

WERYFIKACJA PARAMETRÓW TEORII PROGNOZOWANIA DLA REJONU INTENSYWNEJ, WIELOPOKŁADOWEJ EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

40.1 WPROWADZENIE

Złoże „Pola K” jest od 1978 r. objęte intensywną, wielopokładową eksploatacją górnictwem prowadzoną przez kopalnie „X” i „Y”. Znaczne zasoby węgla położone w tym Polu mogą być eksploatowane jeszcze przez najbliższych kilkadziesiąt lat zapewniając przez ten czas możliwość funkcjonowania tym kopalniom.

Wpływy eksploatacji prowadzonej w „Polu K” były obserwowane od momentu rozpoczęcia wybierania złoże w tym Polu na czterech liniach obserwacyjnych o numerach I, III, VI i VII. W 2003 r. w wyniku znacznego zdekompletowania punktów tych linii założono dwie nowe linie oznaczone jako „W” i „J”, na których geodezyjne obserwacje wysokościowe i liniowe ujawniających się wpływów eksploatacji są kontynuowane.

Zadaniem tych obserwacji jest ocena wielkości obniżeń i odkształceń poziomych oraz weryfikacja stosowanych w wykonywanych prognozach deformacji wartości parametrów teorii wpływów intensywniej, wielopokładowej eksploatacji górnictwem.

W artykule przedstawiono metodykę weryfikacji stosowanych wartości parametrów teorii wpływów dla tego rejonu w oparciu o materiał obserwacyjny uzyskany z pomiarów geodezyjnych na liniach pomiarowych założonych w „Polu K”.

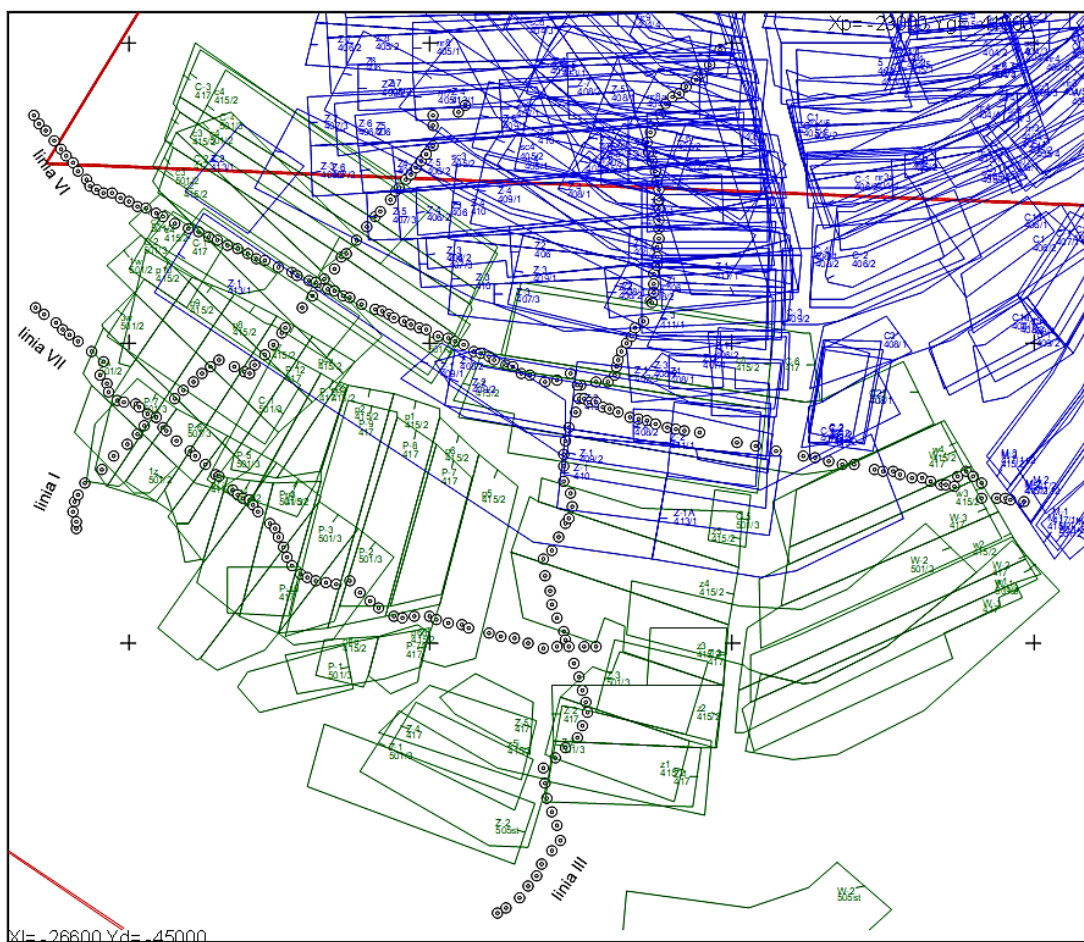
40.2 OPIS OBSERWACJI GEODEZYJNYCH WYKONYWANYCH NA LINIACH OBSERWACYJNYCH ZAŁOŻONYCH W „POLU K”

Na liniach I, III, VI i VII obserwacje wpływów eksploatacji realizowanej w „Polu K” były prowadzone w okresie od 15 grudnia 1977 r. do 20 grudnia 2002 r. W okresie tym wykonano 103 cykle pomiarów wysokościowych, a na liniach I i VII również liniowych.

W okresie wykonywania pomiarów geodezyjnych na wymienionych liniach kopalnia „X” przeprowadziła eksploatację w południowej i środkowej części tego Pola w 6 pokładach, zaś Kopalnia „Y” w północnej i środkowej jego części

w 21 pokładach. W 29 ścianach w pokładach 415/2, 417 i 501/3 eksploatacja była realizowana z zastosowaniem podsadzki hydraulicznej, natomiast całą pozostałą eksploatację prowadzono z zawałem stropu.

Położenie linii pomiarowych I, III, VI i VII względem krawędzi eksploatacji zrealizowanej w okresie wykonywania pomiarów na tych liniach pokazano na rys. 40.1.



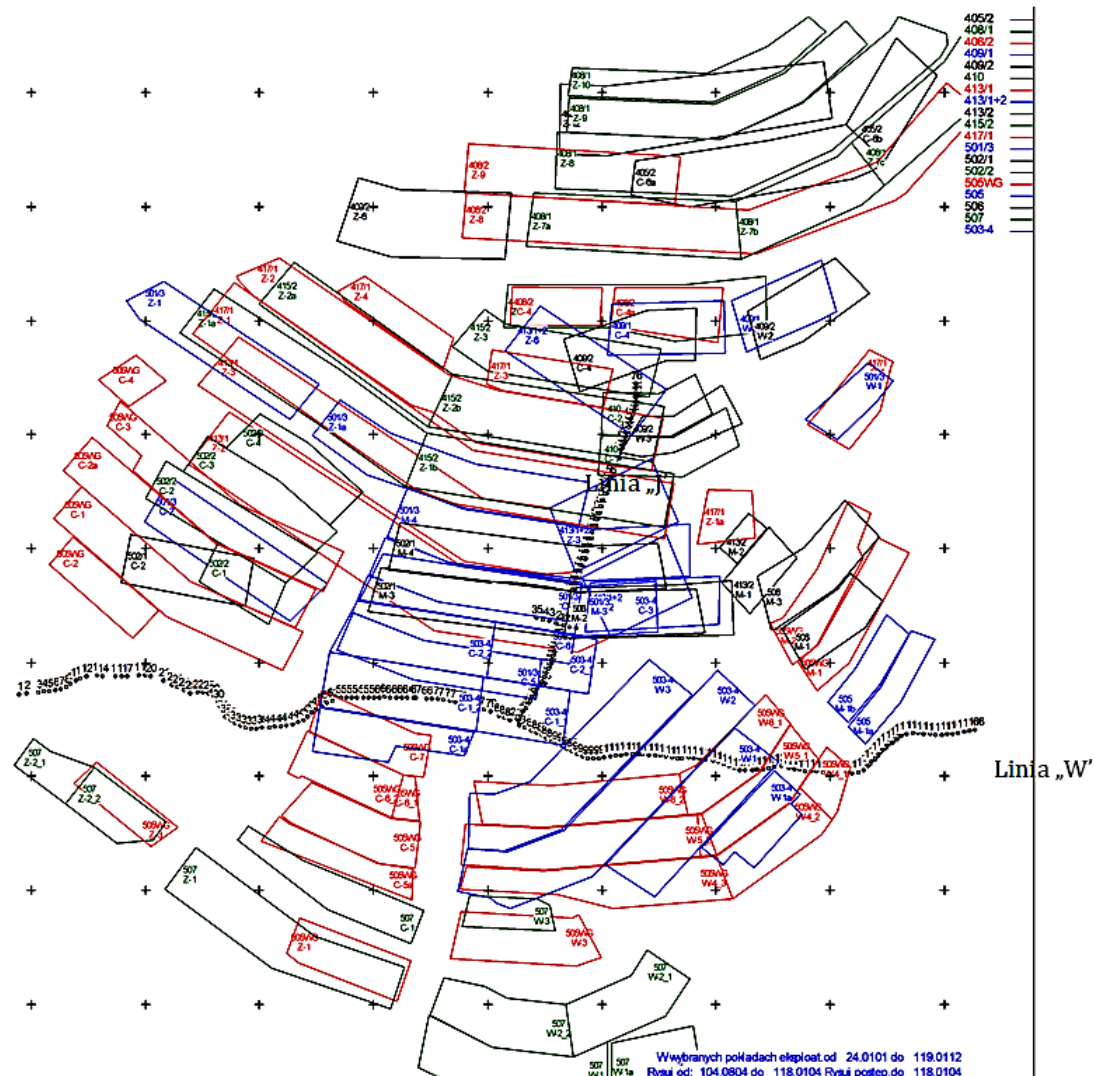
Rys. 40.1 Położenie linii obserwacyjnych I, III, VI i VII względem krawędzi eksploatacji zrealizowanej w okresie wykonywania pomiarów na tych liniach (KWK „Y” – linia niebieska, KWK „X” – linia zielona)

Wskutek znacznego zdekompletowania punktów linii pomiarowych I, III, VI i VII w 2003 r. zostały założone dwie nowe linie, a mianowicie linia „W” oraz linia „J”, na których pomiary wykonywane są do chwili obecnej.

Linia pomiarowa „W” przechodząca równoleżnikowo przez środek „Pola K” składała się pierwotnie ze 166 punktów (punkty 1-166) rozmieszczonych zasadniczo w odległościach wynoszących ok. 25 m. Na linii tej wykonuje się od sierpnia 2004 r. obserwacje wysokościowe i liniowe z częstotliwością dwa razy w roku.

Sieć obserwacyjna „J” składająca się początkowo z 76 punktów odchodzi mniej więcej południkowo od punktu 84 linii „W” w kierunku północnym. Odległości pomiędzy większością punktów pomiarowych wynoszą od 20 m do 30 m. Linia

obserwacyjna „J” obserwowana jest od 20.07.2004 r. wysokościowo i liniowo w zróżnicowanych okresach czasowych (od dwutygodniowych do półrocznych). Położenie krawędzi eksploatacji kopalń „X” i „Y” przeprowadzonej w okresie wykonywania pomiarów geodezyjnych w stosunku do linii obserwacyjnej „W” i linii pomiarowej „J” pokazano na rys. 40.2.



Rys. 40.2 Położenie linii pomiarowych „W” i „J” względem krawędzi eksploatacji kopalń „X” i „Y” zrealizowanej w okresie wykonywania pomiarów na tych liniach

40.3 WYZNACZENIE PARAMETRÓW TEORII WPŁYWÓW

Do wyznaczenia parametrów teorii wpływów w oparciu o pomiary geodezyjne posłużono się programem EDBJT.EXE autorstwa J. Białka.

Program ten wyznacza parametry a , $tg\beta$ oraz A_{obr} wzoru na obniżenia J. Białka [1] (stanowiącego rozszerzenie wzoru S. Knothego) w oparciu o dopasowanie niecki teoretycznej obliczonej tym wzorem do niecki określonej pomiarami geodezyjnymi. Stosowanie programu EDBJT wymaga wprowadzenia danych określających położenie punktów obserwacyjnych i wartości pomierzonych obniżen w tych

punktach oraz opisu geometrii pól eksploatacji górniczej będących przyczyną obserwowanych obniżień. Dla uwzględnienia efektów aktywacji starych zrobów konieczne jest również wprowadzenie opisu eksploatacji dokonanej.

Kryterium wyznaczenia parametrów jest minimum wariancji resztkowej B_r określonej wzorem:

$$B_r(a, tg\beta, A_{obr}) = \sum_{i=1}^n [aW_{k_i}(tg\beta, A_{obr}) - W_{p_i}]^2 \quad (40.1)$$

gdzie:

n – liczba punktów pomiarowych,

a – współczynnik eksploatacyjny,

$tg\beta, A_{obr}$ – parametry występujące we wzorze na obniżenia J. Białka,

$aW_{k_i}(tg\beta, A_{obr})$ – wielkość teoretyczna obniżenia i -tego punktu pomiarowego obliczona wzorem na obniżenia J. Białka,

W_{p_i} – pomierzone obniżenie i -tego punktu.

Stosując ten program, można wyznaczyć parametry $a, tg\beta, A_{obr}$ również wtedy, gdy punkty pomiarowe nie są położone wzdłuż linii prostej. Można na przykład wykorzystać sieć punktów rozproszonych.

Program EDBJT umożliwia dodatkowo obliczenie błędów parametrów teorii wpływów wyznaczonych w oparciu o pomierzone obniżenia.

Posługując się programem EDBJT wyznaczono w oparciu o pomiary linii obserwacyjnych I, III i VI wartości parametrów teorii wpływów dla eksploatacji prowadzonej w „Polu K”.

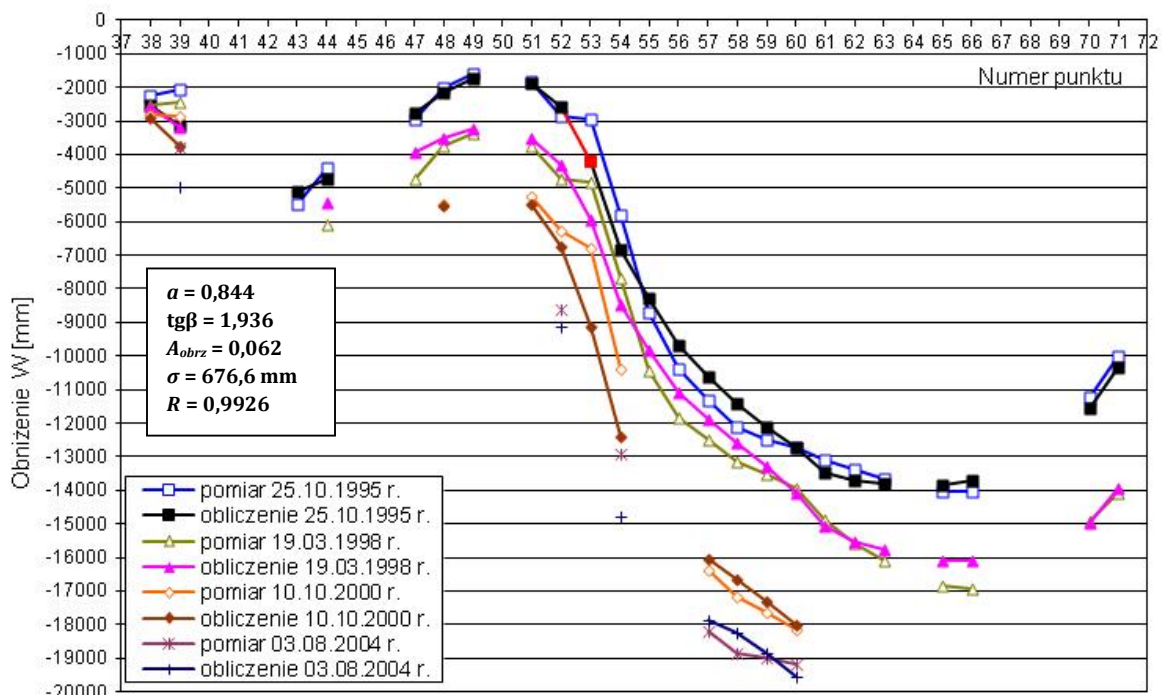
Każdą linię obserwacyjną rozpatrywano oddzielnie wyznaczając parametry z pomiarów ujmujących jednocześnie wszystkie wybrane cykle obserwacyjne.

Przykładowe wyniki dopasowania obniżień teoretycznych do pomierzonych na linii III w wybranych cyklach obserwacyjnych pokazano na rysunku 40.3.

W wyniku przeprowadzonych dopasowań obniżień teoretycznych do pomierzonych na liniach I, III i VI uzyskano następujące wartości parametrów:

- współczynnik osiadania a – od 0,844 do 0,861,
- parametr teorii $tg\beta$ – od 1,936 do 2,020,
- współczynnik obrzeża eksploatacyjnego A_{obr} – od 0,000 do 0,062.

Przeprowadzone dopasowania cechowały się współczynnikami korelacji zawartymi w przedziale od $R = 0,9876$ do $R = 0,9947$.

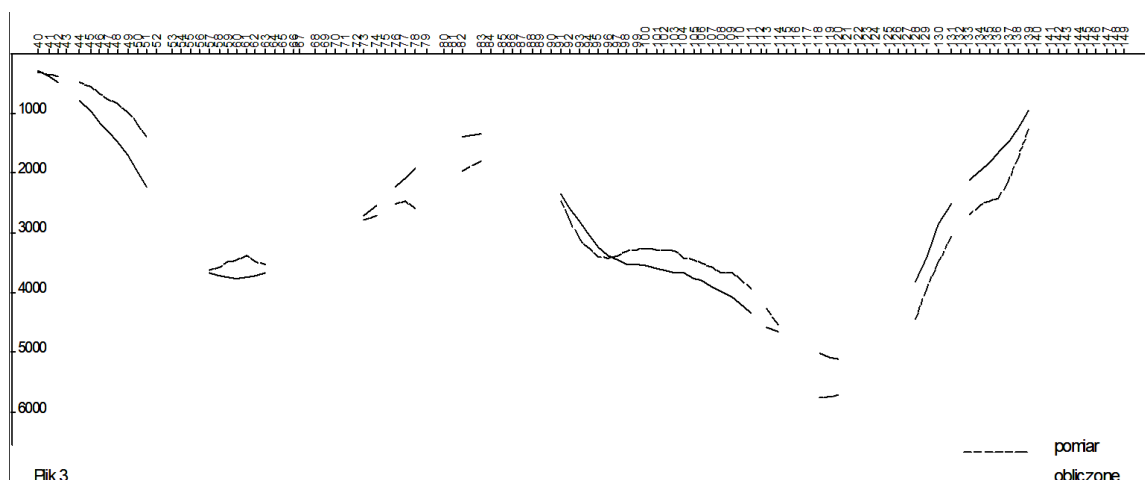


Rys. 40.3 Wykresy obniżeń teoretycznych i pomierzonych w wybranych cyklach pomiarowych na linii obserwacyjnej III

Do wyznaczenia wartości parametrów z pomiarów obniżeń przeprowadzonych na liniach „W” i „J” wybrano profile niecek uzyskane z następujących cykli obserwacyjnych:

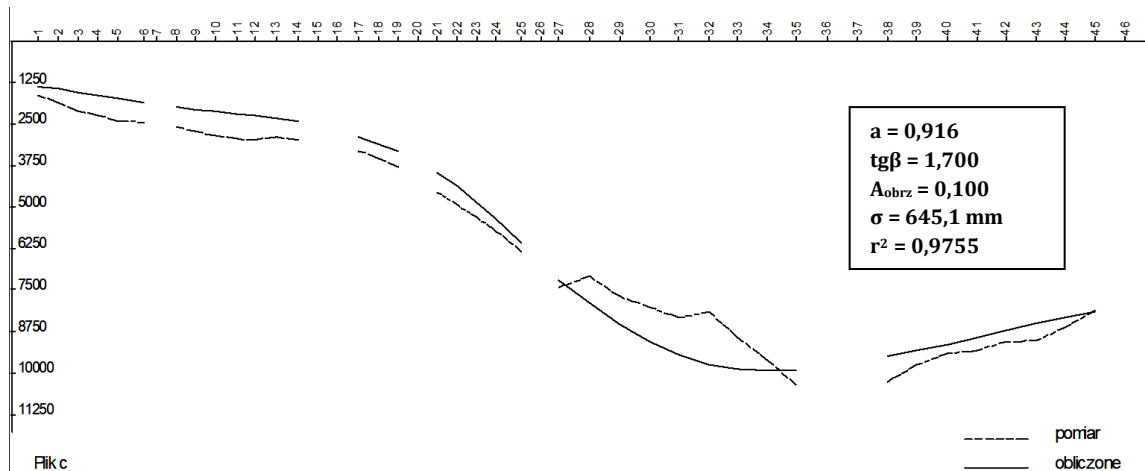
- na linii pomiarowej „W” – z okresów od 04.08.2004 r. do 15.12.2008 r., do 15.12.2011 r., do 26.11.2014 r., do 04.01.2018 r.,
- na linii pomiarowej „J” – z okresów od 16.05.2005 r., do 08.10.2008 r., 22.09.2010 r., 17.10.2014 r., do 26.05.2017 r.

Przykład uzyskanego dopasowania obniżeń teoretycznych do pomierzonych za okres od 04.08.2004 r. do 04.01.2018 r. na linii „W” pokazano na rys. 40.4.



Rys. 40.4 Przebiegi obniżeń pomierzonych na linii „W” w okresie od 04.08.2004 r. do 04.01.2018 r. oraz dopasowanych do nich obniżeń teoretycznych

Przykład uzyskanego dopasowanie obniżeń teoretycznych do pomierzonych za okres od 16.05.2005 r. do 26.05.2017 r. na linii „J” przedstawiono na rys. 40.5.



Rys. 40.5 Przebieg obniżeń pomierzonych na linii „J” za okres od 16.05.2005 r. do 26.05.2017 r. w rejonie linii „J” oraz dopasowanych do nich obniżeń teoretycznych

W wyniku przeprowadzonych dopasowań na liniach „W” i „J” uzyskano wartości parametrów mieszczące się w następujących przedziałach:

- współczynnik osiadania a – od 0,763 do 0,938,
- parametr teorii $tg\beta$ – od 1,500 do 2,296,
- współczynnik obrzeża eksploatacyjnego A_{obr} – od 0,000 do 0,250.

Przeprowadzone dopasowania cechowały się współczynnikami korelacji zawartymi w przedziale od $R = 0,8979$ do $R = 0,9930$.

Średnie ważone wyznaczonych parametrów przy przyjęciu jako wagi uzyskanych w poszczególnych dopasowaniach wartości współczynnika korelacji wynoszą:

- współczynnik osiadania $a = 0,819$,
- parametr teorii $tg\beta = 1,843$,
- współczynnik obrzeża eksploatacyjnego $A_{obr} = 0,075$.

Analiza wartości parametrów teorii wpływów wyznaczonych na drodze dopasowania obniżeń teoretycznych do obniżeń pomierzonych na liniach obserwacyjnych założonych w rejonie „Pola K” pozwala stwierdzić, że:

- w przypadku eksploatacji w „Polu K” nie obserwuje się wzrostu wartości współczynnika osiadania i parametru teorii wpływów $tg\beta$ wraz ze zwiększaniem się głębokości eksploatacji i postępującym stopniem naruszenia górotworu eksploatacją dokonaną,
- wzrost zdegradowania górotworu w wyniku zwiększania się stopnia wyeksploatowania złoża powoduje zwiększenie udziału czynnika losowego w kształtowaniu się obniżeń na powierzchni terenu skutkujący większym rozrzutem wyznaczonych wartości parametrów teorii wpływów,
- lokalnie pomierzone nachylenia terenu znacznie przekraczają nachylenia obliczone teoretycznie.

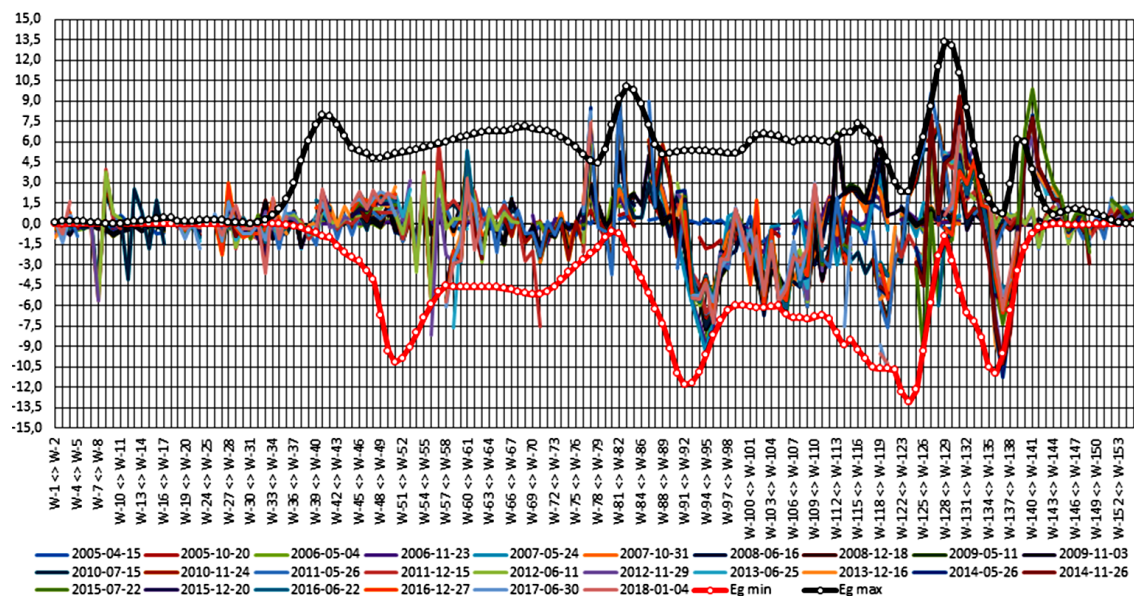
Przyjmowane w prognozach wpływów dla eksploatacji w „Polu K” wartości współczynnika osiadania $a = 0,85$ i parametru teorii $tg\beta = 2,0$ są wyższe od wyznaczonych ich średnich wartości równych $a = 0,831$; $tg\beta = 1,944$.

40.4 PORÓWNANIE ODKSZTAŁCEŃ POZIOMYCH POMIERZONYCH I TEORETYCZNYCH

Zasadnicze znaczenie dla oceny wpływów ma ustalenie kategorii odkształceń poziomych terenu górniczego. Kategorie te ustalane są w oparciu o obliczone ekstremalne w czasie wartości największych odkształceń głównych.

Wartości odkształceń głównych obliczono programem EDBJ1 przyjmując do obliczeń stosowane dotychczas wartości parametrów teorii $a = 0,85$ i $tg\beta = 2,0$ oraz wartość współczynnika odkształcenia poziomego $B = 0,32r$.

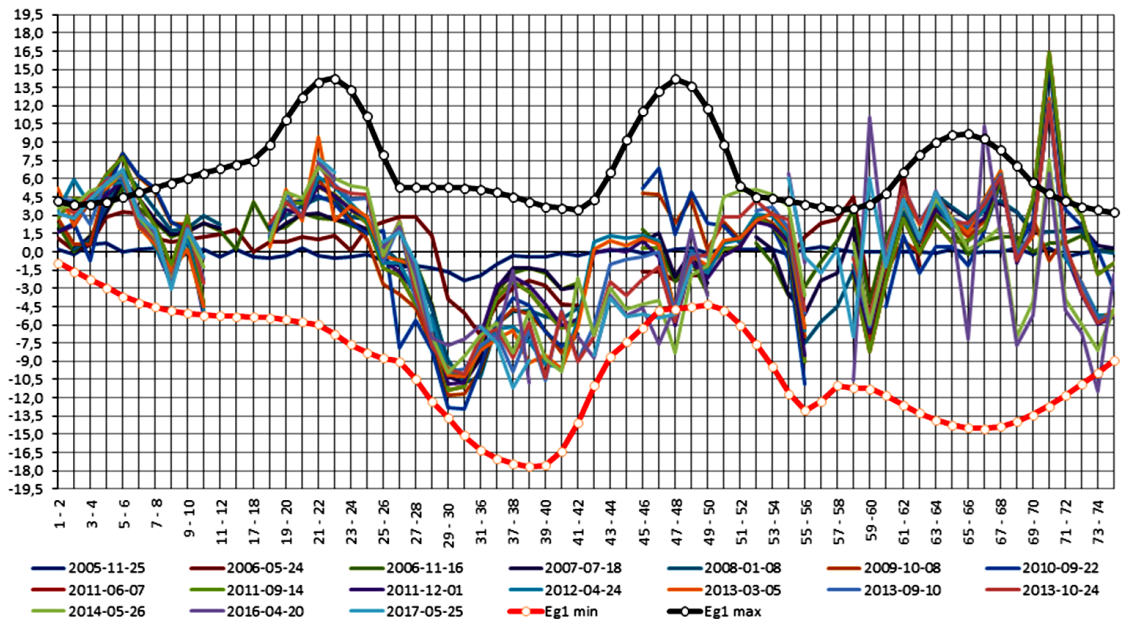
Na rys. 40.6 i 40.7 przedstawiono odkształcenia poziome pomierzone wzdłuż linii obserwacyjnych „W” i „J” i odpowiadające im teoretyczne odkształcenia główne.



Rys. 40.6 Odkształcenia poziome odcinków linii „W” w poszczególnych cyklach pomiarowych wyznaczone w stosunku do cyklu z dnia 04.08.2004 r. oraz głównych odkształceń poziomych teoretycznych

Wartości odkształceń poziomych teoretycznych są generalnie większe od odkształceń pomierzonych. Na 119 analizowane odcinki linii „W” (pominięto 32 skrajne wschodnie odcinki linii oraz 10 skrajnych zachodnich odcinków linii) na 11 odcinkach (9,2%) wartości odkształceń pomierzonych są nieznacznie większe od bezwzględnych wartości głównych odkształceń teoretycznych. Analiza odkształceń pomierzonych sugeruje, że przekroczenia te w większości przypadków mogą być wynikiem uszkodzeń punktów pomiarowych.

Na 66 analizowanych odcinków linii „J” na 8 odcinkach (12,1%) wartości odkształceń pomierzonych są większe od bezwzględnych wartości głównych odkształceń teoretycznych.



Rys. 40.7 Wykresy odkształceń poziomych odcinków linii „J” pomierzonych w wybranych cyklach obserwacyjnych w stosunku do cyklu z 16.05.2005 r. oraz głównych odkształceń poziomych teoretycznych

40.5 WNIOSKI

W artykule zaprezentowano wyniki analizy pomierzonych deformacji powierzchni terenu górniczego w rejonie wpływów bardzo intensywnej, wieloletniej i wielopokładowej eksploatacji prowadzonej przez kopalnie „X” i „Y” w „Polu K”. Z analizy tej wynikają następujące wnioski:

1. Wyznaczone z obniżeń zaobserwowanych na liniach „W” i „J” w wybranych cyklach pomiarowych wartości parametrów teorii wpływów są podobne jak w innych częściach GZW.
2. Zaobserwowane na liniach „W” i „J” wpływy cechuje nieco większy niż w innych rejonach GZW współczynnik zmienności analizowanych wskaźników deformacji. Efektem tego jest, że na niektórych odcinkach pomiarowych obserwuje się nachylenia znacznie większe od nachyleń obliczonych teoretycznie.
3. Stosując do obliczeń w „Polu K” wartości parametrów $a = 0,85$, $\operatorname{tg}\beta = 2,0$, $A_{\text{obrz}} = 0$ prognozowane główne odkształcenia poziome są na ogół znacznie mniejsze od wartości pomierzonych. Na 185 analizowanych odcinków linii „W” i „J” jedynie na 19 odcinkach (10,3%) wartości kierunkowych odkształceń pomierzonych przewyższają wartości głównych odkształceń teoretycznych.
4. Należy przewidywać istotny spadek szkodliwości wpływów dalszej eksploatacji w rejonie „Pola K”, gdyż projektowana eksploatacja będzie prowadzona w warunkach wzrastającej głębokości.

LITERATURA

1. Białek J.: Opis nieustalonej fazy obniżen terenu górnicego z uwzględnieniem asymetrii wpływów końcowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. Górnictwo z.194, Gliwice 1991.
2. Białek J.: *Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górnicego*. Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2003.
3. Białek J., Mielimąka R.: Próba weryfikacji parametrów teorii prognozowania wpływów eksploatacji na teren górnicey. *Zeszyty Naukowe Pol. Śl.* s. Górnictwo z. 250/01, s. 69-79.
4. Białek J., Mielimąka R.: Metodyka wyznaczania wartości parametrów teorii prognozowania na przykładzie wielopokładowej eksploatacji w Polu Markłowice. VI konferencja naukowo-techniczna „Ochrona środowiska na terenach górnicey”. Szczyrk, 31.05-2.06.2006.
5. Mielimąka R.: *Wpływ kolejności i kierunku eksploatacji prowadzonej frontami ścianowymi na deformacje terenu górnicego*. Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2009.
6. Mielimąka R.: Wpływ kolejności i kierunku eksploatacji górnicey na kształt niecki obniżeniowej w świetle obserwacji geodezyjnych. *Przegląd Górnicey*, 8/2013.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 01.2019

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 04.2019

WERYFIKACJA PARAMETRÓW TEORII PROGNOZOWANIA DLA REJONU INTENSYWNEJ, WIELOPOKŁADOWEJ EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Streszczenie: W artykule zaprezentowano wyniki analizy pomierzonych deformacji powierzchni terenu górniczego w rejonie wpływów bardzo intensywnej, wieloletniej i wielopokładowej eksploatacji prowadzonej przez kopalnie „X” i „Y” w „Polu K”. Analiza ta wykazała, że wpływy w warunkach bardzo silnie zdeformowanego górotworu nie różnią się zasadniczo od wpływów obserwowanych w warunkach mniej intensywnej eksploatacji górniczej. Cechuje je jednak nieco większy niż w innych rejonach GZW współczynnik zmienności analizowanych wskaźników deformacji.

Słowa kluczowe: szkody górnicze, górotwór, teoria geometryczno-całkowa

VERIFICATION OF S. KNOTHE THEORY PARAMETERS VALUES FOR THE REGION OF INTENSE, MULTI-SEAM MINING EXPLOITATION.

Summary: The article presents the results of the analysis of measured deformations of the surface of the mining area in the region of the impact of very intense, long-term and multi-seam exploitation conducted by the "X" and "Y" mines in the field "K". This analysis showed that the impacts in conditions of a very strongly deformed rock mass do not differ significantly from the impacts observed in conditions of less intensive mining exploitation. However, they are characterized by a slightly higher coefficient of variability of analyzed deformation indices than in other regions of USC B.

Keywords: mining damage, rock mass, geometric-integral theory

dr hab. inż. Ryszard Mielimaka, prof. PŚ.

Politechnika Śląska

Wydział Górnictwa i Geologii

ul. Akademicka 2a, 44-100 Gliwice, Polska

e-mail: ryszard.mielimaka@polsl.pl