

Marian Kawulok

**Diagnozowanie budynków
zlokalizowanych
na terenach górniczych**

Poradnik

Diagnosing buildings located in mining areas
Guidance



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2021

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny	prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ
Zastępca redaktora naczelnego	dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT, prof. ITB
Sekretarz	mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA
Członkowie	dr inż. JAN BOBROWICZ
	dr inż. BARBARA FRANCKE
	mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Recenzent

dr hab. inż. JANUSZ RUSEK, prof. AGH

Redaktor prowadzący serii

mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Współautorami przykładów są mgr inż. KRYSTYNA SELAŃSKA-HERBICH (7.1–7.3) oraz dr inż. LESZEK SŁOWIK i dr inż. LESZEK CHOMACKI (7.4 i 7.5).

Opracowanie redakcyjne

dr MICHAŁ GAJOWNIK, mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA

Nowelizacja zastępuje wydanie 380/2003, którego recenzentami byli prof. dr hab. inż. JERZY KWIATEK oraz dr inż. RUDOLF MOKROSZ

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2021

ISBN 978-83-249-8604-0; 978-83-249-8607-1 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności, ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

tel.: 22 56 64 208, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Spis treści

<i>Streszczenie</i>	4
<i>Summary</i>	4
1. Wstęp	5
2. Procedury diagnostyczne.....	10
2.1. Wiadomości wstępne	10
2.2. Specyfika diagnozowania obiektów budowlanych na terenach górniczych	11
2.3. Schemat procedur diagnostycznych budynków na terenach górniczych	13
3. Dane wyjściowe do diagnostyki	18
3.1. Zakres ogólny	18
3.2. Dane do oceny wstępnej	18
3.3. Charakterystyka faktycznego stanu obiektu	19
3.4. Ocena warunków górniczych.....	28
4. Ocena oddziaływań	35
4.1. Systematyka oddziaływań.....	35
4.2. Oddziaływania górnicze	37
4.3. Siły powodowane oddziaływaniami górniczymi	39
5. Analiza konstrukcji	40
5.1. Oddziaływania górniczych deformacji terenu na obiekty budowlane	40
5.2. Analiza konstrukcji w procedurze diagnostycznej.....	43
6. Sprawdzenie konstrukcji	46
6.1. Zasady ogólne	46
6.2. Stany graniczne nośności.....	47
6.3. Stany graniczne użyteczności.....	50
7. Przykłady	55
7.1. Ocena szerokości przerw dylatacyjnych i wychyleń budynków	55
7.2. Ocena przyczyn uszkodzeń budynku	59
7.3. Sprawdzenie sztywności budynku	61
7.4. Ocena skuteczności zastosowanej profilaktyki budowlanej	64
7.5. Ocena potrzeby wzmocnienia ścian obiektu sakralnego.....	67
8. Zakończenie.....	70
Bibliografia	71

1. WSTĘP

Od wielu lat podejmowane są szerokie działania związane z utrzymaniem i modernizacją istniejących zasobów budowlanych. Dlatego też wzrosła rola i zwiększyły się potrzeby wykonywania ocen stanu technicznego budynków, dostosowanych do współczesnych wymagań bezpieczeństwa i przydatności do użytkowania.

Zagadnienie to nabiera szczególnego znaczenia na tych obszarach, gdzie – oprócz naturalnego zużycia – budynki są narażone na dodatkowe oddziaływania, głównie wynikające z działalności człowieka. Do takich obszarów w Polsce należy zaliczyć przede wszystkim tereny podlegające wpływom podziemnej eksploatacji górniczej. Budynki dawniej wzniesione nie są przystosowane do przejścia tych wpływów. Wiele czynników sprawia, że także w obiektach projektowanych i wzniesionych z uwzględnieniem oddziaływań wynikających z eksploatacji górniczej nierzadko występują uszkodzenia i awarie. Każdorazowe podejmowanie nowych, planowanych robót górniczych wymaga weryfikacji odporności zagrożonych budynków na prognozowane oddziaływania górnicze.

Coraz częściej konieczna jest ich ocena nie tylko z uwagi na bezpieczeństwo konstrukcji, ale także pod względem możliwości dalszego użytkowania, zgodnego z pierwotnym przeznaczeniem. W budynkach zlokalizowanych w obszarach działalności górniczej odpowiedzialność za szkody wywołane podziemną eksploatacją kopalin wymaga określenia przyczyn występujących uszkodzeń.

Wszystkie te zadania wiążą się z potrzebą wykonania ocen diagnostycznych budynków, w których szczególnej analizie podlegają zagadnienia wynikające z występowania oddziaływań górniczych. Oddziaływania te stanowią zasadniczy element różniący procedurę diagnostyczną na terenach górniczych od ogólnej procedury stosowanej w budownictwie. Jednak z uwagi na:

- potrzebę stosowania odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych, zapewniających bezpieczne przejście oddziaływań górniczych,
- sposób oceny oddziaływań górniczych w budynkach istniejących,
- wymagany zakres i sposób analizy konstrukcji podlegającej oddziaływaniom górniczym,
- możliwe odstępstwa od rutynowych warunków przydatności budynków do dalszego użytkowania – procedury diagnostyczne na terenach górniczych zasługują na oddzielne omówienie.

Zagadnienia te są przedmiotem niniejszej pracy i, w zasadzie, ograniczają się do tematyki lokalizacji budynków na terenach podlegających wpływom deformacji terenu górniczego, ze szczególnym uwzględnieniem deformacji ciągłych. Wyjątek

stanowią zagadnienia dotyczące oddziaływań i sprawdzenia konstrukcji, które mają charakter kompleksowego ujęcia w zakresie wpływów górniczych.

Specyfikę diagnozowania budynków podlegających wpływom eksploatacji górniczej przedstawiono w rozdziale drugim na tle ogólnych ustaleń dotyczących oceny istniejących konstrukcji. W podsumowaniu podano schemat procedury diagnostycznej. Poszczególne elementy tego schematu są przedmiotem dalszych rozdziałów pracy.

Rozdział trzeci poświęcono omówieniu zasad przygotowania danych wyjściowych do szczegółowej diagnostyki. Dotyczy to wszystkich czynności, które są związane z rejestracją danych o warunkach dotychczasowego użytkowania obiektów i ich stanie istniejącym. W rozdziale tym uwzględniono zróżnicowania wynikające z celu badań diagnostycznych, co znalazło przede wszystkim odzwierciedlenie w sposobie oceny warunków górniczych.

Na wstępie rozdziału czwartego podano ogólną systematykę możliwych oddziaływań, które należy rozważyć w procedurze diagnostycznej. Następnie szczegółowo omówiono zasady wyznaczania oddziaływań górniczych, wyróżniając ich ocenę na podstawie pomiarów lub obliczeń deformacji terenu.

Zagadnienia dotyczące analizy konstrukcji podlegającej oddziaływaniom górniczym przedstawiono w rozdziale piątym. Na podstawie ogólnego modelu oddziaływania niecki górniczej na obiekty budowlane wskazano na możliwe kombinacje składowych deformacji niecki, prowadzące do najniekorzystniejszych obciążeń konstrukcji.

W rozdziale szóstym zgodnie z PN-EN 1990 omówiono zasady sprawdzania bezpieczeństwa istniejących budynków w zakresie wymagań nośności i przydatności do użytkowania. Skupiono się zwłaszcza na możliwości stosowania złączonych warunków użytkowania budynków z uwagi na istniejące lub przewidywane skutki oddziaływań górniczych, wynikających z przejściowych stanów granicznych użytkowalności (PSGU). W tym względzie podano szczegółowe wskazówki i kryteria ilościowe.

W zakończeniu zwrócono uwagę na potrzebę sformułowania wniosków wynikających z procedury diagnostycznej. W zależności od celu tej procedury wnioski powinny określać przyczyny zaistniałych uszkodzeń obiektu lub zawierać ocenę warunków zachowania bezpieczeństwa w okresie dalszego użytkowania budynku. W ostatnim rozdziale zawarto przykłady dotyczące diagnozowania budynków.

Praca jest przeznaczona dla projektantów, rzeczoznawców i specjalistów zajmujących się problemami ochrony istniejących obiektów na terenach górniczych oraz orzekających o przyczynach uszkodzeń występujących w tych obiektach.

Ważniejsze symbole

Duże litery łacińskie

- A – oddziaływanie wyjątkowe
- A_g – wyjątkowe oddziaływanie górnicze, wywołane nieciągłymi deformacjami terenu
- A_w – wyjątkowe oddziaływanie górnicze, wywołane wstrząsami górnictwami
- C_d – graniczna wartość obliczeniowa kryterium użyteczności
- E_d – wartość obliczeniowa efektu oddziaływania
- F – siła, oddziaływanie
- G – oddziaływanie stałe
- G_k – wartość charakterystyczna oddziaływania stałego
- K – pionowa krzywizna terenu
- K – współczynnik
- L – długość budynku
- M – moment zginający
- Q – oddziaływanie zmienne
- Q_k – wartość charakterystyczna oddziaływania zmiennego
- Q_g – górnicze oddziaływanie zmienne, wywołane ciągłymi deformacjami terenu
- $Q_{g,k}$ – wartość charakterystyczna oddziaływania górniczego, wywołanego ciągłymi deformacjami terenu
- R – promień pionowej krzywizny terenu
- R_b – promień krzywizny budynku
- R_k – wartość charakterystyczna promienia pionowej krzywizny terenu
- R_d – wartość obliczeniowa nośności konstrukcji
- T – nachylenie terenu
- T_b – wychylenie budynku
- T_k – wartość charakterystyczna nachylenia terenu

Małe litery łacińskie

- a_{nom} – wartość nominalna wielkości geometrycznej
- a_f – szerokość rozwarcia rys w elementach żelbetowych
- a_w – szerokość rozwarcia rys w elementach niezbrojonych
- d – długość odcinka
- l – odcinki linii pomiarowych
- s – szerokość dylatacji
- t – czas
- r – zasięg wpływów głównych
- u – poziome przemieszczenie terenu
- u_b – poziome przemieszczenie konstrukcji lub elementu konstrukcji

- w – obniżenie terenu
- w_{max} – maksymalne obniżenie terenu
- w_b – obniżenie budynku
- x, y – współrzędne

Duże litery greckie

- Θ – graniczna wartość naprężeń stycznych pod fundamentem
- Θ_b – kąt odkształcenia postaciowego konstrukcji
- ψ_0 – współczynnik dla wartości kombinacyjnej oddziaływania zmiennego
- ψ_2 – współczynnik dla wartości prawie stałej oddziaływania zmiennego

Małe litery greckie

- ε – poziome odkształcenie terenu
- ε_k – wartość charakterystyczna odkształcenia poziomego terenu
- γ – częściowy współczynnik dla oddziaływań
- γ_s – częściowy współczynnik dla oddziaływań górniczych
- γ_Q – częściowy współczynnik dla oddziaływań zmiennych
- κ – współczynnik warunków pracy
- Δs_b – dodatkowe osiadanie budynku spowodowane wpływami eksploatacji górniczej
- Δx – długość odcinka budowli
- τ – naprężenie styczne
- σ – naprężenie normalne

Podstawowe definicje i określenia

Deformacje ciągłe powierzchni – zniekształcenie przypowierzchniowej warstwy górotworu mające postać niecki obniżeniowej, spowodowanej wpływami podziemnej eksploatacji górniczej, określone za pomocą następujących wskaźników deformacji: obniżenie w , poziome przemieszczenie u , krzywizna powierzchni K , nachylenie T i poziome odkształcenie ε .

Deformacje nieciągłe powierzchni – zniekształcenie przypowierzchniowej warstwy górotworu w postaci zapadlisk, lejów, progów, szczelin, spowodowane wpływami podziemnej eksploatacji górniczej.

Efekty oddziaływań górniczych – skutki eksploatacji górniczej w budynkach, występujące w formie deformacji i uszkodzeń elementów konstrukcyjnych oraz wykończeniowych, a także niekorzystnych oddziaływań na użytkowników.

Oddziaływania górnicze – deformacje lub drgania podłoża budowli wymuszone wpływami eksploatacji górniczej.

Oddziaływania niegórnicze – obciążenia stałe i zmienne przyjmowane do projektowania obiektu budowlanego na terenach niegórniczych.

Podłoże górnicze – podłoże budowlane podlegające wpływom eksploatacji górniczej.

Poziom właściwości użytkowych (PWU) – zespół kryteriów określających wymagania stawiane przejściowym stanom granicznym użyteczności budynków na terenach górniczych, określonych z uwzględnieniem oceny uciążliwości ich użytkowania.

Profilaktyka budowlana – zespół działań zmierzających do uzyskania wymaganej odporności obiektów budowlanych na wpływy podziemnej eksploatacji górniczej.

Profilaktyka górnicza – zespół działań i metod w zakresie projektowania i prowadzenia eksploatacji górniczej, zmierzających do zmniejszenia deformacji powierzchni oraz jej drgań, powodowanych wstrząsami górniczymi.

Przejściowe stany graniczne użyteczności (PSGU) – stany deformacji konstrukcji odpowiadające obniżonym warunkom użytkowania obiektów, dopuszczone na okres przejściowy. W odniesieniu do obiektów budowlanych na terenach górniczych stany te mogą być dopuszczone w okresie ujawniania się efektów oddziaływań górniczych.

Stany graniczne nośności (SGN) – stany wyłączenia lub deformacji konstrukcji, po przekroczeniu których następuje zniszczenie konstrukcji obiektu lub jej części.

Stany graniczne użyteczności (SGU) – stany deformacji konstrukcji, po przekroczeniu których obiekt przestaje spełniać określone wymagania użytkowe.

Teren górniczy – przestrzeń objęta szkodliwymi wpływami eksploatacji górniczej.

Wpływy eksploatacji górniczej – całokształt skutków eksploatacji górniczej na powierzchni.

2. PROCEDURY DIAGNOSTYCZNE

2.1. Wiadomości wstępne

Według normy [1] programy oceny istniejących konstrukcji powinny składać się z następujących elementów:

- określenie przedmiotu i celu oceny,
- scenariusz oceny,
- ocena wstępna,
- ocena szczegółowa:
 - zebranie i szczegółowy przegląd dokumentacji,
 - szczegółowe oględziny obiektu i badania materiałów,
 - określenie oddziaływań,
 - określenie cech konstrukcji,
 - analiza konstrukcji,
 - sprawdzenie konstrukcji,
- rezultaty oceny:
 - raport,
 - koncepcja projektu wzmocnień konstrukcji,
 - kontrola zagrożenia,
- powtórzenie procedury (jeśli potrzeba).

Scenariusz należy dostosować do dominujących oddziaływań lub procesów zachodzących w konstrukcji.

Celem oceny wstępnej jest określenie miejsc zagrożeń konstrukcji w aspekcie dalszego jej użytkowania i ewentualne podjęcie decyzji o jej doraźnym wzmocnieniu oraz wypowiedzenie się o potrzebie przeprowadzenia oceny szczegółowej.

Ocena szczegółowa kończy się sprawdzeniem konstrukcji. Na tej podstawie opracowuje się program obserwacji obiektu lub koncepcję wzmocnienia konstrukcji.

Część oceny zakończoną sprawdzeniem konstrukcji (czyli diagnozą) nazywa się diagnostyką konstrukcji.

Wyróżnia się trzy rodzaje diagnostyki obiektów budowlanych [2]:

- okresową (przegląd techniczny),
- doraźną,
- docelową.

Diagnostyka okresowa jest związana z wykonywaniem przeglądów technicznych obiektu. Diagnostyka doraźna może być wykonywana po stwierdzeniu uszkodzeń konstrukcji lub innych nieprawidłowości. Potrzebę jej wykonywania sygnali-

zuje użytkownik lub nadzór techniczny. Natomiast diagnostyka docelowa jest najczęściej związana z oceną możliwości i warunków przeprowadzenia zmian lub modernizacji obiektu.

Diagnostykę doraźną i docelową wykonuje się zazwyczaj w przypadku:

- zamierzonych zmian warunków użytkowania,
- poawaryjnych ekspertyz konstrukcji, gdy zachodzi potrzeba ustalenia przyczyn i zakresu jej zniszczenia oraz określenia sposobu naprawy i dalszych warunków użytkowania obiektu,
- planowanej modernizacji lub innych zmian w obiekcie, podczas których będą wymienione elementy konstrukcyjne lub wprowadzone nowe elementy obok istniejącego układu konstrukcyjnego,
- oceny zakresu i stopnia degradacji obiektu albo oceny jego uszkodzenia na skutek oddziaływania czynników zewnętrznych jako podstawy do opracowania projektu napraw,
- oszacowania wartości obiektu przy jego sprzedaży,
- wymagań firmy ubezpieczeniowej, właściciela, zarządcy itp.

2.2. Specyfika diagnozowania obiektów budowlanych na terenach górniczych

Na terenach górniczych należy się liczyć z potrzebą częstego wykonywania badań diagnostycznych konstrukcji budowlanych. Wynika to z powszechnie występujących uszkodzeń obiektów budowlanych pod wpływem oddziaływań górniczych.

Niezależnie od tego dopuszczenie eksploatacji górniczej pod obiektem lub grupą obiektów, zgodnie z przyjętym w praktyce postępowaniem, wymaga określenia odporności tych obiektów na przewidywane wpływy oddziaływań górniczych [3], [4].

W zależności od rodzaju obiektów oraz spodziewanego stanu ich zagrożenia ocenę odporności przeprowadza się w sposób przybliżony lub na podstawie szczegółowej, wymagającej pełnych badań diagnostycznych, analizy wpływu projektowanej eksploatacji górniczej na daną konstrukcję [5].

Zachowanie budynku w dowolnym położeniu na niecce przedstawia rysunek 1. Na skutek deformacji gruntu budynek z początkowego położenia 1-2-3-4 przemieszcza się do położenia 1'-2'-3'-4'. W procesie tym, przy traktowaniu obiektu jako sztywnej bryły, następuje pionowe obniżenie w_b i poziome przesunięcie u_b środka geometrycznego budynku S oraz obrót budynku, określony jego wychyleniem T_b z pionu. Wystąpić może także dodatkowe osiadanie Δs_b , wynikające z poziomego rozluźnienia gruntu i powodujące, że w końcu budynek przyjmie położenie 1"-2"-3"-4".

W położeniu tym można wyróżnić dwie sytuacje: wypukłe (ε^+ , R^+) lub wklęsłe (ε^- , R^-) obrzeże niecki górniczej.

Wartości przemieszczeń budynku (w_b , u_b) są znaczne i mieszczą się zazwyczaj w przedziale od kilkunastu centymetrów do kilku metrów. Znaczne wartości, wyjątkowo tylko spotykane poza terenami górniczymi, może osiągać wychylenie budyn-