

Mirosław CHUDEK, Piotr STRZAŁKOWSKI

Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni
Politechnika Śląska

Wiesław PIWOWARSKI

Katedra Ochrony Terenów Górniczych
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza

OKREŚLENIE CZASU TRWANIA POEKSPLOATACYJNYCH DEFORMACJI POWIERZCHNI TERENU DLA WARUNKÓW JEDNEJ Z KOPALŃ GZW

Streszczenie. W referacie przedstawiono wyniki badań nad ustaleniem czasu trwania końcowej fazy ruchów powierzchni terenu, rozumianego jako czas od momentu zakończenia eksploatacji (lub oddalenia się ruchomej krawędzi na odległość przekraczającą zasięg wpływów) do ustania ruchów na powierzchni terenu. Rozważania zostały przeprowadzone w oparciu o wyniki pomiarów geodezyjnych jednej z kopalń GZW.

DETERMINATION OF THE LAND SURFACE MOVEMENT DURATION DUE TO UNDERGROUND MINING

Summary. The considerations are begun with estimation of Slovakia economic situation on the background of other countries of Europe Middle - Eastern. The main aim of the article is definition of strategy and economic policy. In order to develop Slovak Republic should intensify the economic relations both with developed countries and countries in transformation.

1. Wstęp

Podziemna eksploatacja złóż ujemnie oddziałuje na górotwór i powierzchnię terenu oraz znajdujące się na niej obiekty. Oddziaływanie to przejawia się występowaniem deformacji o charakterze nieciągłym i ciągłym oraz wstrząsami górotworu. Zarówno wstrząsy, jak i deformacje nieciągłe występują wyłącznie w pewnych przypadkach związanych z

niesprzyjającymi warunkami geologiczno-górnictwymi. Deformacje ciągłe natomiast występują zawsze w przypadku prowadzenia robót wybierkowych. Przejawiają się one występowaniem w górotworze i na powierzchni terenu osiadań i ich pochodnych [2, 3, 4].

Osiadanie powierzchni terenu wzrasta w czasie prowadzenia eksploatacji i trwa przez pewien czas po jej zakończeniu, aż do osiągnięcia wartości końcowej. Czas trwania ruchów powierzchni terenu wywołanych eksploatacją górnictwem jest dość zróżnicowany. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że czas ten zależy głównie od następujących czynników [1, 2, 3]: głębokości zalegania wybieranego pokładu, własności mechanicznych skał budujących górotwór, prędkości postępu frontu eksploatacyjnego, sposobu kierowania stropem.

Znajomość czasu trwania procesu deformacji wydaje się mieć dość duże znaczenie praktyczne, gdyż pozwala np. odpowiednio zaprojektować czasoprzestrzenny układ frontów eksploatacyjnych w zasięgu oddziaływania robót na ważne obiekty budowlane, czy też oddalać bezzasadne roszczenia o tzw. szkody górnictwowe. Czas ten określa się na podstawie analiz wyników pomiarów geodezyjnych w nawiązaniu do dokonanej eksploatacji górnictwowej.

Zagadnieniu temu poświęcono niniejszy referat. Ponieważ dla celów określenia tego czasu niezbędna jest znajomość parametrów teorii prognozowania wpływów (a w szczególności promienia zasięgu wpływów głównych), stąd przedstawione w referacie wyniki podzielono na dwie części: pierwsza z nich związana jest z identyfikacją wartości parametrów, a druga z określeniem czasu trwania końcowej fazy ruchów powierzchni terenu.

2. Identyfikacja wartości parametrów teorii prognozowania wpływów

Analizując szeroki materiał pomiarowy ustalono, że do wyznaczenia wartości parametrów mogą być wykorzystane wyniki pomiarów geodezyjnych z punktów obserwacyjnych zlokalizowanych w rejonie ul. Ks. Tunkla w dzielnicy K. W czasie objętym pomiarami, w rejonie linii prowadzona była eksploatacja z zawalem stropu w pokładzie 415. Zestawienie podstawowych informacji na temat wyeksploatowanych pól przedstawiono w tabeli 1. Na rys.1 przedstawiono usytuowanie dokonanej eksploatacji w stosunku do rozpatrywanego odcinka linii obserwacyjnej.

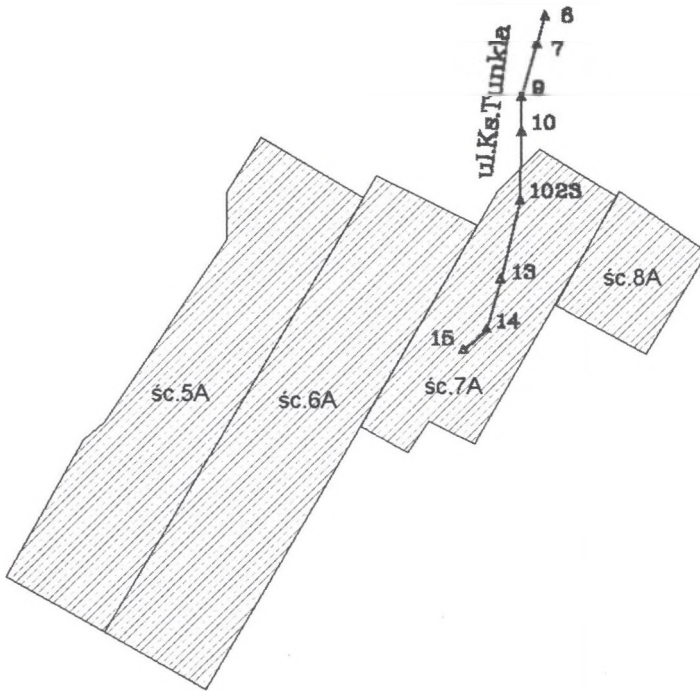
Tabela 1

Zestawienie podstawowych informacji o dokonanej eksploatacji w rejonie rozpatrywanej linii

Numer ściany	Czas eksploatacji		Głębokość m	Grubość warstwy m	Długość m	Wybieg m
	od	do				
5A	styczeń 1999	kwiecień 2000	510	1.8	200-225	950
6A	styczeń 1999	sierpień 2000	500	1.8-2.0	210	1000
7A	grudzień 2000	sierpień 2002	480	1.8	200	625
8A	październik 2001	luty 2002	470	2.0	200	250

Przebiegi osiadań punktów z tej linii (rys.1) pokazują, że w czasie rejestracji obniżeń wystąpiło kilka okresów uspokojenia ruchów, z których dwa są istotne, a mianowicie:

- **Pomiar z 8 sierpnia 2001 r.** W rejonie linii prowadzona była wtedy eksploatacja ścianą 7A, która została ukończona z dniem 1 sierpnia 2001 r. Mało prawdopodobne jest jednak, aby ruchy na powierzchni ustały praktycznie w kilka dni po zakończeniu eksploatacji, tym bardziej że w okresie do grudnia tego samego roku punkty obserwacyjne wykazywały dalsze ruchy, pomimo iż nie prowadzono wtedy dalszej eksploatacji. Można więc przyjąć, że jest to ciąg dalszy ruchów wywołanych eksploatacją ściany 7A oraz początkowa faza ruchów wywołanych eksploatacją ściany 8A. Tak więc nie ma wystarczających podstaw do tego, aby wykorzystać ten pomiar do wyznaczenia wartości parametrów.
- **Pomiar z 14 listopada 2002 r.** W rejonie linii ujawniały się wpływy prowadzonej eksploatacji ścianą 8A, na wschód od ściany 7A. Eksploatacja ta zakończona została w styczniu 2002 r. W pomiarze tym ujawniły się już z całą pewnością wszystkie wpływy będące efektem eksploatacji ścian 6A, 7A i 8A. **Tak więc można przyjąć, że niecka obniżeniowa pomierzona w dniu 14.11.2002 r. obrazuje deformacje końcowe, jakie wystąpiły pod wpływem eksploatacji wymienionych wyżej ścian.**



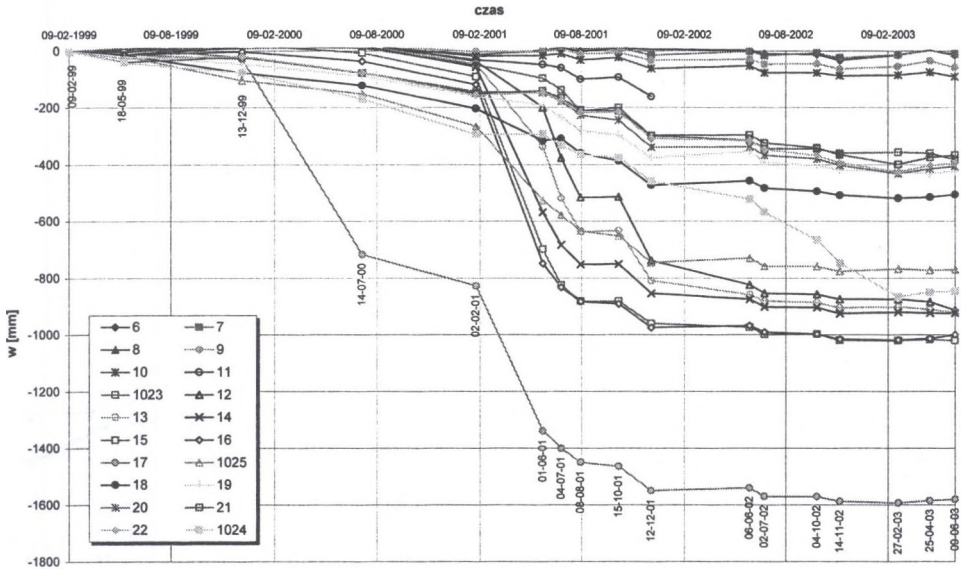
Rys. 1. Usytuowanie rozpatrywanego odcinka linii pomiarowej i dokonanej w pokładzie 415 eksploatacji górniczej

Fig. 1. Location of considered observing points and mining extraction in coal seam 415

Do dalszych rozważań w zakresie identyfikacji wartości parametrów wykorzystano odcinek linii pomiędzy punktami 6 i 15. Lokalizację rozpatrzonego fragmentu linii obserwacyjnej względem eksploatacji górniczej w pokładzie 415 przedstawiono na rys.1.

Do wyznaczenia wartości parametrów wykorzystano oprogramowanie autorstwa R.Ściagały i P.Strzałkowskiego [5]. Parametry wyznaczano dwukrotnie: bez zastosowania obrzeża eksploatacyjnego oraz z jego wykorzystaniem.

Wyniki identyfikacji parametrów przedstawiono w tabeli 2. Graficzne porównanie osiadań pomierzonych oraz obliczonych teoretycznie przy wyznaczonych wartościach parametrów przedstawiono na rysunkach 3 i 4 odpowiednio dla obliczeń przeprowadzonych bez zastosowania obrzeża eksploatacyjnego oraz z jego wykorzystaniem.

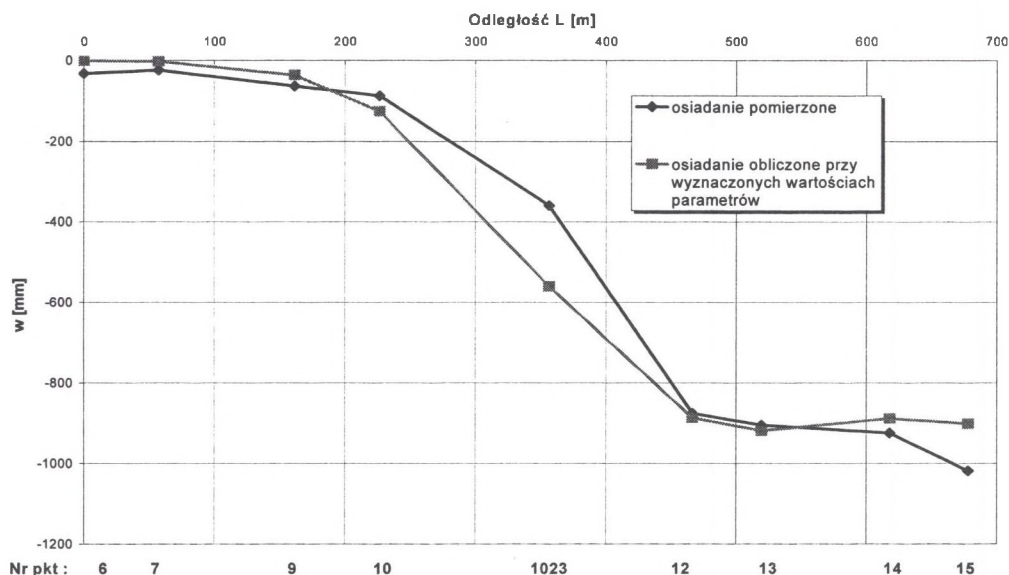


Rys. 2. Przebieg osiadań punktów obserwacyjnych w czasie
 Fig. 2. The course of subsidence over time for chosen observing points

Tabela 2

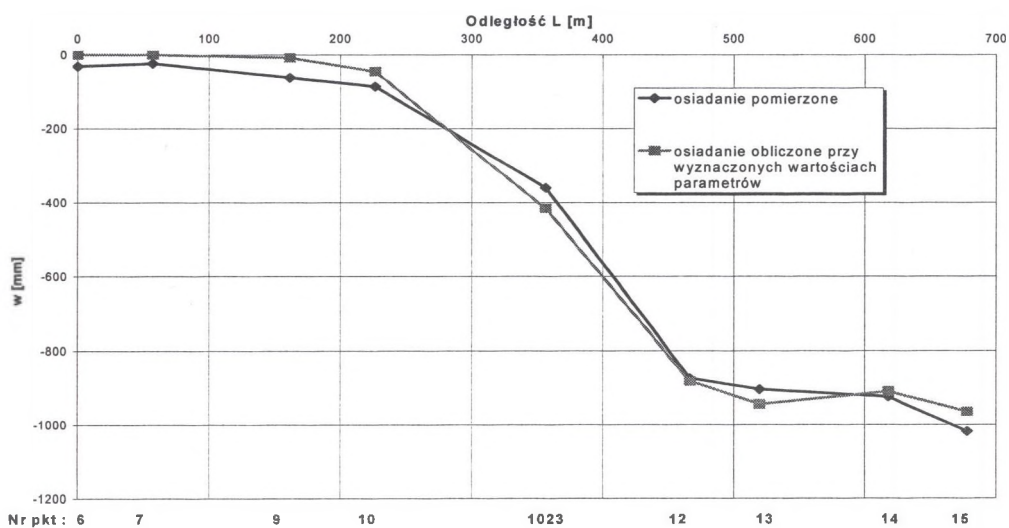
Wyniki identyfikacji wartości parametrów

	Bez stosowania obrzeża eksploatacyjnego	Z zastosowaniem obrzeża eksploatacyjnego
a	0.571	0.777
tgβ	2.054	2.098
d	-----	50.0 m
Błąd procentowy	8%	4%



Rys. 3. Porównanie osiadań pomierzonych i obliczonych teoretycznie przy wyznaczonych wartościach parametrów. Obliczenia bez stosowania obrzeża eksploatacyjnego

Fig. 3. The comparison of subsidence measured and calculated by using determined values of parameters (without using of extraction boundary)



Rys. 4. Porównanie osiadań pomierzonych i obliczonych teoretycznie przy wyznaczonych wartościach parametrów. Obliczenia z zastosowaniem obrzeża eksploatacyjnego

Fig. 4. The comparison of subsidence measured and calculated by using determined values of parameters (with using of extraction boundary)

3. Określenie czasu trwania końcowej fazy ruchów powierzchni terenu

Analizy wyników pomiarów geodezyjnych prowadzonych na powierzchni terenu pozwoliły na wyselekcjonowanie okresów uspokojenia się ruchów górotworu. Analizy te przeprowadzono na dostępnych liniach obserwacyjnych z rejonu dzielnicy „K”. Oczywiście analizy takie są obarczone pewnymi błędami, co wynika między innymi z błędów pomiarowych, nieciągłego charakteru pomiarów (charakter dyskretny). Analizy utrudniał dodatkowo fakt, że w obszarze objętym pracą prowadzona była intensywna eksploatacja górnicza, której wpływy nakładały się na siebie. Jako czas trwania końcowej fazy deformacji rozumiano tu czas, jaki mijał od zakończenia eksploatacji, lub oddalenia się krawędzi eksploatacji na odległość przewyższającą zasięg wpływów, do momentu ustania procesu osiadania. W przeprowadzonych analizach zasięg wpływów przyjmowano jako uzyskaną w procesie identyfikacji wartość promienia zasięgu wpływów głównych.

Dla prowadzonej pod analizowanymi liniami eksploatacji górniczej z podszkawką hydrauliczną otrzymano następujące czasy trwania końcowej fazy osiadań:

- 5 miesięcy – dla głębokości 590 m,
- 6,5 miesiąca – dla głębokości 600 m,
- 6 miesięcy – dla głębokości 700 m,
- 9 miesięcy – dla głębokości 790 m,
- 8 miesięcy – dla głębokości 800 m.

W następnym etapie, dla celów użytkowych opracowano na podstawie uzyskanych powyżej czasów zależność empiryczną, pozwalającą w prosty sposób określać przybliżony czas trwania końcowej fazy ruchów powierzchni terenu.

Jak już wspomniano we wstępie, czas ten zależy od wielu czynników. Wśród nich wymienić można m.in.: budowę górotworu (własności mechaniczne), prędkość postępu frontu eksploatacyjnego, sposób kierowania stropem i głębokość eksploatacji. Dla warunków kopalni „P-W” przyjęto, że czas ten zależy przede wszystkim od głębokości prowadzonej eksploatacji oraz od sposobu kierowania stropem. Z tego względu w dalszych analizach postanowiono szukać zależności pomiędzy czasem trwania końcowej fazy ruchów górotworu a głębokością zalegania eksploatowanych pokładów, gdyż wszystkie analizowane przypadki dotyczyły eksploatacji podszkawkowej.

W wyniku zastosowania regresji liniowej otrzymano zależność wiążącą czas trwania końcowej fazy deformacji z głębokością prowadzonej z podsadzką hydrauliczną eksploatacji górniczej. Zależność ta posiada następującą postać:

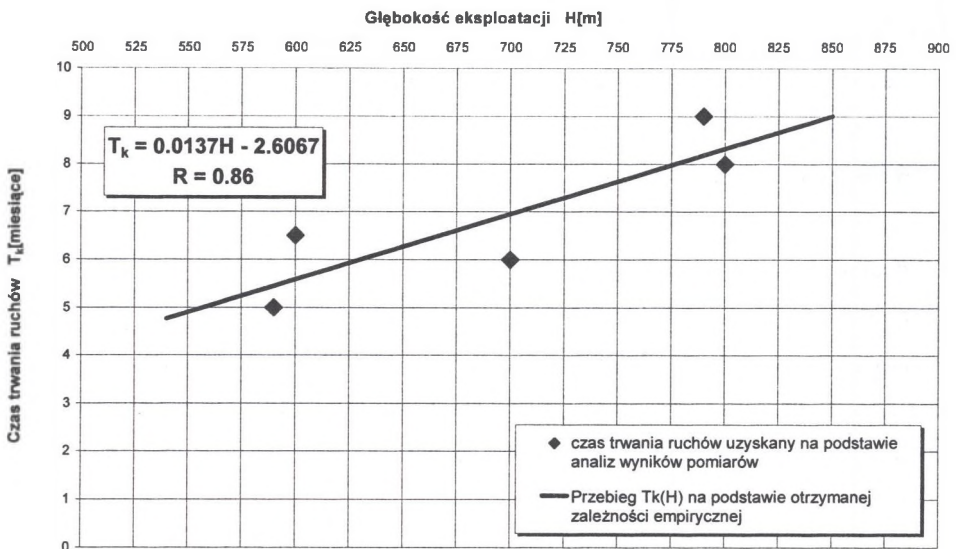
$$T_k = 0.0137 H - 2.607 \quad (1)$$

gdzie:

T_k – czas trwania końcowej fazy procesu osiadania (od zakończenia eksploatacji lub oddalenia się jej krawędzi na odległość przewyższającą zasięg wpływów), miesiące,

H – głębokość eksploatacji, m.

Otrzymana zależność została zilustrowana na rys.5, na tle wartości uzyskanych z analiz wyników pomiarów geodezyjnych.



Rys. 5. Przebieg proponowanej zależności $T_k(H)$ wg wzoru (1) i dane uzyskane z analiz
Fig. 5. The course of proposed dependance $T_k(H)$ follow formula (1) and data taken from analyses

4. Podsumowanie

Podsumowując przedstawione w referacie wyniki badań należy stwierdzić, że otrzymane czasy trwania końcowej fazy ruchów powierzchni terenu wywołanych podziemną

eksploatacją w warunkach rozpatrywanej kopalni są krótkie, gdy weźmie się pod uwagę stosunkowo duże głębokości i fakt, iż rozpatrywane w analizie wpływy pochodzą od eksploatacji prowadzonej z podsadzką hydrauliczną.

Uzyskana prosta zależność empiryczna pozwala na określanie przybliżonego czasu trwania końcowej fazy ruchów dla projektowanej eksploatacji górniczej z podsadzką hydrauliczną w rozpatrywanym rejonie.

Literatura

1. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
2. Chudek M., Sapicki K.S. i inni: Ochrona środowiska w Górnym Śląsku i Donieckim Zagłębiu Węglowym. Wyd. Pol. Śl., Gliwice 2004.
3. Chudek M., Strzałkowski P., Ścigała R.: Czas trwania procesu poeksploatacyjnych deformacji powierzchni terenu w zależności od warunków geologiczno – górniczych. Budownictwo Górnicze i Tunelowe nr 3/2000.
4. Piwowarski W., Dżegniuk B., Niedojadło Z.: Współczesne teorie ruchów górotworu. Wyd. AGH, Kraków 2003.
5. Ścigała R., Strzałkowski P.: Software for predictions of underground mining influences on the land surface and rock mass. Międzynarodowa Konferencja „Geotechnika 2000”, Słowacja, Tatry Wysokie, październik 2000.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan Pielok

Abstract

The results of researches aiming at determination of land surface movement duration due to underground mining have been presented in this paper. Surface subsidence is increasing during face advance under specified surface area and lasts some time after finishing of the extraction. Surface movement time is different for each mining area. The considered time one should understand as time range between ending of the considered extraction (or moving

away of the active edge past the influence range) and termination of land surface movement. Up to date researches point that this time depends on several factors, mainly : the depth of extraction, rockmass quality, face advance speed and roof control system.

Determination of this time has practical meaning: it helps in mining plans development taking into account time and spatial coordination of extraction in urbanized areas , as well as refusing unfounded claims for loss connected with building damages.

Taking above considerations, authors have determined the land surface movement duration on the basis of the results of geodesic measurements. Because this task requires determination of the influence range, in the first part of this paper the parameters of Budryk-Knothe theory have been identified.