

# APARATURA

## BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

### Zużycie techniczne i wybrane wady w budynkach wielkopłytowych

ALEKSANDER NICAŁ

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**Słowa kluczowe:** budownictwo, obiekt budowlany, systemy wielkopłytowe, wady budynków, zużycie

#### STRESZCZENIE:

W artykule przedstawiono zagadnienie technologii budownictwa wielkopłyтового w Polsce od drugiej połowy XX. wieku do czasów współczesnych. Dodatkowo w artykule zawarto genezę budownictwa wielkopłyтового, jego udział w poszczególnych metodach wznoszenia obiektów budowlanych na przestrzeni dwóch dekad, jak również jego charakterystykę przy uwzględnieniu odmiennych systemów wielkopłytowych. Artykuł zawiera także szczegółowy wykaz procentowy poszczególnych systemów w technologii wielkopłyтовой, użytych do wznoszenia obiektów budowlanych w latach 1970-1985 oraz typowe wady występujące w tego rodzaju konstrukcjach, uzupełnione o opis przyczyn ich powstawania. W dalszej części artykułu zawarto opis czterech metod, służących m.in. do oceny stopnia zużycia budynków wielkopłytowych w zależności od jakości prowadzonej eksploatacji i konserwacji. Różnice w stopniu zużycia technicznego na przestrzeni 125 lat spodziewanej trwałości obiektu budowlanego wielkopłyтового zobrazowane zostały w tabeli oraz na wykresie.

### Wear and selected defects in precast large panel buildings

**Keywords:** construction, building, precast large panel systems, building defects, wear

#### SUMMARY:

The article presents the precast large panel construction technology used in Poland from the second half of the 20<sup>th</sup> century to contemporary times. In addition, it discusses the origins of precast large panel construction, its share among the various building construction methods over a two-decade period, as well as its nature, with consideration given to different large panel systems. It also contains a detailed percentage share of individual precast large panel technologies employed in building construction in the 1970-1985 period, as well as the typical defects occurring in such structures along with a description of the underlying reasons.

Further on, the article describes four methods used to, among others, assess the wear of precast large panel buildings depending on the use and maintenance quality. A table and diagram show the differences in technical wear over the 125 years of expected life of a precast large panel building.

## 1. WSTĘP

Na terenach Polski prefabrykacja elementów budowlanych na skalę przemysłową rozpoczęła się w roku 1897, kiedy to nastąpiło otwarcie funkcjonującego do dziś zakładu w Białych Błotach [1]. Kolejne dekady, aż do wybuchu II wojny światowej, charakteryzowały się rozwojem prefabrykacji głównie w zakresie infrastruktury drogowej oraz technicznej. W latach 50-tych XX. wieku nastąpił dynamiczny rozwój budownictwa, wynikający m.in. z konieczności odbudowy zasobów mieszkaniowych, zniszczonych w wyniku działań wojennych w latach 1939-1945. Realizacja budynków mieszkalnych w oparciu o tradycyjną technologię, polegającą m.in. na szerokim prowadzeniu robót murarskich, nie umożliwiała niestety zaspokojenia potrzeb mieszkaniowych w skali całego kraju. Dzięki wdrożeniu technologii wieloblokowej uzyskano częściowe skrócenie cykli realizacji budynków mieszkalnych, ale dopiero wdrożenie technologii wielkopłytywowej przyniosło przełom w tym zakresie.

Rozwój mechanizacji w latach 60-tych i 70-tych XX. wieku pociągnął za sobą innowacje w zakresie rozwiązań technologiczno-organizacyjnych linii produkcyjnych prefabrykatów budowlanych. W wyniku tego możliwe było uzyskanie m.in. mniejszej pracochłonności robót ręcznych, krótszego czasu transportu, zwiększonego asortymentu oferowanych systemów budownictwa wielkopłytywego oraz skrócenie czasu wznoszenia budynków.

Począwszy od lat 60-tych XX. zaobserwowano wyraźnie większe wykorzystanie technologii wielkopłytywowej w budownictwie mieszkaniowym (Rys. 1). Jego udział w ogólnym zestawieniu planowa-

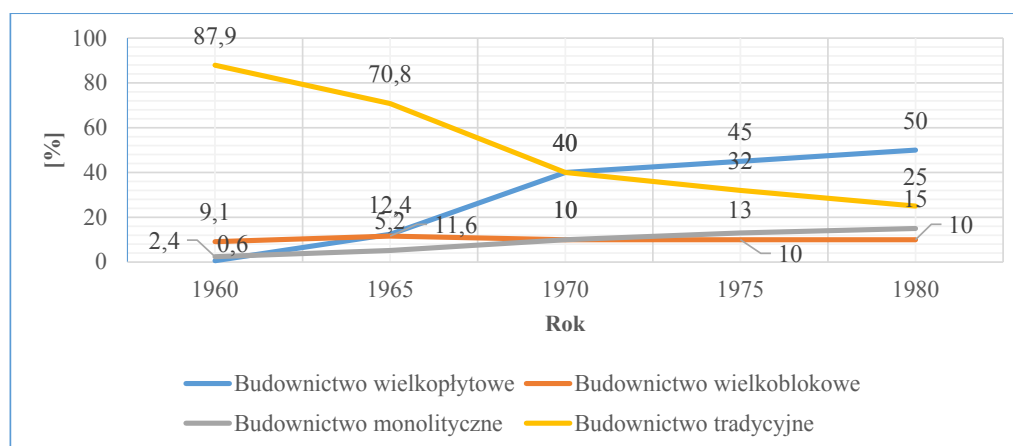
nych do realizacji izb w latach 1965-1970 wzrósł aż o 27,6% [2], [3].

## 2. TECHNOLOGIA BUDOWNICTWA WIELKOPŁYTOWEGO W POLSCE

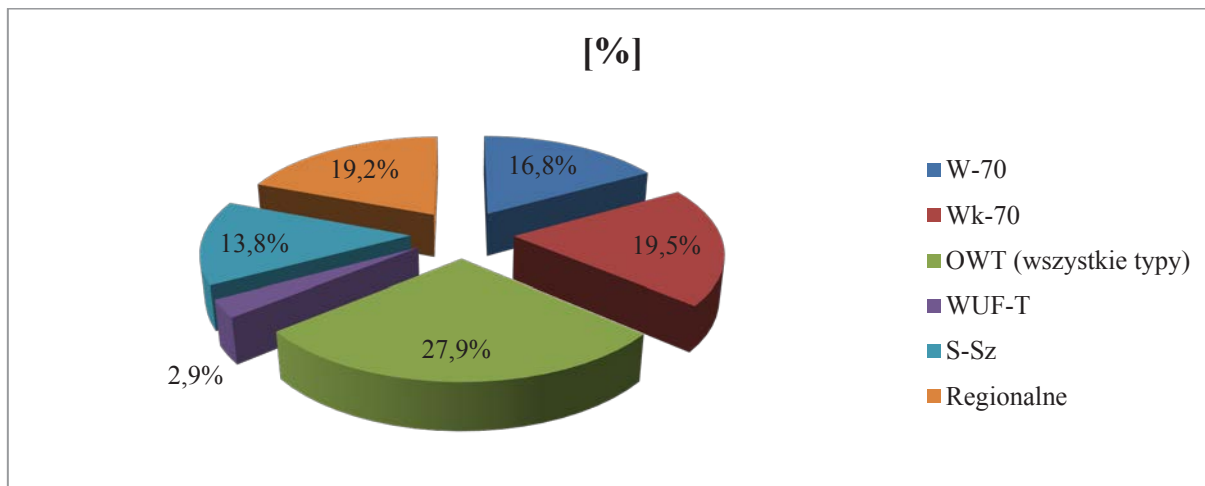
Projektowanie budynków mieszkalnych w Polsce po roku 1959 odbywało się na podstawie Normatywu Technicznego Projektowania Mieszkań i Budynków Mieszkalnych (NTP), odpowiednio NTP-59 [4] i NTP-74 [5]. Regulowały one m.in. maksymalną powierzchnię użytkową mieszkania w zależności od jego kategorii. W 1967 r. opracowany został system OWT-67, który umożliwiał także realizację obiektów budownictwa towarzyszącego na osiedlach, takich jak np. szkoły, przedszkola, obiekty handlowe i usługowe [6].

W technologii budownictwa wielkopłytywego wyróżnić można wtedy dwa systemy technologiczne, tj. system zamknięty i otwarty. W systemie zamkniętym elementy wielkopłytowe składane były w jeden sposób, a ich typizacja zawężona była do powtarzalnego rozwiązania: typu budynku, jego segmentu lub nawet tylko mieszkania [3]. Budowa według tzw. systemu zamkniętego często wiązała się z tym, że każda ściana w mieszkaniu była ścianą konstrukcyjną, czyli nośną [7]. W przeciwieństwie do systemu zamkniętego, system otwarty umożliwiał opracowywanie zróżnicowanych konfiguracji w ograniczonej liczbie typów budynków składających się na dowolny zespół urbanistyczny. Wewnątrz mieszkań nie występowały ściany konstrukcyjne [7].

Wśród wielu innych systemów wielkopłytywych w Polsce, najczęściej spotykanymi ówczesnie systemami były m.in: W-70, Wk-70, OWT (wszystkie typy), WUF-T, System Szczeciński oraz szereg systemów regionalnych (Rys. 2) [6, 7].



Rysunek 1 Zestawienie planowanych do realizacji izb wraz z podziałem na poszczególne metody wykonania w latach 1960-1980 [2, 3]



**Rysunek 2** Wykres ilustrujący procentowy udział poszczególnych systemów wielkopłytowych w Polsce w latach 1970-1985 [3, 8]

Jak widać, w latach 1970-1985 ponad połowę wszystkich technologii wielkopłytowych realizowanych budynków mieszkalnych stanowiły systemy OWT, W-70 i Wk-70. Za to od początku lat 90-tych XX. wieku przez kolejne dwie dekady widoczny był bardzo wyraźny spadek w liczbie budynków wznoszonych w technologii wielkopłytovej. Jej miejsce w budownictwie mieszkaniowym w coraz większym stopniu zastępować zaczęła technologia monolityczna wznoszenia budynków mieszkalnych, co trwa do dnia dzisiejszego. Sytuacja ta nie oznacza jednak całkowitego zaprzestania stosowania technologii prefabrykacji w budownictwie. Wciąż dużą popularnością cieszą się m.in. wielkowymiarowe prefabrykowane elementy z betonu, które stosowane są nie tylko w budownictwie infrastrukturalnym, ale także mieszkaniowym [9]. Dodatkowo rosnące wymagania w zakresie terminów realizacji obiektów mieszkaniowych i rosnące koszty robocizny w budownictwie coraz częściej skłaniają inwestorów do rozważenia technologii opartej o montaż z wykorzystaniem prefabrykatów.

### 3. ZUŻYCIE OBIEKTÓW MIESZKANIOWYCH WIELKOPŁYTOWYCH

#### 3.1 Wstęp

Od lat 50-tych do 70-tych XX. wieku budownictwo mieszkaniowe w Polsce koncentrowało się głównie na budowie nowych obiektów mieszkaniowych w możliwie krótkich cyklach inwestycyjnych.

Powodowało to m.in. niezważanie na potencjalne błędy i wady projektowe oraz wykonawcze, mogące wystąpić w późniejszych okresach. Już po 1970 roku, a więc w początkowym okresie eksploatacji budynków wielkopłytowych, zaczęły pojawiać się usterki, związane głównie z jakością wykonawstwa. Obniżały one w sposób znaczący walory użytkowo-funkcjonalne mieszkań. Od początku lat 80-tych XX. wieku w budynkach wielkopłytowych zaczęto obserwować występowanie negatywnych zjawisk zaliczanych do tzw. wad technologicznych. Obejmowały one m.in. przecieki, przemarzania ścian zewnętrznych, powodujące niski komfort cieplny oraz nieprawidłowe warunki użytkowania mieszkań w stosunku do ich pierwotnych założeń projektowych i wymagań normatywnych [6]. Problem ten pomimo upływu lat i wielu nakładów inwestycyjnych poniesionych przez zarządców nieruchomości oraz spółdzielnie, obejmujących m.in. wykonanie termoizolacji w budynkach, wymianę stolarki okiennej i drzwiowej, udało się częściowo rozwiązać dopiero w pierwszych dwóch dekadach XXI. wieku.

#### 3.2 Wady technologiczne i techniczne w budynkach wielkopłytowych

Najczęściej spotykane wady występujące w ścianach trójwarstwowych budynków wielkopłytowych wraz z opisem przyczyn ich występowania opisane zostały w Tabeli 1.

**Tabela 1** Wykaz najczęściej występujących wad w trójwarstwowych ścianach budynków wielkopłytowych [6]

Lp.	Opis wady	Przyczyny powstania
1	❖ przecieki i przemarzania ścian	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zła jakość prefabrykatu,</li> <li>• niedokładny montaż na etapie wznoszenia budynku (braki warstw termoizolacyjnych przy wieńcach i łączeniach),</li> <li>• nieprawidłowy montaż warstwy termoizolacyjnej na etapie produkcji (zbyt duże przerwy na łączeniach materiału termoizolacyjnego),</li> <li>• zastosowanie zbyt ściśliwego materiału termoizolacyjnego,</li> <li>• nadmierna liczba wieszaków,</li> <li>• niekorzystny wpływ warunków atmosferycznych.</li> </ul>
2	❖ odkształcenie i spękania na zewnętrznej warstwie fakturowej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znaczne różnice w grubościach warstw fakturowej i nośnej oraz brak równomiernego przebiegu skurczu,</li> <li>• brak skuteczności rozwiązania polegającego na montażu żeberk obwodowych.</li> </ul>
3	❖ odrywanie się warstwy fakturowej od izolacyjnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• brak zastosowania lub niewystarczająca ilość wiotkich łączników (szpilek),</li> <li>• parcie wiatru.</li> </ul>
4	❖ mikrozarysowania na powierzchni fakturowej ściany	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nierównomierne obciążenia termiczne na poszczególnych grubościach warstw ściany,</li> <li>• zjawiska atmosferyczne, w tym karbonatyzacja betonu, oddziaływanie CO<sub>2</sub> powodujące utratę pasywnej ochrony warstwy fakturowej betonu,</li> <li>• nieelastyczne, sztywne połączenie wieszaków – dotyczy zarysowań w obrębie tych elementów.</li> </ul>
5	❖ zarysowania, ukruszenia i wnikanie wilgoci w warstwy fakturowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nieprawidłowe rozformowanie prefabrykatu na etapie produkcji, skutkujące uszkodzeniem jego warstwy fakturowej,</li> <li>• zła jakość środków smarujących, niewłaściwe ich stosowanie.</li> </ul>
6	❖ przebarwienia na powierzchni elewacyjnej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kondensacja pary wodnej w miejscach występowania żeber oraz łączników,</li> <li>• zbyt mała otulina prętów zbrojeniowych – dotyczy rdzawych zacieków.</li> </ul>

W przypadku wielu wad, ich występowanie było niekiedy konsekwencją kilku zjawisk opisanych w kolumnie dotyczącej przyczyn ich powstawania, zachodzących jednocześnie.

### 3.3 Definicja i metody ustalania stopnia zużycia technicznego budynków wielkopłytowych

Zużycie techniczne (ZT) definiuje się procentowo. Wynika ono m.in. z: wieku obiektu budowlanego, trwałości zastosowanych materiałów, jakości wykonawstwa budowlanego, wad projektowych oraz prowadzonej gospodarki remontowej. Stan techniczny budynku uzależniony jest zatem od trwałości trzech głównych grup elementów, tj.:

- konstrukcyjnych;
- wykończeniowych;
- wyposażeniowych [10].

Przy ustalaniu stopnia zużycia należy pamiętać, żeby odnosić się do rzeczywistego stanu budynku wielkopłyтового oraz urządzeń z nim związa-

nych. Stopień zużycia ustalić należy w dniu wykonywania oględzin i badań obiektu budowlanego [10].

Metodami, służącymi do określania stopnia zużycia technicznego są [10]:

- ustalenie zużycia poszczególnych elementów obiektu budowlanego;
- ustalenie średnioważonego zużycia technicznego obiektu budowlanego;
- określenie średniego stopnia zużycia technicznego budynku w oparciu o metody czasowe.

Średnioważone zużycie techniczne budynku wielkopłyтового oblicza się na podstawie stopnia zużycia poszczególnych elementów składowych ( $Sw_{ze_i}$ ):

$$Sw_{ze_i} = \frac{Ue_i \cdot S_{ze_i}}{100\%} [\%] \quad (1)$$

gdzie:

$S_{ze_i}$  – zużycie techniczne elementu w procentach [%];

$U_{e_i}$  – procentowy udział kosztów  $i$ -tego elementu składowego w kosztach całkowitych odtworzenia obiektu budowlanego, wyrażony w procentach [%].

W kolejnym etapie dokonuje się obliczenia średnioważonego zużycia ( $S_z$ ) w odniesieniu do całego budynku wielkopłytkowego w oparciu o następujący wzór:

$$S_z = \sum_{i=1}^n \frac{U_{e_i} \cdot S_z e_i}{100\%} [\%] \quad (2)$$

gdzie:

$S_z$  – średnioważony stopień zużycia technicznego w odniesieniu do całego obiektu budowlanego, wyrażony w procentach [%];

$n$  – liczba ocenianych elementów w obiekcie budowlanym;

$i$  – kolejny element.

Przy obliczaniu zużycia technicznego budynków wielkopłytkowych w oparciu o metody czasowe należy uwzględnić:

- wiek obiektu budowlanego, wyrażony w latach;
- przewidywany okres trwałości obiektu budowlanego wyrażony w latach.

Przykładowy okres trwałości masywnych budynków mieszkalnych wynosi 100-150 lat [10].

Ocenę stopnia zużycia budynków wielkopłytkowych przeprowadzić należy przy założeniu, że ich zużycie techniczne narasta w czasie i zależy od jakości ich utrzymania, bieżącej konserwacji, okresowych remontów oraz napraw i wymiany poszczególnych elementów. Metodami, które umożliwiają taką ocenę są następujące metody czasowe [11]:

- Metoda Rossa (liniowa, proporcjonalności);
- Metoda Rossa i Ungera (Eytelweina, nieliniowa);
- Metoda Romsterfena;
- Metoda Rossa i Eytelweina (paraboliczna).

Szczegółowy opis poszczególnych metod przedstawiono w Tabeli 2.

W oparciu o powyższe wzory oraz zakładany okres trwałości budynków wielkopłytkowych, wynoszący średnio 125 lat, możliwe jest opracowanie tabeli zawierającej wartości procentowego zużycia budynku wielkopłytkowego w zależności od jakości prowadzonej eksploatacji i konserwacji. Szczegółowe wyniki przedstawiono w Tabeli 3.

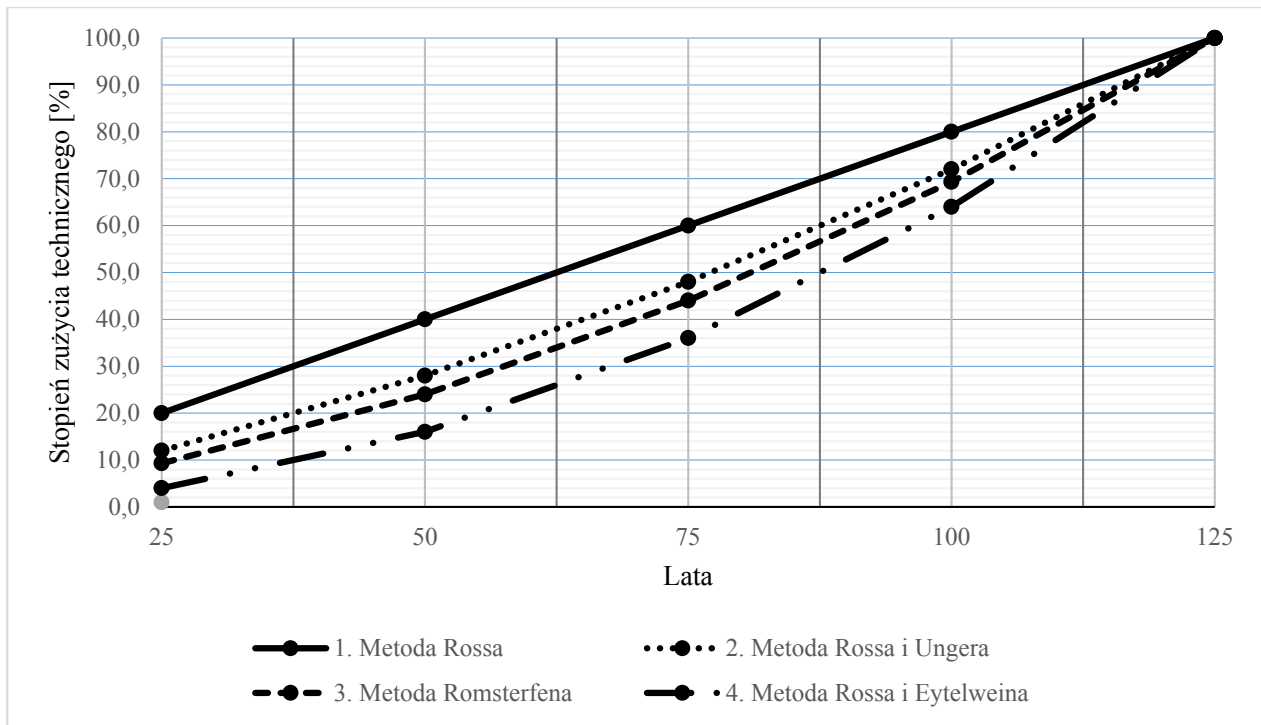
**Tabela 2** Opis metod czasowych do określania zużycia budynków wielkopłytkowych

Lp.	Opis metody i wzór	Warunki stosowania
1	<b>Metoda Rossa:</b>	Źle prowadzona eksploatacja i konserwacja budynku wielkopłytkowego.
	$S_z = \frac{t}{T} \cdot 100\%$	
2	<b>Metoda Rossa i Ungera:</b>	Zadowalająco lub średnio prowadzona eksploatacja i konserwacja budynku wielkopłytkowego.
	$S_z = \frac{t \cdot (t + T)}{2 \cdot T^2} \cdot 100\%$	
3	<b>Metoda Romsterfena:</b>	Dobrze prowadzona eksploatacja i konserwacja budynku wielkopłytkowego.
	$S_z = \frac{t \cdot (2 \cdot t + T)}{3 \cdot T^2} \cdot 100\%$	
4	<b>Metoda Rossa i Eytelweina:</b>	Bardzo dobrze prowadzona eksploatacja i konserwacja budynku wielkopłytkowego.
	$S_z = \frac{t^2}{T^2} \cdot 100\%$	
<p><math>t</math> – wieku budynku wielkopłytkowego w latach;  <math>T</math> – przewidywany okres trwałości budynku wielkopłytkowego.</p>		

**Tabela 3** Procentowe zużycie techniczne budynku wielkopłytkowego według jakości prowadzonej eksploatacji i konserwacji

Rodzaj zastosowanej metody czasowej:	Procent zużycia technicznego budynku wielkopłytkowego w końcu kolejnych 25-letni [%]:				
	1	2	3	4	5
Metoda Rossa					100,0
					75,0
					87,5
					100,0
Metoda Rossa i Ungera					100,0
					65,6
					82,0
					100,0
Metoda Romsterfena					100,0
					62,4
					80,1
					100,0
Metoda Rossa i Eytelweina					100,0
					56,3
					76,6
					100,0





Rysunek 3 Procentowy stopień zużycia budynku wielopłytkowego według jakości prowadzonej eksploatacji i konserwacji

Zawarte w Tabeli 3. wyniki dla poszczególnych metod czasowych zaprezentowane zostały również na powyższym rysunku (Rys. 3).

Największe różnice w procentowym stopniu zużycia budynku wielopłytkowego występują w okresie użytkowania pomiędzy 50 i 75 rokiem. Wynoszą one maksymalnie 25,0%. Otrzymane wyniki odnoszą się do dwóch skrajnych metod czasowych, tj. metody Rossa i Eytelweina oraz metody Rossa. Różnice w pozostałych metodach czasowych są mniejsze i nie przekraczają wartości skrajnej wynoszącej 25,0%. W początkowym okresie użytkowania obiektu budowlanego, tj. pomiędzy rokiem zerowym i 25-tym skrajna różnica w stopniu zużycia technicznego, na skutek jakości prowadzonej konserwacji, jest mniejsza niż w okresie pomiędzy 50-tym i 75-tym rokiem użytkowania. Analogiczna okoliczność zachodzi w oczekiwanym okresie końcowym użytkowania obiektu, tj. pomiędzy 100-tym i 125-tym rokiem, w którym skrajna różnica w stopniu zużycia technicznego obliczonego metodami czasowymi maleje. Szczegółowe zobrazowanie tej sytuacji pokazano na Rysunku 3.

#### 4. PODSUMOWANIE

Pomimo szerokiego zastosowania technologii monolitycznej przy wznoszeniu budynków mieszkalnych budynki wielopłytkowe stanowią wciąż dużą część zasobów mieszkaniowych w Polsce. Niektóre z tych budynków mają ponad 50 lat, tzn. mieszczą się w zakresie zużycia technicznego ponad 16,0% – w przypadku bardzo dobrze prowadzonej eksploatacji i konserwacji. Nieprawidłowe i niestaranne prowadzone zabiegi konserwacyjno-eksploatacyjne przyczyniać się mogą, w skrajnym przypadku, do ponad czterdziestoprocentowego zużycia technicznego budynku.

Poruszona tu tematyka i przeprowadzone obliczenia stanowią pomocny materiał przy ocenie stanu technicznego budynku, jego wartości oraz oceny poprawności jego użytkowania w poprzednich okresach - dowodzą bowiem, jak ważną rolę w prawidłowej eksploatacji obiektów budowlanych, w tym wielopłytkowych, pełni ich należyta konserwacja. Prowadzenie jej w nieprawidłowy sposób przez zarządców budynków przyczyniać się może do ponadnormatywnych kosztów, związanych z bieżącym utrzymaniem nieruchomości.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Adamczewski G., Woyciechowski P. P., Prefabrykacja betonowa. Cz. 15. Perspektywy, [w:] Builder, vol. 24, nr 10/2020, s: 44-48.
- [2] Lenkiewicz W., Orczykowski A., Węglarz M., Nezwał J., Hron A., Janc L., Klemm H., Kumm H., Uprzemysłowane budownictwo mieszkaniowe w Polsce, Czechosłowacji i Niemieckiej Republice Demokratycznej, Warszawa: Wydawnictwo Arkady, 1965.
- [3] AFFORDABLE HOUSING, [w:] S. Wenzel, J. Rosłon, P. Nowak, C. Motzko, Nicał A., et al. CONSTRUCTION MANAGERS' LIBRARY, ERASMUS+ 2019-1-PL01-KA202-064996, Niemcy – Polska, 2021 (pozycja w trakcie opracowywania).
- [4] NTP-59 – uchwała Nr 364 Rady Ministrów z dnia 20 sierpnia 1959 r. w sprawie zatwierdzenia normatywów projektowania dla budownictwa mieszkaniowego (M.P. Nr 81, poz. 422) oraz zarządzenie nr 10 MGTiOŚ z dnia 30 czerwca 1972 w sprawie odstępstwa od normatywu (Dz. Bud. Nr 6, poz. 17).
- [5] NTP-74 – zarządzenie Nr 10 MBiPMB z dnia 29 stycznia 1974 r. w sprawie ustanowienia normatywu technicznego projektowania mieszkań i budynków mieszkalnych wielorodzinnych dla ludności nierolniczej (Dz. Bud. 1974 r. Nr 2, poz. 3).
- [6] Dzierżewicz Z., Starosolski W., Systemy budownictwa wielkopłytkowego w Polsce w latach 1970-1985, Warszawa: Oficyna Wolters Kluwer Business, 2010.
- [7] Dobrucki A. R., Znaczenie, podstawowe problemy i założenia dalszej renowacji budownictwa wielkopłytkowego, [w:] Inżynier Budownictwa, 28.01.2015 (<https://inzynierbudownictwa.pl/znaczenie-podstawowe-problemy-i-zalozenia-dalszej-renowacji-budownictwa-wielkoplytkowego/>, dostęp w dniu 21.12.2020 r.).
- [8] Nicał A., Outlook for the implementation of selected Ambient Assisted Living Concepts for Panel Building. Technical Transactions 4, 2017, s. 123-130.
- [9] Adamczewski G., Nicał A., Wielkowymiarowe prefabrykowane elementy z betonu. Inżynier budownictwa 3, 2012, s. 46-53.
- [10] Baranowski W., ZUŻYCIE OBIEKTÓW BUDOWLANYCH ORAZ PODSTAWOWE NAZEWNICTWO BUDOWLANYCH, Warszawa: WACETOB, 2000.
- [11] <http://bondi.com.pl/portfolio/okreslanie-zuzycia-obiektow-budowlanych/>, dostęp w dniu 21.12.2020 r.