

Maciej KALISKI\*, Rafał WOJCIECHOWSKI\*\*, Adam SZURLEJ\*\*\*

## Analiza skuteczności wprowadzonego systemu wsparcia wytwarzania energii elektrycznej z metanu

**STRESZCZENIE.** W artykule dokonano przeglądu zasobów metanu z kopalń w Polsce oraz sposobów zagospodarowania tego gazu. Scharakteryzowano system wsparcia oraz przedstawiono podstawowe informacje o jego funkcjonowaniu w latach 2010–2011 r. Dokonana została uproszczona analiza ekonomiczna działającego systemu oraz przedstawiono rekomendacje.

Ustawą z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy – *Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw* wprowadzono system wsparcia w postaci świadectw pochodzenia energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji w jednostce opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego.

Istniejące obecnie w Polsce mechanizmy wsparcia dla produkcji energii elektrycznej z metanu, pochodzącego z kopalń węgla kamiennego są niewystarczające. Stworzony w 2010 r. system wsparcia w postaci świadectw oraz udzielanie pomocy publicznej przeznaczonej na inwestycje budowy nowych lub przystosowania istniejących instalacji energetycznych do wykorzystywania metanu pochodzącego z odmetanowania kopalń węgla kamiennego nie zachęcają do zwiększenia gospodarczego wykorzystania metanu.

W wyniku przeprowadzonej analizy wynika, iż należałoby:

- ⇨ oprzeć system wsparcia na zasadach takich, jak dla systemu wsparcia odnawialnych źródeł energii (OZE), bez konieczności produkcji energii w kogeneracji,
- ⇨ zwiększyć wartość opłaty zastępczej stosowanej w obecnym systemie wsparcia,
- ⇨ stworzyć system wsparcia dla utylizacji i zagospodarowania metanu wentylacyjnego.

Stosowane aktualnie technologie odmetanowania powodują, że metan uwalniany w trakcie robót górniczych jest w około 30% ujmowany odmetanowaniem, a w 70% usuwany na drodze

---

\* Prof. dr hab. inż., \*\*\* Dr inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

\*\* Mgr inż. – Departament Górnictwa, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa.

wentylacyjnej. Możliwe jest zwiększenie poziomu odmetanowania z zastosowaniem obecnych technologii wydobywania węgla, czyli ujęcie 60% metanu i wyemitowanie do atmosfery 40%. Po wprowadzeniu zmian w systemie wsparcia obserwowany będzie znaczący efekt ekologiczny związany z zagospodarowaniem metanu.

SŁOWA KLUCZOWE: metan z pokładów węgla, zasoby metanu, system wsparcia, gospodarcze wykorzystanie metanu z kopalń

## 1. Podstawowe informacje dotyczące metanu z kopalń węgla kamiennego

Metan w pokładach węgla kamiennego występuje zarówno jako kopalina główna (przewidziany do wydobywania niezależnego od eksploatacji węgla), jak i towarzysząca (przewidziana do eksploatacji w ramach odmetanowania eksploatowanych pokładów).

Obecność metanu w złożach węgla kamiennego stanowi poważny problem związany z bezpieczeństwem pracy. Uwalniania się on podczas prowadzonych prac przygotowawczych, eksploatacji pokładów węgla, jak i likwidacji kopalń. Ponieważ metan jest w określonych stężeniach gazem palnym i wybuchowym, stanowi poważne zagrożenie w kopalniach węgla kamiennego. Mieszanina metanu z powietrzem w stężeniu od 4,5–15% obj. ma właściwości wybuchowe, a powyżej 15% pali się płomieniowo. Dlatego też prowadzenie eksploatacji pokładów węgla w kopalniach metanowych wymaga stosowania specjalnych działań technicznych, celem niedopuszczenia do przekroczenia bezpiecznej wielkości stężeń gazu w powietrzu kopalnianym. Podstawowym sposobem jest stosowanie właściwego przewietrzania z intensywnym strumieniem powietrza. Kolejnym sposobem jest usuwanie metanu z pokładów węgla i skał otaczających poprzez zastosowanie odmetanowania. Dzięki tym dwóm procesom około 70% metanu usuwane jest z wyrobisk poprzez wentylację, a pozostałe 30% poprzez odmetanowanie (Szlązak i in. 2008).

Metan jest również gazem cieplarnianym, a zatem jego emisja negatywnie wpływa na środowisko. Właściwości metanu powodują, że wpływ ten jest 21-krotnie większy niż w przypadku tej samej ilości CO<sub>2</sub>. Ilość metanu znajdującego się w atmosferze ziemskiej stale rośnie – obecne jego stężenie w atmosferze wynosi około 1745 ppb (ang. *parts per billion*) i w ciągu ostatnich 200 lat, czyli od rozpoczęcia rewolucji przemysłowej wzrosło dwukrotnie. Dla porównania, w tym samym czasie ilość CO<sub>2</sub> wzrosła nieco ponad jednokrotnie. Światowe górnictwo węgla kamiennego odpowiada za 8% całkowitej emisji metanu (Frączek 2005).

## 2. Zasoby metanu w Polsce

W Polsce występują wszystkie typy niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego, tj. gaz zamknięty (*tight gas*), gaz z łupków (*shale gas*) oraz metan z pokładów węgla. Warto podkreślić, że na obecnym etapie prowadzonych prac poszukiwawczych nie jest możliwe określenie rzeczywistych zasobów. Najwięcej informacji zebrano w zakresie metanu z pokładów węgla (Rychlicki, Stopa 2010).

Zgodnie z Bilansem zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce za 2011 r. metan pokładów węgla kamiennego udokumentowany został jedynie w złożach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Jak dotychczas, rozpoznanie warunków metanowych Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz Lubelskiego Zagłębia Węglowego nie było zbyt szczegółowe, a stwierdzone koncentracje metanu są znacznie mniejsze, stąd trudno jest obecnie ocenić ich znaczenie gospodarcze. Według wyżej wymienionego Bilansu, wydobywane zasoby bilansowe (stan na 31.12.2011 r.) wynoszą 89,1 mld m<sup>3</sup>, w tym: w obszarach eksploatowanych złóż węgla – 34,3 mld m<sup>3</sup> w 29 złożach, poza obszarami eksploatacji złóż węgla – 22,6 mld m<sup>3</sup> w 17 złożach oraz w 8 złożach, w których metan występuje jako kopalina główna – 32,2 mld m<sup>3</sup>. Zasoby bilansowe wydobywane (zasoby złoża lub jego części, którego cechy naturalne określone przez kryteria bilansowości oraz warunki występowania umożliwiają podejmowanie jego eksploatacji) mogą wynosić około 150 mld m<sup>3</sup>. Zasoby przemysłowe (część zasobów bilansowych, która może być przedmiotem ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji w warunkach określonych przez projekt zagospodarowania złoża, optymalny z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego przy spełnieniu wymagań ochrony środowiska) wynoszą 5,6 mld m<sup>3</sup> (PIG 2012).

Główną formą występowania metanu w złożach węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego jest tzw. metan zasorbowany w pokładach węglowych. Gaz z pokładów węgla (gaz kopalniany) zawiera prawie 100% czystego metanu. Zasoby metanu w pokładach węgla kamiennego są ściśle zależne od geomechanicznej charakterystyki węgla, ilości jego zasobów i budowy geologicznej basenu węglowego. W kopalniach Górnego Śląska największe nasycenie złoża metanem występuje w przedziale głębokości 950–1050 m (Wójcicki 2009).

## 3. Pozyskiwanie metanu ze zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego

Zainteresowanie przedsiębiorców wydobywaniem metanu ze zlikwidowanych kopalń w ostatnim czasie rośnie. Obecnie (stan na 1 maja 2012 r.) w mocy pozostaje 13 koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż metanu oraz 3 koncesje na wydobywanie metanu. Dodatkowo obowiązuje 7 koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węgla kamiennego oraz metanu (Ministerstwo Środowiska 2012).

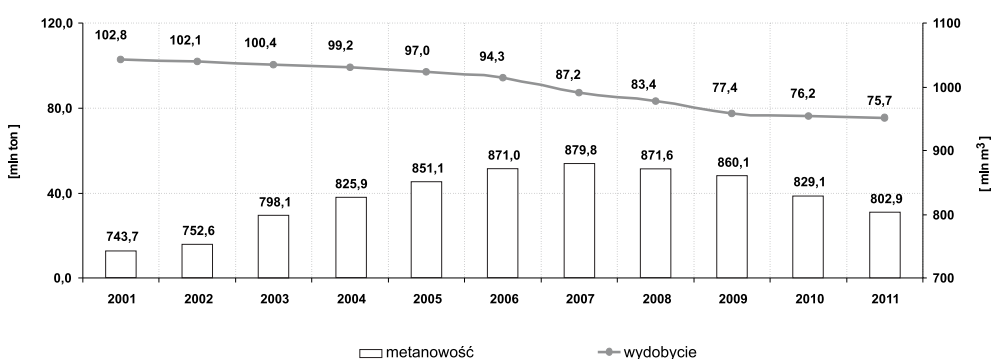
Przykładowo, metan wydobywany jest z obszaru górniczego byłej kopalni Żory w ilości około  $10 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{min}$ . i spalany w silniku gazowym. Wytworzona w ten sposób energia elektryczna sprzedawana jest firmie energetycznej, a uzyskane ciepło wykorzystywane do celów grzewczych.

## 4. Metan z czynnych kopalń węgla kamiennego

Względy ekonomiczne wymagają stosowania systemów eksploatacji o dużej koncentracji wydobycia, co pociąga za sobą zwiększenie ilości metanu uwalnianego w rejonach prowadzenia prac wydobywczych. Pomimo znacznego spadku wydobycia węgla w ostatnich latach, utrzymuje się wysoki poziom metanowości bezwzględnej (całkowita ilość metanu, która została uwolniona w procesie eksploatacji węgla). Warto podkreślić, że w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku z utworów karbonu ujęto około 10 mld  $\text{m}^3$  metanu (Kędzior 2008).

W polskim górnictwie węgla kamiennego wyprowadzanych jest rocznie na powierzchnię ponad 800 mln  $\text{m}^3$  metanu, w tym około 600 mln  $\text{m}^3$  drogą wentylacyjną oraz około 200 mln  $\text{m}^3$  poprzez instalacje odmetanowania kopalń. Metan usunięty z wyrobisk górniczych na drodze wentylacyjnej jest w całości wypuszczany do atmosfery. W 2011 r. metanowość bezwzględna wyniosła 802,9 mln  $\text{m}^3$ . Wskaźnik metanowości względnej (objętościowa ilość metanu w  $\text{m}^3$  wydzielająca się do wyrobisk na 1 tonę wydobytej kopaliny) osiągnął dla górnictwa węgla kamiennego w 2011 r. 10,6; natomiast w 2001 r. wynosił on 7,2 i wzrasta co roku o 0,5–0,8 – rysunek 1 (materiały własne MG).

Tylko w sześciu zakładach wydobywających węgiel kamienny nie stwierdza się metanu. Są to dwie kopalnie Kompanii Węglowej S.A. Piast i Ziemowit, kopalnie Południowego Koncernu Węglowego S.A. (Sobieski i Janina), LW Bogdanka S.A. oraz Zakład Górniczy Siltech Sp. z o.o., które prowadzą eksploatację tzw. pokładów niemetanowych. W najbliż-



Rys. 1. Metanowość bezwzględna kopalń oraz wydobywanie w latach 2001–2011 w polskim górnictwie węgla kamiennego

Fig. 1. Total volume of methane in coal mines and output of Polish hard coal mines for the years 2001–2011

szych latach należy spodziewać się, że ilość wydzielającego się metanu w kopalniach węgla kamiennego będzie rosła, przede wszystkim z uwagi na:

- ✧ prowadzenie eksploatacji na coraz niższych poziomach (co roku głębokość eksploatacji zwiększa się o około 8 m),
- ✧ wzrost metanonośności pokładów węgla wraz z głębokością ich zalegania (w ostatnim dziesięcioleciu nastąpił wzrost wydzielania się metanu o 60% z każdej tony wydobytego węgla),
- ✧ wysoką koncentrację wydobycia i znaczne postępy dobowe ścian (zwiększanie długości ścian, np. do ściany o długości 300 m wydziela się dwa razy więcej metanu niż do ściany o długości 200 m),
- ✧ pojawienie się na dużych głębokościach niekorzystnego dla bezpieczeństwa efektu dynamicznego, tj. sukcesywnie zwiększającego się wydzielania wolnego metanu uwięzionego w strefach zaburzeń tektonicznych (uskoki, szczeliny), występującego pod dużym ciśnieniem hydrostatycznym skał nadległych,
- ✧ występowanie zjawiska intensywniejszej desorpcji metanu pod wpływem wyższej temperatury pierwotnej skał na większych głębokościach.

Kopalnie węgla kamiennego zwalczają zagrożenie metanowe odpowiednio przewietrzając wyrobiska i stosując systemy odmetanowania. Od wielu lat następuje stopniowy rozwój odmetanowania podziemnego i gospodarczego wykorzystania ujętego metanu w instalacjach ciepłowniczo-energetycznych. Metan ujęty w procesie odmetanowania zagospodarowany jest głównie poprzez wykorzystanie w kotłowniach, suszarniach flotokoncentratu oraz przekazywany odbiorcom przemysłowym.

W Polsce dotychczas nie wdrożono rozwiązań umożliwiających wykorzystanie metanu zawartego w powietrzu wydmuchiwany do atmosfery szybami wentylacyjnymi w kopalniach węgla kamiennego (ang. VAM – *Ventilation Air Methane*), co ma istotny udział w emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Na świecie obecnie działa kilka instalacji pilotażowych opartych na następujących technologiach i urządzeniach do utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego (Nawrat, Gatnar 2008): ciepły reaktor przepływowo-rewersyjny TFRR, turbiny gazowe CGT, turbiny z katalitycznym spalaniem CCGT, mikroturbiny gazowe na paliwo o niskiej koncentracji, mikroturbiny gazowe na paliwo o niskiej koncentracji ze spalaniem katalitycznym.

Podstawowym środkiem ograniczania i regulowania zawartości metanu w powietrzu w wyrobiskach górniczych jest doprowadzanie odpowiednio dużych strumieni powietrza. W związku z tym zawartości metanu w szybach wentylacyjnych dochodzą do 0,5% i takie mieszaniny, o bardzo niskiej zawartości metanu są mało przydatne do energetycznego wykorzystania. Z przeprowadzonych w ostatnim czasie badań wynika, że pewna część wentylacyjnej infrastruktury kopalnianej w Polsce mogłaby być wykorzystana do produkcji energii lub przynajmniej do utylizacji metanu.

W ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Wrocławska i Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie realizują Projekt pt. Proekologiczna technologia utylizacji metanu z kopalń. Celem projektu jest opracowanie nowoczesnej technologii dla utleniania metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń.

## 5. Zagospodarowanie metanu z kopalń czynnych

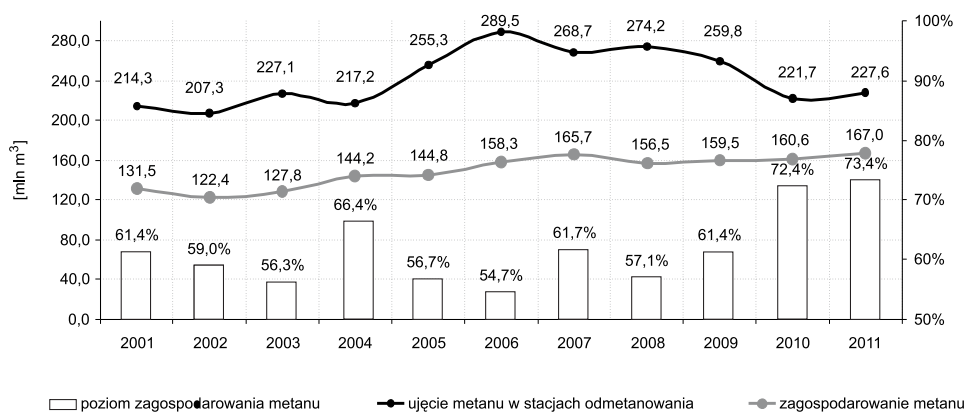
W górnictwie węgla kamiennego w procesie eksploatacji węgla w 2011 r. wydzielono 802,9 mln m<sup>3</sup> metanu. Do atmosfery (w wentylacji) wyemitowano 575,4 mln m<sup>3</sup> metanu, a 227,6 mln m<sup>3</sup> gazu zostało ujęte w powierzchniowych stacjach odmetanowania, przy czym odmetanowanie prowadzono z wyrobisk korytarzowych, wyrobisk eksploatacyjnych (ze środowiska ścian) oraz ze zrobów (z poza tam).

Zagospodarowano łącznie 167,0 mln m<sup>3</sup> ujętego metanu, z tego spółki węglowe wykorzystywały bezpośrednio 25,7 mln m<sup>3</sup>, a odbiorcom przemysłowym sprzedano 141,4 mln m<sup>3</sup> metanu. Byli to zarówno odbiorcy zewnętrzni, jak i przedsiębiorcy pozostający w grupach kapitałowych związanych z kopalniami – rysunek 2 (materiały własne MG).

Ujęty na potrzeby własne górnictwa w 2011 r. metan zagospodarowano do produkcji energii elektrycznej i ciepłej, w tym do wytwarzania energii elektrycznej produkowanej przez układy kogeneracyjne. We własnych instalacjach górnictwo w 2011 r. wyprodukowało z wykorzystaniem metanu 268 527 MWh energii elektrycznej oraz 1 211 635 GJ energii ciepłej.

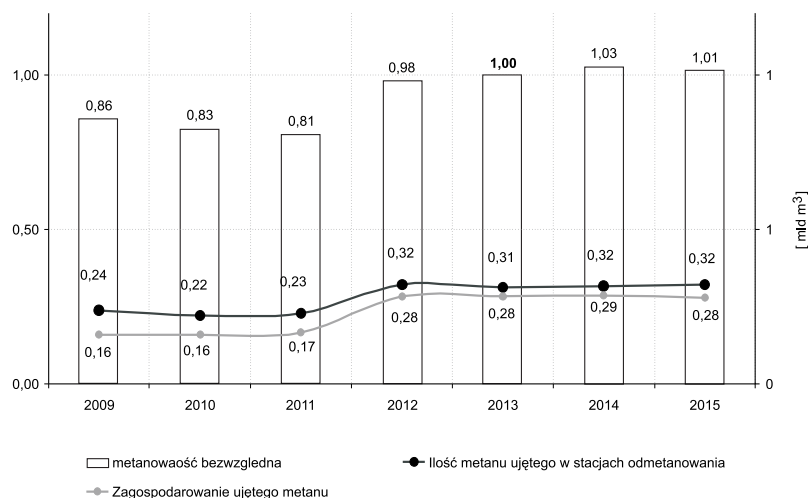
Spółki węglowe stale podejmują wysiłki techniczne i ekonomiczne dla zwiększenia wykorzystania uwalnianego i ujmowanego metanu. Realizowane w tym względzie inwestycje są kapitałochłonne. Działania podejmowane w ostatnich latach doprowadziły do sytuacji, w której ilość gospodarczo wykorzystywanego metanu ujętego systemami odmetanowania wzrosła z 54,7% w 2006 r. do 73,4% w 2011 r. Obecnie poziom zagospodarowania tego gazu w kopalniach węgla kamiennego, w odniesieniu do całkowitej ilości metanu, który wydzielony się w procesie eksploatacji węgla wynosi nieco ponad 18%.

Zgodnie z prognozami przedstawionymi przez spółki węglowe w kolejnych latach przewiduje się wzrost metanowości bezwzględnej. Plany inwestycyjne przewidują zatem



Rys. 2. Zagospodarowanie metanu ujmowanego w trakcie eksploatacji węgla kamiennego do produkcji energii elektrycznej i ciepła w polskim górnictwie węgla kamiennego w latach 2001–2011

Fig. 2. Commercial utilization of methane captured during coal exploitation for generating electricity and heat in Polish hard coal mines for the years 2001–2011



Rys. 3. Zagospodarowanie metanu ujmowanego w trakcie eksploatacji węgla kamiennego do produkcji energii elektrycznej i ciepła w polskim górnictwie węgla kamiennego w latach 2009–2011 oraz prognoza na lata 2012–2015

Fig. 3. Commercial utilization of methane captured during coal exploitation for generating electricity and heat in Polish hard coal mines for the years 2009–2011 and forecast for the years 2012–2015

zwiększenie ujęcia metanu w stacjach odmetanowania, a także jego gospodarcze wykorzystanie – rysunek 3.

## 6. System wsparcia

Ustawą z dnia 8 stycznia 2010 r. *o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw* wprowadzono system wsparcia w postaci świadectw pochodzenia energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji w jednostce opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego, zwanych dalej fioletowymi certyfikatami.

W art. 91. ust 1. wyżej wymienionej ustawy zapisano: „Potwierdzeniem wytworzenia energii elektrycznej w wysokosprawnej kogeneracji jest świadectwo pochodzenia tej energii, zwane dalej świadectwem pochodzenia z kogeneracji. Świadectwo pochodzenia z kogeneracji wydaje się oddzielnie dla energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji w jednostce kogeneracji:

- 1) opalanej paliwami gazowymi lub o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej źródła poniżej 1 MW;
- 1a) opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego lub



*gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy w rozumieniu art. 2 ust. 1 pkt 2 ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych;*

2) *innej niż wymienionej w pkt 1 i 1a.*”

System fioletowych certyfikatów opiera się na tzw. mechanizmie wymagalnego portfela energii produkowanej z metanu, który polega na nałożeniu na określony podmiot (producenta, dostawcę lub odbiorcę energii) obowiązku zapewnienia lub zakupu odpowiedniej ilości energii pochodzącej z danego źródła objętego wsparciem. W celu zapewnienia odpowiedniego funkcjonowania tego mechanizmu zwykle równolegle wprowadzony zostaje system świadectw pochodzenia, które stanowią dowód wytworzenia danej energii.

Prezes Urzędu Regulacji Energetyki w ramach swoich kompetencji wynikających z art. 23 ust. 2 ustawy Prawo energetyczne, ogłosił tzw. jednostkową opłatę zastępczą, o której mowa w art. 9a ust. 8a ustawy Prawo energetyczne, obowiązującą w 2010 i 2011 r. w wysokości 59,16 zł/MWh, tj. na najniższym możliwym poziomie stanowiącym 30% średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym (przy dopuszczalnym ustawą Prawo energetyczne zakresie 30–120%).

## 7. Świadectwa pochodzenia energii w latach 2010–2011

Prezes Urzędu Regulacji Energetyki wydaje świadectwa pochodzenia energii z kogeneracji na wniosek podmiotów zainteresowanych; w 2010 roku wydano cztery świadectwa. Łączna ilość energii elektrycznej wytworzonej w jednostkach kogeneracji, o których mowa w art. 91 ust 1 pkt 1a ustawy – Prawo energetyczne, objęta świadectwami pochodzenia z kogeneracji wyniosła na koniec 2010 roku 68 546,156 MWh. W 2011 r. Prezes URE wydał 17 świadectw, co odpowiadało 148 351,25 MWh. Zgodnie z danymi przedstawionymi przez Prezesa URE, średnia cena sprzedaży energii elektrycznej wytworzonej w wysokosprawnej kogeneracji w jednostce kogeneracji opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych w czynnych, likwidowanych lub zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego lub gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy, w 2011 r. wyniosła 244,95 zł/MWh, przy średniej cenie sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym 198,90 zł/MWh (URE 2012).

Prawa majątkowe wynikające ze świadectw pochodzenia notowane są na Towarowej Giełdzie Energii i podlegają prawom popytu i podaży, w związku z czym ich wartość wynika z transakcji kupna sprzedaży na tej giełdzie. Podczas jedynych notowań w 2011 r. kurs wynosił odpowiednio: 58 zł/MWh w dniu 6 września oraz 55 zł/MWh w dniu 8 października. W 2012 r., podczas notowania w dniu 24 kwietnia kurs osiągnął swoje maksimum tj. 59,16 zł/MWh.

Należy zauważyć, że od początku obowiązywania systemu wsparcia dla wytworzenia energii elektrycznej w jednostce kogeneracji opalanej metanem uwalnianym i ujmowanym przy dołowych robotach górniczych lub gazem uzyskiwanym z przetwarzania biomasy w rozumieniu art. 2 ust. 1 pkt 2 ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych do chwili



obecnej przedsiębiorcy wystąpili do Prezesa URE jedynie z kilkudziesięcioma wnioskami o wydanie świadectw. Tymczasem w 2011 r. liczba wydanych świadectw pochodzenia energii ze źródeł odnawialnych wyniosła prawie 12,5 tys., co odpowiada przeszło 11,7 TWh energii. Zakładając zwiększenie zagospodarowania metanu do maksymalnego możliwego poziomu, ilość wyprodukowanej energii, która byłaby objęta systemem świadectw pochodzenia energii mogłaby wzrosnąć dziesięciokrotnie w odniesieniu do stanu z 2011 r. W takiej sytuacji nie zachodzi niebezpieczeństwo ewentualnego zakłócenia funkcjonowania systemu wsparcia OZE.

## 8. Efektywność systemu wsparcia

Prowadzone przez kopalnie odmetanowanie obejmuje wiercenie otworów metanowych wraz z podłączeniem, prowadzenie robót montażowych i utrzymanie dołowej sieci odmetanowania oraz utrzymanie powierzchniowych stacji odmetanowania. Są to koszty bieżące związane z ujęciem metanu. Do tego dochodzą koszty ponoszone przez kopalnie związane z utrzymaniem całej infrastruktury odmetanowania (sieci odmetanowania, stacje odmetanowania) oraz koszty obejmujące amortyzację, robociznę, energię i materiały. Ze względu na potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa pracy, koszt ujmowania metanu jest związany z kosztem wydobycia węgla i stanowi jego składnik. Należy zaznaczyć, że ujmowany odmetanowaniem gaz jest mieszkanką metanowo-powietrzną, w której koncentracja metanu wynosi około 50–60% i nie ma ona cech handlowych. Mieszkanka możliwa jest do wykorzystania wyłącznie w przystosowanych lub zaprojektowanych do tego celu instalacjach przemysłowych.

Koszty prowadzenia odmetanowania dla każdej kopalni są różne choćby ze względu na odmienne warunki geologiczne. W 2011 r. jednostkowe koszty odmetanowania mieściły się w przedziale od 17 do 29 gr za m<sup>3</sup>. Jednostkowe koszt zwalczania zagrożeń metanowych – na które dodatkowo składają się koszty związane z utrzymaniem infrastruktury odmetanowania – wynosiły od 1,18 zł do 1,71 zł za m<sup>3</sup>. Zatem średni łączny jednostkowy koszt pozyskania metanu w 2011 r. wyniósł 1,4 zł/m<sup>3</sup>.

Koszty produkcji 1 MWh energii elektrycznej z metanu w kogeneracji wynoszą średnio około 125 zł (nie licząc kosztów metanu). Na koszt ten składają się nakłady poniesione z tytułu utrzymania niezbędnej infrastruktury produkcyjnej, płace, amortyzacja. Do wyprodukowania takiej ilości energii potrzebne jest średnio około 300 m<sup>3</sup> metanu.

Biorąc pod uwagę infrastrukturę sieci gazowych w pobliżu kopalń oraz wynikające z niej stosunkowo niewielkie możliwości transportu metanu z pokładów węgla większość układów energetycznych zlokalizowana jest na terenie kopalń lub w ich bliskim sąsiedztwie.

W 2011 r. średnia cena sprzedaży metanu wyniosła 0,35 zł/ m<sup>3</sup>. Uwzględniając koszty produkcji oraz koszt zakupu metanu, średni koszt wytworzenia 1 MWh energii wyniósł 230 zł, przy średniej cenie sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym 198,90 zł/MWh. Wynika stąd, iż uwzględnienie przez producenta energii elektrycznej

w jednostce kogeneracji opalanej metanem dodatkowego przychodu uzyskiwanego ze świadectwa pochodzenia energii w wysokości około 60 zł pozwalało na osiągnięcie zysku.

Jednakże uwzględnienie w koszcie produkcji energii z metanu wymienionych wcześniej kosztów pozyskania tego gazu odpowiadałoby poziomowi kosztów wytworzenia 1 MWh energii – 550 zł, co dowodzi, że przychód ze świadectwa nie działał odpowiednio motywująco do dalszego zwiększania ujmowania i zagospodarowania metanu.

Przyjęcie wsparcia w takiej wysokości jak dla OZE powodowałoby jednak znaczne zwiększenie korzyści, jakie producent energii z metanu uzyskuje z jej sprzedaży. W 2011 r. wartość jednostkowej opłaty zastępczej dla OZE wynosiła 274,92 zł/MWh (URE 2012).

## 9. Rekomendacje

Istniejące obecnie w Polsce mechanizmy wsparcia dla produkcji energii elektrycznej z metanu pochodzącego z kopalń węgla kamiennego są niewystarczające. Stworzony w 2010 r. system wsparcia w postaci świadectw oraz udzielanie pomocy publicznej przeznaczonej na inwestycje budowy nowych lub przystosowania istniejących instalacji energetycznych do wykorzystywania metanu pochodzącego z odmetanowania kopalń węgla kamiennego nie zachęcają do zwiększenia gospodarczego wykorzystania metanu. Podczas prac nad przepisami regulującymi zasady funkcjonowania systemu przyjęto, że koszty pozyskania metanu nie wchodzi w łączne koszty produkcji energii skoro ponoszone są niezależnie od tego, czy metan zostanie wyemitowany do atmosfery, czy wykorzystany gospodarczo. Należy podkreślić, że obecnie metan w kopalniach czynnych pozyskiwany jest z procesu odmetanowania realizowanego tylko w związku z obowiązkami wynikającymi z przepisów BHP. Jeżeli oczekujemy zwiększenia poziomu zagospodarowania metanu, jak również wzrostu prowadzonego odmetanowania realizowanego przez spółki węglowe, koszty pozyskania metanu powinny zostać bezwzględnie ujęte w kosztach produkcji energii. Stosowane aktualnie technologie odmetanowania powodują, że metan uwalniany w trakcie robót górniczych jest w około 30% ujmowany odmetanowaniem, a w 70% usuwany na drodze wentylacyjnej. Możliwe jest zwiększenie poziomu odmetanowania z zastosowaniem obecnych technologii wydobywania węgla, czyli ujęcie 60% metanu i wyemitowanie do atmosfery 40%. Uwzględniając obecny poziom światowej techniki, możliwe jest ujęcie odmetanowaniem do 80% metanu dla węgla o słabej przepuszczalności, który występuje w Polsce.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że całego metanu ujętego odmetanowaniem nie wykorzystuje się – głównie z przyczyn sezonowości odbioru. Instalacje energetyczne prawie w pełni wykorzystują go zimą (sezon grzewczy). Dlatego też należy prowadzić działania w celu wykorzystania nadmiarów metanu w innych technologiach, np. LNG czyli skraplanie metanu oraz CNG czyli sprężanie.

Zwiększenie ujęcia metanu z kopalń węgla oraz zwiększenie poziomu jego zagospodarowania może nastąpić jedynie w sytuacji stworzenia odpowiednich zachęt ekonomicznych. Dla osiągnięcia takich rezultatów należałoby:

- a) oprzeć system wsparcia na zasadach obowiązujących w przypadku systemu wsparcia OZE, bez konieczności produkcji energii w kogeneracji gdyż:
- ✧ obowiązujący system wsparcia faktycznie funkcjonuje jedynie przez kilka miesięcy w roku, kiedy jest odpowiednie zapotrzebowanie na ciepło,
  - ✧ liczba potencjalnych odbiorców ciepła przez cały rok jest niewielka,
  - ✧ trudno jest zapewnić stałą podaż i bezpieczeństwo dostaw ciepła ze źródeł zasilanych metanem,
  - ✧ zasięg sieci ciepłowniczych w przeciwieństwie do sieci elektroenergetycznych ma charakter lokalny i w związku z tym współpracujące z nią źródła muszą być przewidywalne;
- b) zwiększyć wartość opłaty zastępczej stosowanej w obecnym systemie wsparcia, gdyż:
- ✧ ujęcie metanu z pokładów węgla cechuje się dużą zmiennością i dużą nieprzewidywalnością, co powoduje, że nie cały metan uzyskany z odmetanowania posiada wartość handlową,
  - ✧ spółki węglowe nie traktują metanu jako źródła energii, ale przede wszystkim jako zagrożenie, a zatem ustalona obecnie wysokość opłaty zastępczej nie wpływa motywująco na zwiększenie ujęcia metanu;
- c) stworzyć system wsparcia dla utylizacji i zagospodarowania metanu wentylacyjnego gdyż:
- ✧ instalacje zagospodarowania i utylizacji VAM są bardzo kapitałochłonne,
  - ✧ metan zawarty w powietrzu wentylacyjnym stanowi około 70% całkowitej ilości metanu uwalnianego podczas eksploatacji górniczej i jest potencjalnie ważnym źródłem energii,
  - ✧ występuje szereg problemów związanych z zagospodarowaniem VAM, takie jak: niskie dopuszczalne stężenie metanu w szybach wentylacyjnych tj. 0,75% (w praktyce ok. 0,5%) podyktowane polskimi przepisami bezpieczeństwa, bardzo duże przepływy powietrza wentylacyjnego (w szybie średniej wielkości ok. 10 000 m<sup>3</sup>/min), fluktuacje zarówno stężenia jak i przepływu związane głównie z postępowaniem prac eksploatacyjnych.

## Literatura

- FRĄCZEK R., 2005 – Zwalczanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego. Gliwice (wyd. drugie).
- KĘDZIÓR S., 2008 – Potencjał zasobowy metanu pokładów węgla w Polsce w kontekście uwarunkowań geologicznych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* t. 24, z. 4/4, s. 155–173.
- Ministerstwo Gospodarki – materiały własne z lat 2002–2012.
- Ministerstwo Środowiska, 2012 – Zestawienie koncesji na poszukiwanie, rozpoznawanie i wydobywanie kopalni, udzielonych przez Ministra Środowiska – według stanu na dzień 1 maja 2012 r. [http://www.mos.gov.pl/g2/big/2012\\_05/38979b7685f7f6295fa785d25fd77238.pdf](http://www.mos.gov.pl/g2/big/2012_05/38979b7685f7f6295fa785d25fd77238.pdf).
- NAWRAT S., GATNAR K., 2008 – Ocena stanu i możliwości utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego podziemnych kopalń węgla kamiennego. *Polityka Energetyczna* t. 11, z. 2, s. 69–84.

- Państwowy Instytut Geologiczny, 2012 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce według stanu na dzień 31.12.2011 r., Warszawa.
- RYCHLIICKI S., STOPA J., 2010 – Niekonwencjonalne złoża gazu ziemnego szansą dla Polski. Profesjonalne Gazownictwo 2010, Wyd. AKNET-Press, s. 21–26.
- SZLAZAK N., BOROWSKI M., OBRACAJ D., 2008 – Kierunki zmian w systemach przewietrzania ścian eksploatacyjnych z uwagi na zwalczanie zagrożeń wentylacyjnych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi t. 24, z. 1/2, s. 201–214.
- Urząd Regulacji Energetyki 2012 – Sprawozdanie z działalności Prezesa URE w 2011 r. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, nr 2, 29 czerwca 2012 r. [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl)
- WÓJCICKI A., 2009 – Potencjał geologicznego składowania CO<sub>2</sub> w głębokich, nieeksploatowanych pokładach węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Przegląd Geologiczny vol. 57, nr 2, s. 138–143.

Maciej KALISKI, Rafał WOJCIECHOWSKI, Adam SZURLEJ

## Analysis of the effectiveness of implemented systems of support for generating electricity from methane

### Abstract

This paper presents a review of coal mine methane resources in Poland and methods of their utilization. It characterizes the support system and presents principle information concerning the system's functioning in the years 2010–2011. Basic economic analysis of existing systems was performed, and recommendations are presented.

Based on the law dated January 8<sup>th</sup> 2010 – Energy law and changes of selected other acts certain support system based on the certificates of electrical energy origin generated in the highly efficient cogeneration in the unit fired with methane released and captured during underground mining works in operating, under liquidation or already closed hard coal mines was introduced.

The mechanisms to support the production of electrical energy from coal mine methane already existing in Poland are not sufficient. The support system created in 2010 using certificates and public support meant for the construction of new, or adjustments to existing, energy installations to utilize methane coming from the drainage systems of hard coal mines fail to encourage increasing economical utilization of coal mine methane. The conclusions from the above analysis suggest that it is recommendable to:

- ✧ have existing support systems rely on the same rules as for the system of renewable sources of energy, without the necessity to produce energy in cogeneration,
- ✧ increase the supplementary fee used in the present support system,
- ✧ create a support system for the capturing and utilization of ventilation air methane.

The technologies presently used to drain coal mine methane released during mining exploitation enable the capture of only 30% of the gas. The remaining 70% is released into the atmosphere.

It is possible to increase the efficiency of methane drainage up to as much as 60% when implementing the latest drainage technologies mitigating methane emissions down to 40%.

The introduction of the suggested changes in the support system should result in a significant ecological effect from coal mine methane's economical utilization.

KEY WORDS: Coal Bed Methane (CBM), methane resources, system of support, commercial utilization of methane