

**INSTRUKCJE  
WYTYCZNE  
PORADNIKI**

**Marian Kawulok**

**Ocena przydatności  
terenów górniczych i pogórnich  
do zabudowy**

**Poradnik**

Evaluating the suitability of mining  
and former mining areas for building

Guidance



**Instytut Techniki Budowlanej**

Warszawa 2022

## **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. Andrzej Kowalski, prof. GIG

Redaktor prowadzący serii

mgr inż. Jan Sieczkowski

Opracowanie redakcyjne Danuta Szczepańska

Projekt okładki

Ewa Kossakowska

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2022

Nowelizacja publikacji z serii „Instrukcje, Wytyczne, Poradniki” nr 487, zastępuje wydanie z 2013 r.

ISBN 978-83-249-8620-0, 978-83-249-8622-4 (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](mailto:wydawnictwa@itb.pl), [www.itb.pl](http://www.itb.pl)

## Spis treści

<i>Streszczenie</i> .....	5
<i>Summary</i> .....	6
1. Wprowadzenie .....	7
1.1. Cel i zakres poradnika, jego przeznaczenie .....	7
1.2. Ważniejsze terminy .....	8
1.3. Ważniejsze oznaczenia .....	9
2. Zasady ogólne oceny przydatności terenów objętych wpływami eksploatacji górnicy do zabudowy.....	11
2.1. Rodzaje wpływów eksploatacji górnicy na powierzchni.....	11
2.2. Czynniki określające przydatność terenów górniczych do zabudowy .....	12
3. Przydatność do zabudowy terenów o ciągłych deformacjach powierzchni.....	15
3.1. Charakterystyka obniżeniowej niecki górnicy .....	15
3.2. Czynniki oceny przydatności do zabudowy terenów podlegających wpływowi niecki górnicy .....	25
3.3. Intensywność oddziaływania niecki górnicy na powierzchnię .....	25
3.4. Warunki gruntowe i wodne.....	31
3.5. Rodzaj obiektu i jego konstrukcja.....	33
3.6. Kwalifikacja terenów o ciągłych deformacjach do celów budowlanych.....	46
4. Przydatność do zabudowy terenów o nieciągłych deformacjach powierzchni.....	48
4.1. Charakterystyka nieciągłych deformacji terenów górniczych .....	48
4.2. Oddziaływanie nieciągłych deformacji terenu na obiekty budowlane.....	54
4.3. Opis nieciągłych deformacji terenu do celów budowlanych.....	56
4.4. Ocena przydatności do celów budowlanych terenów narażonych na nieciągłe deformacje.....	57
5. Przydatność do zabudowy terenów narażonych na wstrząsy górnicze .....	60
5.1. Charakterystyka wstrząsów górniczych .....	60
5.2. Oddziaływanie wstrząsów górniczych na obiekty budowlane .....	63
5.3. Prognoza intensywności wstrząsów górniczych .....	69
5.4. Ocena terenów narażonych na oddziaływanie wstrząsów górniczych w aspekcie budowlanym.....	69
6. Przydatność do zabudowy terenów pogórnicych.....	74
6.1. Specyfika terenów pogórnicych .....	74
6.2. Zagrożenia terenów pogórnicych .....	75
6.3. Przydatność terenów pogórnicych do celów budowlanych .....	76

7. Opis warunków górnictwa na potrzeby budowlane.....	77
7.1. Opis warunków górnictwa według obowiązujących przepisów.....	77
7.2. Uwarunkowania sporządzania prognoz górnictwa.....	78
7.3. Prognozy górnictwa a potrzeby i oczekiwania jednostek budowlanych .....	79
7.4. Zalecenia praktyczne .....	80
8. Metody wykrywania pustek i nieciągłości w górotworze .....	84
8.1. Wprowadzenie .....	84
8.2. Metody geofizyczne wykrywania pustek.....	85
9. Likwidacja płytko zalegających pustek poeksploacyjnych.....	88
9.1. Wprowadzenie .....	88
9.2. Sposoby wypełniania pustek w górotworze.....	88
9.3. Własności mediów stosowanych do wypełniania płytkich pustek.....	89
9.4. Metody oceny i kontroli stopnia wypełnienia pustek w górotworze.....	91
Bibliografia .....	92
Załącznik 1. Wzór kwestionariusza-opinii stosowany w kopalniach nadzorowanych przez OUG w Rybniku .....	97
Załącznik 2. Wzór formularza dotyczącego informacji o warunkach geologiczno-górnictwa, wydawanych przez kopalnie Kompanii Węglowej .....	99
Załącznik 3. Wzór formularza dotyczącego dokonanej i projektowanej eksploatacji górnictwa .....	100

# 1. WPROWADZENIE

## 1.1. Cel i zakres poradnika, jego przeznaczenie

Eksploracja górnicza może powodować na powierzchni:

- ciągłe i nieciągłe deformacje terenu,
- drgania podłoża, wynikające ze wstrząsów górotworu,
- zmiany stosunków wodnych,

a obszary objęte tymi wpływami nazywa się terenami górnicznymi.

Wszystkie te zjawiska mają niekorzystny wpływ na obiekty budowlane. O ile tereny zagrożone deformacjami ciągłymi oraz, w przeważającej części, wstrząsami górnicznymi można w zasadzie uznać za przydatne do rutynowych celów budowlanych, to pozostałe zjawiska wymagają każdorazowo indywidualnej oceny, przy dodatkowym uwzględnieniu rodzaju podłoża i przewidywanego obiektu budowlanego.

Zagrożenia dla obiektów budowlanych stanowią także tzw. tereny pogórniczne, pod którymi eksploatacja górnicza nie jest aktualnie prowadzona lub planowana.

W celu określenia przydatności terenów objętych wpływami eksploatacji górnicznej do zabudowy opracowuje się prognozy górniczne, które określają wpływ dokonanych lub projektowanych robót górnicznych na powierzchnię. Także w przypadku występowania starych płytkich zrobów należy rozpatrzyć możliwość ich reaktywacji i wpływu na deformacje powierzchni. Na podstawie tak opracowanych prognoz wyznacza się oddziaływania górniczne, które obok obciążeń programowych są dodatkowymi obciążeniami konstrukcji.

W poradniku podano zalecenia dotyczące zakresu prognoz górnicznych jako podstawy oceny przydatności do zabudowy danego terenu, z uwzględnieniem rodzaju obiektu budowlanego. Tym samym ocena ta powinna dać możliwość racjonalnego zaprojektowania nowych lub przystosowanie istniejących obiektów do przewidywanych oddziaływań górnicznych.

W podanym wyżej zakresie praca dotyczy terenów górnicznych:

- podlegających ciągłym i nieciągłym deformacjom podłoża,
- narażonych na wstrząsy górniczne,
- zagrożonych zmianą stosunków wodnych oraz terenów pogórnicznych, na których oddziaływania górniczne mogą być następstwem dokonanej w przeszłości eksploatacji górnicznej.

Należy przy tym podkreślić, że tereny pogórniczne z uwagi na ich stałe poszerzanie, wynikające z likwidacji kopalń, stanowią obecnie coraz częsty obszar działalności budowlanej.

Wynikającym stąd problemem jest możliwość uzdatniania zdegradowanych terenów górniczych wskutek deformacji nieciągłych, a w części także zalewisk. W tym zakresie najlepszym rozwiązaniem jest likwidacja przyczyn powstawania tych skutków. W opracowaniu omówiono skrótowo metody badań takich terenów i ogólne zasady postępowania w zakresie prowadzącym do możliwości ich wykorzystania.

Ponadto w poradniku są zawarte pewne wskazówki dotyczące interpretacji niektórych zjawisk wynikających z budowy geologicznej górotworu, w tym w szczególności uskoków tektonicznych w odniesieniu do zagrożeń budowlanych, mogących być ich następstwem.

Problemy omówione w pracy są ważne ze względów ekonomicznych. Głównie jednak są związane z zagadnieniami zrównoważonego rozwoju w górnictwie i budownictwie, w tym w szczególności z możliwością wykorzystania do celów budowlanych terenów uznawanych rutynowo za mało przydatne do zagospodarowania.

Niniejszy poradnik nawiązuje do dwóch następujących instrukcji Instytutu Techniki Budowlanej:

- *Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych*, Instrukcja 364/2007,

- *Projektowanie budynków na terenach górniczych*, Instrukcja 416/2006, stanowiąc jednocześnie poszerzony komentarz do tych instrukcji w zakresie przydatności terenów górniczych i pogórnicznych do zabudowy.

Poradnik jest przeznaczony dla wszystkich specjalistów zajmujących się problemami zagospodarowania terenów objętych wpływami aktualnej lub planowanej eksploatacji górniczej, a także terenów pogórnicznych, które w przeszłości podlegały wpływom górniczym. Szczególnie powinien być przydatny dla projektantów nowych obiektów budowlanych oraz opracowujących projekty remontów i modernizacji istniejących obiektów na terenach górniczych. Pomocny może być także biegłym sadowym i rzeczoznawcom w zakresie szkód górniczych, pracownikom działów mierniczych kopalń, jak również gminom górniczym.

## 1.2. Ważniejsze terminy

**Deformacje ciągle 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  $\varepsilon$ .

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

**Front eksploatacji górniczej** – krawędź wybieranego (pokładu) złoża, przemieszczająca się wraz z postępem robót górniczych.

**Nadkład** – utwory geologiczne zalegające nad utworami karbońskimi.

**Obniżenie** – pionowe przemieszczenie punktów powierzchni na skutek eksploatacji górniczej.

**Prognoza górnicza** – obliczenie lub określenie przewidywanych wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu.

**Projektowy okres użytkowania obiektu** – przyjęty w projekcie przedział czasu, w którym konstrukcja lub jej część ma być użytkowana zgodnie z zamierzonym przeznaczeniem i przewidywanym utrzymaniem, bez potrzeby większych napraw.

**Reprognoza górnicza** – wsteczne (*post factum*) obliczenie lub określenie wpływów zaistniałej eksploatacji górniczej na powierzchnię.

**Teren górniczy** – obszar objęty szkodliwymi wpływami eksploatacji górniczej.

**Teren pogórniczy** – obszar powierzchni ziemi w granicach zniesionego terenu górniczego, w którego przynależnym obszarze górniczym – z uwagi na brak koncesji na wydobywanie kopaliny – eksploatacja nie jest obecnie prowadzona i planowana.

**Wpływy eksploatacji górniczej** – całokształt skutków eksploatacji górniczej na powierzchni.

**Wstrząsy górnicze** – krótkotrwałe drgania powierzchni powstające w wyniku podziemnej eksploatacji górniczej.

### 1.3. Ważniejsze oznaczenia

#### *Duże litery łacińskie*

- $E$  – energia sejsmiczna,
- $E$  – moduł ścisłości gruntu,
- $H$  – głębokość pokładu,
- $K$  – krzywizna powierzchni,
- $L$  – długość obiektu,
- $M$  – magnituda wstrząsu,
- $M_D$  – współczynnik zmienności,
- $PGA$  – przyspieszenie drgań,
- $PGV$  – prędkość drgań,
- $R$  – promień krzywizny powierzchni,
- $R_b$  – promień krzywizny budynku,
- $T$  – nachylenie powierzchni,
- $T_b$  – wychylenie obiektu.

#### *Małe litery łacińskie*

- $a$  – przyspieszenie drgań,
- $a$  – współczynnik eksploatacyjny,
- $f$  – częstotliwości drgań,
- $g$  – grubość pokładu,
- $g_z$  – głębokość poziomu zwierciadła wody gruntowej,
- $h$  – głębokość posadowienia obiektu,

- $r$  – zasięg wpływów głównych na powierzchni,
- $r_e$  – odległość od epicentrum,
- $t$  – czas,
- $t_{Ha}$  – czas trwania intensywnej fazy przyspieszenia drgań,
- $t_{Hv}$  – czas trwania intensywnej fazy prędkości drgań,
- $u$  – poziome przemieszczenie powierzchni,
- $u_b$  – poziome przemieszczenie obiektu,
- $v$  – prędkość drgań,
- $w$  – obniżenie powierzchni,
- $w_b$  – obniżenie obiektu,
- $x, y$  – współrzędne.

*Litery greckie*

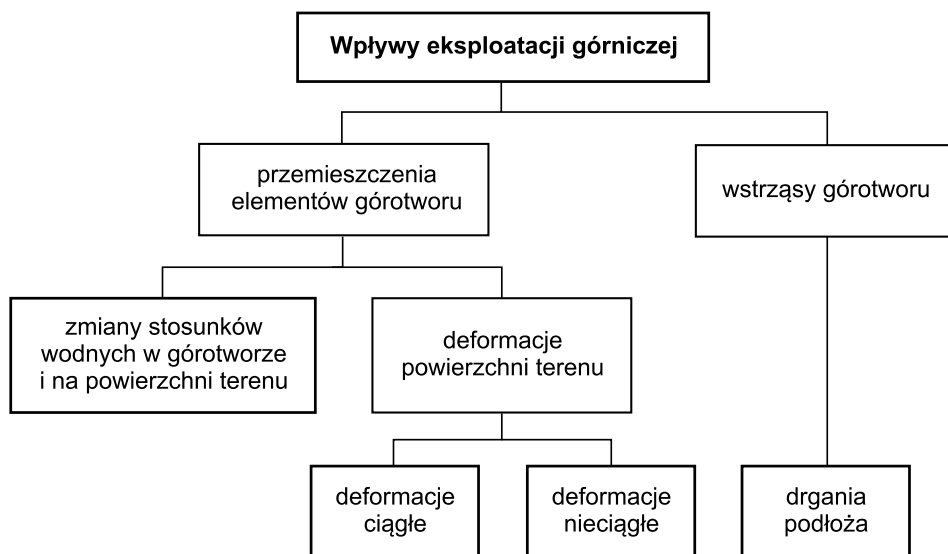
- $\alpha$  – kąt,
- $\beta$  – kąt zasięgu wpływów głównych,
- $\varepsilon$  – poziome odkształcenie powierzchni,
- $\Theta_b$  – odkształcenie postaciowe konstrukcji,
- $\xi, \eta$  – współrzędne.



## 2. ZASADY OGÓLNE OCENY PRZYDATNOŚCI TERENÓW OBJĘTYCH WPLYWAMI EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ DO ZABUDOWY

### 2.1. Rodzaje wpływów eksploatacji górniczej na powierzchni

W wyniku podziemnej eksploatacji górniczej następują przemieszczenia elementów górotworu. Eksploatacja górnicza może też powodować powstawanie zjawisk sejsmicznych w postaci wstrząsów górotworu. Rodzaje wpływów eksploatacji górniczej występujące na powierzchni przedstawiono na rysunku 2.1.



Rys. 2.1. Rodzaje wpływów eksploatacji górniczej na powierzchni

Przemieszczenia elementów górotworu powodują deformacje powierzchni, które mogą mieć charakter deformacji ciągłych lub nieciągłych. Mogą powodować także zmiany stosunków wodnych w górotworze i na powierzchni. Wstrząsy górotworu, wywołane podziemną eksploatacją górniczą, objawiają się na powierzchni w postaci drgań podłoża.

Proces powstawania ciągłych i nieciągłych deformacji powierzchni polega na obrywaniu lub łagodnym, lecz nierównomiernym obniżaniu się skał stropowych do wyrobiska. Rodzaj deformacji powierzchni w tym przypadku uzależniony jest głównie od głębokości zalegania eksploatowanego pokładu oraz budowy geolo-

giczno-górnictwa nadkładu. Na powierzchni terenu występuje strefa ugięcia, wykształcona w postaci obniżeniowej niecki górniczej, lub strefa spękań, powiązana z występowaniem deformacji nieciągłych. Dotychczasowe doświadczenia z obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) wykazały, że przy eksploatacji pokładów do głębokości ok. 100 m na powierzchni występują zasadniczo deformacje nieciągłe. Możliwe jest także wystąpienie nieciągłych deformacji terenu przy eksploatacji na głębokości 100–150 m. Decyduje o tym w głównym stopniu rodzaj utworów zalegających w nadkładzie. Natomiast eksploatacja na większej głębokości jest związana z wykształceniem się na powierzchni obniżeniowej niecki górniczej.

Nieciągłe deformacje na powierzchni mogą także powstawać na skutek zjawisk wodnych zachodzących w górotworze oraz uaktywnienia się istniejących tam zaburzeń geologicznych, głównie w rodzaju uskoków tektonicznych.

Wstrząsy górnicze są zjawiskami dynamicznymi powstającymi w wyniku gwałtownego przemieszczenia, pęknięcia lub załamywania się warstw górotworu. Ujawniają się jako wzbudzenia kinematyczne wywołujące drgania ośrodka gruntowego.

W wielu rejonach górniczych, głównie z uwagi na długoletnią eksploatację węgla i wynikające stąd znaczne obniżenia terenu, roboty górnicze mogą powodować zmianę stosunków wodnych w podłożu, a tym samym zjawiska podtopienia lub zalewisk powierzchniowych.

Z zasztyłymi oraz nowo powstającymi skutkami eksploatacji górniczej należy się liczyć także na terenach pogórnictwa [18]. Do zasztyłonych należy zaliczyć przede wszystkim opisane wyżej ciągłe i nieciągłe deformacje podłoża, pozostające po dokonanej eksploatacji górniczej. Chociaż, szczególnie w przypadku ciągłych deformacji, mogą one z czasem tracić na swojej intensywności. Natomiast nowo powstające skutki mogą wynikać głównie z zagrożenia gazowego, oddziaływań wstrząsów wywołanych robotami górniczymi prowadzonymi w sąsiedztwie oraz w pewnych przypadkach z możliwości opóźnionego uaktywnienia się nieciągłych deformacji, względnie uskoków tektonicznych.

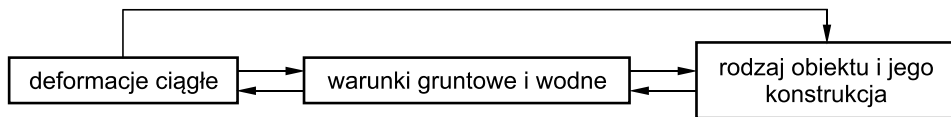
Z uwagi na istniejące zagrożenia, tereny górnicze i pogórnictwa podlegają ochronie, która w odniesieniu do działalności inwestycyjnej polega na stosowaniu środków profilaktyki górniczej lub inżynierijno-budowlanej, prowadzących do ograniczenia ujemnych skutków eksploatacji w zagospodarowaniu powierzchni. Wiąże się to z wymaganiami wnikliwej oceny tych terenów przed podjęciem prac inwestycyjnych. W tym zakresie są konieczne dodatkowe kryteria, w części odmienne od rutynowych, kwalifikujących tereny niegórnictwa do określonej zabudowy [21]. Dotyczy to także istniejących obiektów zlokalizowanych na terenach górniczych, przeznaczonych do prac remontowych lub modernizacyjnych.

## **2.2. Czynniki określające przydatność terenów górniczych do zabudowy**

Podstawowymi czynnikami, które należy uwzględnić przy określeniu przydatności terenu górniczego do zabudowy, są [21]:

- charakter i intensywność oddziaływania podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchnię,
- warunki gruntowe i wodne terenu,
- rodzaj obiektu i jego konstrukcja.

W odniesieniu do niecki górniczej o stopniu przydatności danego terenu do zabudowy decyduje wzajemna współzależność powyższych czynników (rys. 2.2). W przypadkach pozostałych rodzajów wpływów górniczych na powierzchnię w ocenie przydatności terenów górniczych do zabudowy zazwyczaj nie wszystkie wymienione czynniki mają równoważne znaczenie lub nie trzeba ich w ogóle brać pod uwagę. Dlatego w dalszej części poradnika ocenę przydatności do zabudowy terenów górniczych narażonych na oddziaływania nieciągłych deformacji i wstrząsów górniczych oraz terenów pogórnicych omówiono kompleksowo, nie wyróżniając poszczególnych czynników.



Rys. 2.2. Schemat współzależności czynników decydujących o przydatności do zabudowy terenów podlegających wpływom niecki górniczej

Należy mieć jednocześnie na uwadze, że charakter i intensywność oddziaływania eksploatacji górniczej na powierzchnię we wszystkich rodzajach analizowanych wpływów, jak również warunki wodne, określane są w prognozie lub ekspertyzie górniczej, które powinny być opracowane przez specjalistów z zakresu mechaniki górotworu. Dane dotyczące rozeznania warunków gruntowych oraz oceny prognozowanych wpływów eksploatacji górniczej na obiekt pozostają natomiast w gestii projektanta. Szczególnie w bardziej złożonych sytuacjach oddziaływania wpływów górniczych na obiekt lub nietypowego jego kształtu, albo złożonej konstrukcji, określenie przydatności terenu do zabudowy wymaga ścisłej współpracy jednostki projektowej z jednostką, która opracowała prognozę.

W praktyce podstawą prac związanych z projektowaniem nowych obiektów budowlanych na terenach górniczych jest decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu wydana przez wójta gminy lub burmistrza (prezydenta) miasta, uzgodniona z właściwym organem nadzoru górniczego [12]. Decyzja powinna zawierać określenie warunków górniczych, jakie należy uwzględnić w projektowaniu, a w szczególności powinna podawać opis najbardziej niekorzystnych sytuacji geologiczno-górniczych, w jakich może znaleźć się projektowany obiekt z uwagi na wpływy dokonanych i projektowanych robót górniczych.

W przypadku istniejących obiektów podstawę do oceny prognozowanych warunków górniczych stanowi zazwyczaj opinia kopalni lub – w przypadkach uza-

sadnionych – ekspertyza górnicza. Ocenę wpływów spowodowanych dokonaną eksploatacją górniczą należy natomiast określić, wykorzystując wyniki pomiarów. Jeżeli pomiary takie nie były prowadzone, ocenę tę można wykonać na podstawie wstecznych obliczeń, tzw. reprognozy, sporządzanej analogicznie jak w przypadku prognoz [20].

Danymi źródłowymi do opracowania prognoz wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię są programy robót górniczych, opracowanie reprognozy wymaga natomiast zapoznania się z opisem dokonanej eksploatacji górniczej. Trafność opracowania prognoz jest zależna od dokładności opisu danych górniczych.