

Teodor Lubina
Instytut Projektowania,
Budowy Kopalń
i Ochrony Powierzchni

OKREŚLENIE WARTOŚCI PARAMETRU r_0 Z POKSPLOATACYJNEJ NIECKI OSIADANIA

Streszczenie. Wyznaczono wartości parametru r_0 teorii statystyczno-całkowej T. Kochmańskiego metodą [pvv] minimum na podstawie wyników pomiaru obniżeń punktów linii obserwacyjnej w rejonie Kopalni K.

W zależności od odległości poziomej od eksploatacji analizowanej grupy punktów pomiarowych otrzymano różne wartości parametru r_0 .

1. Wstęp

W teorii statystyczno-całkowej T. Kochmańskiego statyczną nieckę osiadania na powierzchni terenu określają trzy parametry:

- a - parametr zależny m.in. od systemu eksploatacji, sposobu kierowania stropem, wielkość bezwymiarowa,
- b - parametr zależny od głębokości zalegania pod powierzchnią terenu eksploatowanego pokładu,
- r_0 - parametr charakteryzujący własności fizyko-mechaniczne górotworu nad eksploatowanym pokładem, m.

Określenie wpływu różnych czynników fizycznych na wartości ww. parametrów jest przedmiotem badań wielu naukowców zajmujących się dziedziną wpływów eksploatacji górniczej na górotwór i powierzchnię terenu.

W niniejszej pracy wyznaczono wartości parametrów r_0 ww. teorii na podstawie wyników pomiaru obniżeń punktów linii obserwacyjnej na powierzchni w rejonie kopalni K.

2. Charakterystyka eksploatacji

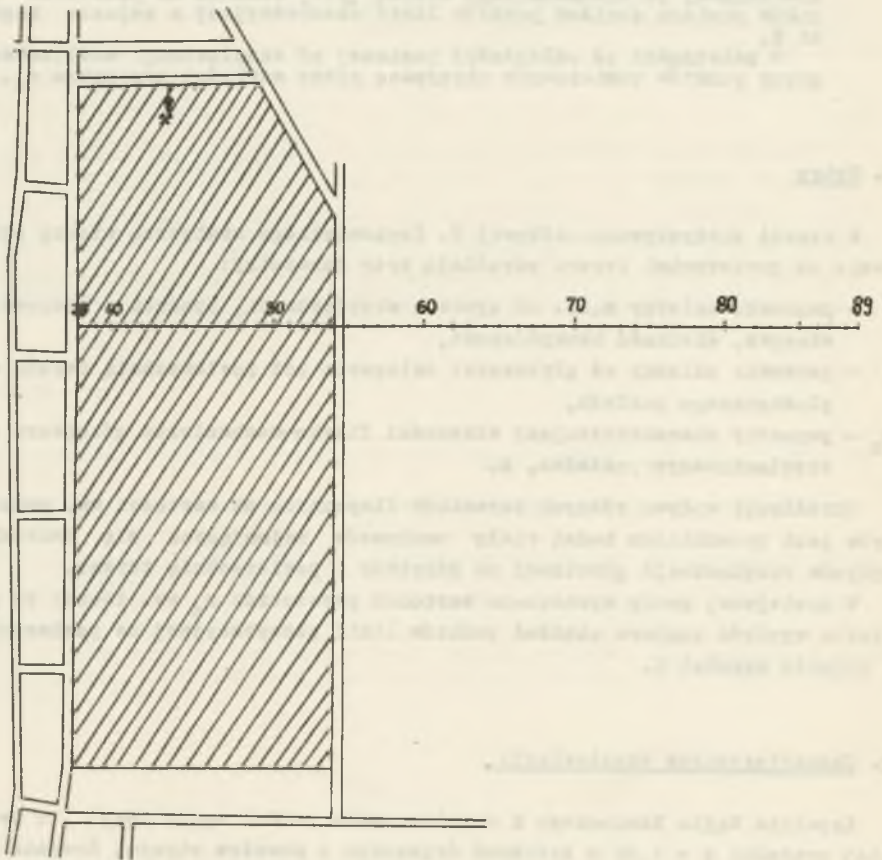
Kopalnia Węgla Kamiennego K eksploatowała pokład węgla 324/1 o średniej grubości $g = 1,50$ m systemem ścianowym z zawalem stropu. Średnia głębokość zalegania omawianej partii pokładu wynosi ok. 92 m; średnia wartość nachylenia pokładu wyznaczona na podstawie pomiaru wysokości spągu

pokładu w różnych punktach wyrobiska ścianowego i w chodnikach przyścianowych, wynosi:

- w kierunku upadu - $3^{\circ}14'$
- równoległe do ozoła ściany - $3^{\circ}03'$
- prostopadle do ozoła ściany - $2^{\circ}15'$

Jest to nachylenie małe, które pozwala stosować do analizy wpływów eksploatacyjnych wzory obowiązujące dla pokładów zalegających poziomo.

Szkieło pola eksploatacyjnego z zaznaczeniem kierunku eksploatacji przedstawiono na rys. 1. Postęp frontu ścianowego przez cały czas eksploatacji był mniej więcej stały i wynosił ok. 1,4 m/dobę.



Rys. 1. Szkice pola eksploatacyjnego pokładu 324/1 i usytuowanie punktów pomiarowych na powierzchni terenu

3. Pomiary geodezyjne na powierzchni terenu

Wpływ eksploatacji górniozej na powierzchnię terenu rejestrowano wykonując okresowe pomiary geodezyjne punktów ziemnych linii obserwacyjnej. Przed rozpoczęciem eksploatacji wykonano pierwszy pomiar, następnie w trakcie eksploatacji wykonano pięć kolejnych cykli pomiarowych w odstępach mniej więcej miesięcznych. Po zakończeniu eksploatacji przeprowadzono cztery dalsze cykle pomiarowe. Ostatni pomiar wskazywał na uspokojenie się ruchoń górotworu na powierzchni terenu i wyniki tego cyklu przyjęto do analizy jako wyniki statycznej niecki osiadania.

Usytuowanie punktów linii obserwacyjnej na powierzchni względem eksploatacji przedstawiono na rys. 1. Odległość między punktami wynosi ok. 5 m. Wartości osiadań punktów z ostatniego cyklu pomiarowego zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości końcowych osiadań punktów na powierzchni

Pkt	Osiada- nie mm	Pkt	Osiada- nie mm	Pkt	Osiada- nie mm	Pkt	Osiada- nie mm
38	466	51	1014	64	44	77	14
39	555	52	859	65	39	78	13
40	655	53	669	66	33	79	13
41	762	54	484	67	30	80	11
42	867	55	341	68	26	81	10
43	971	56	241	69	24	82	10
44	1059	57	174	70	22	83	8
45	1119	58	129	71	21	84	-
46	1205	59	104	72	18	85	-
47	1221	60	85	73	19	86	0
48	1217	61	73	74	16	87	- 1
49	1199	62	59	75	16	88	0
50	1137	63	52	76	15	89	- 1

4. Wyznaczenie wartości parametru r_0 metodą [pyy] minimum

Wartość parametru "b", zależną głównie od głębokości eksploatacji, obliczono według empirycznego wzoru określonego przez T. Kochmańskiego [4]:

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

gdzie: z - głębokość zalegania eksploatowanej partii pokładu.

W naszym przypadku obliczono wartość parametru "b" w kilkunastu punktach, w których przeprowadzono pomiary wysokościowe w wyrobisku ścianowym i w chodnikach przyścianowych. Średnia arytmetyczna z osiemnastu punktów w różnych częściach wyeksploatowanej partii wynosi $b = 1,203$. Do dalszych obliczeń przyjmowano $b_{\text{śr}} = 1,20$ dla całego wyeksploatowanego obszaru.

Wartość parametru r_0 i wartość $w_{\text{max}} = a \cdot g$ wyznaczono metodą [pvv] minimum [5]. Podstawowym założeniem tej metody jest przyjęcie, że najbardziej prawdopodobną wartością parametru r_0 jest taka wartość, dla której parametr " a_x " wyznaczony jako średnia arytmetyczna (przy przyjęciu wagi "p") z obliczonych " a_i " z różnych punktów niecki jest określony z najmniejszym błędem.

W naszym przypadku dla wyznaczonego parametru $b = 1,20$ wykonano grafiki funkcji φ dla osiadań przyjmując wartości parametru $r_0 = 10 \text{ m}, 15 \text{ m}, 18 \text{ m}, 20 \text{ m}, 22 \text{ m}, 25 \text{ m}, 28 \text{ m}, 30 \text{ m}, 35 \text{ m}, 40 \text{ m}, 45 \text{ m}, 50 \text{ m}, 155 \text{ m}$. Tymi grafikonami obliczono wartość funkcji $\varphi(b, r_0)$ we wszystkich punktach linii pomiarowej na powierzchni.

Następnie obliczono dla każdego punktu:

$$(a \cdot g)_i = \frac{(w_i)_{\text{śr}}}{\varphi_i} \quad (2)$$

gdzie:

- $(ag)_i$ - wartość maksymalnego osiadania w_{max} , obliczona dla danego punktu i dla przyjętej wartości parametru r_0 ,
- a - parametr teorii, wielkość bezwymiarowa,
- g - średnia grubość eksploatowanego pokładu, m,
- φ_i - wartość funkcji osiadania obliczona grafikonem dla przyjętej wartości parametru r_0 ,
- $(w_i)_{\text{śr}}$ - stwierdzona pomiarem wielkość końcowego osiadania danego punktu, mm,
- i = 1, 2, 3... numer poszczególnych punktów na powierzchni.

Kolejnym krokiem jest obliczenie średniej arytmetycznej (ważonej) wartości $(ag)_i$ z poszczególnych punktów na powierzchni przy przyjęciu odpowiedniej wagi "p" dla jednej wartości parametru r_0 :

$$(ag)_{r_0} = \frac{p_i \cdot (ag)_i}{[p_i]} \quad (3)$$

gdzie:

- $(ag)_{r_0}$ - średnia arytmetyczna z wartości $(ag)_i$ dla przyjętego parametru r_0 ,
- p_i - przyjęta waga dla danego punktu na powierzchni,

$[p_1(ag)_1]$ - nawias kwadratowy oznacza sumę iloczynów $p_1(ag)_1$ dla wszystkich punktów "1".

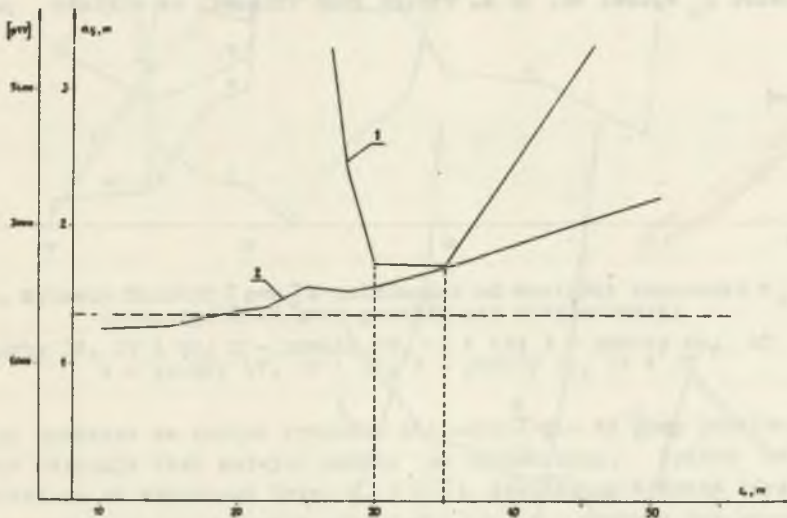
Jako wagi " p_1 " przyjmowano liczby proporcjonalne do wartości osiadań w danym punkcie; wynika to z analizy dokładnościowej wyznaczania wielkości " ag " [6].

W naszym przypadku przyjmowano:

$$p_1 = (w_1)_{rz} \quad (4)$$

Podobnie postępowano przy wyznaczaniu wartości $(ag)_{x_0}$ dla każdej przyjętej wartości parametru r_0 . Wyniki obliczonych $(ag)_{x_0}$ najlepiej nanosić na wykres jako funkcję parametru r_0 .

Mając obliczoną wartość $(ag)_{x_0}$ dla danej wartości parametru r_0 wyliczono różnicę " v " między wartością $(ag)_{x_0}$ a $(ag)_1$ oraz iloczyn $p_1 \cdot v^2$. Wyniki sum $p_1 v v$ dla grupy punktów w zależności od przyjętej wartości parametru r_0 przedstawiono na wykresie.



Rys. 2. Wykresy funkcji: 1 - $[pvv] = f_1(r_0)$ i 2 - $(ag)_{x_0} = f_2(r_0)$ w zależności od wartości parametru r_0 dla jednej grupy obejmującej wszystkie punkty pomiarowe profilu niecki osiadania

Ekstremum (minimum) funkcji $[pvv] = f(r_0)$ na wykresie określa wartość parametru r_0 wyznaczonego dla danej grupy punktów z najmniejszym błędem.

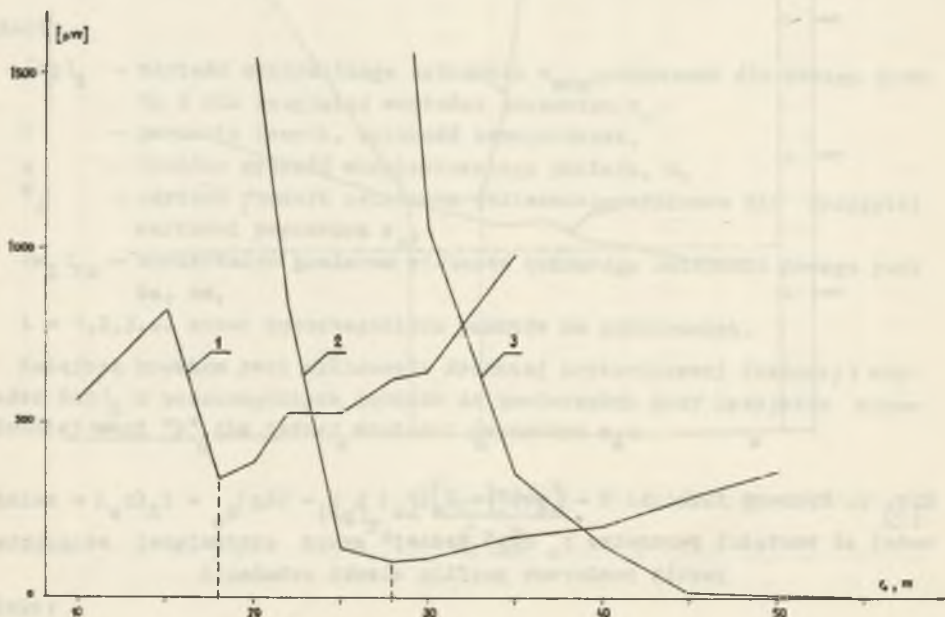
W przypadku eksploatacji pokładu 324/1 wyznaczono wartość parametru r_0 dla wszystkich punktów na powierzchni (od 38 do 82) tworzących jedną grupę. Obliczenia przedstawiono w formie wykresów (rys. 2), z których wynika że średnia wartość parametru $r_0 = 30 - 35$ m opisuje całą niekłą statyczną z najmniejszym błędem.

Dzieląc wszystkie punkty (38 - 82) na trzy grupy:

- od pkt 38 do pkt 53 - punkty znajdujące się nad eksploatacją,
- od pkt 54 do pkt 69 - punkty usytuowane poza konturem eksploatacji,
- od pkt 70 do pkt 82 - punkty znajdujące się dalej od eksploatacji,

wyznaczono wartość parametru r_0 oddzielnie dla każdej grupy.

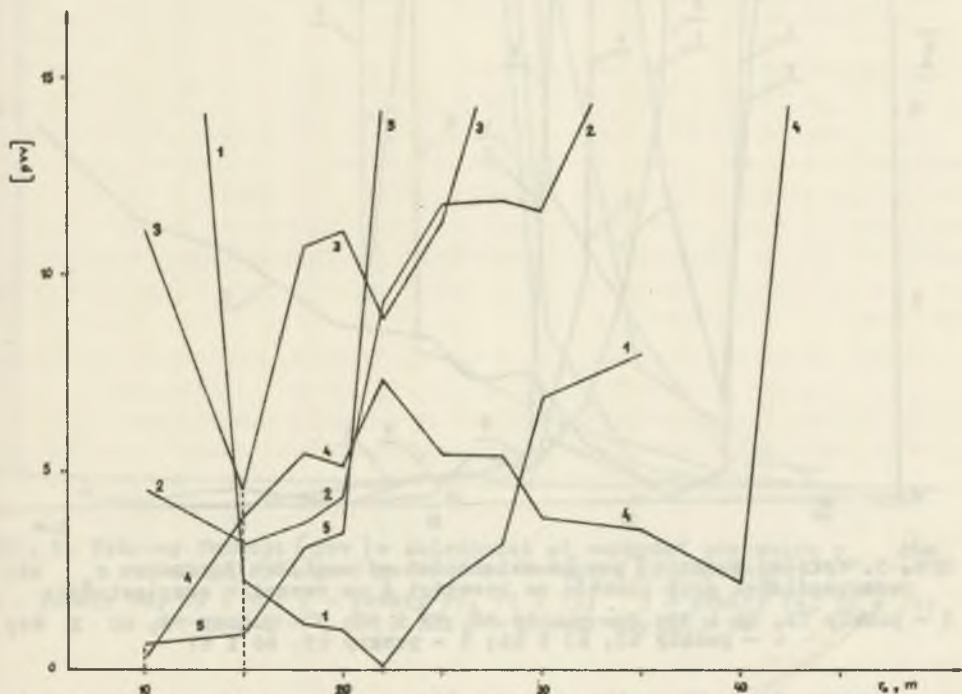
Analizując wyniki obliczeń (rys. 3) stwierdzamy, że dla punktów znajdujących się nad eksploatacją (pkt 38 - 53) średnia wartość parametru r_0 wynosi ok. 18 m. Dla drugiej grupy punktów (pkt 54 - 69) ze środkowej części niekły osiadania średnia wartość r_0 wynosi 28 m. Natomiast dla grupy punktów bardziej odległych od eksploatacji (pkt 70 - 82) średnia wartość parametru r_0 wynosi ok. 50 m. Wynika stąd wniosek, że wartość parametru



Rys. 3. Wykresy funkcji $[pvv]$ w zależności od wartości parametru r_0 dla trzech grup punktów pomiarowych:

- 1 - od 38 do 53 nad eksploatacją, 2 - od 54 do 69 na zewnątrz konturu eksploatacji, 3 - od 70 do 82 na zewnątrz od eksploatacji

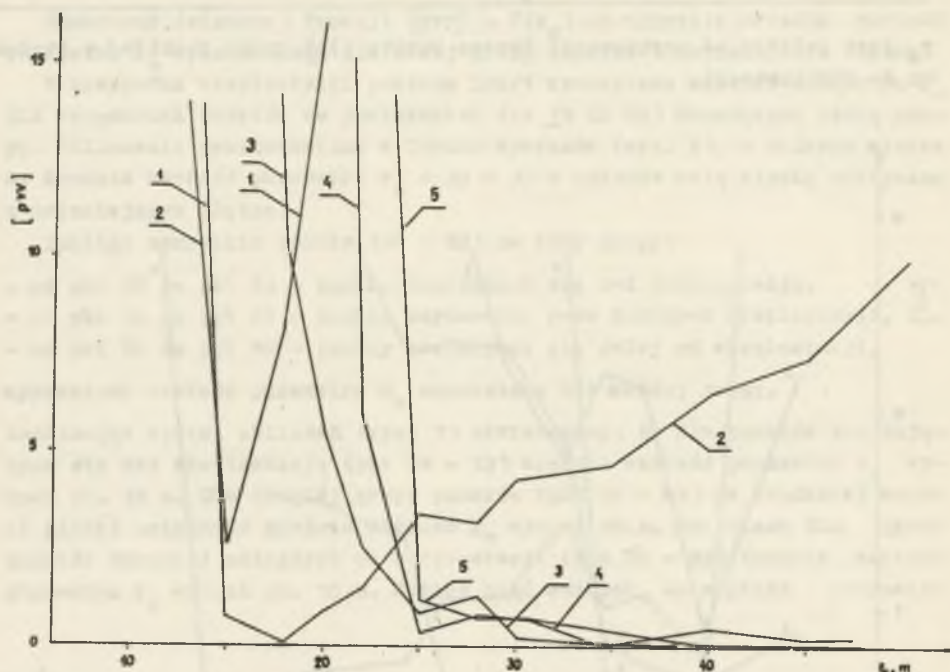
r_0 jest zależna od usytuowania danego punktu (lub grupy punktów) w stosunku do eksploatacji.



Rys. 4. Wykresy funkcji $[p_{vv}]$ w zależności od wartości parametru r_0 dla poszczególnych grup punktów nad eksploatacją:

1 - punkty 38, 39 i 40; 2 - punkty 41, 42 i 43; 3 - punkty 44, 45 i 46;
4 - punkty 47, 48 i 49; 5 - punkty 50, 51 i 52

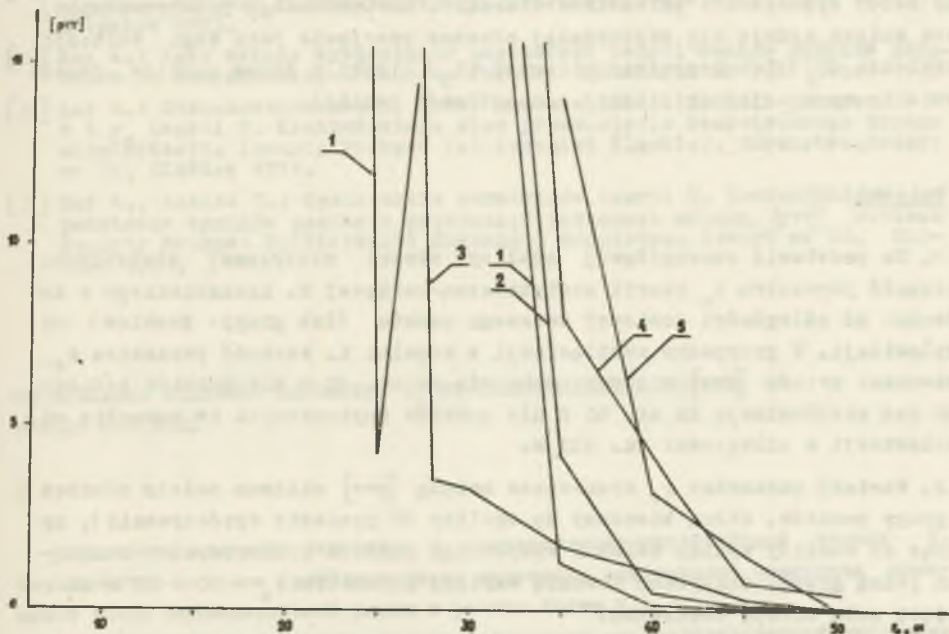
Mając powyższe na uwadze wykonano obliczenia dla 15 grup punktów. Każda grupa obejmuje trzy kolejne punkty na powierzchni. Wyniki obliczeń przedstawiono na wykresach (rys. 4, 5 i 6). Analizując wykresy (rys. 4-6) można zauważyć, że ze wzrostem odległości poziomej punktów pomiarowych od ośrodku eksploatacji wzrasta wartość parametru r_0 . Dla punktów nad eksploatacją wartość parametru r_0 waha się w granicach od 10-22 m (rys. 4); dla punktów na zewnątrz nieoki parametr r_0 kształtuje się od 15 m do 40 m (rys. 5), natomiast dla punktów usytuowanych w znacznej odległości od eksploatacji (wyklinowująca się część nieokii osiadania) parametr r_0 wynosi ponad 50 m (rys. 6). Wartość parametru r_0 wyznaczone metodą $[p_{vv}]$ minimum przedstawiono na wykresie (rys. 7) w zależności od grupy punktów, z której tą wartość wyznaczono.



Rys. 5. Wykresy funkcji $[pvv]$ w zależności od wartości parametru r dla poszczególnych grup punktów na krawędzi i na zewnątrz eksploatacji:
 1 - punkty 53, 54 i 55; 2 - punkty 56, 57 i 58; 3 - punkty 59, 60 i 61;
 4 - punkty 62, 63 i 64; 5 - punkty 65, 66 i 67

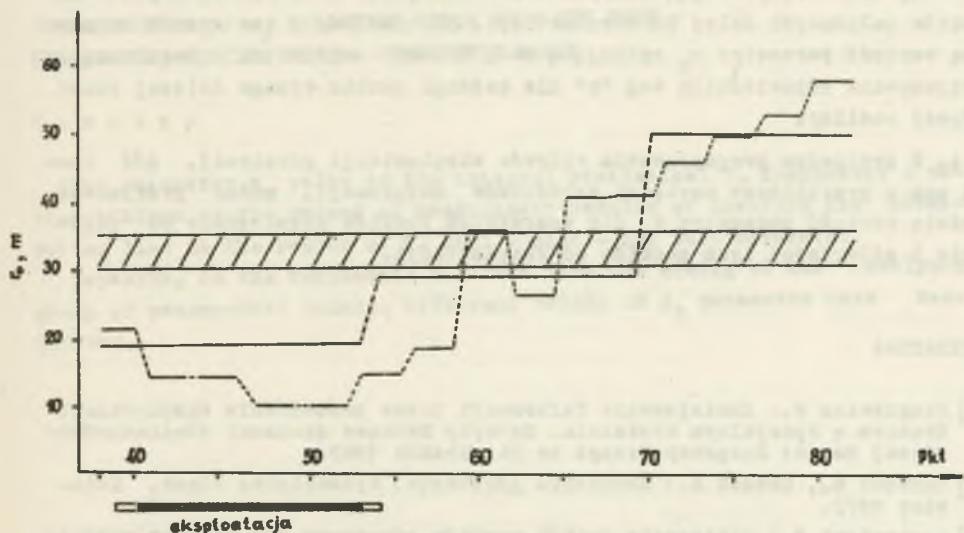
Z wykresu (rys. 7) wynika, że wartość parametru r_0 zależy od odległości poziomej punktu od eksploatacji (im dalej od eksploatacji, tym większy parametr r_0) oraz od grupy punktów, którą bierzemy do analizy. Podobne zależności wartości parametru r_0 od odległości poziomej od eksploatacji zaobserwowali m.in. T. Kochmański, A. Sroka, W. Piwowarski analizując inne niecki osiadania.

W niniejszej analizie przyjmowano jako wagi "p" wartości osiadania w danym punkcie. Mając na uwadze fakt, że wartości parametru r_0 zależne są od usytuowania punktu w stosunku do eksploatacji przyjęcie $p = w_{FE}$ "faworyzuje" w procesie wyrównywania punkty znajdujące się nad eksploatacją, których osiadanie jest wielokrotnie większe od punktów usytuowanych dalej od eksploatacji. W przypadku gdy uwzględniamy w analizie punkty blisko siebie leżące, tzn. wykazujące mniej więcej tę samą wartość osiadania, wtedy można przyjąć jako wagę $p = 1,0$. Natomiast gdy wyznaczony wartość parametru r_0 z osiadań punktów usytuowanych w różnych częściach niecki osiadania, należałoby przyjmować inne wagi dla każdego punktu. W. Batkiewicz [1] przyjmuje wagę $p = 1$ dla każdego punktu bez względu na to, w której części niecki osiadania punkt się znajduje. Na podstawie wstępnej ana-



Rys. 6. Wykresy funkcji [pvy] w zależności od wartości parametru r_0 dla poszczególnych grup punktów na zewnątrz eksploatacji:

1 - punkty 68, 69 i 70; 2 - punkty 71, 72 i 73; 3 - punkty 74, 75 i 76;
4 - punkty 77, 78 i 79; 5 - punkty 80, 81 i 82



Rys. 7. Wykres wartości parametru r_0 w zależności od grupy punktów pomiarowych i ich usytuowania względem eksploatacji

lizy metod wyznaczenia parametrów teorii T. Kochmańskiego przeprowadzonej przez autora wydaje się najbardziej słuszne przyjęcie jako wagi wartości nachylenia (T_x) lub krzywizny pionowej (K_x) niekiedy w danym punkcie. Zagadnienie to wymaga jednak dalszej szeregowej analizy.

5. Wnioski

1. Na podstawie szeregowej analizy niekiedy statycznej stwierdzono zmienność parametru r_0 teorii statystyczno-osiadkowej T. Kochmańskiego w zależności od odległości poziomej badanego punktu (lub grupy punktów) od eksploatacji. W przypadku eksploatacji z kopalni K. wartość parametru r_0 , wyznaczona metodą [pvv] minimum, waha się od ok. 10 m dla punktów położonych nad eksploatacją do ok. 60 m dla punktów usytuowanych na zewnątrz od eksploatacji w odległości ok. 220 m.

2. Wartość parametru r_0 wyznaczona metodą [pvv] minimum zależy również od grupy punktów, którą bierzemy do analizy (w procesie wyrównywania), np biorąc do analizy wyniki osiadań wszystkich punktów pomiarowych tworzących jedną grupę, otrzymane średnią wartość parametru $r_0 = 30 + 35$ m określającą ośrodek niekiedy statyczną.

3. W metodzie [pvv] minimum wyznaczenia wartości parametrów teorii T. Kochmańskiego a opracowanej przez A. Kota [5, 6, 7] przyjmuje się jako wagi "p" wartości proporcjonalnej do wartości osiadania w danym punkcie. Ma ją na uwadze fakt, że wartość parametru r_0 zależy od usytuowania punktu w stosunku do eksploatacji, powyższe przyjęcie faworyzuje punkty znajdujące się nad eksploatacją, których osiadanie jest wielokrotnie większe od punktów położonych dalej od eksploatacji. Otrzymujemy w ten sposób zaniżoną wartość parametru r_0 opisującą ośrodek osiadania. Zagadnienie przyjmowania odpowiednich wag "p" dla każdego punktu wymaga dalszej szeregowej analizy.

4. W przypadku prognozowania wpływów eksploatacji górniczej, gdy chodzi nam o przybliżone wartości wskaźników deformacji, można przyjmować średnią wartość parametru r_0 dla wszystkich punktów niezależnie od położenia i odległości tych punktów od eksploatacji.

LITERATURA

- [1] Batkiewicz W.: Zmniejszanie deformacji przez prowadzenie eksploatacji frontem o specjalnym kształcie. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej Seria: Rozprawy Zeszyt nr 54, Kraków 1965.
- [2] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1972.
- [3] Kochmański T.: Obliczanie ruchów punktów górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej. PWN, Warszawa 1956.

- [4] Kochmański T., Zyoh J.: Fizyczne znaczenie parametrów teorii statystyczno-całkowej T. Kochmańskiego. Ochrona Terenów Górniczych Nr 23, Katowice 1973.
- [5] Kot A.: Nowa metoda wyznaczenia parametrów teorii ruchów punktów górotworu T. Kochmańskiego. Ochrona Terenów Górniczych Nr 9, Katowice 1970
- [6] Kot A.: Zastosowanie metody [pvv] minimum dla obliczania parametrów a i r teorii T. Kochmańskiego oraz przesunięcie teoretycznego brzegu eksploatacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo, Zeszyt nr 44, Gliwice 1974.
- [7] Kot A., Lubina T.: Wyznaczenie parametrów teorii T. Kochmańskiego na podstawie wyników pomiarów przesunięć poziomych metodą [pvv] minimum Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo. Zeszyt nr 48, Gliwice 1974.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПАРАМЕТРА r_0 ИЗ ПОСЛЕЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
МУЛДЫ ОСЕДАНИЯ

Р е з ю м е

Определены величины параметра r_0 статистически-интегральной теории Т. Кохманского методом (pvv) минимум на основании результатов измерения понижений точек наблюдательной линии в районе Шахты К.

В зависимости от горизонтального расстояния от анализированной эксплуатации группы измерительных точек получены разные величины параметра r_0 .

DETERMINATION OF r_0 PARAMETER VALUE FROM THE POST -
UNDERGROUND WORKING MINING SUBSIDENCE BASIN

S u m m a r y

The parameter r_0 value of the integral statistical T. Kochmański's method minimum on the ground of measurement results of lowering the observation line in the region of K. coal - mine - has been determined.

Depending on the horizontal distance from the mining of the analysed group of measurement points, different values of r_0 parameter have been achieved.