

Zasady oceny odporności budynków na ciągłe deformacje terenu

Rules for evaluation of buildings resistance to continuous deformation area



*Dr inż. Wiesław Mika**



*Mgr inż. Leszek Chomacki***



*Dr inż. Leszek Słowik***

Treść: Ocena możliwości i warunków przeprowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej wymaga wcześniejszego określenia odporności obiektów zabudowy powierzchni nad planowanym polem eksploatacji górniczej. Artykuł dotyczy zasad oceny odporności istniejących budynków na ciągłe deformacje terenu. Omówiono kryteria oceny odporności budynków, stosowane metody oceny oraz ich wady i zalety. Doświadczenia z eksploatacji górniczej pod terenami zabudowanymi i zastrzeżenia dotyczące kryteriów jej dopuszczania wskazują na potrzebę zmiany stosowanych zasad oceny odporności budynków, a w szczególności na potrzebę wprowadzenia obligatoryjnych wymagań dotyczących doboru odpowiednich metod oceny odporności dla poszczególnych typów budynków, wykonywania ocen odporności wraz z podaniem niezbędnych prac i działań profilaktycznych, weryfikacji ocen odporności wykonywanych metodami przybliżonymi oraz kwalifikacji osób wykonujących inwentaryzację i oceny odporności. W artykule przedstawiono propozycje zasad oceny odporności budynków, które uwzględniają te potrzeby.

Abstract: Evaluation of the possibilities and conditions for carrying out underground mining exploitation requires a prior determination of the surface objects resistance over the planned field of mining exploitation. This paper concerns the evaluation rules for the resistance of existing buildings to continuous deformations of the area. We discuss the criteria for assessing the buildings resistance, implemented evaluation methods and their advantages and disadvantages. The experience of mining exploitation in built-up areas and reservations about the criteria for its approval indicate the need for changes in the current principles of buildings resistance assessment in particular the need to introduce mandatory requirements relating to the selection of appropriate resistance evaluation methods for various types of buildings, carry out resistance evaluation together with the necessary work and preventive activities, the verification of resistance evaluation made by approximate methods and qualifications of the personnel. The paper presents proposals for rules of buildings resistance assessment which include those needs.

Słowa kluczowe:

eksploatacja górnicza, uszkodzenia budynków, budownictwo na terenach górniczych, szkody górnicze, ocena odporności, bezpieczeństwo

Key words:

mining exploitation, damages of buildings, buildings on mining areas, mining damages, resistance evaluation, safety

1. Wprowadzenie

Zgodnie z obowiązującymi wymaganiami prawnymi ([Rozporządzenie ... 2012](#)) przed podjęciem podziemnej eksploatacji górniczej należy zinwentaryzować obiekty budowlane zabudowy powierzchni i ocenić ich odporność na wpływy eksploatacji. Na podstawie dokonanych ocen określa się zakres niezbędnych prac i działań profilaktycznych, które mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa użytkowania obiektów i zminimalizowanie skutków eksploatacji.

Przez odporność obiektu budowlanego na wpływ ciągłych deformacji terenu ([Kwiatk 2002](#)) rozumie się, wyrażoną we właściwych dla rozpatrywanego przypadku wskaźnikach

deformacji powierzchni (np. poziome odkształcenie, krzywizna, nachylenie), zdolność obiektu do przejęcia wpływu eksploatacji przy zachowaniu bezpiecznego użytkowania obiektu zgodnie z przeznaczeniem i wystąpieniu co najwyżej małej uciążliwości użytkowania. Odporność obiektów budowlanych określa się także w kategoriach odporności ([Przybyła, Świądrowski 1968](#)), które oznacza się cyframi arabskimi. Wartości kryterialne wskaźników deformacji charakteryzujących poszczególne kategorie odporności obiektów i kategorie terenu górniczego są jednakowe, co ułatwia analizę zagrożenia obiektów prognozowanymi deformacjami terenu.

Na terenach górniczych dominującą część zabudowy powierzchni stanowią różnego typu budynki, które są narażone głównie na deformacje terenu o charakterze ciągłym. W praktyce przy ocenie możliwości przejęcia przez budynki prognozowanych deformacji podłoża gruntowego operuje

*) Główny Instytut Górnictwa, Katowice

**) Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

się jedynie kategoriami ich odporności i kategoriami terenu górniczego. W planie ruchu zakładu górniczego (Wytyczne 2013) przedsiębiorca jest zobowiązany do przedstawienia planowanych prac i działań z zakresu profilaktyki budowlanej dla budynków wymagających szczególnej ochrony, budynków odporności niższej o co najmniej dwie kategorie od kategorii terenu górniczego, a także dla budynków o prognozowanym wychyleniu od pionu równym lub większym od 25 mm/m.

Od czasu awarii czterech ciągów zabudowy mieszkalnej w Bytomiu – Karbiu (Kawulok i in. 2013, Kowalski i in. 2012, Słowik, Parkasiewicz 2012) stosowane kryteria dopuszczania eksploatacji górnicznej pod terenami zabudowanymi są coraz częściej krytykowane (Kawulok 2015, Mika 2012, Mika, Kaszowska 2015). Zastrzeżenia budzi przede wszystkim wiarygodność ocen odporności budynków wykonywanych metodami przybliżonymi, a w szczególności metodą punktową, a także ocena możliwości i warunków eksploatacji górnicznej na podstawie porównania kategorii odporności i kategorii prognozowanych deformacji terenu.

2. Kryteria oceny odporności budynków

Zgodnie z obowiązującymi zasadami oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górnicznej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych (Instrukcja 2000), ocena odporności istniejących budynków na ciągłe deformacje powierzchni polega na określeniu dopuszczalnych wartości krzywizny K i odkształceń poziomych ε terenu, przy zachowaniu bezpieczeństwa budynków, powodujących małą uciążliwość ich użytkowania (tab. 1), z uwagi na rozwartość rys d , wychylenie budynku od pionu T_b i odkształcenie postaciowe konstrukcji γ_k .

Odporność budynków na wpływy eksploatacji górnicznej ocenia się na podstawie wyników prac diagnostycznych, przeprowadzonych w ramach inwentaryzacji zabudowy powierzchni lub jej aktualizacji, które mają na celu określenie zastosowanych w budynkach rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych, cech podłoża gruntowego, aktualnego stanu technicznego oraz przeznaczenia użytkowego zgodnie z obowiązującymi zasadami oceny odporności (Instrukcja 2000):

1. W przypadku gdy o wpływie deformacji terenu na budynek decyduje głównie krzywizna powierzchni lub jej poziome odkształcenie, odporność obiektu może być określona dopuszczalnymi wartościami jednego z tych wskaźników.
2. Odporność budynków zaprojektowanych i zrealizowanych przy uwzględnieniu oddziaływań górnicznych jest odpornością wynikającą z wartości krzywizn K i poziomych odkształceń ε , przyjętych w projektach oraz zależy od prawidłowości wykonanych zabezpieczeń konstrukcyjnych, aktualnego stanu technicznego budynków i wpływów na niedokonanej eksploatacji górnicznej.
3. Odporność budynków wielosegmentowych lub ciągu budynków zabudowy zwartej, rozdzielonych pionowymi

szczelinami dylatacyjnymi, należy określać odrębnie dla poszczególnych segmentów lub budynków, przy uwzględnieniu szerokości i stanu szczelin, wyróżniając odporność tych budynków w zależności od znaku spodziewanych odkształceń i krzywizn.

Odporność budynków na deformacje terenu można oceniać metodami przybliżonymi i na podstawie ocen indywidualnych (Instrukcja 2000). Do metod przybliżonych należą: metoda punktowa (Przybyła, Świądrowski 1968), metoda skali odporności i metoda parametryczna (Kwiatek i in. 1997), natomiast do metod indywidualnych: metoda oceny na podstawie procedury diagnostycznej (Instrukcja 2003, Kawulok 2007a, 2007b) i metoda ekspercka (Kawulok 2015).

Metody przybliżone zostały opracowane dla budynków o ścianowej, murowanej konstrukcji nośnej, które stanowią dominującą część zabudowy terenów górnicznych. Metody indywidualne mają charakter uniwersalny i mogą być wykorzystane do oceny odporności różnych typów obiektów budowlanych. Z metod przybliżonych w praktyce stosowana jest obecnie najczęściej metoda punktowa, a w szczególności zmodyfikowana metoda punktowa (Kwiatek i in. 1997).

3. Stosowane metody oceny odporności budynków

3.1. Metoda punktowa

Metoda punktowa została opracowana (Przybyła, Świądrowski 1968) przy założeniu, że podstawowe znaczenie we współdziałaniu budynku z deformującym się podłożem gruntowym mają jego odkształcenia poziome. Jest to metoda szacunkowa, przeznaczona do oceny budynków w skali masowej i polega na punktacji wyodrębnionych cech budynku i jego podłoża gruntowego w oparciu o arbitralnie przyjętą skalę punktową. Obecnie powszechnie stosowana jest zmodyfikowana metoda punktowa, wersja metody punktowej przedstawiona w pracy (Kwiatek i in. 1997). Zmodyfikowana metoda punktowa, podobnie jak wcześniejsze wersje tej metody, polega na przypisaniu odpowiedniej liczby punktów każdej z siedmiu cech budynku i jego podłoża gruntowego, wyszczególnionych w tab. 2. Dodatkowa skala punktów, przedstawiona w tab. 3, pozwala na uwzględnienie w ocenie odporności budynku jego przeznaczenia użytkowego oraz specyfiki wykończenia i wyposażenia. Zakwalifikowanie budynku do odpowiedniej kategorii odporności zależy od sumarycznej liczby przyznanych punktów w zależności od punktacji przedstawionej w tab. kwalifikacyjnej 4.

3.2. Procedura diagnostyczna

Ocena odporności budynków na podstawie procedury diagnostycznej wiąże się z obliczeniową analizą zdolności ich konstrukcji do przejścia prognozowanych wpływów górnicznych (Instrukcja 2003, Kawulok 2007a). W zakresie sprawdzenia konstrukcji, zasadniczymi kryteriami określa-

Tabela 1. Wartości parametrów określające stopnie uciążliwości użytkowania budynków z uwagi na wpływ ciągłych deformacji powierzchni (Instrukcja 2000)

Table 1. The values of the parameters defining the degrees of buildings use inconvenience due to the impact of continuous surface deformation (Instrukcja 2000)

Skutki w budynku	Stopień uciążliwości			
	nieodczuwalny	mały	średni	duży
T_b , mm/m	$T_b \leq 10$	$10 < T_b \leq 15$	$15 < T_b \leq 20$	$T_b > 20$
d , mm (w ścianach kondygnacji nadziemnych)	$d \leq 1$	$1 < d \leq 3$	$3 < d \leq 8$	$d > 8$
$\gamma_k \cdot 10^{-3}$	$\gamma_k < 1$	$1 < \gamma_k \leq 2$	$2 < \gamma_k \leq 3$	$\gamma_k > 3$

Tabela 2. Zmodyfikowana metoda punktowa - wykaz punktów przypisanych cechom budynków (Kwiatkiewicz i in. 1997)
Table 2. Modified point method - a list of points assigned to the buildings features (Kwiatkiewicz et al. 1997)

Lp.	Cecha budynku	Określenie cechy	Liczba punktów
1.	Długość budynku, m	do 10 do 15 do 20 do 30 do 50 do 100	2 4 7 15 25 50
2.	Kształt bryły budynku	rzut prosty, bryła zwarta rzut prosty, bryła wydłużona rzut słabo rozczłonkowany, bryła zwarta rzut słabo rozczłonkowany, bryła wydłużona rzut silnie rozczłonkowany, bryła zwarta rzut silnie rozczłonkowany, bryła wydłużona	0 2 4 6 8 10
3.	Posadowienie budynku	na stałym poziomie zmienny poziom posadowienia posadowienie z niepodpiwniczoną bramą przejazdową	0 5 8
4.	Podłoże budynku	grunty nieskaliste z wyjątkiem gruntów kamienistych grunty nasypowe posadowienie na warstwie amortyzacyjnej grunty nieskaliste kamieniste i grunty skaliste z wyjątkiem skały litej i słabo spękanej	0 4 6 10
5.	Konstrukcja budynku	a. Fundamenty: żelbetowe betonowe murowane z cegiel kamienne b. Ściany piwnic: betonowe murowane z cegły, bloczków lub pustaków betonowych murowane z kamienia, pustaków żelbetowych lub PGS c. Strop najniższej kondygnacji: żelbetowy, Akermana, DMS, DZ z wieńcami żelbetowymi betonowy lub żelbetowy płaski na dźwigarach stalowych, Kleina strop odcinkowy na dźwigarach stalowych przy $f/L > 1/10$ strop odcinkowy na dźwigarach stalowych przy $f/L < 1/10$ drewniany belkowy sklepienia bez ściągów przy $f/L > 1/5$ sklepienia bez ściągów przy $f/L < 1/5$ d. Nadproża: belkowe ceglane płaskie łukowe przy $f/L > 1/5$ łukowe przy $f/L < 1/5$ e. Inne elementy konstrukcyjne: łuki w ścianach konstrukcyjnych o rozpiętości $L > 1,5m$ (bez ściągów) przy $f/L > 1/5$ łuki w ścianach konstrukcyjnych o rozpiętości $L > 1,5m$ (bez ściągów) przy $f/L < 1/5$ zróżnicowana wysokość budynku zróżnicowany poziom stropów	0 2 3 4 0 1 3 0 1 2 4 3 4 8 0 2 3 5 4 8 2 3
6.	Istniejące zabezpieczenia na wpływy górnicze	budynek zabezpieczony w poziomie fundamentów i wszystkich stropów budynek zabezpieczony w poziomie fundamentów i niektórych stropów budynek zabezpieczony w poziomie wszystkich stropów budynek zabezpieczony w poziomie niektórych stropów zabezpieczenie fragmentaryczne brak zabezpieczenia	0 2 8 10 12 15
7.	Stan techniczny budynku	a. Zużycie naturalne: dobry zadawalający średni nieodpowiedni zły b. Uszkodzenia konstrukcji: brak uszkodzeń zarysowania o rozwarości do 1 mm pęknięcia o rozwarciu do 5 mm pęknięcia o rozwarciu do 15 mm lub wychylenie od pionu < 25 mm/m pęknięcia o rozwarciu do 15 mm z przemieszczeniem lub wychylenie od pionu > 25 mm/m	0 1 2 3 5 0 2 5 8 12

Tabela 3. Zmodyfikowana metoda punktowa - tabela uzupełniająca (Kwiatek i in. 1997)**Table 3. Modified point - supplementary table (Kwiatek et. al. 1997)**

Czynniki uzupełniające punktację	Liczba punktów
a) ustaloną według tabeli 1 liczbę punktów na podstawie cech 1÷7 należy zmniejszyć dla: – budynków nieprzeznaczonych na stały pobyt ludzi, nieogrzewanych (np. komórki, chlewy, stodoły), – budynków przeznaczonych na czasowy pobyt ludzi (warsztaty, magazyny, garaże),	12 6
b) ustaloną według tabeli 1 liczbę punktów na podstawie cech 1÷7 należy zwiększyć dla: – budynków użyteczności publicznej przeznaczonych na stały lub czasowy pobyt dużych grup dzieci, młodzieży, osób niepełnosprawnych lub chorych, – budynków o wrażliwym na wpływy eksploatacji wykończeniu lub wyposażeniu.	12 6

Tabela 4. Zmodyfikowana metoda punktowa - tabela kwalifikacyjna metody (Kwiatek i in. 1997)**Table 4. Modified point - qualifying table (Kwiatek et. al. 1997)**

Suma punktów n	ε^p , mm	Kategoria odporności budynku
≤ 20	7,0 ÷ 9,0	4
21 – 23	6,0	3
24 – 29	5,0	
30 – 33	4,0	
34 – 36	3,0	2
37 – 43	2,5	
44 – 46	2,0	
47 – 49	1,5	1
50 – 56	1,0	
57 – 59	0,5	
≥ 60	$\leq 0,3$	0

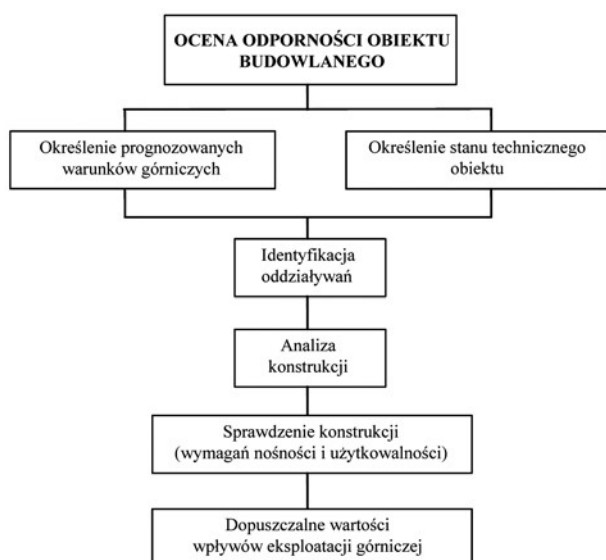
jącymi odporność budynku na wpływy górnicze są kryteria nośności i użyteczności. Ocena odporności w ramach pełnej procedury diagnostycznej obejmuje ocenę konstrukcyjnej odporności obiektów, powiązaną z wymaganiami użytkowymi, a następnie wybór sposobu profilaktyki budowlanej dla obiektów uznanych za nieodporne. Ocena odporności w ramach uproszczonej procedury diagnostycznej, dostosowanej do stosowanej klasyfikacji odporności obiektów budowlanych na wpływy eksploatacji górniczej (Instrukcja 2000), polega na określeniu dopuszczalnych wartości wskaźników

deformacji, które pozwolą na zapewnienie bezpiecznego użytkowania obiektu, przy założonej dopuszczalnej uciążliwości jego użytkowania. Schemat oceny odporności z uwzględnieniem procedury diagnostycznej przedstawia rys. 1.

3.3. Metoda ekspercka

Metoda ekspercka została opracowana w Instytucie Techniki Budowlanej (Kawulok 2015) i jest uzupełnieniem wcześniej stosowanego osądu eksperta (Kawulok 2007a, 2007b) o elementy profilaktyki budowlanej. Metoda ta zakłada ocenę zdolności obiektu do przejęcia wpływów eksploatacji górniczej przez eksperta budowlanego bez wyznaczania dopuszczalnych wartości wskaźników deformacji lub kategorii odporności. Ocena polega na stwierdzeniu, czy obiekt jest wystarczająco odporny aby przenieść prognozowane deformacje terenu. W sytuacji, kiedy w budynku występują uszkodzenia, które na skutek prognozowanych wpływów górniczych, mogłyby ulec intensyfikacji, zagrażającej bezpieczeństwu użytkowania budynku, ekspert zaleca niezbędne działania budowlane. Realizacja zaleconych prac odbywa się przed ujawnieniem wpływów górniczych w rejonie budynku, a wskazane prace budowlane mają na celu zachowanie bezpieczeństwa użytkowania budynku w trakcie ujawniania wpływów prowadzonej eksploatacji. Istotne jest również wskazanie przez eksperta sposobu weryfikacji dokonanej oceny. Schemat postępowania prowadzącego do oceny wpływu eksploatacji górniczej na obiekty i jej weryfikacji przedstawiony został na rys. 2.

Do przeprowadzenia oceny odporności budynku niezbędne są podstawowe dane dotyczące geometrii i parametrów jego konstrukcji, prognozowane deformacje podłoża i wizja lokalna, na podstawie której określa się stan uszkodzeń elementów konstrukcyjnych i elementów drugorzędnych. W metodzie eksperckiej wyróżnia się cztery grupy uszkodzeń:

**Rys. 1. Ocena odporności z uwzględnieniem procedury diagnostycznej (Kawulok 2007a)****Fig. 1. Evaluation of resistance with regard to the diagnostic procedure (Kawulok 2007a)**

- Grupa 1 – są to obiekty, w których nie stwierdzono występowania istotniejszych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym, niektóre z tych obiektów mogły w ostatnim okresie czasu być poddane pracom remontowym. Możliwe jest natomiast występowanie w nich uszkodzeń o charakterze nieznacznych zarysowań tynków ścian i stropów.
- Grupa 2 – dotyczy obiektów, w których występują nieznaczne uszkodzenia elementów konstrukcyjnych lub intensywniejsze uszkodzenia w elementach konstrukcji o znaczeniu drugorzędym oraz w elementach wykończeniowych, takie jak: zarysowanie lub/i lokalne odspojenia podsufitek stropowych, okrojenia tynków stropów i ścian, zarysowania tynków ścian elewacyjnych i ścian wewnętrznych.
- Grupa 3 – są to obiekty, w których stwierdzono występowanie uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych, których rozmiar i lokalizacja w przypadku oddziaływania dalszych wpływów deformacji terenu mogą doprowadzić do lokalnej utraty nośności lub stateczności elementów konstrukcji.
- Grupa 4 – obejmuje obiekty w konstrukcji, w których już obecnie stwierdzono występowanie uszkodzeń zagrażających lokalnej nośności lub stateczności jej elementów, a w niektórych z nich podjęto już doraźne prace zabezpieczające, lub obiekty w których występuje duże naturalne zużycie elementów konstrukcyjnych, przejawiające się rozległą i zaawansowaną erozją murów lub zbrojenia i betonu.

Na podstawie zebranych danych analizowany obiekt budowlany jest klasyfikowany do jednej z poniższych kategorii:

- A. odporny w stanie istniejącym, niewymagający żadnych prac profilaktycznych lub naprawczych,

- B. wymagający prac profilaktyczno-wzmacniających, które pozwolą na przystosowanie konstrukcji do projektowanych oddziaływań górniczych lub prac naprawczych, które polegają na usunięciu istniejących uszkodzeń, w celu ograniczenia czy nawet wyeliminowania możliwości dalszej ich intensyfikacji,
- C. przeznaczony do likwidacji.

Do kategorii A kwalifikują się najczęściej obiekty o uszkodzeniach grupy 1 i 2, do kategorii B najczęściej obiekty o uszkodzeniach grupy 3 i 4, natomiast do kategorii C najczęściej obiekty, które z uwagi na stan techniczny względnie użytkowy należy przeznaczyć do wyburzenia (Kawulok 2015). Powyższy podział uzależniony jest od prognozowanych warunków górniczych. Ocena odporności obiektów metodą ekspercką kończy się:

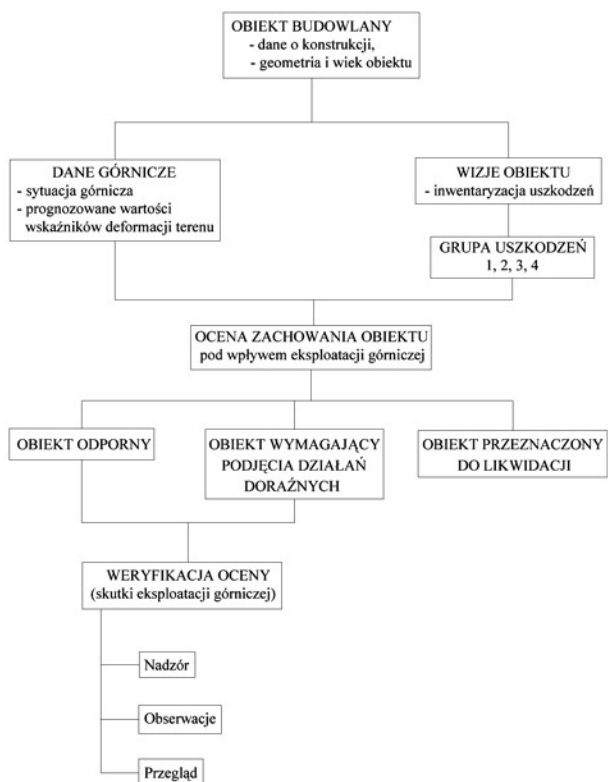
- wskazaniem konieczności wykonania doraźnych prac (D) profilaktyczno-wzmacniających, które pozwolą na przystosowanie konstrukcji do przyszłych oddziaływań górniczych, względnie naprawczych, polegających na wykazie uszkodzeń, które należy usunąć jeszcze przed wystąpieniem wpływów,
- określeniem sposobu weryfikacji dokonanej oceny, przez wskazanie potrzeby prowadzenia nadzoru (N) lub obserwacji (O) zachowania się obiektu, względnie wykonania przeglądu (P) obiektu po ujawnieniu się wpływów.

4. Wady i zalety stosowanych metod oceny odporności

Plany ruchu zakładów górniczych opracowywane są z reguły na okresy 3-letnie, w których wpływami planowanych eksploatacji górniczych objęte są zazwyczaj rozległe fragmenty terenu górniczego. Bardzo duża liczba obiektów poddawanych ocenie odporności wymusza stosowanie metod przybliżonych, mało pracochłonnych i szybkich w realizacji. Największą zaletą najczęściej stosowanej metody punktowej, w tym także zmodyfikowanej metody punktowej, jest jej prostota. Do wad zaliczyć należy:

- szacunkowy charakter dokonywanych ocen odporności,
- brak możliwości uwzględnienia w ocenie odporności budynku nietypowych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych,
- przyjmowanie jednakowych warunków gruntowych posadowienia budynku bez ich właściwego rozpoznania,
- zbyt duży udział w ocenie odporności przeznaczenia użytkowego budynku,
- nieuwzględnianie przy ocenie prognozowanych wpływów górniczych,
- przyjęte założenie, że podstawowe znaczenie we współdziałaniu budynku z deformującym się podłożem mają jedynie jego odkształcenia poziome, bez wyróżniania odkształceń rozluźniających i zagęszczających.

Z przeprowadzonych badań (Mika 2011, Mika 2012) wynika, że zmodyfikowana metoda punktowa w przypadku prawidłowego stosowania dobrze spełnia swoje zadanie i jest zadowalająco dokładna w stosunku do potrzeb. W praktyce, oceny odporności budynków metodą punktową są jednak często wykonywane przez osoby bez odpowiedniej wiedzy budowlanej i zawierają liczne błędy. Metoda ta była także wielokrotnie wykorzystywana do oceny odporności budynków nieobjętych zakresem jej stosowania, tj. budynków, w których występuje zagrożenie bezpieczeństwa użytkowania lub budynków, które posiadają doraźne zabezpieczenia istniejących, dużych uszkodzeń. Znane są także przypadki ocen odporności metodą punktową budynków o konstrukcji szkieletowej lub nawet wiaduktów, kominów i placów parkingowych.



Rys. 2. Ogólny schemat postępowania w metodzie eksperckiej (Kawulok 2015)

Fig. 2. General procedure in the expert method (Kawulok 2015)

Wiarygodność ocen dokonywanych metodami przybliżonymi w dużym stopniu zależy od kompetencji i rzetelności wykonawców. Podstawowym mankamentem tych metod jest brak gwarancji zachowania stanu granicznego nośności. Istotną wadą jest także brak możliwości określenia uszkodzeń, jakie mogą wystąpić w ocenianych budynkach w wyniku ujawnienia się prognozowanych deformacji podłoża (Kawulok 2007a, 2007b, Kwiatek 2002).

Najskuteczniejszą metodą oceny odporności budynków na ciągle deformacje terenu jest ocena na podstawie procedury diagnostycznej. Rozwój technik obliczeniowych powoduje, że analiza statyczno-wytrzymałościowa konstrukcji obiektów budowlanych jest coraz łatwiejsza do wykonania, lecz niestety dostępne narzędzia obliczeniowe o charakterze inżynierskim nie pozwalają w prostej procedurze zdefiniować stan uszkodzeń i wyłączenia konstrukcji. Metoda ta jest także pracochłonna i kosztowna.

Wiarygodność ocen odporności budynków metodą ekspercką wynika z wiedzy i doświadczenia eksperta. Metoda ta, oprócz oceny zdolności budynku do przejścia prognozowanych deformacji podłoża, obejmuje także określenie niezbędnych prac i działań profilaktycznych przed podjęciem eksploatacji i w czasie jej prowadzenia. Metoda ekspercka okazała się bardzo przydatna podczas eksploatacji górniczej prowadzonej w rejonie starej zabudowy miast: Bytom (Chomacki, Słowik 2015), Piekary Śląskie i Ruda Śląska. Jej zastosowanie prawdopodobnie pozwoliło na uniknięcie szeregu zagrożeń konstrukcji czy nawet stanów awaryjnych, przykładowo w budynkach położonych w Bytomiu-Karbiu przy ul. Raclawickiej i Krańcowej (Chomacki, Parkasiewicz 2015). Zakres stosowania metody eksperckiej jest obecnie ograniczony. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa przed podjęciem eksploatacji górniczej jest wymagane określenie kategorii odporności obiektów zabudowy powierzchni. Metoda ekspercka nie spełnia tego wymagania i do czasu zmiany obowiązujących przepisów może być stosowana jedynie do weryfikacji wyników dokonanej klasyfikacji odporności.

5. Propozycje dotyczące zasad oceny odporności budynków

Doświadczenia z eksploatacji górniczej pod terenami zabudowanymi (Chomacki, Parkasiewicz 2015, Kawulok i in. 2013, Kowalski i in. 2012, Mika 2012, Mika 2015) i zastrzeżenia dotyczące kryteriów jej dopuszczania (Mika, Kaszowska 2015) wskazują na potrzebę zmiany stosowanych zasad oceny odporności budynków na ciągle deformacje terenu, a w szczególności na potrzebę wprowadzenia obligatoryjnych wymagań dotyczących:

- doboru odpowiednich metod oceny odporności poszczególnych typów budynków,
- wykonywania ocen odporności budynków wraz z podaniem sposobu i zakresu niezbędnych prac i działań o charakterze profilaktyki budowlanej,
- weryfikacji ocen odporności budynków wykonywanych metodami przybliżonymi przy uwzględnieniu prognozowanych deformacji podłoża gruntowego,
- kwalifikacji osób wykonujących inwentaryzację i oceny odporności.

Propozycje dotyczące doboru właściwych metod oceny odporności statycznej obiektów budowlanych zostały już przedstawione w pracach (Kawulok, Selańska-Herbich 1999, Kawulok 2007a, 2007b), gdzie w zabudowie kubaturowej terenów górniczych wyróżniono 4 grupy obiektów:

A. Budynki o ścianowym układzie nośnym, w tym głównie budynki mieszkalne i użyteczności publicznej.

B. Pozostałe budynki o sztywnym schemacie konstrukcyjnym, o innych rozwiązaniach układu nośnego (np. budynki o konstrukcji szkieletowej), budynki o różnym przeznaczeniu, w tym budynki mieszkalne i użyteczności publicznej.

C. Obiekty przemysłowe typu halowego, obiekty magazynowe oraz obiekty o innym przeznaczeniu, które pod względem konstrukcyjnym nie odpowiadają grupom A) i B).

D. Obiekty inżynierskie oraz obiekty o specjalnej konstrukcji lub przeznaczeniu, np. obiekty sakralne, względnie wymagające szczególnej ochrony np. obiekty zabytkowe.

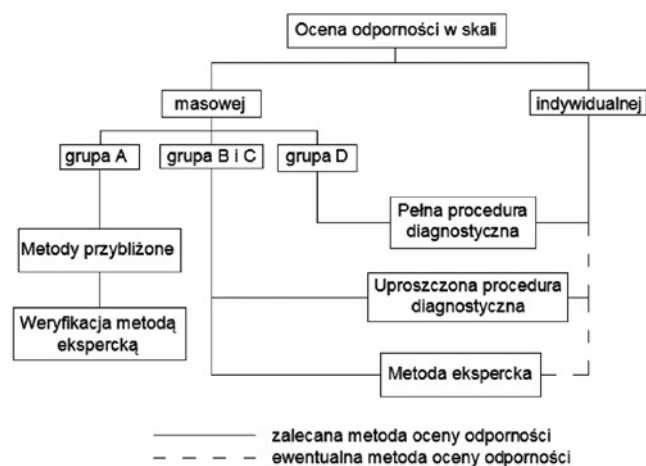
Ocenia się, że optymalnym rozwiązaniem byłoby przyjęcie jako obligatoryjnych wymagań dotyczących zasad oceny obiektów budowlanych zaproponowanych przez M. Kawuloka (Kawulok 2007b), które po skorygowaniu o wyżej przedstawione, dodatkowe propozycje w tym zakresie przedstawiają się następująco:

- ocena odporności budynków oprócz wyznaczenia wartości lub kategorii dopuszczalnych deformacji podłoża gruntowego powinny obejmować określenie niezbędnych prac i działań profilaktycznych przed podjęciem eksploatacji i w czasie ujawniania jej wpływów,
- ocena odporności budynku powinna obejmować ocenę odporności konstrukcji wraz z oceną wpływu planowanej eksploatacji na warunki użytkowania budynku, w tym jego wychylenie od pionu,
- ocena odporności pojedynczych budynków, niezależnie od ich rodzaju i konstrukcji, powinna być każdorazowo wykonywana na podstawie pełnej procedury diagnostycznej, a jedynie w uzasadnionych przypadkach na podstawie uproszczonej procedury diagnostycznej lub metody eksperckiej,
- przy ocenie odporności budynków w skali masowej:
 - metody przybliżone mogą mieć zastosowanie tylko do budynków grupy A,
 - odporność budynków grup B i C powinna być określana na podstawie uproszczonej procedury diagnostycznej lub metodą ekspercką,
 - odporność budynków grupy D powinna być każdorazowo określana indywidualnie, na podstawie pełnej procedury diagnostycznej,
 - przed podjęciem planowanej eksploatacji górniczej wyniki ocen odporności dokonanych metodami przybliżonymi wymagają weryfikacji metodą ekspercką, weryfikacji powinny podlegać wszystkie budynki o kategorii odporności niższej lub równej kategorii prognozowanych deformacji terenu,
 - prace związane z inwentaryzacją i klasyfikacją odporności budynków metodami przybliżonymi powinny być wykonywane jedynie przez inżynierów lub techników budowlanych, posiadających udokumentowane doświadczenie lub przeszkolenie w zakresie budownictwa na terenach górniczych.

Propozycje w zakresie doboru odpowiednich metod oceny odporności budynków w warunkach obowiązujących przepisów prawa zostały przedstawione schematycznie na rys. 3.

6. Podsumowanie

Odpowiednio dokładna i wiarygodna ocena odporności budynków na wpływy eksploatacji górniczej ma podstawowe znaczenie dla zapewnienia skutecznej ich ochrony przed efektami eksploatacji. Doświadczenia z eksploatacji górniczej pod terenami zabudowanymi wskazują na potrzebę stosowania odpowiednich metod oceny odporności poszczególnych



Rys. 3. Proponowane metody oceny odporności budynków
Fig. 3. Proposed evaluation methods of buildings resistance

typów budynków, weryfikacji wyników ocen dokonanych metodami przybliżonymi oraz wykonywania ocen odporności budynków wraz z określeniem niezbędnych prac i działań z zakresu profilaktyki budowlanej. Przedstawione propozycje zasad oceny odporności budynków na ciągłe deformacje terenu zostały dostosowane do tych potrzeb i ich wdrożenie powinno spowodować zwiększenie dokładności i wiarygodności wykonywanych ocen.

Metoda ekspercka oceny odporności budynków sprawdziła się w praktyce i powinna zostać dopuszczona do stosowania na terenach górniczych. Ocenia się, że operowanie obok tradycyjnych kategorii odporności budynków na wpływy eksploatacji górniczej przyjętymi w metodzie eksperckiej kategoriami zdolności budynków do przejścia prognozowanych deformacji (A, B, C) nie powinno stwarzać większych problemów. Wskazane byłoby rozważenie możliwości wykonywania inwentaryzacji i tradycyjnej klasyfikacji odporności obiektów budowlanych jedynie dla potrzeb planów ruchu zakładów górniczych i aktualizację dokonanych ocen odporności metodą ekspercką przed każdą projektowaną eksploatacją górniczą, zgodnie z zaleceniami w instrukcji (Instrukcja 2000)

Literatura

- CHOMACKI L., PARKASIEWICZ B. 2015 - Analiza obliczeniowa ciągów budynków w Bytomiu – Karbiu z uwzględnieniem prognozowanych poziomych deformacji terenu górniczego. „Przegląd Górniczy” nr 3.
- CHOMACKI L., SŁOWIK L. 2015 - Wyniki nadzoru budowlanego nad budynkami w Bytomiu-Miechowicach. „Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie” nr 4.
- Instrukcja ITB nr 380/2003 - Diagnostowanie budynków zlokalizowanych na terenach górniczych. Wydawnictwo ITB, Warszawa.
- Instrukcja nr 12/2000 - Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych. Wydawnictwo GIG, Katowice.

- KAWULOK M. 2007a - Procedura postępowania w zakresie ochrony istniejących obiektów budowlanych na terenach górniczych. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 1.
- KAWULOK M. 2007b - Kryteria oceny odporności obiektów budowlanych na ciągle wpływy eksploatacji górniczej. „Prace Naukowe GIG: Górnictwo i Środowisko” nr 5 – wydanie specjalne.
- KAWULOK M. 2015 - Osąd eksperta w ochronie istniejących obiektów budowlanych na terenach górniczych. „Przegląd Górniczy” nr 3.
- KAWULOK M., CHOMACKI L., PARKASIEWICZ B., SŁOWIK L. 2013 - Wyburzenie 25 budynków mieszkalnych spowodowane intensywnymi wpływami eksploatacji górniczej. Materiały „XXVI Konferencji Naukowo-Technicznej: Awary budowlane”.
- KAWULOK M., SELAŃSKA-HERBICH K. 1999 - Sposoby oceny odporności obiektów budowlanych na wpływy deformacji terenu. Materiały konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy projektowania i ochrony obiektów budowlanych na terenach górniczych”.
- KOWALSKI A., GRUCHLIK P., KAWULOK M., SŁOWIK L. 2012 - Geologiczno-górnictwo i budowlane okoliczności dużej awarii budynków w Bytomiu-Karbiu. Materiały „IV Konferencji Naukowo-Szkoleniowej Bezpieczeństwo i Ochrona Obiektów Budowlanych na Terenach Górniczych”.
- KWIATEK J. 2002 - Obiekty budowlane na terenach górniczych. Wydawnictwo GIG, Wydanie I, Katowice.
- KWIATEK J. i INNI 1997 - Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Wydawnictwo GIG, Katowice.
- MIKA W. 2011 - Niezawodność metody punktowej oceny odporności budynków na wpływy eksploatacji górniczej. „Prace naukowe GIG: Górnictwo i Środowisko” nr 2.
- MIKA W. 2012 - Doświadczenia ze stosowania metody punktowej do oceny odporności budynków na wpływy eksploatacji górniczej. „Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych - praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Kowalskiego”. Wydawnictwo GIG, Katowice.
- MIKA W. 2015 - Doświadczenia z obserwacji skutków eksploatacji górniczej w obiektach zabudowy śródmieścia Bytomia. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 3.
- MIKA W., KASZOWSKA O. 2015 - Kryteria dopuszczania eksploatacji górniczej pod terenami zabudowanymi. „Przegląd Górniczy” nr 3.
- PROMNY M., SELAŃSKA-HERBICH K. 1991 - Sposób oceny odporności budynków murowanych na wpływy eksploatacji górniczej. „Prace ITB” nr 1-2.
- PRZYBYŁA H., ŚWIĄDROWSKI W. 1968 - Określenie kategorii odporności istniejących obiektów budownictwa powszechnego na wpływy eksploatacji górniczej. „Ochrona Terenów Górniczych” nr 6.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. Nr 75, poz. 690. Wyd. COBO-PROFIL, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 lutego 2012 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych. Dz.U. z 2012 r., Nr 0, poz. 372.
- SŁOWIK L., PARKASIEWICZ B. 2012 - Rozwój uszkodzeń konstrukcji budynków wielorodzinnych w zabudowie szeregowej, zlokalizowanych na terenie oddziaływań eksploatacji górniczej. Kwartalnik GIG „Ochrona obiektów na terenach górniczych”. Katowice, październik 2012, s. 220-228.
- Wytyczne w zakresie minimalnych wymogów treści planów ruchu podziemnych zakładów górniczych w aspekcie ochrony powierzchni. Katowice Wyższy Urząd Górniczy. 2013.

Artykuł wpłynął do redakcji – luty 2017
 Artykuł akceptowano do druku 5.03.2017