

**II Konferencja Techniczna
METAN KOPALNIANY Szanse i Zagrożenia
Katowice, 8 lutego 2017 r.**

Janusz Jureczka

**Kopalnie węgla kamiennego i... metanu?
Doświadczenia ze szczelinowania pokładów węgla**

Metan z pokładów węgla

– gaz naturalny, akumulowany w węglu dzięki zjawisku sorpcji
(wysokometanowy gaz ziemny występujący w węglu)

Podział ze względu na miejsce i sposób pozyskiwania:

Z górotworu

nieobjętego podziemną eksploatacją węgla

- złoża niezagospodarowane, obszary poza złożami, nieeksploatowane partie złóż zagospod.
- ujęcie – gaz wysokometanowy (CH₄: 90-95%)
- eksploatacja otworami wierconymi z powierzchni
- zastosowanie ujętego gazu analogiczne jak gazu ziemnego

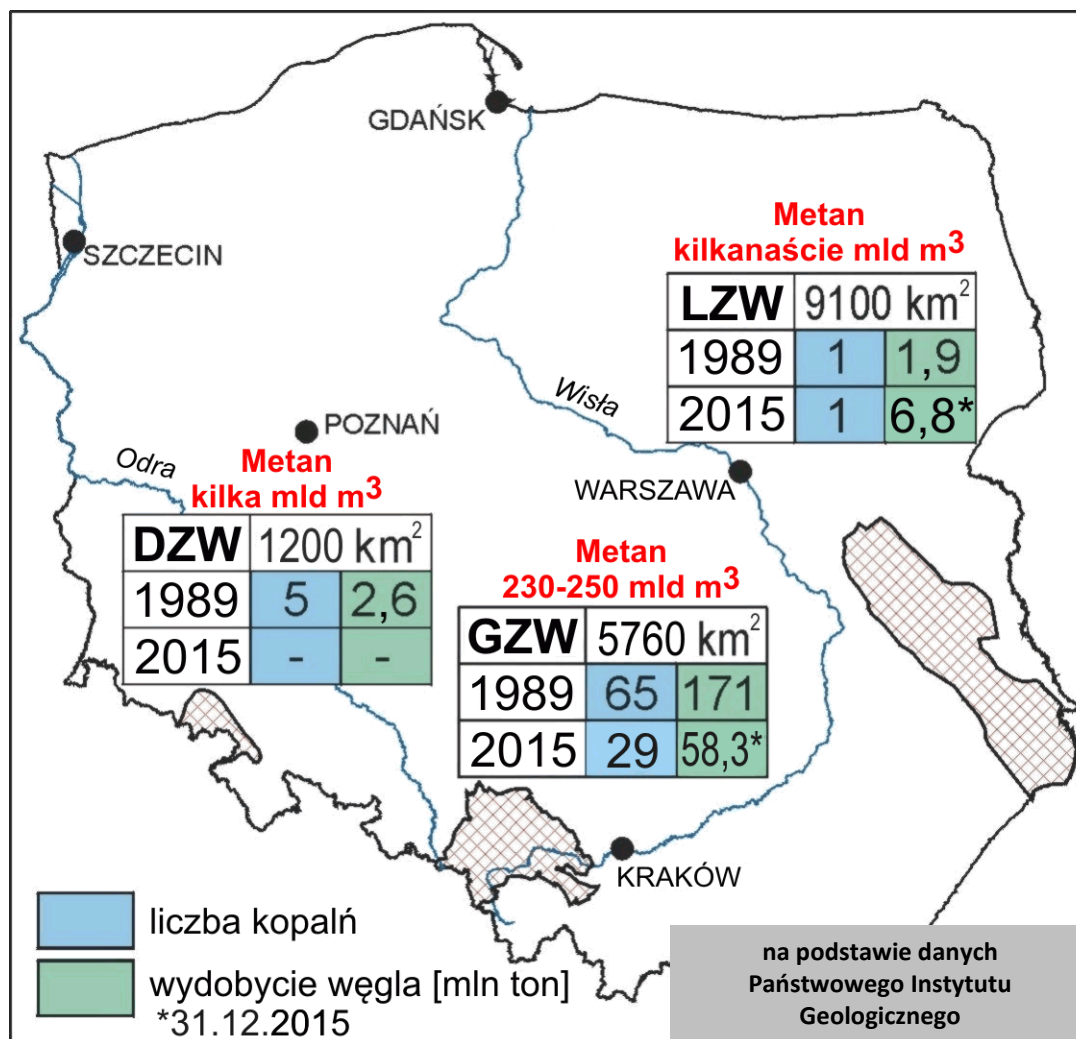
Z górotworu

objętego podziemną eksploatacją węgla

- eksploatowane lub zaniechane złoża węgla (kopalnie czynne i zamknięte)
 - ujęcie – mieszanina metanu i powietrza (CH₄: 30-50%, w zrobach maks. do 80%)
 - różne technologie ujęcia gazu:
 - w kopalniach czynnych (inst. odmetanowania)
 - z kopań zamkniętych (otwory z powierzchni)
 - zastosowanie – urządzenia kogeneracyjne – produkcja energii cieplnej i elektrycznej
-
- metan w powietrzu wentylacyjnym (CH₄: do 1%) – emisja metanu



Metan w polskich zagłębiach węglowych

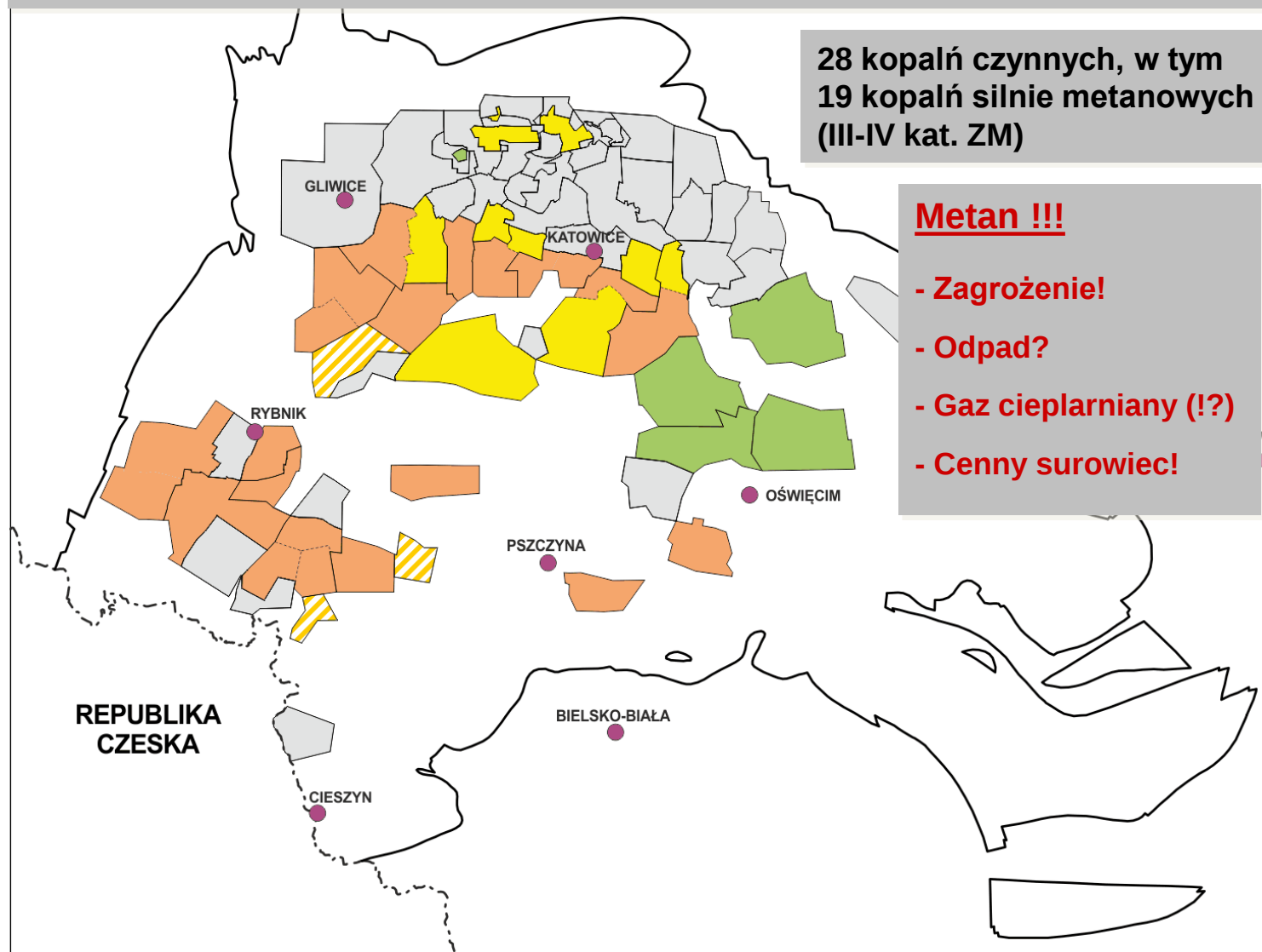


Metan i metanowość kopalń w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

28 kopalń czynnych, w tym
19 kopalń silnie metanowych
(III-IV kat. ZM)

Metan !!!

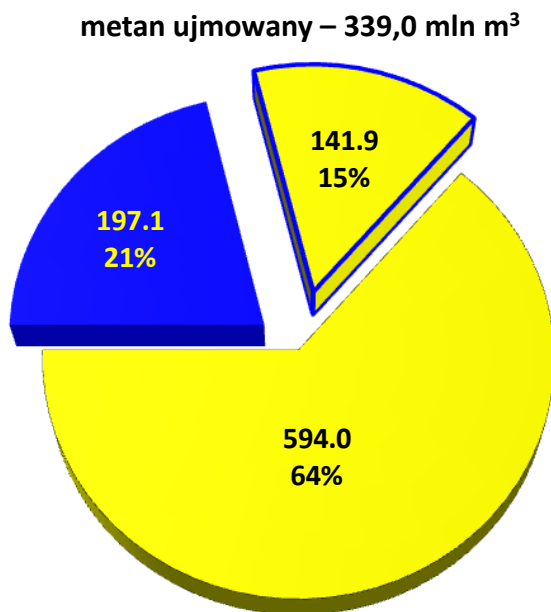
- Zagrożenie!
- Odpad?
- Gaz cieplarniany (!?)
- Cenny surowiec!



- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| kopalnie metanowe z odmetanowaniem | kopalnie metanowe bez odmetanowania |
| kopalnie niemetanowe | |
| kopalnie zamknięte | kopalnie w budowie |

Emisja, wydobywanie i wykorzystanie MPW

Metan rejestrowany (emisja metanu wykazywana przez kopalnie) – metan zawarty w powietrzu wentylacyjnym + metan ujmowany – **933,0 mln m³** (2015 r.)



metan [mln m³]:

nieujmowany ujmowany wykorzystany ujmowany i wypuszczany



na podstawie danych
Wyższego Urzędu Górniczego
2015 r.

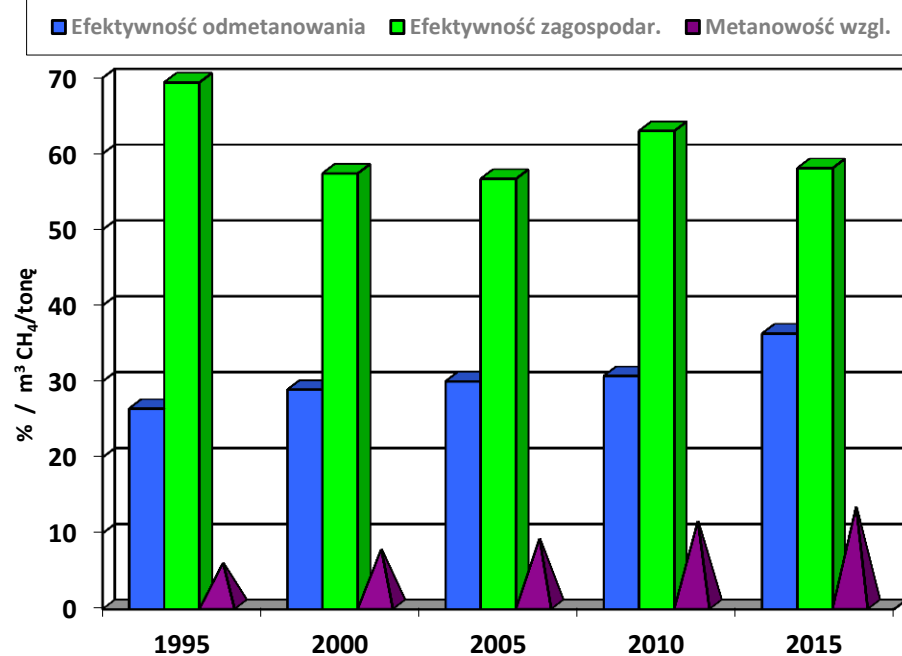
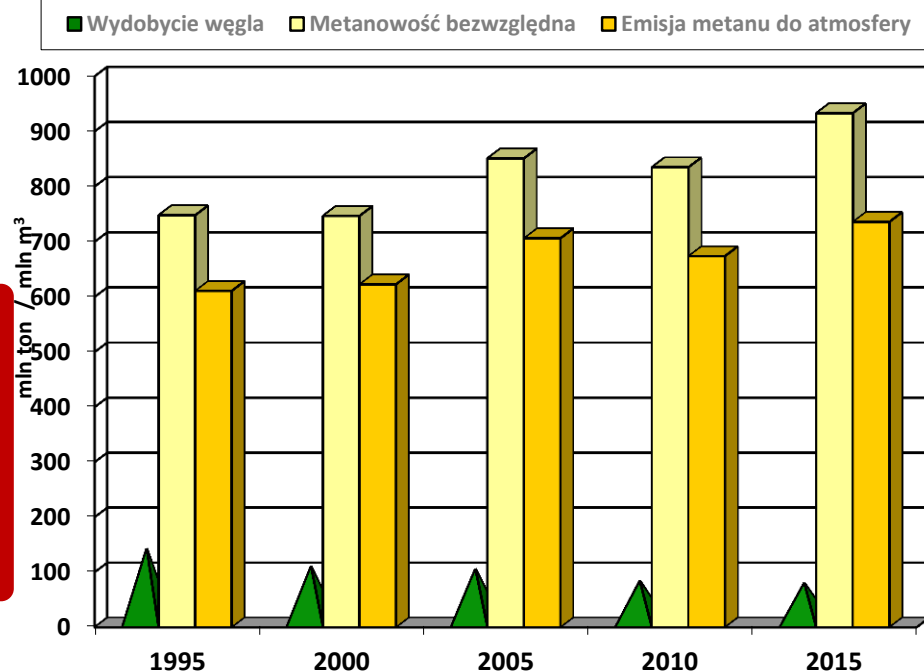
Metan nierejestrowany – kopalnie niemetanowe i słabo metanowe + urobek i skała płonna
ok. 5–10% emisji rejestrowanej – **ok. 45–90 mln m³**

Łączna roczna ilość emisji metanu do atmosfery: 780–825 mln m³

(1 CH₄ = 21 CO₂, 17 mld m³ CO₂)



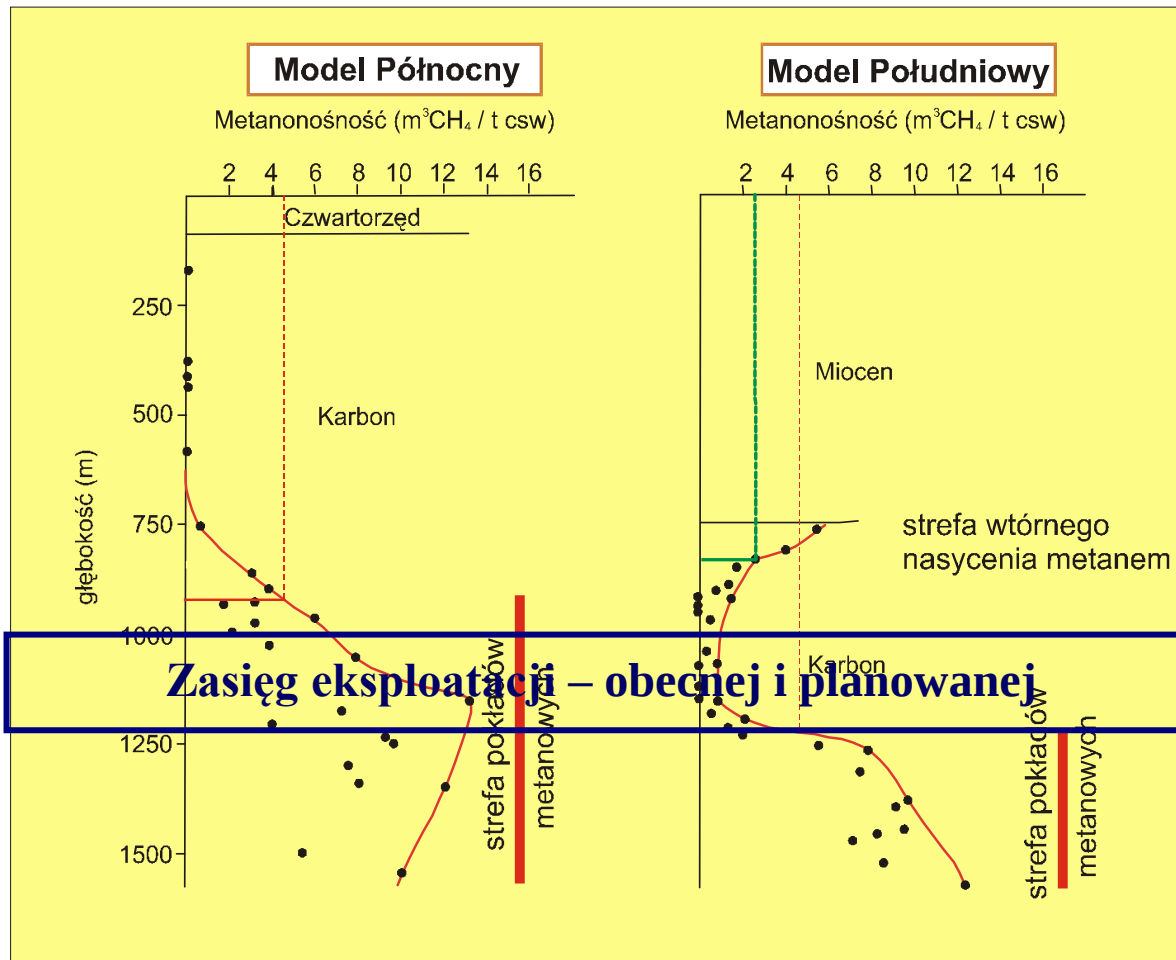
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Metanowość kopalń, efektywność odmetanowania oraz emisja metanu 1995–2015
(wg danych WUG)

Rok	Wydobywanie węgla [mln ton]	Metanowość bezwzględna [mln m ³ CH ₄]	Metanowość względna [m ³ CH ₄ /tonę]	Ilość metanu		Efektywność		Emisja metanu do atmosfery [mln m ³]
				ujętego [mln m ³]	zagospod. [mln m ³]	odmetan. [%]	zagospod. [%]	
1995	135,2	748,0	5,5	197,5	137,1	26,4	69,4	610,9
2000	102,5	746,9	7,3	216,1	124,0	28,9	57,4	622,9
2005	98,1	851,1	8,7	255,3	144,8	30,0	56,7	706,3
2010	76,1	834,9	11,0	255,9	161,1	30,7	63,0	673,8
2015	72,2	933,0	12,9	339,0	197,1	36,3	58,1	735,9

Rozkład metanoności pokładów węgla w GZW



Długofalowe rozwiązanie problemu metanowości części kopalń GZW

PRZEDKSPOLATACYJNE UJĘCIE METANU Z POKŁADÓW WĘGLA

wyprzedzające odmetanowanie pokładów węgla na kilka-kilkanaście lat przed ich eksploatacją:

- ujęcie cennego surowca energetycznego (wysokometanowego gazu)
- eksploatacja w korzystniejszych warunkach górniczych i ekonomicznych
(zmniejszenie zagrożenia metanowego, poprawa bezpieczeństwa pracy,
znaczące obniżenie kosztów wydobywania)
- zmniejszenie emisji metanu do atmosfery
(ograniczanie skutków efektu cieplarnianego, obniżenie kosztów opłat emisyjnych)

Konieczne jest rozpoczęcie działań zmierzających do

kompleksowego, systemowego rozwiązania lub przynajmniej znaczącego ograniczenia problemu metanowości kopalń.

W świetle obecnej i planowanej polityki energetycznej Polski węgiel kamienny z krajowych zasobów będzie nadal – przez wiele lat – głównym paliwem dla elektroenergetyki.

Istotne znaczenie ma również zmiana optyki widzenia metanu,
szczególnie w sektorze górnictwa węglowego:

z niebezpiecznego „odpadu” do tzw. „utylicacji”, na cenny surowiec energetyczny

Przedeksploatacyjne ujęcie metanu z pokładów węgla

1. **Ujęcie metanu z pokładów węgla planowanych do eksploatacji, w perspektywie kilku-kilkunastu lat** (różnica w stosunku do odmetanowania bieżącego lub wyprzedzającego).
2. **Ujęcie gazu wysokometanowego o zawartości CH_4 w granicach 90–95%** (zawartość CH_4 w gazie kopalnianym z odmetanowania rzadko przekracza 50-60%).
3. **Drenaż części metanu, wydzielającej się dynamicznie**, stanowiącej największe zagrożenie dla eksploatacji węgla. Nie jest możliwe całkowite szczypanie metanu z pokładów węgla.
4. **Możliwy drenaż 50–70% całkowitej ilości metanu w węglu**, przy czym ujęcie już 30–50% zasadniczo zmienia warunki metanowe eksploatacji (obniżenie kategorii ZM, np. z IV na II).
5. **Działalność analogiczna do eksploatacji metanu z obszarów „dziewiczych”**, w praktyce dotyczyłaby pokładów węgla w sąsiedztwie istniejącej eksploatacji (nowo udostępniane partie złóż).
6. **Ujęcie w bilansie ekonomicznym kosztów późniejszej eksploatacji pokładów częściowo odmetanowanych** – bezpieczniejszych i wymagających niższych nakładów finansowych; (opłacalność eksploatacji z pól dziewiczych zależy głównie od sprzedaży uzyskanego gazu).
7. **Zastosowanie nowoczesnych technologii wierceń horyzontalnych oraz stymulacji produktywności metanu** – perspektywy dla ujęcia metanu w skali przemysłowej.
8. **Wdrożenie nie wyklucza samoistnej eksploatacji metanu** (uzasadnionej ekonomicznie), nie eliminuje też stosowania w górnictwie odmetanowania dołowego.

Kluczowe zagadnienia dla przedeksplatacyjnego ujęcia MPW



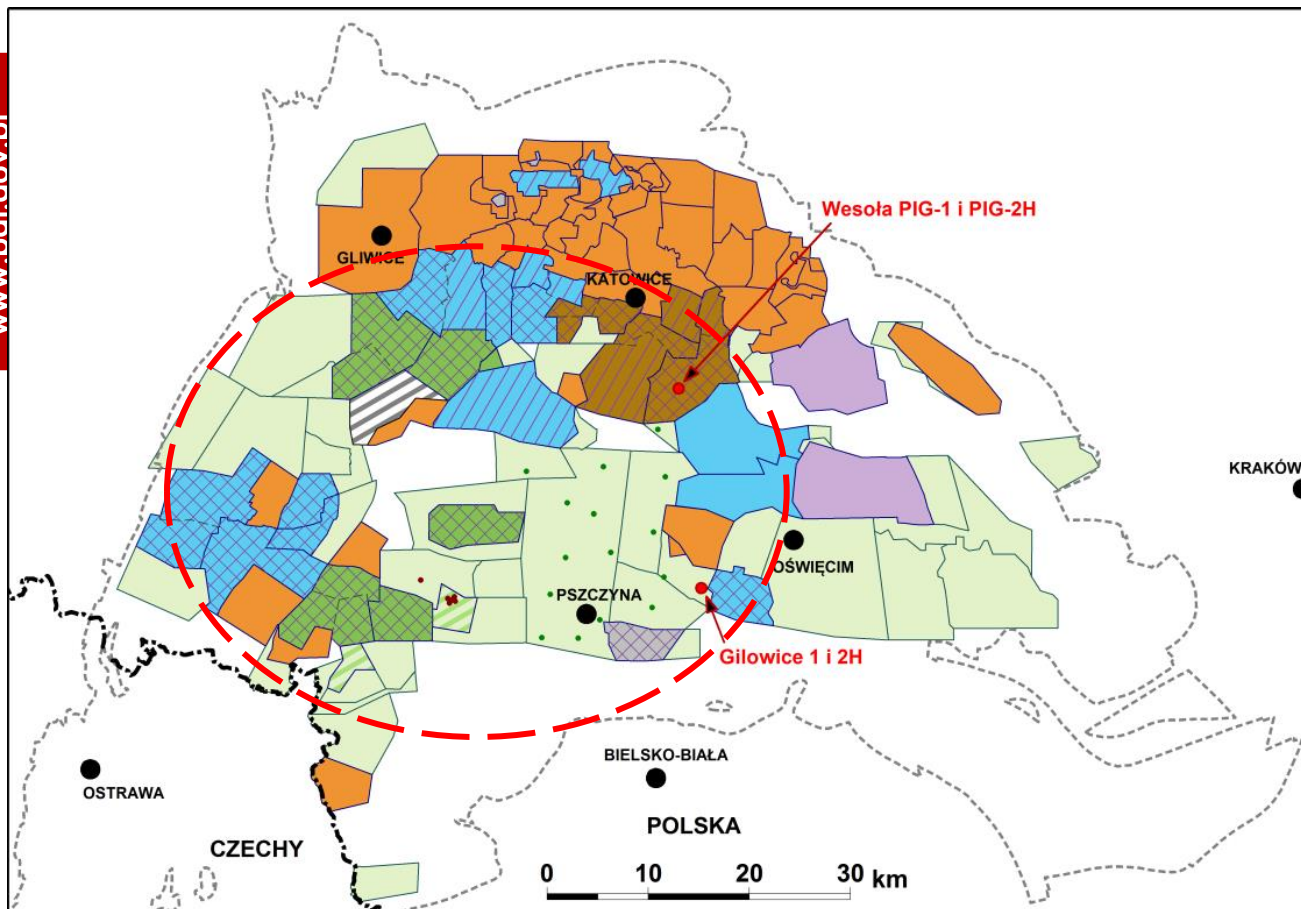
Ujęcie w planach części kopalń przedeksplatacyjnego odzysku metanu

(nowe pola lub poziomy wydobywcze, co najmniej 3-5 lat przed eksploatacją):

- **rozpoznawcze prace badawcze** – pierwszy pilotażowy projekt PIG-PIB (otwory Wesola PIG-1 i PIG-2H)
– kontynuacja prac PGNiG i PIG-PIB (otwory Gilowice 1 i Gilowice 2H)
- **dalszy rozwój prac badawczych** – kierunkowe otwory powierzchniowe lub dołowe (technologia: wierceń, szczelinowania, pompowania; problem orurowania w pokładach węgla, warunki środowiskowe i formalne)
- **prace o charakterze demonstracyjnym i wdrożeniowym**

Otwory wiertnicze

Wesoła PIG-1 i Wesoła PIG-2H, Gilowice 1 i Gilowice 2H



Zagospodarowanie górnicze oraz metanowość kopalń

- Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.
- Katowicki Holding Węglowy S.A.
- Kompania Węglowa S.A.
- TAURON Wydobycie S.A.
- pozostałe kopalnie czynne
- OKD - Kopalnie Ostrawsko-Karwińskie
- kopalnie w budowie
- kopalnie w reaktywacji
- kopalnie zamknięte
- złoża niezagospodarowane
- kopalnie metanowe bez odmetanowania
- kopalnie metanowe z odmetanowaniem
- otwory TEXACO
- otwory AMOCO

138 złóż węgla kamiennego:

49 – niezagospodarowane, 49 – zagospodarowane, 40 – zaniechane

(stan na 31.12.2015 r.)



**Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy**



Wykonawca:

Exalo Drilling S.A. Centrum Kraków

Wesoła PIG-1 – otwór pionowy

gł. 1000 m

Czas wiercenia: 11.12.2013 – 12.01.2014 r.

Profil stratygraficzny:

0,0 – 28,0 czwartorzęd

28,0 – 1000,0 karbon górny (utwory węglonośne)

965,7 – spąg pokładu 501 (grubość 3,65 m)

977,1 – spąg pokładu 510 (grubość 11,05 m)

Wesoła PIG-2H – otwór kierunkowy

gł./dł. 1918 m MD (904 m TVD)

Czas wiercenia: 08.02.2014 – 22.03.2014 r.

Profil stratygraficzny (MD):

0,0 – 23,0 czwartorzęd

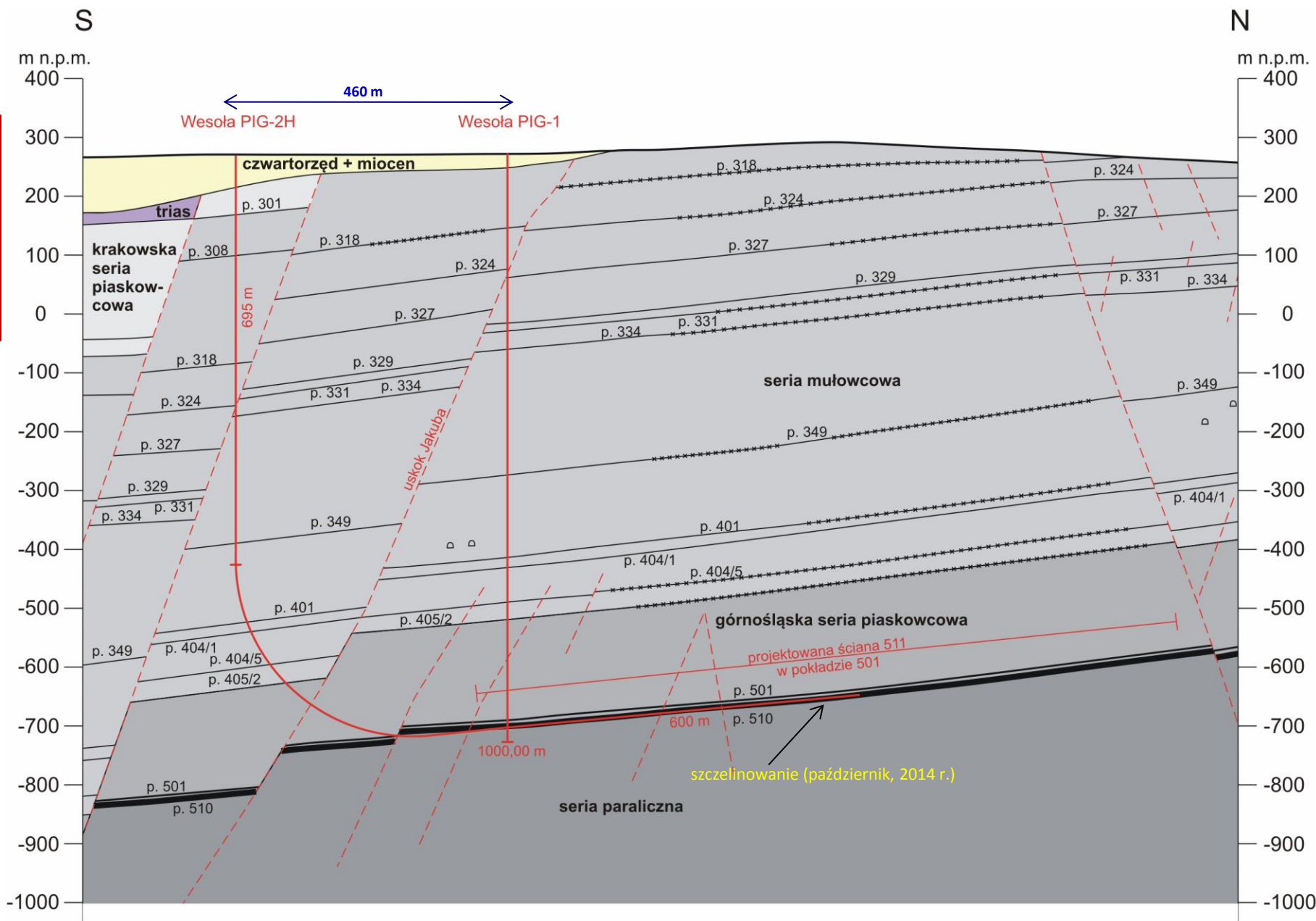
23,0 – 57,0 neogen-miocen

57,0 – 1918,0 karbon górny (utwory węglonośne)

1318 – 1918 pokład 510 (600 m)

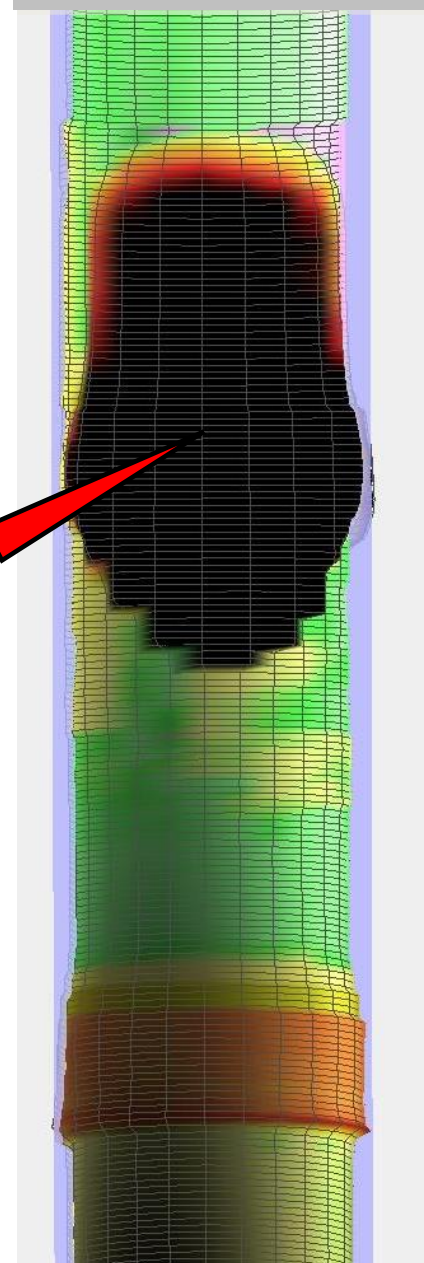
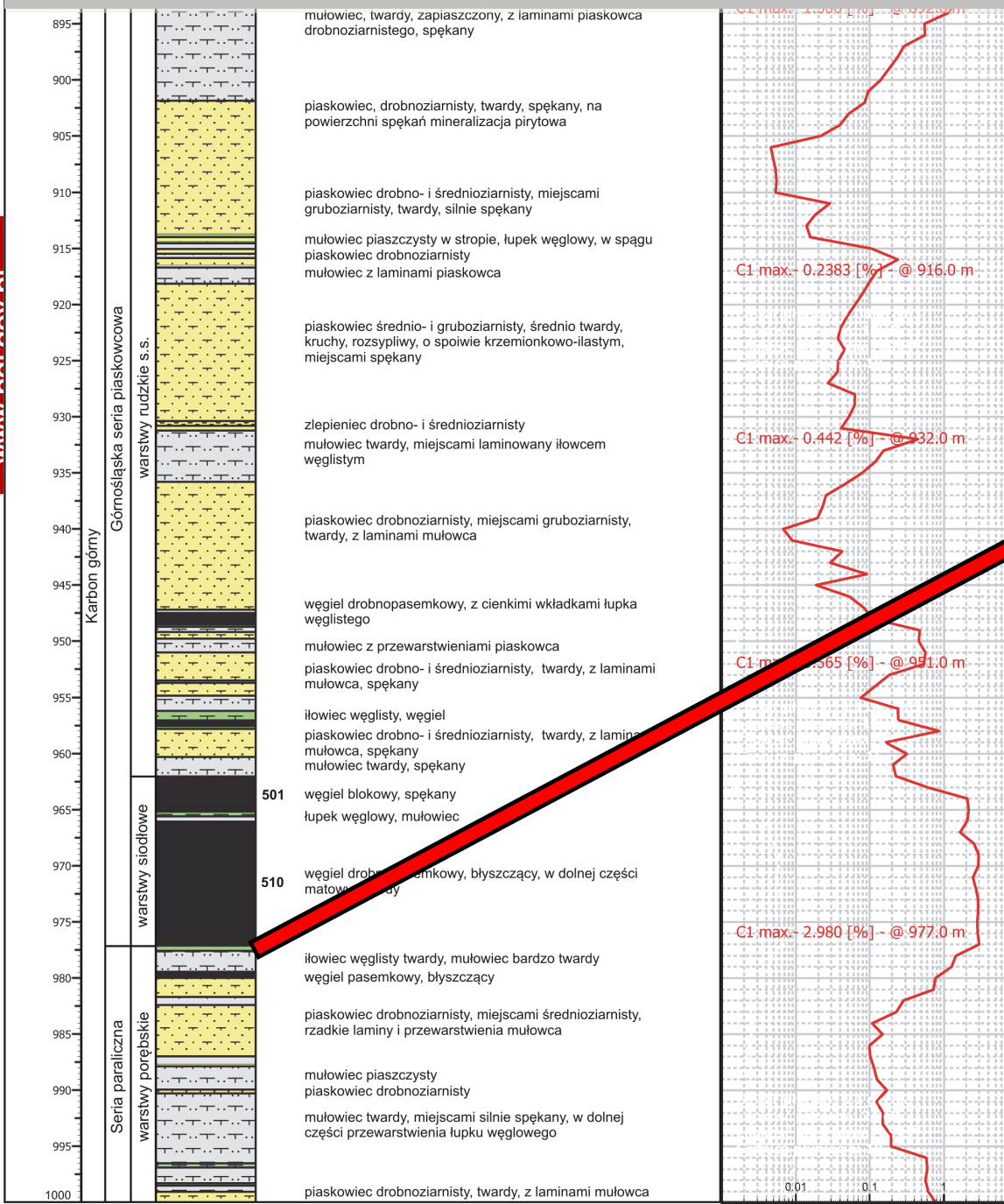
Intersekcja z osią Wesoła PIG-1 – 1312,8 m MD

Otworki Wesola PIG-1 i Wesola PIG-2H – przekrój geologiczny



Wesoła PIG-1 – profil 900–1000 m

Intersekcja



**pomiar
kawernomierzem**

Otworki Gilowice 1 i Gilowice 2H

Przekrój geologiczny i trajektorie wierceń

Gilowice 1 – otwór pionowy
1080 m MD (1044,5 m TVD)

Wiercenie: 27.12.2011–14.01.2012 r.

Stratygrafia:

0,0 – 30,0	czwartorzęd
30,0 – 80,0	neogen - miocen
80,0 – 1080,0	karbon górny (utwory węglonośne)

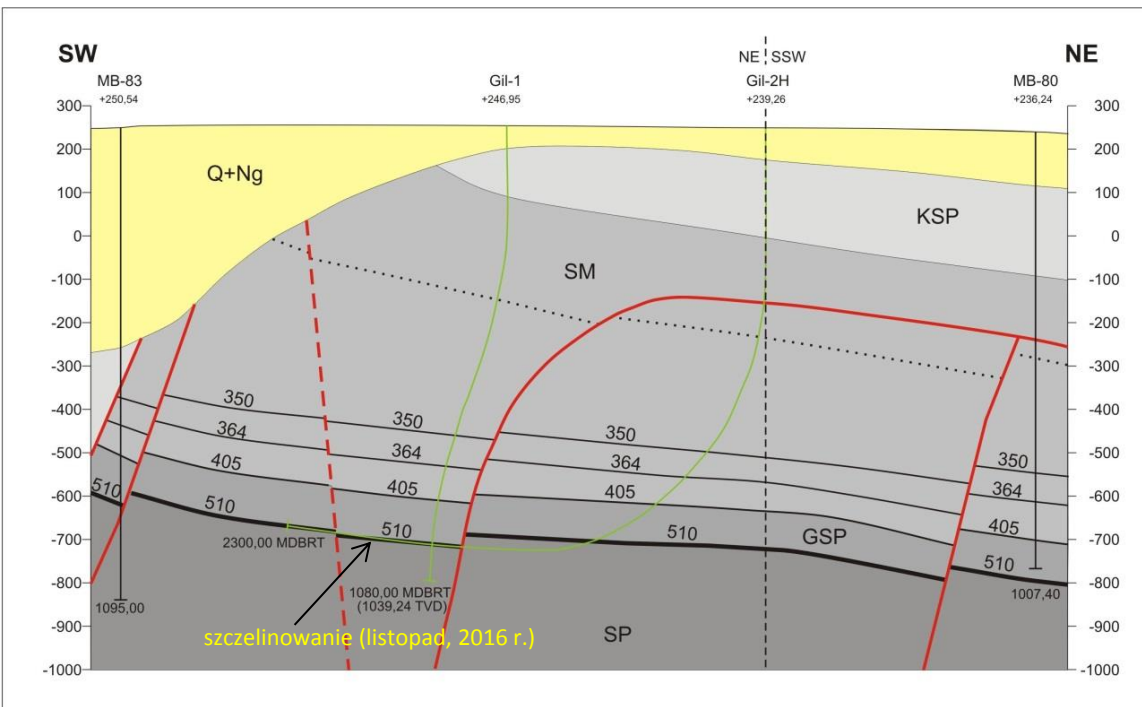
Gilowice 2H – otwór kierunkowy
2300 m MD (856 m TVD)

Wiercenie: 26.06.2012–24.07.2012 r.

Stratygrafia (MD):

0,0 – 22,0	czwartorzęd
22,0 – 85,0	neogen - miocen
85,0 – 2300,0	karbon górny (utwory węglonośne)

Punkt przecięcia (Gilowice 1) – 1628,4 m MD



Objaśnienia

czwartorzęd+neogen

karbon węglonośny

krakowska seria piaskowcowa (KSP)
seria mulowcowa (SM)
górnoląska seria piaskowcowa (GSP)
seria paraliczna (SP)

uskoki
uskoki przypuszczalne
510 pokłady węgla
tufit
trajektorie otworów wiertniczych Gilowice-1 i Gilowice-2H

Otworki Gilowice 1 i Gilowice 2H zostały odwiercone przez firmę Dart Energy (Poland) Sp. z o.o.

Po zakończeniu prac wiertniczych, wykonaniu badań i testów otworki zostały przekazane do PIG-PIB celem prowadzenia dalszych prac badawczych.

Realizowane obecnie prace badawcze wykonuje konsorcjum PIG-PIB i PGNiG, czas realizacji: 2016–2017 r.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Porównanie wyników – Wesoła PIG-1 i Gilowice 1

Wesoła PIG-1 – otwór pionowy

Węglasobność:

(odcinek rdzeniowany 591–1000 m):

- ✓ Sumaryczna miąższość węgla: 69,11 m (51 pokładów)
- ✓ Miąższość sumaryczna pokładów węgla > 0,8 m: 47,64 m (30 pokładów)
- ✓ Miąższość pokładu 510: 11,05 m
- ✓ Głębokość zalegania pokładu 510: 977,10 m

Metanonośność i nasycenie gazem:

- ✓ Średnia metanonośność: 6,43 m³/tonę (31 próbek)
- ✓ Metanonośność pokładu 510: 8,62 m³/tonę
- ✓ Nasycenie pokładu 510 – 57%
- ✓ Skład gazu: CH₄ – 95,6%, C₂H₅ – 0,1%, CO₂ – 2,5% and N₂ – 1,7%.

Przepuszczalność węgla (laborat.):

- ✓ <0,008 – 0,249 mD (śr. 0,07 mD)
- ✓ <0,008 – 1,422 mD (śr. 0,21 mD)

Gilowice 1 – otwór pionowy

Węglasobność:

(odcinek rdzeniowany 616–988.5 m):

- ✓ Sumaryczna miąższość węgla: 36 m (42 pokłady)
- ✓ Miąższość sumaryczna pokładów węgla > 0,8 m: 22,07 m (17 pokładów)
- ✓ Miąższość pokładu 510: 5,38 m
- ✓ Głębokość zalegania pokładu 510: 984,12 m

Metanonośność i nasycenie gazem:

- ✓ Średnia metanonośność: 11 m³/tonę (34 próbki)
- ✓ Metanonośność pokładu 510: 13,7 m³/tonę
- ✓ Nasycenie pokładu 510 – 100%
- ✓ Skład gazu: CH₄ – 97,7%, C₂H₅ – 0,5%, CO₂ – 1,7% and N₂ – 0,1%.

Przepuszczalność węgla (in situ):

- ✓ 0,2 – 0,8 mD

Kluczowe zagadnienia dla przedeksplotacyjnego ujęcia MPW

➔ Ujęcie w planach części kopalń przedeksplotacyjnego odzysku metanu:

- **rozpoznawcze prace badawcze**

➔ Rozpoznanie parametrów węgla dla MPW i oszacowanie zasobów:

- **obecny stan rozpoznania MPW** – zawężony do całkowitej zawartości metanu w węglu, bez możliwości określenia dynamicznej, desorbowalnej części całkowitej zawartości metanu
- **wdrożenie metody USBM** – pomiar metanu resztkowego i oszacowanie ilości metanu desorbowalnego
- **parametry zbiornikowe węgla** – bardzo słabe rozpoznanie, np.: przepuszczalność, pojemność sorpcyjna
- **oszacowanie zasobów wydobywalnych** – w warunkach dziewiczych i górotworze częściowo odgazowanym, uzasadnionych ekonomicznie

➔ Ocena ekonomiczna przedeksplotacyjnego ujęcia metanu z pokładów węgla:

- **złożoność zagadnienia** – zależność od konkretnej sytuacji geologiczno-górnictwej i środowiskowej
- **wieloletnie przesunięcie w czasie** – pomiędzy wydatkami a potencjalnym zwrotem i osiągnięciem zysków
- **bilans ekonomiczny:**
 - prostszy po stronie nakładów inwestycyjnych,
 - trudny do oszacowania potencjalnych przychodów oraz stopy zwrotu poniesionych wydatków
- **przychody i zyski** – dwie podstawowe grupy:
 - przychodów bezpośrednich – ze sprzedaży ujętego gazu lub energii cieplnej/elektrycznej
 - przychodów pośrednich – korzyści z eksploatacji pokładów węgla w części odmetanowanych
- **zarządzanie ryzykiem** – konieczne przeprowadzenie rachunku ekonomicznego eliminacji lub znaczącego obniżenia ryzyka zagrożeń metanowych

➔ Przyjazny klimat dla technologii szczelinowania węgla

- **działania w Polsce i na arenie międzynarodowej**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

Wytyczne szacunku ekonomicznego przedekspluatcyjnego ujęcia metanu

➔ Główne kategorie koniecznych nakładów inwestycyjnych:

- **dokumentacyjne** – wszelkie konieczne i prawnie wymagane dokumenty geologiczne i górnicze
- **lokalizacyjne** – opłaty za zakup/najem/dzierżawę gruntów pod wiercenia oraz instalacje ujęcia i transportu gazu
- **wiertnicze** – otwory kierunkowe (badawcze/pilotażowe oraz produkcyjne) oraz wszystkie serwisy i badania
- **specjalne** – zabiegi, testy i prace specjalne na otworach, w tym intensyfikacji dopływu metanu
- **instalacyjne** – urządzenia ujęcia i transportu gazu
- **eksploatacyjne** – eksploatacja gazu otworami wiertniczymi, w tym opłaty eksploatacyjne
- **środowiskowe** – prace rekultywacyjne, wszelkie opłaty środowiskowe prawnie wymagane.

➔ Podstawowe składniki zakładanych korzyści (przychody pośrednie), obniżenie/ograniczenie:

- **jednostkowego kosztu wydobycia tony węgla**
 - większy postęp eksploatacji ścian w pokładach o niższych kategoriach zagrożenia metanowego
- **kosztów podziemnej instalacji do odmetanowania**
 - wiercenia dołowe, chodniki drenażowe, rurociągi do odmetanowania etc.
- **kosztów akcji ratunkowych**
 - zdarzenia i wypadki związane z zagrożeniem metanowym
- **kosztów wynikających z następstw wypadków powstałych na skutek zagrożenia metanowego**
 - w tym wypadków śmiertelnych i powodujących ciężkie obrażenia ciała
- **strat powstałych na skutek zdarzeń i katastrof metanowych**
 - straty materiałów i sprzętu, czasowe wyłączenia danego rejonu kopalni z produkcji
- **kosztów działań profilaktycznych i zabezpieczających przed zagrożeniem metanowym.**

Założenia programu badawczego GEO-METAN

Przedeksploatacyjne ujęcie metanu z pokładów węgla otworami powierzchniowymi w warunkach GZW

(PGNiG S.A. + PIG-PIB)

Cel prac i badań:

1. Wsparcie rozwoju technologii eksploatacji metanu z pokładów węgla w polskich zagłębiach węglowych, w połączeniu z odmetanowaniem kopalń:
 - zwiększenie potencjału wydobywczego gazu w Polsce
 - wzmocnienie krajowego górnictwa węgla kamiennego poprzez systemowe rozwiązanie problemu metanowości kopalń
2. Doświadczalne określenie kryteriów brzegowych ujęcia metanu z planowanych do eksploatacji pokładów węgla w warunkach geologiczno-górnicznych GZW
3. Dostosowanie do warunków GZW technologii wierceń horyzontalnych oraz metod intensyfikacji produktywności metanu
4. W przypadku uzyskania pozytywnych wyników prac – testowe zastosowanie o charakterze demonstracyjnym na wybranym obszarze

Etapy prac:

➔ Etap I – badawczo-pilotażowy

➔ Etap II – badawczo-demonstracyjny

➔ Etap III – demonstracyjno-testowy



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

II Konferencja Techniczna
METAN KOPALNIANY Szanse i Zagrożenia
Katowice, 8 lutego 2017 r.

Dziękuję za uwagę