajnie itp.      | 149             | 82,9               | 71,8                                       |
|                              | inne budynki gospodarcze | 52              | 81,4               | 73,4                                       |
|                              | łącznie                  | 299             | 82,1               | 71,8                                       |
| Wzniesione po 1945 roku      | stodoły                  | 7               | 35,0               | 57,6                                       |
|                              | obory, stajnie itp.      | 9               | 21,2               | 35,4                                       |
|                              | inne budynki gospodarcze | 55              | 23,0               | 37,4                                       |
|                              | łącznie                  | 71              | 23,9               | 38,6                                       |
| Wszystkie badane budynki     |                          | 370             | 71,0               | 65,4                                       |

**Tabela 3.** Liczebność, średni wiek oraz wartości średnie stopnia zużycia  $s_z$  w badanych grupach budynków gospodarczych

| Grupa budynków               |                                    | Liczba budynków | Średni wiek [lata] | Średni stopień zużycia $s_{z\bar{s}r}$ [%] |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------------|
| Wzniesione przed 1945 rokiem | zabezpieczone na etapie budowy     | 0               | –                  | –                                          |
|                              | zabezpieczone w czasie użytkowania | 51              | 79,9               | 64,1                                       |
|                              | niezabezpieczone                   | 248             | 82,6               | 73,4                                       |
|                              | remontowane                        | 36              | 82,8               | 66,1                                       |
|                              | nieremontowane                     | 263             | 82,0               | 72,6                                       |
|                              | łącznie                            | 299             | 82,1               | 71,8                                       |
| Wzniesione po 1945 roku      | zabezpieczone na etapie budowy     | 32              | 17,8               | 28,3                                       |
|                              | zabezpieczone w czasie użytkowania | 0               | –                  | –                                          |
|                              | niezabezpieczone                   | 39              | 28,9               | 46,7                                       |
|                              | remontowane                        | 5               | 26,0               | 40,8                                       |
|                              | nieremontowane                     | 66              | 23,8               | 38,5                                       |
|                              | łącznie                            | 71              | 23,9               | 38,6                                       |
| Wszystkie                    | zabezpieczone na etapie budowy     | 32              | 17,8               | 28,3                                       |
|                              | zabezpieczone w czasie użytkowania | 51              | 79,9               | 64,1                                       |
|                              | niezabezpieczone                   | 287             | 75,5               | 69,8                                       |
|                              | remontowane                        | 41              | 75,8               | 63,0                                       |
|                              | nieremontowane                     | 329             | 70,4               | 65,7                                       |
|                              | łącznie                            | 370             | 71,0               | 65,4                                       |

W strukturze analizowanej zabudowy gospodarczej (por. tab. 2) dominują budynki wzniesione przed 1945 rokiem (299 szt., to jest 80,8%). Do grupy tej należą typowe wiejskie budynki inwentarskie (obory, stajnie itp. – 149 szt.) oraz stodoły (98 szt.), a także inne budynki inwentarskie i magazynowe (52 szt.), o mniejszych wymiarach rzutu poziomego i najczęściej pulpitowym dachu. Znacznie mniej jest obiektów wzniesionych po 1945 roku (71 szt., to jest 19,2%). Są to głównie warsztaty, garaże lub magazyny (55 szt.), o tradycyjnej, murowanej konstrukcji nośnej i najczęściej płaskim stropodachu.

Badane obiekty gospodarcze występują jako wolno stojące (56,2%), rzadziej jako półzwarte (34,3%) i tylko sporadycznie jako zwarte (9,5%). Posiadają one przeważnie prostokątny kształt rzutu poziomego oraz wydłużoną bryłę (73,8%). Z reguły są niepodpiwniczone (93,5%) i posadowione na stałym poziomie (93,2%), w większości przypadków na kamiennych ławach fundamentowych (76,5%).

Wszystkie budynki mają konstrukcję tradycyjną, ze ścianami murowanymi z cegły lub pustaków (96,2%) oraz kamienia. Stosowano tu różne rozwiązania stropów, zależne zwykle od przeznaczenia obiektu. W 74,0% obór wykonano stropy ceglane na belkach stalowych, rzadziej spotykane są stropy żelbetowe lub drewniane. W stodołach nie wykonywano stropów lub zakładano je nad częścią powierzchni rzutu. Najczęściej są to stropy drewniane (40,0%) lub na belkach stalowych. Przekrycia tych obiektów stanowią drewniane więźby dachowe. W pozostałych budynkach gospodarczych (warsztaty, garaże lub magazyny) spotyka się głównie stropodachy i dachy o konstrukcji drewnianej (69,2% w grupie budynków wzniesionych przed 1945 rokiem) oraz żelbetowe monolityczne lub prefabrykowane (52,7% w grupie budynków wzniesionych po 1945 roku).

Wśród obiektów wzniesionych po roku 1945 45,1% zostało zabezpieczone profilaktycznie przed wpływem eksploatacji górniczej na etapie budowy, a pozostałe nie posiadają zabezpieczeń. Wśród obiektów wzniesionych przed rokiem 1945 większość nie jest zabezpieczona profilaktycznie (82,9%). Zabezpieczenia budynków, tzn. kotwienie, opaski żelbetowe itp., wykonano w 51 przypadkach (17,1%).

W omawianej zabudowie gospodarczej jest 88,9% obiektów nieremontowanych, w konsekwencji aż 87,3% budynków pozostaje w złym lub bardzo złym stanie technicznym. Dotyczy to szczególnie starej zabudowy wiejskiej, która często nie była poddawana bieżącej konserwacji oraz remontowana w całym okresie powojennym.

### **3. Ocena trwałości badanych grup budynków**

#### **3.1. Budynki mieszkalne**

Na obszarze LGOM można wyróżnić dwa okresy intensywnego rozwoju budownictwa mieszkaniowego. Pierwszy trwał do końca lat 30. XX wieku. Drugi rozpoczął się około roku 1970, wraz z powstaniem i rozwojem zakładów górniczych

i przetwórczych miedzi. Jednocześnie zwraca uwagę mała liczba budynków wzniesionych w ciągu pierwszych dwudziestu lat powojennych. Podział badanej zabudowy na dwie grupy, wynikający ze struktury wieku budynków, pokrywa się także ze zróżnicowaniem obiektów pod względem zastosowanych materiałów i technologii budowy. Wobec istniejących różnic badania prowadzono oddzielnie dla obu tych grup (por. [8]).

Oszacowania trwałości poszczególnych grup budynków dokonano poprzez analizę przebiegu w czasie ich zużycia technicznego. Ocenę wpływu dokonanych prac zabezpieczających i remontowych oparto na spostrzeżeniu, iż analiza przebiegu w czasie zużycia technicznego w poszczególnych grupach budynków, wydzielonych z uwzględnieniem dokonanych ingerencji budowlanych, daje możliwość przewidywania ich średniej trwałości. Pozwoliło to następnie na ustalenie wpływu na tę trwałość czynników budowlanych (zabezpieczenia przed wpływami górniczymi, remonty). Istotną zaletą tej metody jest możliwość bezpośredniego porównania dwóch grup budynków o różnym średnim wieku.

W oparciu o ustalone zużycie techniczne  $s_z$  poszczególnych budynków uzyskano w badanych zbiorach jego trend czasowy. Zastosowano metodę regresji nieliniowej, wykorzystując przy doborze parametrów modelu metodę najmniejszych kwadratów. Po wstępnej analizie danych przyjęto liniowy model trendu

$$s_z = b \times t,$$

gdzie  $b$  stanowi parametr modelu.

Przy tym założeniu trwałość badanej grupy budynków  $T$  określić można jako okres od powstania budynku do momentu, gdy  $s_z$  osiągnie wartość 1.

Do oceny wpływu czynników budowlanych na trwałość zabudowy wydzielono w obu analizowanych grupach budynków podzbiory, w zależności od zastosowania zabezpieczeń na wpływy górnicze oraz dokonane prace remontowe. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 4 oraz na rysunkach 1, 2 i 3.

Uzyskane wyniki prowadzą do następujących wniosków:

- W przypadku starej zabudowy (sprzed 1945 roku) średnia trwałość badanej grupy budynków o stanie niezakłóconym ingerencjami budowlanym wynosi  $T = 123,0$  lata. O znaczeniu prowadzonych prac zabezpieczających i remontowych świadczy fakt, iż średnia trwałość grupy budynków, w których wykonano obydwa te rodzaje prac, wynosi  $T = 141,4$  roku. Oznacza to średni wzrost trwałości o  $\Delta T = 18,4$  roku, czyli o 13,0%. W grupie budynków, w której wykonano tylko prace remontowe, średni wzrost trwałości wynosi  $\Delta T = 19,2$  roku (13,4%), zaś w grupie, w której wykonano tylko prace zabezpieczające,  $\Delta T = 12,8$  roku (8,9%). Należy podkreślić, że w tej grupie budynków zabezpieczenia przed wpływami górniczymi to wyłącznie działania podjęte w trakcie użytkowania obiektów (kotwienie, opaski itp.).

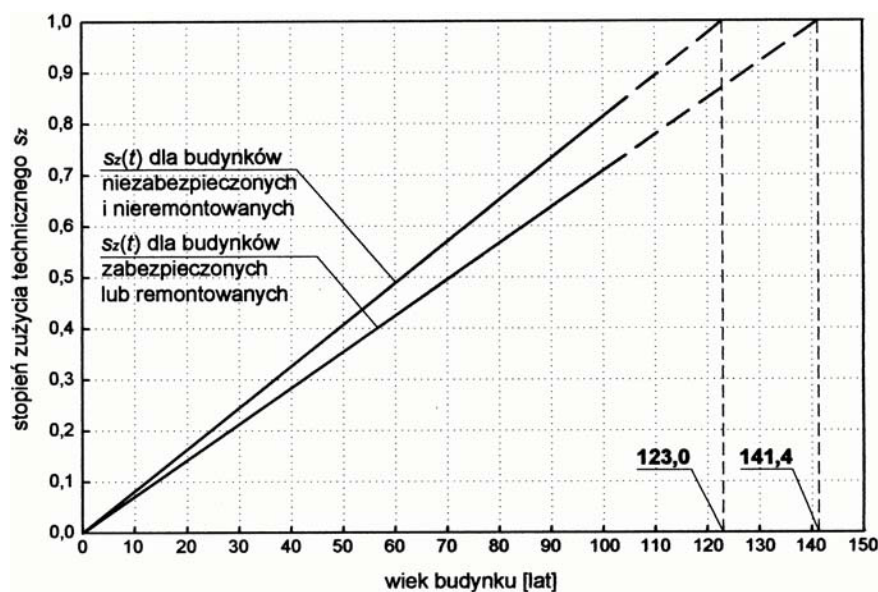


- W przypadku nowej zabudowy, wzniesionej po 1945 roku, średnia trwałość badanej grupy budynków o stanie niezakłóconym ingerencjami budowlanym wynosi  $T = 101,6$  roku, zaś grupy budynków, w których wykonano remonty lub zabezpieczenia, wynosi  $T = 125,6$  roku. Oznacza to średni wzrost trwałości o  $\Delta T = 24,0$  roku, czyli aż o 19,1%. Wielkość ta nie jest jednak w pełni miarodajna, gdyż grupa „nieremontowane i niezabezpieczone” to jedynie 18 budynków, wybudowanych w latach 1945–1970.
- Ponieważ wszystkie badane budynki wzniesione po 1970 roku były zabezpieczane profilaktycznie już na etapie budowy, można oszacować wpływ prac remontowych na ich trwałość. W grupie budynków zabezpieczonych i nieremontowanych wynosi ona  $T = 121,0$  roku, zaś zabezpieczonych i remontowanych  $T = 134,9$  roku. Różnica wynosi więc w tym przypadku  $\Delta T = 13,9$  roku, tj. 10,3%.

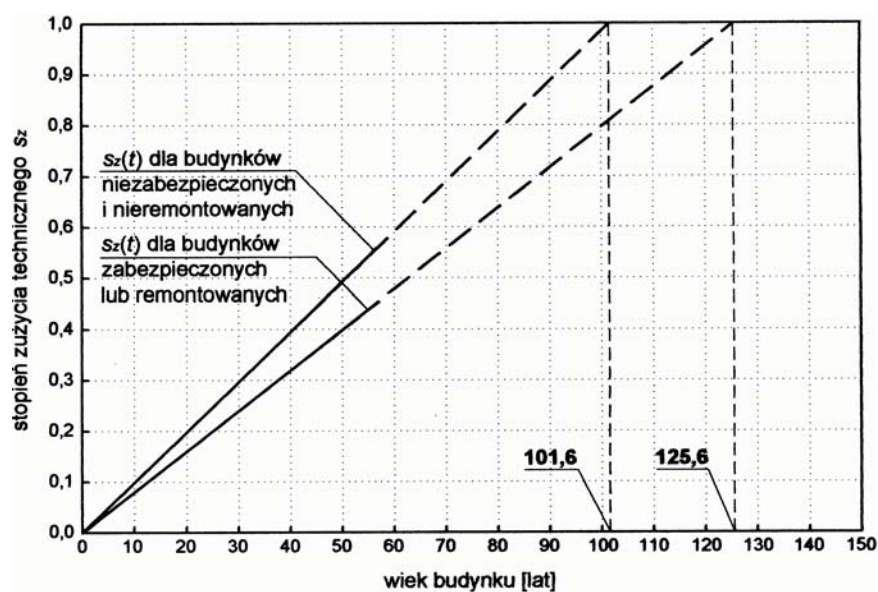
**Tabela 4.** Liczebność, średnia trwałość oraz różnice średniej trwałości poszczególnych grup budynków mieszkalnych

| Grupa budynków                  |                                      | Liczba<br>budynków | Średnia<br>trwałość<br>$T$<br>[lata] | Różnica średniej<br>trwałości<br>$\Delta T$ |      |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|------|
|                                 |                                      |                    |                                      | [lata]                                      | [%]  |
| Wzniesione przed<br>1945 rokiem | remontowane                          | 174                | 143,3                                | 19,2                                        | 13,4 |
|                                 | nieremontowane                       | 141                | 124,1                                |                                             |      |
|                                 | zabezpieczone                        | 99                 | 143,0                                | 12,8                                        | 8,9  |
|                                 | niezabezpieczone                     | 216                | 130,2                                |                                             |      |
|                                 | zabezpieczone<br>lub remontowane     | 199                | 141,4                                | 18,4                                        | 13,0 |
|                                 | niezabezpieczone<br>i nieremontowane | 116                | 123,0                                |                                             |      |
|                                 | zabezpieczone i remontowane          | 74                 | 148,2                                | 18,7                                        | 12,6 |
|                                 | zabezpieczone i nieremontowane       | 25                 | 129,5                                |                                             |      |
| Wzniesione po<br>1945 roku      | remontowane                          | 192                | 131,4                                | 13,0                                        | 9,9  |
|                                 | nieremontowane                       | 423                | 118,4                                |                                             |      |
|                                 | zabezpieczone                        | 581                | 126,3                                | 14,4                                        | 11,4 |
|                                 | niezabezpieczone                     | 34                 | 111,8                                |                                             |      |
|                                 | zabezpieczone<br>lub remontowane     | 597                | 125,6                                | 24,0                                        | 19,1 |
|                                 | niezabezpieczone<br>i nieremontowane | 18                 | 101,6                                |                                             |      |
|                                 | zabezpieczone i remontowane          | 176                | 134,9                                | 10,3                                        | 10,3 |
|                                 | zabezpieczone i nieremontowane       | 405                | 121,0                                |                                             |      |

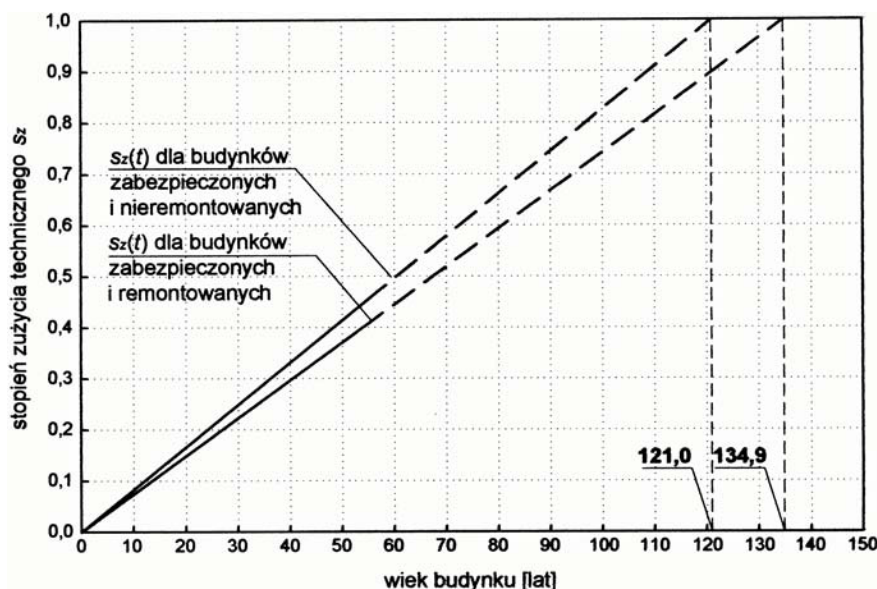




Rys. 1. Budynki mieszkalne wybudowane przed rokiem 1945 – porównanie trendów czasowych dla grupy obiektów niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi i nieremontowanych oraz grupy obiektów zabezpieczonych lub remontowanych



Rys. 2. Budynki mieszkalne wybudowane po roku 1945 – porównanie trendów czasowych dla grupy obiektów niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi i nieremontowanych oraz grupy obiektów zabezpieczonych lub remontowanych



Rys. 3. Budynki mieszkalne zabezpieczone przed wpływami górniczymi, wybudowane po roku 1970 – porównanie trendów czasowych dla grupy obiektów nieremontowanych i remontowanych

### 3.2. Budynki gospodarcze

Na obszarze LGOM większość budynków gospodarczych wzniesiono jeszcze przed II wojną światową. Przeważającą część tej zabudowy stanowią typowe budynki wiejskie: stodoły, stajnie i obory (tab. 2). Po 1945 roku powstało stosunkowo niewiele budynków gospodarczych, które w znacznej większości zakwalifikowano do grupy „inne budynki gospodarcze” (magazyny, garaże, warsztaty). Podział badanej zabudowy na dwie grupy, wynikający ze struktury wieku budynków, pokrywa się więc jednocześnie z podziałem z uwagi na rodzaj konstrukcji i zastosowane materiały. Opisane wyżej względy spowodowały, że podobnie jak w przypadku budynków mieszkalnych badania prowadzono oddzielnie dla obu tych grup (por. [9]).

Do oszacowania trwałości poszczególnych grup budynków gospodarczych zastosowano metodykę badań analogiczną jak w przypadku budynków mieszkalnych. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 5 oraz na rysunkach 4 i 5.

Na podstawie otrzymanych wyników sformułowano następujące wnioski:

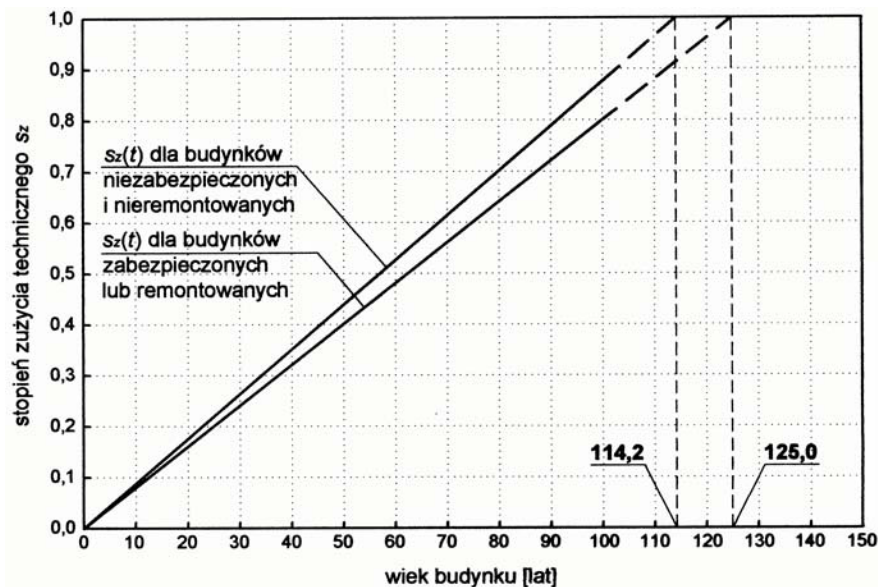
- W przypadku starej zabudowy (sprzed 1945 roku) średnia trwałość badanej grupy budynków gospodarczych o stanie niezakłóconym ingerencjami budowlanym wynosi  $T = 114,2$  roku. Wielkość ta znacznie przekracza wartości  $T$  podawane w polskiej literaturze dla tego typu obiektów (np. [10, 11]). Należy ją traktować jako górną granicę oszacowania, gdyż na trwałość

budynków mogą wpływać ingerencje budowlane dokonywane wiele lat temu, których nie udało się, z oczywistych względów, ustalić w czasie prowadzonych prac inwentaryzacyjnych i wywiadów.

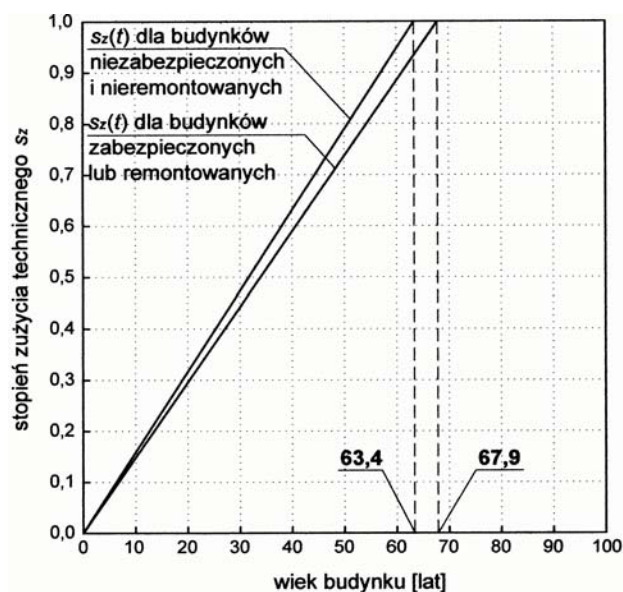
- Średnia trwałość wydzielonej grupy budynków, w których wykonywano prace remontowe i zabezpieczające, wynosi  $T = 125$  lat, co oznacza wzrost trwałości o  $\Delta T = 10,8$  roku (9,5%). W grupach budynków, w których wykonano tylko prace remontowe lub tylko prace zabezpieczające,  $\Delta T = 12,5$  roku (10,9%). Należy podkreślić, że w przypadku budynków wzniesionych przed 1945 rokiem zabezpieczenia przed wpływami górniczymi to wyłącznie działania podjęte w trakcie użytkowania obiektów (kotwienie, opaski itp.).
- W przypadku budynków gospodarczych wzniesionych po 1945 roku, średnia trwałość grupy o stanie niezakłóconym ingerencjami budowlanym wynosi jedynie  $T = 63,4$  roku, zaś grupy budynków, w których wykonano remonty i (lub) zabezpieczenia, wynosi  $T = 67,9$  roku. Oznacza to różnicę trwałości  $\Delta T = 4,5$  roku, czyli 7,1%. Trwałość badanej grupy budynków powojennych mieści się w ramach podawanych dla tego typu budynków w [1] oraz [6–9], jednak bliższa jest dolnej granicy przedziału. Wiąże się to głównie z jakością użytych materiałów oraz mierną jakością wykonawstwa.

**Tabela 5.** Liczebność, średnia trwałość oraz różnice średniej trwałości poszczególnych grup budynków gospodarczych

| Grupa budynków               |                                   | Liczba budynków | Średnia trwałość $T$<br>[lata] | Różnica średniej trwałości $\Delta T$ |      |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|------|
|                              |                                   |                 |                                | [lata]                                | [%]  |
| Wzniesione przed 1945 rokiem | remontowane                       | 36              | 127,5                          | 12,5                                  | 10,9 |
|                              | nieremontowane                    | 263             | 115,0                          |                                       |      |
|                              | zabezpieczone                     | 51              | 127,0                          | 12,5                                  | 10,9 |
|                              | niezabezpieczone                  | 248             | 114,5                          |                                       |      |
|                              | zabezpieczone lub remontowane     | 68              | 125,0                          | 10,8                                  | 9,4  |
|                              | niezabezpieczone i nieremontowane | 231             | 114,2                          |                                       |      |
| Wzniesione po 1945 roku      | remontowane                       | 5               | 66,5                           | 1,8                                   | 2,9  |
|                              | nieremontowane                    | 66              | 64,7                           |                                       |      |
|                              | zabezpieczone                     | 33              | 67,4                           | 3,6                                   | 5,6  |
|                              | niezabezpieczone                  | 38              | 63,8                           |                                       |      |
|                              | zabezpieczone lub remontowane     | 36              | 67,9                           | 4,5                                   | 7,1  |
|                              | niezabezpieczone i nieremontowane | 35              | 63,4                           |                                       |      |



Rys. 4. Budynki gospodarcze wybudowane przed rokiem 1945 – porównanie trendów czasowych dla grupy obiektów niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi i nieremontowanych oraz grupy obiektów zabezpieczonych lub remontowanych



Rys. 5. Budynki gospodarcze wybudowane po roku 1945 – porównanie trendów czasowych dla grupy obiektów niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi i nieremontowanych oraz grupy obiektów zabezpieczonych lub remontowanych

#### 4. Podsumowanie

Podsumowując wyniki opisanych w artykule badań, należy stwierdzić, że:

- średnią trwałość nieremontowanych murowanych budynków mieszkalnych, stanowiących badaną zabudowę oszacować można:
  - w przypadku wybudowanych przed rokiem 1945 budynków niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi na  $T = 120 \div 125$  lat, zaś zabezpieczonych w czasie użytkowania na  $T = 130$  lat;
  - w przypadku wybudowanych w latach 1945÷70 budynków niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi na  $T = 100$  lat;
  - w przypadku wybudowanych po roku 1970 budynków zabezpieczonych przed wpływami górniczymi na etapie budowy na  $T = 120$  lat;
- średnią trwałość murowanych budynków gospodarczych oszacować można:
  - w przypadku wybudowanych przed rokiem 1945, niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi i nieremontowanych budynków wiejskich (stodoły, stajnie, obory) na  $T = 110 \div 115$  lat, zaś zabezpieczonych w czasie użytkowania lub remontowanych na  $T = 125 \div 130$  lat;
  - w przypadku wybudowanych po II wojnie światowej, niezabezpieczonych przed wpływami górniczymi i nieremontowanych budynków gospodarczych (garaże, warsztaty, magazyny) na  $T = 60 \div 65$  lat, zaś zabezpieczonych w czasie użytkowania lub remontowanych  $T = 65 \div 70$  lat;
- prowadzone prace remontowe zwiększają w skali globalnej trwałość badanej zabudowy mieszkalnej o co najmniej kilkanaście procent; w grupie budynków gospodarczych wznoszonych przed 1945 rokiem uzyskano wzrost trwałości o co najmniej 10%.

Uzyskane wyniki dotyczące trwałości mieszczą się w granicach podawanych w literaturze przedmiotu dla tego typu budynków (np. [10, 11]). Wyjątek stanowią budynki gospodarcze budowane przed 1945 rokiem, w przypadku których otrzymane wartości znacznie przekraczają wartości  $T$  podawane w literaturze.

Wyznaczone w toku badań średnie trwałości budynków remontowanych należy traktować jako najmniejsze przewidywane wartości  $T$  dla poszczególnych grup obiektów. W przypadku dalszej dbałości o bieżące naprawy oraz dzięki kolejnym remontom obejmującym wymianę nie tylko zużytych elementów wykończeniowych ale i konstrukcyjnych, okresy użytkowania (trwałości) poszczególnych obiektów mogą się znaczne wydłużyć.



## Literatura

- [1] Hajdasz H.: *Sposoby ustalania zużycia technicznego budynków i budowli*. Katowice, 1992
- [2] Karpiński J., Firkowicz S.: *Zasady profilaktyki obiektów technicznych*. Warszawa, PWN 1981
- [3] Kucharska-Stasiak E.: *Metody pomiaru zużycia obiektów budowlanych*. Przegląd Budowlany, nr 2, 1995
- [4] Murzewski J., Sowa A.: *Zarys teorii niezawodności konstrukcji*. Kraków, Politechnika Krakowska 1983
- [5] Ścisławski Z.: *Materiał a trwałość obiektów budowlanych*. Mat. XLVII Konferencji Naukowej KILiW PAN i KN PZITB, Opole – Krynica 2001
- [6] Thierry J., Zalewski S.: *Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji*. Warszawa, Arkady 1982
- [7] Winniczek W.: *Wycena budynków i budowli podejściem odtworzeniowym*. Wrocław, CUTOB – PZITB 1993
- [8] Wodyński A., Firek K., Kocot W.: *Wpływ czynników budowlanych i górniczych na trwałość tradycyjnej zabudowy mieszkalnej LGOM*. Mat. II Konf. Nauk.-Tech. nt. „Problemy projektowania i ochrony obiektów budowlanych na terenach górniczych”, Rudy Raciborskie 2004
- [9] Wodyński A., Firek K., Kocot W.: *Wpływ czynników budowlanych i górniczych na trwałość zabudowy gospodarczej LGOM*. Mat. II Konf. Nauk.-Tech. nt. „Problemy projektowania i ochrony obiektów budowlanych na terenach górniczych”, Rudy Raciborskie 2004
- [10] Hopfer A. (red.): *Wycena nieruchomości*. Olsztyn, Akademia Rolniczo-Techniczna 1991
- [11] *Zużycie nieruchomości zabudowanych*. Poradnik Doradcy Majątkowego, opr. W. Baranowski i M. Cyran, Warszawa, Wyd. Instytut Doradztwa Majątkowego 2003