



Wydobynamy to, co najlepsze

Gospodarcze wykorzystanie metanu z pokładów węgla

Siemianowice Śląskie, październik 2012

Andrzej TOR

Niekonwencjonalne złoża gazu

Gaz z dużych głębokości (deep gas)

- złoża na głębokościach powyżej 4500 m od powierzchni,
- duży postęp w technologiach wiertniczych i wydobywczych umożliwia eksploatację,
- wysokie koszty pozyskania tego gazu.

Gaz zamknięty (tight gas)

- złoża charakteryzują się niską przepuszczalnością (0,1 ÷ 0,001 mD),
- głównie piaskowce, rzadziej skały węglanowe,
- udostępnienie kosztownymi otworami pionowymi,
- szczelinowanie, a często kwasowanie,
- w warunkach USA to ok. 20% zasobów gazu.

Niekonwencjonalne złoża gazu

Gaz z łupków (shale gas)

- gaz akumulowany w skałach ilasto-łupkowych,
- skała macierzysta jest jednocześnie skałą zbiornikową,
- gaz znajduje się w mikroporach substancji organicznej powstałych na drodze termicznej,
- pozyskanie przez otwory horyzontalne wiercone w gęstej siatce,
- niezbędne szczelinowanie hydrauliczne,
- w warunkach USA to około 33% zasobów gazu.

Gaz stref wysokich ciśnień

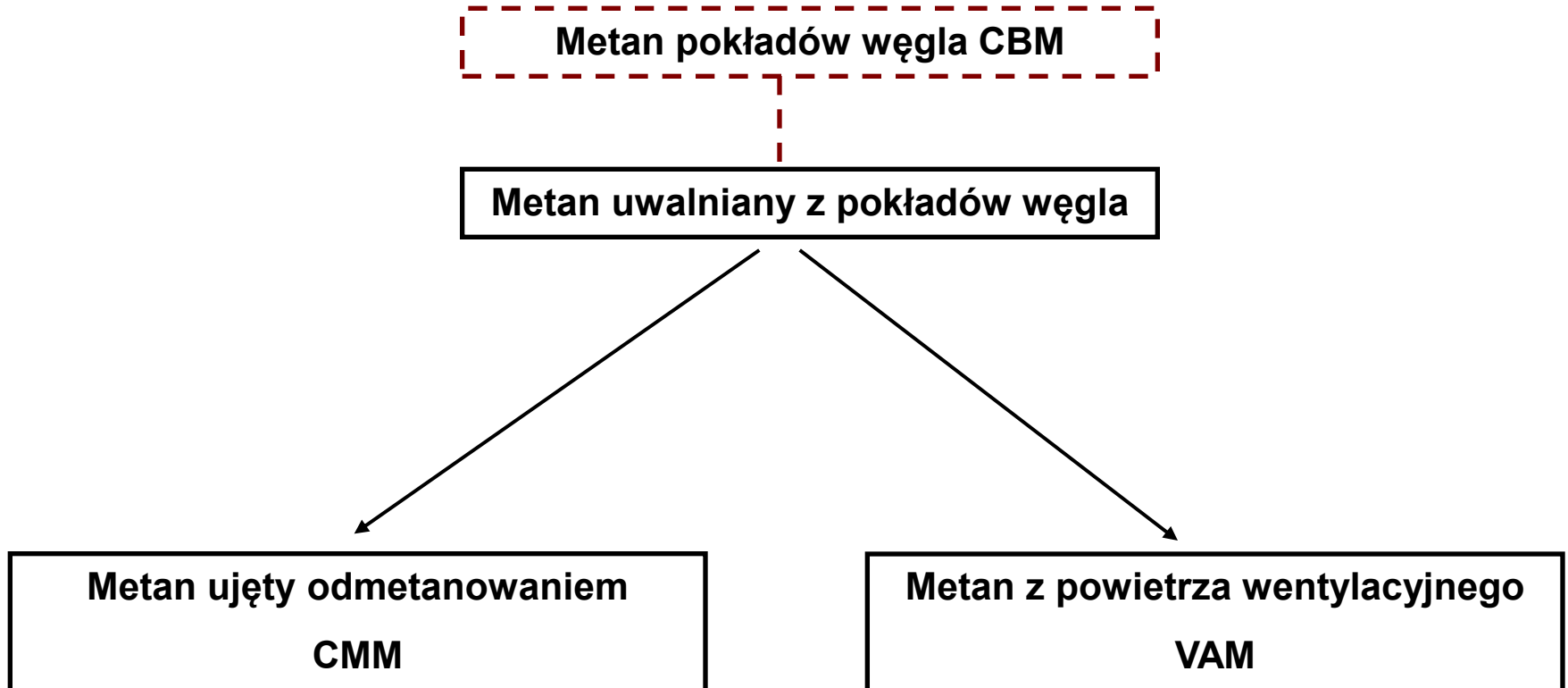
- związany ze strefami w których ciśnienia są wyższe niż typowe dla danych głębokości,
- głębokości 3500 ÷ 7500 m,
- formowanie tych stref w obecności skał ilastych i utworów o relatywnie wyższej przepuszczalności spowodowało "wyciśnięcie" gazu i wody pod znaczne ciśnienie,
- problemy techniczne: duża głębokość, wysokie ciśnienie, erupcje , jakość cementowania, powodują że nie jest obecnie prowadzona eksploatacja tego gazu.

Hydraty gazowe

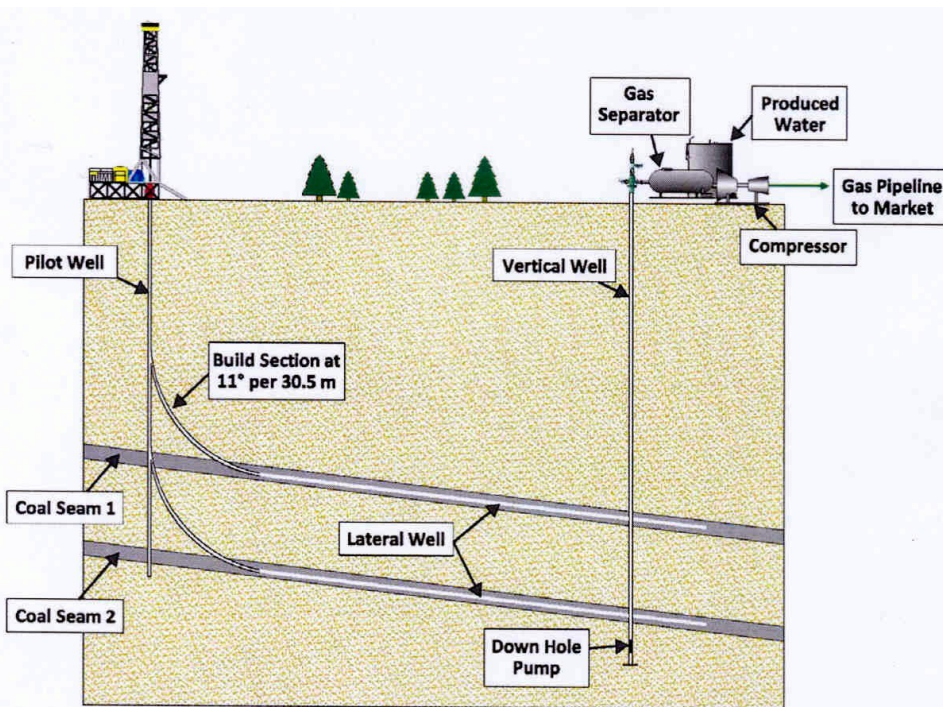
- szkielet krystaliczny tworzony przez cząsteczki wody wokół molekuł metanu,
- tzw. "klatrat" metanu to biała bezwonna substancja podobna do lodu,
- naturalne występowanie: szelfy kontynentalne, wieczna zmarzlina,
- szacunki wykazują że ilość węgla w hydratách dwukrotnie przekracza zasoby kopalin w złożach.
- eksploatacja (pomimo pierwszych prób) nie jest prowadzona ze względu na nieznany wpływ na globalny cykl obiegu węgla.

Metan z pokładów węgla (coalbed methane)

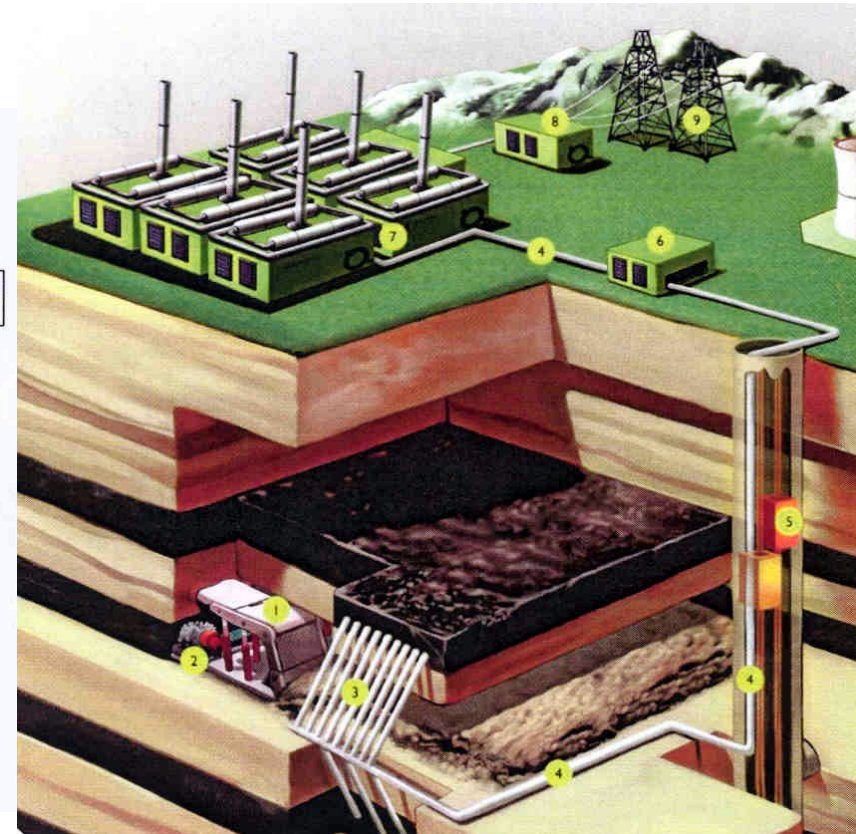
- gaz zaabsorbowany w materii węglowej,
- występuje również w stanie wolnym w skałach otaczających pokłady węgla lub rozpuszczony w warstwach wodonośnych,
- stosunkowo łatwe udostępnienie otworami z powierzchni lub wyrobisk dołowych w trakcie eksploatacji pokładów,
- ilość możliwego do pozyskania gazu jest ściśle związana z przepuszczalnością węgla,
- przy słabej przepuszczalności konieczne jest szczelinowanie (hydroszczelinowanie),
- w warunkach polskich znaczne zasoby możliwe do wykorzystania.



Sposoby pozyskiwania metanu

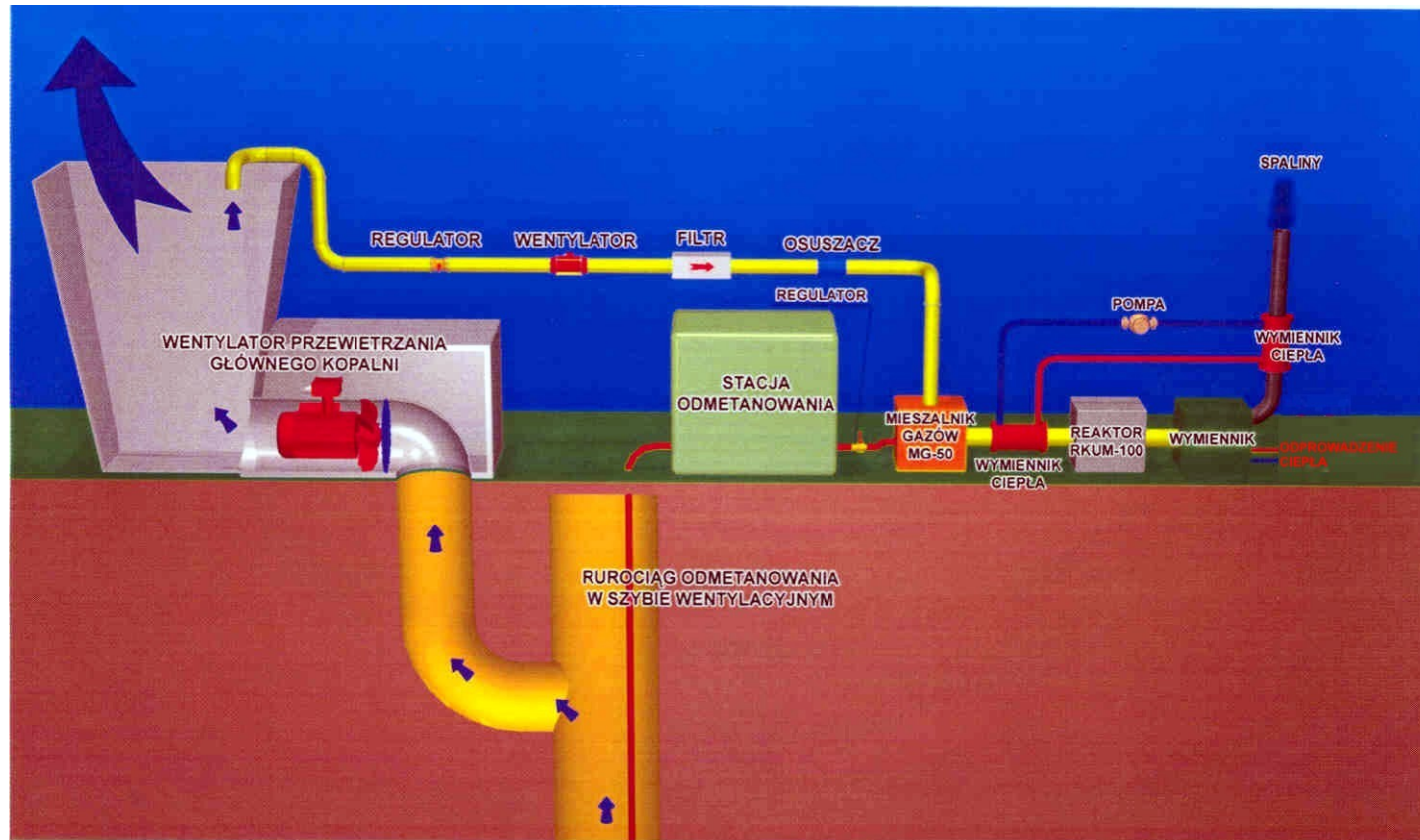


Pozyskiwanie metanu z powierzchni
(z pokładów nieodprężonych) - CBM



Pozyskiwanie metanu podczas eksploatacji
(z pokładów odprężonych) - CMM

Sposoby pozyskiwania metanu



Schemat instalacji wykorzystującej metan z powietrza wentylacyjnego jako paliwo dla reaktora - VAM

Właściwości fizykochemiczne metanu

Parametry	Jednostka	Wartość
Gęstość normalna obliczona	kg/m ³	0,7156
Gęstość normalna zmierzona	kg/m ³	0,7178
Gęstość względem powietrza	-	0,55
Temperatura wrzenia	K	111,46
Temperatura krytyczna	K	191,05
Temperatura zapłonu mieszaniny metanowo-powietrznej	°C	650-1100
Ciśnienie krytyczne	MPa	4,64
Gęstość krytyczna	kg/m ³	162
Masa molowa	kg/kmol	16,043
Stała gazowa	J/(kg·K)	518,37
Pojemność cieplna właściwa	kJ/(kg·K)	2,177
Wartość opałowa	MJ/m _n ³	35,89
	MJ/kg	50,5
Ciepło spalania	MJ/m _n ³	39,83
	MJ/kg	55,53
Stężenia stechiometryczne	% obj.	9,48
Dolna granica wybuchowości	% obj.	5,0
Górna granica wybuchowości	% obj.	15,0
Minimalna energia zapłonu w powietrzu	mJ	0,25

Zasoby metanu pokładów węgla w mld m³
(stan na 31.12.2011r.)
według opracowania PIG

Wyszczególnienie	Zasoby wydobywalne		Zasoby przemysłowe
	bilansowe	pozabilansowe	
Złóża udokumentowane ogółem (54 złoża)	89,1	16,9	5,6
w tym złoża w obszarach eksploatowanych złóż węgla kamiennego (29 złóż)	34,3	0,2	4,3

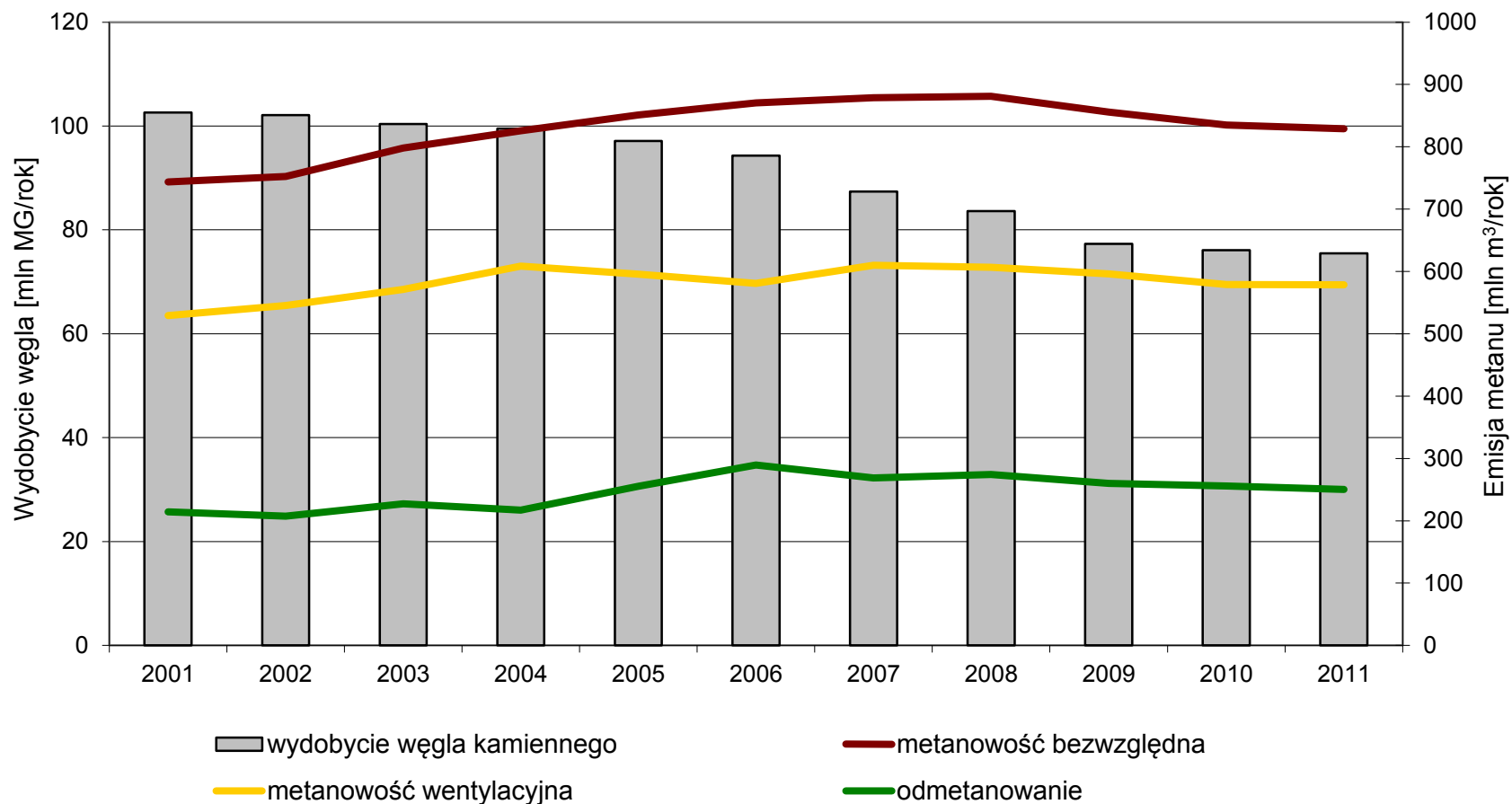
Udokumentowane wydobywalne bilansowe zasoby metanu wynoszą 89,1 mld m³, w tym w złożach eksploatowanych – 34,3 mld m³. Zasoby przemysłowe metanu w obszarach eksploatowanych złóż węgla kamiennego wynoszą 4,3 mld m³. Poza tym w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym geologiczne zasoby prognostyczne i perspektywiczne metanu pokładów węgla oceniane są na ok. 107 mld m³.

Metanowość oraz całkowita ilość ujętego i zagospodarowanego metanu w kopalniach węgla kamiennego w Polsce w latach 2001 - 2011

Wyszczególnienie	Rok										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Metanowość całkowita [mln m ³ /rok]	743,7	752,6	798,1	825,9	851,1	870,3	878,9	880,9	855,7	834,9	828,8
Ilość ujętego metanu [mln m ³ /rok]	214,3	207,3	227,1	217,2	255,3	289,5	268,8	274,2	259,8	255,9	250,2
Ilość zagospodarowanego metanu [mln m ³ /rok]	131,5	122,4	127,8	144,2	144,8	158,3	165,7	156,5	159,5	161,1	166,3
Liczba kopalń węgla kamiennego	42	42	41	39	33	33	31	31	31	32	31
Wydobycie węgla kamiennego [mln ton]	102,6	102,1	100,4	99,5	97,1	94,3	87,4	83,6	77,3	76,1	75,5
Wskaźnik ujęcia metanu [%]	28,5	26,3	30,0	33,3	30,6	31,1	30,4	30,7	30,4	30,7	30,2
Wskaźnik wykorzystania ujętego metanu [%]	61,4	59,0	56,3	66,4	56,7	54,7	61,6	57,1	61,4	65,7	66,5

W 2011r. zużycie gazu ziemnego w Polsce wyniosło 14,4 mld m³, a wydobycie gazu ze złóż krajowych 5,6 mld m³.

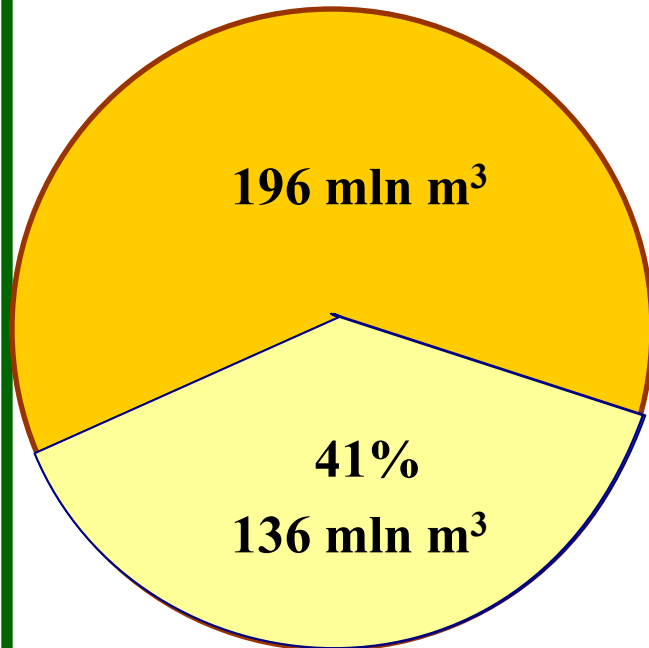
Metanowość kopalń węgla kamiennego w odniesieniu do liczby kopalń i wydobywania węgla kamiennego w Polsce w latach 2001 - 2011



Ujęcie i wykorzystanie metanu w JSW S.A.

2011

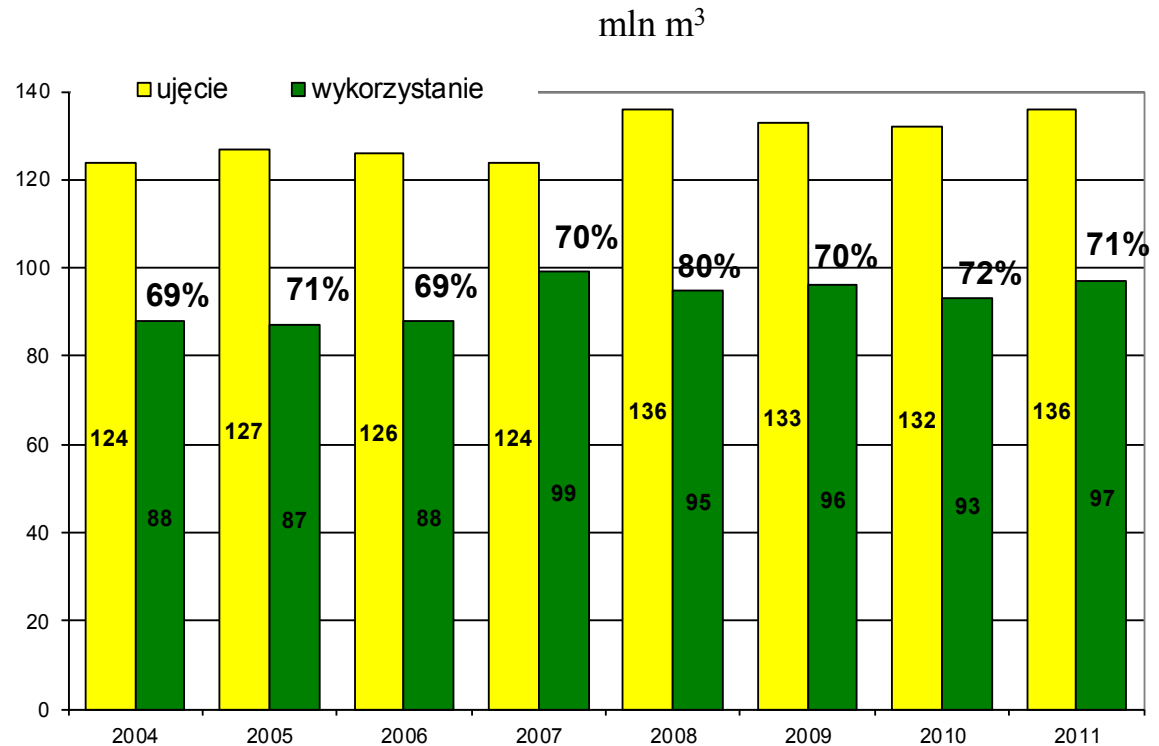
Metan odprowadzany wentylacyjnie



Metan ujęty

odmetanowaniem

Całkowita ilość metanu uwolnionego przy robotach górniczych w 2011 r. wyniosła 332 mln m³



Metan jako paliwo gazowe

Przykład składu gazu z odmetanowania

Składnik	Zawartość
CH ₄ [%]	50,89
C ₂ H ₆ [%]	0,0
C ₂ H ₄ [%]	0,0
N ₂ [%]	40,39
CO [%]	0,0008
CO ₂ [%]	1,37
O ₂ [%]	7,35
H ₂ [%]	0,0

Parametr	Wartość
Wartość opałowa [MJ/m _n ³]	18,1
Gęstość w warunkach normalnych [kg/m _n ³]	1,002
Masa cząsteczkowa [kg/kmol]	22,41
Liczba Wobbego [MJ/m _n ³]	20,56
Udział H ₂ S, NO _x , siarki organicznej [%]	0,0
Zawartość cząstek stałych [mg/m _n ³]	1 ÷ 2

Wartość opałowa [MJ/kg]

metan 50,0

węgiel 21,5

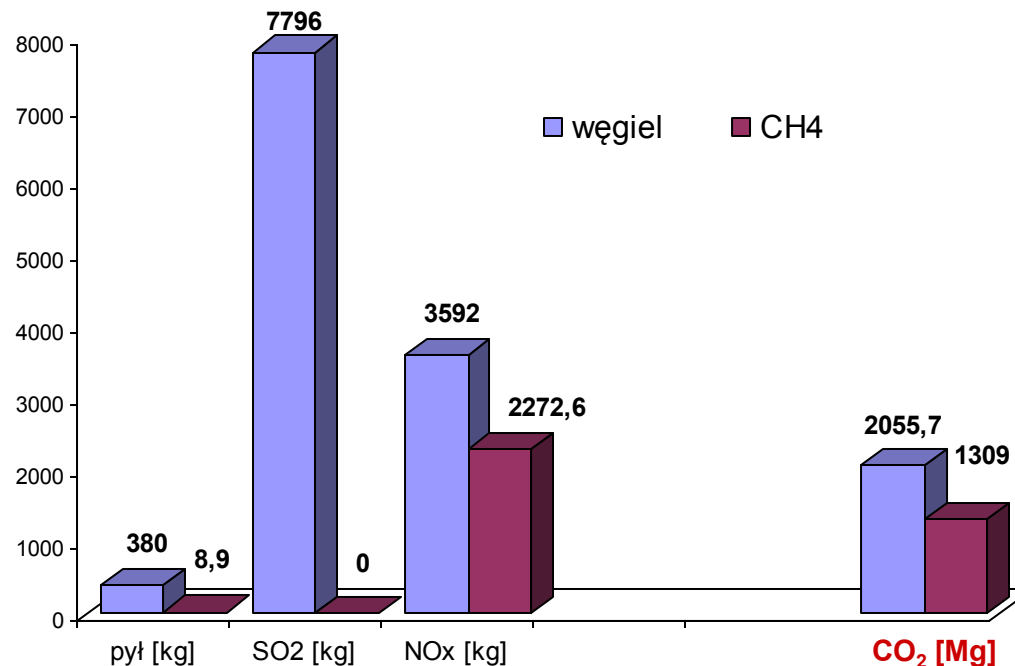
Koszt 1 GJ w paliwie jest dla metanu o 30% niższy od węgla

wg danych Spółki Energetycznej Jastrzębie S.A.

Metan jako paliwo gazowe

1000 Mg węgla o średnich parametrach (22 000 kJ/kg, zapopielenie 25%)
jest równoważne energetycznie
 614 216 m³ metanu.

Spalając te wielkości uzyskamy emisję:



wg danych Spółki Energetycznej Jastrzębie S.A.

Wpływ emisji metanu do atmosfery na efekt cieplarniany i możliwości jego ograniczenia przez spalanie metanu

Parametry gazów wywołujących efekt cieplarniany

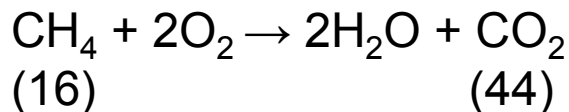
Parametr	CO₂	CH₄	CFC-11	CFC-12	N₂O	Inne
Wskaźnik efektu cieplarnianego	1	21	3 500	7 300	290	-
Koncentracja [ppm]	353	1,72	0,00028	0,00048	0,31	
Roczny wzrost koncentracji [%]	0,5	0,9	4,0	4,0	0,25	
Średni okres „życia” w atmosferze [lata]	50 ÷ 200	10	130	130	150	
Względny udział w powstawaniu efektu cieplarnianego w czasie ostatnich 100 lat	61%	15%	11,5%		4%	

Wpływ emisji metanu do atmosfery na efekt cieplarniany i możliwości jego ograniczenia przez spalanie metanu (c.d)

Szacowana emisja metanu z różnych źródeł

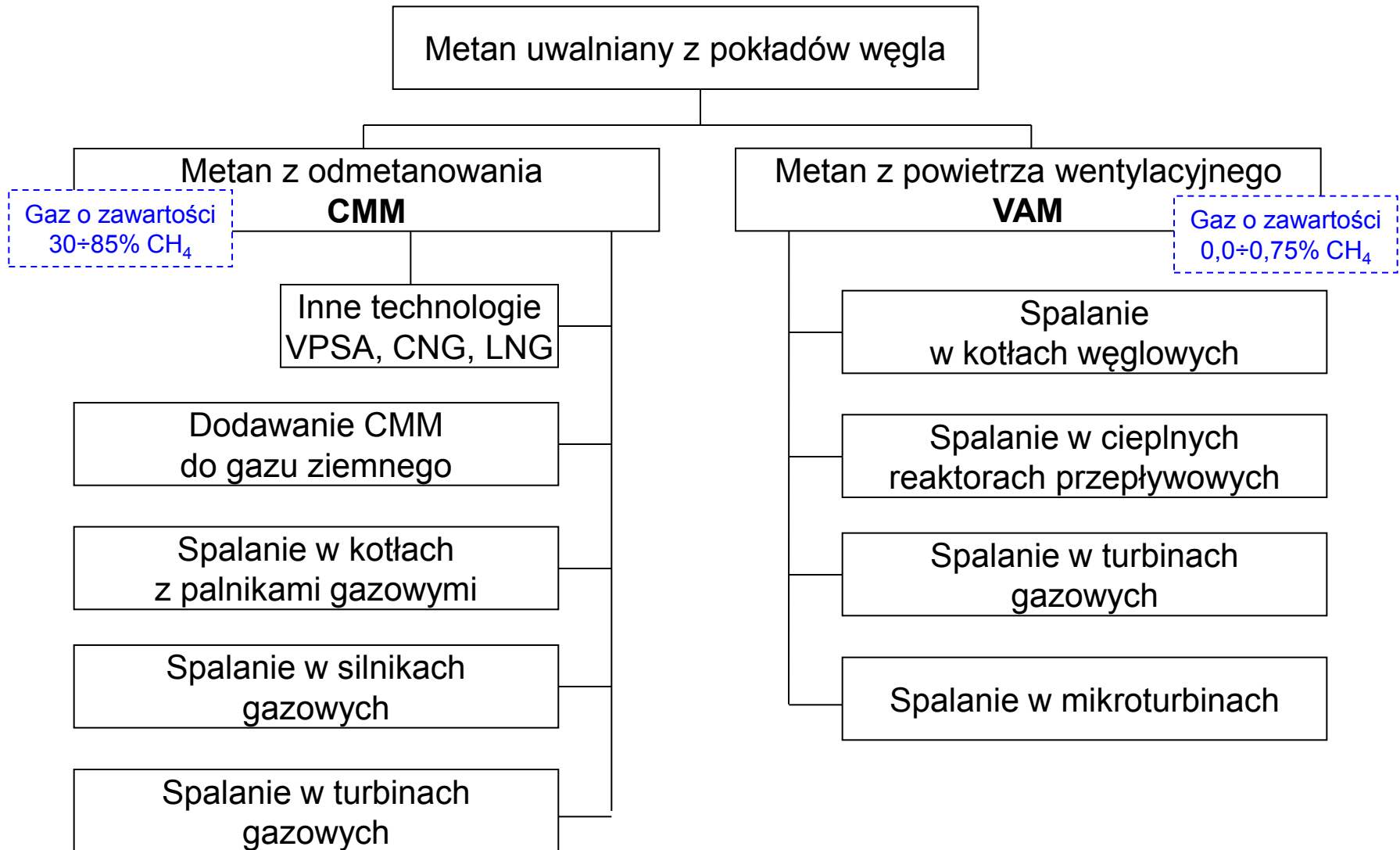
Źródło emisji	Szacowana emisja [mln Mg/rok]
Górnictwo węglowe	25 ÷ 47
Przetwórstwo ropy naftowej	30 ÷ 72
Hodowla zwierząt	65 ÷ 100
Odpady zwierzęce	20 ÷ 30
Uprawa ryżu	20 ÷ 150
Spalanie biomasy	20 ÷ 80
Składowanie odpadów	20 ÷ 70
Oczyszczanie ścieków	25
Bagna i torfowiska	100 ÷ 200
Termity	10 ÷ 50
Oceany i wody śródlądowe	6 ÷ 45
Hydraty gazowe	0 ÷ 5

Niekorzystny wpływ emisji metanu do atmosfery można znacznie ograniczyć poprzez jego spalanie. W wyniku reakcji spalania z 1 Mg metanu otrzymuje się 2,75 Mg CO₂.

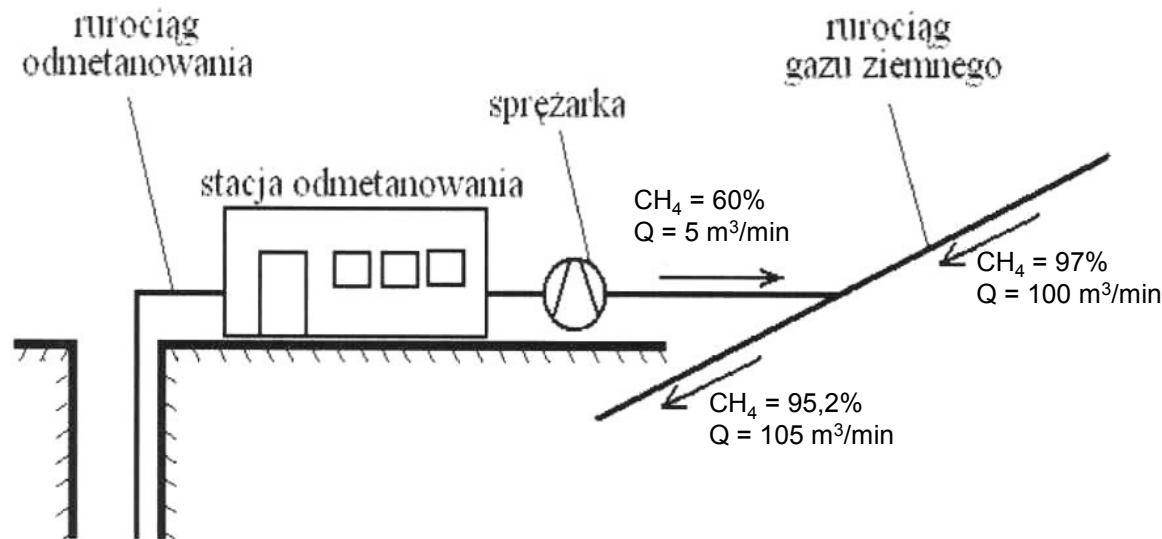


W związku z tym, że szkodliwość 1 Mg metanu jest 21 razy większa niż szkodliwość 1 Mg CO₂ spalanie 1Mg metanu pozwala zmniejszyć emisję w przeliczeniu na CO₂ o 18,25 Mg.

Metody gospodarczego wykorzystania metanu uwalnianego z pokładów węgla



Właczanie metanu z odmetanowania do sieci gazowniczych gazy ziemnego

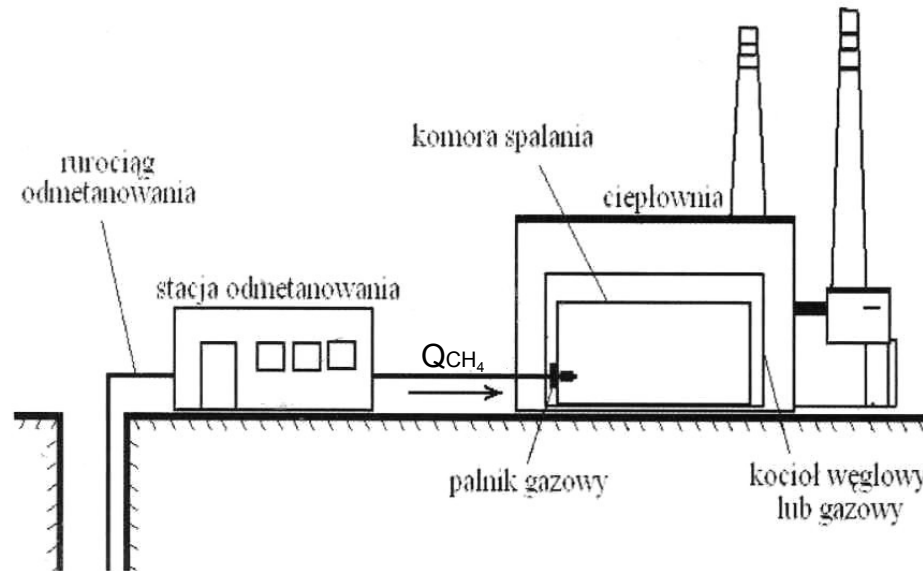


Schemat ideowy włączanie metanu do sieci gazu ziemnego

Gaz z metanem ze stacji odmetanowania może być włączany do rurociągu sieci gazu ziemnego, np. wysokoprężnej, którym przepływa strumień gazu ziemnego o dużym wydatku strumienia. W wyniku regulowanego mieszania strumieni gazów może nastąpić nieznaczny spadek zawartości metanu w rurociągu gazu ziemnego.

Wykorzystanie metanu jako paliwa w palnikach gazowych kotłów węglowych lub kotłach gazowych

Spalanie metanu w ciepłowniach, w kotłach węglowych lub gazowych przez zainstalowanie palników gazowych przedstawiono na przykładzie schematu ideowego.

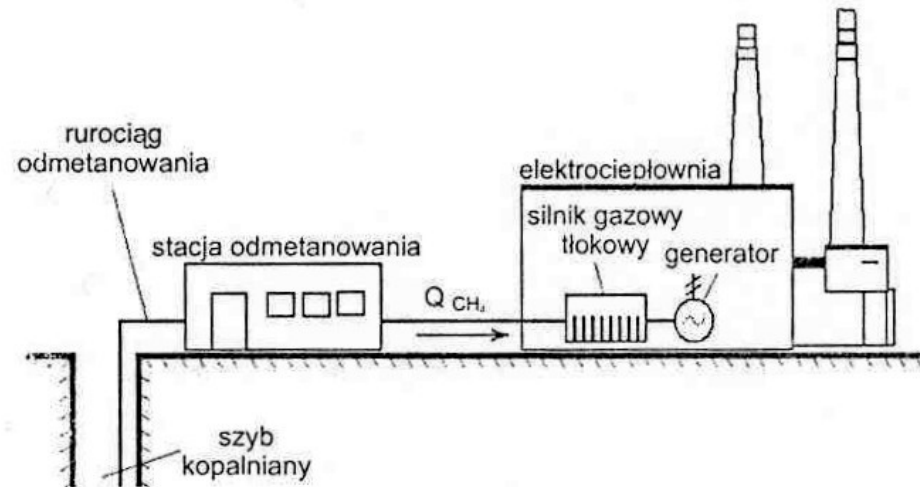


Schemat ideowy spalania metanu w palnikach gazowych kotłów węglowych lub gazowych

Technologia ta jest stosowana w wielu kopalniach ze względu na możliwość relatywnie prostego i niekosztownego przystosowania kotłów węglowych. Rozwiązania takie stosuje np. Spółka Energetyczna Jastrzębie S.A. w Elektrociepłowniach Moszczenica i Zofiówka.

Wykorzystanie metanu jako paliwa w silnikach gazowych

Ze względu na wysoką sprawność oraz stosunkowo niski poziom wymaganych nakładów inwestycyjnych większość skojarzonych układów energetyczno-ciepłych budowana jest z wykorzystaniem silników gazowych.

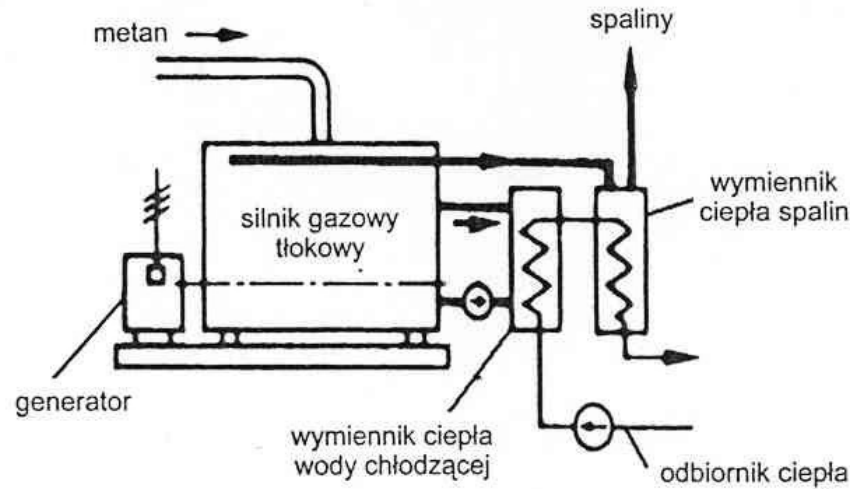


Schemat ideowy wykorzystania metanu jako paliwa napędzającego gazowe silniki tłokowe

Ze względu na budowę oraz układ zasilania metanem silniki tłokowe dzielimy na:

- silniki gazowe z zapłonem iskrowym (silniki małych i średnich mocy);
- silniki dwupaliwowe, tzn. zasilane paliwem gazowym oraz niewielką dawką paliwa ciekłego w celu zainicjowania zapłonu mieszanki (silniki średnich mocy);
- silniki wysokoprężne (silniki największej mocy).

Wykorzystanie metanu jako paliwa w silnikach gazowych (c.d.) Wydobywamy to, co najlepsze



Schemat ideowy budowy elektrociepłowni blokowej z zastosowaniem silnika gazowego

Układ stacjonarnego silnika tłokowego składa się z następujących elementów:

- turbosprężarki;
- układu chłodzenia powietrza dolotowego;
- układu cylindrów na V lub szeregowo w liczbie 6, 8, 12, 16, 20;
- układu odzysku ciepła.

Najczęściej używane silniki z zapłonem iskrowym można podzielić na:

- silniki spalające bogatą mieszanekę gazowo-powietrzną o składzie zbliżonym do stechiometrycznej (o małym stosunku sprężania,
- silniki spalające ubogą mieszanekę gazowo-powietrzną (wykorzystujące wstępną komorę spalania)

Wykorzystanie metanu jako paliwa w silnikach gazowych (c.d.)

Sprawność cieplna procesu wytwarzania energii elektrycznej przy wykorzystaniu silników gazowych wynosi od 30% do ponad 40%.

Dostępne na rynku urządzenia, charakteryzują się następującymi parametrami:

- zakres mocy elektrycznej - od kilku kilowatów do 5 MW;
- jednostkowe zużycie paliwa - od 8,7 MJ/kW_{el} do 14 MJ/kW_{el};
- sprawność całkowita - od 75% do 87%;
- temperatura spalin - od 300°C do 400°C.

W typowym układzie ciepłowniczym, kiedy wymagana temperatura zasilania nie przekracza 110°C, uzyskiwane sprawności całkowite wynoszą ponad 82%.

Podstawowe zalety silników gazowych to:

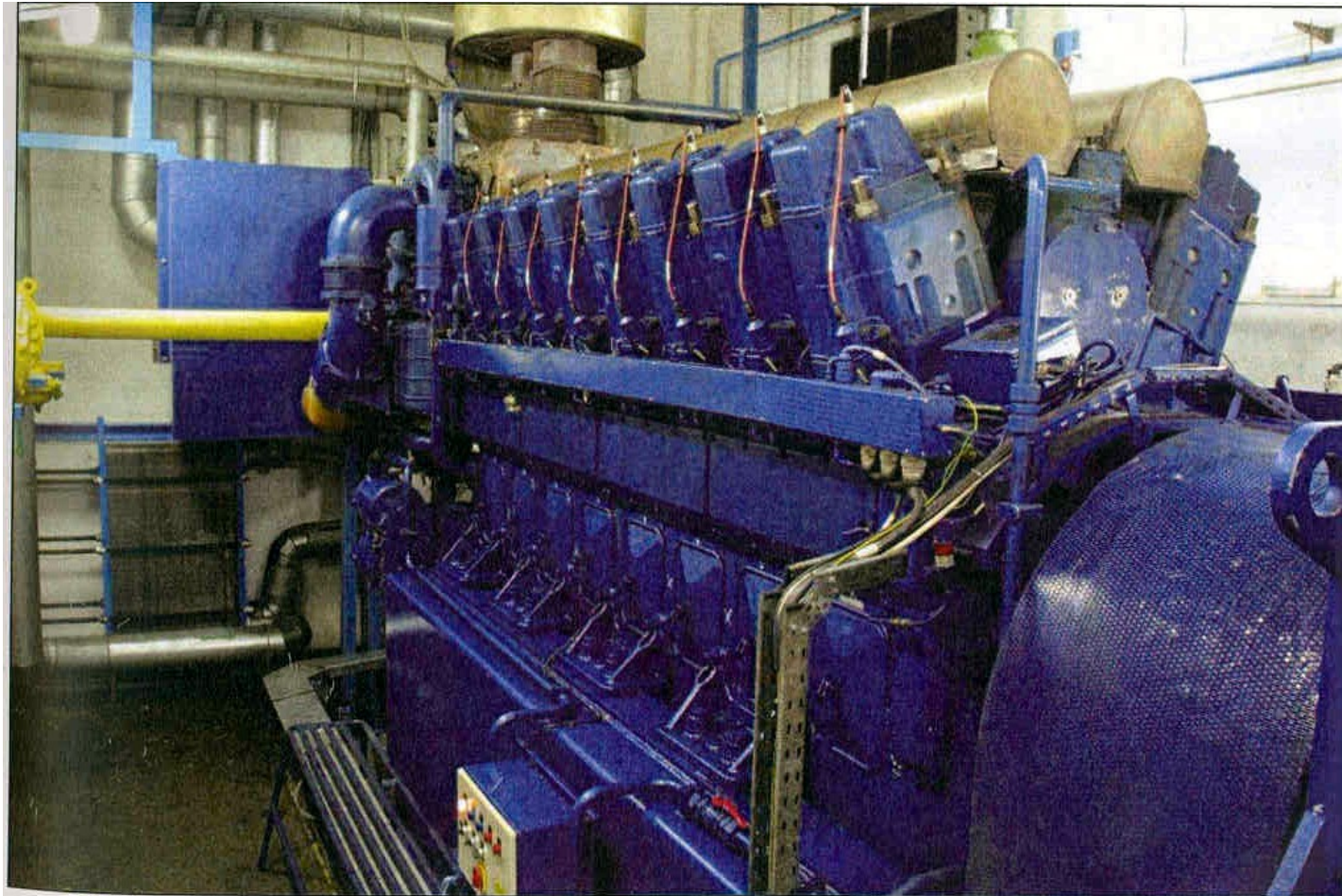
- wysoka sprawność elektryczna i ogólna,
- korzystna charakterystyka regulacyjna.

Wady silników gazowych to:

- stosunkowo wysokie koszty konserwacji i remontów,
- skomplikowany układ odzysku ciepła,

Głównymi producentami silników gazowych są firmy: Deutz A.G., GE Jenbacher A.G., Wartsila, Nohab, Perkins Engine, Viessmann oraz Caterpillar.

Silnik gazowy w KWK „Krupiński”, typ TBG 632 V16



Gospodarcze wykorzystanie metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. na przykładzie skojarzonego układu energetyczno-chłodniczego w KWK „Pniówek”

Skojarzony układ energetyczno-chłodniczy w KWK „Pniówek” składa się (wg stanu na 2001r.) z:

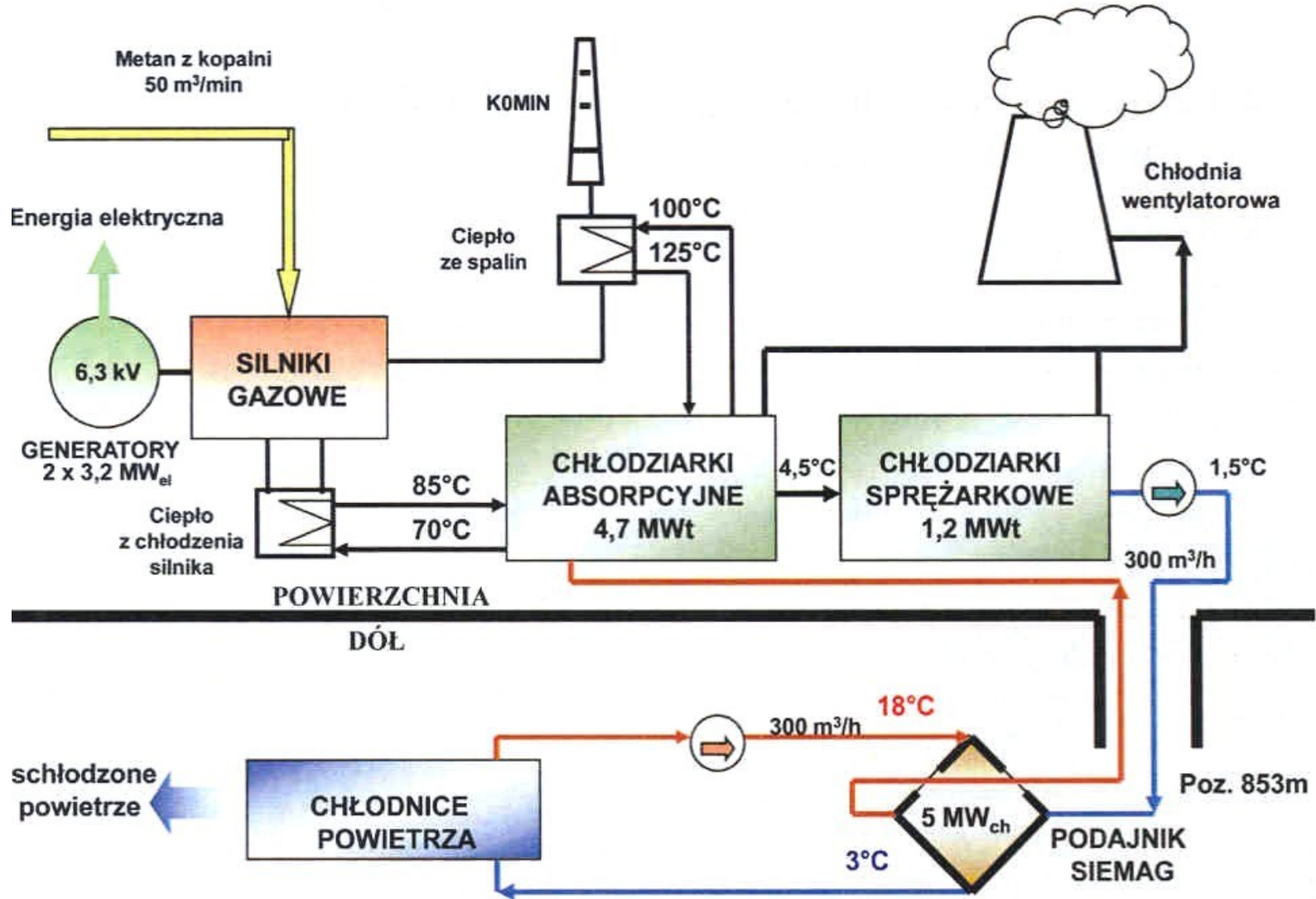
- części powierzchniowej (silniki gazowe, chłodziarki, instalacje przesyłowe),
- części dołowej (podajnik trójkomorowy SIEMAG na poz. 858, rurociąg w szybie, rurociągi dołowe, chłodnice).

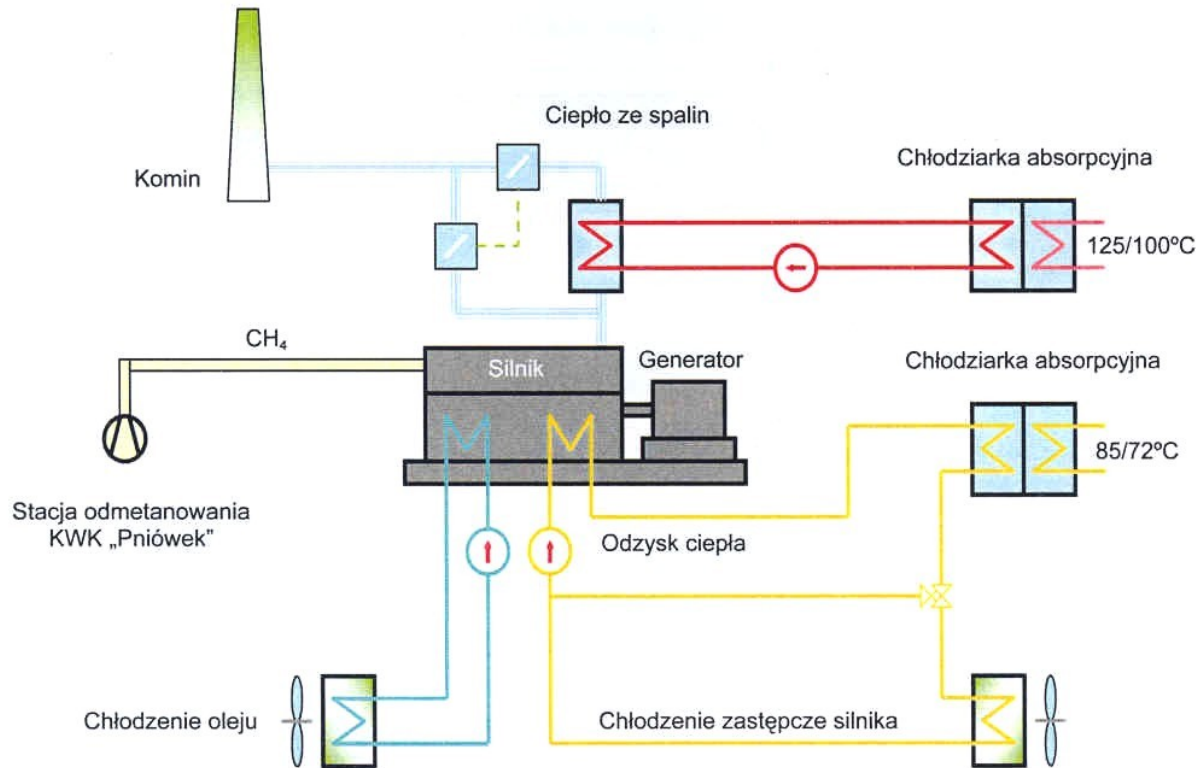
Dane techniczne skojarzonego układu energetyczno-chłodniczego w kopalni „Pniówek” (wg stanu na 2001 rok), są następujące:

- dwa silniki gazowe typu TBG 632 V16 firmy Deutz;
- paliwo – gaz z odmetanowania kopalni „Pniówek” o wydatku ok. 50 m³/min i o stężeniu metanu 50÷ 60%;
- moc elektryczna – 6,4 MW;
- moc cieplna – 7,4 MW;
- dwa układy chłodziarek absorpcyjnych – moc chłodnicza 4660 kW;
- dwie chłodziarki sprężarkowe – moc chłodnicza 1140 kW;
- moc chłodnicza – 5 MW_{ch}

Gospodarcze wykorzystanie metanu w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. Okres 2000 – 2011 (cd.)

Skojarzony układ energetyczno-chłodniczy w KWK „Pniówek” – stan na 2001 r.

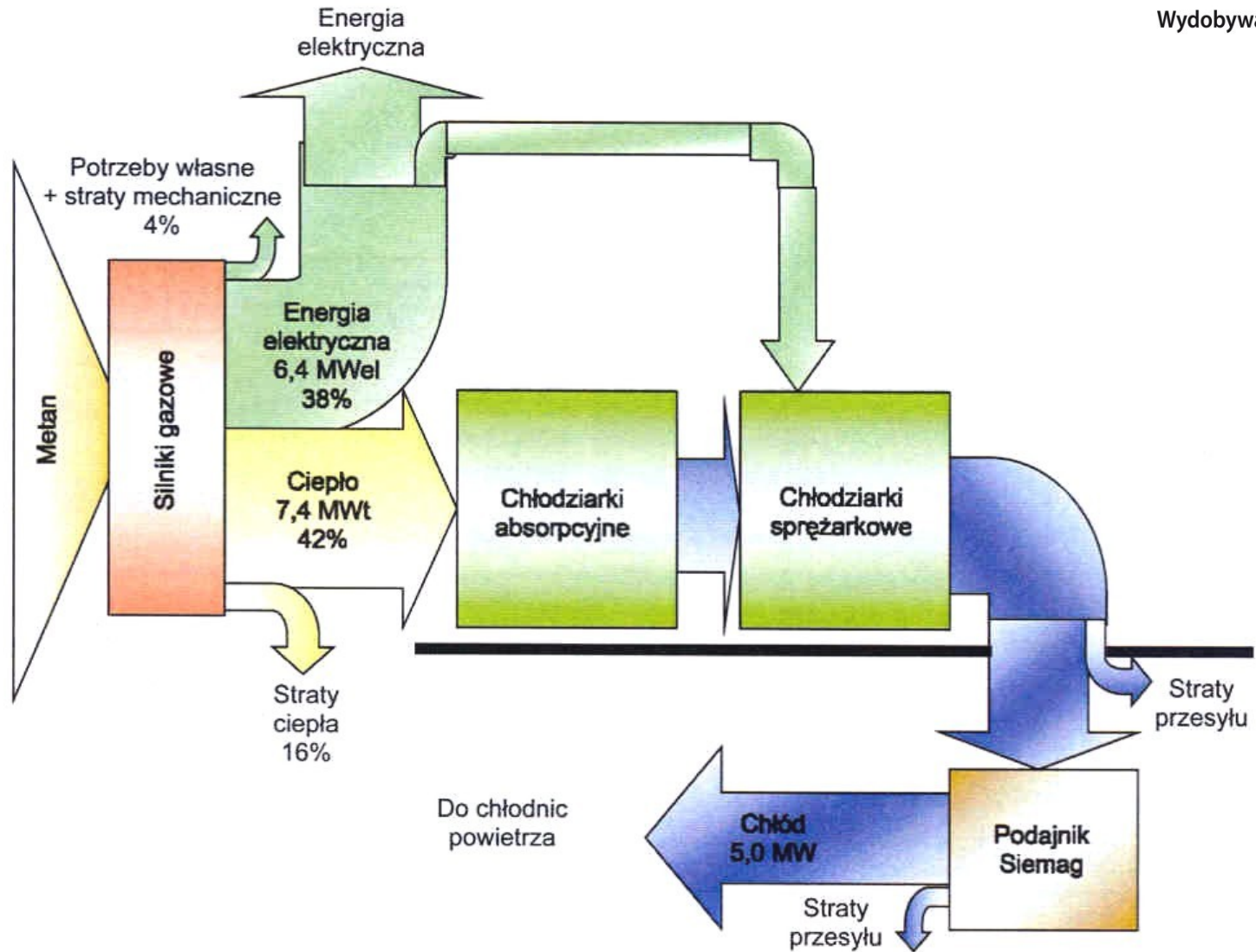




Schemat układu technologicznego z silnikiem gazowym TBG 632 V16 w KWK „Pniówek”



Skojarzony układ energetyczno-chłodniczy w KWK „Pniówek”



Bilans skojarzonego układu energetyczno-chłodniczego w KWK „Pniówek” (wg stanu na 2001 r.)

Rozbudowa skojarzonego układu energetyczno-chłodniczego w KWK „Pniówek”

Freecooling

Na przełomie 2007/2008 zabudowano na powierzchni układ tzw. „freecoolingu”, którego działanie polega na schładzaniu wody przy wykorzystaniu powietrza atmosferycznego a co za tym idzie częściowe odciążenie chłodziarek absorpcyjnych. Układ jest załączany gdy temperatura wody cieplej z dołu kopalni jest wyższa od temperatury powietrza atmosferycznego. Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego decyduje o tym jaki strumień zostanie skierowany do instalacji „freecoolingu” a jaki na chłodziarki absorpcyjne. Woda w układzie freecoolingu” chłodzona jest glikolem a glikol w chłodnicach schładzany powietrzem atmosferycznym. Maksymalna wydajność chłodnicza układu „freecoolingu” przy minus 30°C wynosi 3,5 MW.

Dodatkowe silniki

Trzeci silnik (o mocy $3,9 \text{ MW}_{el} + 4,2 \text{ MW}_t$) w kop „Pniówek” został zabudowany w roku 2006 r., natomiast czwarty silnik (o mocy $4,0 \text{ MW}_{el} + 4,2 \text{ MW}_t$) uruchomiono w listopadzie 2011 r.

Chłodzenie na poz. 1000

Rok 2008

Zabudowa dodatkowego członu klimatyzacji o mocy chłodniczej $2,5 \text{ MW}_{ch}$

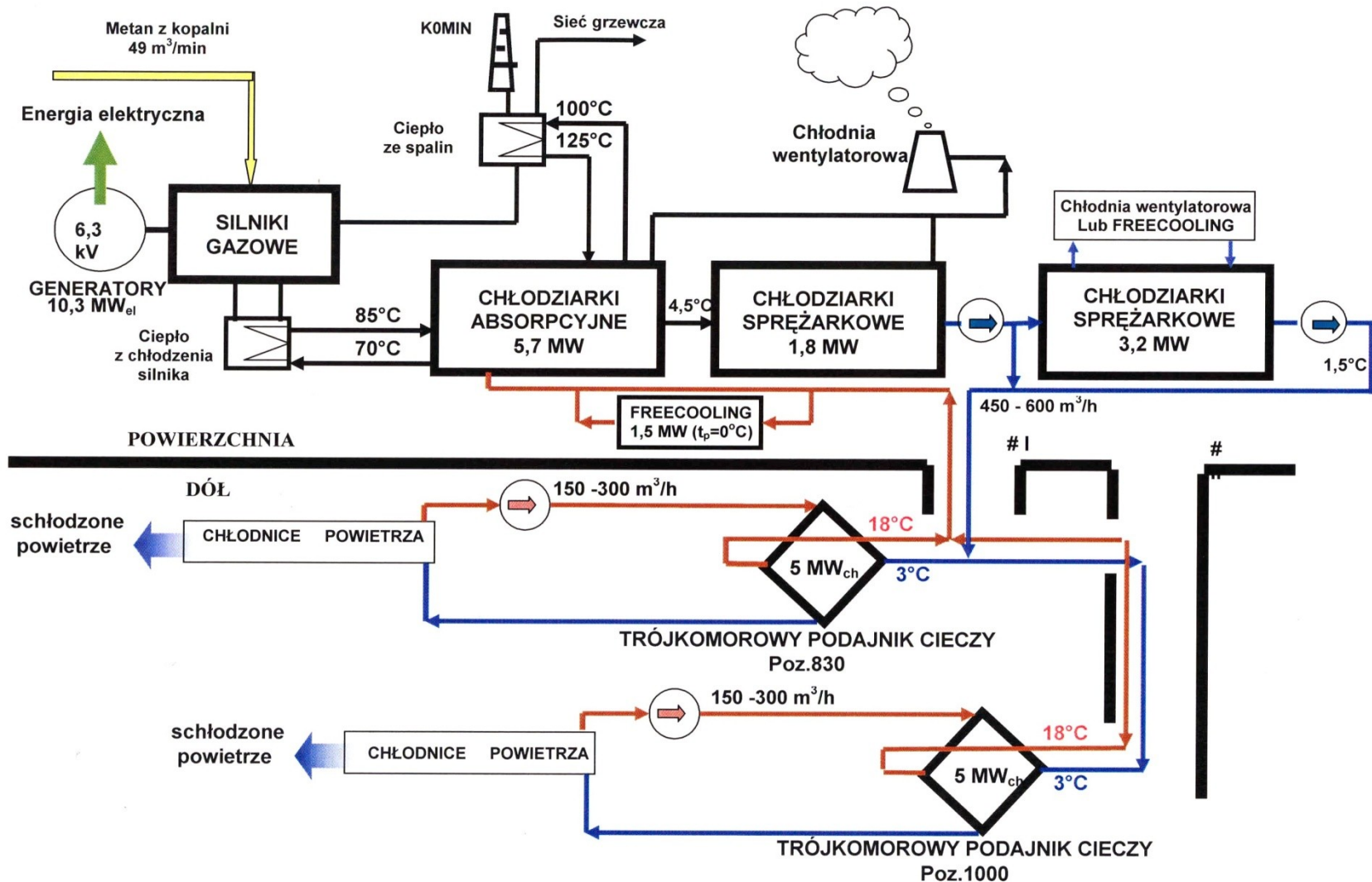
Rok 2009

Zabudowa podajnika trójkomorowego SIEMAG DRK 250 na poziomie 1000 dla zapewnienia odbioru ciepła z tego poziomu.

Rok 2010

Zabudowa dodatkowego układu pompowego i chłodziarek sprężarkowych $2 \times 1,6 \text{ MW}_{ch}$ dla zwiększenia mocy chłodniczej w układzie centralnej klimatyzacji kopalni.

Rozbudowa skojarzonego układu energetyczno-chłodniczego w KWK „Pniówek” (cd.)



Wyniki produkcyjne trójgeneracyjnego układu energetycznego w KWK „Pniówek”

Silnik TBG 632 V16 nr 1	Silnik TBG 632 V16 nr2	Silnik TCG 2032 V16 nr 3	Silnik TCG 2032 V16 nr 4	Łączny wynik produkcyjny czterech silników gazowych
czerwiec 2000 r.	październik 2000 r.	grudzień 2006 r.	listopad 2011 r.	
Moc: 3,2 MW _{el} + 3,7 MW _t	Moc: 3,2 MW _{el} + 3,7 MW _t	Moc: 3,9 MW _{el} + 4,2 MW _t	Moc: 4,0 MW _{el} + 4,2 MW _t	
Wyszczególnienie	Silnik nr 1 i nr 2	Silnik nr 3	Silnik nr 4	
Okres od uruchomienia do:	31.03.2012 r.	31.03.2012 r.	31.03.2012 r.	31.03.2012 r.
Zużycie metanu	157,9 mln m ³	36,4 mln m ³	2,7 mln m ³	197,0 mln m³
Produkcja energii elektrycznej	542,5 tys. MWh	143,0 tys. MWh	11,1 tys. MWh	696,6 tys. MWh
Produkcja ciepła	1 644,0 tys. GJ	171,9 tys. GJ	14,1 tys. GJ	1 830,0 tys. GJ
Wartość produkcji ogółem	138,4 mln zł	42,5 mln zł	4,2 mln zł	185,1 mln zł

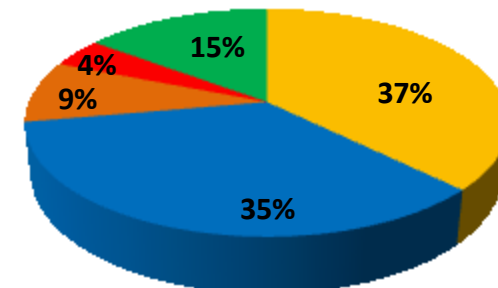
Produkcja chłodu dla potrzeb kopalni

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Energia chłodu [MWh]	29 683	30 066	24 871	25 677	24 079	20 306	25 646	26 402	34 441

Ujęcie i wykorzystanie metanu w 2011r.

Kopalnia	Całkowita ilość ujętego metanu (tys.m ³)	Zagospodarowanie ujętego metanu			
		Łączna ilość i udział % zagospodarowanego metanu		Wyszczególnienie	
		(tys.m ³)	[%]	Ilość metanu (tys.m ³)	Sposób wykorzystania
R. „Borynia”	6.602,1	4.863,3	74	2.725,3 1.175,7 962,3	Silnik gazowy JMS 612 GS Kotły gazowe 2 x 1,2 MW _t EC „Moszczenica”
„Budryk”	13.409,7	11.740,5	88	10.293,2 1.447,3	Silniki gazowe TBG 620 V 20K Kocioł WR-10
„Jas-Mos”	9.118,8	7.553,2	83	7.553,2	EC „Moszczenica”
„Krupiński”	42.116,1	21.380,6	51	13.235,0 1.399,3 4.118,3 255,4 2 314,1 58,5	Silniki gazowe TBG 632V16 i TCG 2032 V16 Kotły WR i PWPg-6 Suszarnia flotokoncentratu kop. „Krupiński” LNG Silesia - odebrany - nieodebrany zapłacony Silniki Caterpillar
„Pniówek”	49.113,3	37.458,4	76	6.484,2 4.966,4 20.065,9 5.941,9	EC „Moszczenica” EC „Zofiówka” Silniki gazowe TBG 632V16 i TCG 2032 V16 Kotły ciepłowni „Pniówek”
R. „Zofiówka”	15.370,0	13.835,2	90	239,8 13.595,4	EC „Moszczenica” EC „Zofiówka”
JSW S.A.	135.730,0	96.831,2	71	8.077,8	Zakłady JSW S.A. w tym: 1.175,7 Kotły gazowe Ruch „Borynia” 4.118,3 Suszarnia flotokoncentratu kop. „Krupiński” 58,5 Silniki Caterpillar kop. „Krupiński” 2.725,3 Silnik gazowy JMS 612 GS Ruch „Borynia”
				74.443,4	SEJ S.A. w tym: 15.239,5 EC „Moszczenica” 18.561,8 EC „Zofiówka” 33.300,9 Silniki gazowe TBG 632V16 i TCG 2032 V16 7.341,2 Kotły gazowe i WR
				11.740,5	ZPC „Żory” Sp. z o.o. w tym: 1.447,3 Kocioł WR-10 10.293,2 Silniki gazowe TBG 620 V 20K
				2.569,5	LNG Silesia
				96.831,2	Ogółem
				46.377,9	w tym silniki gazowe

Wykorzystanie metanu w JSW S.A. - 96,8 mln m³



- Silniki
- Współspalanie z węglem
- Kotły gazowe
- Suszarnie flotokoncentratu
- Sprzedaż odbiorcom zewnętrznym

Inwestycje związane z wykorzystaniem metanu w latach 1997 - 2011

Inwestycja	Nakłady [mln zł]
<u>I. Układy kogeneracyjne</u>	
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
2011 Silniki G3520 C CMM o mocy 2 x 2,0 MW _{el} w kop. „Krupiński”	12,7
2011 Silnik TCG2032 V16 o mocy 4,0 MW _{el} w kop. „Pniówek”	11,5
2011 Silniki TCG2032 V16 o mocy 4,0 MW _{el} w EC „Moszczenica”	11,6
<u>II. Układ centralnej klimatyzacji kop. „Pniówek”</u>	
2000 Silniki TBG632 V16 o mocy 2 x 3,2 MW _{el} wraz z układem centralnej klimatyzacji o mocy 5 MW _{ch}	53,0
<u>III. Budowa i modernizacja stacji odmetanowania</u>	
2005 Budowa stacji odmetanowania przy szybie VI kop. „Jas-Mos”	3,6
2005 Modernizacja stacji odmetanowania kop. „Pniówek”	9,0
<u>IV. Inne działania</u>	
1998 Zabudowa kotłów gazowych o mocy 2x1,2 MW _t w kop. „Borynia”	1,2
2004 Budowa gazociągu „Pniówek” – „Zofiówka”	5,5
2005 Budowa gazociągu „Zofiówka” – EC „Moszczenica”	15,0
2007 Budowa gazociągu kop. „Borynia” – sieć SEJ S.A.	1,4
Razem	158,8

Projekty Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. na najbliższe lata w zakresie wykorzystania metanu

JSW S.A. przewiduje pełne wykorzystanie (ok. 95%) ujętego gazu począwszy od roku 2015 związane z realizacją następujących inwestycji:

	Inwestor	Rok
• wykorzystanie nadwyżek metanu z kopalń „Budryk”, „Pniówek” i „Krupiński” w technologii CNG (sprężanie gazu) i LNG (skraplanie gazu)	CNG Jastrzębie Sp. z o.o. LNG Silesia Sp. z o.o.	2012-2013
• budowa instalacji pozyskania metanu z pola Moszczenica KWK „Jas-Mos” w celu wykorzystania w gospodarce komunalnej miasta Jastrzębie Zdrój.		2012-2013
• uruchomienie, przy współpracy z konsorcjum uczelni, instalacji badawczej w skali półtechnicznej dla utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego		2012
• zabudowa układu kogeneracyjnego o mocy 4,0 MWel w rejonie szybu VI w KWK „Budryk” (dodatkowo 4,0 MWel w latach późniejszych w zależności od podaży gazu).		2013-2015

Zestawienie silników gazowych pracujących na gazie z odmetanowania kopalń

Rok uruchomienia	Kopalnia	Spółka	Moc elektryczna [MW]	Typ silnika
1997	KWK "Krupiński"	JSW S.A.	3,00	TBG 632 V16
2000	KWK "Pniówek"	JSW S.A.	3,20	TBG 632 V16
2000	KWK "Pniówek"	JSW S.A.	3,20	TBG 632 V16
2005	KWK "Krupiński"	JSW S.A.	3,90	TCG 2032
2006	KWK "Pniówek"	JSW S.A.	3,90	TCG 2032
2008	KWK "Borynia-Zofiówka"	JSW S.A.	1,80	JMS 612 GS
	KWK "Budryk"	JSW S.A.	1,67	TBG 620 V20K
	KWK "Budryk"	JSW S.A.	1,67	TBG 620 V20K
	KWK "Budryk"	JSW S.A.	1,67	TBG 620 V20K
2011	KWK "Krupiński"	JSW S.A.	2,00	Caterpillar
2011	KWK "Krupiński"	JSW S.A.	2,00	Caterpillar
2011	KWK "Pniówek"	JSW S.A.	4,00	TCG 2032 V16
2011	EC "Moszczenica"	JSW S.A.	4,00	TCG 2032 V16
	Razem JSW S.A.		36,00	
2009	KWK "Mysłowice-Wesoła"	Katowicki Holding Węglowy S.A.	1,40	JMS 420
2009	KWK "Mysłowice-Wesoła"	Katowicki Holding Węglowy S.A.	1,40	JMS 420
	Razem Katowicki Holding Węglowy S.A.		2,80	
1999	KWK "Bielszowice"	Kompania Węglowa S.A.	0,54	JMS 312GS-B.LC
1999	KWK "Halemba"	Kompania Węglowa S.A.	0,54	JMS 312GS-B.LC
2009	KWK "Sośnica-Makoszowy"	Kompania Węglowa S.A.	1,95	Tedom Quanto D 2000 SP
2009	KWK "Szczygłowice"	Kompania Węglowa S.A.	1,95	Tedom Quanto D 2000 SP
	Razem Kompania Węglowa S.A.		4,98	
	RAZEM		43,78	

Efekty wykorzystania metanu w Jastrzębskiej Spółce Węglowej S.A.

Efekty ekonomiczne uzyskiwane przez dzięki wykorzystaniu metanu.

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

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

Poniżej przedstawiono efekt ekonomiczny związany z gospodarczym wykorzystaniem metanu uzyskany w JSW S.A. w latach 2007-2011.

	2007		2008		2009		2010		2011	
	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]	Ilość [mln m ³]	Wartość [mln zł]
Sprzedaż metanu	91,4	12,1	87,8	12,5	88,3	13,6	72,3	12,6	74,4	12,3
Zakup tańszej energii elektrycznej	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]	Ilość [tys. MWh]	Wartość [mln zł]
	298,5	11,1	318,5	12,6	293,1	14,7	234,1	18,2	219	21,1
RAZEM	-	23,2	-	25,1	-	28,3	-	30,8	-	33,4

W 2011r. dzięki wykorzystaniu metanu pokryto 23% potrzeb JSW S.A. w zakresie energii elektrycznej oraz 73% w zakresie energii cieplnej.

Przykłady wykorzystania metanu uwalnianego z pokładów węgla w innych krajach

Model „niemiecki” wspierania wykorzystania gazu kopalnianego.

Regulacja aktem prawnym

- EEG Ustawa o energiach odnawialnych w dziedzinie energii elektrycznej w Niemczech (kwiecień 2000 r., nowelizacja - lipiec 2004 r.)
- przyznanie **przywilejów Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) produkcji energii z gazu kopalnianego.**
- priorytetowe przyłączenie instalacji wytwarzania energii elektrycznej z gazu kopalnianego do sieci ogólnego zaopatrzenia w energię elektryczną.
- priorytetowy odbiór, przesył i wynagrodzenie za tą energię przez operatorów sieciowych.
- ogólnokrajowy system wyrównawczy w zakresie odbioru i wynagrodzenia za energię elektryczną.

System wsparcia oceniany jako jeden z najlepszych w Europie

Efekt zmiany prawa - dynamiczny wzrost tak liczby instalacji jak ilości energii elektrycznej wyprodukowanej z metanu kopalnianego:

2002 r. 48 instalacji o sumarycznej mocy **66 MW_{el}**

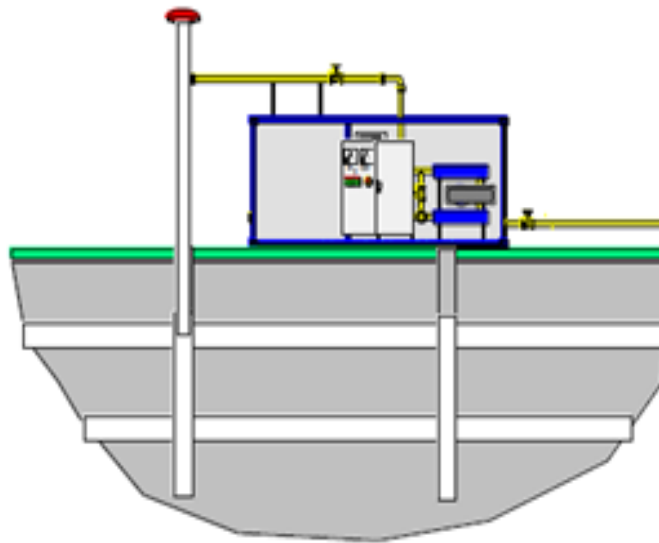
2006 r. 124 instalacje o sumarycznej mocy **166 MW_{el}**

2011r. 143 modułowe bloki elektryczno-ciepłownicze o zainstalowanej mocy **213 MW_{el}**

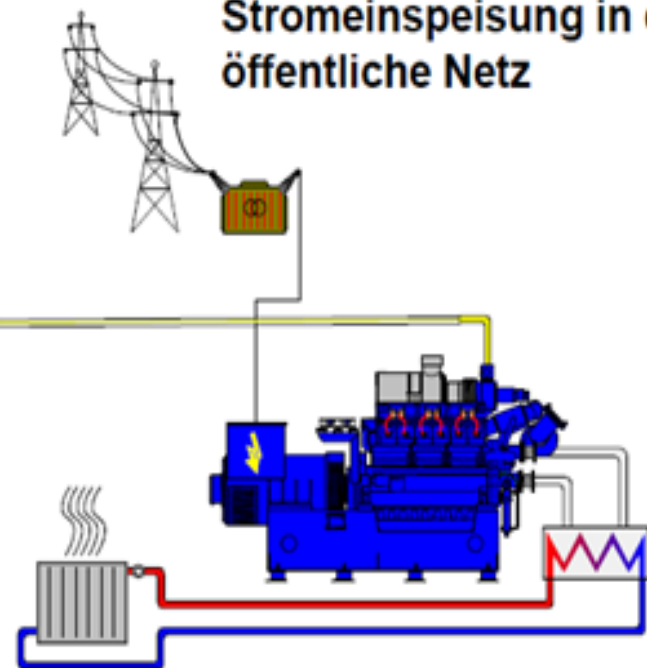
W 2011r. wykorzystano ok. 310 mln m³ metanu, co odpowiada redukcji 4,8 mln t CO₂.

Technisches Prinzip der Grubengasnutzung

Grubengasabsaugung und -verdichtung



Stromeinspeisung in das öffentliche Netz



- Verbrennung in einem konventionellen Gasmotor
- Stromerzeugung mittels Generator
- Nutzung der Motorabwärme

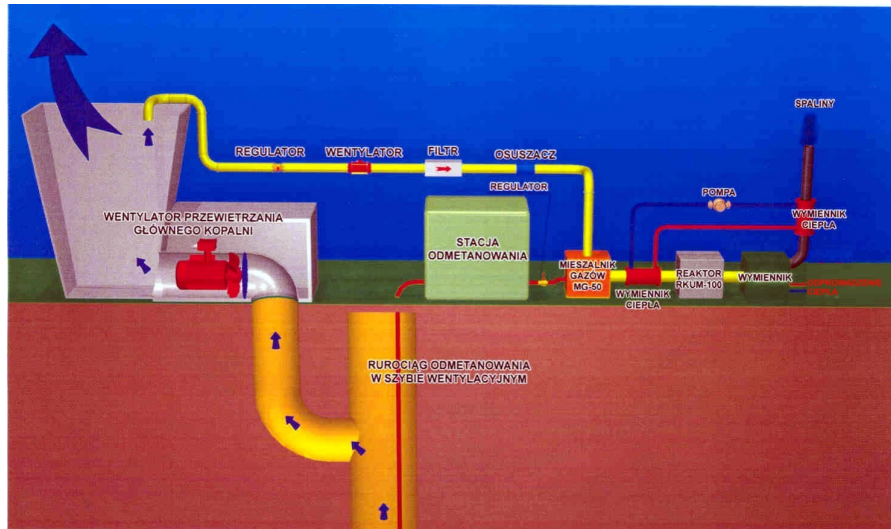
Wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego

Wychodząc naprzeciw problemom emisji metanu Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Wrocławska i Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie utworzyły 25.06.2008 r. Konsorcjum Utylizacji Metanu z Pokładów węgla Podziemnych Kopalń.

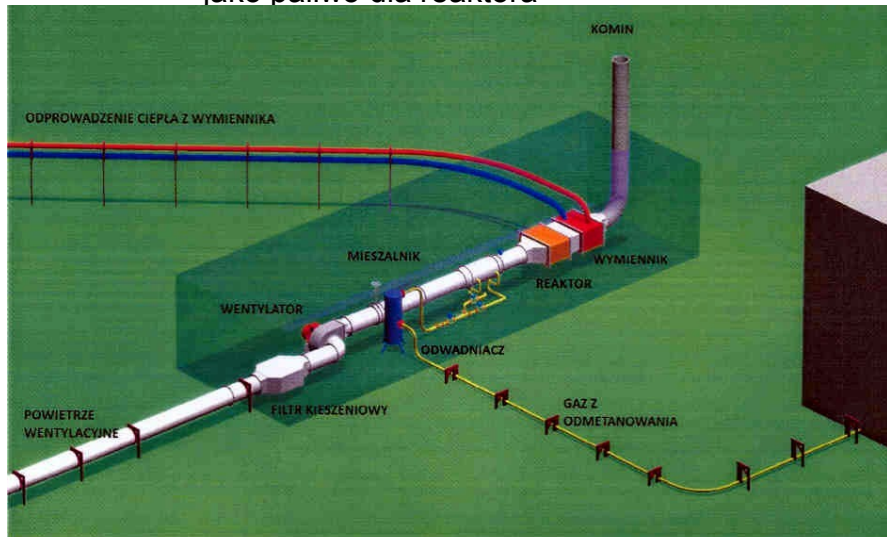
W kwietniu 2009 r. konsorcjum naukowe rozpoczęło prace nad projektem finansowanym z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego "Proekologiczna technologia utylizacji metanu z kopalń".

Projekt zakłada wybudowanie w kopalni "Jas-Mos" prototypowej instalacji ujmującej gazy z systemu wentylacji, która dzięki katalitycznemu reaktorowi i wymiennikom ciepła nowej generacji pozwoli na utylizację metanu zawartego w powietrzu wentylacyjnym i odzysk ciepła. W ramach projektu w maju 2012 roku uruchomiono prototypową instalację badawczą pozwalającą na utylizację metanu zawartego w powietrzu wentylacyjnym.

Wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego



Schemat instalacji wykorzystującej metan z powietrza wentylacyjnego jako paliwo dla reaktora

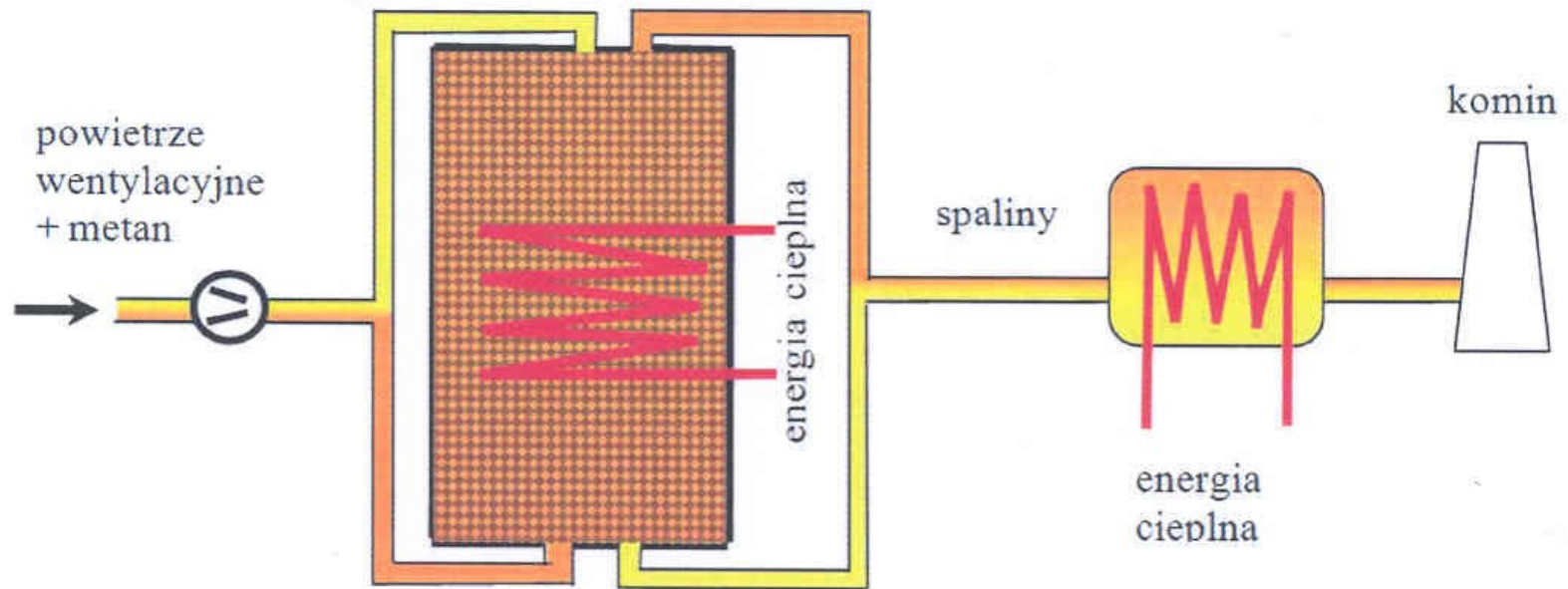


Instalacja utylizacji metanu z powietrza wentylacyjnego kopalń węgla kamiennego

Parametry techniczno-energetyczne instalacji IUMK-100 w skali półtechnicznej z reaktorem KRUM-100:

Strumień VAM	$V_p = 1000 - 3000 \text{ m}^3/\text{h}$
Stężenie metanu w powietrzu	$z_{\text{CH}_4} = 0,4 - 1\%$
Wartość opałowa metanu	$W_d = 35 \text{ MJ}/\text{m}^3$
Sprawność reaktora utleniającego	$\eta = 90\%$
Strumień metanu	$V_{\text{CH}_4} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$
Teoretyczna wydajność cieplna reaktora (bez strat)	$Q_t = 420 \text{ MJ}/\text{h}$
Moc teoretyczna (bez strat)	$P_t = 116,7 \text{ kW}$
Wydajność	$Q = 380 \text{ MJ}/\text{h}$
Moc	$P = 105 \text{ kW}$

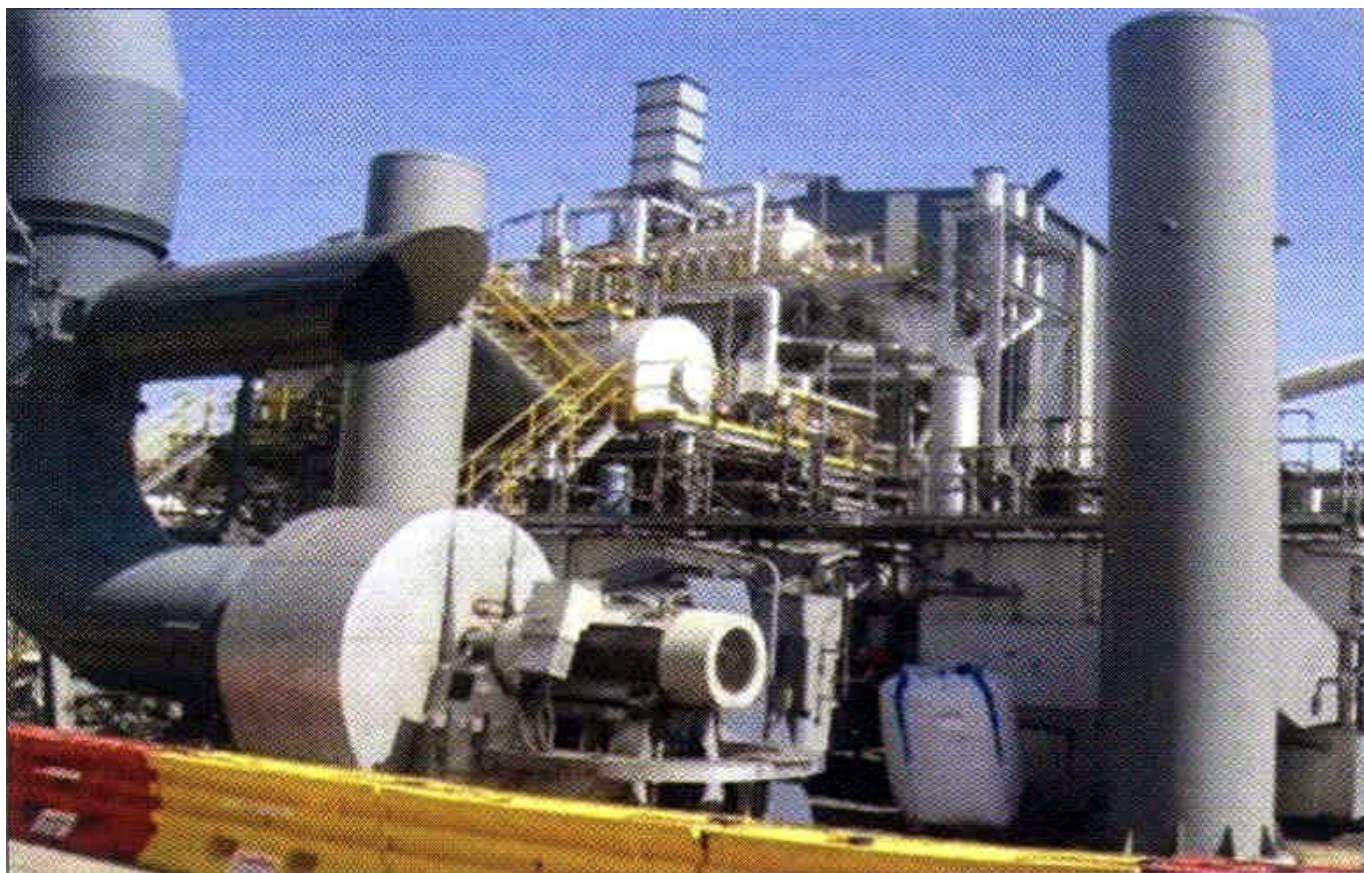
Wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego



Układ pozyskania energii cieplnej z reaktora z wypełnieniem katalitycznym (KRUM-100)

Wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego w Australii

Od kwietnia 2007 roku przy kopalni BHP Billiton Illawarra w pełni rozpoczęła pracę elektrownia powstała w ramach projektu West Cliff Ventilation Air Methane Project (VestWAMP). Jest to pierwsza na świecie elektrownia wykorzystująca – jako paliwo – powietrze wentylacyjne o niskiej zawartości metanu.



Wykorzystanie metanu z powietrza wentylacyjnego

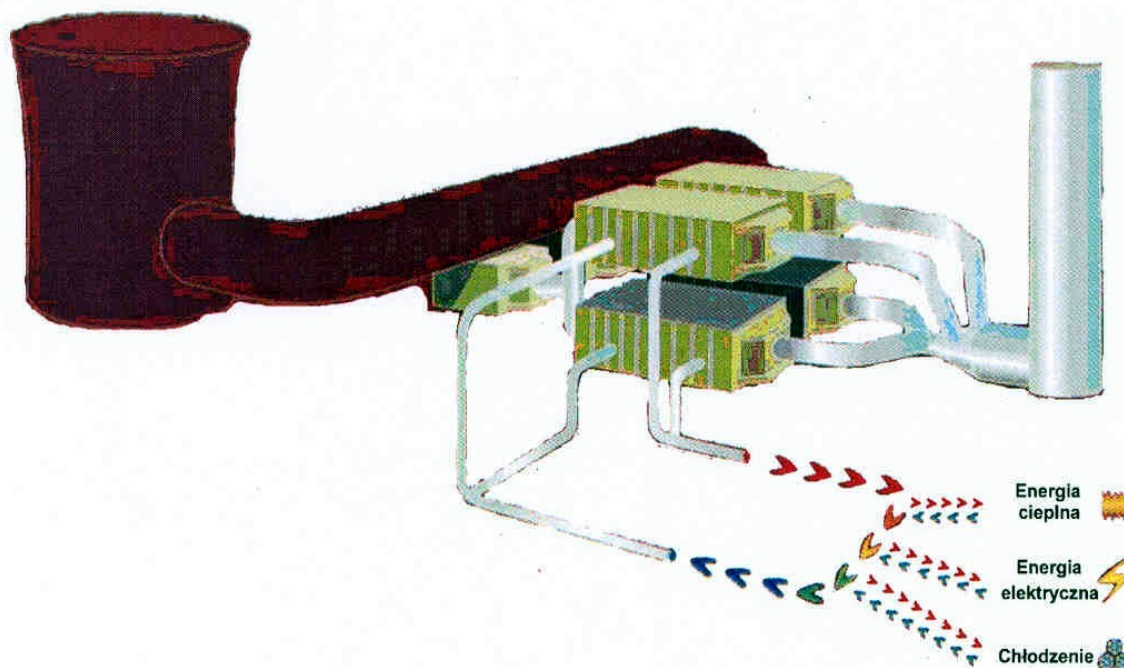
Do produkcji energii elektrycznej instalacja zawierająca reaktory Vocsidizer wykorzystuje 250 000 m³/h powietrza wentylacyjnego o stężeniu 0,9%.

Jest to około 20% strumienia powietrza wentylacyjnego z szybu.

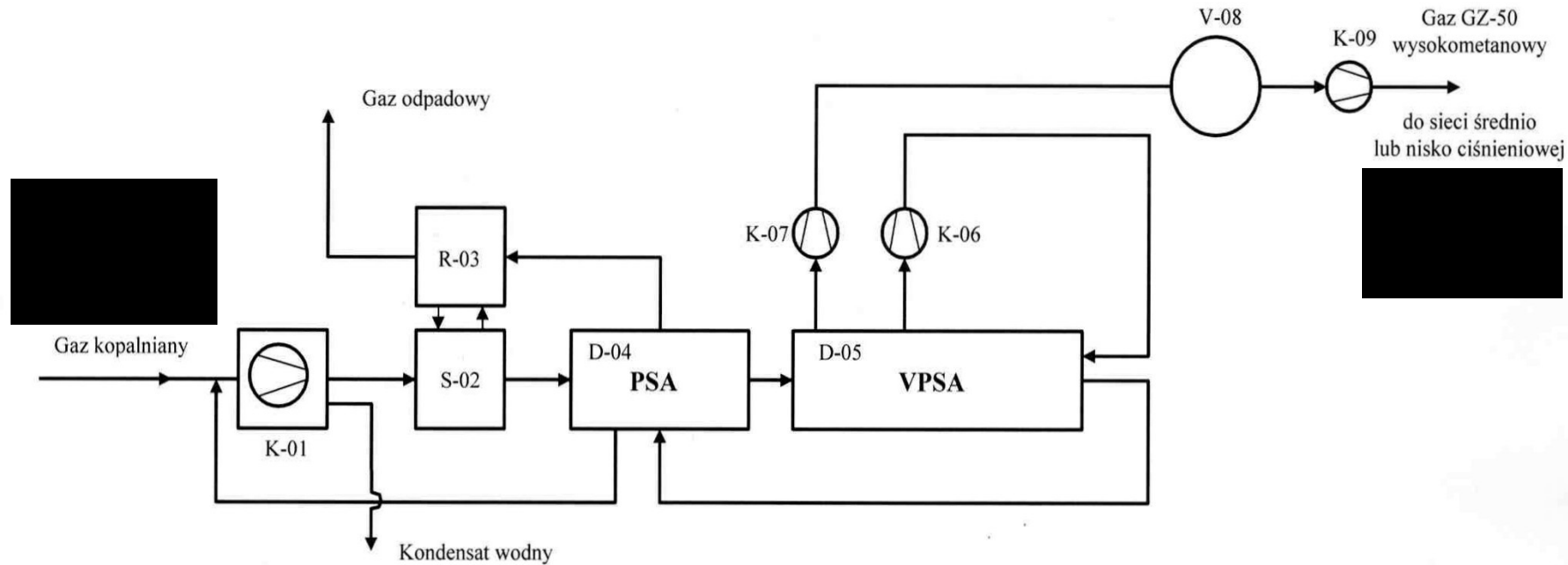
Stężenie metanu rzędu 0,9% uzyskiwane jest przez dodatkowe zmieszanie z gazem pochodzącym z odmetanowania.

Elektrownia wytwarza około 5 MW energii elektrycznej, jednocześnie ograniczając emisję metanu do atmosfery, w przeliczeniu na CO₂, wynoszącą 250 000 ton rocznie.

Szyb wentylacyjny



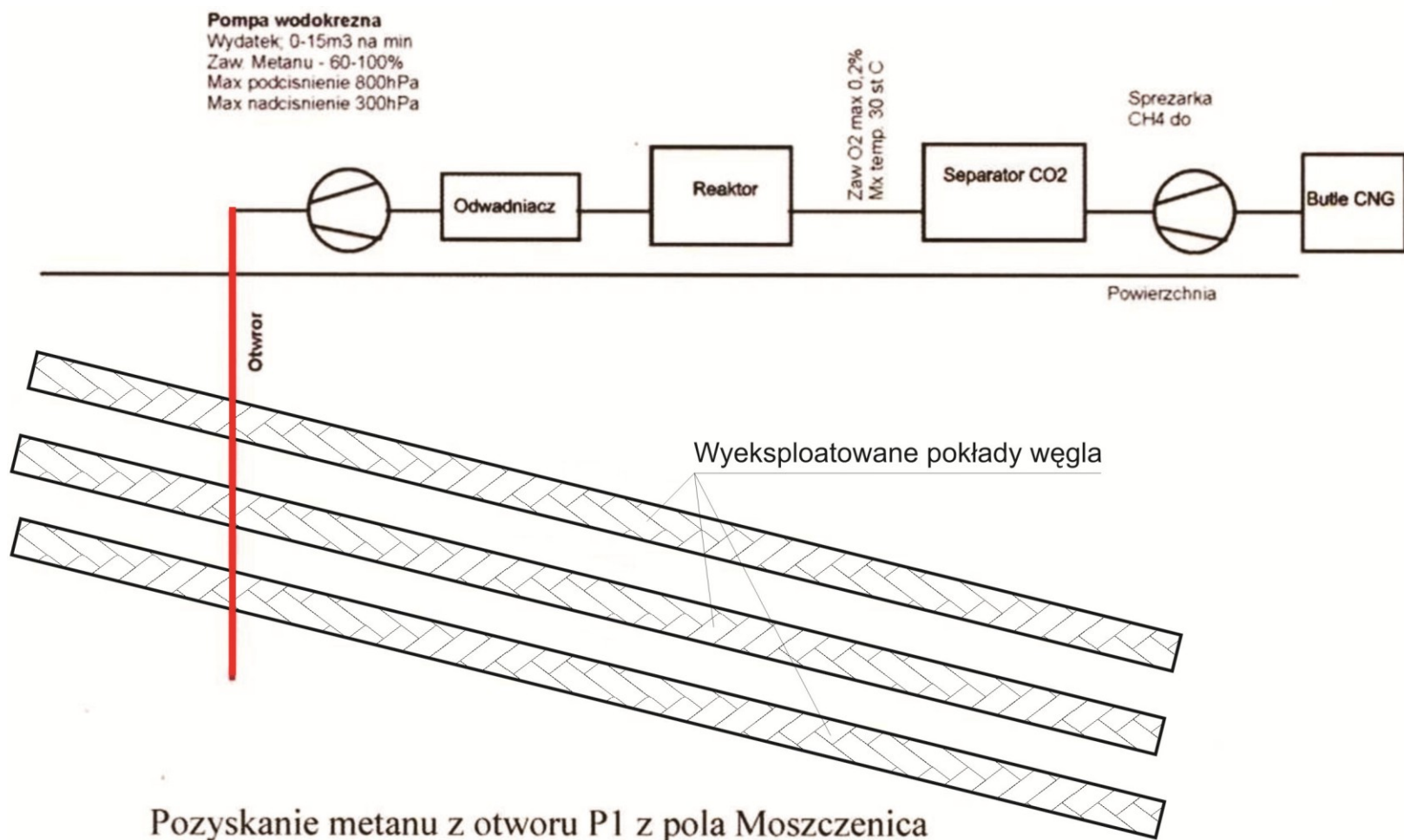
Instalacja przemysłowa wzbogacania metanu (schemat ideowy)



K-01	Sekcja sprężania gazu kopalnianego	D-04	Osuszanie gazu PSA	K-07	Pompa próżniowa
S-02	Wymywanie CO ₂ /MEA	D-05	Moduł VPSA wzbogacania metanu	V-08	Bufor gazu
R-03	Regeneracja MEA	K-06	Sprężarka gazu recykulowanego	K-09	Sprężarka gazu GZ-50

Budowa instalacji pozyskiwania metanu uwalnianego z pokładów węgla z pola „Moszczenica” KWK „Jas-Mos” w celu wykorzystania w gospodarce komunalnej miasta Jastrzębie Zdrój

Schemat technologiczny sprężania gazu z pokładów węgla



Odbiorca - użytkownik - wykorzystanie metanu w szkole

Urząd Miasta Jastrzębie Zdrój przekazał informację że szkoła w Jastrzębiu Zdroju - Moszczenica, została przewidziana do zasilania instalacji CO sprężonym gazem z odmetanowania o parametrach ok. 70% metanu co odpowiada wartości opalowej ok. 35MJ/kg. Wg informacji szkoła rocznie zużywa ok. 38 000 m³ gazu ziemnego na ogrzewanie szkoły i ogrzewanie wody ciepłej.

Szkoła posiada instalację CO której źródłem jest wodny kocioł niskotemperaturowy firmy Viessmann Werke.

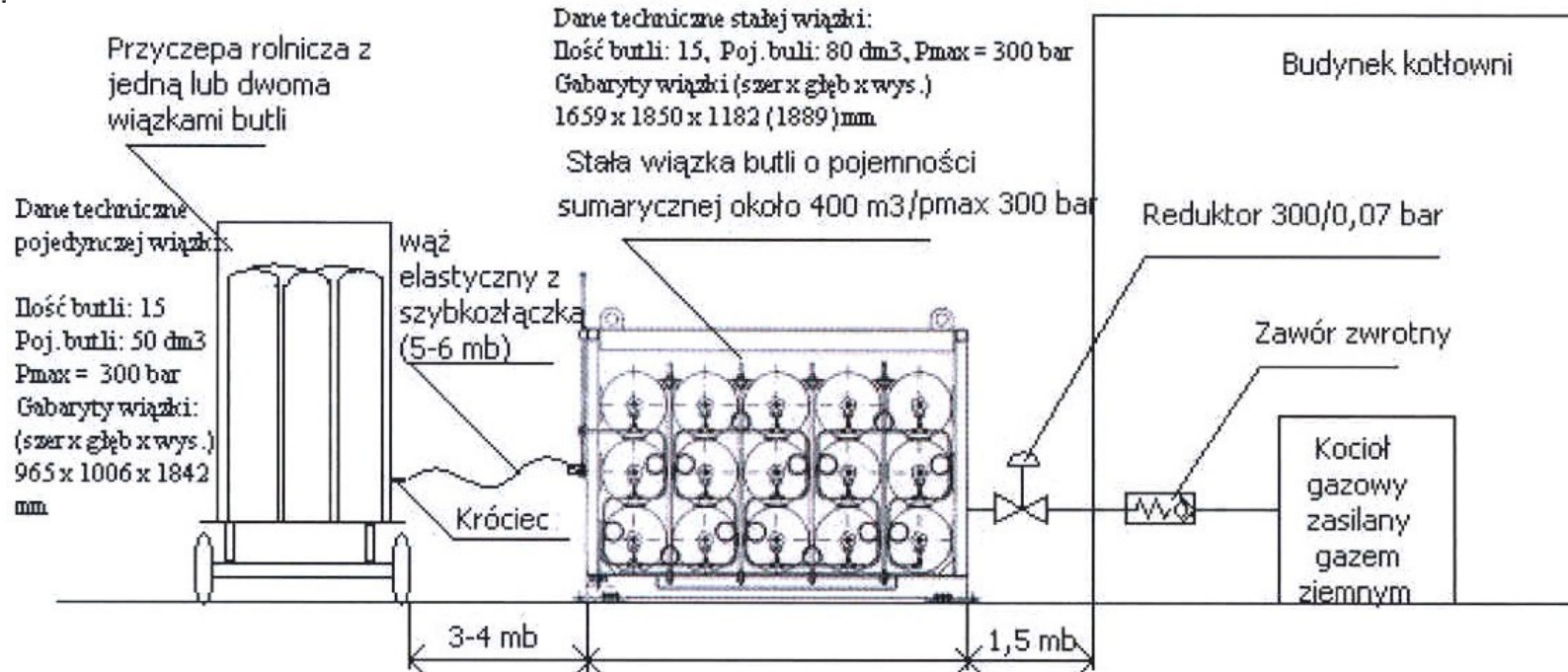
Piec poprzez zmianę dysz powinien zostać przystosowany do pracy z paliwem o zawartości metanu ok.70%. Piec jest obecnie przystosowany do spalania gazu GZ-35 i GZ-50. W zasadzie parametry gazu z odmetanowania odpowiadają parametrom normy dla gazu ziemnego GZ-35 w związku z czym kocioł mógłby być eksploatowany. W przypadku gdyby wystąpiły problemy z eksploatacją kotła możliwa jest wymiana dysz w palnikach.

Zmiana dysz lub ich regulacja powinna nastąpić po dokonaniu dodatkowych prób pobrania dużej ilości gazu z otworów P1 i P3 oraz ustaleniu się składu mieszaniny gazów.



Budowa instalacji pozyskiwania metanu uwalnianego z pokładów węgla z pola „Moszczenica” KWK „Jas-Mos”

Stały zbiornik sprężonego gazu z odmetanowania



Instalacja zbiornika sprężonego gazu z odmetanowania

Budowa instalacji pozyskiwania metanu uwalnianego z pokładów węgla z pola „Moszczenica” KWK „Jas-Mos”



Lokalizacja szkoły oraz stałego zbiornika ze sprężonym gazem z odmetanowania

Perspektywy gospodarczego wykorzystania metanu uwalnianego z pokładów węgla

W Polsce dalszy postęp w zakresie utylizacji metanu z pokładów węgla kopalń i ograniczenia emisji metanu do atmosfery jest możliwy do osiągnięcia pod warunkiem rozwiązania następujących problemów:

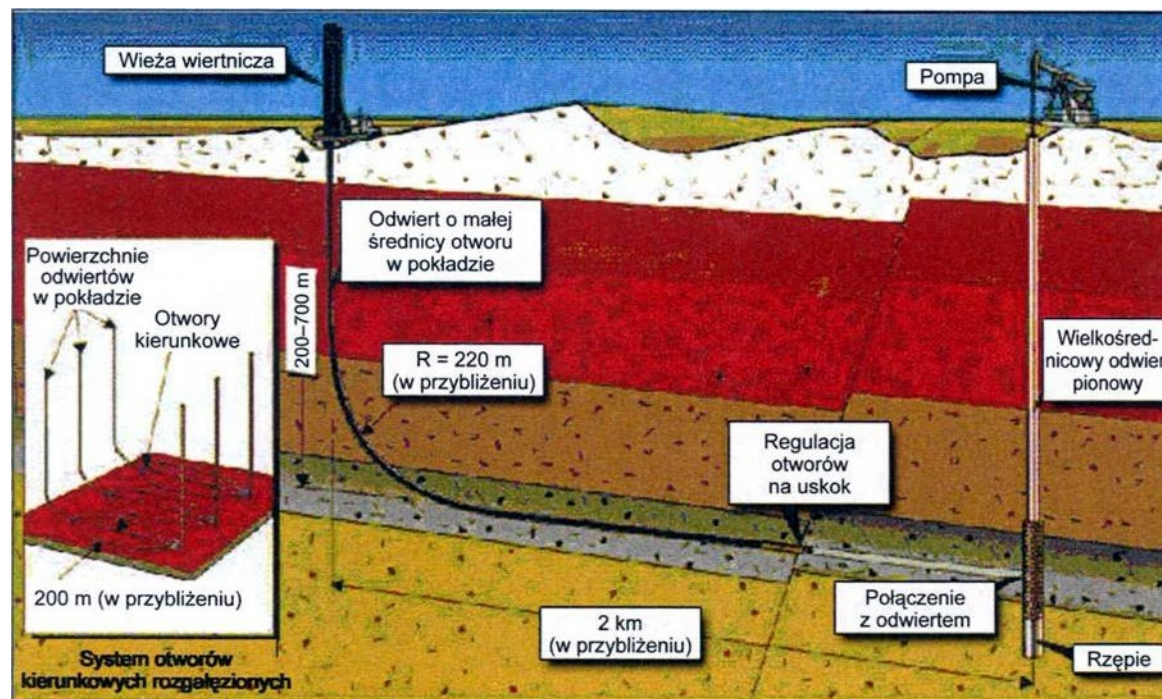
- intensyfikacji odmetanowania pokładów węgla w podziemnych kopalniach węgla kamiennego, uzyskanie efektywności odmetanowania na poziomie 60 – 70%,
- zwiększenie uzysku metanu, poprzez dodatkowe wykonywanie otworów odmetanowania – ponad potrzeby związane z zapewnieniem bezpieczeństwa,
- większe wykorzystanie gazu przez układy kogeneracyjne w oparciu o silniki gazowe w celu zaspokojenia potrzeb własnych kopalń na energię elektryczną i ciepłą,
- zastosowanie przewoźnych, kontenerowych stacji odmetanowania z agregatami kogeneracyjnymi (m. in. do pozyskiwania metanu z wyeksploatowanych złóż),
- zastosowanie technologii oczyszczania i wzbogacania mieszaniny metanowo-powietrznej ujmowanej odmetanowaniem w celu zwiększenia zawartości metanu w paliwie (metoda VPSA).

Perspektywy gospodarczego wykorzystania metanu uwolnianego z pokładów węgla

- opracowanie i wdrożenie efektywnej technologii wykorzystania metanu o niskiej koncentracji z powietrza wentylacyjnego (VAM),
- retencyjnego magazynowania metanu z odmetanowania w podziemnych i powierzchniowych zbiornikach gazu w celu zapewnienia stabilnego ilościowo i jakościowo paliwa niskometanowego dla instalacji ciepłowniczo – energetycznych,
- 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,
- stworzenie odpowiednich warunków ekonomicznych opłacalności utylizacji metanu uwolnionego z węgla poprzez kształtowanie obciążeń podatkowych i innych,
- podjęcia działań w zakresie kształcenia specjalistów zajmujących się problematyką odmetanowania i utylizacji metanu z pokładów węgla.

Przykład pozyskiwania metanu otworami kierunkowymi

Dostęp do metanu z pokładów węgla następuje przez wiercenie pionowych otworów przez nadkład do pokładów węgla a następnie poziomych otworów kierunkowych w tych pokładach. Obecny stan rozwoju techniki wiertniczej umożliwia wiercenie długich otworów kierunkowych, jednak dla uzyskania zadowalających wyników ujęcia metanu decydujące znaczenie ma przepuszczalność (desorpcja) węgla w pokładzie. Dla polskich węgla, które cechuje słaba przepuszczalność niezbędne jest stosowanie zabiegów szczelinowania w otworach poziomych kierunkowych (np. hydroszczelinowania).



Wniosek końcowy

Znaczne zwiększenie ilości zagospodarowanego metanu uwolnionego 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.**

Dziękuję za uwagę