

Materiały XXIII Konferencji z cyklu  
*Zagadnienia surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej*  
Zakopane, 11–14.10.2009 r.  
ISBN 978-83-60195-57-4

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 kogeneracyjnych.

W końcowej części artykułu przedstawiono możliwości znacznego zwiększenia gospodarczego wykorzystania metanu z pokładów węgla oraz wskazano na warunki jakie powinny być spełnione aby ten wzrost uzyskać.

SŁOWA KLUCZOWE: metan pokładów węgla, skojarzone układy energetyczne

### Wprowadzenie

Zagrożenie metanowe jest jednym z najgroźniejszych zagrożeń naturalnych związanych z wydobywaniem węgla kamiennego. Metan towarzyszący pokładom węgla może być przyczyną wybuchu, zapalenia lub wyrzutu metanu i skał. Wybuchy metanu mogą inicjować bardzo groźne wybuchy pyłu węglowego. O skali zagrożenia świadczą katastrofy, które wystąpiły w górnictwie polskim i światowym.

\* Mgr inż. — Jastrzębska Spółka Węglowa S.A., Jastrzębie Zdrój

W 2007 roku 27 kopalń (spośród 31 czynnych kopalń) uznanych zostało przez Okręgowe Urzędy Górnicze za metanowe zakłady górnicze, w tym w piętnastu występowały pokłady o najwyższej IV kategorii zagrożenia metanowego. 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 sposobu przewietrzania z intensywnym strumieniem powietrza. Często jednak metody wentylacyjne są niewystarczające i konieczne jest odciąganie metanu z pokładów węgla i skał otaczających poprzez zastosowanie odmetanowania. Metanowość bezwzględna kopalń węgla kamiennego w 2007 r. wyniosła 879,8 mln m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> z czego ujęto 268,8 mln m<sup>3</sup> metanu (tab. 1). [7]

TABELA 1. Kształtowanie się metanowości, całkowitej ilości ujętego i zagospodarowanego metanu w kopalniach węgla kamiennego w latach 2001–2007

TABLE. 1. Figures for methane content, total volume of methane captured and utilized in hard coal mines over the years 2001–2007

Wyszczególnienie	Rok						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Metanowość całkowita [mln m <sup>3</sup> /rok]	743,7	752,6	798,1	825,9	851,1	870,3	879,8
Ilość ujętego metanu [mln m <sup>3</sup> /rok]	214,3	207,3	227,1	217,2	255,3	289,5	268,8
Ilość zagospodarowanego metanu [mln m <sup>3</sup> /rok]	131,5	122,4	127,8	144,2	144,5	158,3	165,7
Ilość kopalń węgla kamiennego	42	42	41	39	33	33	31
Wydobycie węgla kamiennego [mln t]	102,6	102,1	100,4	99,5	97,1	94,3	87,4
Stopień wykorzystania ujętego gazu	61,4%	59,0%	56,3%	66,4%	56,5%	54,7%	61,6%

Stosowanie odmetanowania powoduje, że ujmowana jest, wartościowa pod względem energetycznym, mieszanka gazowo-powietrzna o koncentracji CH<sub>4</sub> na poziomie 50–60% nadająca się do wykorzystania w instalacjach przemysłowych. W 2007 roku zagospodarowano 165,7 mln m<sup>3</sup> metanu z odmetanowania kopalń [7].

Kopalnie Jastrzębskiej Spółki Węglowej należą do najbardziej metanowych w polskim górnictwie, a KWK „Pniówek” zajmuje pierwsze miejsce pod względem wydzielania, ujęcia metanu z odmetanowania oraz jego zagospodarowania. Wysoki poziom zagrożenia metanowego powoduje, że w zakładach górniczych Spółki stosowane są nowoczesne i skuteczne środki jego zwalczania, w tym efektywne odmetanowanie. Metan z jastrzębskich kopalń jest również na dużą skalę wykorzystywany gospodarczo w instalacjach przemysłowych, w tym w charakteryzujących się wysoką sprawnością układach kogeneracyjnych. W roku 2008 zagospodarowano 95,2 mln m<sup>3</sup> gazu, co stanowiło 70% ujęcia. Istnieją realne możliwości znacznego zwiększenia gospodarczego wykorzystania metanu z pokładów węgla, co ma duże znaczenie ze względu na:

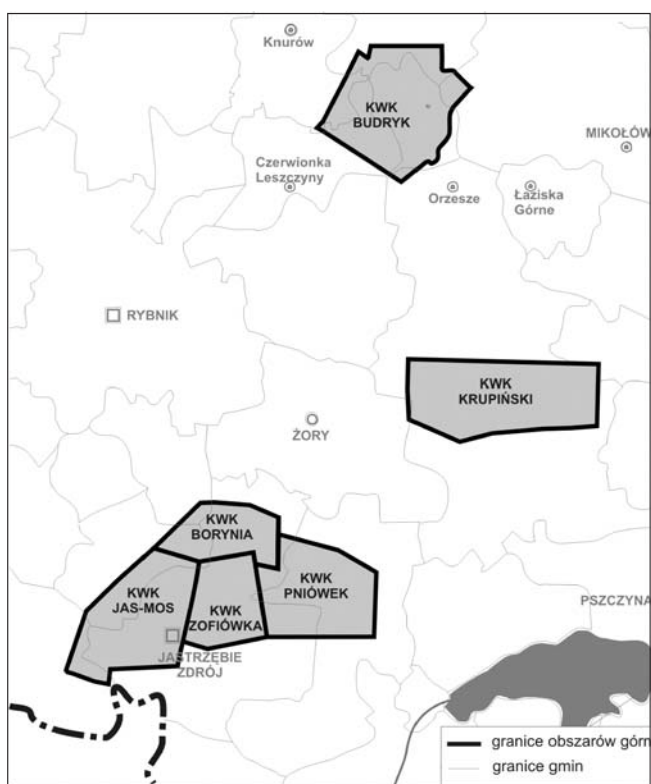
- ✧ poprawę bezpieczeństwa pracy załóg górniczych,
- ✧ możliwość uzyskania znaczących korzyści ekonomicznych,

- ✧ ograniczenia ujemnych skutków na środowisko naturalne, wynikających z odprowadzenia gazu do atmosfery – metan jako gaz wywołujący efekt cieplarniany jest 21-krotnie bardziej szkodliwy aniżeli dwutlenek węgla.

## 1. Metan w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej

Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. prowadziła w 2008 roku eksploatację węgla kamiennego w sześciu 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), a od 4 stycznia 2008 roku w skład spółki weszła również KWK „Budryk” (rys. 1).

Złóża węgla kamiennego w centralnej i południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego należą do silnie i bardzo silnie metanowych. Złóża karbońskie przykryte są nadkładem warstw trzeciorzędowych i czwartorzędowych o znacznej miąższości, co spowodowało, że metan pozostał w pokładach węgla utrudniając jego bezpieczną eksploatację i stwarzając duże zagrożenie w czasie prowadzenia robót górniczych [1, 2].



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

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

Metan związany ze złożami węgla występuje w dwóch formach:

- ✧ jako metan sorbowany, związany fizykochemicznie z substancją węglową lub rzadziej ze skałami ilastymi,
- ✧ jako gaz wolny, występujący w porach i szczelinach skał płonnych i pokładów węgla.

Występowanie metanu sorbowanego związane jest głównie z pokładami węgla, natomiast obecność gazu wolnego wiąże się z dogodnymi strukturami geologicznymi, umożliwiającymi jego gromadzenie. Obie formy występowania są ściśle ze sobą związane. W trakcie eksploatacji górniczej, na skutek odprężenia pokładów węgla występuje wydzielanie się metanu sorbowanego i przejście w formę gazu wolnego.

Kopalnie Jastrzębskiej Spółki Węglowej należą do najbardziej metanowych w Polsce. Metanowość bezwzględna kopalń JSW S.A. w 2008 roku wynosiła 733,22 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/min (370,10 mln m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>). Poprzez odmetanowanie, prowadzone przez Zakład Odmetanowania Kopalń Sp. z o.o., ujęto 135,94 mln m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Największa metanowość bezwzględna, wynosząca 238,56 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/min (123,67 mln m<sup>3</sup>) występowała w kopalni „Pniówek” (tab. 2).

Podstawowym sposobem zwalczania niebezpiecznych nagromadzeń metanu jest takie przewietrzanie zakładu górniczego, aby we wszystkich wyrobiskach wchodzących w skład sieci wentylacyjnej koncentracja metanu nie przekroczyła wartości dopuszczalnych. W silnie metanowych kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej wentylacyjne sposoby zwalczania zagrożenia metanowego są niewystarczające, co spowodowało konieczność stosowania na szeroką skalę odmetanowania. Odmetanowanie stanowi, niezależną od wyrobisk górniczych, sieć przewodów złożonych z rurociągów i otworów odmetanowania. Do sieci odmetanowania metan dopływa ze skał otaczających i pokładów węgla, przy czym dopływ ten jest wymuszony w otworach podciśnieniem, które wytwarza stacja odmetanowania zlokalizowana najczęściej na powierzchni kopalni.

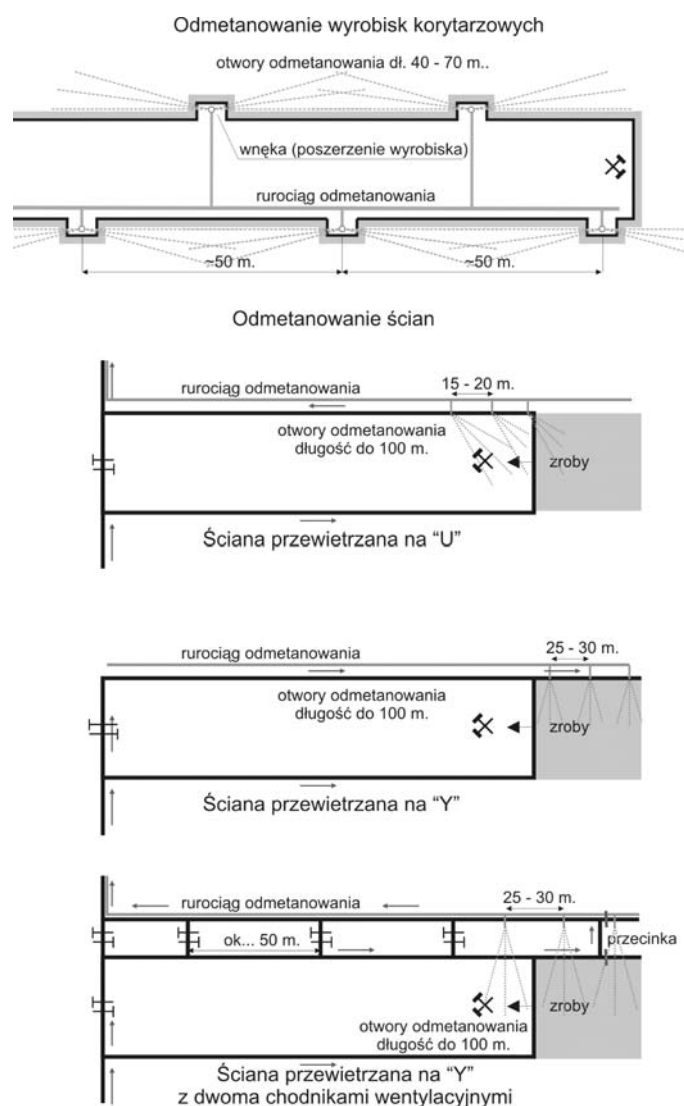
TABELA 2. Metanowość kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. w 2008 r.

TABLE 2. Methane handled by coal mines of the Jastrzębska Coal Company plc. in 2008

Kopalnia	Metanowość względna [m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg]	Metanowość						Efektywność odmetanowania [%]
		bezwzględna		wentylacyjna		odmetanowanie		
		mln m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg	mln m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg	mln m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Mg	
Borynia	13,53	34,27	66,11	27,81	53,65	6,46	12,46	18,85
Budryk	26,06	45,73	88,21	33,52	64,66	12,21	23,55	26,70
Jas-Mos	8,10	18,63	35,93	9,33	17,99	9,30	17,94	49,93
Krupiński	56,70	90,23	174,06	43,40	83,72	46,83	90,34	51,90
Pniówek	41,90	123,67	238,56	79,52	153,39	44,15	85,17	35,70
Zofiówka	24,81	57,57	111,06	40,58	78,29	16,99	32,77	29,51
JSW S.A.	28,52	370,10	713,93	234,16	451,70	135,94	262,23	36,73

Wyróżnia się następujący podział metod odgazowania górotworu: [2]

- ✧ odmetanowanie wyrobisk korytarzowych,
- ✧ odmetanowanie wyprzedzające – prowadzone przed rozpoczęciem eksploatacji w górotworze nieodprężonym, w którym panuje pierwotny stan naprężeń,
- ✧ odmetanowanie eksploatacyjne – prowadzone równocześnie z eksploatacją pokładów węgla w górotworze, w którym naturalna równowaga złoża została naruszona eksploatacją, a sam proces odmetanowania prowadzi się w skałach o zmieniającym się w czasie stanie naprężeń,
- ✧ ujęcie metanu z otamowanych przestrzeni starych zrobów.



Rys. 2. Sposoby odmetanowania stosowane w kopalniach JSW S.A.

Fig. 2. Methane drainage methods applied in coal mines of the JSW plc.

W 2008 roku w kopalniach JSW S.A. 62% ujęcia metanu pochodziło z odmetanowania eksploatacyjnego, 36% z otamowanych starych zrobów, a 2% z wyrobisk korytarzowych (rys. 2) [1].

Odmetanowanie wyprzedzające w kopalniach JSW S.A. stosowane jest sporadycznie, ze względu na niską przepuszczalność węgla powodującą, że skuteczność tej metody jest mała.

Odmetanowanie górotworu przy pomocy otworów drenażowych polega na wykonaniu, bezpośrednio z wyrobiska lub wnęk, wiązek otworów i odpowiednim podłączeniu ich do rurociągu odmetanowania. W celu ograniczenia dopływu powietrza do otworu drenażowego jest on uszczelniony poprzez zacementowaną rurę obsadową. Jednak mimo tego do otworu zasysana jest pewna ilość powietrza. W czasie eksploatacji powstają dodatkowe szczeliny będące wynikiem działania naprężeń eksploatacyjnych, które powodują, że z czasem dopływ powietrza do otworu wzrasta, co w konsekwencji powoduje obniżenie koncentracji metanu w ujmowanej mieszance [1].

Odmetanowaniem ujmowana jest mieszanina metanowo-powietrzna o koncentracji 50–60% gazu. Taki sposób odmetanowania powoduje, że wydatek mieszanki jest stały, natomiast koncentracja metanu zmienia się w zależności od: wahań ciśnienia barometrycznego, dopływu gazu z otworów drenażowych i zza tam izolacyjnych, oraz od szczelności otworów i sieci rurociągów dołowych.

Odmetanowanie górotworu jest skutecznym sposobem zwalczania zagrożenia metanowego, zapewniającym zmniejszenie wypływu metanu do przestrzeni roboczych. Ujmowany metan to również bardzo cenne paliwo o dużym znaczeniu gospodarczym. Ponadto uzyskuje się efekt ekologiczny polegający na zmniejszeniu emisji tego gazu do atmosfery.

## 2. Gospodarcze wykorzystanie metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.

W procesie odmetanowania ujmowane jest około 36–40% metanu uwalnianego w trakcie prowadzenia robót górniczych. Mieszanka metanowo-powietrzna o koncentracji 50–70% CH<sub>4</sub>, nie może być dostarczana do sieci komunalnej bez kosztownego oczyszczania i wzbogacania do parametrów gazu rurociągowego. Dlatego jest wykorzystywana w instalacjach przemysłowych Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. oraz Spółki Energetycznej „Jastrzębie” S.A. (w której JSW posiada 100% akcji) [3].

Metan z odmetanowania to cenne paliwo otrzymywane niejako dodatkowo w procesie, którego zasadniczym celem jest skuteczne zwalczanie zagrożenia metanowego.

Mieszanki gazowo-powietrzne z odmetanowania są dostarczane do odbiorów w SEJ S.A. i odbiorów w kopalniach JSW S.A. Odbiorcami w SEJ S.A. są Elektrociepłownie, w których gaz kierowany do współspalania z węglem (kotły OCG-64 i OP-140, kotły WR) oraz kierowany na silniki gazowe TBG632 V16 i TCG2032 V16. Odbiorcami na kopalniach są: suszarnie floto-koncentratu, kotły gazowe 1,2 MW<sub>t</sub> i silnik gazowy firmy Jenbacher JMS 612GS o mocy 1,8 MW<sub>eł</sub>. Poniżej zestawiono strukturę odbiorów gazu w roku 2008 w [mln m<sup>3</sup>]:

Kopalnie JSW S.A.	
Kotły gazowe w KWK „Borynia”	0,7
Silnik gazowy w KWK „Borynia”	1,6
Suszarnia flotokoncentratu KWK „Krupiński”	5,1
SEJ S.A.	
Elektrociepłownia „Moszczenica”	18,0
Elektrociepłownia „Zofiówka”	20,9
Silniki gazowe	35,7
Pozostałe kotły	5,0
ZPC Żory	
Kocioł WR-10 w kop. „Budryk”	0,4
Silniki gazowe w kop. „Budryk”	7,8
Razem	95,2 (tj. 70% ujętego gazu)

TABELA 3. Inwestycje związane z ujęciem i wykorzystaniem metanu

TABLE 3. Investments related to capturing and utilization of methane

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

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

W latach 1997–2008 zrealizowano szereg inwestycji związanych z: ujęciem metanu (budowa i modernizacja stacji odmetanowania), zwiększeniem możliwości przesyłowych gazów (budowa i modernizacja sieci rurociągów łączących stacje odmetanowania z odbiorami) oraz budową skojarzonych układów energetycznych (produkcja energii elektrycznej, ciepła i chłodu na potrzeby kopalń). Inwestycje te były realizowane samodzielnie przez JSW S.A. (budowa i modernizacja stacji odmetanowania, budowa układu kogeneracyjnego w kopalni „Borynia”), wspólnie z SEJ S.A. (zabudowa układu trójgeneracyjnego w kop. „Pniówek”) lub samodzielnie przez SEJ S.A. (modernizacje i budowa gazociągów przesyłowych). Zrealizowane inwestycje i poniesione nakłady przedstawia zestawienie w tabeli 3 [8].

## 2.2. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Krupiński”

Pierwszy układ skojarzony (kogeneracyjny) wykorzystujący metan z odmetanowania został zrealizowany w roku 1997 w kop. „Krupiński”[3], a produkowana energia elektryczna i ciepło wykorzystywane są przez kopalnię. W roku 2005 uruchomiono drugi silnik mocy 3,9 MW<sub>el</sub>.

Dane techniczne układu w kop. „Krupiński”.

	Nr 1	Nr 2
Typ silnika	TBG 632 V16	TCG 2032 V16
Rok uruchomienia	1997	2005
Dane znamionowe agregatu	2,7 MW <sub>el</sub> + 3,1 MW <sub>t</sub> od 2003 r. – 3,0 MW <sub>el</sub> + 3,4 MW <sub>t</sub>	3,9 MW <sub>el</sub> + 4,2 MW <sub>t</sub>
Obroty	1000 min <sup>-1</sup>	1000 min <sup>-1</sup>
Sprawność całkowita	82,5%	86,9%

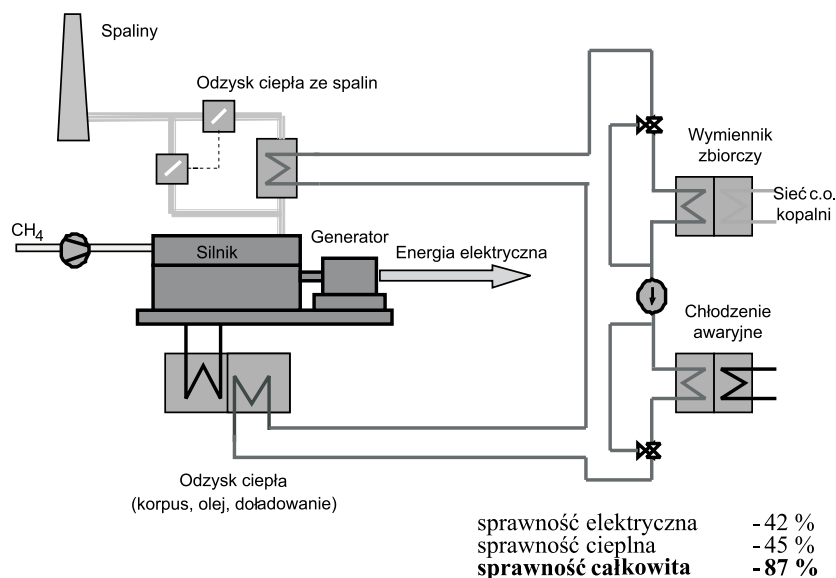
Dla porównania, sprawność całkowita elektrowni zawodowej wynosi 40–45%.

Oba silniki pracujące w kop. „Krupiński” w roku 2008 zużyły 14,608 mln m<sup>3</sup> metanu, dając produkcję: 47 025 MWh energii elektrycznej i 49 318 GJ ciepła. Układy te w znaczącym stopniu pokrywają zapotrzebowanie kopalni w media energetyczne [8].

## 2.3. Skojarzony układ energetyczno–chłodniczy w KWK „Pniówek” [4]

Doświadczenia uzyskane przy eksploatacji układu w kopalni „Krupiński”, występujące nadmiary metanu w kopalni „Pniówek” oraz planowana budowa centralnej klimatyzacji w tej kopalni, były przesłankami do wykorzystania trójgeneracji (skojarzona produkcja energii elektrycznej/ciepła/chłodu), w której silniki gazowe są jednostką napędową układu centralnej klimatyzacji. Układ ten został zrealizowany przez SEJ S.A. (część powierzchniowa) i JSW S.A. (część dołowa) w roku 2000. Trójgeneracyjny układ energetyczny składa się z dwóch członów,





Rys. 3. Układ kogeneracyjny w KWK „Krupiński”

Fig. 3. The co-generating power engineering system in the “Krupiński” coal mine

TABELA 4. Pokrycie potrzeb kopalni produkcją z układu skojarzonego w latach 2005–2008

TABLE 4. Coverage of coal mine needs the by production from the associated power engineering system over the years 2005–2008

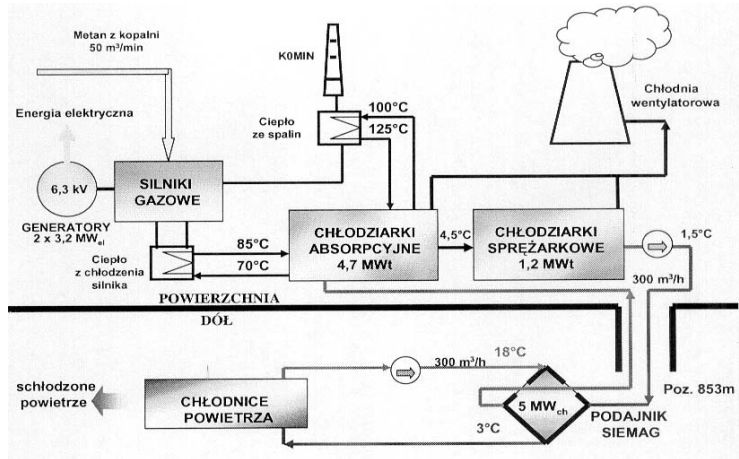
Rok	2005		2006		2007		2008	
	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]
Energia elektryczna [MWh]	37 845	29,4	49 128	36,8	45 635	33,0	47 025	32,0
Ciepło [GJ]	50 252	46,4	67 686	65,3	61 777	73,5	49 318	59,0

w skład których wchodzi: silnik gazowy o mocy 3,2 MW<sub>el</sub>, chłodziarka absorpcyjna i chłodziarka sprężarkowa, osiągające moc w wysokości 2,5 MW<sub>ch</sub> [5].

Każdy silnik ma dwa poziomy odzysku ciepła, które jest dostarczane do chłodziarek absorpcyjnych:

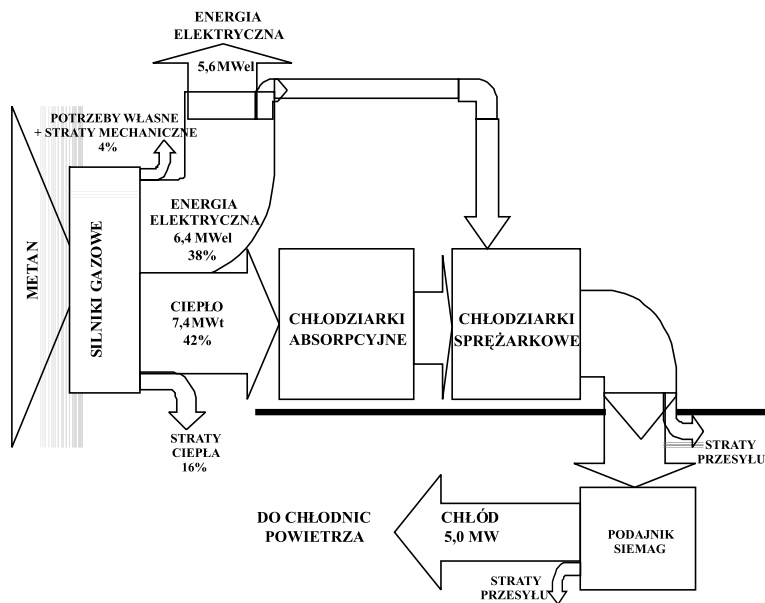
- ✧ poziom ciepłowodny – o nominalnym gradiencie 86/72°C dla odzysku ciepła z chłodzenia korpusu silnika, oleju i mieszanki po turbodoładowaniu,
- ✧ poziom gorącowodny – o nominalny gradiencie 125/100°C dla odzysku ciepła ze spalin.

Taki układ odzysku ciepła daje wskaźnik przetwarzania ciepła na poziomie około 41% i sprawność ogólną 86,0%. Ostatnim członem układu chłodniczego jest chłodziarka sprę-



Rys. 4. Układ energetyczno-chłodniczy w kop. „Pniówek”

Fig. 4. The power generating and cooling system at the “Pniówek” coal mine



Rys. 5. Bilans Energii

Fig. 5. Power balance

TABELA 5. Pokrycie potrzeb kopalni „Pniówek” produkcją z układu skojarzonego w latach 2005–2008

TABLE 5. Coverage of “Pniówek” coal mine needs the by production from the associated power engineering system over the years 2005–2008

Rok	2005		2006		2007		2008	
	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	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	57 792	27,0
Ciepło [GJ]	41 100	27,0	30 791	21,0	49 032	37,0	54 243	39,0
Chłód [MWh]	24 870	89,8	25 677	90,4	20 296	96,0	21 595	95,0

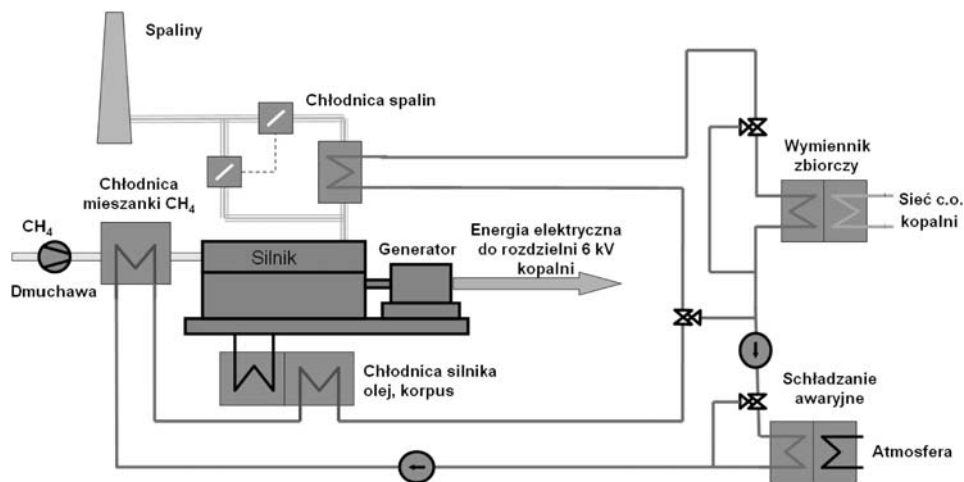
żarkowa (amoniakalna), w którym medium chłodnicze tj. woda uzyskuje temperaturę +2°C (1,5°C). Woda chłodnicza o temperaturze 1,5–2°C jest kierowana (rurociągami o średnicy  $\phi 300$  i przepływie 300 m<sup>3</sup>/h) szybem na poziom 858 do podajnika trójkomorowego SIEMAG DRK 200, gdzie następuje redukcja ciśnienia z 9,5 MPa do 2,0 MPa w obiegu dołowym. Woda zimna w tym podajniku, wypycha wodę ogrzaną o temp. około 18°C płynącą z dołowych chłodnic powietrza na powierzchnię w kierunku chłodziarek.

W roku 2006 zrealizowano w kopalni „Pniówek” inwestycję zabudowy trzeciego silnika typu TCG 2032 V16, włączając go w układ energetyczny kopalni. Inwestycja również zrealizowana została przez SEJ S.A. Silniki nr 1, 2 pracujące w układzie centralnej klimatyzacji oraz silnik nr 3, w roku 2007 zużyły 22,358 mln m<sup>3</sup> metanu, dając produkcję 66 482 MWh energii elektrycznej, 49 032 GJ ciepła i 20 296 MWh „chłodu”. Układy te, podobnie jak w KWK „Krupiński”, w znaczącym stopniu pokrywają zapotrzebowanie kopalni „Pniówek”. Bilans energii przedstawia rysunek 5, natomiast w tabeli 5 zestawiono pokrycie potrzeb kopalni produkcją z układu trójgeneracyjnego [5, 6].

#### 2.4. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Budryk” (ZPC Żory Sp. z o.o.)

Dane techniczne układu:

Typ silnika	TBG 620 V20K (f-my Deutz Niemcy)
Ilość	3 szt
Obroty	1500 obr./min
Moc silnika	1,7 MW
Sprawność	40,9%
Sprawność ogólna	84%



Rys. 6. Układ kogeneracyjny w KWK „Budryk”

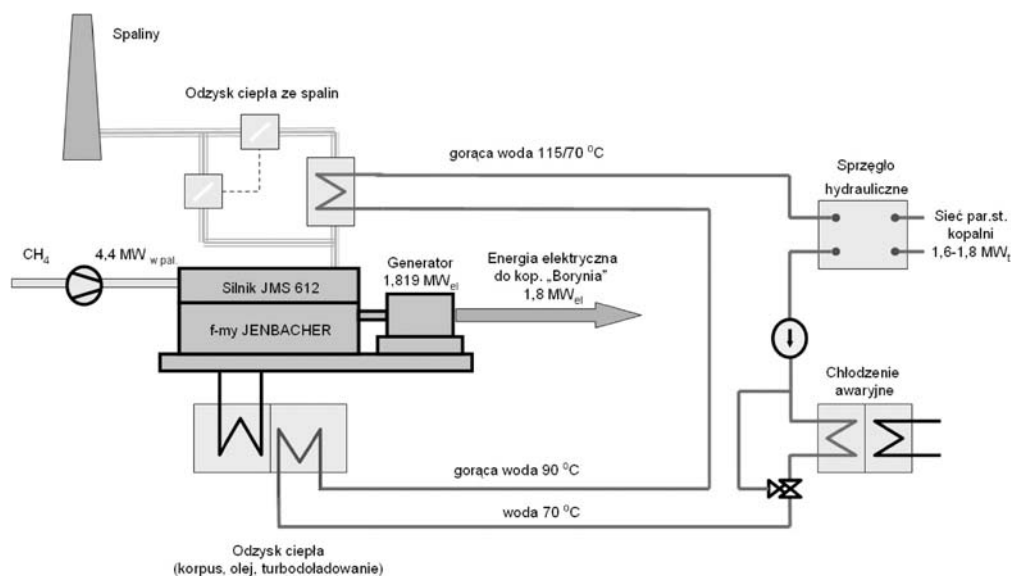
Fig. 6. The co-generating power engineering system in the “Budryk” coal mine

Rok	2005		2006		2007		2008	
	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]	ilość	udział w zużyciu kopalni [%]
Energia elektryczna [MWh]	29 839	22,4	28 519	20,4	29 483	21,2	28 303	20,2
Ciepło [GJ]	85 607	63,4	73 930	52,6	84 100	63,4	66 053	50,8

## 2.5. Skojarzony układ energetyczny w KWK „Borynia”

Dane techniczne układu:

Typ silnika	JMS 612 GS-S.LC (GE Jenbacher)
Ilość	1 szt
Obroty	1 500 obr./min
Moc silnika	1,8 MW
Sprawność	41,3%
Sprawność ogólna	84%



Rys. 7. Układ kogeneracyjny w KWK „Borynia”

Fig. 7. The co-generating power engineering system in the “Borynia” coal mine

W skojarzonym układzie energetycznym KWK „Borynia” produkcja energii elektrycznej i ciepła od czerwca 2008 roku przedstawiała się następująco:

	udział w zużyciu kopalni:
energia elektryczna 6 376 MWh	4%
ciepło 15 608 GJ	14%

## 2.6. Efekty ekonomiczne uzyskiwane przez kopalnie w wyniku produkcji energii z metanu w układach skojarzonych

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 (z SEJ S.A. + Vattenfall Gliwice) był w roku 2008 niższy o około 14–20 zł/MWh od zakupu analogicznej całości od dostawcy zewnętrznego (Vattenfall Gliwice) [8]. Kopalnie dostarczające metan z odmetanowania do pracujących w SEJ S.A. układów energetycznych, uzyskują podwójną korzyść związaną z przychodem ze sprzedaży metanu oraz zakupem tańszej energii elektrycznej i ciepła.

Poniżej w tabeli 6 przedstawiono efekt ekonomiczny, związany z gospodarczym wykorzystaniem metanu, uzyskany w JSW S.A. w latach 2006–2008.

TABELA 6. Efekt ekonomiczny gospodarczego wykorzystania metanu w JSW S.A. w latach 2006–2008

TABLE 6. Economic effect from commercial utilization of methane in JSW plc. over the years 2006–2008

	2006		2007		2008	
	ilość [mln m <sup>3</sup> ]	wartość [mln zł]	ilość [mln m <sup>3</sup> ]	wartość [mln zł]	ilość [mln m <sup>3</sup> ]	wartość [mln zł]
Sprzedaż metanu	83,1	10,8	91,4	12,1	87,8	12,5
Zakup tańszej energii elektrycznej	ilość [tys. MWh]	wartość [mln zł]	ilość [tys. MWh]	wartość [mln zł]	ilość [tys. MWh]	wartość [mln zł]
	278,4	10,1	298,5	11,1	318,9	12,6
Razem	–	20,9	–	23,2	–	25,1

### 3. Program gospodarczego wykorzystania metanu z pokładów węgla z JSW S.A. w latach 2008–2015

W marcu 2008 r. w kopalni „Borynia” została zrealizowana przez JSW S.A. inwestycja kogeneracyjnego układu wykorzystującego metan z odmetanowania kopalni z silnikiem gazowym JENBACHER JMS 612GS o mocy 1,8 MW<sub>el</sub>. W ramach realizacji tego projektu została również podpisana umowa z CHUGOKU POWER Japonia, dotycząca sprzedaży przez okres pięciu lat zredukowanych jednostek emisji (ERU) w ramach procedury wspólnego wdrożenia „Joint Implementation”.

Główne kierunki programu gospodarczego wykorzystania metanu na lata 2008–2015 to:

- ❖ opracowanie i wdrożenie nowych efektywniejszych metod ujęcia metanu,
- ❖ wdrożenie nowych technologii wykorzystania metanu o niskiej koncentracji (metan z powietrza kopalnianego),
- ❖ wdrożenie nowych technologii, np. skraplanie, wzbogacanie,
- ❖ wykorzystanie metanu w gospodarce komunalnej miasta Jastrzębie Zdrój.

Dla realizacji powyższych zadań nawiązano współpracę z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie i Urzędem Miasta Jastrzębie Zdrój.

#### 3.1. System wsparcia energii produkowanej z metanu z pokładów węgla

Budowa układów energetycznych wykorzystujących metan z odmetanowania kopalń wymaga znacznych nakładów inwestycyjnych, stąd bardzo istotne są mechanizmy wsparcia tych inwestycji. Leży to w interesie gospodarki narodowej zarówno ze względów ekonomicznych

(pozyskanie energii), jak i ekologicznych (ograniczenie emisji metanu do atmosfery). Dlatego też, JSW S.A. podjęła działania w kierunku takich zmian legislacyjnych, które spowodują, że energia wyprodukowana z metanu uwalnianego i ujmowanego przy dołowych robotach górniczych uzyska przywileje, które ma energia pochodząca ze źródeł odnawialnych OZE (tzw. zielone certyfikaty). Wsparcie polegałoby na:

- ✧ obniżonym koszcie przyłączenia do sieci elektroenergetycznej,
- ✧ obowiązku odbioru całej wyprodukowanej energii,
- ✧ uzyskaniu wysokiej ceny sprzedaży.

Poprawność prawną, zgodność z Prawem Unii Europejskiej oraz wysoką efektywność ekonomiczną takiego rozwiązania potwierdza model niemiecki, w którym system wspierania produkcji energii elektrycznej z gazu kopalnianego oceniany jest jako jeden z najlepszych w Europie. W Niemczech po regulacji prawnej (rok 2000, nowelizacja rok 2004), w której przyznano energii elektrycznej wyprodukowanej z gazu kopalnianego takie przywileje jak z OZE, nastąpił dynamiczny wzrost zarówno liczby instalacji, jak i mocy zainstalowanej. W roku 2002 było 48 instalacji o mocy 66 MW<sub>el</sub>, a w roku 2006 już 124 instalacje o mocy 166 MW<sub>el</sub>. W latach tych wzrosła również z 3 do 7 ilość podmiotów zainteresowanych inwestycjami w tym obszarze.

## Wnioski

1. W kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej, w wyniku wieloletnich doświadczeń, uzyskano znaczące efekty w gospodarczym wykorzystaniu metanu ujętego odmetanowaniem. W roku 2008 zagospodarowano w układach z silnikami gazowymi 45,1 mln m<sup>3</sup> tego gazu. Umożliwiło to wyprodukowanie 139,5 tys. MWh energii elektrycznej, 185,2 tys. GJ ciepła i 21,6 tys. MWh energii chłodu. W układach dwu- i trójgeneracyjnych, opartych na silnikach gazowych pracujących w kopalniach „Pniówek”, „Krupiński” i „Budryk” uzyskano najwyższą, efektywność. Ogółem zagospodarowano 95,2 mln m<sup>3</sup> gazu z odmetanowania.
2. W 2008 roku przychody Spółki ze sprzedaży metanu ujętego odmetanowaniem wyniosły 12,5 mln zł, a efekt ekonomiczny związany z wykorzystaniem gazu do produkcji energii około 12,6 mln zł. Warto również podkreślić, że koszt pozyskania metanu, który jest wykorzystywany gospodarczo, jest kosztem poniesionym w celu zapewnienia odpowiednich warunków bezpieczeństwa prowadzenia robót górniczych.
3. Nie ulega wątpliwości, że znaczne zwiększenia ilości zagospodarowanego metanu z pokładów węgla jest bardzo uzasadnione. Można tego dokonać poprzez:
  - ✧ przeprowadzenie zmian legislacyjnych, mających na celu przyznanie energii elektrycznej produkowanej z metanu z pokładów węgla wsparcia jakiego udziela się produkcji energii z odnawialnych źródeł energii,
  - ✧ zwiększenie uzysku metanu, poprzez dodatkowe wykonywanie otworów odmetanowania – ponad potrzeby związane z zapewnieniem bezpieczeństwa,
  - ✧ większe wykorzystanie gazu przez układy kogeneracyjne w oparciu o silniki gazowe, w celu zaspokojenia potrzeb własnych kopalń na energię elektryczną i ciepłą,

- ✧ opracowanie i wdrożenie efektywnej technologii wykorzystania metanu o niskiej koncentracji z powietrza wentylacyjnego (VAM),
- ✧ zastosowanie przewoźnych, kontenerowych stacji odmetanowania z agregatami kogeneracyjnymi (m. in. do pozyskiwania metanu z wyeksploatowanych złóż),
- ✧ wdrożenie technologii wzbogacania mieszanek metanowych do parametrów gazu rurociągowego i jego sprzedaż do sieci komunalnej.

Znaczne zwiększenie ilości zagospodarowanego metanu z pokładów węgla leży w szeroko pojętym interesie gospodarki narodowej. Realizacja tego celu przyczyni się do:

- ✧ poprawy bezpieczeństwa prowadzenia robót górniczych,
- ✧ ograniczenia skutków efektu cieplarnianego,
- ✧ uzyskania znaczących korzyści ekonomicznych.

## Literatura

- [1] BERGER J., NOWAK E., 1999 – Pozyskiwanie metanu metodami wiertniczymi z wyrobisk podziemnych i z powierzchni. Wiadomości Górnicze, nr 2.
- [2] ROSZKOWSKI J., SZŁĄZAK N., 1999 – Wybrane problemy odmetanowania kopalń węgla kamiennego. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.
- [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 S.A. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk.
- [5] SZŁĄZAK N., TOR A., JAKUBÓW A., GATNAR K., 2004 – Metan jako źródło energii w centralnym systemie chłodzenia 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] Główny Instytut Górnictwa, Raport roczny o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego w roku 2007, Katowice 2008.
- [8] Materiały własne Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. – sprawozdania, analizy, opracowania.



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 co-generating power systems.

The final part of the paper presents further opportunities for even much better commercial utilization of coalmine methane and coalbed methane with particular stress to the provisions that must be met to achieve such an increase.

KEY WORDS: coalbed methane, cogeneration power system

