

Kazimierz GATNAR*

Gospodarcze wykorzystanie metanu z pokładów węgla na przykładzie rozwiązań Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.

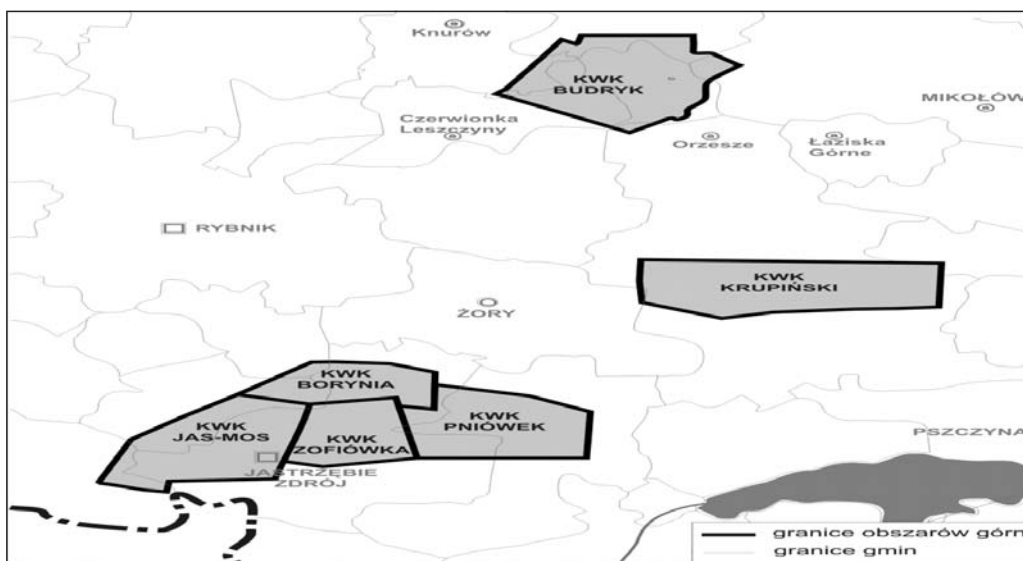
STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono ogólną charakterystykę zagrożenia metanowego w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej. Podkreślono rolę odmetanowania jako bardzo skutecznej metody walki z tym zagrożeniem. Opisano sposoby i uzyskane efekty w zakresie gospodarczego wykorzystania metanu ujętego odmetanowaniem, zwracając szczególną uwagę na wysoką efektywność układów energetycznych: trójgeneracyjnego w EC „Pniówek” (produkcja energii elektrycznej, ciepła i chłodu) i kogeneracyjnego w EC „Suszec” i kop. „Borynia” (produkcja energii elektrycznej i ciepła). Omówiono efekty uzyskane dzięki wykorzystaniu metanu z odmetanowania kopalń JSW S.A. w silnikach gazowych. Przedstawiono dane techniczne układów i stopień pokrycia potrzeb kopalni z układów skojarzonych.

SŁOWA KLUCZOWE: metan pokładów węgla, skojarzone układy energetyczne

Metan w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej

Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. prowadziła w 2007 roku eksploatację węgla kamiennego w pięciu kopalniach. Kopalnie „Borynia”, „Jas-Mos”, „Krupiński”, „Pniówek” i „Zofiówka” zlokalizowane są w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w obrębie obszaru zwanego umownie Rybnickim Okręgiem Węglowych (ROW). Od 4 stycznia 2008 roku w skład JSW S.A. weszła również KWK „Budryk” (rys. 1) [1, 3].

* Mgr inż. — Dyrektor Zespołu Zarządzania Energią, Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.



Rys. 1. Obszary górnicze kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.

Fig. 1. Mining areas of coal mines operated by the Jastrzębska Coal Company plc.

Kopalnie Jastrzębskiej Spółki Węglowej należą do najbardziej metanowych w Polsce. Metanowość bezwzględna kopalń JSW S.A. w 2007 roku wynosiła 611,27 m³ CH₄/min (321,28 mln m³ CH₄) z tego poprzez odmetanowanie, prowadzone przez Zakład Odmetanowania Kopalń Sp. z o.o., ujęto 123,93 mln m³ CH₄. Największa metanowość bezwzględna, wynosząca 256,60 m³ CH₄/min (134,87 mln m³) występowała w kopalni „Pniówek” (tab. 1). [3]

W kopalniach JSW S.A. w 2007 roku 61% ujęcia metanu pochodziło z odmetanowania eksploatacyjnego, 36% z otamowanych starych zrobów, a 3% z wyrobisk korytarzowych [1].

TABELA 1. Metanowość kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. w 2007 r.

TABLE 1. Methane handled by coal mines of the Jastrzębska Coal Company plc. in 2007

Kopalnia	Metanowość względna [m ³ CH ₄ /Mg]	Metanowość						Efektywność odmetanowania [%]
		bezwzględna		wentylacyjna		odmetanowanie		
		mln m ³ CH ₄ /rok	m ³ CH ₄ /min	mln m ³ CH ₄ /rok	m ³ CH ₄ /min	mln m ³ CH ₄ /rok	m ³ CH ₄ /min	
"Borynia"	16,14	30,72	58,44	24,24	46,11	6,48	12,33	21,10
"Jas-Mos"	12,82	24,90	47,37	13,22	25,15	11,68	22,22	46,91
"Krupiński"	31,57	62,74	119,36	31,99	60,87	30,74	58,49	49,00
"Pniówek"	36,08	134,87	256,60	82,33	156,64	52,54	99,96	38,96
"Zofiówka"	30,24	68,07	129,50	45,57	86,71	22,49	42,79	33,04
JSW S.A.	27,18	321,28	611,27	197,35	375,48	123,93	235,79	38,57

Metan z pokładów węgla

Zagrożenie w kopalni

Zdarzenia w JSW S.A. w latach 1993 - 2008

KWK „Pniówek”

06.09.1994 r. – zapalenie się metanu we wnętrzu odmetanowania w poch. B-6 pokł. 363 poz. 705

23.08.2002 r. – wyrzut metanu i skał w drążonej lunecie rurowej do szybu II

06.09.2002 r. – zapalenie się metanu i pożar w ścianie C-3 pokł. 361 poz. 830

KWK „Morcinek”

24.06.1999 r. – zapalenie i wybuch metanu oraz wypadek zbiorowy w likwidowanym szybie III

KWK „Zofiówka”

11.06.2003 r. – zapalenie się metanu w eksploatowanej ścianie G-4 pokł. 409/4

22.11.2005 r. – wyrzut metanu i skał oraz wypadek zbiorowy w chodniku transportowym D-6 pokł. 409/4

KWK „Borwnia”

04.06.2008 r. – wybuch metanu w ścianie F-22 w pokł. 405/1 poz. 900

Cenne paliwo energetyczne

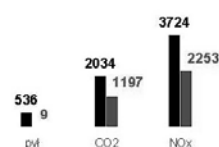
• wartość opałowa [MJ/kg]

metan 50,0

węgiel 21,5

• emisja zanieczyszczeń [kg]

węgiel 1000 Mg =
= metan 609 tys.m³

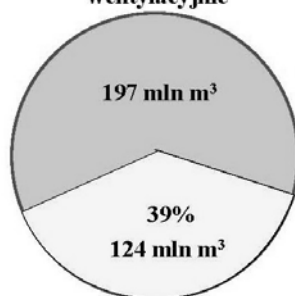


• koszt 1 G.J w paliwie jest dla metanu o 30% niższy od węgla

Ujęcie i wykorzystanie metanu w JSW SA

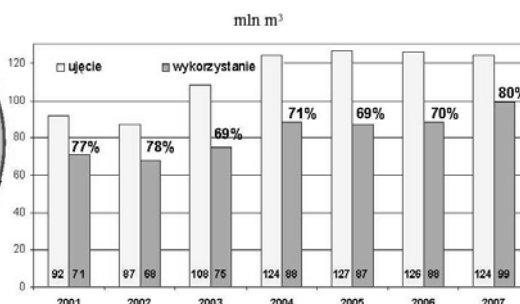
2007

Metan odprowadzany wentylacyjnie



Metan ujęty odmetanowaniem

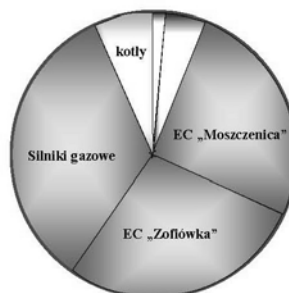
Całkowita ilość metanu uwolnionego przy robotach górniczych w 2007 r. wyniosła 321 mln m³



Struktura wykorzystania ujętego metanu

Rok 2007

<u>JSW S.A.</u>	mln m ³	%
Kotły gazowe KWK „Borynia”	1,3	1,3
Suszarnia flotokonzentratu KWK „Krupiński”	6,4	6,4
<u>SEJ S.A.</u>		
EC „Moszczenica”	23,9	24,0
EC „Zofiówka”	26,5	26,7
Silniki gazowe	35,6	35,9
Kotły gazowe i WR	5,5	5,5
R A Z E M	99,2	



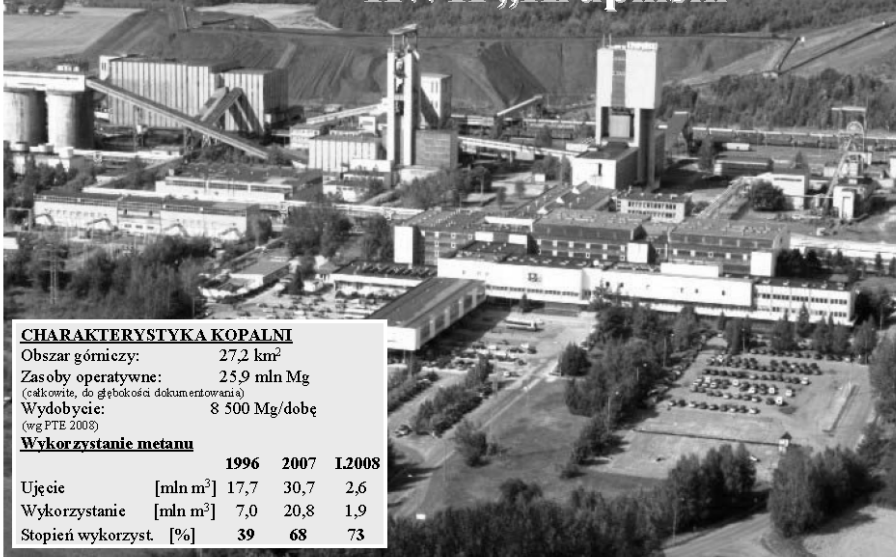
Inwestycje JSW S.A. i SEJ S.A. związane z ujęciem i wykorzystaniem metanu

Inwestycja	Nakłady [mln zł]
I. Układy kogeneracyjne	
1997 Silnik TBG632 V16 o mocy 3,0 MW _{el} nr 1 w kop. „Krupiński”	8,5
2005 Silnik TCG2032 V16 o mocy 3,9 MW _{el} nr 2 w kop. „Krupiński”	10,0
2006 Silnik TCG2032 V16 o mocy 3,9 MW _{el} nr 3 w kop. „Pniówek”	10,0
2008 Silnik JMS 612 GS o mocy 1,8 MW _{el} w kop. „Borynia”	5,8
II. Układ centralnej klimatyzacji kop. „Pniówek”	
2000 Silniki TBG632 V16 o mocy 2 x 3,2 MW _{el} wraz z układem centralnej klimatyzacji o mocy 5 MW _{ch}	53,0
III. Budowa i modernizacja stacji odmetanowania	
2005 Budowa stacji odmetanowania przy szybie VI kop. „Jas-Mos”	3,6
2005 Modernizacja stacji odmetanowania kop. „Pniówek”	9,0
IV. Inne działania	
1998 Zabudowa kotłów gazowych o mocy 2x1,2 MW _t w kop. „Borynia”	1,2
2004 Budowa gazociągu „Pniówek” – „Zofiówka”	15,0
2005 Budowa gazociągu „Zofiówka” – EC „Moszczenica”	5,5
2007 Budowa gazociągu kop. „Borynia” – sieć SEJ S.A.	1,4
Razem	123,0

Tablica 3. Inwestycje związane z ujęciem i wykorzystaniem metanu.
Table 3. Investments related to capturing and utilization of methane.



Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. KWK „Krupiński”



CHARAKTERYSTYKA KOPALNI

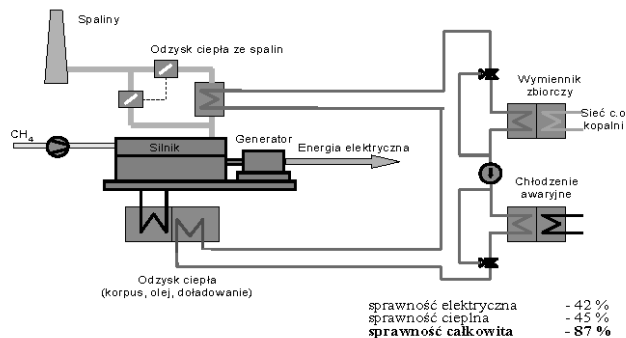
Obszar górniczy: 27,2 km²
 Zasoby operatywne: 25,9 mln Mg
 (całkowite, do głębokości dokumentowania)
 Wydobywanie: 8 500 Mg/dobę
 (wg PTE 2008)

Wykorzystanie metanu

	1996	2007	1.2008
Ujęcie [mln m ³]	17,7	30,7	2,6
Wykorzystanie [mln m ³]	7,0	20,8	1,9
Stopień wykorzyst. [%]	39	68	73

Skojarzony układ energetyczny w kop. „Krupiński” [4] [6] [7]

	Nr 1	Nr 2
Typ silnika	TBG 632 V16	TCG 2032 V16
Rok uruchomienia	1997	2005
Dane znamionowe agregatu	2,7 MW _{el} + 3,1 MW _t od 2003 r. 3,0 MW _{el} + 3,4 MW _t	3,9 MW _{el} + 4,2 MW _t
Obroty	1000 min ⁻¹	1000 min ⁻¹
Sprawność całkowita	82,5%	86,9%



Rys. 3. Układ kogeneracyjny w KWK „Krupiński”
 Fig. 3. The co-generating power engineering system in the “Krupiński” coal mine.

Skojarzony układ energetyczny

w SEJ S.A. EC „Suszec” (pracujący w kop. „Krupiński”)

Silnik TBG632 V16 nr 1

uruchomienie: grudzień 1997 r.

Moc: 3,0 MW_a + 3,4 MW_t

stan na 31.12.2007 r.	Grudzień 2007	Od uruchomienia
❖ zużycie metanu	538 tys.m ³	58,0 mln m ³
❖ produkcja energii elektrycznej	2.039 MWh	217,2 tys. MWh
❖ produkcja ciepła	8.519 GJ	464,7 tys. GJ
❖ wartość produkcji ogółem	489,5 tys. zł.	43,5 mln zł.

Silnik TCG2032 V16 nr 2

uruchomienie: sierpień 2005 r.

Moc: 3,9 MW_a + 4,2 MW_t

stan na 31.12.2007 r.	Grudzień 2007	Od uruchomienia
❖ zużycie metanu	715 tys.m ³	20,2 mln m ³
❖ produkcja energii elektrycznej	2.689 MWh	76,3 tys. MWh
❖ produkcja ciepła	9.045 GJ	156,3 tys. GJ
❖ wartość produkcji ogółem	603,8 tys. zł.	16,2 mln zł.

Pokrycie potrzeb kop. „Krupiński”

Rok	2005		2006		2007	
	Ilość	% udział w zużyciu kopalni	Ilość	% udział w zużyciu kopalni	Ilość	% udział w zużyciu kopalni
Energia elektryczna [MWh]	37.845	29,4	49.128	36,8	45.635	33,0
Ciepło [GJ]	50.252	46,4	67.686	65,3	61.777	73,5

Tablica 4. Pokrycie potrzeb kopalni produkcją z układu skojarzonego w latach 2005-2007.
Table 4. Coverage of coal mine needs by production from the associated power engineering system over the years 2005 – 2007.

Oba silniki pracujące w kop „Krupiński” w roku 2007 zużyły 13,290 mln m³ metanu dając produkcję 45.635 MWh energii elektrycznej i 61.777 GJ ciepła. Układy te w znaczącym stopniu pokrywają zapotrzebowanie kopalni w media energetyczne.



Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. KWK „Pniówek”



Charakterystyka kopalni

Obszar górniczy: 28,5 km²
 Zasoby operatywne: 91,6 mln Mg
 (całkowite, do głębokości dokumentowania)
 Żywotność: 28 lat
 Wydobywanie: 14,5 tys. Mg/dobę
 (wg PTE 2008)
 Temperatura skał:

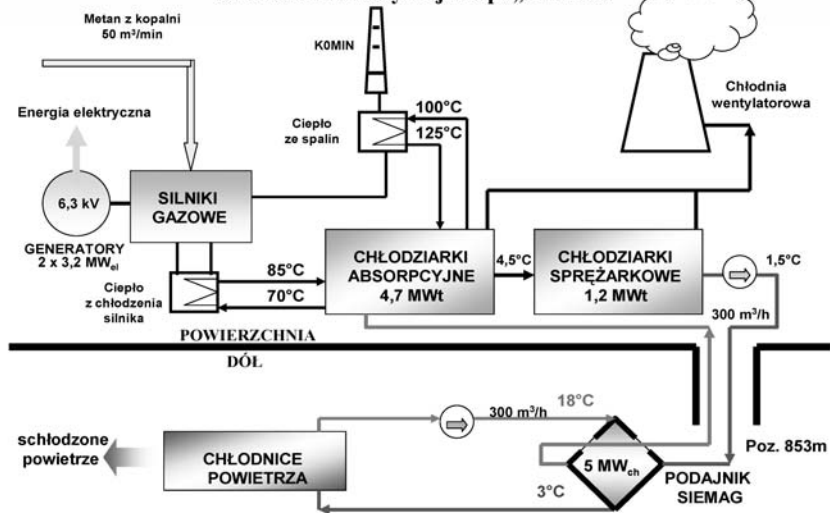
poz. 705 31 + 35 °C
 poz. 830 36 + 40 °C
 poz. 1000 41 + 45 °C

Wykorzystanie metanu

	1999	2005	2007
Ujęcie [mln m ³]	52,7	52,5	52,5
Wykorzystanie [mln m ³]	33,9	37,9	46,5
Stopień wykorzystania [%]	64	72	88

Układ Energetyczno-chłodniczy [2][4][5]

Centralna klimatyzacja kop. „Pniówek”



Trójgeneracyjny układ energetyczny w SEJ S.A. EC „Pniówek” (pracujący w kop. „Pniówek”)

Silnik TBG 632 V16 nr 1

uruchomienie: czerwiec 2000 r.
Moc: 3,2 MW_g + 3,7 MW_t

Silnik TBG 632 V16 nr 2

uruchomienie: październik 2000 r.
moc: 3,2 MW_g + 3,7 MW_t

Silnik TCG 2032 V16 nr 3

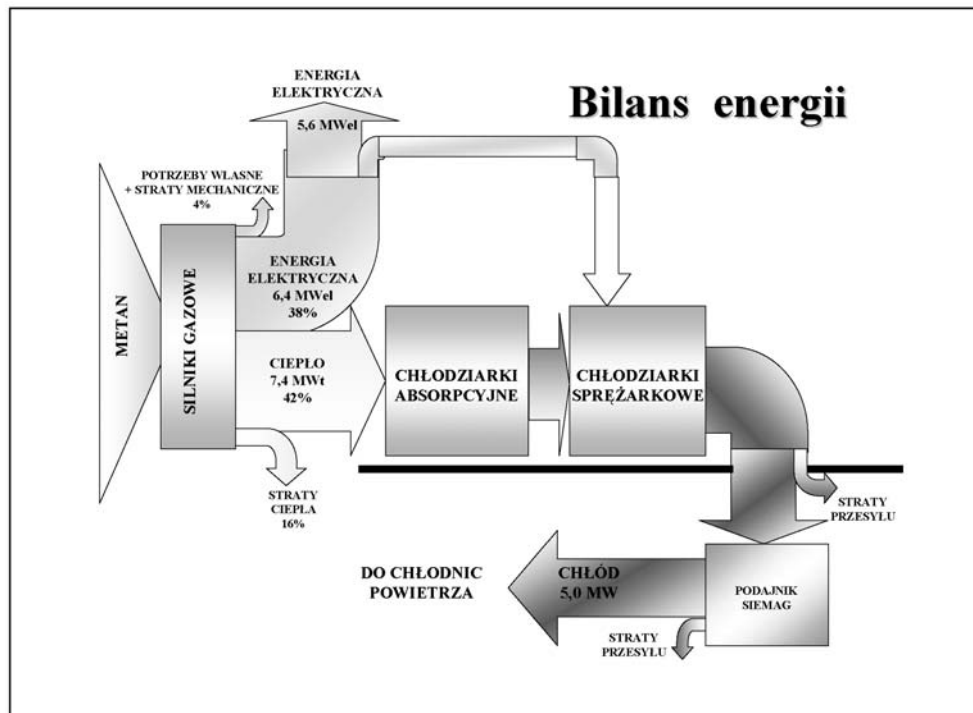
uruchomienie: grudzień 2006 r.
moc: 3,9 MW_g + 4,2 MW_t

Silniki nr 1 + 2	Grudzień 2007		Od uruchomienia		Grudzień 2007		Od uruchomienia		
	❖ zużycie metanu	1.159 tys.m ³	96,9 mln m ³	507 tys m ³	6,956 mln m ³	❖ produkcja energii elektr.	3.150 MWh	346,0 tys. MWh	2.039 MWh
❖ produkcja energii elektr.	3.150 MWh	346,0 tys. MWh	❖ produkcja ciepła	13.381 GJ	1.064,4 tys. GJ	❖ wartość produkcji ogółem	685 tys. zł	489 tys zł	5,1 mln zł
❖ produkcja ciepła	13.381 GJ	1.064,4 tys. GJ							
❖ wartość produkcji ogółem	685 tys. zł	70 mln zł							

Produkcja chłodu dla potrzeb kopalni*

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia chłodu [MWh]	29 280	29 683	30 066	24 871	25 677	24 079

* Produkcja jest dostosowana do aktualnych potrzeb



Pokrycie potrzeb kop. „Pniówek”

Rok	2005		2006		2007	
	Ilość	% udział w zużyciu kopalni	Ilość	% udział w zużyciu kopalni	Ilość	% udział w zużyciu kopalni
Energia elektryczna [MWh]	38.588	18,0	39.339	17,7	66.482	29,0
Ciepło [GJ]	41.100	27,0	30.791	21,0	49.032	37,0
Chłód [MWh]	24.870	89,8	25.677	90,4	20.296	96,0

Tablica 5. Pokrycie potrzeb kopalni „Pniówek” produkcją z układu skojarzonego w latach 2005-2007.
Table 5. Coverage of “Pniówek” coal mine needs the by production from the associated power engineering system over the years 2005 – 2007.

Silniki nr 1, 2 pracujące w układzie centralnej klimatyzacji oraz silnik nr 3 w roku 2007 zużyły 22,358 mln m³ metanu dając produkcję 66.482 MWh energii elektrycznej, 49.032 GJ ciepła i 20.296 MWh „chłodu”.

Przedstawiony powyżej znaczący udział energii elektrycznej wyprodukowanej w silnikach gazowych (o niższej cenie) w pokryciu zapotrzebowania kopalń „Krupiński” i „Pniówek” powoduje, że koszt ogółem zakupu w tych kopalniach (z SEJ S.A. + Vattenfall Gliwice) jest niższy o ok. 12 – 18 zł/MWh od analogicznego zakupu całości od dostawcy zewnętrznego (Vattenfall Gliwice). [7]

Efekt ekonomiczny zagospodarowania metanu

Kopalnie dostarczające metan z odmetanowania do pracujących w SEJ S.A. układów energetycznych uzyskują podwójną korzyść związaną z:

- przychodem ze sprzedaży metanu,
- zakupem tańszej energii elektrycznej i ciepła.

Poniżej przedstawiono efekt ekonomiczny związany z gospodarczym wykorzystaniem metanu uzyskany w JSW S.A. w latach 2006-2007.

	2006		2007	
	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]
Sprzedaż metanu	83,1	10,8	91,4	12,1
Zakup tańszej energii elektrycznej	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]
	278,4	10,1	298,5	11,1
Razem	—	20,9	—	23,2

Tablica 6. Efekt ekonomiczny gospodarczego wykorzystania metanu w JSW S.A. w latach 2006-2007.
Table 6. Economic effect from commercial utilization of methane in JSW plc. over the years 2006 – 2007.



Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. KWK „Borynia”



CHARAKTERYSTYKA KOPALNI

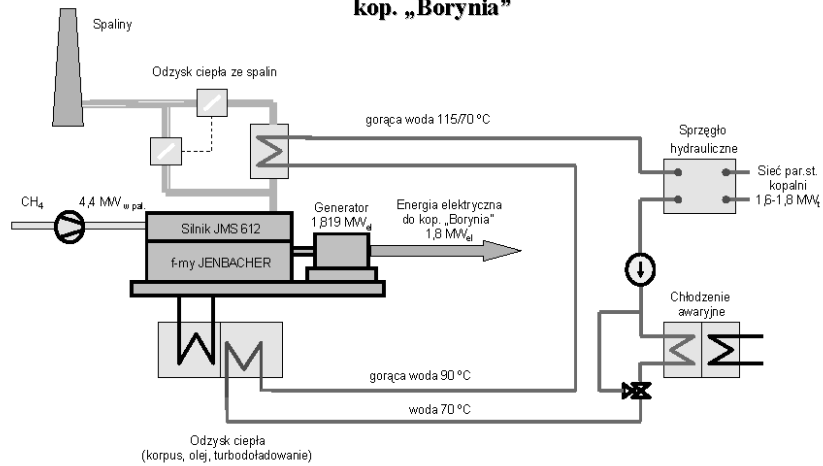
Obszar górniczy: 17,4 km²
 Zasoby operatywne: 33,6 mln Mg
 (całkowite, do głębokości dokumentowania)
 Wydobywanie: 9 000 Mg/dobę
 (wg PTE 2008)

Wykorzystanie metanu

		1995	2006	2007
Ujęcie	[mln m ³]	6,9	11,5	6,4
Wykorzystanie	[mln m ³]	1,3	1,3	1,3
Stopień wykorzyst.	[%]	19	11	20

Schemat układu kogeneracyjnego

kop. „Borynia”

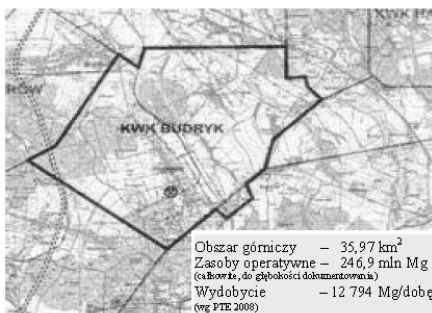


Silnik JMS 612 GS-S.LC f-my Jenbacher Austria
 Moc: 1,8 MW_e/1,9MW_t

sprawność całkowita układu - 84 %

kop. „Budryk”

w strukturze JSW S.A. od 4.01.2008 r.



ZPC Żory Sp. z o.o.
 (wykorzystanie metanu z kop. „Budryk”)

3 silniki gazowe TBG 620 V 20K

- moc elektryczna ogółem 5,0 MW_{el}
- moc cieplna ogółem 5,3 MW_t
- obroty 1 500 min⁻¹
- napięcie 6,3 kV

Kocioł WR-10 (2 palniki lancowe)

- zużycie gazu przez palnik 250 - 1 000 m³/h
- moc cieplna 1,3 - 6,5 MW_t

Pokrycie potrzeb kopalni (przez ZPC Żory Sp. z o.o.)

Odmetanowanie kopalni

	2005	2006	2007
Ujęcie metanu [mln m ³]	15,3	10,6	9,5
Zużycie metanu [mln m ³]	8,3	8,2	8,4
Koncentracja [%]	54	58	57
Wykorzystanie [%]	54	77	88

	2006	2007
Energia elektryczna [tys MWh]	28,5	29,5
Stopień pokrycia [%]	20,5	21,3
Ciepło [tys GJ]	140,6	132,7
Stopień pokrycia [%]	91,7	93,1

Wnioski

1. W kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej, w wyniku wieloletnich doświadczeń, uzyskano znaczące efekty w gospodarczym wykorzystaniu metanu ujętego odmetanowaniem.
2. W roku 2007 zagospodarowano rekordową ilość 99,21 mln m³ tego gazu. Umożliwiło to wyprodukowanie 112,1 tys. MWh energii elektrycznej, 110,8 tys. GJ ciepła i 20,3 tys. MWh energii chłodu.
3. Największą efektywność uzyskano w dwu- i trójgeneracyjnych układach, opartych na silnikach gazowych, pracujących w kopalniach „Pniówek” i „Krupński”. W jednostkach tych w roku ubiegłym wykorzystano 35,6 mln m³ metanu.
4. W 2007 roku przychody Spółki ze sprzedaży metanu ujętego odmetanowaniem wyniosły 12,1 mln zł, a efekt ekonomiczny, związany z wykorzystaniem gazu do produkcji energii około 11,1 mln zł.
5. Warto również podkreślić, że koszt pozyskania metanu, który jest wykorzystywany gospodarczo jest kosztem poniesionym w celu zapewnienia odpowiednich warunków bezpieczeństwa prowadzenia robót górniczych.
6. Nie ulega wątpliwości, że istnieje głębokie uzasadnienie znacznego zwiększenia ilości zagospodarowanego metanu z pokładów węgla wymaga to jednak przeprowadzenia zmian legislacyjnych których celem będzie przyznanie energii elektrycznej produkowanej z metanu z pokładów węgla wsparcia jakiego udziela się produkcji energii z odnawialnych źródeł energii.

Literatura

- [1] NAWRAT S., GATNAR K., 2000 — Recovery and industrial utilization of coalbed methane in Jastrzębska Coal Company Mining area Materiały „II Międzynarodowej Konferencji Zagospodarowania Metanu” Nowosybirsk/Rosja.
- [2] GATNAR K., RZEPSKI H., 2002 — Silniki gazowe TBG 632 V16 MWM Deutz pracujące w skojarzonym układzie energetyczno-chłodniczym centralnej klimatyzacji KWK „Pniówek” Materiały II Konferencji „Energetyka gazowa” Politechnika Śląska Szczyrk.
- [3] GATNAR K., TOR A., 2002 — Drainage and Economical Utilization of Methane from Coal Seams in the Mining Field Jastrzębie Coal Company in Cogeneration Power System Materiały IX Międzynarodowego Forum Energii “Energex 2002” Kraków.
- [4] GATNAR K., TOR A., 2003 — Metan pokładów węgla jako paliwo w skojarzonych układach energetyczno-chłodniczych stanowiących element zaopatrzenia w energię zakładów JSW SA. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej Szczyrk.
- [5] SZLĄZAK N., TOR A., 2004 — Metan jako źródło energii w centralnym systemie chłodzenia Jakubów A., Gatnar K. KWK „Pniówek” Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej Szczyrk.
- [6] GATNAR K., 2005 — Trójgeneracja – wytwarzanie ciepła, zimna i energii elektrycznej w oparciu o metan z odmetanowania kopalń JSW S.A. Materiały XIX Konferencji „Zagospodarowania surowców energetycznych...”. Zakopane.
- [7] GATNAR K., 2006 — Silniki gazowe pracujące w skojarzonych układach: energetycznym i energetyczno-chłodniczym jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. VI Międzynarodowa konferencja naukowa „Silniki gazowe 2006” Politechnika Częstochowska, Hucisko.

Kazimierz GATNAR

Commercial utilization of Coalmine Methane (CMM) on the example of solutions developed by the Jastrzębska Coal Company (JSW) plc.

Abstract

The paper outlines general characteristics of methane hazard in coal mines operated by the Jastrzębska Coal Company. In that context, the role of methane drainage is emphasized as a very efficient method to fight that hazard. Employed methods and achieved results in the field of commercial utilization of the drained methane are described in details with particular attention to extremely high efficiency of power systems: trigeneration system in EC “Pniówek” (electricity, heat and cooling) and generation system in EC “Suszec” and coalmine “Borynia” (electricity and heat production). The paper describes results obtained from using of methane from demethanization as a fuel for gas engines. The technical data of those systems and rate of coverage of coalmine demand by the cogeneration systems have been presented as well.

KEY WORDS: coalbed methane, cogeneration power system