

*Henryk Koptoń*

## **PRZEGLĄD I WERYFIKACJA METOD PROGNOZOWANIA METANOWOŚCI BEZWZGLĘDNEJ WYROBISK KORYTARZOWYCH DRAŻONYCH KOMBAJNAMI W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO**

### **Streszczenie**

Podstawę stosowanej metodyki prognozowania metanowości bezwzględnej drażonych wyrobisk korytarzowych w polskich kopalniach węgla kamiennego stanowią wyniki badań sprzed ponad 20 lat. Obecnie jednak wyrobiska korytarzowe są drażone w większości przypadków w zupełnie odmiennych warunkach niż te, które były przedmiotem ówczesnych badań. Stosowanie „starych” metod prognozowania wydzielania metanu przy drażeniu wyrobisk korytarzowych skutkuje często dużą rozbieżnością między wynikami prognozy a stanem faktycznym. W artykule przedstawiono przegląd podstawowych metod prognozowania stosowanych w Polsce. Opisano analizę porównawczą wartości metanowości bezwzględnej rzeczywistej drażonych wyrobisk korytarzowych z wartościami prognozowanymi dla realizowanego postępu dobowego i sformułowano wnioski. Do analizy wykorzystano bazę danych zawierającą zestawienie parametrów górnictwo-geologicznych i technicznych 168 wyrobisk korytarzowych drażonych kombajnami w pokładach zaliczonych do II, III i IV kategorii zagrożenia metanowego w latach 2004–2006.

### **Review and verification of methods of absolute methane content prediction of roadway workings driven by means of heading machines in hard coal mines**

#### **Abstract**

The basis of the used prediction methodology of absolute methane content of driven roadway workings in Polish hard coal mines constitute the investigation results from before more than 20 years. However, currently roadway workings are driven in the majority of cases in quite different conditions than those, which were the subject of investigations at that time. The use of “old” methods of methane emission prediction when driving roadway workings results frequently in a high divergence between the prediction effects and the real state. The article presents a review of basic prediction methods used in Poland. The comparative analysis of values of real absolute methane content for the realised daily advance was described and conclusions formulated. In this analysis a data basis containing a list of mining-geological and technical parameters of 168 roadway workings driven by means of heading machines in seams classified among the I, II, III, and IV category of methane hazard in the years 2004–2006 was used.

#### **WPROWADZENIE**

W kopalniach węgla kamiennego wraz ze wzrostem głębokości prowadzonych robót górniczych zwiększa się zagrożenie metanowe. Według danych Wyższego Urzędu Górniczego, w 2005 roku, spośród 33 polskich kopalń węgla kamiennego, tylko 5 jest niemetanowych, a kolejne 5 zaliczono do najniższej I kategorii zagrożenia metanowego. Aktualnie, aż w piętnastu kopalniach są prowadzone roboty górnicze w pokładach zaliczonych do IV kategorii zagrożenia metanowego. Można więc

stwierdzić, że zagrożenie metanowe w polskich kopalniach węgla kamiennego jest zjawiskiem powszechnym.

Prowadzenie robót górniczych w kopalniach węgla kamiennego wiąże się przede wszystkim z:

- drażeniem wyrobisk korytarzowych (kamiennych, węglowo-kamiennych i węglowych),
- eksploatacją wyrobiskami ścianowymi.

Zwalczanie zagrożenia metanowego polega na eliminacji źródeł zapłonu metanu. Stosuje się wiele środków profilaktycznych, począwszy od wymagań dotyczących urządzeń energomechanicznych do wymagań z zakresu odpowiednich warunków wentylacyjnych oraz odmetanowania. Niektóre ze stosowanych środków profilaktycznych muszą być dobierane *a priori* i dlatego bardzo istotne jest prognozowanie zagrożenia metanowego.

Metanowość bezwzględna na dowolnym etapie działalności jest prognozowana w celu określenia wielkości zagrożenia metanowego, z którym należy się liczyć w określonych warunkach.

Podstawę stosowanej metodyki prognozowania metanowości bezwzględnej wyrobisk korytarzowych stanowią wyniki badań sprzed ponad 20 lat. Obecnie wyrobiska korytarzowe są drażone w większości przypadków w zupełnie odmiennych warunkach niż te, które były przedmiotem ówczesnych badań. Stosowanie „starych” metod prognozowania wydzielania metanu przy drażeniu wyrobisk korytarzowych skutkuje często dużą rozbieżnością między wynikami prognozy a stanem faktycznym. W związku z tym została przeprowadzona analiza porównawcza, której podstawę stanowiła baza danych zawierająca zestawienie parametrów górniczo-geologicznych i technicznych 208 wyrobisk korytarzowych drażonych kombajnami w pokładach zaliczonych do II, III i IV kategorii zagrożenia metanowego w latach 2004–2006. Dane pochodziły z kopalń Kompanii Węglowej S.A., Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., Katowickiego Holdingu Węglowego i KWK Budryk S.A.

## **1. PRZEGLĄD METOD PROGNOZOWANIA I ICH ZGODNOŚCI ZE STANEM FAKTYCZNYM W ŚWIETLE LITERATURY I ZASTOSOWAŃ**

Celem prognozy zagrożenia metanowego jest możliwie dokładne określenie wydzielania metanu do wyrobiska górniczego, w omawianym przypadku wyrobiska korytarzowego, węglowego lub węglowo-kamiennego. Nieścisłości w prognostycznej ocenie zagrożenia metanowego powstają zazwyczaj w wyniku:

- błędów obiektywnego powstającego przy stosowaniu określonej metody prognozowania,
- nieprawidłowości w ocenie metanonośności złoża, a w szczególności rozkładu metanonośności zarówno w płaszczyźnie pokładu, jak i w obszarze górotworu poddanym procesom odgazowania.

Należy zaznaczyć, że prognoza jest zawsze ściśle związana z projektem drażenia wyrobiska korytarzowego i każda zmiana projektowa powoduje zmiany w prognozie

lub też ją całkowicie dezaktualizuje. Każda prognoza powinna bazować na możliwie precyzyjnym rozpoznaniu warunków geologicznych zalegania pokładów oraz warunków metanowych. Można założyć, że w przypadku wyrobiska korytarzowego wystarczająca jest znajomość metanonośności pokładu, w którym jest ono wykonywane, ale też i otoczenia tego wyrobiska, jak sąsiedztwo zrobów, występowanie uskoków i innych zaburzeń tektonicznych, występowanie krawędzi eksploatacyjnych oraz uwarunkowań, które mogą mieć wpływ na wielkość wydzielania się metanu. W celu sporządzenia prognozy metanowości bezwzględnej jest konieczne zestawienie następujących materiałów wyjściowych:

- map pokładowych z zaznaczonymi projektowanymi wyrobiskami oraz naniesionymi wynikami badań metanonośności, a także z naniesionymi uskokami, krawędziami eksploatacji itp.,
- przekrojów geologicznych z naniesionymi grubościami pokładów, kątami ich zalegania oraz, jeżeli to możliwe, metanonośnościami,
- danych na temat węgla w pokładach, jak zawartość: wody, popiołu, części lotnych,
- danych techniczno-górnicznych projektowanych wyrobisk (długość, przekrój poprzeczny, wyposażenie itp.),

Prognoza metanowości stanowi zawsze podstawę do racjonalnego doboru środków profilaktyki metanowej, a w szczególności do zaprojektowania systemu przewietrzania i sposobu odmetanowania górotworu. W czasie drążenia wyrobiska istotna jest aktualizacja wykonanej prognozy metanowości. Dotyczy to zarówno konieczności porównywania wyników prognozy ze stanem faktycznym i stosowania współczynników korekcyjnych, jak również celowości aktualizacji danych do prognozy, ze szczególnym uwzględnieniem zmiany założonej metanonośności pokładu.

Aktualnie, w polskim górnictwie węgla kamiennego stosuje się metody prognozowania metanowości wyrobisk korytarzowych (węglowych i węglowo-kamiennych) opracowane w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” GIG w Mikołowie, a przede wszystkim metodę MPM/3 prognozowania metanowości chodników w zależności od sposobu urabiania, opracowaną w 1986 roku.

### 1.1. Prognoza metanowości bezwzględnej dla wyrobiska korytarzowego drążonego w węglu – metoda opracowana w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” (Kalisz, Kozłowski, Sobala 1978; Kozłowski 1986; Krause, Krzystolik, Łukowicz 2001)

Ogólna ilość metanu wydzielającego się do wyrobiska korytarzowego jest określona wzorem

$$\dot{V}_M = \dot{V}_{M1} + \dot{V}_{M2} + \dot{V}_{M3}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (1)$$

gdzie:

$\dot{V}_{M1}$  – wydzielanie metanu z węgla urobionego w przodku wyrobiska,  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$\dot{V}_{M2}$  – wydzielanie metanu z odsłoniętej calizny przodka,  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$\dot{V}_{M3}$  – wydzielanie metanu z ociosów węglowych wyrobiska,  $\text{m}^3/\text{min}$ .

Wydzielanie metanu z urobionego węgla można obliczyć wzorem

$$\dot{V}_{M1} = \frac{wb \sum d_w \gamma (M_0 - M_k)}{1440}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (2)$$

gdzie:

$w$  – postęp wyrobiska, m/dobę;

$b$  – szerokość wyrobiska, m;

$\sum d_w$  – suma grubości odsłoniętych warstw węgla w przodku wyrobiska (lub grubość pokładu węgla), m;

$\gamma$  – gęstość węgla, Mg/m<sup>3</sup>;

$M_0$  – metanonośność pokładu, m<sup>3</sup>/Mg<sub>csw</sub>;

$M_k$  – metanonośność końcowa (reszkowa), m<sup>3</sup>/Mg<sub>csw</sub>.

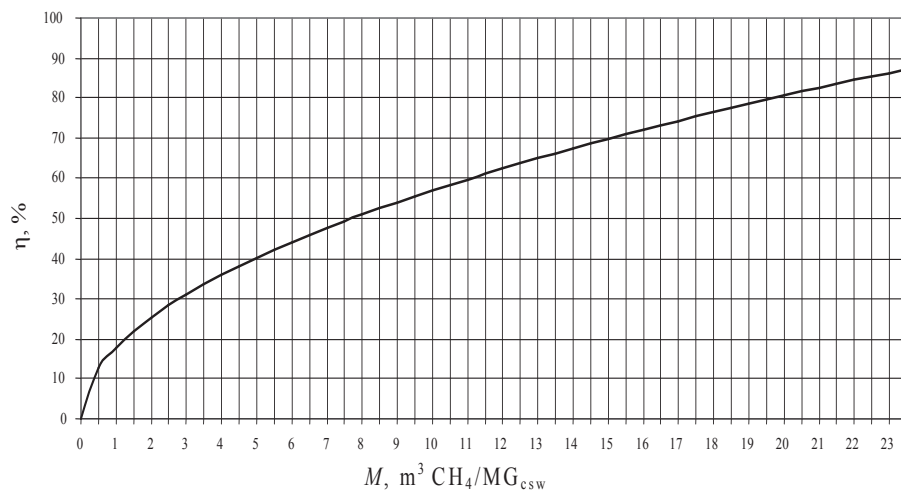
Metanonośność końcową (reszkową) określa się laboratoryjnie na próbkach węgla pobranych z urobku. Przyjmując stopień odgazowania urobku w zależności od metanonośności węgla (wzór empiryczny) jako

$$\eta = 18,355 M_0^{0,5404}, \% \quad (3)$$

i upraszczając, wzór (2) można zapisać w postaci

$$\dot{V}_{M1} = \frac{0,184wb \sum d_w \gamma M_0^{1,5}}{1440}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (4)$$

Stopień odgazowania urobku w zależności od metanonośności pokładu pokazano na rysunku 1.



**Rys. 1.** Stopień odgazowania  $\eta$  urabianego węgla w zależności od jego metanonośności pierwotnej  $M$

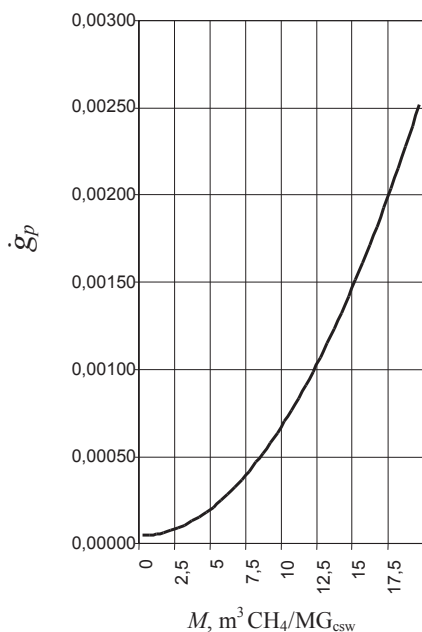
**Fig. 1.** Degasification degree  $\eta$  of mined coal dependent on its primary methane content  $M$

Ilość metanu wydzielająca się z odsłoniętej calizny czoła przodka jest wyrażona wzorem

$$\dot{V}_{M2} = b \sum d_w \dot{g}_p, \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min} \quad (5)$$

gdzie  $\dot{g}_p$  jest wskaźnikiem intensywności wydzielania się metanu z odsłoniętej calizny, wyrażonym w  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ; wartość tę odczytać należy z wykresu przedstawionego na rysunku 2 lub obliczyć według wzoru

$$\dot{g}_p = \frac{M_0^2}{153846,2}, \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min}) \quad (6)$$



Rys. 2. Wskaźnik intensywności wydzielania  $\dot{g}_p$  metanu z calizny węglowej;  $M$  – metanonośność

Fig. 2. Index of emission intensity  $\dot{g}_p$  of methane from the coal solid;  $M$  – methane content

Wielkość  $\dot{g}_p$  można określić doświadczalnie dla podobnych warunków, w jakich ma być drążone wyrobisko.

Ilość metanu, jaka wydziela się z ociosów węglowych wyrobiska, oblicza się ze wzoru

$$\dot{V}_{M3} = n \sum d_w w \dot{g}_p T_1, \text{ m}^3/\text{min} \quad (7)$$

gdzie  $n$  oznacza liczbę płaszczyzn węglowych w chodniku, natomiast

$$T_1 = 30k + n'0,5^{t-1} \quad (8)$$

gdzie:

$k$  – współczynnik, którego wartość należy przyjmować następująco:

- czas istnienia wyrobiska 1 miesiąc  $k = 0$ ;
- czas istnienia wyrobiska 2 miesiące  $k = 0,5$ ;
- czas istnienia wyrobiska 3 miesiące  $k = 1,0$ ;
- czas istnienia wyrobiska 4 miesiące  $k = 1,373$ ;
- czas istnienia wyrobiska 5 miesięcy  $k = 1,625$ ;
- czas istnienia wyrobiska 6 miesięcy  $k = 1,7811$ ;

$n'$  – kolejny dzień drążenia wyrobiska;

$t$  – czas drążenia wyrobiska, miesiące.

Całkowita ilość metanu wydzielająca się do wyrobiska korytarzowego w okresie drążenia do 6 miesięcy jest określana zatem ze wzoru

$$\dot{V}_M = \frac{wb(\sum d_w)\gamma(M_0 - M_k)}{1440} + b(\sum d_w)\dot{g}_p + n(\sum d_w)w\dot{g}_p(30k + n'0,5^{t-1}), \text{ m}^3/\text{min} \quad (9)$$

natomiast ilość metanu wydzielająca się do wyrobiska w czasie drążenia dłuższym niż 6 miesięcy wynosi

$$\dot{V}_M = \text{const} = \sum d_w w \left[ \frac{\gamma b(M_0 - M_k)}{1440} + \dot{g}_p \left( \frac{b}{w} + n59,0625 \right) \right], \text{ m}^3/\text{min} \quad (10)$$

Opisana metoda została sformułowana wcześniej również w uproszczonej wersji (Kozłowski 1986), przy następujących założeniach:

- w miejsce różnicy  $(M_0 - M_k)$  we wzorze (10) należy wprowadzić wartość  $0,8M_0$  w celu uwzględnienia, zgodnie z badaniami, że w przybliżeniu około 20% metanu pozostaje w węglu wydobywanym na powierzchnię,
- za gęstość węgla można podstawić  $1,3 \text{ Mg/m}^3$  – odpowiadającą średniej gęstości węgla krajowych,
- można pominąć  $\dot{V}_{M2}$  (wzór 5) o stosunkowo małej wartości, w porównaniu z  $\dot{V}_{M3}$ .

Skonfrontowano wyniki tej prognozy ze stanem faktycznym i stwierdzono, że

$$\dot{V}_M = 0,84\dot{V}_{rz} \quad (11)$$

gdzie  $\dot{V}_{rz}$  jest rzeczywistą metanowością wyrobiska,  $\text{m}^3/\text{min}$ .

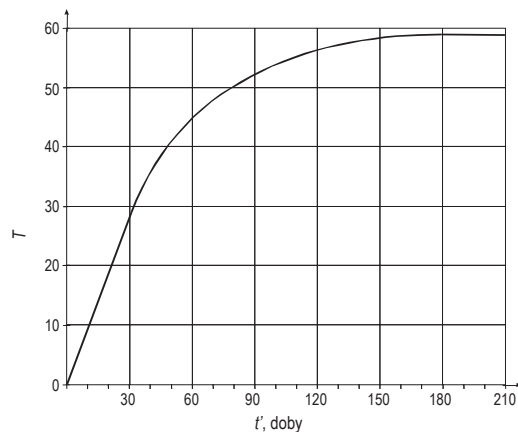
Uwzględniając powyższe, otrzymano wzór uproszczony

$$\dot{V}_M = 1,2w \left( \frac{bM_0 \sum d_w}{1385} + S_w \dot{g}_p T \right) \quad (12)$$

gdzie:

$S_w$  – długość części węglowej obwodu wyrobiska; w przypadku drażenia wyrobiska w pokładach cienkich  $S_w = 2d$ , m; gdzie  $d$  oznacza grubość pokładu; dla wyrobiska wykonanego całkowicie w pokładzie,  $S_w$  jest równe obwodowi wyrobiska, m;

$T$  – współczynnik uwzględniający zmniejszanie wydzielania metanu z odsłoniętej calizny węglowej w czasie; współczynnik ten wyznacza się z wykresu (rys. 3), przedstawiającego zależność współczynnika  $T$  od czasu  $t'$  istnienia wyrobiska; czas  $t'$  istnienia wyrobiska, wyrażony w dobach, otrzymuje się, dzieląc projektowaną długość wyrobiska przez postęp  $w$  wyrobiska; przy czasie istnienia wyrobiska  $t' \geq 180$  dni wartość współczynnika  $T$  jest stała i wynosi  $T = 59$ .



Rys. 3. Zależność współczynnika  $T$  od czasu  $t'$  istnienia wyrobiska

Fig. 3. Dependence of the coefficient  $T$  on the time  $t'$  of working's existence

## 1.2. Metoda MPM/3 prognozowania metanowości chodników w zależności od sposobu urabiania

Metoda została opracowana w 1986 roku, w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” (Metoda MPM/3... 1986), na podstawie wyników badań zależności między maksymalnym wydzielaniem metanu do wyrobiska chodnikowego po urabianiu a metanonośnością pokładu i ilością urobionego węgla, z uwzględnieniem sposobu urabiania (materiał wybuchowy lub kombajn). W metodzie tej uwzględniono również niektóre zależności, opracowane w ramach metody prognozowania KD „Barbara” z 1977 roku, opisanej w punkcie 1.1. Przy opracowywaniu metody przyjęto następujące założenia:

- w wyrobisku nie występują fukacze metanu ani inne tego typu wpływy metanu o dużym natężeniu,
- metan wydzielają się do wyrobiska z ociosów węglowych oraz z urobionego węgla,
- ilość metanu wydzielającego się do chodnika zależy przede wszystkim od ilości urobionego węgla i metanonośności pokładu,

- wydzielanie się metanu z ociosów węglowych jest co miesiąc o połowę mniejsze; wydzielanie się metanu z odcinka ociosu istniejącego dłużej niż 6 miesięcy wynosi praktycznie zero,
- w sąsiedztwie pokładu, w którym drążony ma być chodnik, to znaczy do odległości równej 4 szerokościom chodnika, nie znajdują się pokłady o metanonośności większej od  $2,5 \text{ m}^3/\text{Mg}_{\text{CSW}}$ ,
- w sąsiedztwie drążonego wyrobiska nie ma zbiornikowych nagromadzeń metanu, jak zametanowane zroby względnie strefy nasycenia metanem wolnym.

W celu zwiększenia dokładności prognozy, kierując się wynikami rzeczywistej metanonośności, uzyskanymi dla danej części pokładu lub partii obszaru górniczego, można wprowadzić współczynniki zwiększające bądź zmniejszające dla chodników drążonych w podobnych warunkach.

Maksymalna ilość metanu wydzielająca się do chodnika wynosi

$$\dot{V}_M = \dot{V}_1 + \dot{V}_2, \text{ m}^3/\text{min} \quad (13)$$

gdzie:

$\dot{V}_1$  – ilość metanu wydzielająca się z urobku,  $\text{m}^3/\text{min}$ ;

$\dot{V}_2$  – ilość metanu wydzielająca się z powierzchni węglowych wyrobiska,  $\text{m}^3/\text{min}$ .

Poszczególne składniki wzoru (13) oblicza się następująco:

- ilość metanu wydzielająca się z urobku:
  - dla wyrobisk drążonych za pomocą materiałów wybuchowych

$$\dot{V}_1 = 0,0475M_0G_u^{0,67}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (14)$$

- dla wyrobisk drążonych za pomocą kombajnów

$$\dot{V}_1 = 0,338M_0^{1,232}G_u^{1,0685}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (15)$$

- ilość metanu wydzielająca się z płaszczyzn węglowych

$$\dot{V}_2 = S_w w \dot{g}_p T, \text{ m}^3/\text{min} \quad (16)$$

Oznaczenia przyjęte we wzorach (14), (15) oraz (16):

$S_w$  – długość części węglowej obwodu wyrobiska; w przypadku drążenia wyrobiska w pokładach cienkich  $S_w = 2d$ , m; gdzie  $d$  oznacza grubość pokładu; dla wyrobiska wykonanego całkowicie w pokładzie  $S_w$  jest równe obwodowi wyrobiska, m;

$w$  – postępowanie wyrobiska, m/dobę;

$\dot{g}_p$  – wskaźnik intensywności wydzielania metanu z calizny; wskaźnik ten można obliczać wzorem (6) lub korzystać z wykresu (rys. 2); jednostkowe początkowe wydzielanie metanu z odsłoniętej calizny węglowej można również wyznaczać empirycznie jako wynik dzielenia pomierzonego wydzielania się



metanu z calizny węglowej odsłoniętej w czasie ostatnich kilku dni przez powierzchnię tej calizny,  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ ,

$T$  – współczynnik uwzględniający zmniejszanie się wydzielania metanu z odsłoniętej calizny węglowej w czasie; współczynnik ten wyznacza się z wykresu (rys. 3), przedstawiającego zależność współczynnika  $T$  od czasu  $t'$  istnienia wyrobiska; czas  $t'$  istnienia wyrobiska, wyrażony w dobach, otrzymuje się, dzieląc projektowaną długość wyrobiska przez postęp w wyrobiska; przy czasie istnienia wyrobiska  $t' \geq 180$  dni wartość współczynnika  $T$  jest stała i wynosi  $T = 59$ ;

$M_0$  – metanonośność pokładu,  $\text{m}^3\text{CH}_4/\text{Mg}_{\text{csw}}$ ;

$G_u$  – ilość jednorazowo urobionego węgla za pomocą MW, Mg;

$G'_u$  – wydajność kombajnu, Mg/min.

### 1.3. Prognoza metanowości bezwzględnej dla wyrobiska korytarzowego drążonego w węglu (metoda R. Frączka)

Metoda została opublikowana między innymi w książce R. Frączka pt. „Aerologia górnicza. Przykłady i zadania” (2003). Zdaniem autora, prognozę zagrożenia metanowego dla wyrobisk korytarzowych węglowych wykonuje się z uwagi na:

- metan wydzielany z urobku w czasie urabiania,
- metan wydzielany z ociosu węglowego.

Ilość metanu wydzielonego w przestrzeni przodkowej z urobku podczas urabiania węgla kombajnami chodnikowymi i z powierzchni czoła przodka ( $V_{mu}$ ) autor proponuje obliczać zależnością

$$V_{mu} = 0,0007knM_0W_z \cdot \exp\left(\frac{285 \cdot 10^3 v_m \ln \tau_z}{r_w^2} - 3,85\right), \text{ m}^3/\text{min} \quad (17)$$

gdzie:

$M_0$  – metanonośność pokładu,  $\text{m}^3/\text{Mg}_{\text{csw}}$ ;

$W_z$  – wydobywanie węgla, Mg/dobę;

$v_m$  – współczynnik lepkości kinematycznej metanu,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\tau_z$  – czas trwania jednego zabioru, min/zabior;

$r_w$  – promień przekroju poprzecznego wyrobiska, m;

$kn$  – współczynnik empiryczny uwzględniający nierównomierność wydzielania metanu w czasie urabiania węgla, zależny od postępu przodka

→  $kn = 0,025p + 1,26$ , gdzie  $p$  – postęp przodka, m/dobę.

Obliczenie ilości metanu wydzielonego z ociosu węglowego wyrobiska korytarzowego w czasie drążenia go kombajnami chodnikowymi, autor proponuje obliczać zależnością

$$V_{mo} = \frac{M_o v_m \rho_m A_p}{r_w} \exp\left(5,79 - \frac{364 \cdot 10^3 v_m \ln \tau_{sr}}{r_w^2}\right), \text{ m}^3/\text{min} \quad (18)$$

gdzie:

$\rho_m$  – gęstość metanu,  $\text{kg/m}^3$ ;

$A_p$  – powierzchnia odsłoniętego pokładu węgla na długości wyrobiska,  $\text{m}^2$ ;

$\tau_{sr}$  – średni czas przewietrzania wyrobiska ( $\tau_{sr} = 0,5(\tau_p + \tau_k) \rightarrow \tau_p$  – czas jaki upłynął od momentu rozpoczęcia przewietrzania,  $\tau_k = 1$  – czas od momentu zakończenia przewietrzania), dni.

Całkowita ilość metanu wydzielonego do wyrobiska korytarzowego drażonego kombajnem  $V_{cm}$  wyniesie

$$V_{cm} = V_{mu} + V_{mo}, \text{ m}^3/\text{min}$$

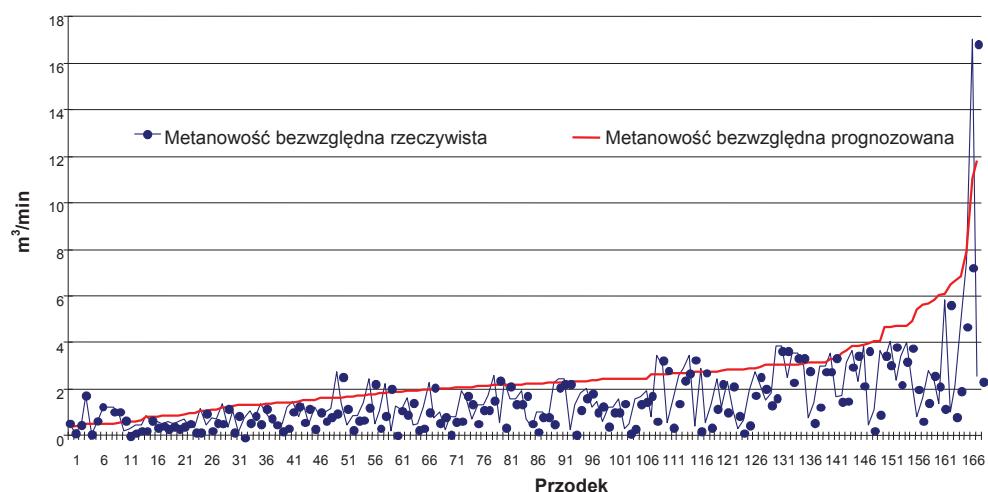
Oprócz wyżej przedstawionych metod prognozowania metanowości bezwzględnej, w literaturze opisywane są również inne metody z lat 50. i 60. XX w., przede wszystkim autorów radzieckich (Bożko 1961; Kalisz, Kozłowski, Sobala 1978; Kozłowski 1972). Do najbardziej znanych należy metoda W.L. Bożki i metoda W.S. Oriechowa. W opinii B. Kozłowskiego (1986), już w latach 80. XX w., wyniki uzyskane metodami pozostałych autorów były traktowane jako orientacyjne.

## 2. WERYFIKACJA STOSOWANYCH METOD PROGNOZOWANIA

Najnowocześniejsze, opracowane na podstawie wyników uzyskanych podczas monitorowania wydzielania metanu w polskich kopalniach węgla kamiennego, są metody opracowane w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” GIG, a szczególnie metoda MPM/3 prognozowania metanowości chodników w zależności od sposobu urabiania, opracowana w 1986 roku. Metody te są stosowane w polskim górnictwie.

Na etapie prowadzenia badań, opisanym w niniejszym artykule, weryfikacja stosowanych metod prognozowania polegała na porównaniu wartości metanowości bezwzględnej rzeczywistej drażonych wyrobisk korytarzowych z wartościami prognozowanymi dla realizowanego postępu dobowego. Jak wspomniano we wprowadzeniu, podstawę do prowadzenia badań stanowiło zestawienie parametrów górniczo-geologicznych i technicznych 208 wyrobisk korytarzowych drażonych kombajnami w pokładach zaliczonych do II, III i IV kategorii zagrożenia metanowego. Do sporządzenia zestawienia wykorzystano dane uzyskane z kopalń Kompanii Węglowej S.A., Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. i KWK Budryk S.A. W celu porównania wyników prognoz metanowości ze stanem faktycznym, wykorzystano dane ze 168 przodków wyrobisk korytarzowych, dla których kopalnie przedstawiły również wyniki wartości prognozowanej metanowości bezwzględnej przy realizowanym postępie dobowym. Według informacji uzyskanych w działach wentylacji kopalń, prognozy metanowości bezwzględnej wyrobisk były wykonane metodami opracowanymi w KD „Barbara”.

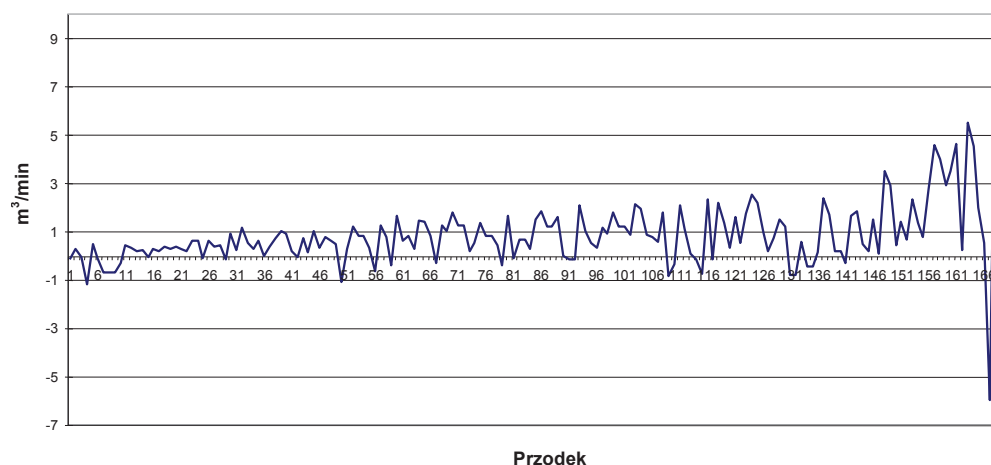
Na rysunku 4 przedstawiono porównanie wartości metanowości bezwzględnej rzeczywistej (szczytowej) przodków wyrobisk korytarzowych z wartością prognozowaną dla realizowanego postępu dobowego.



Rys. 4. Porównanie wartości metanowości bezwzględnej rzeczywistej przodków wyrobisk korytarzowych z wartością prognozowaną

Fig. 4. Comparison of the value of absolute real methane content of roadway working faces with the predicted value

Wartość różnicy między wartością metanowości bezwzględnej rzeczywistej (szczytowej) a wartością prognozowaną dla realizowanego postępu dobowego analizowanych przodków wyrobisk korytarzowych przedstawiono na rysunku 5.

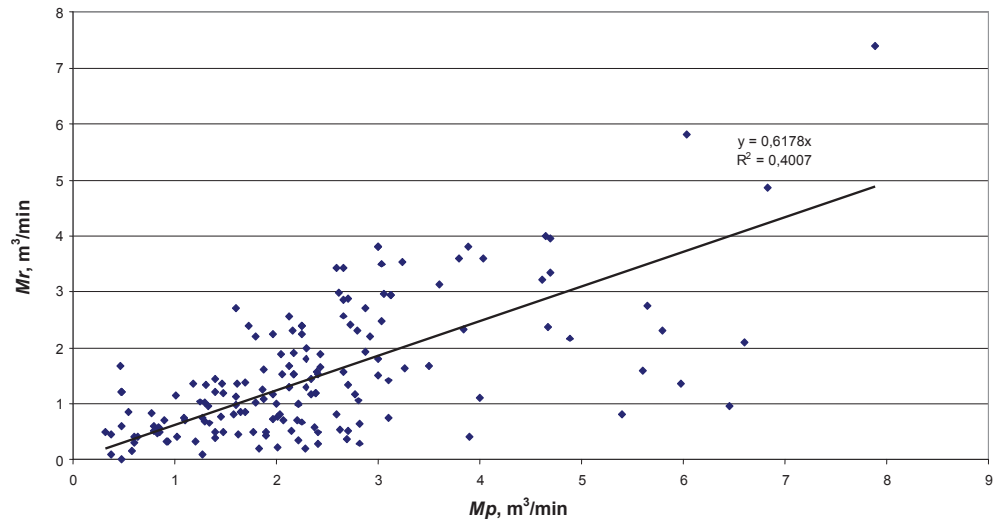


Rys. 5. Różnica między wartością prognozowaną a rzeczywistą metanowości bezwzględnej przodków wyrobisk korytarzowych

Fig. 5. Difference between the predicted and real value of absolute methane content of roadway working faces

Z powyższych wykresów wynika, że przeważająca liczba wyników prognoz metanowości bezwzględnej znacznie odbiega od wartości rzeczywistej (szczytowej) stwierdzonej pomiarami dołowymi i w zdecydowanej większości przypadków jest większa od tej wartości.

Na rysunku 6 przedstawiono porównanie wartości metanowości bezwzględnej rzeczywistej przodków wyrobisk korytarzowych z wartościami prognozowanymi dla realizowanego postępu dobowego, w formie wykresu punktowego. Przy sporządzaniu wykresu celowo pominięto wartości metanowości przodków nr 167 i 168, ponieważ ich wartości znacznie odbiegały od wartości pozostałych przodków.



**Rys. 6.** Porównanie wartości metanowości rzeczywistej  $Mr$  drażonych przodków wyrobisk korytarzowych z wartościami prognozowanymi  $Mp$

**Fig. 6.** Comparison of the real methane content value  $Mr$  of driven roadway working faces with predicted values  $Mp$

Wyznaczona linia trendu (prosta regresji przechodząca przez początek układu) jest opisana równaniem  $y = 0,6178x$ . Wartość  $R^2$  wynosi 0,4007, a wyliczony współczynnik korelacji  $r$  wynosi 0,633. Współczynnik determinacji  $R^2$  jest miarą siły liniowego związku między danymi, a w tym przypadku między wartościami metanowości prognozowanej i odpowiadającymi im wartościami metanowości rzeczywistej.

Z powyższego wynika, że około 40% wyników metanowości prognozowanej odpowiada rzeczywistemu wydzielaniu metanu. Świadczy to o konieczności ponownego zweryfikowania metody prognozowania metanowości bezwzględnej drażonych wyrobisk korytarzowych, w zakresie analizy parametrów technicznych, własności geologicznych oraz uwarunkowań górniczych pod względem ich wpływu na wydzielanie metanu w obecnie występujących warunkach, wraz z uwzględnieniem udziału nowych, dotąd nie branych pod uwagę czynników.

Należy zaznaczyć, że w niniejszym artykule przedstawiono jedynie stosowane w praktyce metody prognozowania metanowości bezwzględnej drażonych wyrobisk korytarzowych. Trudno więc mówić o prawidłowości założeń pozostałych metod (np. metody R. Frączka). Niemniej jednak, w metodach tych zostały uwzględnione przede wszystkim takie parametry, jak: metanonośność pokładu węgla, w którym jest drażone wyrobisko, wydzielanie metanu z urobku i ociosów wyrobiska, miąższość pokładu (w postaci co najwyżej długości części węglowej obwodu wyrobiska), postęp drażenia

wyrobiska, długość wybiegu wyrobiska (ewentualnie czas drażenia wyrobiska). W opinii autora, należałoby dodatkowo przeanalizować wpływ na wydzielanie metanu podczas drażenia węglowych wyrobisk korytarzowych takich dodatkowych parametrów, jak na przykład: wydzielanie metanu z warstw metanonośnych zalegających w strefie desorpcji dla wyrobiska korytarzowego (najpierw określenie wielkości tej strefy), rodzaj stosowanej wentylacji odrębnej, zawartość części lotnych, zwięzłość, pojemność sorpcyjna węgla względem metanu i innych. Aktualnie, w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” GIG są prowadzone analizy istotnych czynników wpływających na wydzielanie metanu z wykorzystaniem obszernego zbioru statystycznego dla wykonanych wyrobisk korytarzowych. W założeniach pozwoli to na sporządzenie zweryfikowanego modelu matematycznego prognozy metanowości bezwzględnej dla wyrobisk korytarzowych drażonych w węglu, której wyniki będą bardziej zbliżone do rzeczywistych.

## PODSUMOWANIE

1. W polskim górnictwie węgla kamiennego do prognozowania metanowości wyrobisk korytarzowych (węglowych i węglowo-kamiennych) stosuje się metody opracowane w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” GIG, a szczególnie metodę MPM/3 prognozowania metanowości chodników w zależności od sposobu urabiania, opracowaną w 1986 roku.
2. Wyrobiska korytarzowe są drażone w większości przypadków w zupełnie odmiennych warunkach niż te, które były przedmiotem ówczesnych badań. Stosowanie „starych” metod prognozowania wydzielania metanu przy drażeniu wyrobisk korytarzowych skutkuje często dużą rozbieżnością (kilkaset procent) między wynikiem prognozy a stanem faktycznym.
3. Na podstawie przeprowadzonej weryfikacji można stwierdzić, że przeważająca liczba wyników prognoz metanowości bezwzględnej znacznie odbiega od wartości rzeczywistych uzyskanych z pomiarów dołowych i w zdecydowanej większości przypadków jest większa od tej wartości.
4. Na podstawie porównania wyników prognozy ze stanem faktycznym, z wykorzystaniem metod statystyki matematycznej, stwierdzono, że około 40% z nich jest obliczona w odniesieniu do rzeczywistego wydzielania metanu. Świadczy to o konieczności zweryfikowania aktualnie stosowanej metody prognozowania metanowości bezwzględnej drażonych wyrobisk korytarzowych, w zakresie analizy parametrów technicznych, własności geologicznych oraz uwarunkowań górniczych z uwzględnieniem ich wpływu na wydzielanie metanu w aktualnie występujących warunkach oraz udziału nowych, dotąd niebranych pod uwagę czynników.

## Literatura

1. Bożko W.L. (1961): *Wydzielenie metana w podgotowitelnym wyrobisku udolnych szacht Donbassa*. Konferencja Dyrektorów Instytutów Naukowo-Badawczych, Warszawa.
2. Frączek R. (2003): *Aerologia górnicza. Przykłady i zadania*. Gliwice, Wydaw. Politechniki Śląskiej.

3. Kalisz J., Kozłowski B., Sobala E. (1978): *Porównanie metod prognozowania metanowości dla wyrobisk chodnikowych w górnictwie węglowym*. Przegląd Górniczy nr 4.
4. Kozłowski B. (1972): *Prognozowanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego*. Katowice, Wydaw. „Śląsk”.
5. Kozłowski B. (1986): *Prognozowanie zagrożeń metanowych w kopalniach głębinowych*. Gliwice, Wydaw. Politechniki Śląskiej.
6. Krause E., Krzystolik P., Łukowicz K. (2001): *Rozpoznawanie, prognozowanie, kontrola i zwalczanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego*. Katowice, GIG.
7. *Metoda MPM/3 prognozowania metanowości chodników w zależności od sposobu urabiania* (1986). Katowice, GIG.

**Recenzent:** prof. dr hab. inż. Paweł Krzystolik