

Roman ŚCIGAŁA
Politechnika Śląska, Gliwice

UWAGI DO PROGNOZOWANIA DEFORMACJI NIEUSTALONYCH W AKTUALNYCH WARUNKACH WYBIERANIA ZŁÓŻ

Streszczenie. W pracy przedstawiono uwagi na temat możliwości wykorzystania modeli geometryczno-całkowych do prognozowania deformacji powierzchni terenu w stanie nieustalonym w warunkach szybko postępującego frontu z uwzględnieniem przerw w eksploatacji.

FORECASTING OF TRANSIENT DEFORMATIONS IN PRESENT UNDERGROUND MINING CONDITIONS

Summary. The remarks on the possibilities of using geometric-integral models for forecasting transient subsidence in the conditions of high face advance speed as well as stoppage of face advance have been presented in this paper.

1. Wprowadzenie

Współczesne podziemne górnictwo węgla kamiennego w Polsce przeżywa wiele problemów. Realia ekonomiczne wymuszają w warunkach gospodarki wolnorynkowej zmiany w organizacji produkcji zakładów wydobywczych. W praktyce przekłada się to na dążenie kopalń do koncentracji wydobycia przy jednoczesnym zwiększaniu długości ścian i prędkości postępu frontu.

Obserwacje geodezyjne prowadzone w latach 90. wykazują, że w związku ze zwiększaniem prędkości postępu frontu eksploatacyjnego oraz występowaniem sobotnio-niedzielnymi przerw w eksploatacji zmienia się również czasoprzestrzenny rozkład deformacji w nieustalonej fazie procesu osiadania powierzchni terenu.

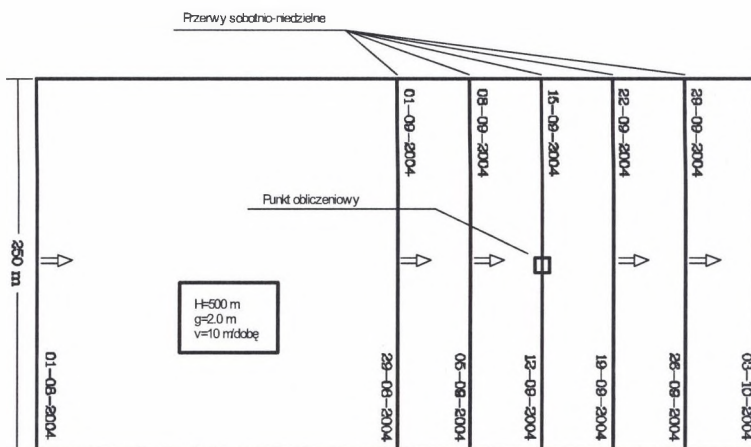
Jednym z warunków skutecznego przeciwdziałania niekorzystnym przeobrażeniom powierzchni terenu jest możliwość wykonania wiarygodnych prognoz tej deformacji. W tym zakresie pojawiło się w ostatnich latach sporo nowych propozycji opisu tzw. dynamicznej niecki osiadania. Należałoby tutaj wymienić propozycje J.Białka [1], B.Drzęzli [3], J.Kwiatka [6], P.Strzałkowskiego [10]. W dalszym jednakże ciągu dla celów użytkowych w polskim przemyśle węglowym wykorzystuje się najczęściej do prognoz teorię W.Budryka – S.Knothego. Tak więc bardzo istotne jest pytanie, w jakim zakresie to rozwiązanie pozwala na uwzględnienie współczesnych realiów prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej. W niniejszej pracy przedstawiono na podstawie wybranego przykładu obliczeniowego wyniki prognozy dla eksploatacji prowadzonej z dużą prędkością postępu z sobotnio-niedzielnymi przerwami.

2. Wykonane obliczenia

Jak wykazują badania własne, a także innych autorów, przyjmowane wartości współczynnika prędkości osiadania c wg zaleceń podanych przez autora teorii [4] ($0.5 < c < 7$ [1/rok]) są dla dzisiejszych warunków eksploatacji zaniżone. Coraz częściej podnoszony jest problem bardzo szybkiego ujawniania się wpływów na powierzchni terenu, na co zwrócili uwagę m.in. A.Sroka [7], J.Kwiatek [6], J.Zych [11]. Analizy wyników pomiarów geodezyjnych prowadzonych w ostatnich latach wykazują bowiem, że efekt sobotnio-niedzielnej przerwy w eksploatacji jest widoczny w wynikach pomiarów prawie natychmiast – na początku tygodnia.

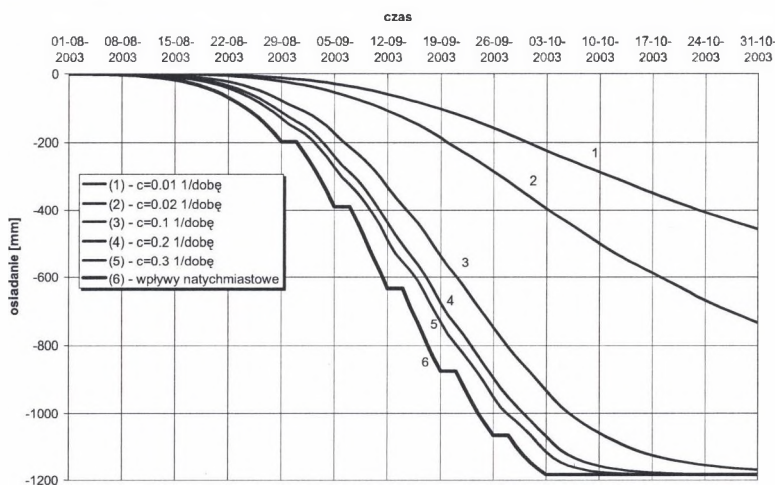
Tak więc na podstawie analizy przytaczanej literatury można przyjąć założenie, że do prognoz deformacji w stanie nieustalonym należy przyjmować wyższe wartości parametru c niż dotychczas stosowane. Przy takim podejściu istotne jest ustalenie, czy przyjęcie proponowanych wyższych wartości c pozwoli opisać obserwowane w praktyce zjawisko zmniejszania się prędkości osiadań wskutek sobotnio-niedzielných przerw.

W celu realizacji tego zadania przyjęto przykładową eksploatację na głębokości 500m ściany zawałowej o długości 250 m, wysokości 2 m i prędkości postępu frontu 10 m/dobę. Założono, że eksploatacja prowadzona jest od poniedziałku do piątku. Rozważono przy tym pięć tygodni pracy ściany. Schemat eksploatacji przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat rozpatrzonej eksploatacji górniczej
Fig. 1. The scheme of considered mining extraction

Przy wykorzystaniu własnego oprogramowania [9] wykonano symulację biegu ściany przy podanych wyżej warunkach. Obliczenia wykonano dla stanów nieustalonych dla różnych wartości współczynnika c : 0.01, 0.02, 0.1, 0.2, 0.3 [1/dobę], co odpowiada wartościom od ok.3.5 [1/rok] do ok.100 [1/rok]. Wykonano również obliczenia przy założeniu, że $c \rightarrow \infty$ (wpływy natychmiastowe). W wyniku symulacji otrzymano przebiegi czasowe wartości wybranych wskaźników deformacji. Przebiegi osiadań punktu zlokalizowanego nad środkiem pola eksploatacyjnego przedstawiono na rys.2.



Rys. 2. Przebieg obniżeń w czasie dla rozpatrywanego punktu na powierzchni terenu przy różnych wartościach współczynnika czasu c
Fig. 2. The course of subsidence over time of point located on the land surface for different values of time coefficient c

3. Omówienie otrzymanych wyników

Wyniki przeprowadzonych obliczeń, których graficzną interpretację przedstawiono na rys. 2, skłaniają do przedstawienia pewnych uwag dotyczących prognozowania nieustalonych obniżeń w warunkach szybko postępującego frontu z sobotnio-niedzielnymi przerwami.

Przed wszystkim należy zwrócić uwagę na fakt, iż w prognozowanym przebiegu osiadań w czasie dla rozpatrywanego punktu nie można zaobserwować zjawiska zmniejszania się prędkości obniżeń wskutek sobotnio-niedzielnich przerw w eksploatacji. Dla stosowanych dotychczas wartości c (poniżej 10 1/rok, co odpowiada wartościom 0,01 i 0,02 1/dobę na rys.2) krzywa obniżeń w czasie jest gładka. Z analiz wyników obserwacji geodezyjnych przedstawionych m.in. w pracy [5] jednoznacznie wynika, że w przypadku zatrzymania frontu eksploatacyjnego prędkość osiadania punktów na powierzchni terenu znacznie maleje, z niewielkim opóźnieniem w stosunku do zatrzymania frontu. Opóźnienie to wynosi zaledwie od jednego do kilku dni. Nawet zastosowanie znacznie wyższych wartości c – w niniejszym przykładzie $c \approx 100$ 1/rok ($c = 0.3$ 1/dobę) - nie pozwala na odzwierciedlenie rzeczywistego przebiegu obniżenia punktu w czasie.

Również należy zwrócić uwagę na fakt, że w momencie, kiedy czynny front eksploatacyjny znajduje się bezpośrednio pod rozpatrywanym punktem na powierzchni, obniżenia względne tego punktu wynoszą 8% obniżenia końcowego dla $c \approx 7$ [1/rok] oraz 5 % dla $c \approx 3$ [1/rok] (rys.2).

Wyniki pomiarów geodezyjnych oraz ich analizy wskazują, że wartość ta wynosi przeciętnie 15-25% w_k , a nawet sięga 40% w_k . Z rysunku 2 wynika, że aby uzyskać w tym zakresie zgodność z wynikami obserwacji, należy do prognoz zastosować znacznie wyższe wartości c .

4. Podsumowanie

Podsumowując przedstawione w pracy rozważania należy zwrócić uwagę na fakt, iż w przypadku szybko postępującego frontu eksploatacyjnego z sobotnio-niedzielnymi przerwami występują znaczne trudności w prawidłowym prognozowaniu niecki obniżeniowej w stanie nieustalonym, przy wykorzystaniu stosowanych dotychczas w praktyce rozwiązań teoretycznych. Szczególnie trudne jest uwzględnienie w prognozie anomalii rozkładu obniżeń

punktu w czasie, w postaci prawie natychmiastowego zmniejszania się prędkości osiadań spowodowanych przerwami w eksploatacji. Pewnym rozwiązaniem sygnalizowanych w artykule problemów jest zastosowanie w prognozach znacznie wyższych niż dotychczas wartości współczynnika czasu c , dzięki czemu możliwy jest dokładniejszy opis deformacji nieustalonych nad krawędzią eksploatacji. Nie można jednakże w ten sposób uzyskać zgodności przebiegu osiadań w czasie dla eksploatacji prowadzonej z przerwami. Problem ten można próbować usunąć np. poprzez zastosowanie modeli reologicznych z uwzględnieniem tzw. „wpływów natychmiastowych”. Wymaga to jednak dalszych szczegółowych badań.

LITERATURA

1. Białek J.: Opis nieustalonej fazy obniżenia terenu górniczego z uwzględnieniem asymetrii wpływów końcowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. nr 194, Gliwice 1991.
2. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2002.
3. Drzęzła B.: Niektóre poglądy w zakresie kinematyki niecki osiadania i nowy model geometryczny. Szkoła Eksploatacji Podziemnej '93. Kraków-Ustroń, 1-5 marzec 1993.
4. Knothe St.: Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej. „Śląsk”, Katowice 1984.
5. Kanciruk A., Rogowska J., Stanisławski L., Popiołek E., Ostrowski J.: Badania skutków ujawniania się przerw eksploatacyjnych na powierzchni z wykorzystaniem pomiarów tensometrycznych i geodezyjnych. XXV Zimowa Szkoła Mechaniki Górniczej, Kraków 2002.
6. Kwiatek J.: O reologicznych aspektach zagrożenia obiektów budowlanych na terenach górniczych. Prace naukowe GIG, nr 827. Katowice 1998.
7. Sroka A.: Dynamika eksploatacji górniczej z punktu widzenia szkód górniczych. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Kraków 1999.
8. Ściagała R.: Prognozowanie nieustalonych obniżenia powierzchni terenu w przypadku szybko postępującego frontu eksploatacyjnego. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo, z. 254. Gliwice 2002.
9. Ściagała R., Strzałkowski P.: „Software for predictions of underground mining influences on the land surface and rock mass”. Międzynarodowa Konferencja : GEOTECHNICS 2000. Gliwice-Ustroń, Wysokie Tatry – Podbanske, Słowacja, październik 2000.
10. Strzałkowski P.: Model nieustalonych przemieszczeń pionowych górotworu w obszarze objętym oddziaływaniem eksploatacji górniczej. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, z. 237. Gliwice 1998.
11. Zych J.: Wpływ postępu frontu eksploatacyjnego na przebieg prędkości osiadania w czasie. Konferencja Naukowo-Techniczna *Przemysł Wydobywczy 2001*. Kraków 2001.

Abstract

Geodesic measurements led in the past 10 years point that there is a change in distribution of transient land surface deformation due to increasing of face advance speed as well as weekend stoppage of extraction. In recent years there had been worked out new models for description of land surface deformation in its transient state. But still the most frequently used in practice there is W.Budryk-S.Knothe solution. So it is necessary to answer the question, how it fits for present mining conditions, where speed of extraction is high and there are interruptions of extraction in weekend days. In this paper author worked out an example of using Knothe model for calculations in the conditions, where speed of extraction equals 10m/day, with simulation of weekend stoppages.

Obtained results show, that there are poor conditions for fitting prognosed distribution of subsidence over time with measurements results, where one can observe decreasing of subsidence speed due to weekend face stoppage.

Summing up it is necessary to point, that there should be used greater values of time coefficient c for prognoses, then it is proposed by S.Knothe. But inspite of that, there are still discrepancies between theoretical solution and measurements results. They can be eliminated by using other models, for example rheological models, which can simulate so called „instantaneous influences”.