

# Istota zagrożenia metanowego w zlikwidowanej kopalni węgla kamiennego, w aspekcie planowanego wznowienia wydobywania

The essence of the methane hazard in the liquidated hard coal mine, in terms of the planned resumption of mining



Dr inż. Krzysztof Słota<sup>\*)</sup>



Dr inż. Zbigniew Słota<sup>\*)</sup>



Dr inż. Anna Morcinek-Słota<sup>\*)</sup>

**Treść:** Zgodnie z Programem dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce na lata 2018-2030 konieczne jest dostosowanie wydobycia do potrzeb rynku. W związku z tym istnieje możliwość ponownego uruchomienia zlikwidowanej kopalni i wydobywanie dobrej jakości węgla kamiennego. Ponowne wznowienie wydobycia wiąże się między innymi z odwodnieniem kopalni, a sama przyszła eksploatacja będzie prowadzona w pokładach metanowych. Zachodzi zatem konieczność analizy zagrożenia metanowego, możliwości zastosowania odmetanowania i zagospodarowania metanu w celach przemysłowych (do produkcji energii i chłodu). W artykule określono zagrożenie metanowe w oparciu o wyniki badań gazowych (m.in. metanonośności, analizy chemizmu gazów pokładowych), wykonanych w otworach wiertniczych oraz w dołowych wyrobiskach korytarzowych jeszcze wtedy, gdy w kopalni prowadzone było wydobywanie.

**Abstract:** According to the Programme for the hard coal mining sector in Poland for the years 2018-2030, it is necessary to adapt the extraction to the market needs, therefore it is possible to restart the decommissioned mine and extract good quality hard coal. The resumption of extraction is associated, among other things, with dehydration of the mine and the future exploitation itself will be carried out in methane seams. Therefore, it is necessary to analyze the methane hazard, the possibility of using methane de-methanation and the use of methane for industrial purposes (for energy and cooling production). The article defines the methane hazard on the basis of the results of gas tests (e.g. methane carrying capacity, analysis of the chemistry of the seabed gases) carried out in boreholes and in underground corridor excavations while mining was still being carried out in the mine

## Słowa kluczowe:

zagrożenie metanowe, likwidowana kopalnia

## Key words:

methane hazard, mine in liquidation

## 1. Wprowadzenie

Obecnie w Polsce większość kopalń węgla kamiennego to kopalnie metanowe. Według danych z raportu WUG za 2018 rok (*Ocena ... 2019*) metanowość bezwzględna wyniosła 916,1 mln m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>, z czego ujęto 317,0 mln m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub> i zagospodarowano 203,1 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>. Efektywność odmetanowania wyniosła 34,6%, a efektywność zagospodarowania metanu kształtowała się na poziomie 64,1%. Ogłoszony przez Ministerstwo Energii Program dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce przewiduje dostosowanie wydobycia do potrzeb

rynku, a tam gdzie to możliwe - zwiększenie w strukturze wydobycia udziału produktów wyższej wartości dodanej. W związku z tym istnieje możliwość ponownego uruchomienia zlikwidowanej kopalni i wydobywanie dobrej jakości węgla kamiennego, na który istnieje zapotrzebowanie rynkowe, przy zachowaniu wysokiej opłacalności. Ponowne wznowienie wydobycia wiąże się między innymi z odwodnieniem kopalni, a sama przyszła eksploatacja będzie prowadzona w pokładach metanowych. Zachodzi zatem konieczność analizy zagrożenia metanowego, możliwości zastosowania odmetanowania i zagospodarowania metanu w celach przemysłowych (do produkcji energii i chłodu).

<sup>\*)</sup> Politechnika Śląska, Gliwice

## 2. Metodyka badań

Zagrożenie metanowe (metanonośności pokładów węgla) określono w oparciu o wyniki badań gazowych wykonanych w otworach wiertniczych oraz w dołowych wyrobiskach korytarzowych jeszcze wtedy, gdy w kopalni prowadzone było wydobywanie. Badania te objęły oznaczenie metanonośności, analizy chemizmu gazów pokładowych oraz pomiary własności desorpcyjnych węgla.

Oznaczenia metanonośności pokładów węgla prowadzono dwoma metodami:

- w wyrobiskach dołowych metodą jednofazowej degazacji, zwaną „bezpośrednią otworową”, opisaną w załączniku nr 3 do Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. (Dz.U. z 2017 r., poz. 1118) ([Rozporządzenie ... 2019](#)),
- w otworach powierzchniowych metodą dwufazowej degazacji z zastosowaniem do obliczeń gazu utraconego, współczynnika 1,33. Wyniki oznaczeń wykonanych tą metodą są porównywalne z metodą jednofazowej degazacji po uprzednim przeliczeniu gazu utraconego w metodzie dwufazowej degazacji z zastosowaniem współczynnika 1,2.

Zastosowane metody określają całkowitą zawartość metanu w pokładach węgla w przeliczeniu na  $Mg_{csw}$ , a wyniki obliczeń metanonośności uwzględniają korekcję wartości objętości metanu do warunków normalnych (0°C, 101,325 kPa).

Dokumentowane złoża leży na skrzydle niecki głównej, pocięte jest stosunkowo licznymi uskokami. Największy uskok, o zrzucie do 200 m, dzieli złoża na dwie partie: północną i południową.

Czynnikiem istotnym dla warunków akumulacji metanu w złożu jest zazwyczaj eksploatacja węgla. Zlikwidowana kopalnia prowadziła eksploatację w wyższych partiach złoża, które były niemietanowe lub słabo metanowe.

Analizowane złoża zostało w miarę dobrze rozpoznane gazowo, co pozwoliło na miarodajną charakterystykę kształtu pola metanonośności. Charakterystykę tę wykonano na podstawie interpretacji wykresów obwiedni maksymalnych metanonośności w otworach wiertniczych. Kształt pola maksymalnych metanonośności złoża jest umiarkowanie

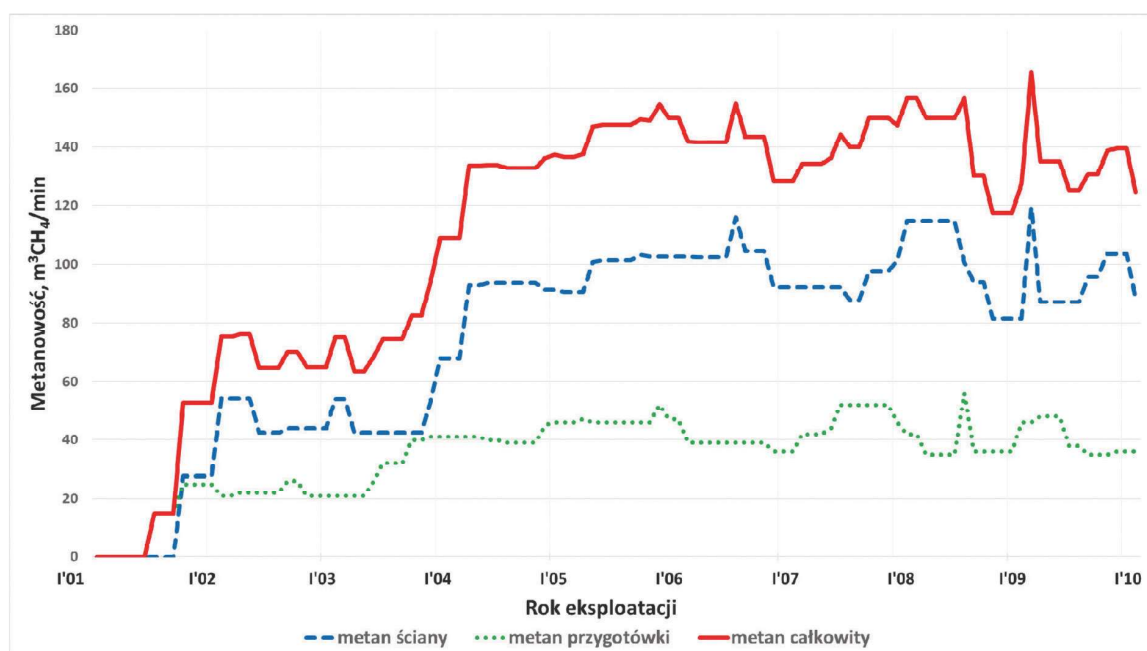
skomplikowany. W profilu pionowym pole to charakteryzuje generalnie wzrost metanonośności wraz z głębokością i występowanie maksimum o metanonośnościach przekraczających  $8,0 m^3CH_4/Mg_{csw}$ . W złożu można wyróżnić następujące strefy metanowe:

- odgazowaną - o metanonośnościach poniżej  $2,5 m^3CH_4/Mg_{csw}$ ,
- średniometanową - o metanonośnościach maksymalnych do  $4,5 m^3CH_4/Mg_{csw}$ ,
- wysokometanową - o metanonośnościach powyżej  $4,5 m^3CH_4/Mg_{csw}$ .

Czynnikami decydującymi o zawartości metanu w pokładach węgla są przede wszystkim - głębokość zalegania tych pokładów oraz ich położenie w stosunku do największych uskoków i struktur fałdowych, a także wyniesień stropu karbonu. Generalnie, metanonośność złoża rośnie z głębokością położenia pokładów węgla, a na danej głębokości wraz ze wzrostem odległości od większych uskoków. Struktury fałdowe i wyniesienia stropu karbonu sprzyjają natomiast płytszemu występowaniu strefy metanowej.

## 3. Wyniki

Wyniki badań metanonośności w pokładach węgla wskazują na występowanie zagrożenia zaliczanego do IV kategorii od poziomu 850 m partii północnej oraz od poziomu 781 m w partii południowej. Z dotychczasowego rozpoznania warunków metanowych złoża wynika, że zarówno prowadzenie robót udostępniających złoża, wykonywanie robót przygotowawczych w pokładach, jak i eksploatacja węgla w ścianach będzie prowadzona w warunkach wysokiego zagrożenia metanowego. Głównymi źródłami emisji metanu podczas eksploatacji złoża będą silnie metanonośne pokłady węgla zaliczone do IV kategorii zagrożenia metanowego, występujące od poz. 850 m na całym obszarze górniczym. W początkowym okresie eksploatacji wydobywanie będzie prowadzone w pokładach silnie nasyconych metanem, nieodprężonych eksploatacją. Eksploatacja tych pokładów spowoduje znaczne wydzielenie metanu. Na wykresach (rys. 1 - 4) przedstawiono prognozowane wielkości metano-



Rys. 1. Prognozowana metanowość kopalni od początku do 10 roku eksploatacji

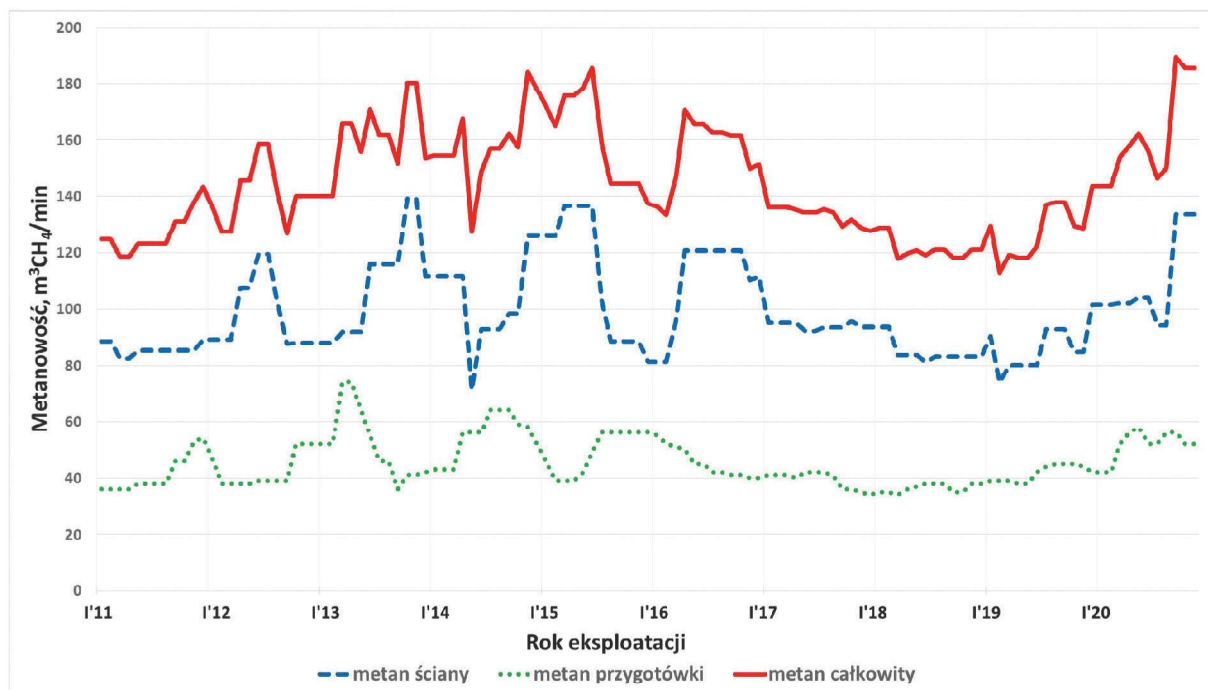
Fig. 1. Forecasted methane density of the mine from the beginning to the 10th year of operation

wości całkowitej, ścian oraz przodków (uzyskane metodą KD „Barbara”). Wartości metanowości całkowitej według prognozy osiągną swoją maksymalną wartość na poziomie  $190 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$ . Obliczenia wskazują, iż z maksymalną wartością metanowości będziemy mieli do czynienia już w 13 roku eksploatacji. Średnia metanowość wynosić będzie około  $140 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$  już od 4 roku eksploatacji.

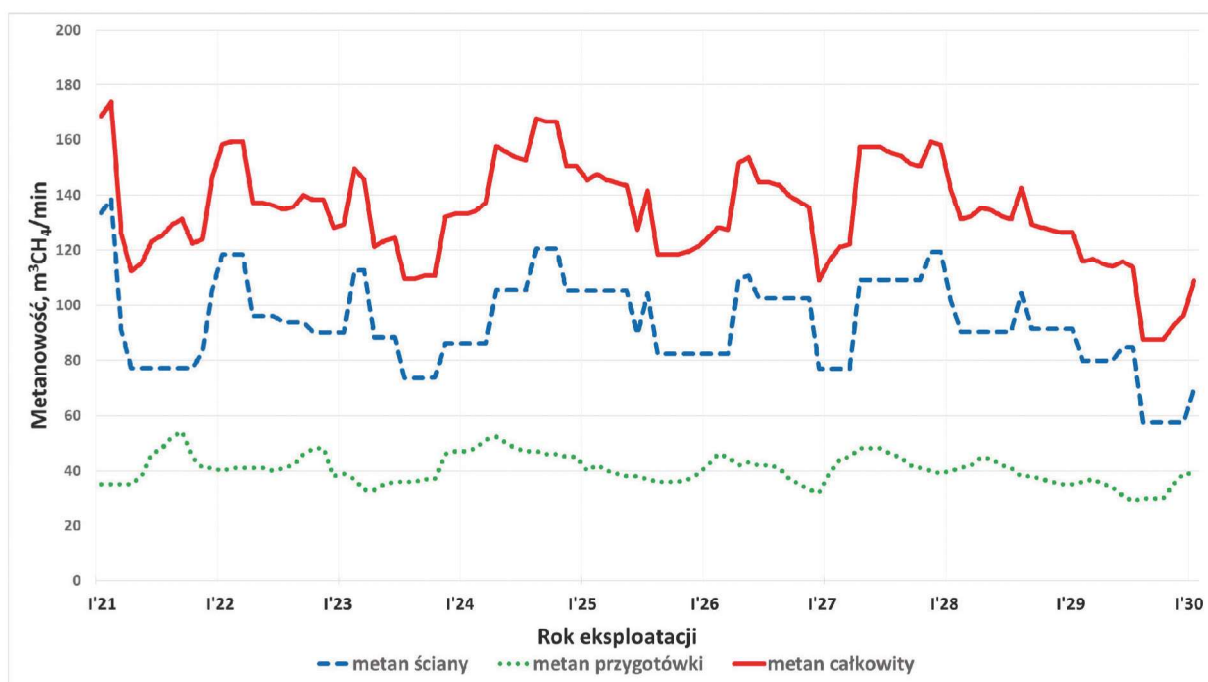
W otwieranej na nowo kopalni planuje się stosowanie odmetanowania otworami drenażowymi:

- z wyrobisk przyścianowych w rejonie prowadzenia eksploatacji,
- wyprzedzające z wyrobisk udostępniających i chodników przygotowawczych.

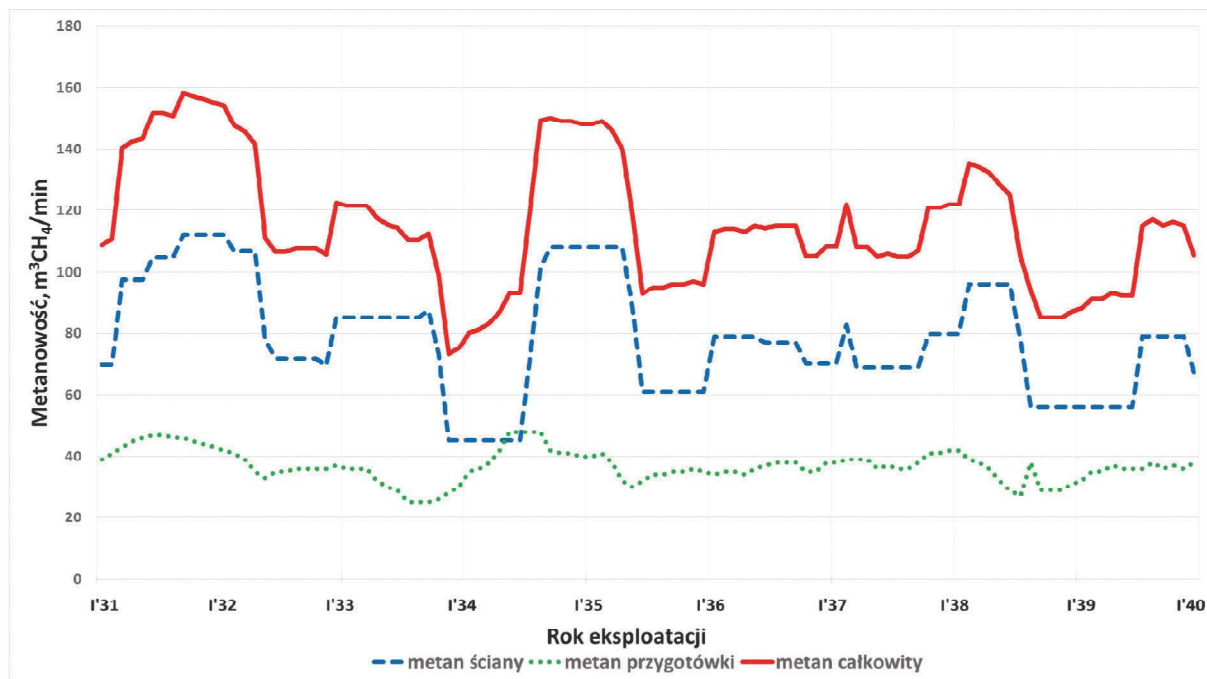
Przykład takiego sposobu odmetanowania przedstawiono na ilustracji poniżej (rys. 5).



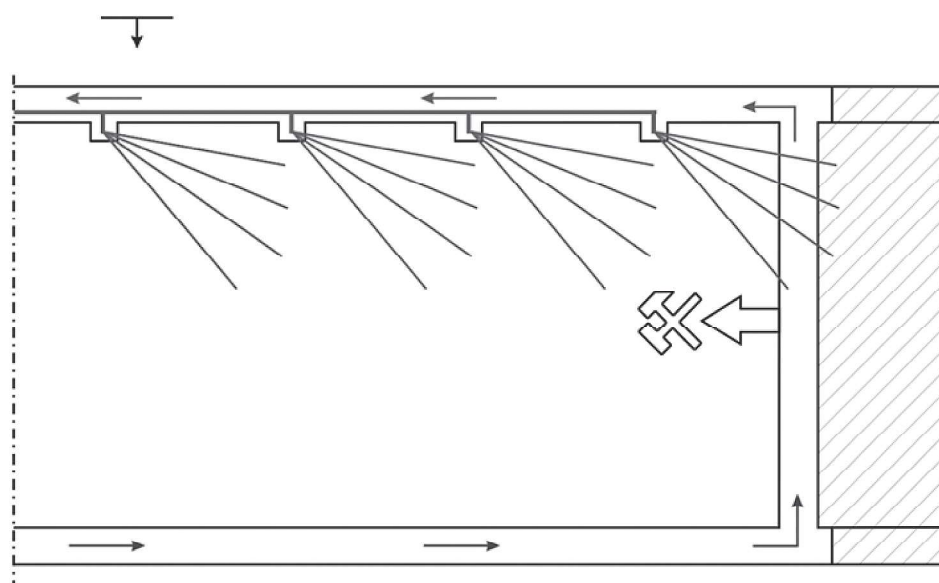
Rys. 2. Prognozowana metanowość kopalni od 11 do 20 roku eksploatacji  
Fig. 2. Forecasted methane density of the mine from 11 to 20 years of operation



Rys. 3. Prognozowana metanowość kopalni od 21 do 30 roku eksploatacji  
Fig. 3. Forecasted methane density of the mine from 21 to 30 years of operation



Rys. 4. Prognozowana metanowość kopalni od 31 do 40 roku eksploatacji  
 Fig. 4. Forecasted methane density of the mine from 31 to 40 years of operation



Rys. 5. Przykłady rozmieszczenia otworów drenażowych w rejonie ściany przewietrzanej sposobem na „U”  
 Fig. 6. Examples of the distribution of drainage holes in the area of a longwall ventilated with the „U” way

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń prognostycznych zaplanowano uruchomienie powierzchniowej stacji odmetanowania już od 4 roku eksploatacji, celem zmniejszenia zagrożenia metanowego i gospodarczego wykorzystania metanu.

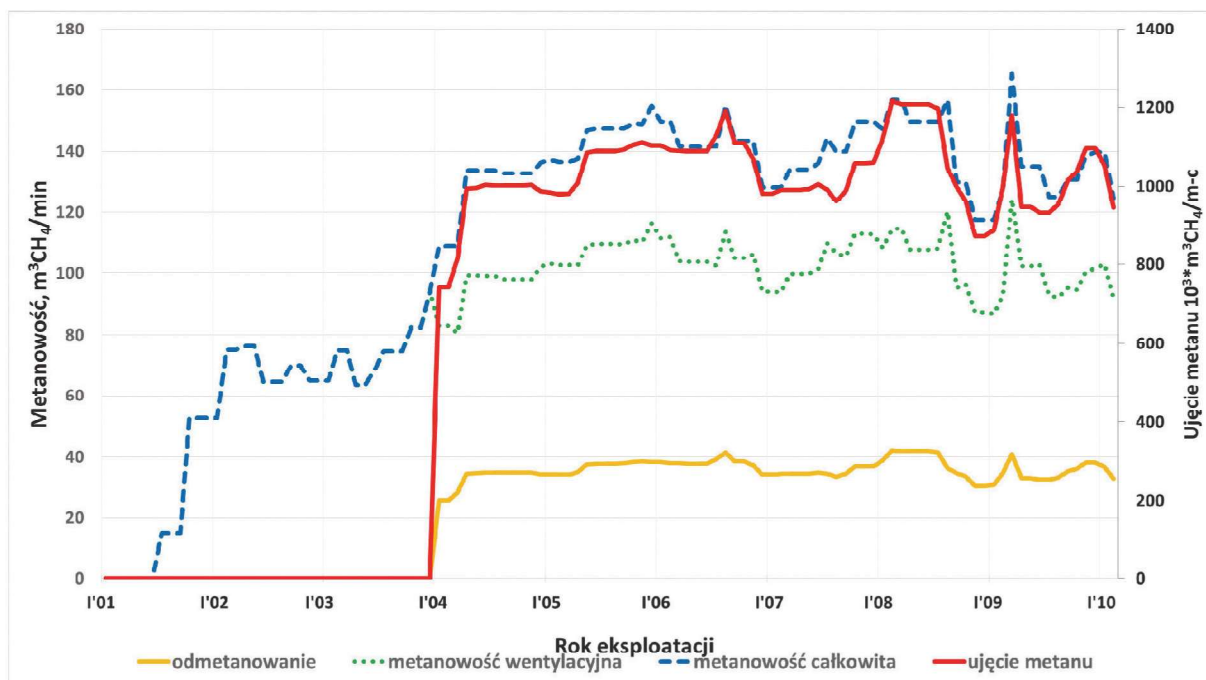
Poniższe wykresy (rys. 6 - 9) przedstawiają prognozowane wielkości metanowości wentylacyjnej, odmetanowania i metanowości całkowitej dla pierwszych czterdziestu lat eksploatacji wraz z planowanym ujęciem metanu w tys. m<sup>3</sup>/m-c na tle tych metanowości.

Uruchomienie powierzchniowej stacji odmetanowania powinno nastąpić od 4 roku eksploatacji, gdzie spodziewane jest ujęcie metanu w ilości 1,0 mln m<sup>3</sup>/m-c. Wielkość ujmowanego metanu od 4 do 20 roku wahać się będzie w przedziale od 1,0 do 1,9 mln m<sup>3</sup>/m-c. Od 21 roku wahać się będzie od 0,65 do 1,60 mln m<sup>3</sup>/m-c.

Według prognoz dobowe średnie ujęcie metanu będzie wynosić od 25 do 50 tys. m<sup>3</sup>.

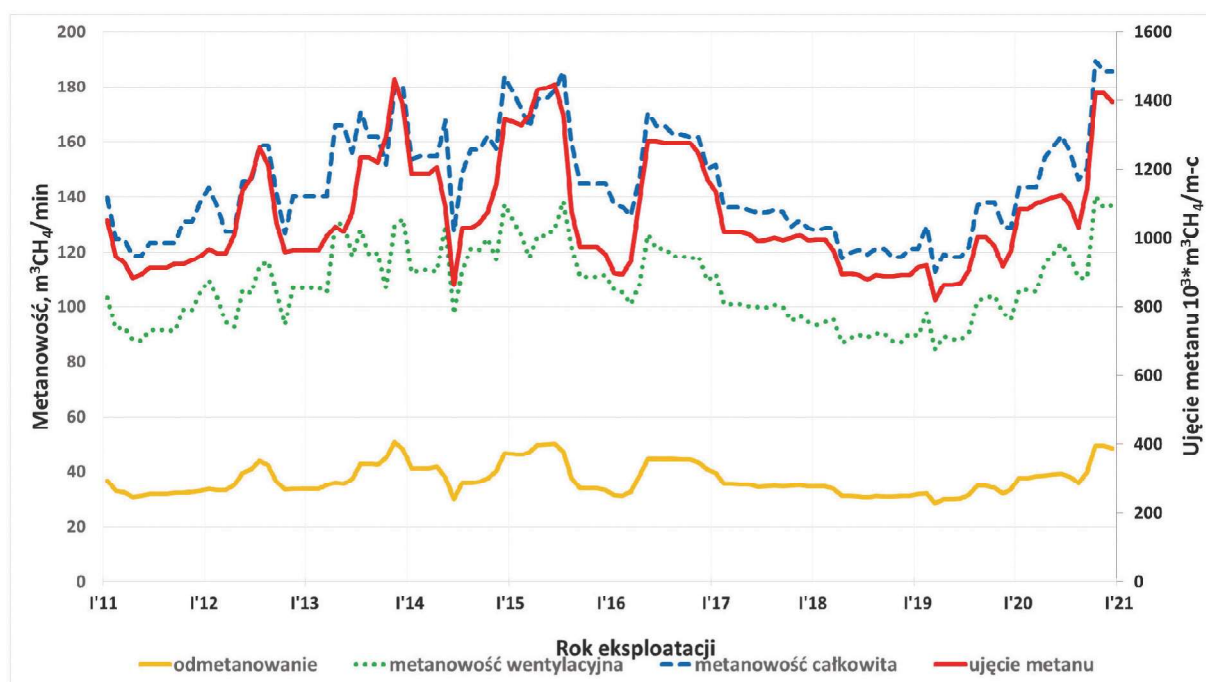
Projektowana stacja odmetanowania zlokalizowana będzie w obrębie wydzielonej i odgradzonej działki na terenie





Rys. 6. Prognozowane ujęcie metanu w tys.  $\text{m}^3/\text{m-c}$  na tle metanowości wentylacyjnej, całkowitej i odmetanowania kopalni od pierwszego do 10 roku eksploatacji

Fig. 6. Forecasted methane capture in this  $\text{m}^3/\text{month}$  against the background of ventilation methane, total and mine demethane from the first to the 10th year of operation



Rys. 7. Prognozowane ujęcie metanu w tys.  $\text{m}^3/\text{m-c}$  na tle metanowości wentylacyjnej, całkowitej i odmetanowania kopalni od 11 do 20 roku eksploatacji

Fig. 7. Forecasted methane capture in this  $\text{m}^3/\text{month}$  against the background of ventilation methane, total and demethanation of the mine from 11 to 20 years of operation

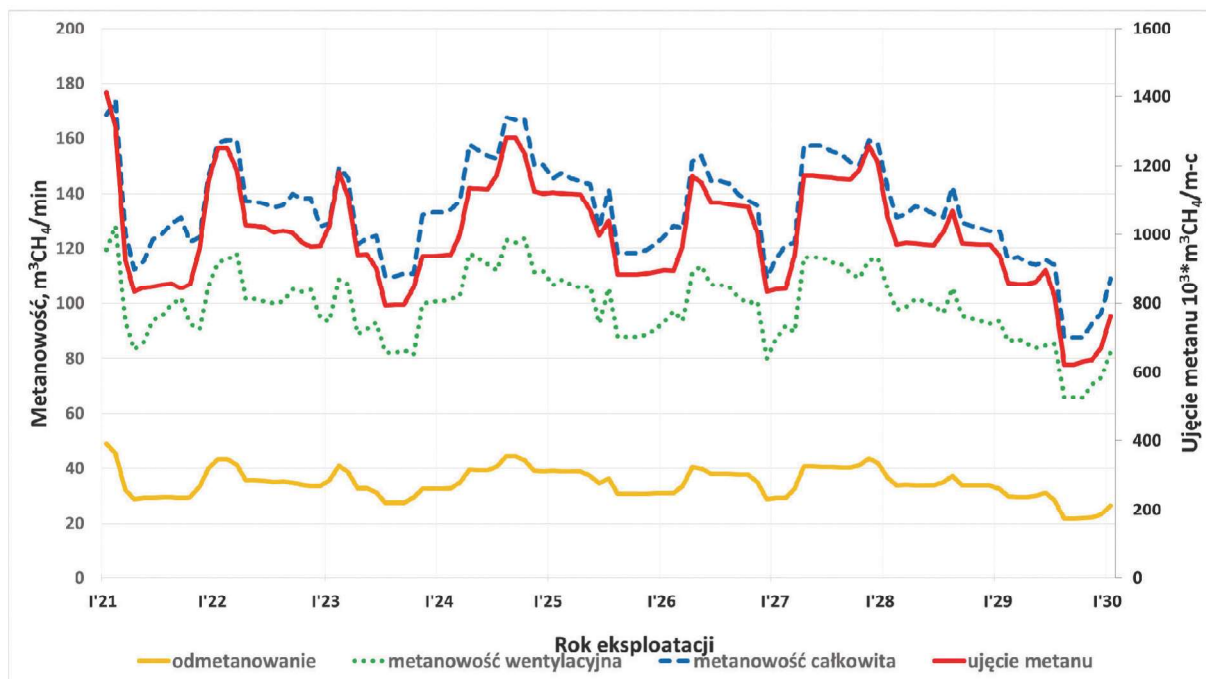
powierzchni kopalni. Celem budowy stacji odmetanowania jest ujęcie gazu z dołu kopalni i przesłanie go do:

- silników gazowych napędzających agregaty prądowłórcze,
- przedsiębiorstwa energetycznego.

Szczegółowy projekt stacji odmetanowania oraz zagospodarowania użytkowego metanu stanowić będzie przedmiot osobnego opracowania.

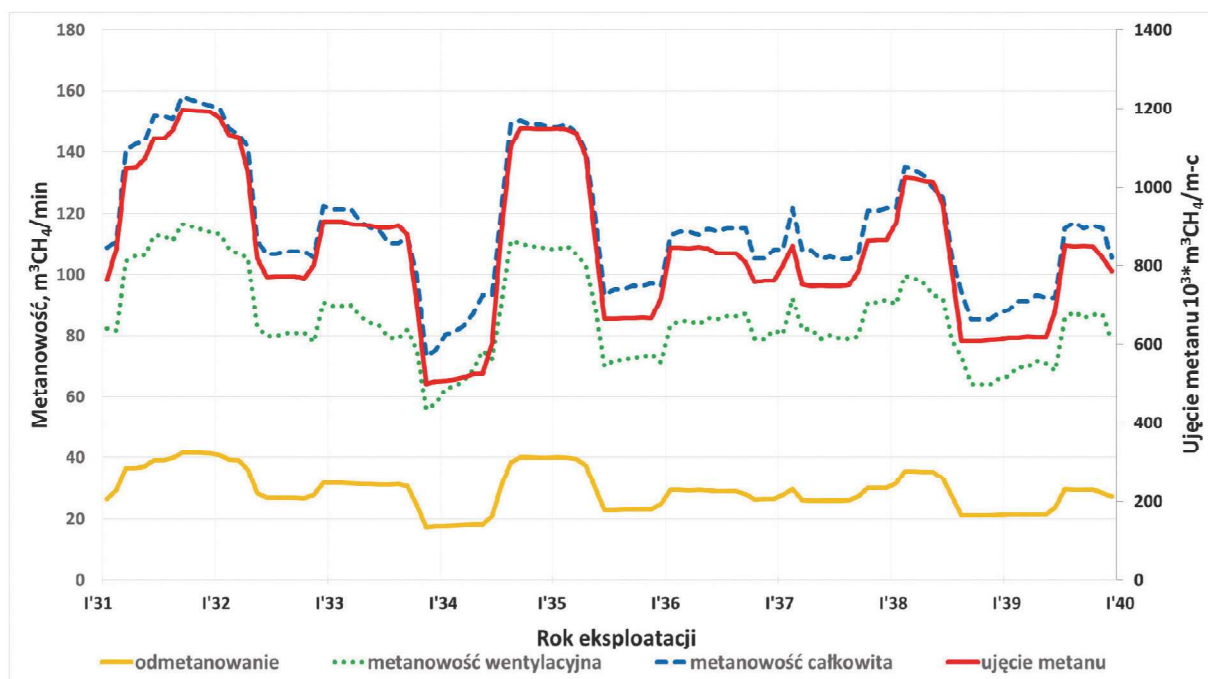
#### 4. Podsumowanie

Według Programu dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce na lata 2018-2030 (Program ... 2019) możliwe będzie ponowne otwarcie zlikwidowanych kopalń w celu wydobywania węgla kamiennego. Warunkiem ponownego uruchomienia eksploatacji powinny być, oprócz dobrych para-



Rys. 8. Prognozowane ujęcie metanu w tys.  $\text{m}^3/\text{m-c}$  na tle metanowości wentylacyjnej, całkowitej i odmetanowania kopalni od 21 do 30 roku eksploatacji

Fig. 8. Forecasted methane capture in this  $\text{m}^3/\text{month}$  against the background of ventilation methane, total and demethanation of the mine from 21 to 30 years of operation



Rys. 9. Prognozowane ujęcie metanu w tys.  $\text{m}^3/\text{m-c}$  na tle metanowości wentylacyjnej, całkowitej i odmetanowania kopalni od 31 do 40 roku eksploatacji

Fig. 9. Forecasted methane capture in this  $\text{m}^3/\text{month}$  against the background of ventilation methane, total and demethanation of the mine from 31 to 40 years of operation

metrów węgla, również aspekty środowiskowe, ekonomiczne i techniczne. W przedstawionym w artykule przykładzie kopalnia posiada duże zasoby węgla, o dobrych parametrach, lecz jest on zlokalizowany w pokładach o dużej metanonośności. W związku z tym należy uwzględnić w analizach ekonomiczności tego przedsięwzięcia zagrożenie metanowe, zarówno

to związane z problemami eksploatacyjnymi, jak również w aspekcie możliwości wykorzystania metanu, np. w celach energetycznych. Przedstawione wyniki prognoz metanowości pokazują, że możliwe jest ujęcie metanu i jego gospodarcze wykorzystanie w ilości od 0,6 do 1,9 mln  $\text{m}^3/\text{m-c}$ , przy założeniu, iż ujmowane jest 50% gazu emitowanego przez kopalnię.

**Literatura**

Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2018 roku (porównanie od roku 2014). Raport WUG, Katowice, 20.05.2019. (<http://www.wug.gov.pl/download/7110.pdf> dostęp: 27.10.2019 r.).

Program dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce na lata 2018-2030. (<https://www.gov.pl/attachment/7f07d58a-7e67-4093-9a93-a8eb-89f7dd15> dostęp: 27.10.2019 r.)

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 22 sierpnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych. Dz.U. 2017 r. poz. 1118.

Artykuł wpłynął do redakcji – marzec 2020

Artykuł akceptowano do druku – 30.04.2020