

ARTYKUŁY – REPORTS

Izabela Bryt-Nitarska\*

## CZYNNIKI OCENY STANU TECHNICZNEGO W BADANIACH WPŁYWU EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA KONSTRUKCJE BUDYNKÓW

Prowadzenie podziemnej eksploatacji górniczej powoduje na powierzchni terenu kształtowanie się niecki obniżeniowej. W przypadku budynków znajdujących się w zasięgu oddziaływań górniczych podstawowym skutkiem deformacji podłoża są uszkodzenia elementów konstrukcji, które powodują trwałe lub przejściowe pogorszenie się ich stanu technicznego. W artykule przedstawiono czynniki, które mają wpływ na stan techniczny budynków. Czynniki te uwzględniono w prowadzonych badaniach wpływu eksploatacji górniczej na stan konstrukcji budynków mieszkalnych. Badaniami, opartymi na obserwacjach prowadzonych w skali naturalnej, objęto budynki o konstrukcji tradycyjnej. Celem badań jest opracowanie modelu pozwalającego na ocenę uszkodzeń konstrukcji budynków na terenach górniczych.

### 1. Wprowadzenie

Obiekty budowlane położone na terenach górniczych są narażone na występowanie dodatkowych obciążeń pochodzących od deformacji podłoża wynikających z prowadzenia eksploatacji górniczej. Dlatego przy projektowaniu nowych obiektów lub wzmocnianiu budynków już istniejących powinny być stosowane zabezpieczenia konstrukcji dostosowane do przejścia możliwych do wystąpienia wymuszonych przemieszczeń, odkształceń i drgań podłoża [1].

Zabudowa powierzchni na terenach górniczych cechuje się jednak występowaniem dużej liczby obiektów nieprzystosowanych – na etapie wznoszenia – do przejmowania dodatkowych oddziaływań wynikających z górniczych deformacji terenu. Utrzymanie i eksploatacja tej zabudowy w warunkach ujawniania się wpływów górniczych wymaga znajomości potencjalnych możliwości przejścia przez konstrukcję obiektów tych dodatkowych obciążeń. Jest to uwarunkowane charakterystykami obiektów cechami konstrukcyjnymi, materiałowymi i użytkowymi, które w praktyce określają stan techniczny budynku i determinują dopuszczalne, możliwe do przejścia wartości wskaźników deformacji.

\* mgr inż. – st. specjalista w Zakładzie Budownictwa na Terenach Górniczych (Oddział ITB w Gliwicach)

Podjęta praca badawcza ma na celu określenie wpływu górniczych deformacji podłoża na konstrukcję budynków murowanych. Możliwość przeprowadzenia oceny stanu uszkodzenia konstrukcji z uwzględnieniem oddziaływań górniczych ma znaczenie zarówno przed podejmowaniem eksploatacji górniczej na danym terenie, jak również po ujawnieniu się skutków deformacji powodowanych eksploatacją dokonaną. W pierwszym przypadku w celu oceny zakresu zagrożenia zabudowy powierzchni, co pozwala na określenie warunków prowadzenia projektowanej eksploatacji. W drugim przypadku – aby ustalić udział wpływów górniczych w zaistniałym stanie uszkodzenia, na przykład w postępowaniach odszkodowawczych.

W przypadku obiektów zlokalizowanych na terenach górniczych podstawowym problemem jest wyodrębnienie wpływów górniczych spośród innych przyczyn postępującego procesu degradacji. Problem badawczy stanowi monitorowanie zmian stanu budynków w warunkach ujawniania się wpływów deformacji górniczych w celu właściwej oceny czynników degradujących i określenia poziomu ich wagi w procesie zużycia technicznego budynków.

## 2. Stan techniczny: zużycie techniczne budynków na terenach górniczych

W czasie eksploatacji obiekty budowlane podlegają ciągłym procesom destrukcyjnym o zróżnicowanym przebiegu, uzależnionym od właściwości zastosowanych materiałów, rodzaju konstrukcji, warunków pracy, a także przypadków losowych. Cecha budynku wyrażona przez wartość określoną zbiorem wszystkich tych czynników fizycznych, które charakteryzują makroskopowe właściwości budynku, określa jego stan techniczny. Stan techniczny jest cechą zmienną w czasie, bezpośrednio związaną z postępującym obniżaniem się właściwości wytrzymałościowych i użytkowych elementów konstrukcji. Proces ten jest nazywany zużyciem technicznym, w ogólnym ujęciu pozostaje w funkcji czasu i jest określany mianem zużycia naturalnego [2].

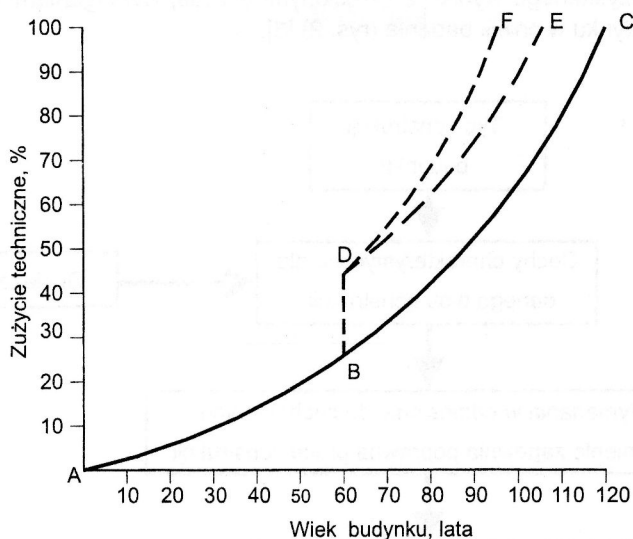
Przebieg procesu zużycia technicznego jest uzależniony od czynników użytkowania i stanu naprężenia [3]. Czynniki użytkowania wynikają z przyjętych rozwiązań projektowych i wykonawczych, sposobu utrzymania oraz naturalnego niszczenia w czasie normalnego użytkowania konstrukcji. Stan naprężenia jest wywołany przez obciążenia działające na budowlę lub jej części.

Budynki położone w obszarach ujawniania się na powierzchni terenu wpływów eksploatacji górniczej podlegają zwiększonym odkształceniom pochodzącym od wymuszonej deformacji podłoża. Wywołany tym oddziaływaniem wzrost sił wewnętrznych w elementach konstrukcji powoduje pojawienie się dodatkowego czynnika naprężeniowego, co może powodować wzrost zużycia technicznego. Dla budynków zlokalizowanych w zasięgu wpływów eksploatacji górniczej można zatem zapisać ogólną formułę dotyczącą procesu ich zużycia [4]:

$$Z = Z_n + Z_g \quad (1)$$

gdzie:  $Z$  – zużycie budynku  
 $Z_n$  – zużycie naturalne,  
 $Z_g$  – zużycie spowodowane wpływem eksploatacji górniczej.

Przy założeniu, że naturalne zużycie obiektu jest funkcją czasu [2], wpływ oddziaływań eksploatacji górniczej jako proces przebiegający w stosunkowo krótkim czasie można określić jako skokowy przyrost krzywej wartości jego zużycia technicznego (rys.1).



Rys. 1. Zmiana krzywej zużycia technicznego budynków na terenach górniczych [4]  
 Fig. 1. Change of curve of buildings technical wear on mining area

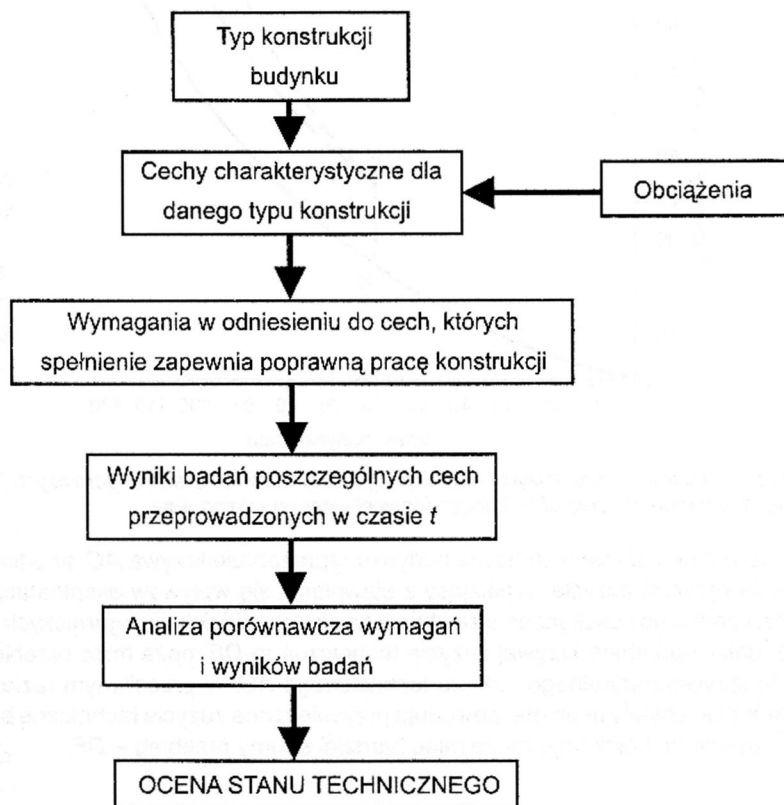
Jeżeli naturalne zużycie techniczne budynku reprezentuje krzywa AC, to odcinek BD przedstawia przyrost zużycia wynikający z ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej. W przypadku gdy uszkodzenia zaistniałe na skutek oddziaływań górniczych zostały usunięte, dalszy przebieg krzywej zużycia technicznego DE może mieć przebieg równoległy do krzywej naturalnego zużycia technicznego AC. W przeciwnym razie uszkodzenia, które nie zostały usunięte, powodują przyspieszone zużycie techniczne budynku i krzywa zużycia technicznego może mieć bardziej stromy przebieg – DF.

### 3. Badanie budynków

#### 3.1. Dane ogólne, schemat oceny stanu technicznego

Badanie wpływu eksploatacji górniczej na budynki ma na celu ustalenie praktycznych zasad oceny stanu technicznego budynków położonych na terenach górniczych. Na podstawie obserwacji wielu budynków poddanych wpływom górniczych deformacji powierzchni można wydzielić cechy decydujące o pogarszaniu się stanu technicznego budynków w stosunku do oczekiwanego i przekształcić te cechy w kryteria oceny stanu technicznego.

Każdy typ konstrukcji odznacza się cechami charakterystycznymi, istotnymi ze względu na przenoszenie obciążeń wymuszających odpowiedź konstrukcji. Dla tych cech można określić wymagania, których realizacja zapewnia dotrzymanie normowych stanów granicznych nośności i użyteczności. Przeprowadzenie oceny danej cechy w chwili  $t$  i porównanie uzyskanego wyniku z określonymi dla niej wymaganiami pozwala nam ocenić stan budynku w chwili badania (rys. 2) [5].



Rys. 2. Ogólny schemat oceny stanu technicznego budynku w czasie  $t$   
 Fig. 2. General scheme of the building technical state estimation in period  $t$

Pod wpływem deformacji terenu konstrukcja budynku podlega oddziaływaniom, które powodują wzrost sił wewnętrznych i powstanie naprężeń. Jeżeli naprężenia przekraczają nośność elementów, pojawiają się zarysowania i spękania. Możemy przyjąć założenie, że o zużyciu wynikającym z wpływu oddziaływań eksploatacji górniczej ( $Z_g$ ) decyduje pewien wynikający z nich stopień uszkodzeń (oznaczony np.  $S_u$ ), odzwierciedlający skokowy przyrost zużycia (odcinek  $BD$  – rys. 1), uzależniony od parametrów konstrukcji, dotychczasowego stanu uszkodzenia oraz wpływów górniczych [4].

$$Z_g \rightarrow S_u(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_j) \quad (2)$$

gdzie:  $S_u$  – stopień uszkodzeń,  
 $\alpha_j$  – parametry konstrukcji, dotychczasowego stanu uszkodzenia i wpływów górniczych.

Określenie stopnia zużycia technicznego sprowadza się do analizy przyczyn i skutków, w wyniku których nastąpiło obniżenie właściwości użytkowych obiektu.

Na podstawie analizy wszystkich parametrów opisujących dane zdarzenie, tj. oddziaływanie – konstrukcja – skutek, możliwe jest określenie zależności pomiędzy górnictwem deformacjami podłoża a uszkodzeniami konstrukcji. Wymaga to jednak poszukiwania kryteriów oceny stanu technicznego poprzez analizę czynników we wszystkich elementach opisujących to zdarzenie.

### 3.2. Przedmiot i procedura badawcza

Jak wynika z obserwacji, zachowanie się budynków będących w zasięgu wpływów eksploatacji górniczej podlega prawidłowościom statystycznym. Możliwe jest zatem opracowanie modelu pozwalającego na ocenę stanu technicznego tych budynków na podstawie badań reprezentatywnych określonej próby obiektów podlegających wpływom ciągłych deformacji górniczych.

Badaniami objęto budynki mieszkalne wykonane w konstrukcji tradycyjnej, o ścianach nośnych z cegły, bloczków lub pustaków drobnowymiarowych. Uwzględniono budynki o stropach ceglanych odcinkowych lub betonowych na belkach stalowych – nad kondygnacjami piwnic i drewnianych lub betonowych na belkach stalowych – w kondygnacjach nadziemnych. Są to budynki o konstrukcji niezabezpieczonej w trakcie wznoszenia na przejęcie dodatkowych obciążeń wywołanych eksploatacją górniczą. W niektórych z nich wykonano w czasie ich użytkowania profilaktyczne wzmocnienia lub zabezpieczenia przeciwko wpływom górniczym. Polegały one na wykonaniu skotwień ścian w poziomach wszystkich lub wybranych stropów lub/i wykonaniu opaski fundamentowej, żelbetonowych ściągów, przepony kotwicznej lub betonowej posadzki w kondygnacji piwnic.

Na potrzeby prowadzonych badań stworzono komputerową bazę budynków obserwowanych w skali naturalnej, w której informacje zapisano według określonych kryteriów badawczych. Badania są prowadzone dwuetapowo. Etap pierwszy obejmuje badania podstawowe, w ramach których prowadzi się bieżące obserwacje grup liczących łącznie 300 budynków podlegających wpływom eksploatacji górniczej. W trakcie tego etapu jest możliwe przeprowadzenie prób zależnych, dotyczących stanu tych samych budynków przed i po oddziaływaniu wpływów górniczych. Etap drugi to badania kontrolne trzech grup porównawczych obejmujących łącznie 650 budynków, w których stosuje się kryteria badawcze pochodzące z danych archiwalnych.

Badania podstawowe prowadzą do utworzenia modelu oceny stanu uszkodzenia budynków. Wyniki badań kontrolnych mają natomiast służyć weryfikacji modelu.

Przyjęto, że ocenę stanu technicznego budynków powinno się przeprowadzać uwzględniając następujące czynniki:

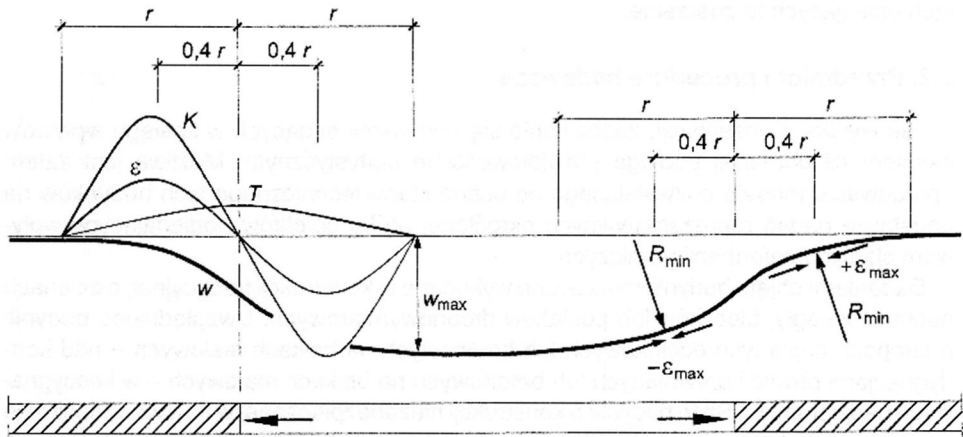
- deformacje terenu wynikające z oddziaływań górniczych,
- parametry opisujące cechy konstrukcji budynku,

- stan budynku wynikający z naturalnego zużycia,
- stan uszkodzenia zaistniały na skutek eksploatacji górniczej.

## 4. Czynniki oceny stanu technicznego

### 4.1. Oddziaływania górnicze

Prowadzenie podziemnej eksploatacji parcel pokładów węgla powoduje na powierzchni terenu powstanie deformacji ciągłej w formie niecki obniżen (rys. 3).



Rys. 3. Niecka ustalona według pracy [6];  $r$  – promień zasięgu wpływów głównych  
 Fig. 3. Confirmed mining kneading-trough;  $r$  – radius of general influence range

Na rozkład wskaźników deformacji powierzchni istotny wpływ mają: głębokość prowadzenia eksploatacji, kształt i wielkość pola eksploatacyjnego, budowa geologiczna górotworu, stopień naruszenia na skutek dokonanej już eksploatacji oraz sposób likwidacji przestrzeni wybranej [7].

W przypadku budynku położonego w zasięgu wpływów głównych niecki ( $r$ ) w grupie obciążeń, czyli czynników wymuszających odpowiedź konstrukcji, należy wyróżnić:

- obniżenie terenu: mm,
- poziome odkształcenie:  $\varepsilon_{\max}$ , mm/m, które w zależności od usytuowania obiektu względem frontu eksploatowanej parceli może mieć charakter rozluźnień lub zagęszczeń gruntu,
- nachylenie zbocza niecki:  $T$ , mm/m,
- promień krzywizny terenu:  $R_{\min}$ , km.

Z uwagi na intensywność przeciętnych wartości wskaźników  $T$ ,  $R$ ,  $\varepsilon$  tereny podlegające wpływom ciągłych deformacji podzielono na kategorie przedstawione w tabelicy 1 [7].

Tablica 1. Kategorie deformacji terenu górniczego  
 Table 1. Categories of mining area deformation

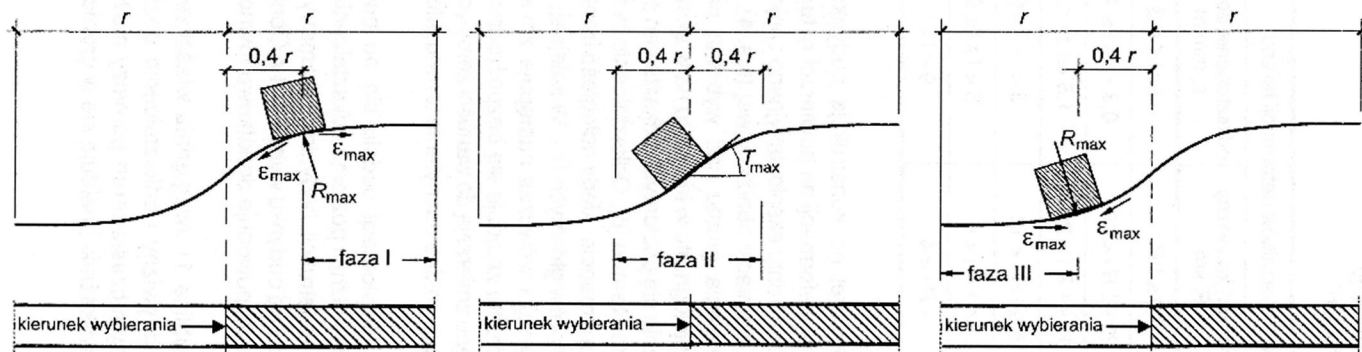
Kategoria	Graniczne wartości wskaźników deformacji terenu		
	nachylenie $T$ , mm/m	promień krzywizny $R$ , km	odkształcenie poziome $\varepsilon$ , mm/m
0	$T \leq 0,5$	$40 \leq  R $	$ \varepsilon  \leq 0,3$
I	$0,5 < T \leq 2,5$	$20 \leq  R  < 40$	$0,3 <  \varepsilon  \leq 1,5$
II	$2,5 < T \leq 5$	$12 \leq  R  < 20$	$1,5 <  \varepsilon  \leq 3$
III	$5 < T \leq 10$	$6 \leq  R  < 12$	$3 <  \varepsilon  \leq 6$
IV	$10 < T \leq 15$	$4 \leq  R  < 6$	$6 <  \varepsilon  \leq 9$
V	$15 < T$	$ R  < 4$	$9 <  \varepsilon $

W trakcie pochodu obrzeża niecki górniczey na konstrukcję budynku oddziałują obciążenia wynikające z kształtowania się tej deformacji na powierzchni terenu (rys. 3). Budynek, pod którym następuje pełne przejście frontu eksploatacyjnego znajduje się w kolejnych fazach oddziaływania kształtującej się niecki obniżeniowej (rys. 4).

W fazie I, początkowej, w wyniku obniżenia gruntu nad wybraną częścią złoża oddaloną od budynku i przemieszczeń cząstek gruntu w kierunku największego obniżenia, w części nad calizną następuje ujawnianie się poziomych odkształceń o charakterze rozluźnień i tworzenie się wypukłej krzywizny terenu [8]. Odkształcenia te w przypadku budynku osiągają maksymalne wartości w momencie, kiedy odległość frontu eksploatacyjnego wynosi 0,4 wartości promienia wpływów głównych ( $r$ ). W kolejnej, II fazie, front eksploataowanej ściany zbliża się do budynku i wówczas następuje zmiana kierunku przegięcia płaszczyzny niecki. Kiedy linia frontu znajduje się bezpośrednio pod budynkiem, odkształcenia poziome i krzywizna terenu zmierzają do wartości zerowych. W miejscu lokalizacji budynku występuje wówczas maksymalne nachylenie terenu, które powoduje jego odchylenie od pionu.

W fazie III oddziaływania niecki front eksploatacji oddala się od budynku, a na powierzchni terenu ujawniają się wklęsła krzywizna i poziome odkształcenia o charakterze zagęszczenia gruntu. W przypadku konstrukcji budynku parametry te osiągają wartości maksymalne, kiedy odległość frontu od budynku wynosi 0,4  $r$ . Obniżenie terenu wywołane wykształcaniem się niecki górniczey powoduje dodatkowo równomierne bądź nierównomierne osiadanie budynku.

Wprowadzony podział na kategorie (tablica 1) uwzględnia właściwe dla danego terenu przeciętne wartości nachylenia, krzywizny i odkształcenia poziomego przy małej prędkości eksploatacji. W określonym czasie teren górniczy może się jednak charakteryzować deformacjami, których wskaźniki znajdują się w granicach różnych kategorii.



Rys. 4. Pochód obrzeża niecki górniczej  
 Fig. 4. Edge mining kneading-trough procession



W praktyce sytuacja górnicza budynku położonego w obszarze oddziaływania deformacji górnicznych jest złożona. Wynika z usytuowania budynku względem frontu eksploatacyjnego lub jego położenia na niecce ustalonej. Jest również następstwem prowadzenia eksploatacji kolejnych warstw tych samych pokładów, co dla budynku oznacza okresowe poddawanie jego konstrukcji wielokrotnym oddziaływaniom deformacji terenu o podobnym charakterze, kierunku i wielkościach. Istotny jest również wpływ nakładania się eksploatacji różnych pokładów o zróżnicowanych kierunkach oddziaływania na powierzchnię oraz krawędzi niecek ustalonych, co powoduje skręcanie konstrukcji.

W prowadzonych badaniach za podstawowe oddziaływania górniczne uznano wpływ poziomych deformacji terenu. Wynika to z faktu, iż badania dotyczą budynków o murewanoj konstrukcji nośnej, charakteryzujących się stosunkowo małymi wymiarami rzutów poziomych i maksymalnie czterema kondygnacjami nadziemnymi. W warunkach oddziaływania wpływów eksploatacji górnicznej prowadzonej na znacznych głębokościach, wpływ poziomych odkształceń terenu na tego rodzaju zabudowę jest dominujący. Znajduje to również potwierdzenie w przedstawionych w pracy [9] wynikach badań, które wskazują na znaczną korelację pomiędzy zwiększonym zużyciem technicznym a oddziaływaniem poziomych odkształceń gruntu.

## **4.2. Parametry konstrukcji**

Na podstawie dotychczasowych badań wpływu eksploatacji górnicznej na konstrukcję budynków niezabezpieczonych oraz zgodnie z przyjętymi metodami oceny ich odporności [7,10] można wyróżnić pięć grup cech, które mają wpływ na pracę w warunkach oddziaływania eksploatacji górnicznej. Są to:

- geometria budynku: wymiary i kształt rzutu poziomego, kształt bryły, liczba kondygnacji,
- posadowienie: sposób rozwiązania konstrukcji fundamentów oraz rodzaj podłoża,
- sztywność konstrukcji: materiał elementów nośnych (fundamentów, ścian i stropów) oraz układ konstrukcyjny,
- zabezpieczenia konstrukcji z uwagi na wpływ eksploatacji górnicznej wykonane w trakcie eksploatacji budynku,
- stan techniczny: istniejący stan uszkodzenia.

### **4.2.1. Geometria: rzut i kształt bryły**

Przez rzut poziomy budynku należy rozumieć powierzchnię jego styku z terenem. Za wymiar podstawowy uznaje się długość budynku jako wymiar większy, mierzony pomiędzy ścianami zewnętrznymi, szczytowymi lub przydylatacyjnymi. Wyróżniono budynki o rzucie poziomym prostym i słabo rozczłonkowanym oraz o kształcie bryły prostym-zwartym, prostym-rozległym i słabo rozczłonkowanym.

### **4.2.2. Posadowienie: fundamenty i podłoże**

Z uwagi na sposób rozwiązania konstrukcji fundamentów budynki podzielono na posadowione na stałym i na zmiennym poziomie. Budynki posadowione na stałym poziomie to budynki podpiwniczone lub wykonane bez podpiwniczenia.

Posadowienie budynków może być wykonane na stałym poziomie z bramą przejazdową, na zmiennym poziomie z częściowym podpiwniczeniem i na zmiennym poziomie z częściowym podpiwniczeniem, z bramą przejazdową.

Charakterystyki budowy podłoża w miejscu posadowienia budynków przyjęto zgodnie z ogólną charakterystyką geologiczną podłoża w rejonie ich lokalizacji. Wyróżniono posadowienie na gruncie ściśliwym i mało ściśliwym [11].

#### **4.2.3. Sztywność konstrukcji: materiały i sposób ukształtowania**

Na sztywność konstrukcji mają wpływ materiały użyte do jej wzniesienia oraz rozwiązania konstrukcyjne przyjęte w kondygnacji piwnicznej i w obrębie nadziemia.

Z uwagi na wytrzymałość zastosowanych materiałów elementy konstrukcyjne można podzielić na kamienne, drewniane, ceglane, betonowe i żelbetowe.

W budynkach wzniesionych metodami tradycyjnymi konstrukcję można oceniać jako:

- sztywną – w przypadku budynku, który posadowiono na jednym poziomie, bez lub z pełnym podpiwniczeniem, co najmniej na ceglanych ławach fundamentowych:
  - o ścianach nadziemia ceglanych charakteryzujących się małą perforacją,
  - o nadprożach płaskich stalowych lub żelbetowych,
  - ze stropami gęstożebrowymi, o stałym poziomie w obrębie jednej kondygnacji i nieprzerwanej ciągłości wieńca,
  - z co najmniej jedną ścianą wewnętrzną usztywniającą, o nieprzerwanej ciągłości,
- mało sztywną, jeżeli konstrukcja budynku nie spełnia niektórych wymienionych kryteriów, na przykład w przypadku budynku o zmiennym poziomie posadowienia, stropach odcinkowych na belkach stalowych lub drewnianych,
- niesztywną, jeżeli konstrukcja budynku nie spełnia większości podanych wyżej kryteriów, na przykład w przypadku budynku o kamiennych ławach fundamentowych i stropach drewnianych.

#### **4.2.4. Zabezpieczenia konstrukcji z uwagi na wpływy eksploatacji górniczej**

Najczęstszym działaniem wzmacniającym konstrukcję, a tym samym zwiększającym jej odporność na wpływy deformacji terenu, jest wykonanie:

- zbrojonej opaski betonowej w poziomie istniejących kamiennych ław fundamentowych z wykonaniem wewnętrznych ściągnięć podłużnych i poprzecznych,
- betonowej posadzki w pomieszczeniach piwnic,
- przepony kotwicznej zakładanej w poziomie posadzki piwnic.

Przy zastosowaniu stropów drewnianych kotwy belek nośnych nie stanowią stężenia konstrukcji w ich poziomie. W przypadku stropów ceglanych i betonowych – odcinkowych na belkach stalowych – sposób ich oparcia na ścianach bez wykształcenia wyraźnego monolitycznego wieńca stropowego nie zapewnia możliwości przejęcia dodatkowych sił w konstrukcji wynikających z jej przestrzennej pracy na terenie górniczo czynnym. W takich przypadkach profilaktycznym zabezpieczeniem jest kotwienie. W poziomie stropów wykonuje się:

- ściągi stalowe bruzdowe umieszczone w bruzdach poziomych wykutych w ścianach, z końcówką nagwintowaną i zapewniającą możliwość regulacji docisku płyt kotwicznych do muru budynku,
- ściągi stalowe bezbruzdowe zakładane w poziomie stropów na zewnętrznych powierzchniach ścian bez wykuwania bruzd, z nagwintowaną końcówką, kotwione w stalowych narożach w kształtownikach oporowych.

Budynek można uznać za skotwiony w przypadku, gdy ściągi rozmieszczono co najmniej obwodowo w płaszczyznach poziomych wszystkich stropów, a elementy skotwień nie wykazują uszkodzeń, tj. deformacji, braku osiowości czy nadmiernej korozji.

Z uwagi na zabezpieczenia budynki klasyfikowano jako:

- zabezpieczone w poziomie posadowienia,
- kotwione,
- zabezpieczone fragmentarycznie: częściowo kotwione,
- niezabezpieczone.

#### 4.2.5. Stan techniczny: istniejący stan uszkodzenia

Przy ocenie stanu budynku należy rozróżnić dwa przypadki. Pierwszy dotyczy oceny stanu elementów konstrukcji ze zwróceniem uwagi na jakość użytych materiałów, jakość wykonania, występowanie rys pochodzenia mechanicznego z odróżnieniem ich od rys skurczowych, sposób utrzymania obiektu i zużycie naturalne elementów konstrukcji i wykończeniowych.

W drugim przypadku należy ocenić stan techniczny wynikający z oddziaływań deformacji terenu na skutek eksploatacji górniczej. W trakcie wizji obiektu trzeba zidentyfikować uszkodzenia charakterystyczne dla wpływu poziomych deformacji terenu, tj. rozluźnień lub/i zagęszczeń gruntu i krzywizn, tj. wypukłych lub/i wklęsłych wygięć terenu oraz inne możliwe efekty górniczych oddziaływań, takie jak wychylenie konstrukcji z pionu i deformacje, odkształcenie bryły lub części bryły obiektu.

### 4.3. Skutki eksploatacji górniczej

Jak wynika z obserwacji budynków, charakter powstałych uszkodzeń w większości przypadków wskazuje, że najniekorzystniejszy dla budynków niskich o ścianowej konstrukcji nośnej jest wpływ poziomych odkształceń i krzywizn terenu, które ujawniają się w fazie I i III oddziaływania obrzeża niecki górniczej (rys. 4).

W efekcie deformacji terenu konstrukcja budynku podlega oddziaływaniom, które przekazywane z podłoża na obiekt powodują powstanie dodatkowych sił wewnętrznych. Sumowanie się tych sił i istniejących sił wewnętrznych w konstrukcji powoduje powstanie uszkodzeń w jej elementach.

Podstawowe wielkości opisujące stan uszkodzenia budynku to:

- rozwarłość rysy lub spękania, jakie wystąpiły w konstrukcji ścian i stropów,
- odkształcenie postaciowe konstrukcji oraz możliwy efekt oddziaływań: wychylenie konstrukcji od pionu.

W prowadzonych badaniach rozwarłości rys i pęknięć charakteryzowano według systematyki wynikającej z uciążliwości użytkownika [8, 12]:

- rysa „drobna”  $a_w \leq 1 \text{ mm}$ ,
- rysa „istotna”  $1 < a_w \leq 3 \text{ mm}$ ,
- rysa „poważna”  $3 < a_w \leq 8 \text{ mm}$ ,
- rysa „duża”  $a_w > 8 \text{ mm}$ ,
- pęknięcia o rozwarościach:  $a_w \leq 1 \text{ mm}$ ,  $1 < a_w \leq 3 \text{ mm}$ ,  $a_w > 3 \text{ mm}$ .

## 5. Podsumowanie

- Doboru czynników w badaniach wpływu eksploatacji górniczej na stan techniczny budynków dokonano przy założeniu, że stan budynku zależy od ich wzajemnej korelacji. Czynniki te są związane z geometrią bryły budynku, posadowieniem, sztywnością konstrukcji, wykonanymi zabezpieczeniami konstrukcji na wpływ eksploatacji górniczej oraz aktualnym stanem uszkodzenia budynku.

- Z uwagi na rodzaj analizowanych konstrukcji oraz charakter ujawniających się oddziaływań górniczych, jako decydujący o stanie uszkodzenia uznano wpływ poziomych deformacji terenu.

- Za podstawę oceny skutków eksploatacji górniczej w konstrukcji budynku uznano maksymalną rozwartość pojedynczej rysy lub pęknięcia.

- Analiza związków zachodzących pomiędzy czynnikami badawczymi stanowi podstawę do sprecyzowania kryteriów praktycznej oceny zaistniałych lub możliwych do wystąpienia uszkodzeń konstrukcji budynków na terenach górniczych.

## Bibliografia

- [1] Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r.
- [2] Srokowski W.: Studia nad metodą określania stopnia zużycia technicznego budynków mieszkalnych. Wydawnictwo IGM, Warszawa 1971
- [3] Ściślewski Z.: Zasady projektowania budynków z uwzględnieniem trwałości. ITB, seria: Prace Naukowe Instytutu Techniki Budowlanej – Studia, Warszawa 1994
- [4] Metody zapobiegania degradacji technicznej budynków na terenach eksploatacji górniczej. Praca badawcza (zbiorowa) nr OG-6, ITB Oddział Gliwice, 1994, maszynopis, biblioteka ITB
- [5] Murzewski J.: Bezpieczeństwo konstrukcji budowlanych. Arkady, Warszawa 1970
- [6] Kawulok M.: Ocena właściwości użytkowych budynków z uwagi na oddziaływania górnicze. ITB, seria: Prace Naukowe Instytutu Techniki Budowlanej – Rozprawy, Warszawa 2000
- [7] Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Praca zbiorowa, red. J. Kwiatek. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice 1997
- [8] Kwiatek J.: Obiekty budowlane na terenach górniczych. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice 2002
- [9] Wodyński A., Firek K., Kocot W.: Wpływ czynników budowlanych i górniczych na trwałość tradycyjnej zabudowy mieszkalnej LGOM. Mat. II Konf. Nauk.-Techn. „Problemy projektowania i ochrony obiektów budowlanych na terenach górniczych”. Rudy Raciborskie 2004
- [10] Metoda oceny odporności istniejących budynków o konstrukcji tradycyjnej na wpływy eksploatacji górniczej. Praca badawcza (zbiorowa) nr OP-3, ITB Oddział Gliwice, 1989, maszynopis, biblioteka ITB
- [11] PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów
- [12] Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych. Instrukcja Głównego Instytutu Górnictwa nr 12. Katowice 2000

## FACTORS OF TECHNICAL CONDITION ASSESSMENT IN TESTS OF MINING EXPLOITATION INFLUENCE ON THE BUILDING STRUCTURE

### Summary

Mining exploitation is the reason of area deformations on the ground level. The main effect of these changes is demaging the structural building elements, causing temporary or permanent deterioration of their technical condition. In paper, the factors affecting the technical condition of building are presented. These factors were taken into consideration in research works concerning the influence of mining exploitation on the condition of structure of apartment buildings. Tests were based on the observation of traditional buildings (brick walls) in the natural scale. Working out of model for assessment of damages of building structure affected by mining exploitation actions was the aim of conducted tests.

*Praca wpłynęła do Redakcji 26 VI 2006*