ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979

Seria: GÓRNICTWO z. 88 Nr kol. 571

Teodor LUBINA

WPŁYW EKSPLOATACJI POZAFILAROWEJ NA DEFORMACJE CHRONIONEGO OBIEKTU NA PODSTAWIE WYNIKÓW POMIARÓW GEODEZYJNYCH Z REJONU KOPALNI "A"

Streszczenie. Na podstawie analizy wyników pomiarów geodezyjnych na powierzchni terenu wyznaczono wartość parametru r_0 charakteryzującego własności fizyko-mechaniczne górotworu w teorii T. Kochmańskiego. Stwierdzono zmniejszanie się wartości tego parametru w miarę powiększania się eksploatacji w danym górotworze.

1. Wstęp

W celu ochrony ważnych obiektów na powierzchni terenu lub wewnątrz górotworu wyznacza się tzw. filary ochronne, w których dopuszcza się eksploatację górniczą pod określonymi rygorami mającymi m.in. na względzie ochronę tych obiektów. Poza rejonem filara ochronnego można prowadzić eksploatację nieskrępowaną najczęściej z zawałem stropu. W zasadzie eksploatacja pozafilarowa (zwłaszcza w jednym tylko pokładzie) nie powinna wpływać szkodliwie na chroniony obiekt. Jednak - jak wskazuje praktyka-intensywna, zawałowa eksploatacja kilku pokładów poza filarem ochronnym nie pozostaje bez wpływu na uszkodzenia chronionego obiektu.

Zagadnienie wpływu eksploatacji pozafilarowej na deformacje chronionego obiektu było przedmiotem analizy w szeregu pracach [1, 2, 4, 8, 9].

W niniejszej pracy przeprowadzono analizę wpływu eksploatacji pozafilarowej KWK "Anna" na deformacje kościoła w Pszowie na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem zmienności wartości parametru r_0 w płaszczyźnie poziomej w miarę powiększania się eksploatacji w danym górotworze.

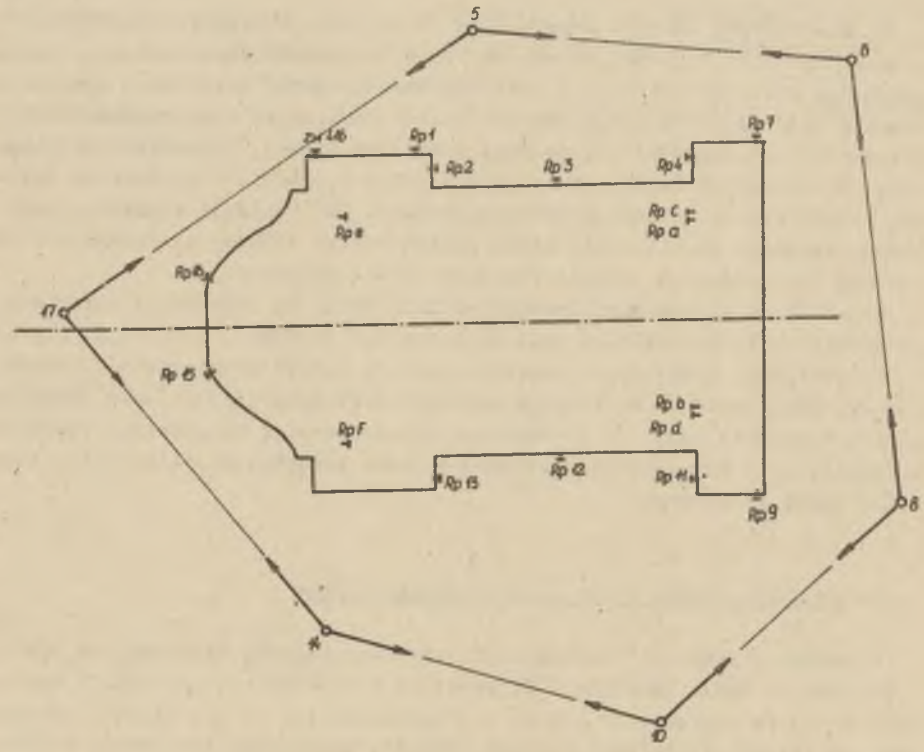
2. Charakterystyka obiektu chronionego filarem

Obiektem chronionym filarem jest zabytkowy kościół barokowy (nr 742/66 - Wojewódzki Wykaz Zabytków w Katowicach) o konstrukcji murowej, o wymiarach w rzucie poziomym 25 m x 40 m i wysokości ok. 16 m w części środkowej. Od strony południowej budynek kościoła zakończony jest dwoma wieżami o wysokości ok. 40 m.

Trwająca od 1912 roku eksploatacja pokładów węgla spowodowała drobne uszkodzenia budynku kościoła i dlatego już w 1918 roku przeprowadzono zabezpieczenie obiektu przed szkodami górniczymi polegające na założeniu ściągów wzdłuż ścian kościoła w czterech poziomach: na powierzchni terenu, na wysokości 7 m, 11 m i 15 m nad powierzchnią terenu. Pomimo tych zabezpieczeń budynek kościoła uległ ponownie uszkodzeniu na skutek prowadzenia dalszej eksploatacji górniczej. Uszkodzenia te wyraźnie uwidoczniły się w latach 1961-62. W związku z tym w latach 1963-64 przeprowadzono ponownie remont kościoła i wykonano dalsze zabezpieczenia. Zabezpieczenie to okazało się jednak również nieskuteczne i kościół doznał dalszych uszkodzeń.

3. Zakres dotychczasowej eksploatacji

Bezpośrednio pod kościołem nie prowadzono eksploatacji górniczej. Poza rejonem filara ochronnego prowadzono eksploatację górniczą w pokładach 629, 630, 703, 705/1, 705/2, 707, 708, 712 i 713. Od 1966 roku prowadzono



Rys. 1. Szkic rzutu poziomego kościoła i rozmieszczenie reperów i ziemnych punktów pomiarowych

pomiary geodezyjne (obniżenia punktów i pomiary odległości) w samym kościele (repery ścienne) i wokół kościoła (punkty ziemne). Rozmieszczenie punktów pomiarowych zaznaczono na rys. 1.

Pierwszy pomiar obniżeń wykonano 13.5.1966 roku, czwarty - 4.11.1974 roku, dwudziesty (ostatni) - 23.7.1976 roku. Daty pomiarów były podstawą do podziału dokonanej eksploatacji na trzy czasokresy. Pierwszy czasokres - od początku eksploatacji (ok. 1912 r.) do 13 maja 1966 roku. Drugi czasokres - od 13 maja 1966 roku do 4 listopada 1974 roku - jest to okres najintensywniejszych ruchów górotworu. Trzeci czasokres - od 4 listopada 1974 do 23 lipca 1976 roku - wykazuje słabe ruchy górotworu w rejonie kościoła.

W niniejszej pracy analizowano wpływ eksploatacji górniczej drugiego i trzeciego czasokresu. Po przeanalizowaniu wielkości zmian wartości osiadań, niecki osiadań po II i III czasokresie przyjęto jako niecki statyczne.

W drugim czasokresie wyeksploatowano następujące parcele (rys. 2):

- p o k ł a d 703

  parcela 11 - głębokość eksploatacji H = 490 m, grubość pokładu 2=2,2 m, zawał stropu,

  parcela 2 - H = 480 m, g = 2,2 m, zawał stropu,

  parcela 3 - H = 500 m, g = 2,2 m, zawał stropu,

- p o k ł a d 707

  parcela 4 - H = 560 m, g = 2,0 m, podsadzka sucha,

  parcela 5 - H = 550 m, g = 2,0 m, podsadzka sucha,

  parcela 6 - H = 510 m, g = 2,2 m, podsadzka sucha,

  parcela 7 - H = 530 m, g = 2,2 m, zawał stropu,

  parcela 8 - H = 500 m, g = 2,2 m, zawał stropu,

  parcela 9 - H = 490 m, g = 2,2 m, zawał stropu,

- p o k ł a d 708

  parcela 10 - H = 580 m, g = 1,4 m, zawał stropu,

  parcela 11 - H = 560 m, g = 1,5 m, zawał stropu,

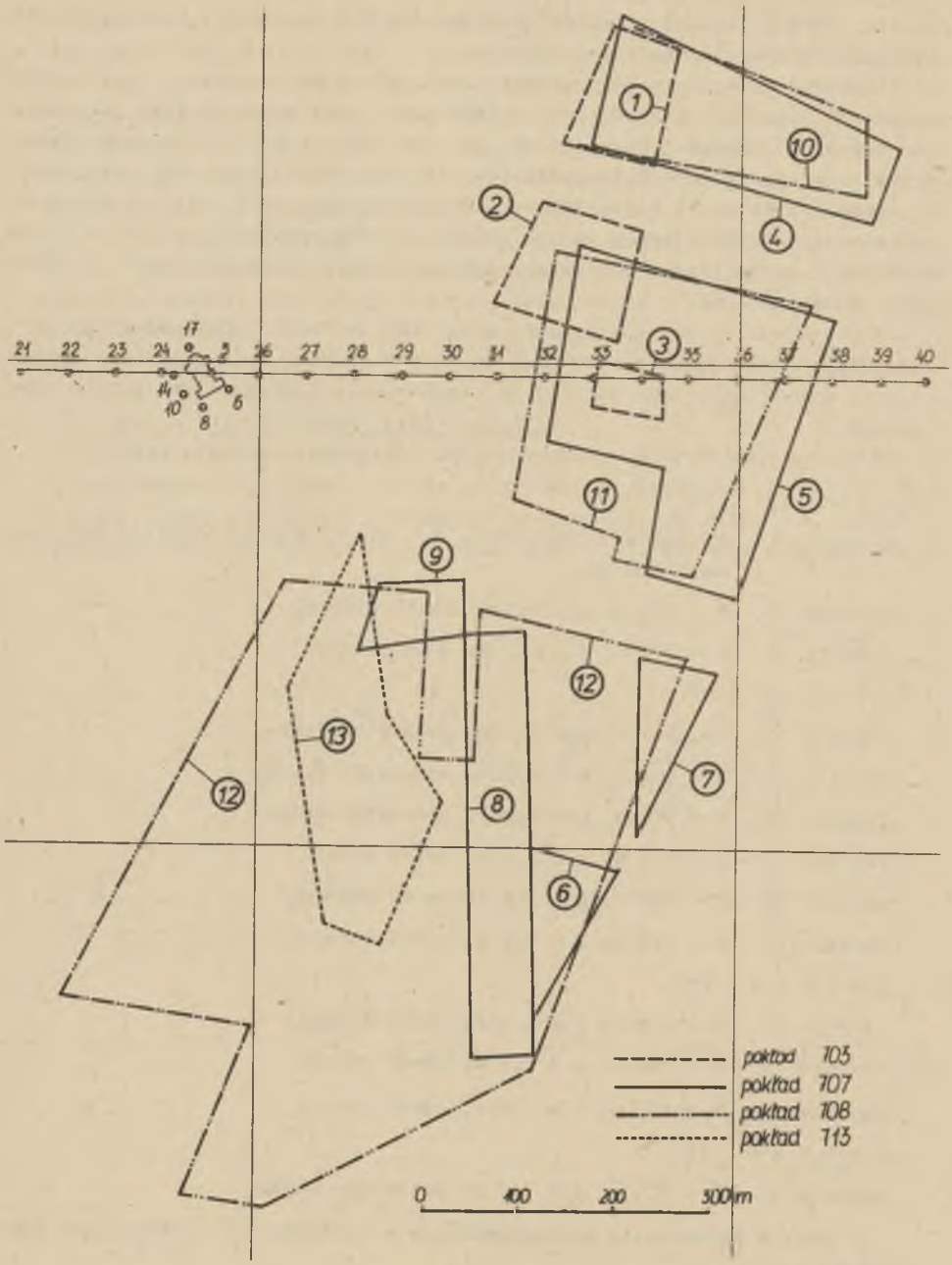
  parcela 12 - H = 500 m, g = 1,5 m, zawał stropu,

- p o k ł a d 713

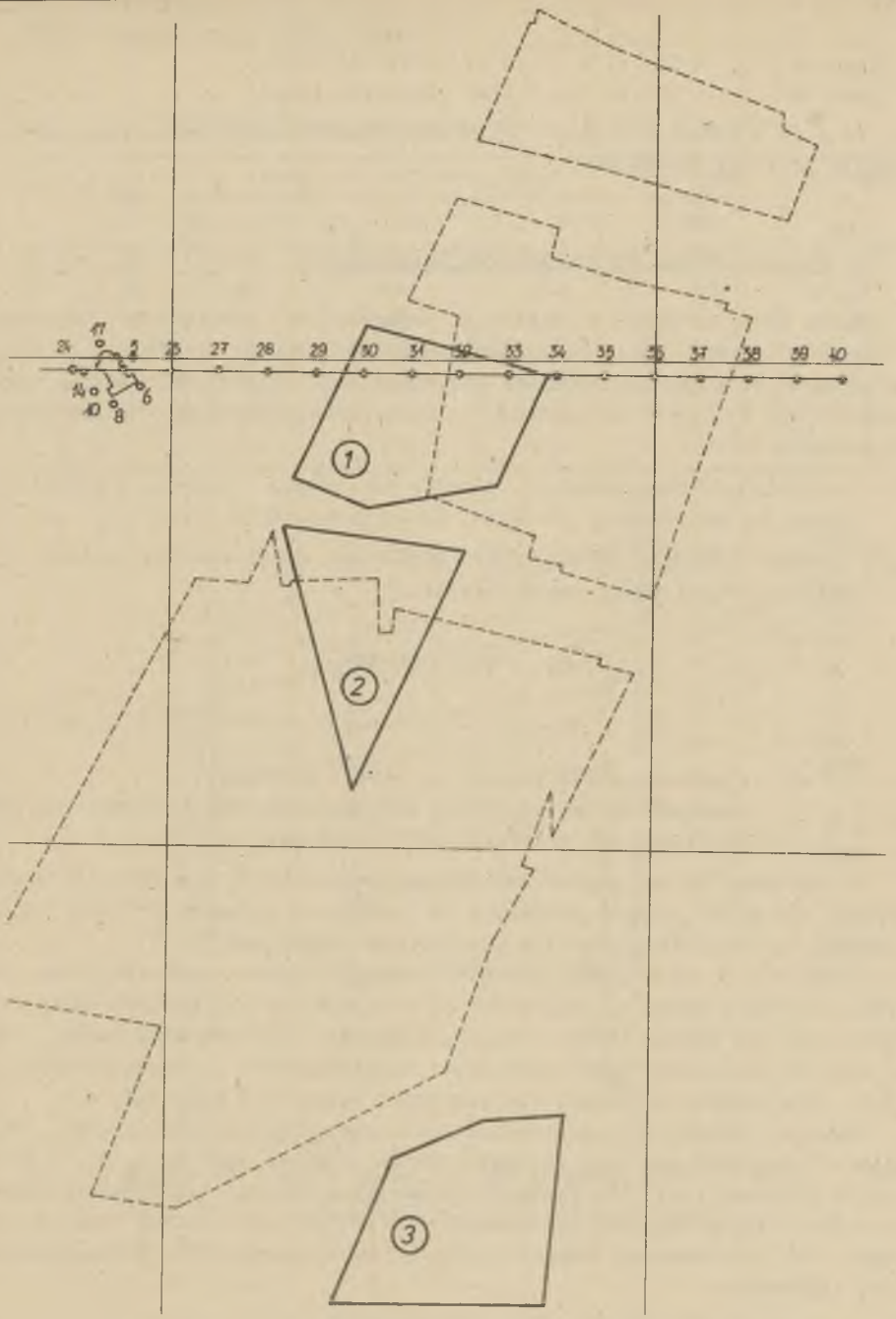
  parcela 13 - H = 525 m, g = 3,0 m, podsadzka sucha.

W trzecim czasokresie wyeksploatowano w pokładzie 713 następujące parcele (rys. 3):

parcela 1 - H = 550 m, g = 2,9 m, podsadzka sucha,



Rys. 2. Usytuowanie parcel wyeksploatowanych w okresie od 13.5.66 do 4.11 1974 (II czasokres)



Rys. 3. Usytuowanie parcel wyeksploatowanych w okresie od 4.11.74 do 23.7.1976 (III czasokres). Linią przerywaną oznaczono kontury sumarycznej eksploatacji drugiego czasokresu

parcela 2 - H = 550 m, g = 3,0 m, podsadzka sucha,
parcela 3 - H = 570 m, g = 2,9 m, podsadzka sucha.

Na rys. 3 zaznaczono linią przerywaną dotychczasową sumaryczną eksploatację drugiego czasokresu.

4. Analiza wpływu dotychczasowej eksploatacji

Wpływ dotychczasowej eksploatacji pozafilarowej analizowano stosując założenia i wzory teorii statystyczno-całkowej ruchów górotworu T. Kochmańskiego [5] z jej późniejszymi modyfikacjami (współczynnik szczelinowatości) [7]. W teorii tej statyczną niecką poeksploatacyjną charakteryzują trzy parametry:

a - współczynnik eksploatacyjny zależny od systemu i sposobu eksploatacji, czystości wybierania, wielkości kroku podsadzania itp.,

b - parametr ujmujący głównie wpływ głębokości eksploatacji; wartość jego oblicza się wg empirycznego wzoru:

$$b(z) = \frac{5 - 1,12 \log z}{1 + 0,672 \log z} \qquad (1)$$

gdzie:

z - wysokość punktu liczona od stropu pokładu,

r_0 - parametr charakteryzujący głównie własności fizykomechaniczne górotworu nad eksploatowanym pokładem.

W niniejszej pracy wyznaczono wartość parametru r_0 dla II i III czasokresu, natomiast wartość parametru "b" obliczono wg wzoru (1) dla każdej parceli osobno, przyjmując dla powierzchni terenu z = H.

W pracy [11] analizowano powyższy przykład wpływu eksploatacji na rejon kościoła w Pszowie, przyjmując do obliczeń wartość współczynnika eksploatacji dla zawału stropu a = 0,8, natomiast dla podsadzki suchej a = = 0,5. W niniejszej pracy przyjmowano kilka wartości parametru a=0,9;0,8; 0,7 - dla zawału, natomiast dla podsadzki suchej a = 0,5; 0,4; 0,3.

Wartość parametru r_0 wyznaczono aproksymując teoretyczne niecki osiadania do wyników pomiarów obniżeń punktów ziemnych (pkt 5, 6, 8, 10 i 17) wokół kościoła (rys. 1). Wartości teoretyczne osiadań w punktach wokół kościoła oraz w punktach obliczeniowych (pkt 21 - 40) wzdłuż linii o kierunku W-E obliczono na maszynie cyfrowej wg programu DRUK (W.Piwowarskiego) przyjmując:

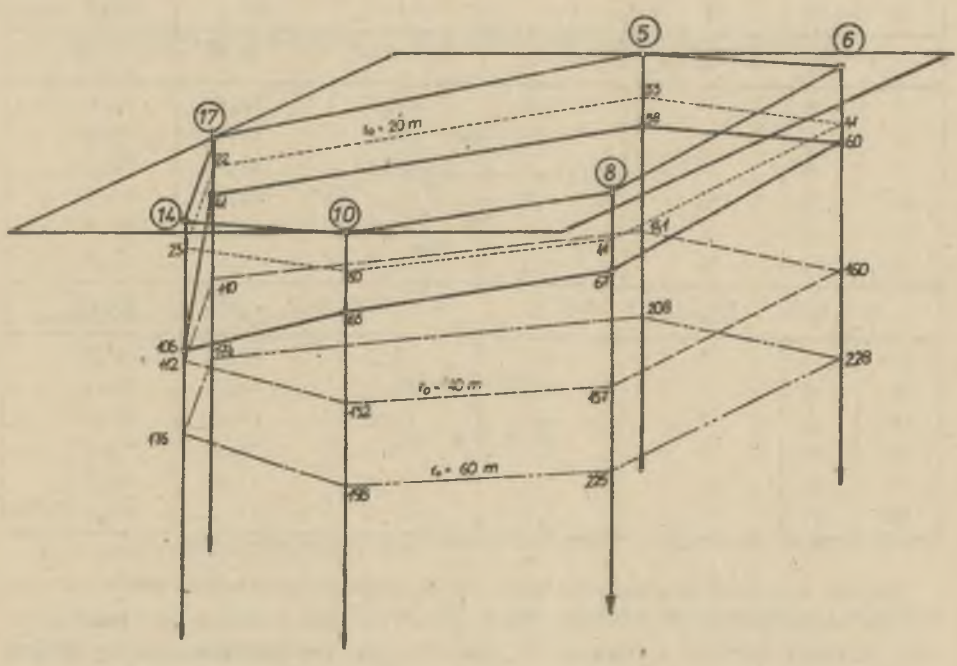
r_0 = 20 m, 40 m, 60 m - dla II czasokresu,
r_0 = 10 m, 14 m, 18 m, 20 m, 25 m, 27 m - dla III czasokresu.

Współczynnik szczelinowatości S_x nie ma istotnego wpływu na wartości osiadań.

Tablica 1

Obliczanie wartości parametru r_o dla II czasokresu

Lp.	Pkt	Osiadanie obliczone [mm]			Osiadanie zmierzone [mm]	Obliczone r_o [mm]
		r_o = 20 m	r_o = 40 m	r_o = 60 m		
1	2	3	4	5	6	7
1	5	33	141	208	58	24,63
2	6	41	160	228	60	23,19
3	8	41	157	225	67	24,48
4	10	30	132	198	65	28,86
5	14	23	112	176	106	38,65
6	17	22	110	174	41	24,32



Rys. 4. Wykres wartości osiadań punktów ziemnych wokół kościoła. Teoretyczne wartości osiadań obliczone przy przyjęciu: 1 - r_o = 20 m, 2 - r_o = = 40 m, 3 - r_o = 60 m, 4 - wartości osiadań według pomiarów

Tablica 2

Obliczanie wartości parametru r_o dla III czasokresu

Lp.	Pkt	Osiadanie zmierzone [mm]	Osiadanie obliczone [mm]			Obliczone r_o [m]
			r_o = 10 m	r_o = 14 m	r_o = 18 m	
1	2	3	4	5	6	7
a = 0,5, $(r_o)_{śr.}$ = 10,6 m, $\sigma = \pm$ 2,0 m, $\sigma[\%] = \pm$ 18,9%						
1	5	7	9	22	37	9,3
2	6	7	12	29	47	9,0
3	8	7	8	21	36	9,8
4	10	6	5	13	25	10,5
5	14	11	3	10	19	14,5
6	17	4	3	11	20	10,5
a = 0,4, $(r_o)_{śr.}$ = 11,3 m, $\sigma = \pm$ 2,29 m, $\sigma[\%] = \pm$ 20,0%						
7	5	7	7,2	17,6	29,6	10,0
8	6	7	9,6	23,2	37,6	9,3
9	8	7	6,4	16,8	28,8	10,3
10	10	6	4,0	10,4	20,0	11,3
11	14	11	2,4	8,0	15,2	15,7
12	17	4	2,4	8,0	16,0	11,0
a = 0,3, $(r_o)_{śr.}$ = 12,4 m, $\sigma = \pm$ 2,79 m, $\sigma[\%] = \pm$ 22,5%						
13	5	7	5,4	13,2	22,2	10,9
14	6	7	7,2	17,4	28,2	10,0
15	8	7	4,8	12,6	21,6	11,2
16	10	6	3,0	7,8	15,0	12,5
17	14	11	1,8	6,0	11,4	17,8
18	17	4	1,8	6,6	12,0	11,9

Wyniki obliczeń dla eksploatacji II czasokresu przedstawiono w tablicy 1 oraz zilustrowano na rys. 4. Dla a = 0,8 (zawał) i 0,5 (podsadzka sucha) średnia wartość r_o wynosi 27,4 m. Wartość ta określona jest błędem σ:

$$\sigma = \sqrt{\frac{v^2}{n-1}} = \pm 5{,}87 \text{ m} \tag{2}$$

$$\sigma[\%] = \frac{\sigma}{(r_o)_{śr.}} = \pm 21{,}5\% \tag{3}$$

gdzie:

v - różnica między wartością średnią r_o a wartością r_o w danym punkcie

$$v = (r_o)_{śr} - (r_o)_i \tag{4}$$

i - numer kolejnego punktu pomiarowego,

n - ilość punktów pomiarowych.

Dla innych przyjętych wartości parametru "a" obliczona wartość r_o różniła się od wyżej wyliczonej w granicach 20%.

Podobnie obliczono wartość parametru r_o dla eksploatacji górniczej odpowiadającej trzeciemu czasokresowi. Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy 2. W opracy [11] wyznaczono wartość r_o = 14,5 m dla III czasokresu, zakładając zmienność r_o wynikającą z obliczonych osiadań dla drugiego czasokresu.

Średnia wartość parametru r_o dla trzeciego czasokresu wynosi:

$$(r_o)_{śr} = \frac{\sum_{n=1}^{4} pn\, V^2}{\sum_{n=1}^{n} pn} = 12{,}3 \text{ m}$$

i określona jest błędem:

$$6 = \pm 1{,}0 \text{ m}$$

$$6[\%] = \pm 8{,}0\%$$

gdzie:

p_n - waga określona przez odwrotność kwadratu odchylenia standardowego.

Wartość odkształceń poziomych ε_x zwane również "wydłużeniem względnym" obliczono według wzoru:

$$\varepsilon_x = ag \cdot \frac{db}{dz} \cdot S_x \cdot \mu(b, r_o) \cdot k_2 \tag{5}$$

gdzie:

ε_x - wartość odkształceń poziomych wzdłuż kierunku x,

$\frac{db}{dz}$ - pochodna funkcji b(z), bezwymiarowy,

s_x - współczynnik szczelinowatości [7], bezwymiarowy,

$\mu(b,r_o)$ - stabelaryzowana funkcja odkształceń poziomych [6, 10],

k_2 - funkcja kątowa [6, 10].

Wartość odkształceń poziomych w poszczególnych punktach pomiarowych obliczono na maszynie cyfrowej wg programu DRUK przyjmując $s_x = 1$ oraz $r_o =$ = 10 m, 14 m, 18 m, 20 m, 25 m, 27 m, 40 m i 60 m.

Wartość współczynnika szczelinowatości s_x obliczono wg wzoru:

$$S_x = \frac{(\varepsilon_x)_{teor}}{(\varepsilon_x)_{zm}} \tag{6}$$

gdzie:

$(\varepsilon_x)_{teor.}$ - odkształcenia poziome obliczone teoretycznie wg wzoru (5) dla $s_x = 1$,

$(\varepsilon_x)_{zm}$ - odkształcenia poziome zmierzone w terenie.

Dla II czasokresu przyjmując odpowiednio a = 0,8 i 0,5 oraz r_o = 27 m tak, jak to wynika z analizy wartości osiadań - wartość współczynnika szczelinowatości wynosi

$$s_x = 2,8$$

Natomiast dla III czasokresu, przyjmując a = 0,5 i r_o = 12,3 m, wartość współczynnika szczelinowatości wynosi:

$$s_x = 1,0.$$

5. Wnioski i stwierdzenia

Analizę wpływu eksploatacji pozafilarowej (w niektórych przypadkach z nieznacznym naruszeniem filara ochronnego) prowadzoną przez Kopalnię Węgla Kamiennego "Anna" na rejon budynku kościoła w Pszowie przeprowadzono pod kątem zmienności wartości parametru r_o w miarę powiększania się eksploatacji w danym górotworze.

Analiza wyników pomiarów geodezyjnych punktów linii obserwacyjnej usytuowanej w odległości ok. 2 km na wschód od przedmiotowego kościoła, gdzie prowadzono eksploatację tylko w pokładzie 718 - wskazuje, że wartość parametru r_o = 35 m [3]. Można więc przyjąć, że w rejonie kościoła wartość parametry r_o przed 1966 rokiem wynosiła ok. 35 m. W miarę powiększania się eksploatacji w przedmiotowym górotworze zmniejszyła się wartość r_o charakteryzująca "sztywność" górotworu z 35 m poprzez 27,4 m (II czasokres) do wartości ok. 12 m (III czasokres). Można to zinterpretować tym,

że kolejna eksploatacja powoduje coraz większe (ilościowo i jakościowo) spękanie górotworu, tym samym maleje "sztywność" górotworu i zasięg poziomego oddziaływania eksploatacji górniczej. Być może, że potrafimy doprowadzić do sytuacji, w której kolejna eksploatacja na zewnątrz filara nie obejmie swym zasięgiem budynku kościoła. Wytworzy się "naturalny ekran" (spowodowany potrzaskaniem górotworu) wpływów górniczych. Wtedy dopiero będzie można uznać, że filar ochronny spełnia swoje funkcje ochrony obiektu. Może to jednak spowodować duże trudności w przypadku przyszłej eksploatacji w samym filarze ochronnym bezpośrednio pod kościołem, ponieważ wpływ tej eksploatacji skoncentruje się w rejonie filara ochronnego (mała wartość parametru r_o). W tej sytuacji nie będzie można kompensować wpływów eksploatacji bezpośredniej pod kościołem (odkształcenia ściskające) wpływami eksploatacji zewnętrznej (odkształcenia rozciągające).

LITERATURA

[1] Borecki M., Chudek M., Zych J., Podgórski K., Szczepaniak Z.: Podstawy analityczne i górniczo-techniczne bezfilarowego wybierania złoża przy założeniu minimalizacji wpływów na obiekty chronione w górotworze i na powierzchni w warunkach głębokich kopalń. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo, z. 77. Gliwice 1977.

[2] Borecki M., Kot A., Lubina T. Zych J.: Wyniki badań wpływów eksploatacji górniczej na górotwór i powierzchnię terenu z uwzględnieniem głębokości eksploatacji (podsumowanie I etapu badań). Prace Instytutu Projektowania, Budowy Kopalń i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej (maszynopis). Gliwice 1977.

[3] Chudek M., Kochmański T., Król W., Kucharczyk J., Zych J., Chlebik W., Student Z., Sosna A., Gromysz J., Król A., Konic A.: Projekt skoordynowanej eksploatacji w rejonie osiedla Grunwaldzkiego i Żeromskiego w Pszowie. Prace Instytutu Proj. Bud. Kopalń i Ochr. Powierzchni Polit. Śl. (maszynopis). Gliwice 1975.

[4] Dżegniuk B.: Wpływ eksploatacji zewnętrznych na obiekty chronione filarami, Materiały I krajowego sympozjum na temat: Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi. Katowice 1969.

[5] Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PWN, Warszawa 1956.

[6] Kochmański T., Magdziorz J.: Zmniejszenie odkształceń przez kształtowanie frontu eksploatacji górniczej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnictwo, z. 39. Gliwice 1969.

[7] Kochmański T.: Funkcja szczelinowatości. Prace Komisji Górniczo-Geodezyjnej PAN - Oddz. w Krakowie. Geodezja, z. 20. PWN, Warszawa-Kraków 1975.

[8] Kochmański T., Lubina T., Piwowarski W., Włodarczyk J.: Ekspertyza górniczo-geologiczna dotycząca możliwości pełnej (100%) eksploatacji pokładu 504 na podsadzkę hydrauliczną na poziomie 140 m w filarze ochronnym dla miasta Siemianowice. Prace Katedry Geodezji i Ochrony Powierzchni Politechniki Śląskiej (maszynopis). Gliwice 1970.

[9] Lubina T.: Analiza wpływu eksploatacji pozafilarowej na obiekty filaru na podstawie wyników obserwacji geodezyjnych, w pracy zbiorowej pt. "Określenie analitycznych i techniczno-ekonomicznych podstaw stosowania bezfilarowej technologii eksploatacji złóż" (maszynopis). Prace Instytutu Proj. Bud. Kopalń i Ochr. Pow. Politechniki Śląskiej. Gliwice 1974.

[10] Magdziorz J.: Nowe metody obliczania wskaźników deformacji górotworu. Ochrona Terenów Górniczych, nr 11. Katowice 1970.

[11] Szczepaniak S.: Analiza wpływu pozafilarowej eksploatacji górniczej na deformacje chronionego obiektu na podstawie pomiarów geodezyjnych z rejonu KWK "Anna" w Pszowie. (nie publikowana praca magisterska). Biblioteka Instytutu Proj. Bud. Kopalń i Ochr. Pow. Polit. Śl. Gliwice 1977.

ВЛИЯНИЕ ВНЕСТОЛБНОЙ ПОДРАБОТКИ НА ДЕФОРМАЦИИ ЗАЩИЩАЕМОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОДЕЗИЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ИЗ РАЙОНА ШАХТЫ "А"

Р е з ю м е

На основе анализа результатов геодезийных измерений определена величина параметра "r_0" характеризирующего физико-механические свойства горного массива по теории Т. Кохманского. Подтверждено, что по мере роста подработки в горном массиве величина этого параметра уменьшивается.

AN INFLUENCE OF THE OUTSIDE PROTECTIVE PILLAR EXPLOITATION UPON THE DEFORMATIONS OF OBJECT PROTECTED ON THE BASE OF GEODESIC MEASUREMENTS RESULTS FROM COAL-MINE "A" AREA

S u m m a r y

On the base of the geodesic measurements analysis on the surface it has been determined a value of "r_0" parameter, that characterises the physic-mechanical properties of rock mass after the theory of T. Kochmański.

It has been stated the decreasing of this parameter, when the exploitation area in the rock mass is increasing.