

Piotr GRUCHLIK, Andrzej KOWALSKI
Główny Instytut Górnictwa, Katowice

METODYKA IDENTYFIKACJI I SZACOWANIA POTENCJALNYCH SZKÓD EKOLOGICZNYCH NA TERENACH GÓRNICZYCH DLA POTRZEB WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIA TERENAMI PRZEKSZTAŁCONYMI ANTROPOGENICZNIE

Streszczenie. W artykule zaprezentowano uwarunkowania i metodę prognozowania kosztów usuwania szkód górniczych w kopalniach węgla kamiennego. Metoda polega na zastosowaniu analizy porównawczej powstałych i prognozowanych deformacji powierzchni oraz analiz eksperckich do szacowania szkód.

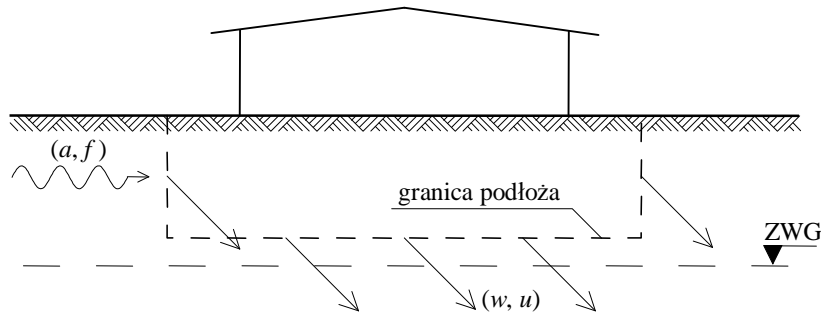
METHODS OF IDENTIFYING AND ESTIMATING THE POTENTIAL ENVIRONMENTAL DAMAGE IN MINING AREAS FOR MANAGEMENT SUPPORT ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED AREAS

Summary. Presented conditions and method of forecasting the costs of disposal of mining damage in underground coal mines. The method involves the use of comparative analysis generated and projected surface deformation and expert analysis to estimate the damage.

1. Pojęcie i klasyfikacja szkód wynikających z działalności górniczej

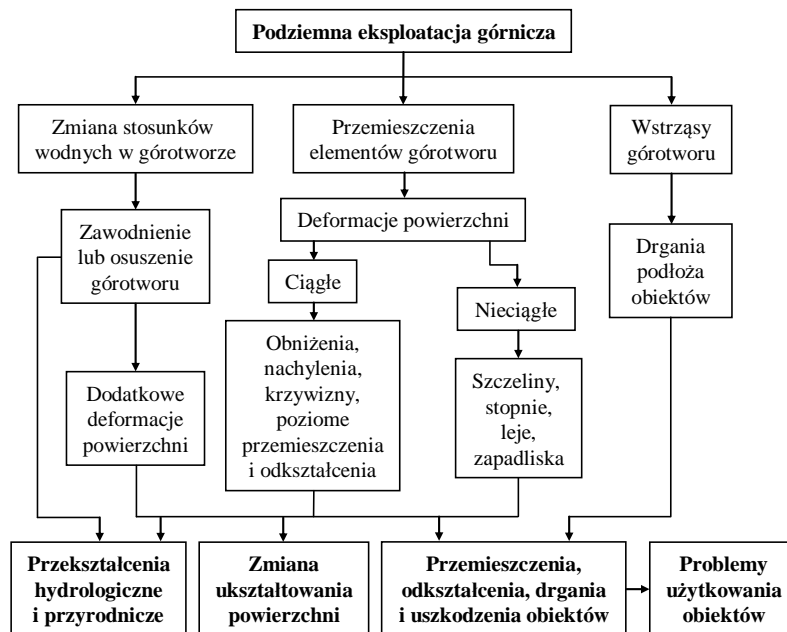
1.1. Uwagi ogólne

Ruch nadległych mas skalnych, wynikający z działalności górniczej, przyczynia się do zmiany warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Mogą mu też towarzyszyć wstrząsy górotworu. Efektem tego procesu są zawsze zmiany ukształtowania terenu, a czasami także przekształcenia hydrologiczne. Schematycznie wpływy eksploatacji górniczej przedstawiono na rys. 1, a następstwo przyczynowo-skutkowe przekształceń spowodowanych podziemną eksploatacją górnictwem zobrazowano na rys. 2.



Rys. 1. Rodzaje wpływu eksploatacji górniczej. Oznaczenia: w , u – parametry charakteryzujące przemieszczenia pionowe (obniżenia) i poziome; a , f parametry charakteryzujące wpływ wstrząsów na drgania powierzchni (przyspieszenia i częstotliwość); ZWG – zmiana poziomu zwierciadła wód gruntowych [9]

Fig. 1. Impacts of mining. Symbols: w , u – parameters characterizing the vertical displacement (subsidence) and the horizontal; a , f – parameters characterizing the impact of shocks on the surface vibrations (acceleration and frequency); ZWG – change in the level of water table [9]



Rys. 2. Następstwo przyczynowo-skutkowe przekształceń spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą [7, 9]

Fig. 2. The sequence of cause-effect of transformations caused by underground mining [7, 9]

Jak wynika z rys. 2, zasadnicze czynniki powodujące szkody ekologiczne są następujące:

- przemieszczenia i deformacje powierzchni,
- wstrząsy górotworu,
- zmiany warunków wodnych w górotworze i na powierzchni.

1.2. Górnicze deformacje powierzchni

Górnice deformacje powierzchni najczęściej dzieli się, z uwagi na formę ich występowania, na ciągłe i nieciągłe.

Za **deformacje ciągłe** uważa się takie, które nie powodują wyraźnego naruszenia spistości skał lub gruntu. W przeciwnym przypadku mamy do czynienia z **deformacjami nieciągłymi**, czyli szczelinami, progami, zapadliskami itp.

W praktyce mamy najczęściej do czynienia z bezpośrednimi wpływami eksploatacji górniczej, występującymi w formie ciągłej. One też są w większości przypadków przedmiotem prognoz przeprowadzanych na podstawie teorii rozchodzenia się wpływów.

Ciągłe deformacje są skutkiem ugięcia warstw przypowierzchniowych nad wybraną przestrzenią. Powstałe zagłębienie nazywane jest niecką obniżeniową. Zasięg bezpośrednich wpływów eksploatacji górniczej na powierzchni można przyjmować za zbliżony do dwukrotnej głębokości. Wielkość ciągłych deformacji powierzchni jest opisywana przez tzw. wskaźniki deformacji. Do najczęściej stosowanych należą: obniżenie lub nachylenie profilu niecki obniżeniowej, krzywizna profilu niecki obniżeniowej i jej promień, przemieszczenia poziome terenu oraz odkształcenia poziome.

Deformacje nieciągłe, w odróżnieniu od ciągłych, mają zasięg lokalny, nie towarzyszą każdej eksploatacji i mogą występować zarówno w trakcie eksploatacji, jak i kilkadziesiąt lat po niej. Stanowią duże zagrożenie nie tylko ze względu na swą formę, ale i dlatego, że ich wystąpienie nie jest poprzedzone żadnymi oznakami, a ich przebieg jest bardzo szybki.

Zapobieganie powstaniu deformacji nieciągłych polega głównie na unikaniu warunków sprzyjających im. W przypadku eksploatacji pod płytkimi zrobami można zabezpieczyć obiekty lub wypełnić pustki. Należy jednak zaznaczyć, że są to metody drogie, a ich skuteczność jest ograniczona.

1.3. Wstrząsy górotworu

Poziom intensywności zjawisk sejsmicznych występujących w polskich zagłębiach górniczych jest bardzo zróżnicowany. Mogą to być wstrząsy związane bezpośrednio z prowadzoną eksploatacją oraz wstrząsy górnico-tektoniczne, powstające w strefach dyslokacyjnych, często określane mianem sejsmicznych zjawisk regionalnych.

Ze względu na oddziaływanie na powierzchnię wyróżnia się dwa rodzaje wstrząsów górniczych:

- wstrząsy energetycznie słabe, nieistotne w aspekcie oddziaływania na powierzchnię,
- wstrząsy przekraczające ustalony poziom energetyczny (różny dla poszczególnych zagłębi, np. dla GZW najczęściej przyjmuje się 105 J).

Problem sejsmiczności w formie wstrząsów górniczych został najlepiej rozpoznany i udokumentowany na terenie Górnosląskiego Zagłębia Węglowego. Obecnie sieci sejsmologiczne funkcjonują w prawie wszystkich kopalniach. Ponadto, działa nadrzędna

w stosunku do nich Górnośląska Regionalna Sieć Sejsmologiczna, prowadzona przez Główny Instytut Górnictwa. Umożliwia ona pełną rejestrację i dokumentowanie zjawisk sejsmicznych od poziomu energetycznego 10^5 J, z obszaru o powierzchni ponad 1000 km².

Wstrząsy górotworu są zjawiskami dynamicznymi, powstającymi w wyniku gwałtownego przemieszczania (np. wzdłuż płaszczyzn dyslokacji tektonicznych), pękania lub załamania się warstw górotworu. Zawsze wiążą się z wyzwoleniem określonej ilości energii sejsmicznej i zawsze są źródłem emisji drgań sprężystych. Drgania te rozchodzą się w górotworze od miejsca ich powstania, tj. od ogniska wstrząsu, we wszystkich kierunkach, w postaci fal sejsmicznych.

Problem prognozy parametrów drgań powierzchni wywołanych wstrząsami górnictwami sprowadza się do określenia wielkości fizycznych charakteryzujących poszczególne elementy powyższego splotu i ich opisanie w funkcji geologiczno-górnictwowych warunków projektowanej eksploatacji i budowy ośrodka skalnego. Wszystkie składniki prognozy można wyprzedzająco rozpoznać w obszarze przewidywanych oddziaływań sejsmicznych. Jej wyniki są najczęściej przedstawiane w formie map izolinii przyspieszeń drgań.

1.4. Zmiany warunków wodnych

Zakres, wielkość i mechanizm przekształceń hydrologicznych zależą od rodzaju i zasięgu eksploatacji oraz lokalnych warunków geologicznych, hydrogeologicznych itp. Generalnie rozróżnia się pod tym względem dwa typy budowy geologicznej:

- górotwór odsłonięty – gdy brak jest ciągłej i dostatecznie szczelnej izolacji poziomów wodonośnych w nadkładzie (warstwach zalegających nad karbonem),
- górotwór izolowany – gdy płytkie poziomy wodonośne oddzielone są od górotworu bezpośrednio drenowanego ciągłą i szczelną warstwą nieprzepuszczalną.

Przekształcenia hydrologiczne mogą przyjmować następujące formy:

- **Obniżenie zwierciadła wody** podziemnej względem powierzchni terenu, jako efekt drenowania. Gdy górotwór jest odsłonięty proces ten zachodzi w nadkładzie, natomiast w górotworze izolowanym – poniżej warstwy nieprzepuszczalnej. W pierwszym przypadku dochodzi do osuszenia warstw przypowierzchniowych. W warunkach eksploatacji prowadzonej na dużych głębokościach drenaż rzadko prowadzi do całkowitego odwodnienia nadkładu, nawet jeśli górotwór jest odsłonięty. Natomiast zawsze skutkiem drenażu jest obniżenie powierzchni, stanowiące efekt konsolidacji warstwy wodonośnej.
- **Podniesienie zwierciadła wody** może wystąpić w przypadku eksploatacji w górotworze izolowanym. Zdarza się, że jest efektem obniżenia powierzchni terenu względem zwierciadła wody, które – dla zbiorników wód podziemnych i powierzchniowych o dużych zasobach – przyjmuje się za stałe. Jednak najczęściej jest spowodowane

zmianami warunków przepływu wód, wynikającymi ze zmian nachylenia warstwy izolującej. Skutkiem podniesienia zwierciadła wody może być zawodnienie gleb, podtopienie gruntów, a w skrajnych przypadkach powstanie zalewisk.

Przewidywanie zmian warunków wodnych polega przede wszystkim na ustaleniu zmian położenia zwierciadła wody. Dotyczy to dwóch przypadków: jego obniżenia i podniesienia. Ustalenie charakteru i wielkości tego zjawiska pozwala na określenie możliwości wystąpienia towarzyszących mu procesów geologiczno-inżynierskich.

Prognoza zmian warunków wodnych w nieckach obniżeniowych opiera się na analizie zmian warunków przepływu wód, wywołanych deformacjami powierzchni ograniczających przepływ. Prace prowadzi się z uwzględnieniem hierarchicznej struktury odpływu. W pierwszej kolejności ocenie podlega główny odbiornik wód, na ogół jest to główny ciek pozostający w łączności hydraulicznej z warstwą wodonośną, potem jego dopływy, a na końcu wody gruntowe. Zmiany poziomu wody określa się na podstawie mapy prognozowanej powierzchni terenu oraz, jeśli to możliwe, mapy przewidywanej konfiguracji podstawy warstwy wodonośnej. Do obliczeń wykorzystuje się wzory z zakresu hydrauliki wód podziemnych. W przypadku gdy w podłożu występują osady słabo lub półprzepuszczalne należy również wziąć pod uwagę możliwość zaistnienia zakłóceń spływu wód deszczowych lub roztopowych, prowadzących do ich gromadzenia.

2. Określanie deformacji powierzchni wynikających z dokonanej i projektowanej eksploatacji górniczej

Deformacje powierzchni spowodowane dokonaną eksploatacją górniczą można określać za pomocą pomiarów, najczęściej geodezyjnych, a w przypadku ich braku, na drodze obliczeń teoretycznych – tak zwana reprognoza. Dla eksploatacji projektowanej deformacje prognozuje się. Reprognoza dotyczy deformacji minionych lub aktualnie obserwowanych, a prognoza – deformacji przyszłych. Przy określaniu deformacji na drodze pomiarowej, problemem, który należy pokonać, jest geodezyjne nawiązanie do punktów stałych. Obecnie problem ten jest znacznie uproszczony przez stosowanie technologii GPS. Najlepsze dla oceny wpływów dokonanej eksploatacji jest wykonanie reprognozy na bazie wcześniej wykonanych pomiarów.

Zdeformowanie powierzchni terenu górniczego charakteryzują: obniżenia w , przemieszczenia poziome u , nachylenia T , krzywizny K (lub ich promienie R) oraz odkształcenia poziome ε , z wyróżnieniem deformacji ekstremalnych, kierunkowych, nieustalonych i ustalonych oraz prędkości narastania wskaźników i ich rozproszenia

losowego. Doboru wskaźników deformacji do oceny wpływów eksploatacji należy dokonywać w dostosowaniu do rodzaju obiektów.

Stopień zdeformowania terenu górniczego można określać, podając wartości wskaźników deformacji powierzchni terenu lub kategorii terenu górniczego. W polskim górnictwie stosuje się, przedstawiony w tabeli 1, podział terenów górniczych na kategorie z uwagi na wartości: nachylenia T , promienia krzywizny R i odkształcenia poziomego ε .

Tabela 1

Kategorie terenu górniczego z uwagi na deformacje powierzchni

Kategoria	Nachylenie T , mm/m	Promień krzywizny R , km	Odkształcenie poziome ε , 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 polskim górnictwie podziemnym, zarówno do prognozy, jak i reprognozy, stosuje się teorię ruchów górotworu opracowaną przez Knothego i Budryka, która pozwala na określenie wartości wskaźników deformacji spowodowanych wpływem eksploatacji górniczej na powierzchnię przy założonych zakresie i sposobie prowadzenia eksploatacji.

Teoria Knothego i Budryka należy do grupy teorii geometryczno-całkowych, opisujących deformacje górotworu o gaussowskiej funkcji wpływu.

Asymptotyczne obniżenie w_a punktu (x,y) powierzchni dane jest wzorem:

$$w_a(x, y) = \frac{w_{\max}}{r^2} \iint_S \exp \left[-\frac{\pi}{r^2} [(\xi - x) + (\eta - y)] \right] d\xi d\eta \quad (1)$$

gdzie:

- w_{\max} – największe możliwe obniżenie terenu,
- r – promień rozproszenia wpływów na powierzchni terenu,
- S – wyeksploatowane pole pokładu,
- $d\xi d\eta$ – pole powierzchni elementu eksploatacji.

Deformacje nieustalone otrzymuje się na podstawie postulowanego przez Knothego równania:

$$\frac{dw(t)}{dt} = c[w_a(t) - w(t)] \quad (2)$$

gdzie:

$w(t)$ – obniżenie punktu w chwili t ,

$w_a(t)$ – asymptotyczne obniżenie punktu pochodzące od eksploatacji jak w chwili t ,

c – niezależny od czasu współczynnik proporcjonalności (współczynnik czasu).

Przemieszczenia poziome wynikają z założenia Awierszyna:

$$u_x = B \frac{dw}{dx}; \quad u_y = B \frac{dw}{dy} \quad (3)$$

gdzie B jest tzw. współczynnikiem Budryka, który wynosi dla powierzchni około 0,32 r .

Pozostałe wskaźniki deformacji (składowe nachylenia, krzywizn i poziomych odkształceń) otrzymuje się z różniczkowania obniżeń i składowych przemieszczeń poziomych.

Oprogramowania tego modelu powstały w GIG, Politechnice Śląskiej i w AGH w latach 70. i 80. XX wieku, dla maszyn cyfrowych ODRA, a później dla PC.

Oprogramowanie GIG jest systematycznie modernizowane. Najnowsze wersje oprogramowania to 5. i 6. wersja programu Szkody. Umożliwiają one pełną edycję danych, prognozę i edycję załączników w postaci tekstowej oraz graficznej. Współpracują także z programami AutoCad oraz Surfer za pomocą technologii ActiveX i stanowią programy narzędziowe w środowisku GIS (ang. *Geographical Information System*).

3. Metodyka ilościowego prognozowania kosztów szkód powodowanych działalnością górnictwem

3.1. Uwarunkowania metody

Najogólniej koszty szkód powinny być sumą kosztów ponoszonych na: wykonanie profilaktyki w obiektach na powierzchni (dla zminimalizowania skutków eksploatacji górnictwem), usunięcie szkód oraz odszkodowania za uciążliwości spowodowane wystąpieniem szkody i za utracone korzyści. W praktyce kopalnie ponoszą głównie koszty profilaktyki i napraw, natomiast odszkodowania wynikające z utraconych korzyści najczęściej w ogóle nie są przedmiotem roszczeń. Pod pojęciem kosztów szkód z tytułu **utraconych korzyści**

rozumie się **koszty roszczeń z tytułu tych korzyści** w działalności poszkodowanego, **które nie zaistniały z powodu wystąpienia szkód górniczych.**

Koszty usuwania szkód w zagospodarowaniu powierzchni spowodowanych eksploatacją zależą od:

- ilości substancji zagospodarowania powierzchni objętej wpływami eksploatacji górniczej (ilość ta określana jest na podstawie zinwentaryzowanych elementów zagospodarowania),
- odporności zagospodarowania na deformacje,
- prognozowanych deformacji powierzchni,
- jednostkowych kosztów napraw uszkodzeń.

Stosowanie metodyki wymaga:

- zdefiniowania kryterialnych wartości deformacji uznawanych za szkodliwe dla obiektów (kryterialne wartości szkodliwych deformacji dla obiektów budowlanych zostały podane w [8]),
- opracowania kryteriów i zasad płacenia odszkodowań za uciążliwości korzystania z uszkodzonych obiektów (prace w tym zakresie są prowadzone),
- wykonywania monitoringu deformacji dla całego terenu górniczego w celu określenia związku przyczynowo-skutkowego między eksploatacją górniczą a powstałą szkodą, a także oceny szkodliwości deformacji dla obiektów na powierzchni,
- prowadzenia ewidencji kosztów usuwania szkód w powiązaniu z eksploatacją poszczególnych parcel lub pól eksploatacyjnych; obecnie koszty szkód ewidencjonowane są łącznie dla całego terenu górniczego kopalni.

Dodatkowym utrudnieniem w polskich kopalniach węgla kamiennego są złożone warunki geologiczno-górnice oraz urozmaicone zagospodarowanie powierzchni. Najczęściej eksploatuje się wiele parcel, których wpływy nakładają się w czasie i przestrzeni, co utrudnia określanie związku przyczynowego między uszkodzeniami obiektów a deformacjami powierzchni.

3.2. Dane do metody i jej założenia

W proponowanej metodzie prognozowania kosztów szkód spowodowanych eksploatacją określonej kopalni wykorzystuje się następujące materiały:

- wykazy przeprowadzonych napraw i zastosowanej profilaktyki przed szkodami oraz ponoszonych kosztów wraz z zaległościami (na przykład zawarte w formularzach G-09.5),
- dane geologiczno-górnice o dokonanej i projektowanej eksploatacji oraz wyniki pomiarów i obliczeń deformacji powierzchni przez nią powodowanych (na przykład z planu ruchu lub innej dokumentacji),
- charakterystyka zagospodarowania powierzchni i ocena jego odporności na deformacje (na przykład z planu ruchu lub innej dokumentacji).

Założenia metody PKSE są następujące:

1. Przyjmuje się podział elementów zagospodarowania powierzchni na następujące rodzaje:
 - zabudowa mieszkaniowa, zabudowa przemysłowa, obiekty użyteczności publicznej, obiekty kolejowe, obiekty drogowe, sieć wodociągowa, sieć kanalizacyjna, sieć gazowa, sieć ciepłownicza, sieć energetyczna, rzeki i cieki, zalewiska, grunty rolne, lasy, użytki ekologiczne, inne obiekty.
2. Koszty szkód górniczych zależą od:
 - liczby obiektów, które znajdują się w zasięgu oddziaływania eksploatacji górniczej, wyrażonej w odpowiednich jednostkach (kubatura, powierzchnia, długość), odporności obiektów na deformacje, intensywności deformacji powierzchni spowodowanych eksploatacją górniczą.
3. W kosztach szkód spowodowanych dokonaną eksploatacją uwzględnia się:
 - nakłady na naprawę uszkodzeń (wykonywanych na bieżąco), wykazane zaległości, nakłady na profilaktykę.
4. Koszty szkód pochodzących od eksploatacji projektowanej zawierają:
 - nakłady na naprawę uszkodzeń, nakłady na profilaktykę, odszkodowania za utracone korzyści.
5. Przyjmuje się, że koszty wynikające z utraconych korzyści są proporcjonalne do prognozowanych kosztów ponoszonych na naprawę poszczególnych rodzajów zagospodarowania powierzchni.
6. Do analizy kosztów szkód spowodowanych dokonaną i projektowaną eksploatacją przyjmuje się kilkuletni okres (najlepiej 3 – 5 lat), co jest uzasadnione:
 - czasem ujawniania się deformacji, który wynosi od kilku miesięcy do trzech lat,
 - fluktuacjami wynikającymi ze specyfiki ujawniania się szkód górniczych i ich usuwania,
 - możliwością wykonania trafnych analiz i prognoz deformacji powierzchni.

3.3. Metoda

Koszty naprawy szkód spowodowanych **dokonaną eksploatacją** wynoszą [4]:

$$D = D_n + D_z + D_f \quad (4)$$

gdzie:

$$D_n = \sum_{r=1}^i D_n^r \quad (5)$$

D_n^r – koszty napraw w r -tym rodzaju zagospodarowania powierzchni,

i – liczba rodzajów zagospodarowania powierzchni,

D_z – **zaległości** w naprawach szkód za analizowany okres, w niektórych kopalniach powiększone o koszty szkód planowanych do usunięcia, opisane wzorem:

$$D_z = \sum_{r=1}^i D_z^r \quad (6)$$

D_z^r – koszty zaległości, o których mowa w definicji D_z , w r -tym rodzaju zagospodarowania powierzchni,

D_f – koszty wydatkowane na profilaktykę.

Prognozowane koszty szkód dla **projektowanej eksploatacji** wynoszą:

$$P = P_n + P_f + P_u \quad (7)$$

gdzie:

P_n – łączne koszty napraw na jednostkę wydobycia w r -tym rodzaju zagospodarowania powierzchni,

P_f – łączne koszty profilaktyki na jednostkę wydobycia we wszystkich elementach zagospodarowania powierzchni,

P_u – koszty z tytułu utraconych korzyści.

Prognozowane koszty napraw na jednostkę wydobycia określa się następująco:

$$P_n = \sum_{r=1}^i P_n^r \quad (8)$$

gdzie:

P_n^r – koszty napraw na jednostkę wydobycia w poszczególnych rodzajach zagospodarowania powierzchni, obliczane z:

$$P_n^r = (D_n^r + D_z^r)F^r \quad (9)$$

F^r – współczynnik r -tego rodzaju zagospodarowania powierzchni i warunków górniczych, który oblicza się według wzoru:

$$F^r = \frac{V_p^r}{V_d^r} G^r \quad (10)$$

gdzie:

V_p^r – liczba obiektów r -tego rodzaju zagospodarowania powierzchni, które znajdują się w obrębie zasięgu wpływów głównych **projektowanej eksploatacji**, wyrażona w odpowiednich jednostkach (kubatura, powierzchnia, długość),

V_d^r – analogicznie do V_p^r , ale dla **dokonanej eksploatacji**,

G^r – współczynnik korekcyjny wynikający z porównania odporności r -tego elementu zagospodarowania powierzchni z wielkością deformacji powierzchni w przypadkach projektowanej i dokonanej eksploatacji, określony według metodyki wynikającej ze specyfiki elementu zagospodarowania powierzchni.

Prognozowany łączny **koszt profilaktyki** na jednostkę wydobywania dla wszystkich rodzajów zagospodarowania powierzchni, obliczany jest ze wzoru:

$$P_f = D_f F \quad (11)$$

gdzie:

F – przeciętny współczynnik zagospodarowania powierzchni i warunków górniczych ważony jednostkowymi kosztami napraw (wykonanymi i zaległymi):

$$F = \frac{\sum_{r=1}^i (D_n^r + D_z^r) F^r}{D_n + D_z} = \frac{P_n}{D_n + D_z} \quad (12)$$

Konieczność stosowania przeciętnego współczynnika zagospodarowania powierzchni we wzorze (8) jest wówczas, gdy nie dysponujemy rozdziałem poniesionych kosztów profilaktyki na rodzaje zagospodarowania powierzchni.

Koszty odszkodowań za utracone korzyści proponuje się obliczać z zależności:

$$P_u = \sum_{r=1}^i P_n^r U^r \quad (13)$$

gdzie:

P_n^r – prognozowane koszty napraw dla r -tego rodzaju zagospodarowania powierzchni,

U^r – współczynnik utraconych korzyści dla r -tego rodzaju zagospodarowania powierzchni.

Współczynniki U^r powinny być oszacowane z uwzględnieniem specyfiki poszczególnych rodzajów zagospodarowania powierzchni.

4. Ogólna analiza aktualnych i potencjalnych szkód ekologicznych

Podejmowanie eksploatacji górniczej przy uwzględnianiu ochrony powierzchni przed szkodami górniczymi charakteryzują aspekty techniczny, ekonomiczny i społeczny. Wymienione aspekty powinny być rozważane przy ocenie możliwości prowadzenia eksploatacji górniczej oraz przy podejmowaniu decyzji o likwidacji zakładu górniczego. Uciążliwości użytkowania obiektów budowlanych i utraty korzyści w składnikach zagospodarowania powierzchni z powodu szkód nie można wyeliminować całkowicie. Należy jednak je oceniać i przestrzegać, aby nie przekraczały poziomu uznanego w danych warunkach

społeczno-ekonomicznych za możliwy do zaakceptowania. W zakresie aspektów ekonomicznych należy problem szkód górniczych rozpatrywać, minimalizując koszty kolizji związane z kosztami eksploatacji górniczej i warunkami funkcjonowania powierzchni. Przy podejmowaniu decyzji o eksploatacji górniczej, oprócz obowiązku ochrony zagospodarowania powierzchni należy uwzględniać wszystkie centra kosztów eksploatacji, w tym także koszty profilaktyki budowlanej i usuwania szkód górniczych.

Wyniki przedstawionej w niniejszym opracowaniu ekonomicznej oceny szkód powodowanych podziemnym wydobywaniem węgla kamiennego nie powinny stanowić wystarczającego upoważnienia do wskazywania zakładów górniczych, które w procesie reformowania tej gałęzi przemysłu wydobywczego powinny zostać objęte likwidacją. Mogą natomiast i powinny być pomocne w procedurach związanych z restrukturyzacją techniczną i restrukturyzacją finansową zakładów górniczych, jako jeden z elementów rachunku ekonomicznego stojącego u podstaw oceny opłacalności wydobywania oraz oceny efektywności inwestycji odtworzeniowych zdolności wydobywczych w górnictwie.

Prognozowanie kosztów szkód górniczych jest złożonym problemem ze względu na zróżnicowane zagospodarowanie powierzchni i warunki geologiczno-górnice w obszarach górniczych kopalń, a także w obszarze górniczym jednej kopalni. Dla terenu górniczego kopalni powinny być sumą kosztów usuwania szkód spowodowanych eksploatacją wszystkich parcel w granicach obszaru górniczego. Z porównania prognozowanych deformacji powierzchni powodowanych eksploatacją górniczą z odpornością obiektów zagospodarowania powierzchni nie jest możliwe prognozowanie kosztów usuwania szkód, gdyż nie ma sprawdzonych algorytmów określających relacje między wielkością deformacji powierzchni a liczbą i wielkością występujących szkód w poszczególnych rodzajach zagospodarowania powierzchni oraz kosztami tych szkód.

Dotychczas prognozowanie kosztów szkód górniczych w zagospodarowaniu powierzchni wywołanych eksploatacją pojedynczej parceli wykonuje się w ramach ekspertyz techniczno-ekonomicznych. Określa się je przez analogię do kosztów z lat poprzednich, uwzględniając odpowiednio koszty planowanej do wykonania profilaktyki. Nie było dotychczas opracowanych zasad sporządzania takich prognoz.

Opracowana metoda prognozowania kosztów szkód górniczych opiera się na analizie porównawczej powstałych i prognozowanych deformacji powierzchni (spowodowanych dokonaną i projektowaną eksploatacją górniczą) oraz zastosowaniu metod statystycznych i eksperckich do szacowania szkód górniczych. Podstawą do sporządzenia prognoz są dane statystyczne dotyczące kosztów usuwania szkód w latach poprzednich. W metodzie uwzględnione zostały koszty poniesione na naprawę uszkodzeń i profilaktykę, zaległości w usuwaniu szkód wykazane przez kopalnie, a także odpowiednio oszacowane koszty rekompensaty za wystąpienie utrudnień użytkowania obiektów zagospodarowania powierzchni z powodu występowania szkód.

5. Przykład prognozowania szkód ekologicznych na wybranym terenie przemysłowym

Przedmiotem oceny deformacji był teren wyrobiska cegielnianego Bielszowice przy ul. Cynkowej w Rudzie Śląskiej, który znajduje się na obszarze górniczym KWK „Pokój”, przynależnej do Kompanii Węglowej SA. Teren ten znajduje się na granicy obszarów górniczych: „Wirek I” i „Ruda Śląska”, to jest na granicy zlikwidowanej kopalni „Wawel” (O.G. „Ruda Śląska”) i czynnej części kopalni „Pokój” (rys. 3). W artykule zamieszczono przykład wyników prognozy deformacji powierzchni spowodowanej projektowaną eksploatacją górnictwem.

Do obliczeń przyjęto wartości parametrów i współczynników teorii na podstawie doświadczeń Głównego Instytutu Górnictwa w zakresie prognozowania wpływów eksploatacji w analizowanych rejonach. Parametry i współczynniki były wyznaczane na podstawie wyników geodezyjnych pomiarów obniżeń punktów.

Założone do prognozy wartości parametrów i współczynników wynoszą:

- parametr górotworu $\text{tg}\beta = 2,0$,
- współczynnik eksploatacyjny $a = 0,8$,
- parametr współczynnika proporcjonalności przemieszczeń i odkształceń poziomych $B = 0,32 r$, gdzie $r = H/\text{tg}\beta$, a H jest głębokością eksploatowanego pokładu.

Obliczenia prognostyczne wykonano dla punktów rozmieszczonych w regularnej siatce kwadratów o boku 10 m, pokrywającej analizowany teren i jego otoczenie.

Obliczono wartości wskaźników: obniżeń, czasowo ekstremalnych nachyleń oraz czasowo ekstremalnych poziomych odkształceń poziomych ściskających i rozciągających. Na ich podstawie określono także kategorie terenu górniczego (rys. 3).

Z wykonanych obliczeń prognostycznych wynika, że w okresie 2012 – 2020 wystąpią następujące ekstremalne wskaźniki deformacji:

- obniżenia do 0,2 m,
- nachylenia terenu do 3,0 mm/m,
- odkształcenia poziome o charakterze ściskania do -1,0 mm/m,
- odkształcenia poziome o charakterze rozciągania do +2,0 mm/m.

Reasumując, analizowany teren będzie poddany deformacjom odpowiadającym II kategorii terenu górniczego. Są to deformacje zaliczane do małych, których skutki na powierzchni nie powinny spowodować istotnych szkód górniczych.

6. Wnioski

1. Metoda oceny kosztów powodowanych przez kopalnie węgla kamiennego wymaga rozpoznania warunków geologiczno-górnich i zagospodarowania powierzchni oraz, w świetle tego rozpoznania, wyznaczenia współczynników korekcyjnych metody (G' , U').
2. Z wykonanej przykładowo prognozy deformacji wynika, że analizowany teren docelowo będzie poddany deformacjom odpowiadającym II kategorii terenu górnich. Są to deformacje, które zaliczyć należy do małych. Na powierzchni nie powinny spowodować istotnych szkód górnich.
3. W celu racjonalizacji zarządzania ochroną terenów górnich kopalń węgla kamiennego wskazane jest szersze stosowanie bazującego na GIS systemu dokumentowania przedsięwzięć z zakresu profilaktyki oraz naprawy szkód powodowanych ruchem zakładu górnich. Postulowany system powinien zawierać między innymi opis decyzji i działań naprawczych oraz określać wielkość poniesionych w związku z nimi kosztów, w powiązaniu z lokalizacją przestrzenną

Bibliografia

1. Barteczek A. i in.: Ocena wpływu eksploatacji złóż węgla kamiennego na środowisko. SGGW-AR, Warszawa 1988.
2. Kaszowska O., Kalisz P., Kowalski A.: Zagospodarowanie obiektów przemysłowych i usuwanie szkód górnich w zabudowie na terenach pogórnich. Przegląd Górnich, nr 7 – 8/2006, s. 69-75.
3. Kaszowska O., Kowalski A., Kulczycki Z.: Prognozowane a rzeczywiste koszty naprawy szkód górnich spowodowanych eksploatacją węgla kamiennego w Polsce w okresie 2001 – 2005. Konferencja Naukowo-Techniczna pt.: Problemy ochrony obiektów budowlanych na terenach górnich; Prace Naukowe GIG. Kwartalnik Górnictwo i Środowisko, Katowice 2007, s. 69-82
4. Kowalski A.: Prognozowanie kosztów usuwania szkód górnich powodowanych eksploatacją kopalń węgla kamiennego. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, Miesięcznik Wyższego Urzędu Górnich, nr 7/2002.
5. Kowalski A.: Specyfika deformacji powierzchni dla dzisiejszego polskiego górnictwa węgla kamiennego. Zeszyty Naukowe AGH, Polski Kongres Górnich, Kraków 2007.
6. Kulczycki Z., Piątkowski W.: Naprawa szkód powodowanych ruchem zakładów górnich w 2009 r. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie, Miesięcznik Wyższego Urzędu Górnich, nr 9/2010.

7. Kwiatek J. i in.: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Wydawnictwo GIG, Katowice 1997.
8. Kwiatek J. i in.: Zasady dopuszczania podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych. Instrukcje, nr 12, Wydawnictwo GIG, Katowice 2000.
9. Kwiatek J.: Obiekty budowlane na terenach górniczych. Wydawnictwo GIG, Katowice 2007.
10. Lisowski A.: System MKK – szansa przystosowania do wymagań XXI wieku procedur decyzyjnych w zakresie ochrony powierzchni przed szkodami górniczymi. Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie, Miesięcznik Wyższego Urzędu Górniczego, nr 4/1998.
11. Lisowski A.: Podstawy ekonomicznej efektywności podziemnej eksploatacji złóż. Wydawnictwo GIG, Wydawnictwo Naukowe PWN, Katowice-Warszawa 2001.
12. Lorek E.: Uwarunkowania prawno-ekonomiczne w ochronie terenów górniczych. Możliwości zastosowania metody CBA (Cost-Benefit Analysis) w ocenie szkód spowodowanych eksploatacją kopalń węgla kamiennego. Prace Naukowe GIG, s. Konferencje, nr 30, V Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Katowice 1999.
13. Piontek F i in.: Rachunek sozoekonomiczny nakładów w górnictwie węgla kamiennego. Europejskie Stowarzyszenie Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych Oddział Polski, Białystok-Kraków 1993.

Abstract

Presented conditions and method of forecasting the costs of disposal of mining damage in underground coal mines. The method involves the use of comparative analysis generated and projected surface deformation, expert analysis to estimate the damage and the use of statistical data on the costs incurred so far to prevent their removal. In the method are taken into account the cost to repair the damage and prevention, as well as costs to adequately compensate for the lost benefits.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010 – 2012 jako projekt badawczy nr N N115 345038