

Marian KAWULOK

Institut Techniki Budowlanej, Oddział Śląski

GÓRNICZE I GEOLOGICZNO-GRUNTOWE DANE DO PROJEKTOWANIA BUDYNKÓW NA TERENACH GÓRNICZYCH

Streszczenie. W referacie omówiono wymagania dotyczące opracowania prognozy wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię, dostosowanej do potrzeb projektowania. Podano także ogólne wskazówki odnośnie do przygotowania warunków geologicznych oraz gruntowych.

MINING AND GEOLOGICAL-GROUND DATA FOR DESIGNING BUILDINGS ON MINING AREAS

Summary. The paper discusses requirements concerning working out a forecast of mining influence on the ground surface, adjusted to designing needs. General guidelines for the preparation of geological and ground conditions are also given.

1. Wstęp

Podstawą podjęcia prac związanych z projektowaniem i ochroną obiektów budowlanych na terenach górniczych jest decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, wydana przez wójta gminy lub burmistrza (prezydenta) miasta. Powinna ona zawierać opis najbardziej niekorzystnych sytuacji, w jakich może się znaleźć projektowana inwestycja z uwagi na wpływy dokonanych i planowanych robót górniczych [1], [2]. W tym celu opracowuje się prognozy wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię. Dane te wymagają uzupełnienia przez warunki geologiczne oraz gruntowe i wodne, które należy uwzględnić w projektowaniu.

Przedmiotem niniejszego referatu są wymagania dotyczące prognozy, poszerzone o warunki geologiczno-gruntowe. Referat stanowi komentarz oraz uzupełnienie do postanowień zawartych w Instrukcji ITB [3].

2. Dane górnicze

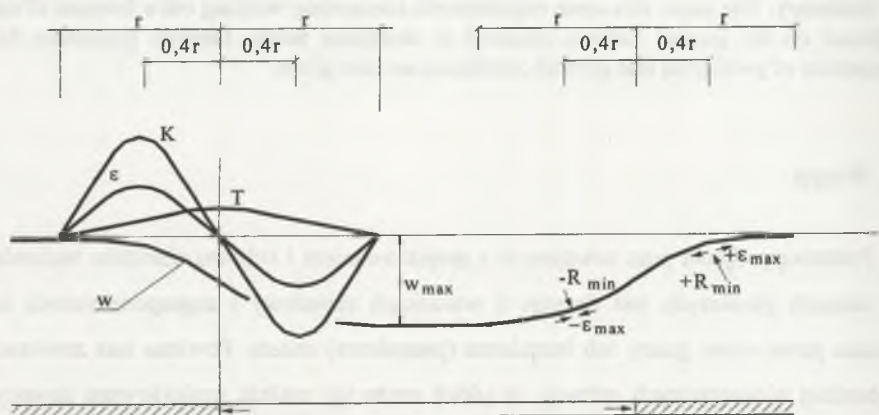
2.1. Tereny górnicze

Tereny górnicze charakteryzują się w ogólności występowaniem zagrożeń wynikających z oddziaływania:

- ciągłych deformacji terenu o charakterze niecki górniczej,
- wstrząsów podłoża powodowanych robotami górniczymi,
- nieciągłych deformacji terenu.

Najczęstszym objawem skutków podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchni są ciągle deformacje, występujące w formie obniżenia terenu, tzw. górniczych niecek obniżeniowych (rys. 1). Na powierzchni deformacje niecki opisywane są za pomocą następujących wskaźników:

- pionowego przemieszczenia (obniżenia) terenu w ,
- poziomego przemieszczenia u ,
- nachylenia T ,
- krzywizny K (lub promienia krzywizny $R = 1/K$),
- poziomych odkształceń ϵ .



Rys. 1. Ustalona niecka obniżenia (r – promień zasięgu wpływów głównych; inne objaśnienia w tekście)

Fig. 1. The stabilized trough of subsidence (r – radius of the range of the main influences; other explanations in the text)

Deformacje terenu określone wskaźnikami w , u , ϵ , K i T kształtują się zasadniczo przed i za frontem robót na odległość r , zwaną promieniem zasięgu wpływów głównych. W zależności od intensywności wskaźników deformacji: ϵ , $R = 1/K$ i T , tereny podlegające

wpływow regularnych niecek obniżeniowych dzieli się na sześć kategorii [3], zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1

Kategorie deformacji terenu górniczego

Kategoria	Graniczne wartości wskaźników deformacji terenu		
	Nachylenie T [‰]	Promień krzywizny R [km]	Odkształcenie poziome ε [‰]
0	$T \leq 0,5$	$R \geq 40$	$\varepsilon \leq 0,3$
I	$0,5 < T \leq 2,5$	$40 > R \geq 20$	$0,3 < \varepsilon \leq 1,5$
II	$2,5 < T \leq 5$	$20 > R \geq 12$	$1,5 < \varepsilon \leq 3$
III	$5 < T \leq 10$	$12 > R \geq 6$	$3 < \varepsilon \leq 6$
IV	$10 < T \leq 15$	$6 > R \geq 4$	$6 < \varepsilon \leq 9$
V	$T > 15$	$R < 4$	$\varepsilon > 9$

Podstawę opracowania materiałów dotyczących decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu górniczego stanowią programy robót i wykonane na ich podstawie prognozy wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię. W zależności od możliwości opisu wyjściowych danych górniczych oraz od rodzaju projektowanego obiektu prognozy mogą się różnić stopniem dokładności. Wyróżnia się prognozę szczegółową, podstawową i przybliżoną [4]. Do celów projektowych powinno się z reguły opracowywać prognozę podstawową, zawierającą:

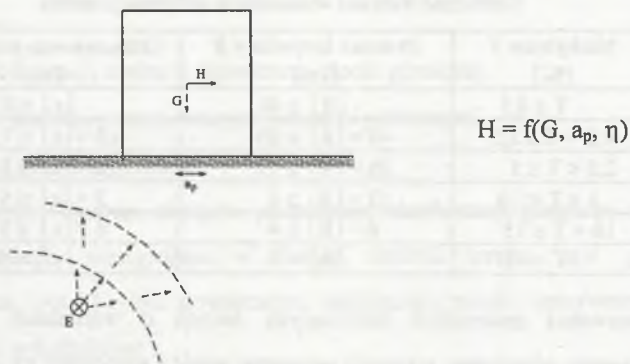
- ekstremalne wartości wskaźników deformacji terenu (w_{\max} , T_{\max} , ε_{\max} , ε_{\min} , K_{\max} , K_{\min}),
- dane dotyczące sytuacji geologiczno-górnicznej,
- czas wystąpienia przewidywanych deformacji terenu.

Do celów ochrony istniejących obiektów potrzebna jest w zasadzie prognoza szczegółowa. W przypadkach mniej ważnych obiektów lub niewystarczającego rozeznania sytuacji górniczej może być wystarczająca prognoza podstawowa. Prognozę przybliżoną należy opracować do założeń techniczno-ekonomicznych projektowanych inwestycji lub do projektu zagospodarowania złoża [3], [5].

Wstrząsy górnicze są zjawiskami dynamicznymi powstającymi w wyniku gwałtownego przemieszczenia, pęknięcia lub załamania się warstw górotworu. Do oceny zagrożenia budynku, a tym samym oceny siły poziomej H (rys. 2), oprócz jego ciężaru G i cech geometrycznych η , wymagana jest znajomość:

- maksymalnego przyspieszenia drgań podłoża $a_{p,\max}$,
- przyspieszeniowego spektrum odpowiedzi od wstrząsów górniczych $\beta(T)$, określonego dla danej lokalizacji obiektu.

Wiąże się to z potrzebą opracowania prognozy intensywności wstrząsów górniczych, która powinna zawierać: wartość energii wstrząsu E , maksymalne amplitudy przyspieszenia drgań a oraz odpowiadające im częstotliwości drgań podłoża ν .



Rys. 2. Oddziaływania wstrząsów górniczych na budynek
Fig. 2. Impact of mining shocks on a building

Powszechnie przyjmuje się, że tereny zagrożone wpływami deformacji ciągłych do IV kategorii włącznie oraz wstrząsami górniczymi o przyspieszeniu do 1000 mm/s^2 są przydatne do wznoszenia obiektów budowlanych według ogólnych reguł podanych w [6] i rozszerzonych w formie zasad projektowania w [3].

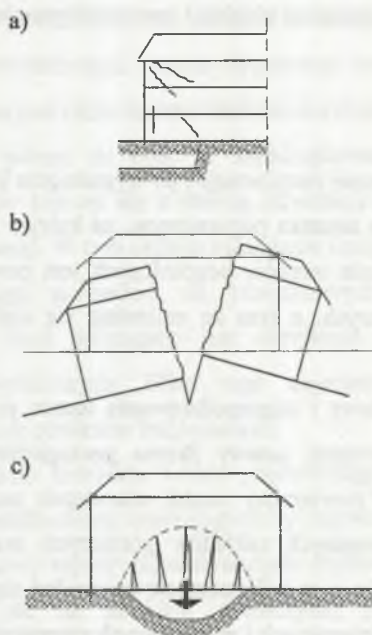
Do najczęstszych przyczyn powstawania deformacji nieciągłych należą:

- naruszenie stanu równowagi w górotworze w rejonie płytko zalegających pustek poeksploatacyjnych,
- eksploatacja górnicza, w wyniku której osiąga się wartości wskaźników deformacji terenu odpowiadających V kategorii,
- eksploatacja z zawałem stropu płytko zalegających pokładów,
- eksploatacja w rejonach uskoków,
- sufozja mechaniczna lub chemiczna.

Nieciągłe deformacje terenu mogą mieć charakter powierzchniowy lub liniowy. Deformacje powierzchniowe występują zwykle w formie zapadlisk jako lokalne obniżenia powierzchni. Zapadliska kształtują się głównie w postaci lejów stożkowych, a mogą się pojawiać także w formie otworów cylindrycznych lub nieregularnych zagłębień terenowych. Deformacje liniowe występują zazwyczaj jako pęknięcia i szczeliny lub progi terenowe, rzadziej jako fleksury, rowy i osuwiska. Nieciągłe deformacje powierzchni opisywane są za pomocą ich wymiarów geometrycznych w dostosowaniu do formy deformacji (wymiany w

planie i/lub wysokość zaistniałej deformacji terenowej) [4]. Cechą charakterystyczną nieciągłych deformacji powierzchni jest ich losowość.

Tereny zagrożone wystąpieniem deformacji nieciągłych stwarzają bardzo niekorzystne warunki dla obiektów budowlanych [7]. Przykłady oddziaływania nieciągłych deformacji terenu na budynki przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Przykładowe uszkodzenia budynków na skutek nieciągłych deformacji terenu: a) zapadlisko pod częścią skrajną, b) próg terenowy pod częścią środkową, c) zapadlisko pod częścią środkową

Fig. 3. Examples of damage to buildings caused by the discontinuous ground movements: a) sink hole under the edge part, b) fault under the middle part, c) sink hole under the middle part

Lokalizacja obiektu na terenie zagrożonym deformacjami nieciągłymi wymaga opracowania specjalistycznej ekspertyzy geologiczno-górnictwej. Prognozy opracowuje się na podstawie archiwalnych map górniczych, które uściśla się zazwyczaj poprzez wiercenia lub geofizyczne badania górotworu [4]. Także sposób wzmocnienia obiektu wymaga każdorazowo indywidualnego podejścia.

Najskuteczniejszym zabezpieczeniem przed deformacjami nieciągłymi jest likwidacja przyczyn ich powstawania. Dla płytkich wyrobisk górniczych likwidacja polega na podsadzaniu istniejących pustek. Przy tych pracach występuje różny stopień trudności, a czasem wręcz likwidacja ta jest niemożliwa do wykonania. Cały proces związany z likwidacją

przyczyn powstania deformacji nieciągłych jest poważnym przedsięwzięciem technicznym i finansowym.

W przypadku uzasadnionej potrzeby zabudowy terenu zagrożonego wystąpieniem nieciągłych deformacji rachunek ekonomiczny powinien wykazać opłacalność przystosowania konstrukcji lub likwidację przyczyn powstania tej deformacji. Często najbardziej racjonalnym rozwiązaniem jest rezygnacja z lokalizacji obiektu i jego rekultywacja.

2.2. Tereny pogórnice

Z chwilą zaniechania podziemnej eksploatacji i po wygaśnięciu koncesji na wydobywanie kopaliny teren górniczy staje się terenem pogórnym, na którym nadal warunkowana jest działalność budowlana. Zagrożenie terenów pogórnym jest powodowane tymi samymi przyczynami co terenów górniczych, z tym że zmieniają się niektóre jego aspekty oraz dochodzi zagrożenie gazowe.

Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu powinna także określić te zagrożenia. Z mocy znowelizowanej ustawy Prawo geologiczne i górnicze Prezesowi Wyższego Urzędu Górniczego powierzony został obowiązek archiwizacji dokumentacji mierniczo-geologicznej zlikwidowanych zakładów górniczych oraz jej udostępniania na określonych zasadach. W oparciu o tę dokumentację sporządza się stosowne informacje o terenie pogórnym, o jego właściwościach i wynikających zagrożeniach dla budowl [8].

Instrukcja [3] podaje, że lokalizacja obiektów budowlanych na terenach pogórnym wymaga każdorazowo indywidualnej analizy. Jednak z uwagi na rozszerzający się problem prowadzenia działalności budowlanej na tych terenach opracowany został projekt wytycznych [9], w których zdefiniowane są również zagrożenia z uwagi na obiekty budowlane. Poniżej podano niektóre ustalenia tych wytycznych, które różnią się od wymagań dotyczących terenów górniczych.

W odniesieniu do deformacji ciągłych zwraca się uwagę na zmianę wskaźników w czasie. Po zakończeniu eksploatacji deformacje te mają charakter stabilizujący (zanikający) przez okres od kilku miesięcy do kilku lat. W każdym razie wartości wskaźników deformacji nie będą większe od wartości określonych jak dla terenu górniczego. Czas wznoszenia obiektu ma zatem istotny wpływ na występujące zagrożenie od deformacji ciągłych.

W zakresie deformacji nieciągłych w wytycznych podano konieczny zakres rozpoznawczych badań geofizycznych w zależności od występującego stopnia zagrożenia i od

głębokości pustek oraz omówiono zapobieganie zagrożeniom przez stabilizację podłoża. Większość zagadnień ujętych w wytycznych może mieć także zastosowanie do oceny zagrożenia nieciągłymi deformacjami na terenach górniczych.

Na terenach pogórnictwa, oprócz zagrożenia wynikającego ze zmiany stosunków wodnych według schematu podanego na rys. 4 (p. 3), zwrócono uwagę na możliwość zagrożeń wodnych dla powierzchni w związku z zatapianiem likwidowanych kopalń. Procesowi temu mogą towarzyszyć wtórne deformacje terenu, szczególnie w przypadku płytkich zrobów. Możliwa jest także zmiana właściwości fizykomechanicznych podłoża.

Zagrożenie gazowe polega na tym, że zapoczątkowany ingerencją górniczą proces uwalniania się gazów nie kończy się z chwilą likwidacji kopalni, lecz trwa nadal aż do osiągnięcia stanu równowagi. W tym okresie uwalnianie i migracja gazu przebiegają w sposób niekontrolowany i mogą prowadzić do przejściowych nagromadzeń w warstwach przypowierzchniowych. Stąd wymagane jest określenie potencjalnych stref zagrożenia gazowego terenów pogórnictwa. Efekt tego zagrożenia może także niekorzystnie oddziaływać na konstrukcję obiektów budowlanych.

W zakończeniu podano kategorie terenu pogórnictwa. Jako trwale nieprzydatny do zagospodarowania zakwalifikowano teren zagrożony zalewiskami i podtopieniami. Zalecono także wyłączyć z zabudowy rejony zlikwidowanych szybów i płytkiej eksploatacji. W tym względzie, podobnie jak na terenach górniczych, powinien decydować rachunek ekonomiczny, uwzględniający proces przystosowania terenu do planowanego zagospodarowania.

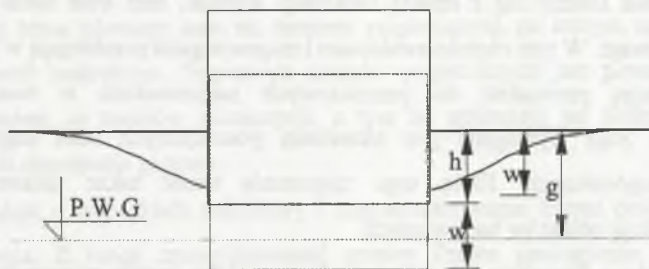
3. Dane gruntowe i wodne

Gruntowe warunki posadowienia obiektu należy określić jak dla terenów niegórnictwa według PN-81/B-03020. Zgodnie z tą normą należy ustalić wymagany zakres badań terenowych i laboratoryjnych gruntu. W dokumentacji geologiczno-inżynierskiej powinny zostać podane cechy podłoża do głębokości co najmniej 3,0 m poniżej projektowanego poziomu posadowienia obiektu, a w przypadkach uzasadnionych do stropu karbonu.

Przy stosowaniu pośredniego posadowienia, którego jednak na terenach górniczych należy unikać, wymagany zakres badań gruntu należy ustalić na podstawie indywidualnej analizy.

Trzeba zwrócić uwagę, że deformacje terenu mają wpływ na zmiany cech fizycznych i mechanicznych gruntu. Obecna wiedza z tego zakresu jest jednak niewystarczająca i w praktyce zmian tych się nie uwzględnia przy ocenie cech podłoża budowlanego. Potrzebne są dalsze badania, głównie eksperymentalne [10].

Istotny może być wpływ deformacji terenu na zmianę stosunków wodnych. Pod względem budowlanym najważniejsze znaczenie ma tzw. zjawisko pozornego podwyższenia poziomu wody gruntowej, powodujące zagrożenie zawilgocenia lub nawet podtopienia budynku, co ma miejsce, gdy zachodzi $g < w + h$ (rys. 4). Możliwość zmiany stosunków wodnych wymaga opracowania stosownej prognozy.



Rys. 4. Obniżenie budynku poniżej poziomu wody gruntowej (P.W.G), h – głębokość posadowienia budynku, g – poziom wody gruntowej, w – obniżenie terenu

Fig. 4. Subsidence of a building below the ground water level (P.W.G), h – the depth of building foundation, g – ground water, w – subsidence of surface

W wyniku zmiany stosunków wodnych może nastąpić całkowita dyskwalifikacja terenu pod zabudowę bądź też konieczność podjęcia zapobiegawczych przedsięwzięć technicznych, na przykład w rodzaju dodatkowej izolacji lub drenażu.

W przypadkach projektowania obiektów w złożonej sytuacji geologiczno-górnictwej (np. w strefach wychodni uskoku, występowania gruntów kurzawkowych), obiektów unikalnych o specjalnym przeznaczeniu, obiektów ważnych pod względem gospodarczym lub obiektów o dużej wartości kosztorysowej, powinna zostać opracowana ekspertyza górnictwo-budowlana, zawierająca podstawowe zasady i wymagania dotyczące przystosowania obiektu do przewidywanych wpływów górnictwych.

4. Zakończenie

Można jednak podać wiele przykładów lokalizacji budynków, dla których prognoza deformacji terenu nie znalazła potwierdzenia w praktyce lub wystąpiły niespodziewane deformacje terenu, mające związek z robotami górnictwami [7]. We wszystkich przypadkach doprowadziły do stanu awaryjnego budynków lub istotnych utrudnień ich użytkowania. Przyczyny tego stanu rzeczy były różne, a główne z nich, przykładowo, wymieniono poniżej.

Opracowanie prognozy podającej ekstremalne wartości wskaźników deformacji terenu wymaga dobrego rozeznania złoża, znajomości programu jego docelowego wydobycia i harmonogramu eksploatacji. Często więc z braku dostatecznych danych wyjściowych wymóg opisu deformacji terenu według wskaźników ekstremalnych nie jest zachowany. Podaje się wtedy przewidywaną kategorię górnictwa, określoną zwykle jedynie z uwagi na odkształcenie poziome ϵ i krzywiznę terenu R , przy pominięciu nachylenia terenu T . W efekcie prowadzi to do nadmiernych wychyleń obiektów.

Niejednokrotnie w obszarach prognozowanych niecek obniżeniowych pojawiają się lokalne nieregularności deformacji terenu. Jest to zazwyczaj spowodowane różnymi przyczynami wynikającymi z budowy geologiczno-górnictwa podłoża lub zaistniałej sytuacji górnictwa wskutek przeprowadzonych wcześniej robót wydobywczych. Zjawiska tego rodzaju są bardzo trudno prognozowalne w dłuższej perspektywie czasowej, a zatem brak jest wtedy odpowiednich podstaw do bezpiecznego zaprojektowania konstrukcji.

W przypadku prognoz dotyczących stref uskokowych, możliwości aktywacji starych wyrobisk i powstania deformacji nieciągłych opracowanie wiarygodnej prognozy jest szczególnie trudne i pracochłonne. Zjawiska te mają zwykle charakter losowy i można je określić jedynie z pewnym prawdopodobieństwem. Uściślenie prognozy w takich warunkach wiąże się zazwyczaj z wykonaniem geofizycznych badań podłoża i jego rozeznaniem za pomocą wierceń, co z kolei wymaga sporych nakładów finansowych.

LITERATURA

1. Prawo geologiczne i górnictwa. Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. (DzU nr 27, poz. 96 z późniejszymi zmianami).

2. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. zagospodarowanie przestrzenne (tekst jednolity DzU z 1999 r. nr 15, poz. 139 z późniejszymi zmianami).
3. Instrukcja nr 364/2000. Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. ITB, Warszawa 2000.
4. Wytyczne oceny przydatności terenów pogórnich do zabudowy i zagospodarowania (projekt). GIG, Katowice, luty 2002 (praca niepublikowana).
5. Praca zbiorowa pod redakcją J. Kwiatka: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Wyd. GIG, Katowice 1997.
6. Instrukcja nr 12. Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych. GIG, Katowice 2000.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 r. nr 75, poz. 690).
8. Kawulok M., Bryt-Nitarska I., Wuwer P.: Szczególne przypadki deformacji terenów górniczych i spowodowanych zagrożeń budynków. Konferencja Nauk.-Techn.: Zagospodarowanie gruntów zdegradowanych. Badania, kryteria oceny, rekultywacja. ITB. Mrągowo, listopad 2002, str. 127-138.
9. Kulczycki Z., Trzcionka P.: Nowe rozwiązania prawne w ochronie terenów górniczych. IV Konferencja Nauk.-Techn. Ochrona środowiska na terenach górniczych u progu integracji z Unią Europejską. Zarząd Gł. SITG. Szczyrk, październik 2002, str. 73-88.
10. Błaszczak M., Kwiatek J.: Nośność poziomo rozluźnionego podłoża budowlanej na terenach górniczych. OTG 77(3), 1986.

Recenzent: Prof. zw. dr hab. inż. Krystyna SKARŻYŃSKA

Abstract

Principles of forecasting the mining influence on the surface concerning the ground deformation and mining shocks, adjusted to designing needs have been given. The post-mining areas specification has been presented. The ground and water issues concerning buildings design have been discussed. In this case particular attention has been paid to the possibility of changes in the ground water level. Finally, the cases of not entirely correct ground deformation forecasts have been analysed.