

Dr hab. inż. Bolesław Kozłowski  
Katedra Pyłów i Gazów Kopalnianych

OKREŚLANIE ZAGROŻENIA METANOWEGO  
W WYROBISKACH DOŁOWYCH - EKSPLOATACYJNYCH I PRZYGOTOWAWCZYCH  
PRZY POMOCY STOSOWANYCH W PW METOD PROGNOZ GAZOWOŚCI

1. Wprowadzenie

Prognozowanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego polega na:

- 1) określaniu średniego wydzielania metanu do wyrobisk:
  - a) eksploatacyjnych
  - b) chodnikowych,
- 2) określeniu wydzielania maksymalnego metanu w wyrobiskach w czasie procesu urabiania węgla, któremu towarzyszy szczególnie intensywny wzrost metanowości,
- 3) określeniu spodziewanych koncentracji średnich metanu w wyrobiskach eksploatacyjnych i chodnikowych,
- 4) uwzględnieniu czynnika zagrożenia stropowymi nagromadzeniami metanu.

W oparciu o uzyskane prognozą wyniki, a tym samym ukształtowany (z większą lub mniejszą dokładnością) obraz zagrożenia gazowego, powinno korygować się projektowanie górnicze, ustalać dobór wentylatorów głównych, sprzętu elektrycznego, sposobu wentylacji wyrobisk ślepych itd. [8, 7].

W polskim PW uwzględniane są w praktyce dla prognozy metanowości wyrobisk eksploatacyjnych metody zachodnioeuropejskie: Schulza, Stuffkena, Wintera, Patteyskiego [9, 10, 12], metody radzieckie Instytutów MakNII [5, 10], Instytut im. A. Skoczyńskiego [6]. metoda empiryczna zachodnioeuropejska [12] oraz górniczo-statystyczna [10].

Wymienione metody nie obejmują prognozy zagrożenia metanowego w wyrobiskach chodnikowych.

W naszym PW dla prognozy metanowości w chodnikach stosowane są wzory V.L. Bożko, R.M. Kriczewskiego, E.I. Fomynycha, V.I. Oriechowa, I.M. Pieczuka, I.W. Siergiejewa [10].

W latach 1965-68 opracowana została i wprowadzona do praktyki PW nowa metoda prognozy zagrożenia gazowego [10]. Konieczność prowadzenia dalszych badań [4] nad prognozowaniem zagrożenia gazowego a tym samym systematyczne ulepszanie stosowanych metod prognozowania zagrożenia gazowego jest podkreślana przez najwybitniejsze autorytety w dziedzinie zwalczania zagrożenia gazowego.

Ponad wszelką wątpliwość w prowadzonych pracach opierać należy się - podobnie jak W. Cybulski [1] na badaniach wykonywanych bezpośrednio na kopalniach.

W niniejszym artykule przedstawiona zostanie syntetycznie nowa metoda prognozy zagrożenia gazowego opracowana na Kop. Dośw. "Barbara" [10] i przeprowadzone zostanie porównanie wyników uzyskiwanych tą metodą z wynikami uzyskami innymi, dotychczas stosowanymi metodami.

Przy opracowaniu tej metody posługiwano się wynikami badań prowadzonych na:

- a) dla wyrobisk eksploatacyjnych - 8 kopalniach
- b) dla wyrobisk chodnikowych - 14 kopalniach.

Z uwagi na skromne rozmiary niniejszego artykułu, pomija się omawianie wyżej przytoczonych metod zagranicznych. Można z nimi zapoznać się dokładnie w pracach przedstawionych w spisie literatury, który sporządzony został tak, aby wyeliminować konieczność sięgania do literatury obcojęzycznej. W rozdziale 2 artykułu przedstawiono nową metodę prognozowania metanowego.

W rozdziale 3 dokonano porównania wyników osiągniętych metodami:

#### dla wyrobisk eksploatacyjnych

- a) Schulza
- b) Stuffkena
- c) Wintera
- d) Patteyskiego

e) Instytutu im. A. Skoczyńskiego

f) nową metodą prognozowania.

Pominięto metody pozostałe jako empiryczne i dające w naszych warunkach zupełnie przypadkowe wyniki.

#### dla wyrobisk chodnikowych

a) Bożko i Kriczewskiego

Wybrano z szeregu możliwych wzór dający w naszych warunkach stosunkowo najpoprawniejsze wyniki.

## 2. Nowa metoda prognozy metanowości [10]

### 2.1. Prognoza wydzielania metanu w robotach chodnikowych

Wydzielanie metanu ( $g$ ) do wyrobisk chodnikowych posiada trzy zasadnicze "źródła": urobek ( $g_1$ ), obnażony przodek ( $g_2$ ), ociosy wyrobiska ( $g_3$ ).

$$g = g_1 + g_2 + g_3 \quad (\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{min}) \quad (1)$$

Wielkość  $g_1$  zależy od wielkości urobionego w przodku węgla i jego gazoności,  $g_2$  i  $g_3$  od odsłoniętej płaszczyzny i intensywności wydzielania się z niej metanu.

Uwzględniając powyższe otrzymujemy zależności:

$$g_1 = \frac{b \cdot p \cdot j \cdot W \cdot 0,8 \cdot \Sigma m_w}{1440} \quad (2)$$

$$g_2 = g_p \cdot b \cdot \Sigma m_w \quad (3)$$

$$g_3 = g_p \cdot p \cdot n \cdot T \cdot \Sigma m_w \quad (4)$$

gdzie:

$b$  - szerokość wyrobiska (m)

$p$  - postęp (m/d)

$j$  - ciężar węgla ( $1,3 \text{ t/m}^3$ )

$W$  - gazoność pokładu ( $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{t}$ ), w braku danych indywidualnych przyjmować wg map gazowości [11]

- $\Sigma m_w$  - grubość odsłoniętych wkładek węgla w wyrobisku (m)  
 $g_p$  - wydzielanie metanu z  $m^2$  odsłoniętej powierzchni w ciągu minuty  
 $n$  - ilość odsłoniętych w wyrobisku powierzchni węglowych  
 $T$  - wielkość uwzględniająca zmniejszenie się w czasie<sup>x)</sup> wydzielania  $CH_4$  z odsłoniętej powierzchni (doby)

$$T = 30 K + n' 0,5^{t-1} \quad (5)$$

gdzie:

$K$  - współczynnik, przyjmować

1	miesiąca	przewodzenia	robót	- 0
2	miesiące	"	"	- 0,5
3	"	"	"	- 1
4	"	"	"	- 1,373
5	"	"	"	- 1,625
6	"	"	"	- 1,7811

$n'$  - kolejny dzień prowadzenia wyrobiska

$t$  - czas prowadzenia wyrobiska (miesiąc)

Wielkość  $g_p$  można ustalić drogą doświadczalną lub przyjąć:

pokłady I kat. gazowości -  $0,00009 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{m}^2 \text{ min.}$

II " " -  $0,00027$  " "

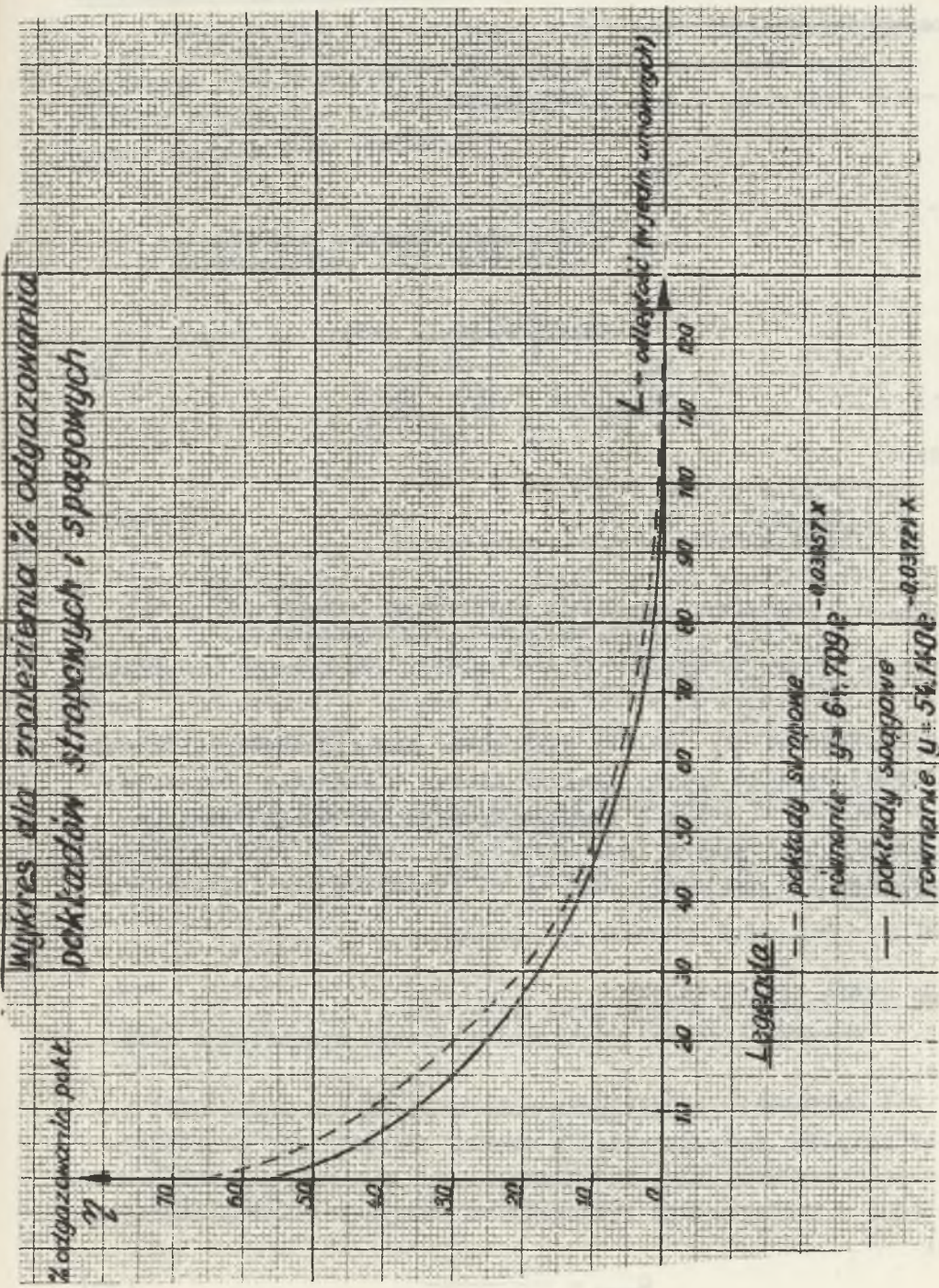
III " " -  $0,002$  " "

## 2.2. Prognoza wydzielania metanu do wyrobisk eksploatacyjnych

Poza wydzielaniem z urobku ( $g_{E1}$ ), ociosu ściany ( $g_{E2}$ ), chodników ścianowych ( $g_{E3}$ ), poważną wielkość stanowi wydzielanie z pokładów pod i nadbudowanych ( $g_{E4}$ ) w wyniku eksploatacji. Łączne wydzielanie wynosi więc:

$$g_E = g_{E1} + g_{E2} + g_{E3} + g_{E4} \quad (6)$$

<sup>x)</sup> Według badań radzieckich i polskich [10] stwierdza się wydzielanie metanu z odsłoniętej calizny węglowej w czasie w następującym stosunku: 1 miesiąc - 100%, 2 - 50%, 3 - 25%, 4 - 12,5% itd.



Rys. 1

Postępując analogicznie jak w rozdziale 2.1 otrzymujemy:

$$\varepsilon_{E1} = \frac{p_E l m}{1440} \cdot 0,8 W \quad (7)$$

$$\varepsilon_{E2} = \varepsilon_p l m \quad (8)$$

$\varepsilon_{E3}$  - obliczać ze wzorów 1-5 dla chodników nad i podścianowych

$$\varepsilon_{E4} = \frac{Q \sum_{i=1}^n s_i \rho_i}{m \cdot 1,44 \cdot 10^5} \quad (9)$$

gdzie:

$p_E$  - postęp ściany (m/d)

$l$  - długość ściany (m)

$m$  - grubość ściany (m)

$Q$  - wydobywanie ściany (t/d)

$i$  - % odgazowania pokładu stropowego (spągowego) - "i" uzyskany w wyniku podbudowy (nadbudowy)

$s_i$  - potencjał gazowy "1 m<sup>2</sup>" pokładu stropowego (spągowego) "i",  $s_i = m_i \cdot 1,3 \cdot W$  (m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>).

Dla obliczenia  $\rho_i$  należy posługiwać się rysunkiem 1. Na osi odciętej rysunku należy znaleźć iloraz odległości rozpatrywanego pokładu od pokładu eksploatowanego (m) do grubości pokładu eksploatowanego (m). Odrzutować punkt na linię odprężeń (stropową lub spągową), skąd na oś rzędnych, dla znalezienia  $\rho_i$ .

## 2.3. Uwagi uzupełniające

2.3.1. Wszystkie podane wielkości obrazują wydzielanie średnie.

Dla obliczenia wydzielania maksymalnego (po odstrzale) należy przyjąć, że cały metan z urobku wydzielą się bezpośrednio po strzałach, tzn. że należy liczyć się przy  $n_0$  odstrzałach na dobę z każdorazowym wydzieleniem maksymalnym metanu w ilości

$$Q_{\max} = \frac{\varepsilon_1 \cdot 1440}{n_0} \quad (10)$$

2.3.2. Koncentracja metanu zależy od ilości powietrza doprowadzonego do wyrobiska o przewidywanym wydzielaniu metanu. Średnia procentowa koncentracja metanu ( $k$ ) w powietrzu wyrobiska chodnikowego wyniesie:

$$K = \frac{(g_1 + g_2 + g_3) 100}{Q_p + g_1 + g_2 + g_3} \quad (11)$$

analogicznie dla robót eksploatacyjnych:

$$K_E = \frac{(g_{E1} + g_{E2} + g_{E3} + g_{E4}) 100}{Q_p + g_{E1} + g_{E2} + g_{E3} + g_{E4}} \quad (12)$$

gdzie:

$Q_p$  - projektowana doprowadzona ilość czystego powietrza ( $m^3/min$ ).

2.3.3. Prognozowanie możliwości występowania lontów metanowych [2, 3] ma charakter wyłącznie orientacyjny.

Należy po prostu liczyć się z ich występowaniem w wyrobiskach z wentylacją odrębną pól II i III kat. gazowości.

### 3. Porównanie wyników uzyskanych różnymi metodami prognoz gazowości i gazowością faktyczną

W tablicy 1 zestawiono wyniki uzyskane metodami wykreślnymi i analitycznymi dla prognozy ściany 1 pokładu 412/2 kop. Biełszowice. W tablicy uwzględniono oczywiście takie pokłady stropowe i spągowe pokładu 412/2.

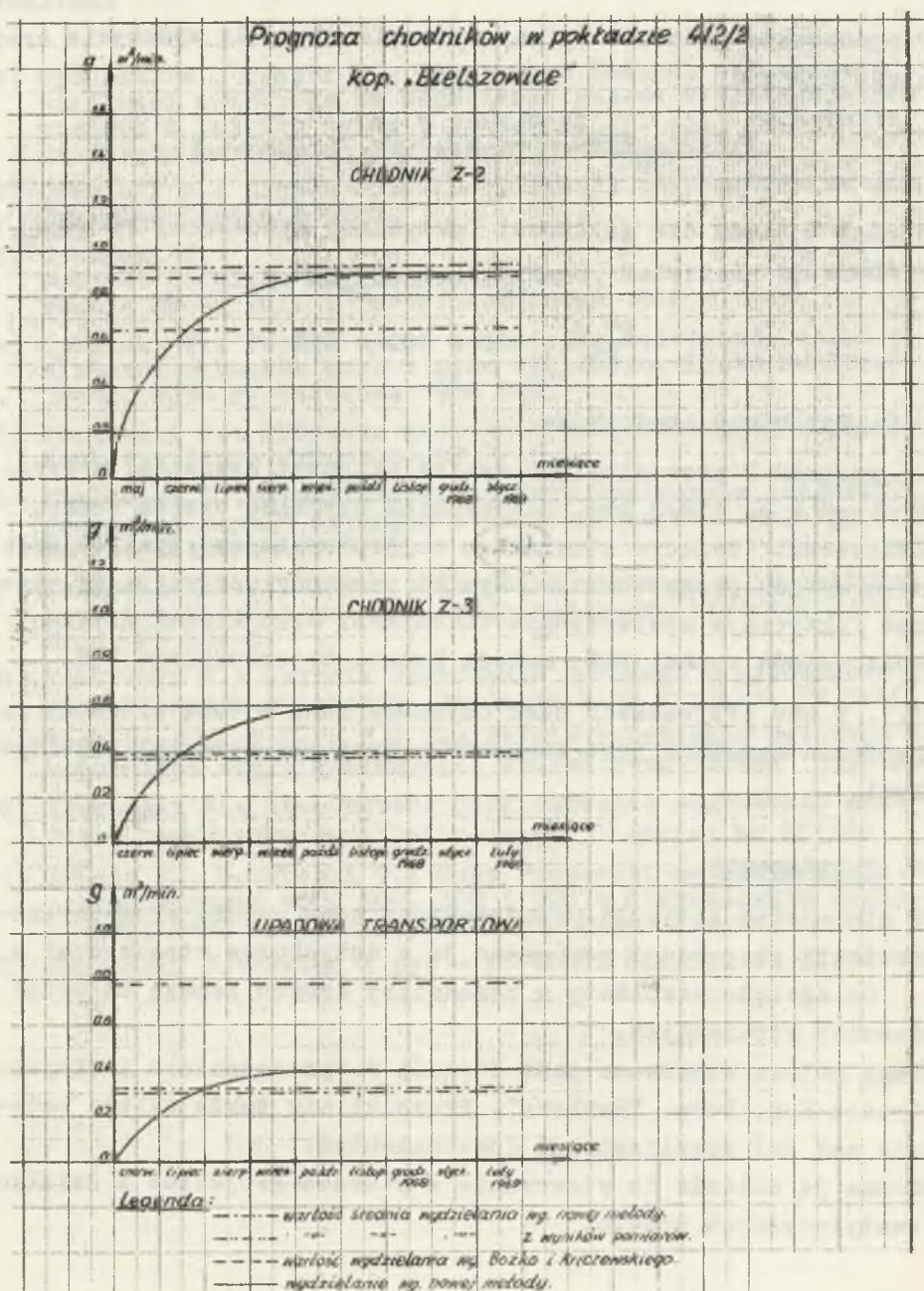
Wielkość wydzielania obliczona nową metodą prognozy zagrożenia gazowego wynosi:

$$\begin{aligned} g_{E1} &= 1,77 \text{ m}^3 \text{CH}_4 / \text{min} \\ g_{E2} &= 0,825 \text{ " } \\ g_{E3} &= 0,185 \text{ " } \\ g_{E4} &= 3,000 \text{ " } \\ g_E &= 5,780 \text{ m}^3 / \text{CH}_4 / \text{min} \end{aligned} \quad \begin{aligned} & \\ & \\ & \\ & \\ & (g_p \text{ określono badaniami,} \\ & \quad g_p = 0,002 \text{ m}^3 \text{CH}_4 / \text{m}^2 / \text{min}) \end{aligned}$$

Tabela 4

Prognoza zagrożeń dla pokładu 412/2 kwp. Białoswice wykonana metodami:  
Schultesa, Wintera, Sturffkena, Petteiskiego i metodą analityczną

Lp.	Pozkład	Gazodostawę wyznaczoną w oparciu o średnią roczną wielkość ( $m^3 CH_4/t$ )		$(m^3 CH_4/t o.s.w)$ gęstość stwierdzona badaniem		Gazodostawę ( $m^3 CH_4/t$ wydobywa) wg:					Wg Petteiskiego w oparciu o gęstość średnią stwierdzoną badaniem	Wg metody analitycznej $m^3 / CH_4/t$	Faktycznie wydobywanie $m^3 / CH_4/t$	
		Schultesa	Wintera	Sturff- kena	Schultesa		Wintera		Sturffkena					
					wg osę- dów lot- nych	wg badan	wg osę- dów lot- nych	wg badan						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	sputnik	7,8	1,0	0,6	0,091	6,6	0,8	0,03	0,18	0,03	0,01	0,01	0,01	
2	410	7,8	1,0	0,6	0,103	7,0	0,09	0,27	0,03	0,16	0,03	0,01	0,01	
3	sputnik	7,8	1,0	0,6	0,381	7,13	0,350	0,38	0,13	0,23	0,15	0,03	0,29	
4	410/2	18,0	3,0	3,0	6,8	17,00	6,15	1,80	4,19	1,80	4,180	2,54	3,29	
5	411/1	14,0	2,0	1,5	7,25	13,3	7,00	1,85	5,3	1,10	5,30	1,95	1,90	
6	411/4	16,5	3,0	2,5	4,88	16,3	4,80	2,85	4,6	2,30	4,60	1,50	1,60	
7	412/1	19,0	8,0	6,8	8,23	18,8	8,10	7,90	8,1	6,70	8,10	3,12	3,28	
8	412/2	18,9	7,9	6,7	10,81	18,90	10,81	7,90	10,81	7,70	10,81	8,75	21,81	25
9	sputnik	19,1	8,4	7,0	11	19,1	11	8,40	11,0	8,40	11,0	2,30	2,38	
10	sputnik	19,1	8,4	7,8	9,75	19,1	9,75	8,40	9,75	8,40	9,75	3,10	4,05	
11	412/3	19,4	9,0	7,4	9,75	19,4	9,75	9,00	9,75	7,40	9,75	4,30	7,40	
12	412/4	19,0	6,0	6,8	6,97	1,62	0,56	1,61	1,16	1,22	1,18	1,11	0,67	
13	sputnik	18,8	6,8	5,8	6,00	0,00	0,00	0,23	0,46	0,46	0,46	0,30	0,32	
14	413/2	10,0	1,1	0,8	3,30	0,00	0,00	0,16	0,81	0,14	0,98	1,36	0,22	
15	414/1	17,1	3,7	3,0	3,00	0,00	0,00	0,09	0,11	0,12	0,20	0,97	0,00	
16	414	16,8	7,0	6,0	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,73	0,00	
		164,47	68,74	50,83	66,16	45,40	66,53	31,87	47,19	25				
		655	275	205	265	160	266	126	150	100				



Rys. 2

Prognozowana gazowość ściany wyniesie więc dla wydobycia średniego 298 t/d

$$\frac{5.780 \cdot 1440}{298} = 27,8 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t wydobycia.}$$

Średni % błędu dla gazowości faktycznej wynoszącej  $25 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  wydobycia:

$$\frac{27,8}{25} \cdot 100 - 100 = 11\%$$

### 3.2. Wyrobiska chodnikowe

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki prognozy gazowości w wyrobiskach w p. 412/2 kop. Bielszowice uzyskane wzorem Bożko, Kriczewski (dającym stosunkowo najpoprawniejsze wyniki) oraz nową metodę prognozowania. Wyniki prognozy porównano ze stanem faktycznym stwierdzonym badaniami. Błąd średni uzyskany nową metodą wynosi 22%, metodą Bożko, Kriczewskiego 51%.

3.3. W obu przypadkach błąd uzyskany nową metodą prognozy zagrożenia gazowego jest znacznie niższy niż metodami pozostałymi.

### 4. Zakończenie

W niniejszym artykule przedstawiono nową metodę prognozy zagrożenia gazowego i porównano ją z dotychczas stosowanymi w PW.

Osiągnięto rezultaty w zasadniczy sposób lepsze od metod dawniej stosowanych.

Nowa metoda stosowana jest obecnie w opracowaniach i ekspertyzach Kop. Dośw. "Barbara". Prowadzi się także dalsze badania nad jej rozwijaniem i doskonaleniem.

Można ją zalecić do stosowania w Biurach Projektów i działach wentylacyjnych kopalń.

## LITERATURA

- [1] Cybulski W., Myszor H., Gorol Cz.: Badania nad wpływem wielkości wydobywania na zagrożenie gazowe w wyciągających prądach z rejonów ścian w pokładach III kat. zagrożenia gazowego. Nr 1/69 r. "Archiwum Górnictwa".
- [2] Cybulski W.: Zagadnienie klasyfikacji nagromadzeń metanu. Przegląd Górniczy 5/67.
- [3] Cybulski W.: Projekt podziału nagromadzeń metanu. Materiały na konferencję Stow. Inż. i Techn. Górnictwa 1966 r.
- [4] Cybulski W.: Postęp nauki polskiej w dziedzinie walki z niebezpiecznymi wybuchami gazu i pyłu węglowego. Zjazd Naukowo-Techn. 1954 r. Warszawa 1956 PWN.
- [5] Kozłowski B.: Prognoza gazowości nowo budowanej kopalni. Biuletyn Biura Projektów PW 9/65.
- [6] Kozłowski B., Stankiewicz J.: Nowa instrukcja prognozy gazowości kopalń czynnych i projektowanych. Biuletyn Biura Projektowych PW 8/65.
- [7] Kozłowski B.: Prognoza zagrożenia gazowego w projektowanych wyrobiskach rejonu wentylacyjnego. Biuletyn Biur Proj. PW 10/65.
- [8] Kozłowski B.: Czynniki zagrożenia gazowego i pyłowego w projektowaniu górniczym. Biuletyn Biur Projekt. PW 5/66.
- [9] Kozłowski B., Sobala J.: Zwalczanie zagrożenia gazowego w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwo "Śląsk" 1967 r.
- [10] Kozłowski B.: Nowa metoda prognozowania zagrożenia gazowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Nr 251/69
- [11] Sobala J., Gotkowski T.: Mapy gazowości metanu w węglu pokładów grupy 400, 500, 600 i 700 w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym Komunikat GIG nr 302 Dział XV.
- [12] Tarnowski J.: Metan i pył - Poradnik Górnika t. II.