



Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Oddział Górnośląski w Sosnowcu
Państwowa Służba Geologiczna



Janusz JURECZKA

**Przedeksploatacyjne ujęcie metanu z pokładów węgla
– założenia, realizacja i wyniki
projektu badawczego Państwowego Instytutu Geologicznego**

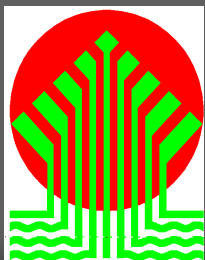




PROJEKT

Przedeksploatacyjne odmetanowanie pokładów węgla otworami powierzchniowymi – ocena zastosowania w warunkach złożowych i górniczych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wraz z odwierceniem otworu badawczego

**realizowany w ramach zadań państwowej służby geologicznej
07.2012 – 11. 2015 r.**



**Narodowy Fundusz Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej
(strona finansująca)**

**Ministerstwo Środowiska
(strona nadzorująca)**



Cel projektu:

określenie warunków
przedeksploatacyjnego ujęcia metanu z pokładów węgla
powierzchniowymi otworami kierunkowymi,
z analizą możliwości zastosowania hydraulicznego szczelinowania pokładów węgla

Etap I (07.2012 – 06.2013):

Studium wykonalności

Przegląd złóż kopalń metanowych, kompleksowe opracowanie warunków geologiczno-górnicznych, środowiskowych i formalno-prawnych, wariantowy wybór lokalizacji otworu badawczego, badania analityczne węgla na wybranej lokalizacji, projekt robót geologicznych

Etap II (07.2013 – 11.2015):

Prace wiertnicze i testy polowe

Odwiercenie otworów badawczych, geofizyka wiertnicza, wykonanie testów i badań (opcjonalnie ze szczelinowaniem hydraulicznym), opracowanie dokumentacji geologicznej



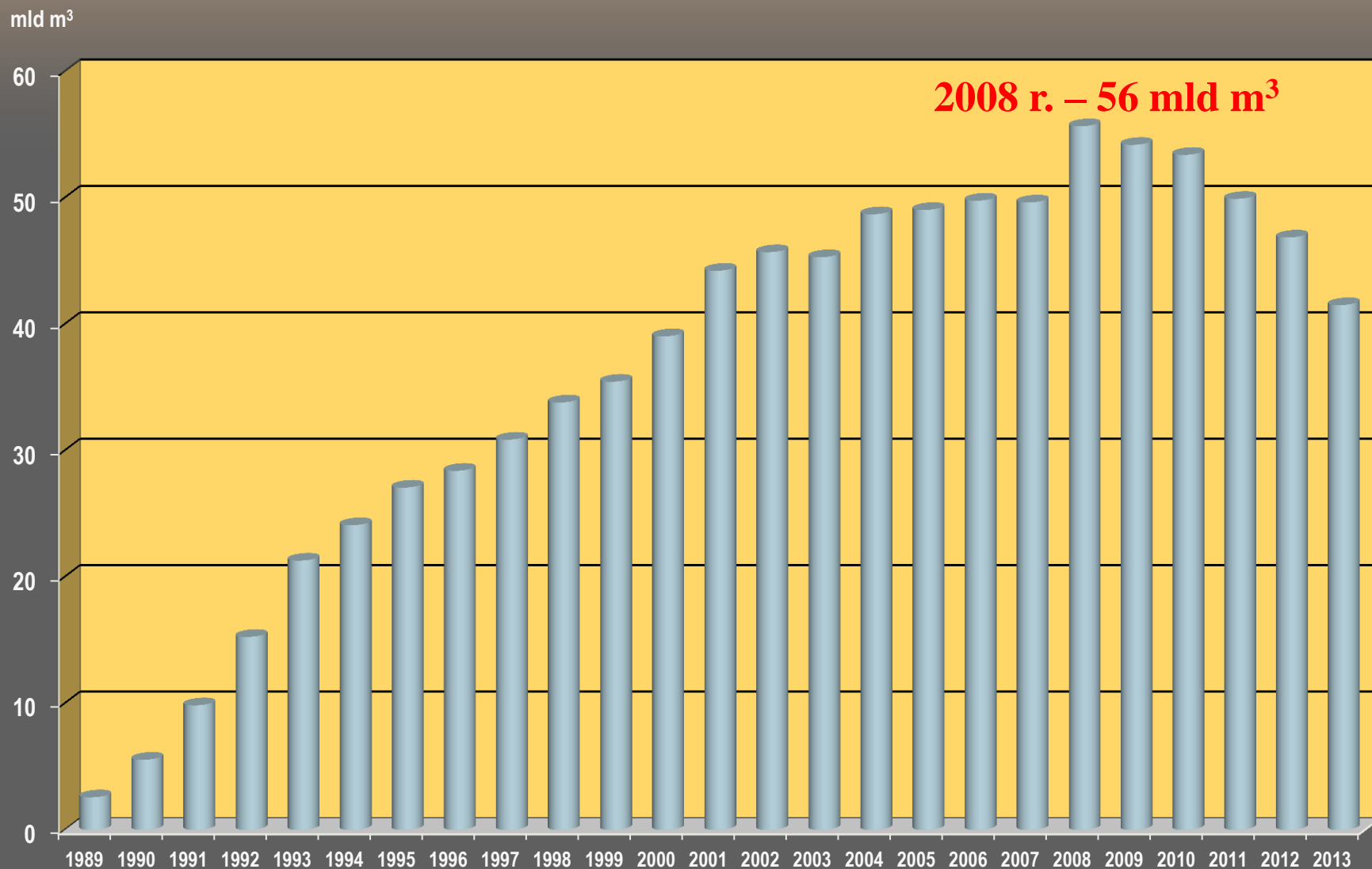
Plan prezentacji

1. Wprowadzenie: Świat → Polska → GZW
2. Zagadnienia metanowe w GZW
3. Założenia przedeksploatacyjnego ujęcia metanu z pokładów węgla
4. Kluczowe zagadnienia dla rozwoju przedeksploatacyjnego ujęcia metanu
wyniki projektu badawczego PIG-PIB
– odwierty Wesola PIG-1 i Wesola PIG-2H
5. Założenia oceny ekonomicznej

Metan pokładów węgla (MPW) – gaz naturalny, akumulowany w węglu dzięki zjawisku sorpcji

- ⇒ W skali światowej jedno z podstawowych alternatywnych źródeł energii
 - **wydobycie przemysłowe:** USA, Australia, Kanada, Chiny, Indie
 - **największe zasoby geologiczne:** Rosja, USA, Chiny, Australia, Kanada, Indonezja

Wydobycie metanu z pokładów węgla w USA w latach 1989–2013



wg danych EIA – U.S. Energy Information Administration (www.eia.gov)

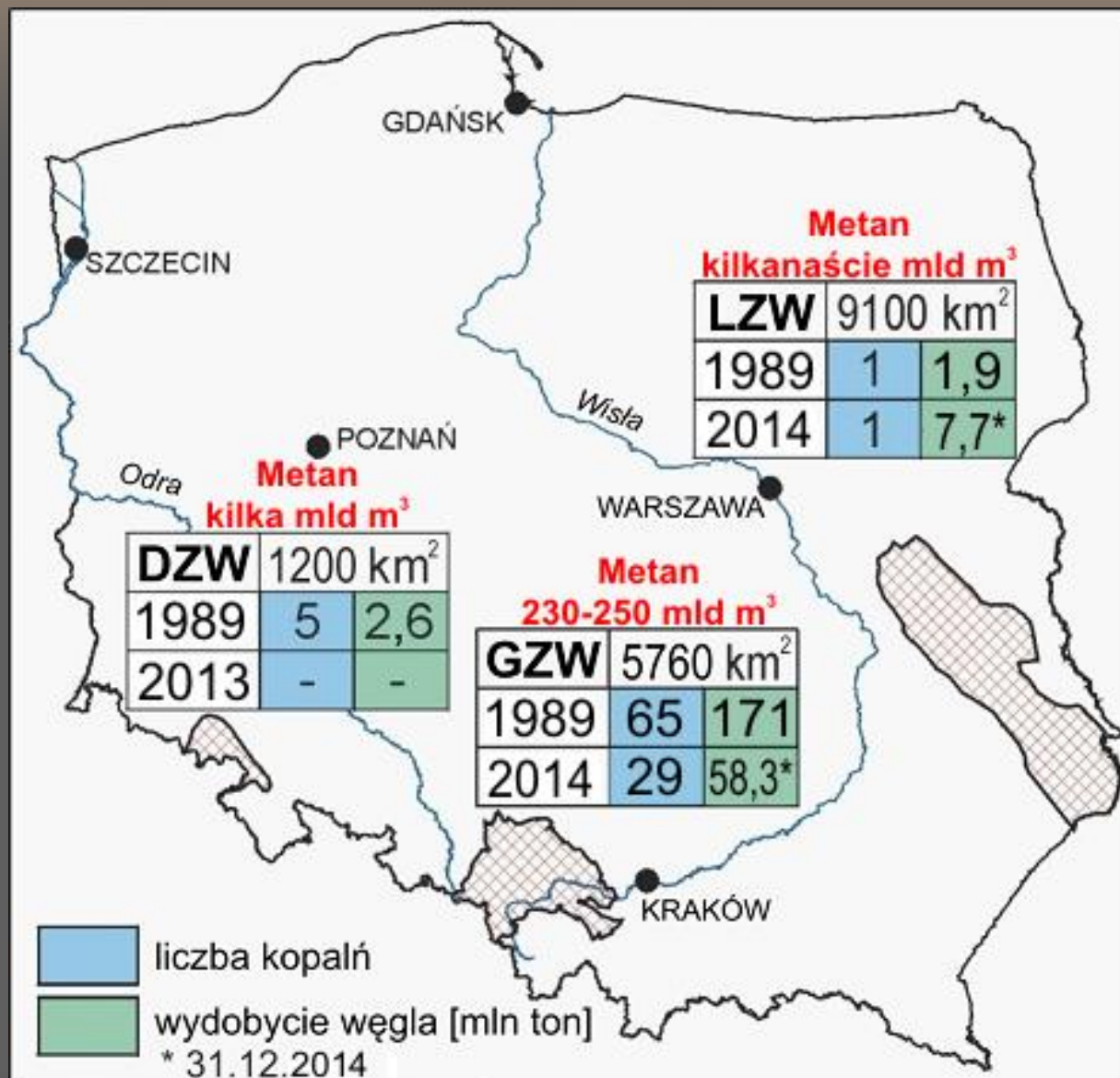
Metan pokładów węgla (MPW) – gaz naturalny, akumulowany w węglu dzięki zjawisku sorpcji

- ⇒ W skali światowej jedno z podstawowych alternatywnych źródeł energii
 - **wydobycie przemysłowe:** USA, Australia, Kanada, Chiny, Indie
 - **największe zasoby geologiczne:** Rosja, USA, Chiny, Australia, Kanada, Indonezja

- ⇒ Kategorie ze względu na miejsce i sposób pozyskiwania:
 - **CBM – Coalbed Methane** – ze złóż niezagospodarowanych górnictwo („dziewiczych” – **VCBM**)
 - **CMM – Coal Mine Methane** – w kopalniach, ze złóż eksploatowanych
 - **AMM – Abandoned Mine Methane** – z kopalń zamkniętych, (gł. ze zrobów)

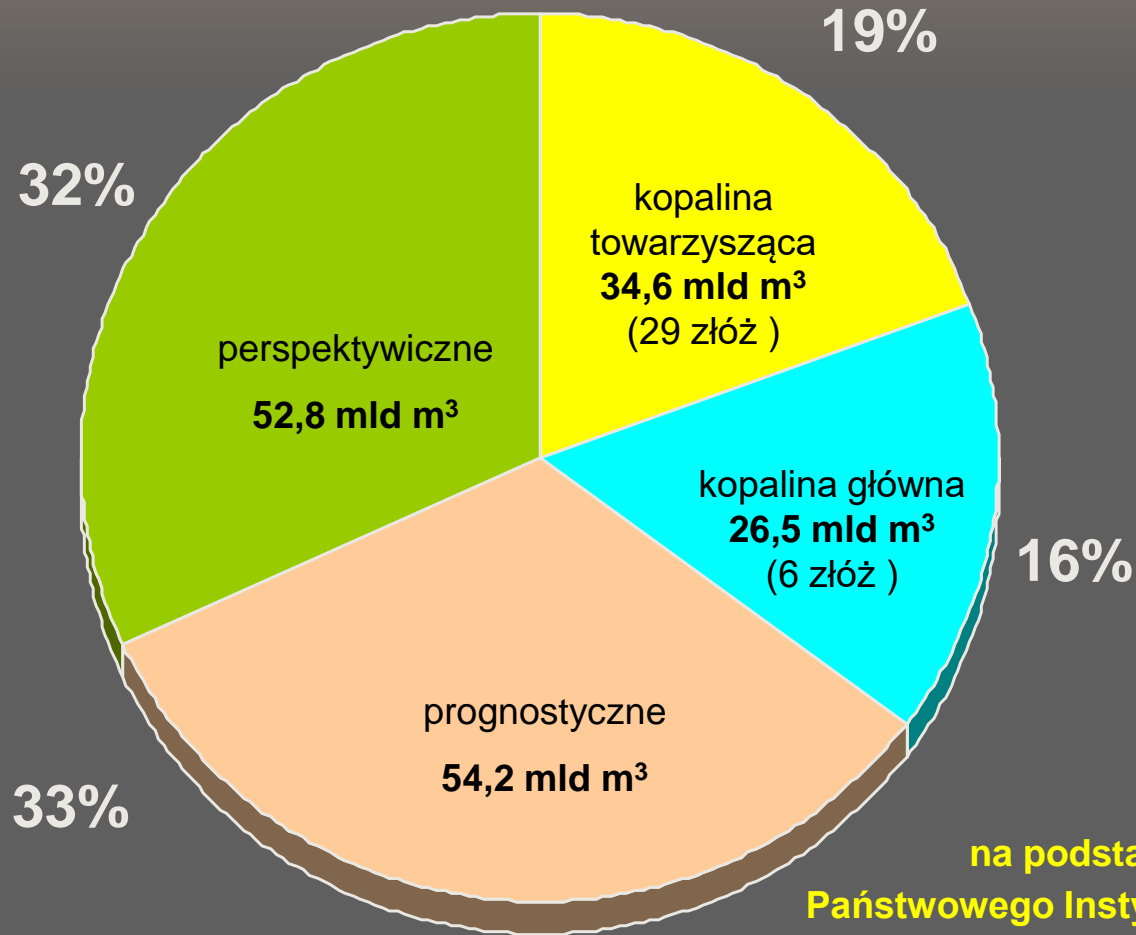
- ⇒ Polska – podział ze względu na planowane zagospodarowanie:
 - **MPW – jako kopalina główna:** poza/poniżej złóż węgla kamiennego, przewidzianych do eksploatacji (eksploatowanych)
 - **MPW – jako kopalina towarzysząca:** w złożach węgla kamiennego (kopaliny głównej) do głębokości dokumentowania (gł. w złożach eksploatowanych)

Metan w polskich zagłębiach węglowych



Zasoby metanu z pokładów węgla w GZW

Zasoby bilansowe-wydobywalne: udokumentowane, prognostyczne i perspektywiczne
ok. 168,1 mld m³



Potencjał zasobowy – ok. 230–250 mld m³:

bilansowe, pozabilansowe (11,0 mld m³), w strefie przystropowej (5,2 mld m³), poniżej 1500 m, obszary nieszacowane, zasoby w pokładach węgla o metanonośności nie przekraczającej 2,5 m³CH₄/t_{CSW}

Metanowość kopalń w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

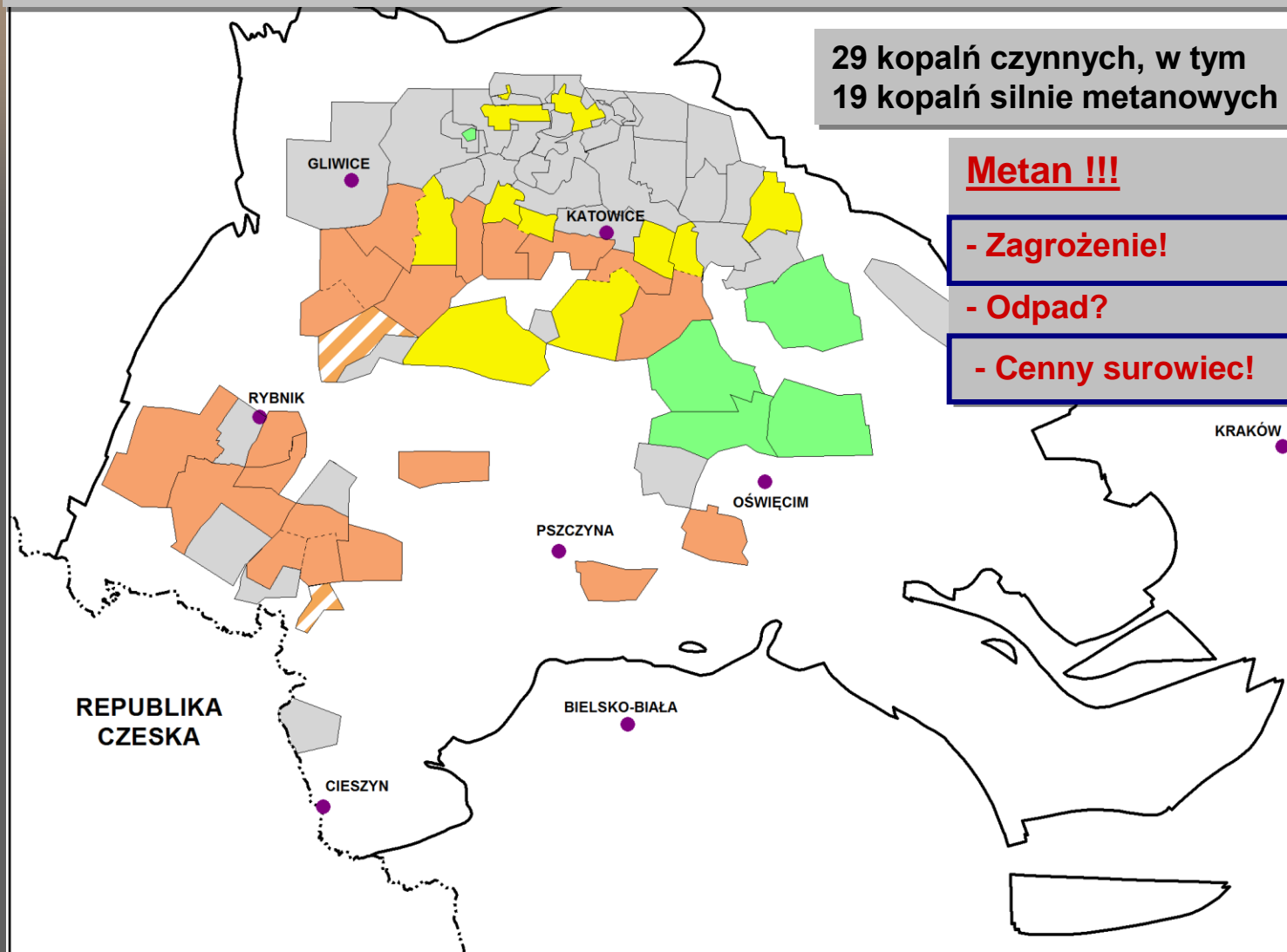
29 kopalń czynnych, w tym
19 kopalń silnie metanowych


Metan !!!


- Zagrożenie!


- Odpad?


- Cenny surowiec!




 kopalnie metanowe z odmetanowaniem

 kopalnie niemetanowe

 kopalnie zamknięte

 kopalnie metanowe bez odmetanowania

 kopalnie w budowie

Metanowość kopalń GZW w 2014 r.

(wg danych WUG – Respondek A., Katan D., 2015)

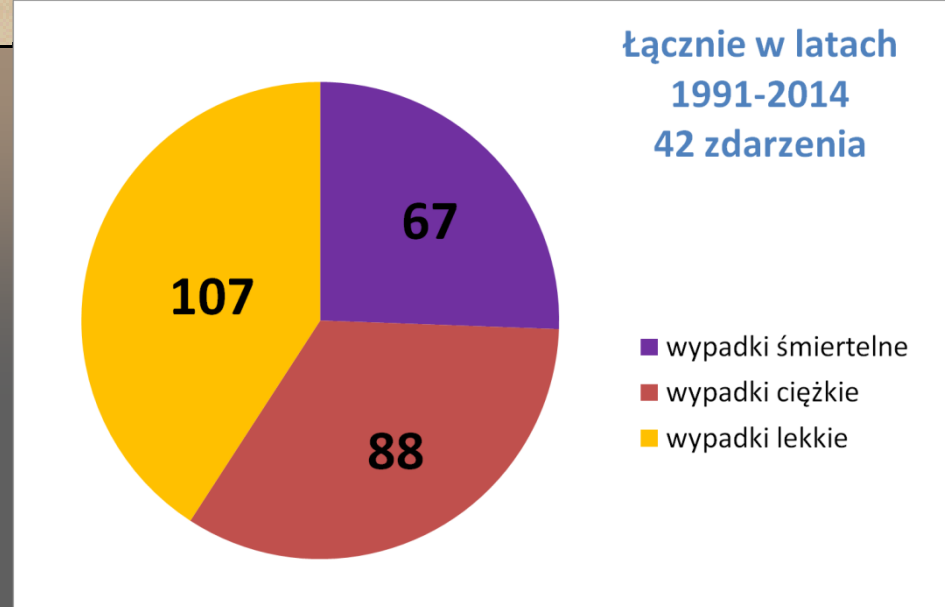
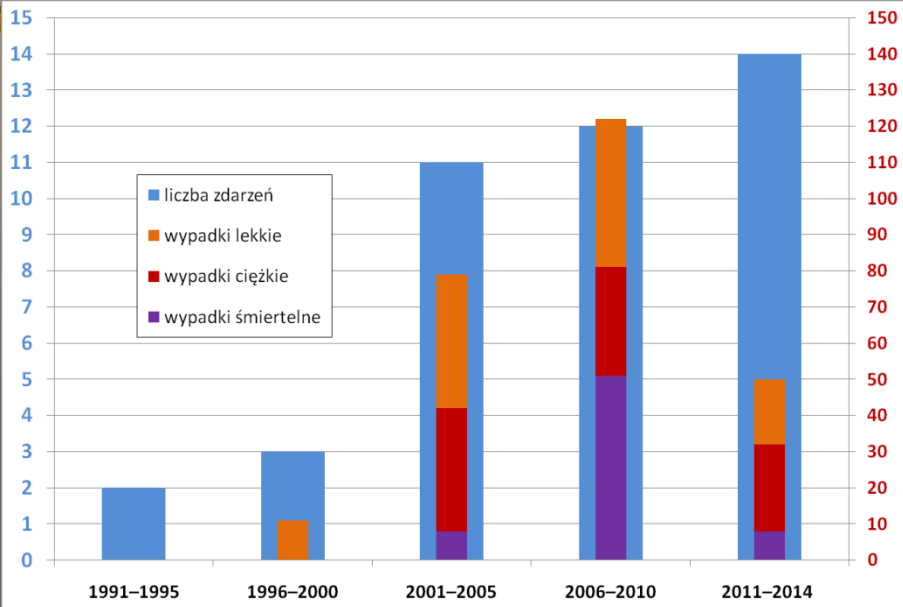
Spółki węglowe	Liczba kopalń			
	ogółem	metanowe	I-II kat. ZM	III-IV kat. ZM
Kompania Węglowa S.A.	14	12	3	9
Katowicki Holding Węglowy S.A.	4	4	0	4*
Jastrzębska Spółka Węglowa S.A.	5	5	0	5*
Tauron Wydobycie S.A.	2	0	0	0
kopalnie samodzielne	4	3	2	1
SUMA	29	24	5	19

* wyłącznie IV kategoria zagrożenia metanowego (ZM)

Wydobycie węgla kamiennego i metanowość ścian w 2014 r.

(wg danych WUG – Respondek A., Katan D., 2015)

Metanowość pokładów węgla		Ilość ścian		Wydobycie	
				mln ton	% całości
pokłady niemetanowe		34		15,8	21,8
pokłady metanowe	I-II kat. ZM	166	37	56,7	78,2
	III-IV kat. ZM		129		
SUMA		200		72,5	100

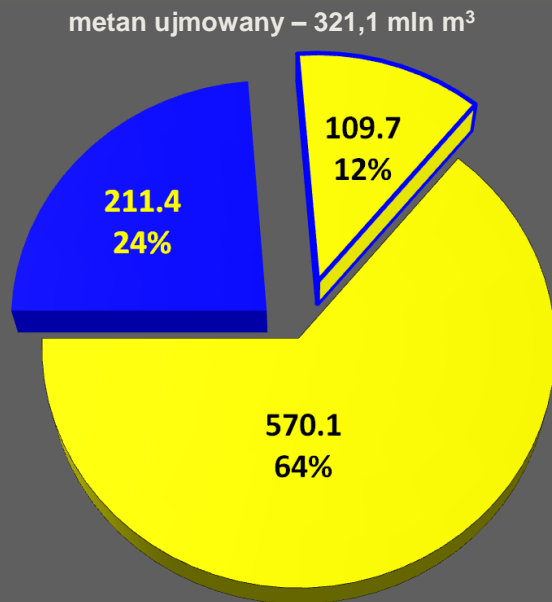


Zdarzenia i wypadki związane z zagrożeniem metanowym w latach 1991–2014 (wg danych WUG – Kleszcz & Katan, 2015)

Lata	Liczba zdarzeń	Wypadki			
		śmiertelne	ciężkie	lekkie	razem
1991–1995	2	0	0	0	0
1996–2000	3	0	0	11	11
2001–2005	11	8	34	37	79
2006–2010	12	51	30	41	122
2011–2014	14	8	24	18	50
SUMA	42	67	88	107	262




Emisja, wydobywanie i wykorzystanie MPW

Metan rejestrowany (emisja metanu wykazywana przez kopalnie) – metan zawarty w powietrzu wentylacyjnym + metan ujmowany – 891,2 mln m³ (2014 r.)



na podstawie danych
Wyższego Urzędu Górniczego
2014 r.

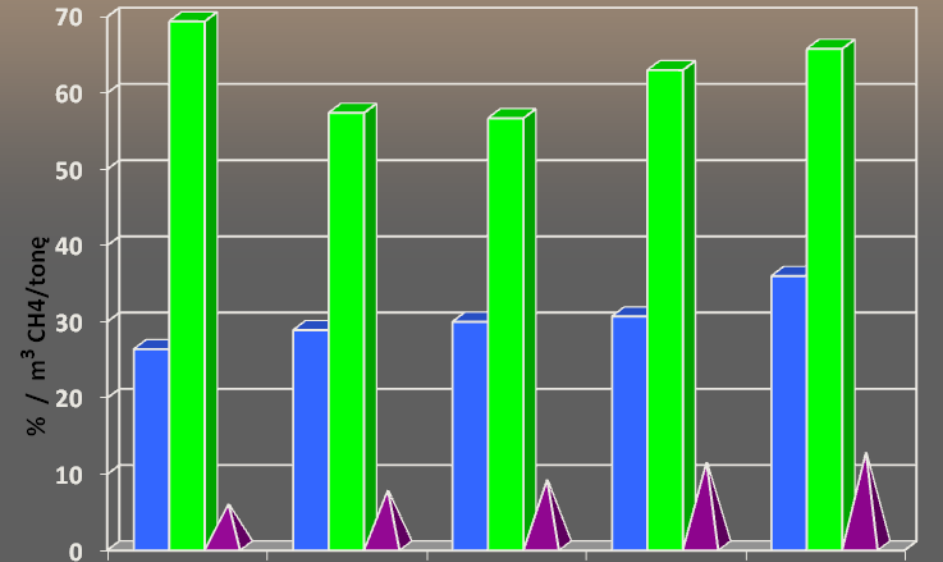
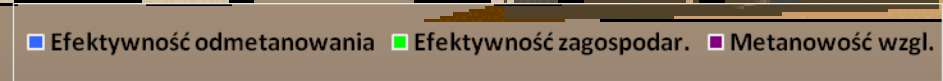
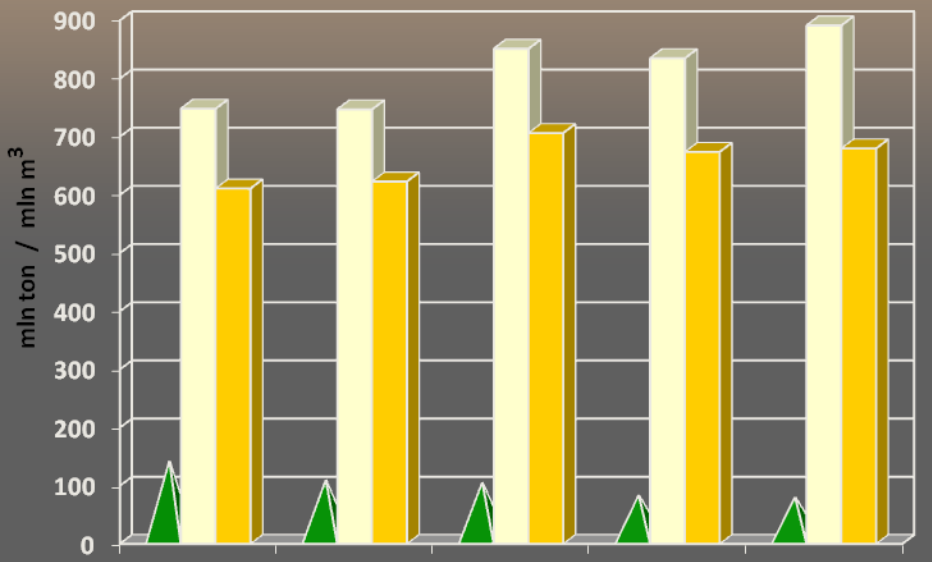
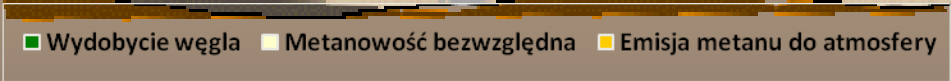
metan [mln m³]:

 nieujmowany  ujmowany wykorzystany  ujmowany i wypuszczany

Metan nierejestrowany – kopalnie niemetanowe i słabo metanowe + urobek i skała płonna ok. 5–10% emisji rejestrowanej – ok. 40–80 mln m³

Łączna roczna ilość emisji metanu do atmosfery: 730–760 mln m³

(1 CH₄ = 21 CO₂, 15,5 mld m³ CO₂)



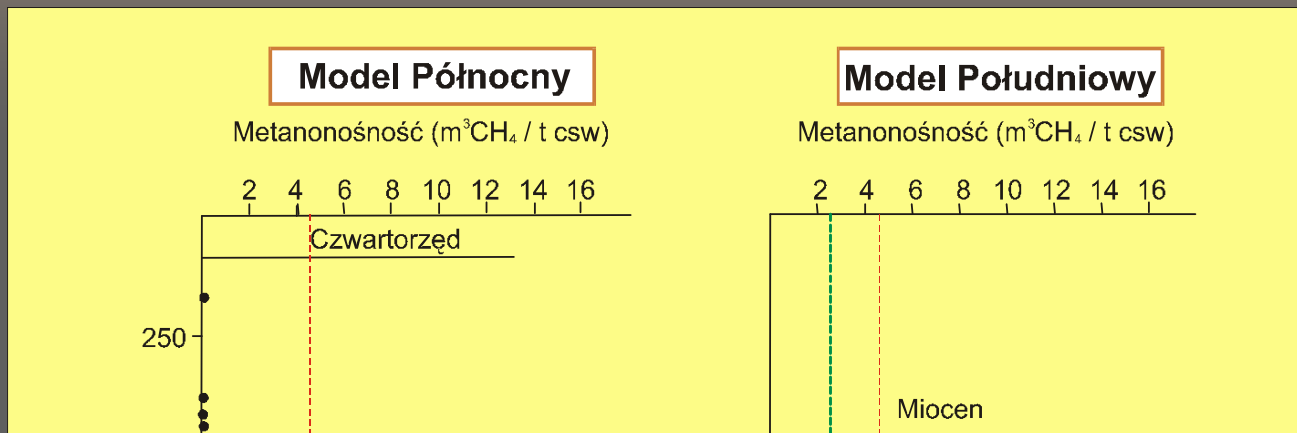
Długofalowe rozwiązanie problemu metanowości kopalń GZW

PRZEDEKSPOLATACYJNE UJĘCIE METANU Z POKŁADÓW WĘGLA

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

- wcześniejsze ujęcie metanu (cenny surowiec energetyczny)
- eksploatacja w korzystniejszych warunkach górniczych i ekonomicznych
(zmniejszenie zagrożenia metanowego, poprawa bezpieczeństwa pracy, znaczące obniżenie kosztów wydobycia)
- zmniejszenie emisji metanu do atmosfery
(ograniczanie skutków efektu cieplarnianego, obniżenie kosztów opłat emisyjnych)

Rozkład metanonośności pokładów węgla w GZW



Konieczne jest rozpoczęcie działań zmierzających do

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

W świetle założeń rządowego projektu „Polityki energetycznej Polski do roku 2050” 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:

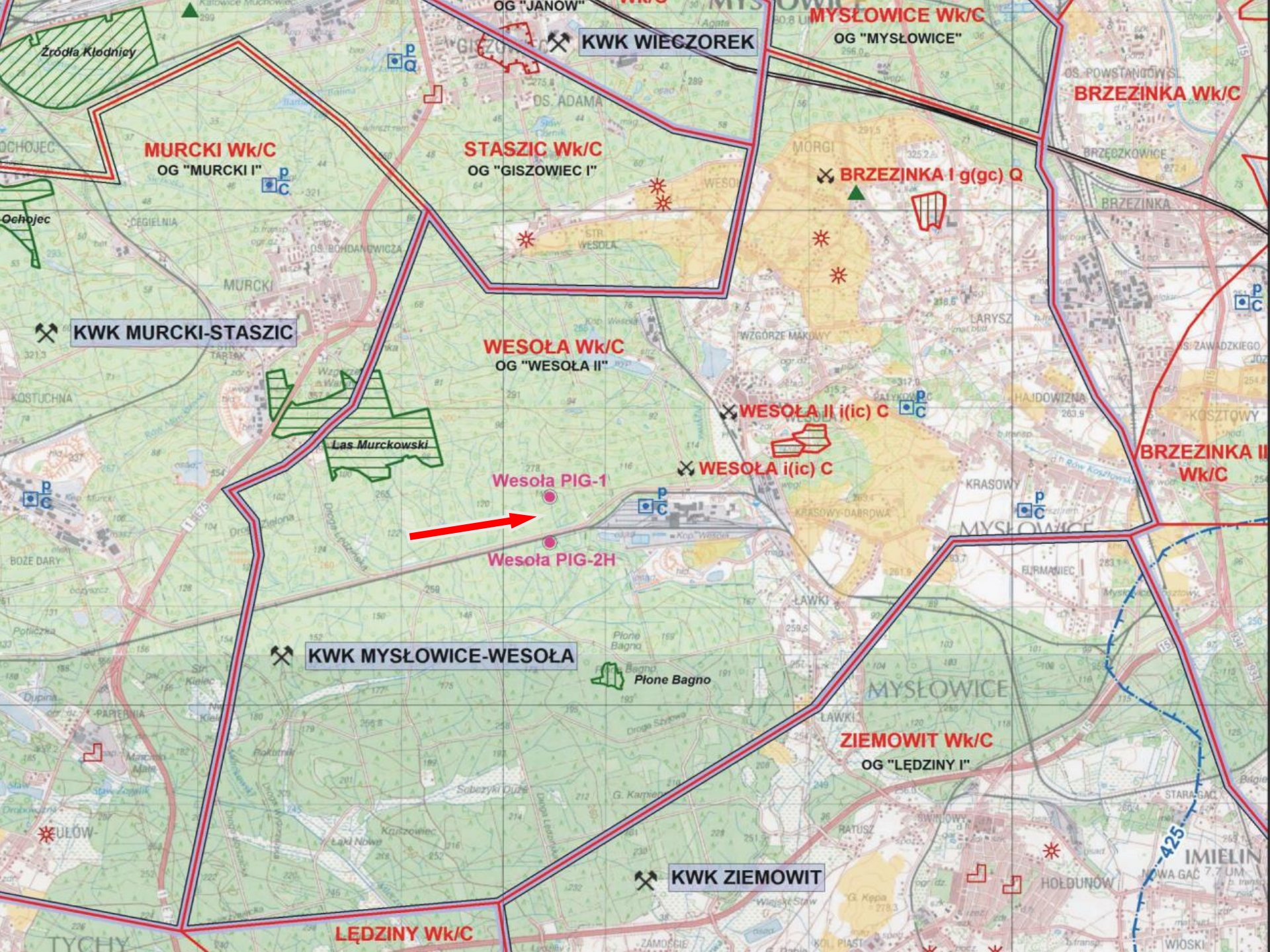
z niebezpiecznego „odpadu” do tzw. „utylicacji”, na cenny surowiec energetyczny

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. Drenaż części metanu, wydzielającej się dynamicznie**, stanowiącej największe zagrożenie dla eksploatacji węgla. Nie jest możliwe całkowite szczytowanie metanu z pokładów węgla.
- 3. 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).
- 4. Działalność analogiczna do eksploatacji metanu z obszarów „dziewiczych”**, w praktyce dotyczyłaby pokładów węgla w sąsiedztwie istniejącej eksploatacji (nowe – głębsze poziomy wydobywcze, nowo udostępniane partie złóż).
- 5. 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).
- 6. Zastosowanie nowoczesnych technologii wierceń horyzontalnych oraz stymulacji produktywności metanu** – perspektywy dla ujęcia metanu w skali przemysłowej.

Kluczowe zagadnienia dla przedeksploatacyjnego ujęcia MPW

- ⇒ Ujęcie w planach (niektórych !!!) kopalń przedeksploatacyjnego odzysku metanu (nowe pola lub poziomy wydobywcze, co najmniej 3-5 lat przed eksploatacją):
- **rozpoznawcze prace badawcze** – pierwszy pilotażowy projekt PIG-PIB (otwory Wesoła PIG-1 i PIG-2H)
 - **dalszy rozwój prac badawczych** – kierunkowe otwory powierzchniowe lub dołowe (technologia: wierceń, szczelinowania, pompowania; problem orurowania w pokładach węgla, warunki środowiskowe i formalne)



Wesola PIG-1

Wesola PIG-2H



Wesoła PIG-1 – otwór pionowy gł. 1000 m

Czas wiercenia: 11.12.2013 – 2.01.2014 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

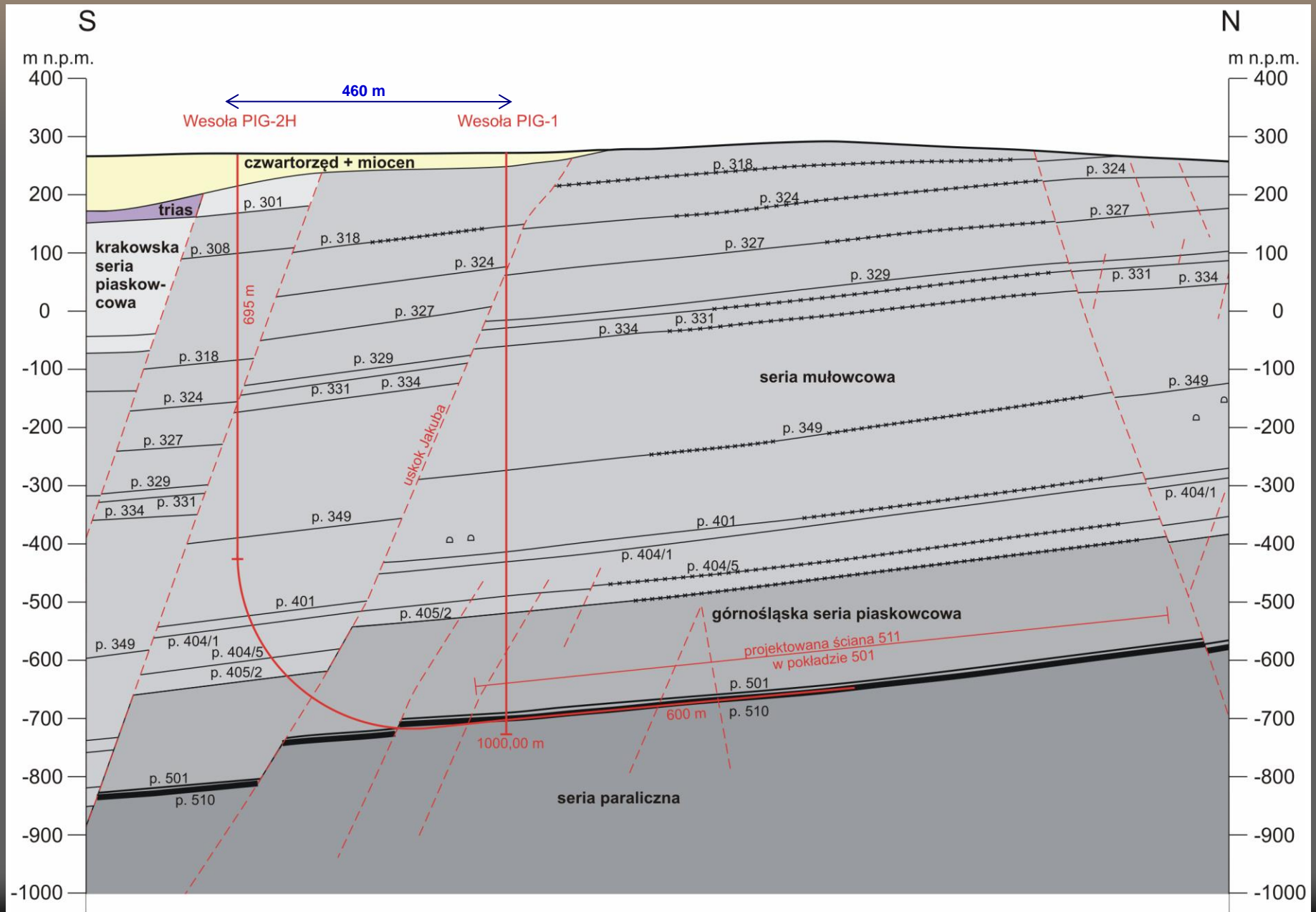
23,0 – 57,0 neogen-miocen

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

1318 – 1918 pokład 510 (600 m)

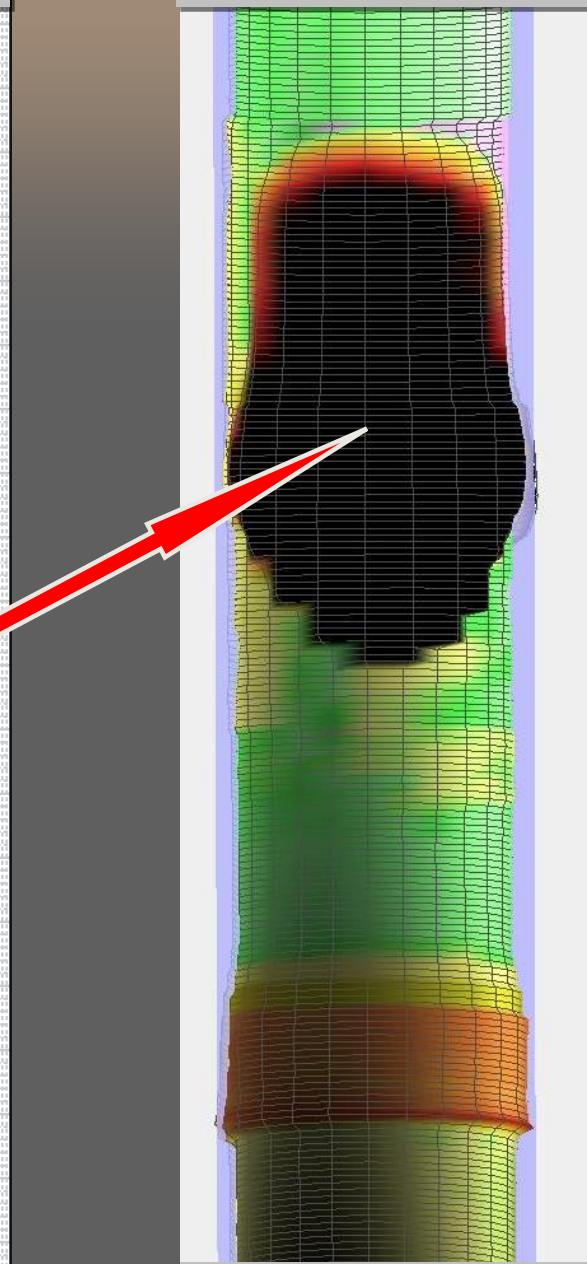
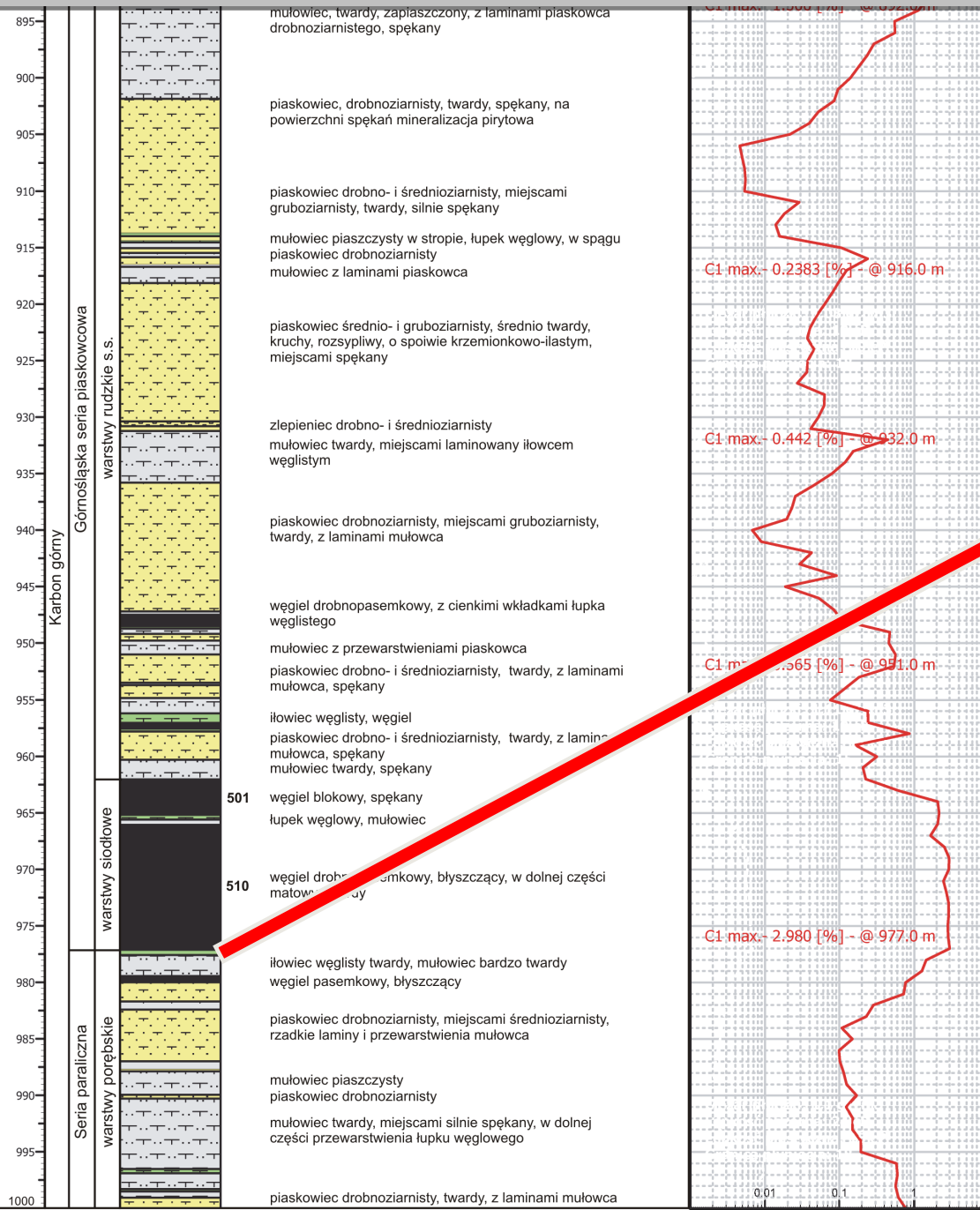
Intersekcja z osią Wesoła PIG-1 – 1312,8 m MD

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



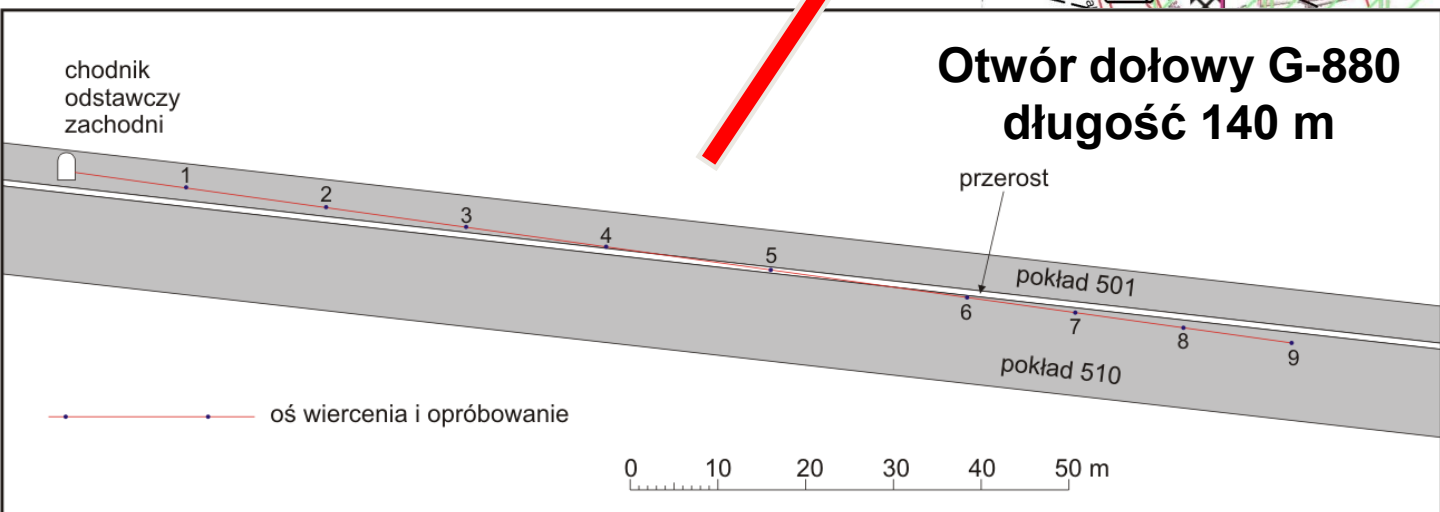
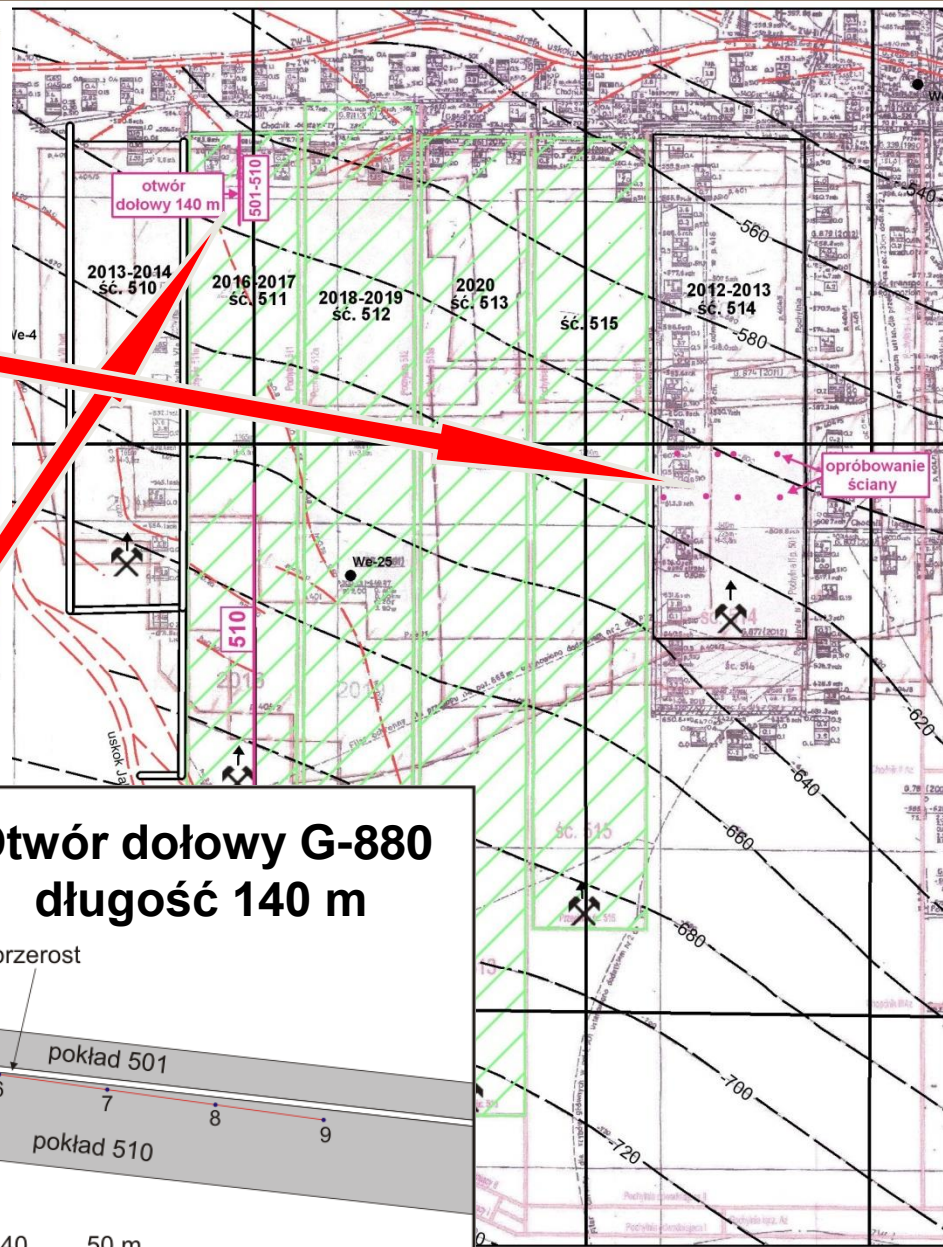
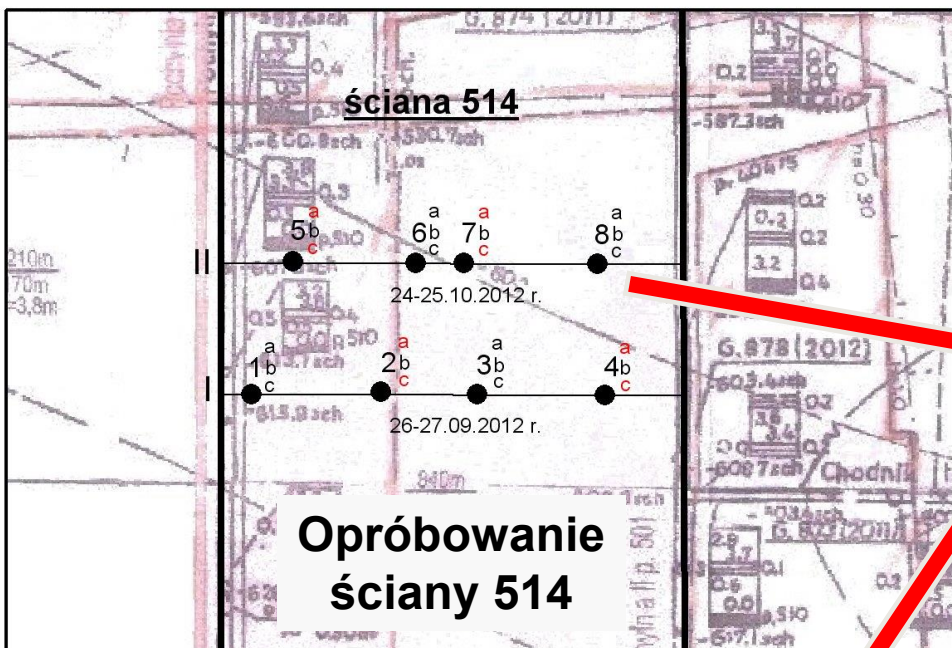
Wesoła PIG-1 – profil 900–1000 m

Intersekcja



pomiar kawernomierzem

Partia Az złoża „Wesoła” – pokład 501



Testy dopływu metanu



Szczelinowanie – Wesola PIG-2H

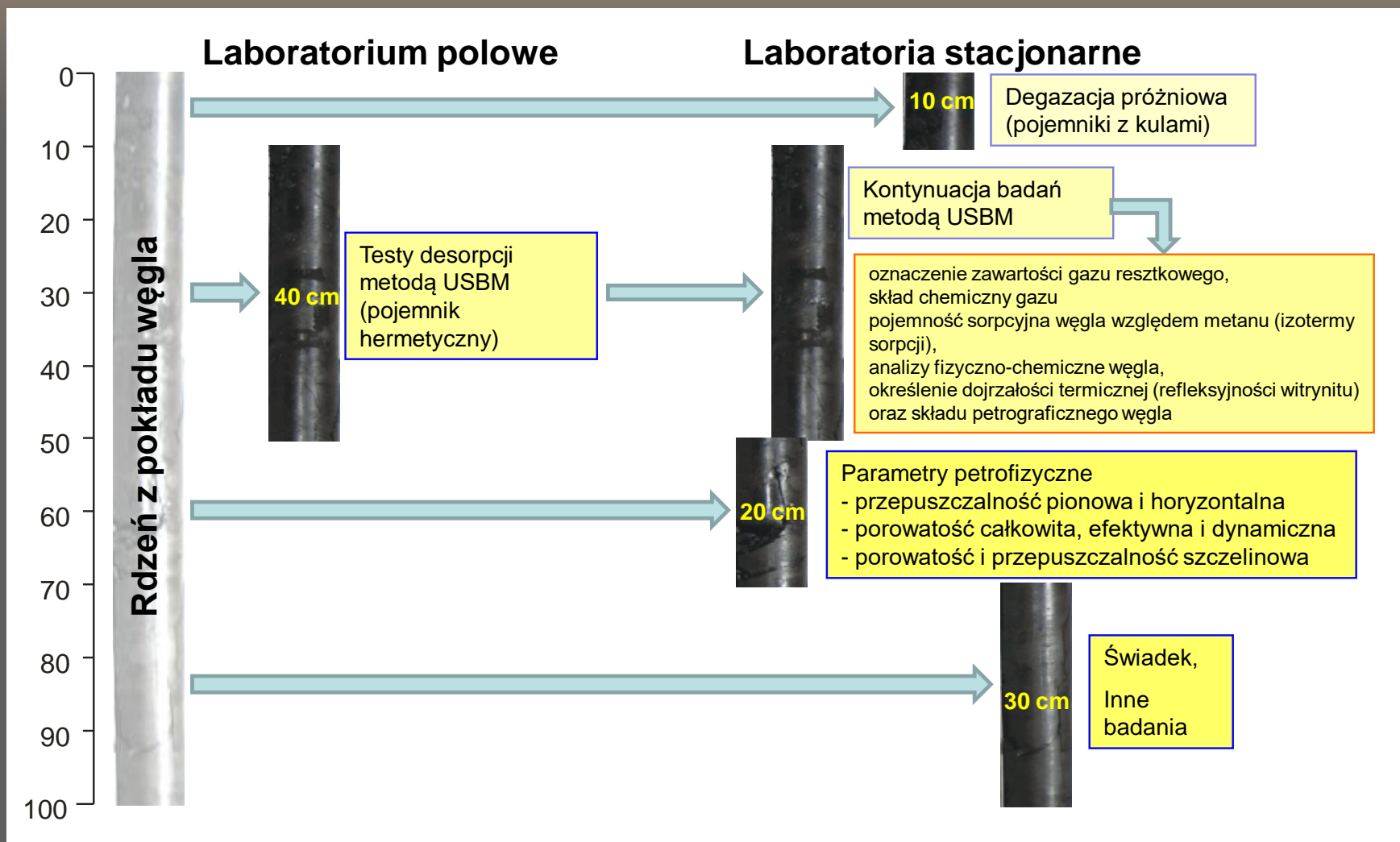


Kluczowe zagadnienia dla przedeksploatacyjnego ujęcia MPW

- Ujęcie w planach (niektórych !!!) kopalń przedeksploatacyjnego odzysku metanu (nowe pola lub poziomy wydobywcze, co najmniej 3-5 lat przed eksploatacją):
 - **rozpoznawcze prace badawcze** – pierwszy pilotażowy projekt PIG-PIB (otwory Wesoła PIG-1 i PIG-2H)
 - **dalszy rozwój prac badawczych** – kierunkowe otwory powierzchniowe lub dołowe (technologia: wierceń, szczelinowania, pompowania; problem orurowania w pokładach węgla, warunki środowiskowe i formalne)

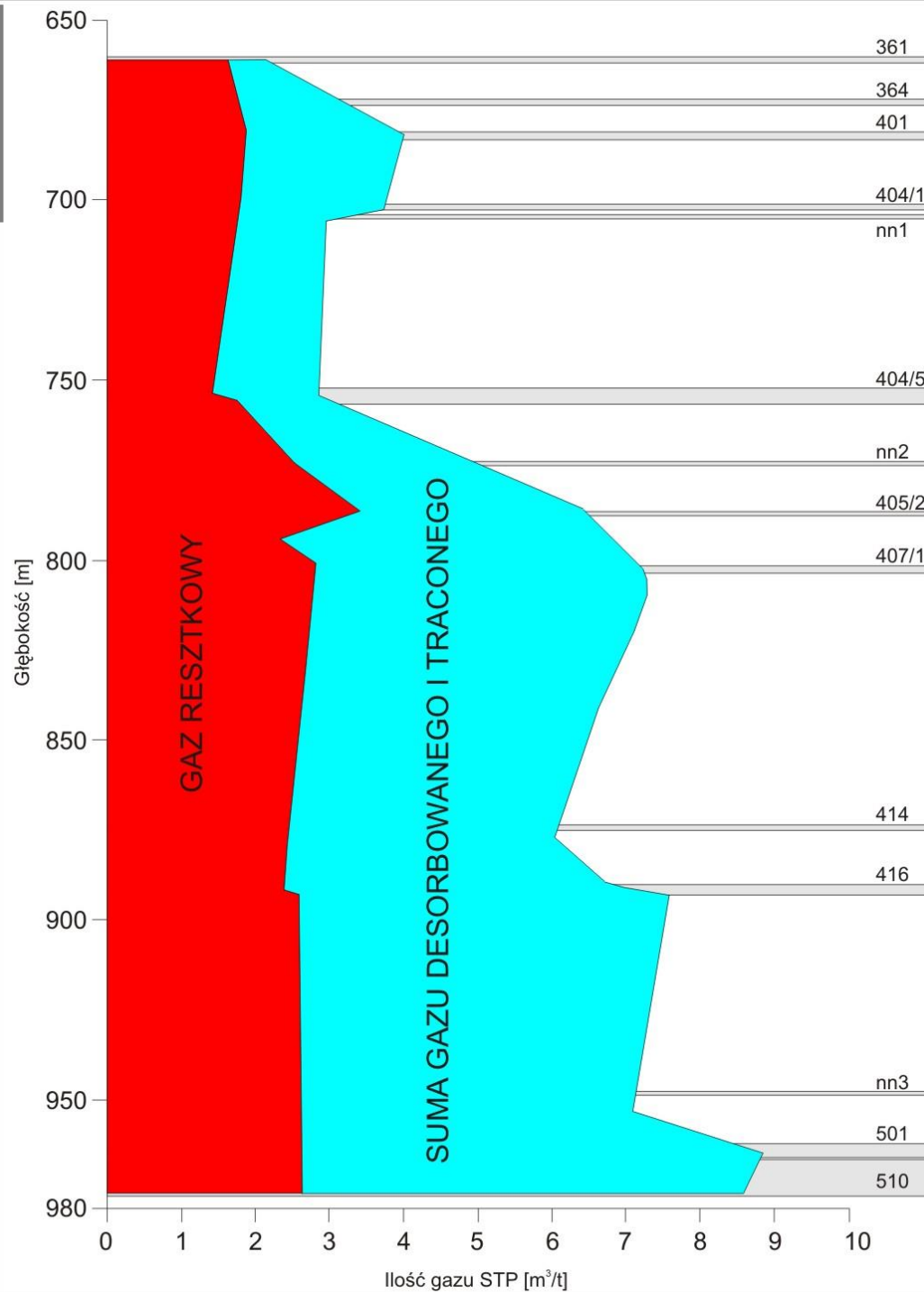
- Rozpoznanie parametrów węgla dla MPW – desorpcja, dyfuzja i filtracja metanu zaadsorbowanego w obrębie matrycy węglowej podczas jego eksploatacji:
 - **odmienność od obecnych badań węglowych** – powszechnie wykonywane są badania jakości węgla
 - **obecny stan rozpoznania MPW** – zawężony do metanonośności pokładów węgla
 - **pomiary metanonośności** – całkowita zawartość metanu (podwyższona o współcz. 1,33 bez możliwości określenia dynamicznej, desorbowalnej części całkowitej zawartości metanu)
 - **metoda USBM** – pomiar metanu resztkowego i oszacowanie ilości metanu desorbowalnego
 - **parametry zbiornikowe węgla** – bardzo słabe lub zerowe rozpoznanie
 - **przepuszczalność** – kluczowy parametr złożowy, decydujący o dopływie gazu
 - **pojemność sorpcyjna** – zdolność węgla do gromadzenia gazu w procesach adsorpcji i absorpcji

Podstawowe badania laboratoryjne dla rozpoznania MPW



Wesoła PIG-1

Rozkład gazonośności pokładów węgla



Zestawienie wyników badań analitycznych węgla pokładów 501-510

próby z rdzeni – otwór Wesoła PIG-1 i otwór dołowy G/880 – oraz ze ściany 514

Przepuszczalność i porowatość										
Przepuszczalność [mD]	<0,008–1,422	0,21	11	0,001–1,680	0,28	9	0,001–0,382 (X)	0,08	17	
	<0,008–0,249	0,07	10	0,001–0,670	0,11	8	0,001–0,253 (Z)	0,06	11	
Przepuszczalność szczelinowa [mD]	2,04–13,68	4,49	14	1,10–2,96	2,27	8	2,25–3,40	2,70	8	
Porowatość szczelinowa [%]	3,32–5,52	4,22	14	1,78–4,81	3,68	8	3,66–5,53	4,39	8	
Desorpcja/metanonośność										
Gaz USBM [m ³ /t]	tracony	0,27–0,53	0,35	14	0,02–0,14	0,06	8	0,11–0,15	0,13	2
	desorb.	4,39–6,65	5,60		0,22–2,11	0,88		1,12–1,63	1,37	
	resztk.	2,09–3,91	2,71		1,28–4,76	3,25		2,90–3,38	3,14	
	całkow.	7,86–9,54	8,62		1,81–5,74	4,19		4,61–4,68	4,64	
CH ₄ (USBM) [%]	desorb.	94,8–97,0	95,6	10	90,2–95,3 (resztkowy)	92,9	6	94,6–95,2 (poj. z kulami)	94,9	2
	resztk.	94,7–97,3	96,1	14						
Metanonośność całkowita CH ₄ [m ³ /t csw]	5,11–7,98	6,25	16	1,94–7,74	5,19 (3,90)	8	5,99–6,22	6,10 (4,59)	2	
Parametry zbiornikowe (izotermy sorpcji metanu)										
Pojemność sorpcyjna [m ³ /t]	13,90–15,06	14,49	3	11,08–13,55	12,31	2				
Nasycenie [%]	54–60	57		21–46	34					
Ciśnienie krytyczne [MPa]	2,1–2,4	2,3								
Współcz. uzyskania zasobów [%]	54–59	57								

Kluczowe zagadnienia dla przedeksploatacyjnego ujęcia MPW

⇒ Ujęcie w planach (niektórych !!!) kopalń przedeksploatacyjnego odzysku metanu (nowe pola lub poziomy wydobywcze, co najmniej 3-5 lat przed eksploatacją):

- **rozpoznawcze prace badawcze**

⇒ Rozpoznanie parametrów węgla dla MPW:

- **odmienność od obecnych badań węglowych** – powszechnie wykonywane są badania jakości węgla
- **obecny stan rozpoznania MPW** – zawężony do metanonośności pokładów węgla
- **pomiary metanonośności** – całkowita zawartość metanu (podwyższona o współcz. 1,33) bez możliwości określenia dynamicznej, desorbowalnej części całkowitej zawartości metanu
- **metoda USBM** – pomiar metanu resztkowego i oszacowanie ilości metanu desorbowalnego
- **parametry zbiornikowe węgla** – bardzo słabe lub zerowe rozpoznanie
 - **przepuszczalność** – kluczowy parametr złożowy, decydujący o dopływie gazu
 - **pojemność sorpcyjna** – zdolność węgla do gromadzenia gazu w procesach adsorpcji i absorpcji

⇒ Ocena ekonomiczna przedeksploatacyjnego ujęcia metanu z pokładów węgla:

- **złożoność zagadnienia** – zależność od konkretnej sytuacji geologiczno-górnicznej i środowiskowej
- **wieloletnie przesunięcie w czasie** – pomiędzy wydatkami a potencjalnym ich zwrotem i osiągnięciem zysków
- **bilans ekonomiczny:**
 - prostszy po stronie nakładów inwestycyjnych
 - trudny do oszacowania potencjalnych przychodów i zysków 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

Wytyczne szacunku ekonomicznego przedeksploatacyjnego 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 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.**

Podsumowanie

1. Przedeksploatacyjne odmetanowanie pokładów węgla – podstawowe korzyści:

- wcześniejsze ujęcie cennego surowca energetycznego
- eksploatacja złóż węgla w korzystniejszej sytuacji górniczej i ekonomicznej (zmniejszenie zagrożenia metanowego – poprawa bezpieczeństwa pracy, znaczące obniżenie kosztów wydobycia – poprawa rentowności kopalń)
- zmniejszenie emisji metanu do atmosfery (zmniejszenie skutków efektu cieplarnianego, obniżenie kosztów opłat eksploatacyjnych).

2. Kluczowe zagadnienia dla rozwoju eksploatacji/odzysku metanu:

- rozpoznanie parametrów węgla, które określają jego własności zbiornikowe
- wprowadzenie pomiarów zawartości metanu resztkowego i desorbowalnego
- ocena ekonomiczna dotychczasowych metod odmetanowania w porównaniu z przedeksploatacyjnym ujęciem metanu kierunkowymi otworami powierzchniowymi.

3. Dalsze działania (sektorowy program dla górnictwa węgla kamiennego w Polsce?):

- ujęcie przedeksploatacyjnego odmetanowania pokładów węgla jako część komplementarnego, systemowego rozwiązania problemu metanowości kopalń
- dostosowanie do warunków geologiczno-górniczych GZW technologii wierceń horyzontalnych oraz metod stymulacji produktywności metanu

W niniejszej prezentacji wykorzystano materiały opracowane w ramach Projektu:

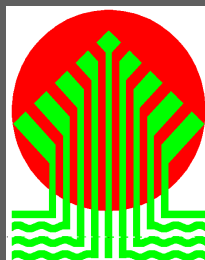
**Przedeksploatacyjne odmetanowanie pokładów węgla otworami powierzchniowymi –
ocena zastosowania w warunkach złożowych i górniczych GZW wraz z odwierceniem otworu badawczego**

Strona nadzorująca:



Ministerstwo Środowiska

Strona finansująca:



**Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej**

Dziękuję za uwagę

