

Andrzej TOR*, Kazimierz GATNAR**

Efektywność energetyczna Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA w aspekcie wykorzystania metanu z pokładów węgla

STRESZCZENIE. W referacie przedstawiono ogólną informację o JSW SA i SEJ SA jako inwestorach układów kogeneracji i trójgeneracji, w których źródło zasilania stanowią silniki gazowe pracujące na bazie metanu z odmetanowania kopalń. Podano informację dotyczącą zasobów, ujęcia i kierunków wykorzystania mieszanek metanowych ujmowanych odmetanowaniem, a także realizację programu zagospodarowania tego paliwa. Przedstawiono układy energetyczne z silnikami gazowymi w kopalniach „Pniówek”, „Krupiński”, „Borynia” i „Budryk” podając dane techniczne i relacje ekonomiczne w zakresie kosztów produkcji i pokrycia zapotrzebowania kopalni na energię elektryczną i ciepło.

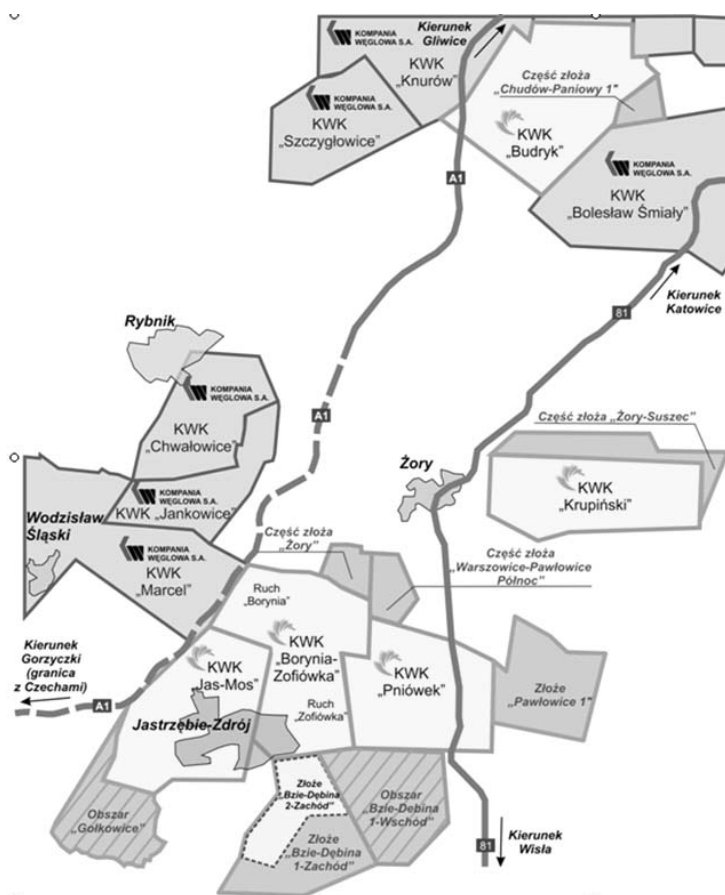
W podsumowaniu omówiono rolę układów energetycznych pracujących w oparciu o silniki gazowe w zaopatrzeniu kopalń w energię elektryczną, ciepło i „chłód”, a także możliwości dalszego rozwoju energetyki na bazie silników gazowych wykorzystujących tanie lokalne paliwo, jakim jest metan z odmetanowania pokładów węgla. Podkreślono aspekt ekologiczny takiego rozwiązania.

SŁOWA KLUCZOWE: metan z pokładów węgla, układy kogeneracyjne, efektywność energetyczna

* Dr inż., ** Mgr inż. — Jastrzębska Spółka Węglowa S.A., e-mail: kgatnar@jsw.pl

1. Informacja ogólna

1.1. **Jastrzębska Spółka Węglowa SA** – grupuje 5 kopalń: „Budryk”, „Jas-Mos”, „Krupiński”, „Pniówek” i „Borynia-Zofiówka” (kopalnia dwuruchowa) o obszarze górniczym około 170 km² (rys. 1) i produkcji węgla na poziomie około 14 mln Mg rocznie (w tym ok. 10 mln Mg węgla koksowego) [2, 3]. JSW SA od 06.07.2011 r. jest Spółką giełdową notowaną na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie.



Rys. 1. Obszar Jastrzębskiej Spółki Węglowej

Fig. 1. Mining areas JSW SA

Ekspluatowanemu złożu towarzyszą znaczne ilości metanu, który w około 39% jest ujmowany do rurociągów odmetanowania, a w około 61% usuwany z wyrobisk dołowych na drodze wentylacyjnej. Stosowana technologia odmetanowania powoduje, że ujmowane mieszanki metanowo-powietrzne o koncentracjach 45–70% CH₄ siecią gazociągów są dostarczane do:

odbiorów w JSW S.A.

- ✧ suszarnia flotokonzentratu w kopalni „Krupiński”,
- ✧ silnik gazowy w kopalni „Borynia-Zofiówka” Ruch Borynia.

odbiorów w SEJ S.A.

- ✧ elektrociepłowni „Moszczenica” i „Zofiówka”,
- ✧ silniki gazowe w EC „Suszec” i EC „Pniówek”,
- ✧ kotły gazowe.

odbiorów w „ZPC Żory” Sp. z o.o. (kop. „Budryk”)

- ✧ silniki gazowe,
- ✧ kotły gazowe.

1.2. **Spółka Energetyczna „Jastrzębie” SA** – wchodzi w skład Grupy Kapitałowej JSW, a 100% akcji posiada JSW SA. Została utworzona 11.10.1995 r. na bazie Elektrociepłowni „Moszczenica” i „Zofiówka”, które do tego czasu były zakładami JSW SA Spółka ta zrealizowała m.in. inwestycje zabudowy silników gazowych wykorzystujących metan z odmetanowania kopalni „Pniówek” i kopalni „Krupiński”. Układy kogeneracyjne na bazie silników produkują energię elektryczną, ciepło (KWK „Krupiński”) i dodatkowo „chłód” (KWK „Pniówek”) na potrzeby tych kopalń. Aktualnie w SEJ SA pracuje 5 silników (w tym 2 w układzie centralnej klimatyzacji – kopalnia „Pniówek”) wykorzystujących metan z odmetanowania.

1.3. Metan z pokładów węgla [1, 2, 4].

Geologia złóż węgla kamiennego eksploatowanych w JSW SA powoduje, że w trakcie robót górniczych uwalniają się znaczne ilości metanu, które są związane z pokładami węgla (CBM). Strefa wysokiej metanowości pokładów występuje w stopie karbonu, natomiast drugi horyzont silnie metanowy występuje po zejściu z eksploatacją na głębokość 800–900 m (co aktualnie ma miejsce we wszystkich kopalniach).

Typowy skład ujmowanych mieszanek metanowych (paliwo do silników gazowych) przedstawia się następująco:

CH ₄	N ₂	O ₂	CO ₂
60%	33%	5%	2%

W roku 2010 w trakcie eksploatacji górniczej zostało uwolnionych 338 mln m³ metanu, z czego odmetanowaniem ujęto 132 mln m³. Metan usuwany z wyrobisk dołowych na drodze wentylacyjnej nie jest wykorzystywany gospodarczo ze względu na brak w technice światowej poprawnej technologicznie i opłacalnej ekonomicznie metody jego utylizacji. Barierą jego wykorzystania są: [2]

- ✧ strumień powietrza wentylacyjnego rzędu 13 000–19 000 m³/min,
- ✧ koncentracja znacznie poniżej 0,6% CH₄.

W przypadku JSW SA, średnioważona koncentracja w szybach wentylacyjnych wynosi 0,27% CH₄, przy czym:

- ❖ dolne wartości –0,09%,
- ❖ średnie wartości – 0,12–0,20%,
- ❖ górne wartości – 0,28–0,40%.

Wielkość ujęcia metanu odmetanowaniem w latach 2005-2010 przedstawia tabela 1.

TABELA 1. Ujęcie metanu

TABLE 1. Extraction of methane resources available

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ilość [mln m ³ CH ₄]	127,5	126,1	123,8	135,9	133,1	132,0

2. Gospodarcze wykorzystanie metanu

2.1. Inwestycje

Dla gospodarczego wykorzystania metanu przez JSW SA, SEJ SA oraz inne podmioty np. ZPC Żory zostało zrealizowanych szereg inwestycji w obszarze [5, 6]:

- ❖ ujęcia metanu (budowa i modernizacja stacji odmetanowania),
- ❖ przesyłu gazu (budowa i modernizacja sieci przesyłowych),
- ❖ budowy układów kogeneracyjnych (produkcja energii elektrycznej, ciepła i „chłodu” na potrzeby kopalń).

Zrealizowane w latach 1997–2009 inwestycje przedstawia tabela 2.

2.2. Kogeneracyjne układy [5]

Zostały zrealizowane i pracują w kopalniach: „Budryk”, „Krupiński”, „Pniówek” i „Borynia – Zofiówka” Ruch Borynia. Typowy schemat układu przedstawia rysunek 2.

Podstawowe dane techniczne układów przedstawiono w tabeli 3.

2.3. Trójgeneracyjny układ w kopalni „Pniówek” [1, 3, 5]

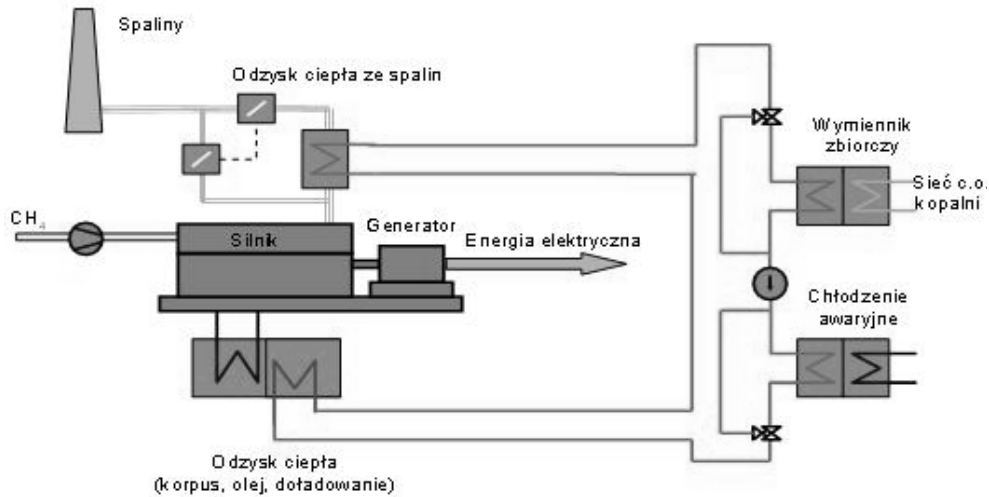
Schemat układu trójgeneracyjnego w kop. „Pniówek” przedstawia rysunek 3.

Trójgeneracyjny układ w kopalni „Pniówek” został zrealizowany w roku 2000, a jego pierwotna moc wynosiła 5,0 MW_{ch}. W kolejnych latach układ był rozbudowywany o kolejny człon chłodniczy (*freecooling*), modernizowano również układ przepływowy. Centralny układ klimatyzacji kopalni został oparty na silniku gazowym, który stanowi w nim jednostkę napędową. Gaz z odmetanowania kopalni jest paliwem, z którego produkowana energia

TABELA 2. Inwestycje związane z ujęciem i wykorzystaniem metanu

TABLE 2. Investments related to capturing and utilization of methane

INWESTYCJA
Układy kogeneracyjne
1997 – kop. „Krupiński” silnik 3,0 MW _{el} 2005 – kop. „Krupiński” silnik 3,9 MW _{el} 2006 – kop. „Pniówek” silnik 3,9 MW _{el} 2008 – kop. „Borynia” silnik 1,8 MW _{el}
Układ centralnej klimatyzacji kopalnia „Pniówek”
2000 – silniki 2 x 3,2 MW _{el} , centralna klimatyzacja 5,0 MW _{ch} 2007 – układ freecoolingu dla instalacji 7,5 MW _{ch} 2008 – dodatkowy człon chłodniczy 2,5 MW _{ch}
Stacje odmetanowania
2005 – kop. „Jas-Mos” nowa stacja szyb VI 2005 – kop. „Pniówek” modernizacja stacji
Inne działania
1998 – kop. „Borynia” kotły gazowe 2 x 1,2 MW _{el} 2004 – budowa gazociągu „Pniówek” – „Zofiówka” 2005 – budowa gazociągu „Zofiówka” – EC „Moszczenica” 2007 – budowa gazociągu „Borynia – Sieć SEJ SA”



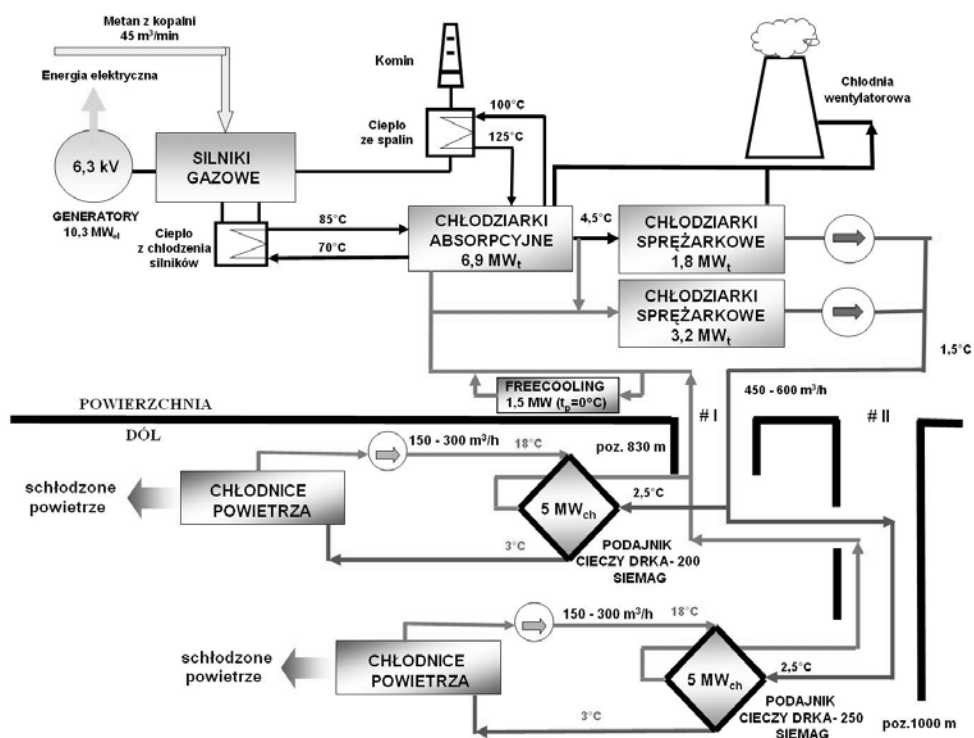
Rys. 2. Układ kogeneracyjny

Fig. 2. The co-generating power engineering system

TABELA 3. Dane techniczne układów kogeneracyjnych

TABLE 3. Technical data co-generating power engineering systems

Kopalnia	Inwestor	Typ silnika	Moc silnika		Sprawność [%]
			elektryczna [MW _e]	cieplna [MW _t]	
KWK „Krupiński	SEJ SA	TBG 632 V16	3,0	3,4	82,5
	SEJ SA	TCG 2032 V16	3,9	4,2	86,9
KWK „Pniówek”	SEJ SA	TCG 2031 V16	3,9	4,2	86,9
KWK „Borynia-Zofiówka” Ruch Borynia	SEJ SA	JMS 612 GS	1,8	2,0	84,0
kop. „Budryk”	ZPC Żory	3xTBG 620 V20K	3 x 1,66	3 x 1,7	80,6
Razem			17,6	18,9	



Rys. 3. Układ trójgeneracyjny w kop. „Pniówek”

Fig. 3. The tri-generating power engineering system in coal mine „Pniówek”

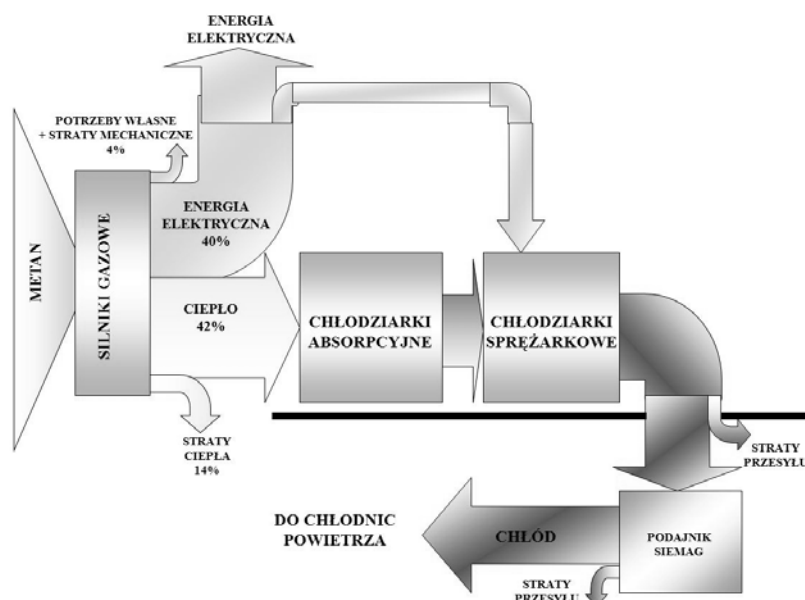
elektryczna i ciepło są następnie częściowo wykorzystywane do produkcji chłodu (chłodziarki absorpcyjne i sprężarkowe), a reszta dostarczana jest do sieci kopalnianych i wykorzystywana w procesach produkcyjnych. Część powierzchniowa obejmuje układ wytwarzania „chłodu”, który następnie pod postacią wody o temperaturze 1,5–2,0°C jest kierowany rurociągiem w szybie do podajników trójkomorowych SIEMAG na poziomie 830 i 1000. W podajnikach następuje redukcja ciśnienia – słup zimnej wody wypycha na powierzchnię wodę ogrzaną o temperaturze około 19°C, która następnie ulega schłodzeniu w członie chłodniczym na powierzchni. Takie rozwiązanie pozwala, bez dostarczenia dodatkowej energii, „przepompować” wodę ciepłą na powierzchnię. Woda zimna z podajników SIEMAG na obu poziomach płynie do rejonów gdzie prowadzona jest eksploatacja górnicza, aby w chłodnicach woda-powietrze schładzać strumień powietrza wentylacyjnego przepływającego przez wyrobisko [5].

W tabeli 4 przedstawiono podstawowe dane techniczne układu, natomiast schemat na rysunku 4 przedstawia bilans energii.

TABELA 4. Dane techniczne układu trójgeneracyjnego w kopalni „Pniówek”

TABLE 4. Technical data trigenerating power engineering system in coalmine “Pniówek”

Inwestor	Typ silnika	Moc silnika		Sprawność [%]	Obroty
		elektryczna [MW _{el}]	cieplna [MW _t]		
SEJ SA	2 x TBG632 V16	2 × 3,2	2 × 3,7	82,5	1000 min ⁻¹



Rys. 4. Bilans energii

Fig. 4. Power balance

3. Efekty ekonomiczne wykorzystania metanu

3.1. Dostawa paliwa, odbiór produkcji [3]

Kopalnie dostarczające metan z odmetanowania do pracujących w SEJ SA i „ZPC Żory” Sp. z o.o. układów energetycznych oraz odbierające wyprodukowaną energię uzyskują podwójną korzyść:

- ❖ przychód ze sprzedaży metanu,
- ❖ oszczędność z tytułu zakupu tańszej energii.

3.2. Stopień pokrycia potrzeb kopalń produkcją z układów energetycznych w latach 2009–2010

W tabeli 5 przedstawiono stopień pokrycia potrzeb kopalń produkcją z układów energetycznych w latach 2009–2010.

TABELA 5. Pokrycie potrzeb kopalni produkcją z układu skojarzonego

TABLE 5. Coverage coal mine needs the by production from the associated power engineering system

Kopalnia	Lata							
	2009				2010			
	en. elektr.		ciepło		en. elektr.		ciepło	
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%
KWK „Budryk”	33 908	24	82 470	55	31 217	20	84 740	39
KWK „Borynia”	8 221	6	23 118	17	12 863	8	27 483	17
KWK „Krupiński”	47 614	34	68 542	71	41 196	27	78 158	63
KWK „Pniówek”*	63 727	31	57 043	33	60 790	28	69 800	32
Razem [MWh]	153 470	–	231 173	–	146 066	–	260 181	–

* Dla kop. „Pniówek” dodatkowo uzyskano ilość chłodu:
2009 – 25 646 MWh, co stanowi 96% potrzeb,
2010 – 26 402 MWh, co stanowi 100% potrzeb.

Efektom zakupu tańszej energii elektrycznej lub jej produkcji we własnym źródle kopalni „Borynia-Zofiówka” Ruch Borynia jest obniżenie jednostkowego kosztu zakupu energii elektrycznej ogółem o wielkości przedstawione w tabeli 6 (lata 2009–2010).

TABELA 6. Obniżenie jednostkowego kosztu zakupu energii elektrycznej [zł/MWh]

TABLE 6. Lowering the unit cost of purchase of the electric energy [PLN/MWh]

Lata	2009	2010
KWK „Krupiński	22–38	25–40
KWK „Pniówek”	19–40	21–42
KWK „Borynia-Zofiówka” Ruch Borynia	6–8	7–9
KWK „Budryk”	20–39	23–41

Podsumowanie

1. Kogeneracyjne i trójgeneracyjne układy energetyczne na bazie silników gazowych wykorzystujących metan z odmetanowania kopalń stanowią bardzo efektywne ekonomicznie rozwiązanie zarówno w zakresie wykorzystania taniego lokalnego paliwa, jak i pozyskania znaczących ilości energii z lokalnego źródła (energia elektryczna, ciepło i chłód).

2. W JSW S.A. pracuje 9 silników gazowych o mocach od 1,66 MW_{el} do 3,9 MW_{el}, a sumaryczna moc wynosząca 24 MW_{el} stanowi znaczącą wielkość w stosunku do mocy zamówionej w spółce dystrybucyjnej (VDP) wynoszącej (bez kopalni „Budryk”) 81 MW.

3. Sprzedaż metanu do układów energetycznych i zakup tańszej energii elektrycznej (nie uwzględniając efektu ciepła) dało JSW S.A. w latach 2007–2010 efekt w wysokości 107,4 mln zł.

4. Energia elektryczna, ciepło i „chłód” wyprodukowane w układach energetycznych na bazie metanu z odmetanowania w znaczącym stopniu pokrywają zapotrzebowanie kopalń na energię, co pozwala częściowo uniezależnić się od dostawców zewnętrznych oraz prowadzić politykę energetyczną wewnątrz Grupy Kapitałowej.

5. Niższa cena energii produkowanej na bazie metanu zdecydowanie poprawia efektywność zakupu a tym samym znacząco wpływa na efektywność energetyczną JSW SA.

Literatura

- [1] GATNAR K., 2005 – Trójgeneracja – wytwarzanie ciepła, zimna i energii elektrycznej w oparciu o metan z odmetanowania kopalń JSW SA. III Międzynarodowa Konferencja „Energetyka Gazowa” Szczyrk. Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki.
- [2] TOR A., JAKUBÓW A., GATNAR K., 2009 – Zagrożenia i korzyści wynikające z występowania metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. Materiały XXXV Dni Techniki Rybnickiego Okręgu Przemysłowego XXVI, Seminarium „Zagrożenia i korzyści występowania metanu w pokładach węgla – teoria i praktyka”, Rybnik.

- [3] GATNAR K., 2009 – Gospodarcze wykorzystanie metanu z pokładów węgla na przykładzie rozwiązań Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. Materiały XXIII Konferencji „Dylematy polskiej polityki energetycznej” Zakopane, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.
- [4] GATNAR K., 2010 – Układy energetyczne z silnikami gazowymi w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA – doświadczenia i perspektywy. Materiały VIII Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Silniki gazowe 2010” – Hucisko. Politechnika Częstochowska.
- [5] GATNAR K., TOR A., 2010 – Gospodarcze wykorzystanie metanu z pokładów węgla a poprawa efektywności ekonomicznej na przykładzie Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. Przegląd Górniczy 9 (I nagroda za 2010 r.).
- [6] GATNAR K., 2011 – Gospodarcze wykorzystanie metanu na przykładzie rozwiązań Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA. Szkoła Eksploatacji Podziemnej Kraków 2011. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.
- [7] Dokumentacja ruchu i rozliczeniowo-finansowa Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA i Spółki Energetycznej „Jastrzębie” SA (materiały niepublikowane).

Andrzej TOR, Kazimierz GATNAR

Energy efficiency of Jastrzębska Spółka Węglowa SA in terms of utilization of methane from coal beds

Abstract

The paper presents in general the JSW SA and SEJ SA as the investors of cogeneration and trigeneration systems, where the gas engines working in the basis of the methane from coal mines are used as the power source. It discusses the sources, drainage and ways of utilization of methane mixtures received from demethanisation, and results of methane utilization program as well. The paper presents technical data combined energy systems with gas engines in coal mines “Pniówek”, “Krupiński”, “Borynia”, “Budryk” and presents economic relations between the production costs and the coverage of electricity and heat demand of the coal mine. Final conclusions try to describe the role of energy systems basing on gas engines in the covering of coal mine energy demand (electricity, heat, cooling) and the possibility of further development of power engineering on basis of gas engines exploiting a cheap, local fuel, as the methane from demethanisation of coal beds. Ecological aspects of such a solutions have been pointed out as well.

KEY WORDS: coalbed methane, cogeneration power system, energy efficiency