



Izabela BRYT-NITARSKA\*

## Przyczyny zużycia technicznego budynków na terenach górniczych

**Streszczenie:** Wszystkie obiekty budowlane w trakcie użytkowania podlegają procesom starzeniowym o zróżnicowanym przebiegu. Cecha budynku wyrażona przez wartość określoną zbiorem wszystkich czynników fizycznych, które charakteryzują makroskopowe właściwości elementów konstrukcji, określa jego stan techniczny. Stan techniczny jest cechą obiektu budowlanego zmienną w czasie, bezpośrednio związaną z postępującym obniżaniem się właściwości wytrzymałościowych i użytkowych elementów konstrukcji. Proces ten jest nazywany zużyciem technicznym. W ogólnym ujęciu zużycie pozostaje w funkcji czasu i jest określane mianem zużycia naturalnego. Budynki położone w obszarach ujawniania się na powierzchni terenu wpływów eksploatacji górniczej podlegają zwiększonym obciążeniom, które pochodzą od wymuszonej deformacji podłoża budowlanego. Dlatego w przypadku obiektów na terenach górniczych należy mówić o zużyciu technicznym, które jest sumą występowania naturalnych procesów starzeniowych i zużycia wynikającego z pojawiania się uszkodzeń mechanicznych wskutek oddziaływania górniczych deformacji podłoża. Ustalenie wielkości zużycia technicznego obiektu ma znaczenie dla ustalenia wysokości odszkodowania za tzw. szkody górnicze. W praktyce wysokość odszkodowania ustalana jest na podstawie określonej wartości odtworzeniowej budynku pomniejszonej o „wielkość” jego zużycia.

W artykule zdefiniowano pojęcie zużycia technicznego na terenach górniczych, omówiono zespół czynników określających stan techniczny budynków podlegających wpływom oddziaływań górniczych. Przedstawiono również autorską metodologię określania globalnego zużycia technicznego budynków o konstrukcji tradycyjnej położonych w granicach terenów górniczych.

Słowa kluczowe: oddziaływania górnicze, zużycie techniczne, szkody górnicze

## Reasons for enhanced technical wear and tear of buildings on areas affected by underground mining operations

**Abstract:** All building structures are subject to ageing processes during their entire lifetime and with various intensities and courses. The building feature expressed by the parameter defined as a set of all physical factors that stand

\* Dr inż., Instytut Mechaniki Górotworu PAN, Kraków; e-mail: nitarska@img-pan.krakow.pl

for macroscopic properties of the structural components is the determinant of its technical condition. The technical condition is the parameter of a building structure that varies in time and is directly associated with the gradual deterioration of the strength and functional properties demonstrated by the components of any structure. Such a process is referred to as technical wear and tear. In general terms, the wear and tear process is a function of time and is referred to as natural deterioration.

However, buildings and structures erected on areas where effects of underground mining excavations influence the earth surface are affected by more extensive loads originated from enforced deformation of the foundation subgrade. This is why facilities located on areas affected by underground mining operations are exposed to technical wear and tear that is a superposition of natural ageing processes and deteriorations entailed by mechanical damage caused by the deformation of the subgrade due to mining operations. Establishing the degree how much the facilities are affected by the technical wear and tear is important for calculating the compensations for the so called 'mining subsidence'. In practice, the amount of compensations is calculated on the grounds of a specific reinstatement value for the building with the deduction of the 'amount' of its natural deterioration.

The paper defines the term of technical wear and tear on areas affected by underground mining operations and outlines a set of factors that determine the technical condition of buildings that are subject to the effects of mining subsidence. Major attention is paid to the original and own-developed methodology for the calculation of global technical wear and tear, applicable to buildings of conventional structures and located within the boundaries of areas affected by underground mining operations.

Keywords: impact of mining operations, technical wear and tear, mining subsidence, assessment of technical condition

## Wprowadzenie

W ostatnim dziesięcioleciu w polskim górnictwie odnotowano zmniejszenie wydobycia węgla kamiennego o około 1/3 w stosunku do jego wielkości w roku 2007 (ARP 2017). Węgiel kamienny nadal zajmuje jednak czołowe miejsce na rynku surowców energetycznych w Polsce. W zasięgu oddziaływania skutków podziemnej eksploatacji węgla kamiennego znajduje się wprawdzie zaledwie około 1,7% powierzchni kraju, ale w ogromnej większości tereny te są zagospodarowane, silnie zurbanizowane i zasiedlone (GUS 2017). W gminach górniczych liczba mieszkańców przypadających na 1 km<sup>2</sup> powierzchni wynosi od około 500 do 2500–3000 osób. W większości obszarów górniczych eksploatację złóż pokładów węgla prowadzi się już od wielu lat. Dlatego wiele problemów związanych z występowaniem na powierzchni terenu skutków eksploatacji górniczej pozostaje nadal aktualnych. Dotyczy to również zagadnień odnoszących się do ochrony zabudowy i infrastruktury oraz odpowiedzialności za szkody górnicze.

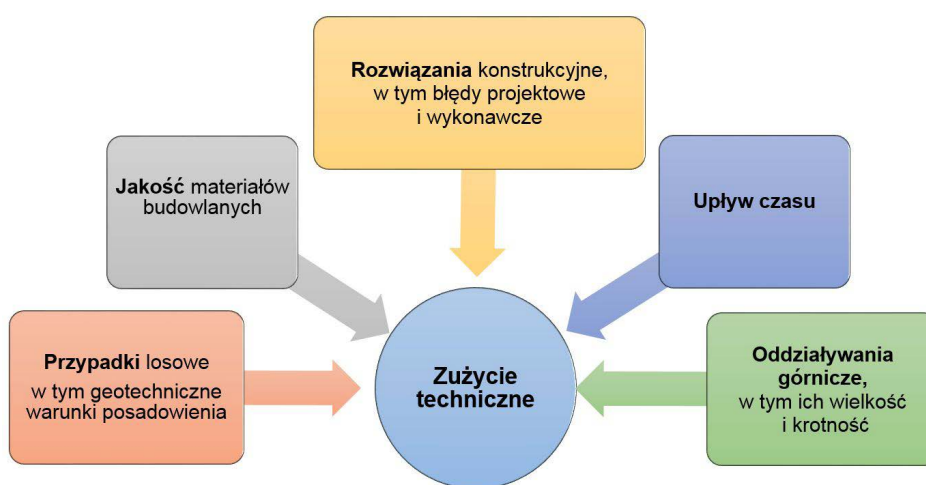
Obniżenie poziomu wydobycia wynika głównie z powodu zmniejszenia sumarycznej wielkości pól eksploatacyjnych. W części obszarów górniczych eksploatację zakończono, a tereny uzyskały status terenów pogórnich. Obszary te nadal jednak klasyfikowane są jako zagrożone wystąpieniem zmiany pierwotnych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Równocześnie w czynnych obszarach górniczych w większości przypadków eksploatację realizuje się na coraz większych głębokościach, w górotworze wzruszonym wcześniejszymi wybierkami. Powoduje to ujawnianie się na powierzchni terenu silnych deformacji podłoża budowlanego, co ma bezpośredni wpływ na stan techniczny zabudowy.

Celem podejmowanych rozważań jest opracowanie metodologii określania wielkości udziału oddziaływań górniczych i procesów naturalnego starzenia się konstrukcji w ocenie globalnego zużycia technicznego obiektów kubaturowych, budynków mieszkalnych. W wymiarze praktycznym koncepcja ta ma stanowić podstawę dla unormowania podejścia

w wycenie udziału oddziaływań górniczych w kosztach napraw obiektów – dla przywrócenia wymaganego ustawą (PGG 2011) stanu pierwotnego oraz wysokości odszkodowania z tytułu występowania szkód górniczych – przy określaniu stopnia zużycia obiektu dla pomniejszenia kosztów jego odtworzenia z uwagi na występujące zużycie naturalne.

### 1. Czynniki zwiększonego zużycia technicznego na terenach górniczych.

Na rysunku 1 przedstawiono grupy czynników określających zużycie techniczne obiektu budowlanego na terenie górniczym.



Rys. 1. Czynniki określające zużycie techniczne obiektu budowlanego na terenie górniczym

Fig. 1. Crucial factors to determine the technical condition of buildings erected on areas affected by underground mining operations

Obiekty budowlane w trakcie użytkowania podlegają procesom starzeniowym o zróżnicowanym przebiegu. Cecha budynku wyrażona przez wartość określoną zbiorem wszystkich czynników fizycznych, które charakteryzują makroskopowe właściwości elementów konstrukcji, określa jego stan techniczny. Stan techniczny jest cechą obiektu budowlanego zmienną w czasie, bezpośrednio związaną z postępującym obniżaniem się właściwości wytrzymałościowych i użytkowych elementów konstrukcji. Proces ten jest nazywany zużyciem technicznym. W ogólnym ujęciu zużycie pozostaje w funkcji czasu i jest określane mianem zużycia naturalnego.

W zestawie czynników składających się na poziom zużycia technicznego konkretnej budowli znajdują się również warunki indywidualne, wynikające z możliwości pojawienia się tzw. oddziaływań wyjątkowych. Na terenach objętych realizacją wydobywania surowców mineralnych w zakresie tych warunków wyróżnić należy oddziaływania pochodzące od zmian warunków posadowienia obiektu wskutek deformacji przypowierzchniowej części górotwo-

ru. O ile w przypadku budynków nowych projektuje się dodatkowe elementy wzmacniające konstrukcję na wpływ oddziaływań górniczych, to budynki starsze nie są przystosowane do przeniesienia tego typu obciążeń.

### 1.1. Naturalne procesy starzeniowe

Dla sklasyfikowania naturalnych procesów starzeniowych posłużyć się można pracą Borusiewicza (1971), w której wyróżnił on przyczyny wpływające na zużycie techniczne kubaturowych obiektów budowlanych w czasie ich normalnego użytkowania. Wyróżnił on w szczególności:

- czynniki środowiskowe, takie jak: wpływ warunków posadowienia, działanie wody i wilgoci, wpływ czynników atmosferycznych, wpływ agresji otaczającego środowiska, wpływ procesów biologicznych, korozja naprężeniowa, wpływ wysokich temperatur, wpływ wstrząsów i drgań,
- zużycie spowodowane wadliwym opracowaniem projektu,
- złe wykonawstwo przy realizacji budynku,
- zła jakość materiałów użytych do budowy,
- niewłaściwa eksploatacja, niezgodna z przeznaczeniem obiektu,
- wypadki losowe, np.: pożar, powódź, uderzenie pioruna i inne.

W tym samym czasie Srokowski (1971) przedstawił wyniki przeprowadzonych przez siebie studiów na temat zużycia technicznego budynków mieszkalnych i metod jego oceny. Po analizie wielu czynników i opisanie ogólnych mechanizmów ich oddziaływania, np. wilgoci na fundamenty i ściany piwnic, wpływów atmosferycznych na elementy stolarki okiennej czy pokrycia dachowego, autor wyróżnił dwa zasadnicze czynniki, które mają wpływ na zużycie techniczne; są nimi:

- zmiany spójności gruntu pod fundamentem, wskutek których występuje nierównomierne osiadanie gruntu,
- przeciążenie ścian spowodowane samowolnym dodatkowym znacznym obciążeniem własnym i użytkowym, wskutek nadbudowy, przebudowy bądź zmiany przeznaczenia budynku.

W ogólnym ujęciu najbardziej rozpowszechnioną metodą wyznaczania przeciętnego zużycia technicznego budynków oraz ich elementów konstrukcyjnych jest tzw. metoda Rossa, opierająca się na założeniu, że naturalne zużycie techniczne jest funkcją czasu uzależnioną od utrzymywanego w budynku poziomu konserwacji. Srokowski (1971) korzystając z założeń formuły Rossa dokonał jego modyfikacji. Przyjął, że technicznej trwałości nie można interpretować jako okresu, w którym elementy nośne osiągną pełne 100% zużycia. Na podstawie zaś własnych obserwacji i praktyki innych badaczy, dopuszczalne zużycie budynku określił początkowo na poziomie 80%, ostatecznie – na poziomie 75%, i zaproponował formułę:

$$Z = \frac{t(t+T)}{2T^2} \cdot 75\% \quad (1)$$

gdzie:

- $Z$  – stopień zużycia budynku w % wartości odtworzenia,
- $t$  – wiek budynku w latach,
- $T$  – przewidywany całkowity okres użytkowania budynku w latach.

Po analizie czynników przesądzających o technicznej przydatności budynku do modernizacji Srokowski stwierdził, że stan fundamentów i ścian nośnych ma decydujący wpływ na poziom zużycia całego budynku, a analiza okresu użytkowania powinna być oparta na ocenie stopnia zużycia ścian nośnych.

W rezultacie zasadniczym wnioskiem z przeprowadzonych rozważań było stwierdzenie, że jeżeli obiekt budowlany, budynek zostały zaprojektowane prawidłowo, a jakość użytych materiałów i jakość wykonania była na średnim poziomie, to wówczas zużycie techniczne obiektu normalnie utrzymywanego będzie wynikiem działania dwóch głównych czynników: wpływu sił przyrody i materialnego starzenia się elementów konstrukcyjnych, wykończeniowych i instalacyjnych, spowodowanego przez użytkowanie budynku. Tempo zużycia będzie przede wszystkim zależeć od wytrzymałości i odporności materiałów, z których zostały wykonane poszczególne elementy obiektu, a w szczególności fundamenty, ściany nośne i stropy, na działanie wyżej podanych czynników niszczących. Te właśnie elementy będą głównie decydować o trwałości budynku i dlatego rodzaj użytego do ich wykonania materiału jest podstawą do ustalenia całkowitych okresów użytkowania budynków ( $T$ ).

Formuła (1) od lat znajduje szerokie zastosowanie w przypadku konieczności określenia stopnia zużycia naturalnego budynku w uproszczonych procedurach oceny stanu technicznego w celu ustalenia wartości odtworzeniowej budynku. Biorąc jednak pod uwagę, że skutki oddziaływań górniczych w postaci uszkodzeń pojawiających się w konstrukcji mają wpływ na zwiększenie naturalnej degradacji technicznej uznać należy, że podejście oparte na tej formule nie odzwierciedla faktycznych warunków obniżania się wartości technicznej obiektów budowlanych na terenach górniczych.

## 1.2. Skutki oddziaływań górniczych

W roku 1994 Ściślewski zestawił podstawowe czynniki oddziałujące na budowlę, jakie powinny być brane pod uwagę przy ustalaniu trwałości budynków i budowli. W klasyfikacji tej oddziaływania górnicze należy przyporządkować do czynnika „odkształcenia wymuszone” i traktować jako oddziaływania pochodzenia mechanicznego. Wywołany tymi oddziaływaniami wzrost sił wewnętrznych w elementach konstrukcji powoduje pojawienie się dodatkowego czynnika naprężeniowego, co w konsekwencji prowadzi do wzrostu zużycia technicznego w stosunku do budynków, które są pozbawione tego czynnika i zlokalizowane poza terenami górniczymi. Oddziaływania deformacji terenu, jakie powstają na skutek eksploatacji górniczej, w okresie ich ujawniania się mają charakter zjawiska masowego. W terenie powstaje zmienna w czasie sytuacja górnicza, o znacznym zasięgu, która ma zwykle wpływ na dużą liczbę budynków. Skutki, jakie ta sytuacja powoduje, w poszczególnych budynkach są zróżnicowane i zależą od różnych czynników dodatkowych.

Wieloletnia realizacja wydobycia w polach eksploacyjnych powoduje, że zabudowa powierzchni znajdująca się w zasięgu jego oddziaływania poddawana jest wielokrotnie wpływom obciążeń pochodzenia górniczego. Ma to wpływ na wielkość zużycia uzależnionego od stopnia uszkodzenia budynku  $Z_g(S_u)$ . Analizując budynek poddany oddziaływaniom deformacji pochodzących z wybierania pojedynczego pokładu, uwzględnia się maksymalne wartości wskaźników deformacji powierzchni, występujące w przedziale czasu ich ujawniania się. W dostatecznie długim przedziale czasu, który odpowiada całkowitemu okresowi użytkowania budynku, wpływy wynikające z oddziaływań górniczych kilku eksploatacji realizowanych na przestrzeni lat są jednak zmienne co do wielkości i kierunków oddziaływania.

Na fotografii 1 przedstawiono przykład zmiany intensywności uszkodzeń powstałych w stropie budynku wielorodzinnego poddanego oddziaływaniu górniczych rozpełzań podłoża. Zmianę obserwowano na przestrzeni miesięcy ujawniania się wpływów głównych eksploatacji górniczej realizowanej w rejonie budynku.



Fot. 1. Przykład zmiany stanu uszkodzenia stropu DMS w klatce schodowej budynku podlegającego oddziaływaniom górniczym (Florkowska i in. 2016) (fot. I. Bryt-Nitarska)

Phot. 1. The example of damage development in a DMS ceiling for a staircase of a building that is subject to the effect of mining subsidence

Oddziaływania górnicze powodują zmianę warunków pracy całego układu konstrukcyjnego w stosunkowo krótkim czasie. Następuje wówczas znaczny wzrost sił wewnętrznych

i naprężeń, dlatego w budynkach podlegających wpływowi deformacji podłoża, ujawniających się wskutek prowadzenia eksploatacji górniczej, stan techniczny konstrukcji określa postępujące w czasie obniżanie się właściwości wytrzymałościowych i użytkowych elementów konstrukcji oraz szkody górnicze.

## 2. Model zużycia technicznego obiektów kubaturowych na terenach górniczych

W obiektach kubaturowych położonych w zasięgu wpływów eksploatacji górniczej globalne zużycie techniczne oznaczone ( $Z_t$ ) jest sumą zużycia naturalnego, przebiegającego w czasie oznaczonym  $Z_n(t)$  i zużycia wynikającego z pojawiania się uszkodzeń mechanicznych, wskutek oddziaływania górniczych deformacji podłoża oznaczonym  $Z_g(S_u)$ . Ogólną formułą dotyczącą procesu zużycia technicznego obiektów kubaturowych – budynków na terenach górniczych można zatem wyrazić w postaci (Bryt-Nitarska 2008; Florkowska i in. 2016):

$$Z_t = Z_n(t) + Z_g(S_u) \quad (2)$$

gdzie:

- $Z_t$  – globalne zużycie techniczne,
- $Z_n$  – zużycie naturalne w funkcji czasu ( $t$ ),
- $Z_g$  – zużycie wynikające z uszkodzeń mechanicznych, wskutek oddziaływań górniczych ( $S_u$ ).

Pod wpływem deformacji terenu konstrukcja obiektu podlega oddziaływaniom, które powodują wzrost sił wewnętrznych i naprężeń, w elementach nośnych i drugorzędnych. Jeżeli naprężenia powstające w przekrojach elementów konstrukcyjnych są większe od granicznych wartości naprężeń, w strukturze tych elementów pojawiają się spękania. Możemy przyjąć założenie, że o zużyciu związanym z wpływem oddziaływań eksploatacji górniczej ( $Z_g$ ) decyduje pewien wynikający z nich stopień uszkodzenia budynku (ozn.  $S_u$ ), uzależniony od parametrów  $\alpha_i$  reprezentujących cechy konstrukcji, parametry dotychczasowego stanu uszkodzenia i użytkowania oraz wielkość oddziaływań górniczych:

$$Z_g \rightarrow S_u(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i) \quad (3)$$

Funkcję stanu uszkodzenia określono na podstawie badań i rejestracji rys mechanicznych, które powstały w skutek przekroczenia granicznych wytrzymałości na rozciąganie materiału konstrukcji i elementów wykończeniowych w budynkach narażonych na oddziaływania górniczych deformacji podłoża. Badaniami objęto budynki o konstrukcji tradycyjnej, niezabezpieczonej na wpływ oddziaływań górniczych. Ocenę uszkodzeń wyrażono w postaci zmiennej ( $S_u$ ), stosując zapis funkcji przynależności, której wartość leży w przedziale  $\langle 0,1 \rangle$  (Łachwa 2001). Wartość oceny stopnia uszkodzenia jest prawdopodobieństwem zdarzenia polegającego na tym, że zmienna losowa  $S_u$  przyjmie wartość mniejszą lub równą argumentowi funkcji (1).

$$F_{Su}(s_u) = P[Su \leq s_u] \quad (4)$$

W modelu przebiegu zużycia technicznego budynków niezabezpieczonych, położonych na terenach górniczych, krzywa  $Z_n(t)$  ilustruje uzyskany z badań własnych (Bryt-Nitarska 2008, 2015), przebieg zużycia naturalnego ścian budynków, wyrażony w postaci wielomianowej funkcji czasu. Krzywa  $Z_g(S_u)$  przedstawia natomiast uzyskany w tych badaniach przebieg stopnia uszkodzenia konstrukcji, wyrażony w wielomianowej funkcji czasu.

$$Z_n(t) = 0,2338 + 0,0004 \cdot t + 5,668 \cdot 10^{-6} t^2 \quad (5)$$

$$Z_g(S_u) = 0,199 + 0,0002 \cdot t + 1,9586 \cdot 10^{-5} t^2 \quad (6)$$

Zakładając możliwość sumowania się uzyskanych z badań wartości zużycia naturalnego ścian budynku  $Z_n(t)$  i zużycia wynikającego z wpływów górniczych  $Z_g(S_u)$  wykreślono krzywą, ilustrującą globalne zużycie techniczne budynków na terenach górniczych. Wielkość  $\Delta Z_t$  reprezentuje skokowy przyrost zużycia, jaki występuje w budynkach wskutek oddziaływań górniczych. Porównując przebieg krzywych stwierdzono, że na terenach górniczych wraz z wiekiem w budynkach występuje szybszy wzrost globalnego ich zużycia. Przykładowo wzrost ten wynosi około:

- 45% dla budynków o wieku technicznym około 50 lat, przy  $Z_n(50) = 0,27$ ;  
 $Z_g(S_u) = 0,26$ ;
- 50% dla budynków o wieku technicznym około 100 lat, przy  $Z_n(100) = 0,33$ ;  
 $Z_g(S_u) = 0,41$ ;
- 60% dla budynków o wieku technicznym około 130 lat, przy  $Z_n(130) = 0,38$ ;  
 $Z_g(S_u) = 0,56$ .

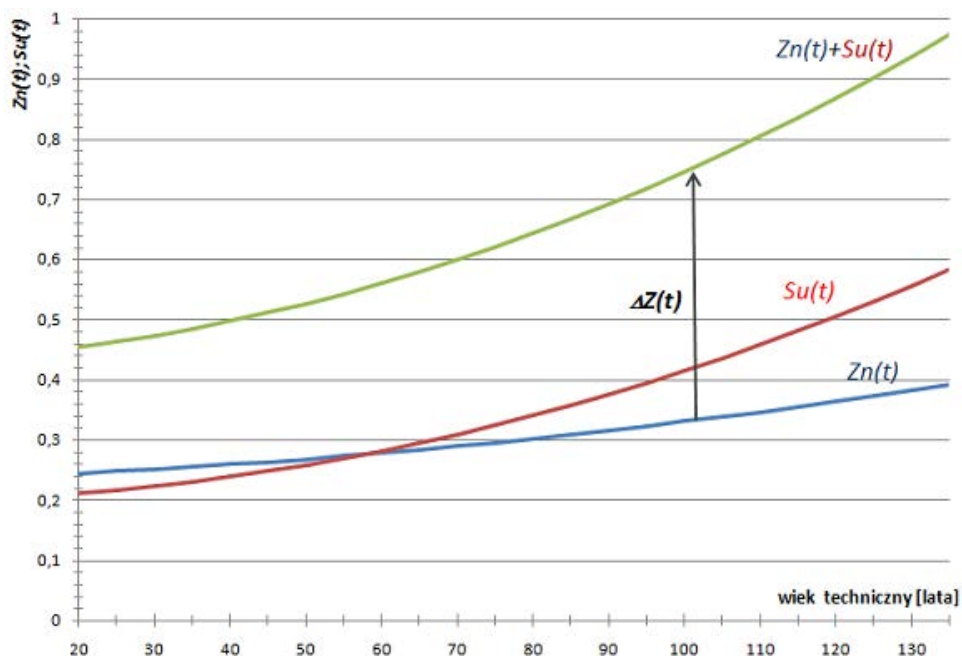
Wartość  $\Delta Z_t$  interpretować należy jako udział szkód górniczych w całościowej ocenie zużycia budynków na terenach górniczych.

Równocześnie podkreślenia wymaga fakt, że w indywidualnych przypadkach, np. dla ustalenia zakresu odpowiedzialności za szkody górnicze, określenia kosztów przywrócenia obiektu do stanu poprzedniego (sprzed szkody), czy też kosztów odtworzenia budynku pomniejszonych o stopień jego zużycia naturalnego, wykonać należy analizę relacji  $Z_n(t)$  i  $Z_g(S_u)$ . Podstawą ustalenia wielkości  $Z_g(S_u)$  i udziału tej wielkości w globalnym zużyciu technicznym budynku musi być analiza warunków górniczych w odniesieniu do eksploatacji dokonanej oraz pozostałych czynników odpowiadających za zużycie techniczne obiektu  $Z_n(t)$ .

## Podsumowanie

Wielkość zużycia technicznego budynku na terenach górniczych ma między innymi znaczenie dla ustalenia wysokości odszkodowania za tzw. „szkody górnicze”. W powszechnej praktyce wysokość odszkodowania ustala się na podstawie kosztorysu odtworzenia obiektu podobnego do odszkodowywanego. W procedurze tej konieczne jest pomniejszenie wartości





Rys. 2. Model przebiegu zużycia technicznego budynków niezabezpieczonych, położonych na terenach górniczych, wyrażony jako suma  $Z_n(t)$  i  $S_u(t)$  (Bryt-Nitarska 2008a)

Fig. 2. The model for the process of the technical wear and tear of buildings with no dedicated protective measures and located on areas affected by mining operations, expressed as the sum (superposition) of  $Z_n(t)$  and  $S_u(t)$

kosztorysowej o wielkość wynikającą z postępującego w czasie zużycia naturalnego obiektu. Stosowanie powszechnych metod szacowania zużycia naturalnego nie odzwierciedla jednak faktycznych warunków użytkowania obiektów położonych w zasięgu oddziaływania wpływów górniczych deformacji podłoża.

Przedstawiony nowy model zużycia budynków niezabezpieczonych, położonych na terenach górniczych, uwzględnia wszystkie istotne czynniki mające wpływ na poziom zwiększonego zużycia technicznego budynków na terenach górniczych. Wprowadzenie do praktyki zasad nowego modelu zużycia budynków, pozwoli na zestandaryzowanie podejścia w wycenie udziału oddziaływań górniczych w kosztach napraw obiektów – dla przywrócenia wymaganego Ustawą (PGG 2011) stanu pierwotnego oraz wysokości odszkodowania z tytułu występowania szkód górniczych – przy określaniu stopnia zużycia obiektu dla pomniejszenia kosztów jego odtworzenia z uwagi na zużycie naturalne.

### Literatura

ARP 2017. Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. Oddział w Katowicach. [Online] Dostępne w: <http://polskirynekwegla.pl/raport-dynamiczny/wydobycie-i-sprzedaz-wegla-kamiennego-ogolem> [Dostęp: 13.07.2017].

- Borusiewicz, W. 1971. *Konserwacja zabytków budownictwa murowanego*. Warszawa: Wyd. Arkady.
- Bryt-Nitarska, I. 2008a. *Wpływ górniczych deformacji podłoża na powstawanie uszkodzeń w budynkach murowanych*. (rozprawa doktorska, niepublikowana) Warszawa: ITB .
- Bryt-Nitarska, I. 2008b. Uszkodzenia budynków na terenach górniczych. *Prace Naukowe GIG, Górnictwo i środowisko z. spec. 6*, s. 47–56.
- Bryt-Nitarska, I. 2015. *Studia nad skutkami wpływu podziemnej eksploatacji górniczej na obiekty budowlane*. Warszawa, ITB (praca badawcza niepublikowana).
- Florkowska i in. 2016 – Florkowska, L., Bryt-Nitarska, I. i Maj, A. 2016. *Szkody górnicze w budynkach. Zarys problematyki*. Kraków: Archives of Mining Sciences. Monografia Nr 17, Wyd. Instytutu Mechaniki Górniczej PAN.
- GUS 2017. Główny Urząd Statystyczny. *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2017 r.* Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa 2017 r. [Online] Dostępne w: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/powierzchnia-i-ludnosc-w-przekroju-terytorialnym-w-2017-r-,7,14.html> [Dostęp: 13.07.2017].
- Łachwa, A. 2001. *Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji*. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit.
- PGG 2011. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U.2015.981).
- Srokowski, W. 1971. *Studia nad metodą określania stopnia zużycia technicznego budynków mieszkalnych*. Warszawa: IMG.
- Ściślewski, Z. 1994: *Zasady projektowania budynków z uwzględnieniem trwałości*. Warszawa: Prace Naukowe ITB.