



12

SZKOŁA AEROLOGII GÓRNICZEJ
KOMITET GÓRNICTWA PAN
TARGANICE

12-14 czerwca 2024

Badania własności sorpcyjnych węgli kamiennych w aspekcie profilaktyki zagrożenia metanowego i wyrzutowego w kopalniach podziemnych



Wydział Inżynierii Lądowej
i Gospodarki Zasobami

Dariusz Obracaj

Marek Korzec

AGH w Krakowie

Marcin Dreger

CLP-B Sp. z o.o.



projekt badawczy finansowany ze środków programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza” w AGH /
referat zrealizowano częściowo w ramach subwencji nr 16.16.100.215

PLAN PREZENTACJI



- 1. Wprowadzenie**
- 2. Charakterystyka metanowego i wyrzutowego w kopalniach**
- 3. Badania własności sorpcyjnych węgla**
 - aparatura
 - badania międzylaboratoryjne
- 4. Porównanie wyników**
- 5. Podsumowanie i wnioski**

- **Zagrożenie metanowe od wielu lat jest jednym z dominujących** w polskich kopalniach węgla kamiennego.
- W roku 2022 **prawie 79% wydobywania węgla kamiennego w Polsce pochodziło z pokładów metanowych.**
- Znaczny postęp wiedzy w zakresie rozpoznawania i zwalczania zagrożenia metanowego **nie spowodował całkowitej eliminacji jego skutków.**

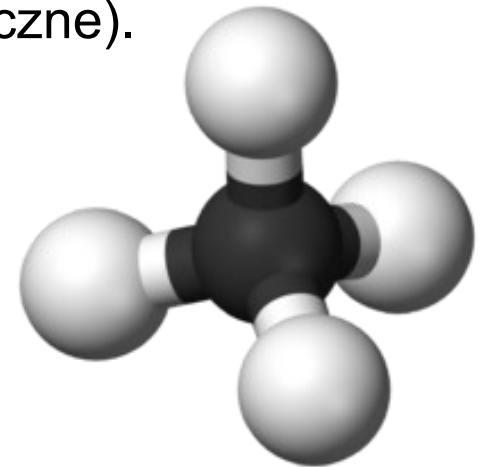


Zapalenia i wybuchy metanu oraz towarzyszące im wypadki w latach 2013-2022

Lp.	Kopalnia / Zakład górniczy	Data	Inicjał	Miejsce	Wypadki	Uwagi	
1	Murcki-Staszic Ruch Staszic	28.01.2013	iskry mechaniczne od kombajnu	ściana	-	zapalenie	
2	Murcki-Staszic Ruch Staszic	06.02.2013	tarcie elementów przenośnika o bryły piaskowca pod kombajnem		-		
3	Rydultowy-Anna	25.02.2013	iskry mechaniczne od kombajnu	wrobisko w drążeniu	-		
4	Knurów-Szczygłowie Ruch Szczygłowie	2503.2013			-		
5	Sośnica-Makoszowy Ruch Sośnica	19.11.2013	prawdopodobnie otwarty ogień	rejon TI 349	2 lekkie		
6		13.12.2013	prawdopodobnie samozagrzanie węgla	Skrzyżowanie ściany z chodnikiem wentylacyjnym	4 lekkie		
7	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka	20.12.2013	iskry mechaniczne od kombajnu	wrobisko w drążeniu	-		
8	Bielszowice	21.01.2014			-		
9	Budryk	31.05.2014			-		
10	Chwałowice	19.07.2014	roboty strzałowe	rejon skrzyżowania ściany z chodnikiem wentylacyjnym	-		
11	Mysłowice Wesola	06.10.2014	pożar endogeniczny w zrobach ściany	rejon ściany	5 śmiertelnych 15 ciężkich 10 lekkich	zapalenie i pożar	
12		15.06.2015	wyjazd sekcji obudowy zmechanizowanej i rabowanie warstw piaskowców	ściana	-	zapalenie	
13	Sośnica	11.07.2015	roboty strzałowe	rejon skrzyżowania ściany z chodnikiem wentylacyjnym	4 lekkie		
14	Rydultowy-Anna	26.08.2015			-		
15	Krupiński	12.03.2016	iskry mechaniczne od kombajnu	ściana	-		
16	Brzeszcze	30.05.2016		wrobisko w drążeniu	-		
17	Wirek-Halemba	10.06.2016		ściana	-	zapalenie i pożar	
18	Murcki-Staszic	27.07.2018	brak jednoznacznej przyczyny		rejon szybu	1 śmiertelny	wybuch
19		18.10.2016	iskry mechaniczne od kombajnu	wrobisko w drążeniu	-	zapalenie	
20	Budryk	11.03.2017		ściana	-		
21	Brzeszcza	19.07.2017		wrobisko w drążeniu	-	zapalenie i pożar	
22	Borynia-Zofiówka-Jastrzębie Ruch Zofiówka	24.10.2017		ściana	-	zapalenie	
23		07.06.2018					
24	Murcki-Staszic	29.06.2018		-			
25	Knurów-Szczygłowie Ruch Szczygłowie	25.01.2019	roboty strzałowe	wrobisko w drążeniu	-	wybuch	
26	Budryk	23.04.2019	iskry mechaniczne od kombajnu		-	zapalenie	
27		26.04.2019			-		
28	Murcki-Staszic	24.09.2019			-		
29	Budryk	02.07.2020		ściana	3 lekkie	zapalenie i pożar	
30	Jastrzębie-Bzie	05.05.2021	wrobisko w drążeniu	-	zapalenie		
31	Knurów-Szczygłowie Ruch Szczygłowie	10.09.2021		-			
32	Jastrzębie-Bzie	30.11.2021	iskry mechaniczne od wiertnicy	skrzyżowanie wyrobisk	-		
33	Pniówek	20.04.2022	w trakcie badań Komisji	ściana	9 śmiertelnych 7 ciężkich 25 lekkich	wybuch	
34	Halemba	12.05.2022	iskry mechaniczne od kombajnu	wrobisko w drążeniu	-	zapalenie	
35	Sośnica	07.07.2022	iskwienie tarciove skał zawałowvch	ściana	5 lekkich	zapalenie i pożar	
36	Staszic	26.10.2022	oddziaływanie wysokiej temperatury w miejscu nagromadzeń metanu		-	zapalenie i pożar	



- Kolejnym zagrożeniem związanym z obecnością metanu w górotworze jest **zagrożenie wyrzutowe**. Należy ono do jednego z najbardziej niebezpiecznych.
- Sięganie po złoża zalegające na coraz większych głębokościach powoduje **wzrost metanonośności węgla**, co przy uwzględnieniu zmniejszającej się przepuszczalności gazowej węgla (również **mniej pojemności sorpcyjnej**) przyczynia się do wzrostu tego zagrożenia.
- W kopalniach węgla kamiennego **corocznie odnotowywane są zdarzenia związane z zagrożeniem metanowym i wyrzutowym** (zdarzenia katastroficzne).



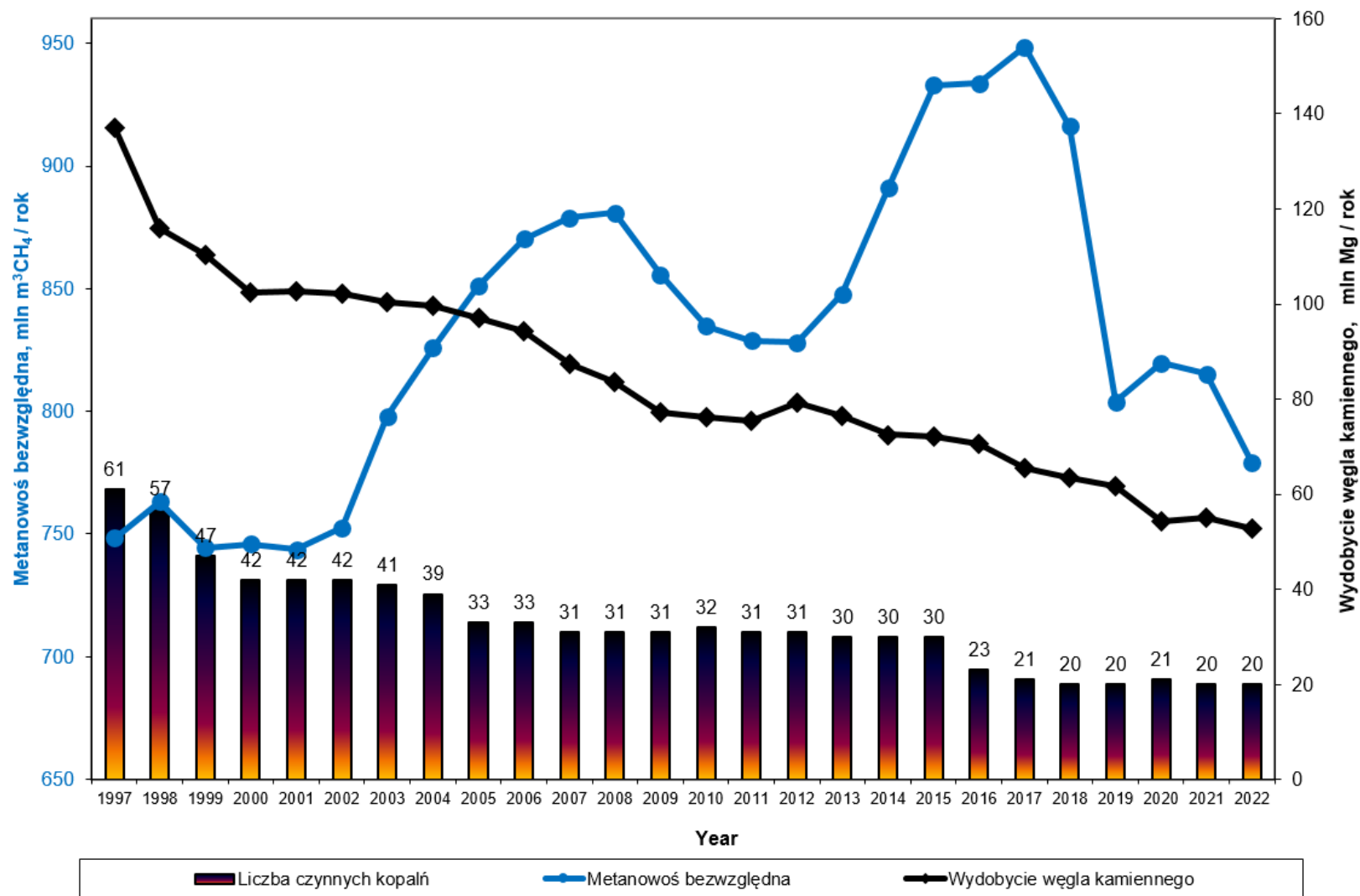
**Liczba wypadków i przyczyny wypadków związane
z aktywizacją zagrożeń naturalnych w latach 2013-2022 (COIG, 2023)**

Przyczyny wypadków	Liczba i udział procentowy poszczególnych przyczyn wypadków									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Oberwanie się skał ze stropu	100	91	67	84	64	100	101	81	68	91
	32,1%	32,9%	24,2%	33,3%	27,4%	32,1%	32,4%	29,0%	28,0%	28,6%
Oberwanie się skał z ociosu	43	34	41	31	38	47	58	38	46	29
	13,8%	12,3%	14,8%	12,3%	16,2%	15,1%	18,6%	13,6%	18,9%	9,1%
Wdarcie się wody lub kurzawki	7	0	0	0	1	1	1	0	0	2
	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,6%
Wyrzuty gazów i skał	0	0	0	0	0	1	0	3	1	2
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	1,1%	0,4%	0,6%
Zapalenie lub wybuch gazów	4	30	4	1	0	1	0	4	1	43
	1,3%	10,8%	1,4%	0,4%	0,0%	0,3%	0,0%	1,4%	0,4%	13,5%
Zapalenie lub wybuch pyłu węglowego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,05%	0,0%	0,0%	0,0%
Pożary	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Przebywanie w atmosferze gazów szkodliwych	0	1	2	0	0	0	2	0	0	6
	0,0%	0,4%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	1,9%
Spadnięcie, stoczenie się lub obsunięcie mas i brył skalnych	153	121	163	136	129	152	147	147	127	143
	49,0%	43,75	58,8%	54,05%	55,1%	48,7%	47,15%	52,7%	52,3%	45,0%
Tańnięcie	5	0	0	0	2	10	3	6	0	2
	1,6%	0,0%	0,0%	0,05%	0,9%	3,2%	1,0%	2,2%	0,0%	0,6%
Liczba wypadków ogółem	312	277	277	252	234	312	312	279	243	318

***Liczba wypadków i przyczyny wypadków śmiertelnych związane
z aktywizacją zagrożeń naturalnych w latach 2013-2022 (COIG, 2023)***

<i>Przyczyny wypadków</i>	<i>Liczba i udział procentowy poszczególnych przyczyn wypadków</i>									
	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2021</i>	<i>2022</i>
Oberwanie się skał ze stropu	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	60,0%	12,5%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Oberwanie się skał z ociosu	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0
	0,0%	25,0%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Wdarcie się wody lub kurzawki	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Wyrzuty gazów i skał	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zapalenie lub wybuch gazów	0	5	0	1	0	0	0	0	0	9
	0,0%	62,5%	0,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	56,3%
Zapalenie lub wybuch pyłu węglowego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pożary	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Przebywanie w atmosferze gazów szkodliwych	0	0	2	0	0	0	2	0	0	5
	0,0%	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	31,3%
Spadnięcie, stoczenie się lub obsunięcie mas i brył skalnych	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1
	20,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%	100%	6,3%
Tąpnięcie	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1
	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	83,3%	0,0%	0,0%	0,0%	6,3%
Liczba wypadków ogółem	5	8	3	2	0	6	3	2	2	16

WPROWADZENIE





- Rozpoznanie **zagrożenia metanowego** realizowane jest na etapie drążenia wyrobisk, w których **dokonyuje się oznaczania metanonośności**.
- Metanonośność uwzględniana jest w **prognozach wydzielania metanu**, a prognozy służą **do ustalania metod profilaktyki zagrożenia metanowego** (wentylacja, odmetanowanie, stosowanie dodatkowych urządzeń wentylacyjnych).
- Rozpoznanie **zagrożenia wyrzutowego** realizowane jest w oparciu o kilka wskaźników (**wskaźnik despocji, zwięzłość węgla, wychód zwiercin**), ale także **objawy w czasie prowadzenia wyrobiska i zaszłości** związane z wystąpieniem podobnych zjawisk.
- Coraz większą uwagę przywiązuje się do rozpoznania **własności sorpcyjnych**.



§ 380

1. W wyrobiskach korytarzowych drążonych w nienaruszonych robotami eksploatacyjnymi częściach złoża w pokładach węgla zagrożonych wyrzutami gazów i skał wykonuje się pomiary:

- 1) **metanonośności**;*
- 2) **zwięzłości węgla**;*
- 3) **intensywności desorpcji metanu**;*
- 4) **własności sorpcyjnych**;*
- 5) **zawartości części lotnych w węglu**.*

2. Pomiarów, o których mowa w ust. 1, dokonuje się w odstępach nie większych niż 50 m.

*3. **Kryteria oceny stanu zagrożenia wyrzutami gazu i skał na podstawie własności sorpcyjnych i zawartości części lotnych w węglu są określane przez rzeczoznawcę**.*

BADANIA WŁASNOŚCI SORPCYJNYCH WĘGLI



- Przeprowadzono wiele badań nad **sorpcją metanu na węglu** (wiele z nich obejmuje takie czynniki, jak temperatura, zawartość wilgoci, zawartość popiołu, wielkość cząstek i morfologia porów w odniesieniu do sorpcji metanu na węglu).
- W kopalniach zagrożonych wyrzutami metanu i węgla **rozpoznawane są właściwości sorpcyjne węgla**. Oprócz przebiegu **izotermy sorpcji** metanu najważniejsze są **pojemność sorpcyjna** i **efektywny współczynnik dyfuzji**.

BADANIA WŁASNOŚCI SORPCYJNYCH WĘGLI



- Pojemność sorpcyjna i efektywny współczynnik dyfuzji to parametry pozwalające określić zdolność węgla do powolnego lub nagłego uwalniania metanu.
- Węgłe charakteryzujące się dużą porowatością, łatwo dostępną strukturą porów, dużą powierzchnią właściwą, niskim poziomem metamorfizmu i wysoką zawartością tlenu charakteryzują się wyższymi pojemnościami sorpcyjnymi.
- Współczynnik dyfuzji uwzględnia takie czynniki, jak energia aktywacji procesu dyfuzji, międzycząsteczkowe interakcje sorpcyjne, mikrostruktura węgla i właściwości fizyczne metanu. Znajomość procesu dyfuzji jest niezbędna do przewidywania uwalniania metanu z węgla w czasie.
- Izotermy sorpcji obrazują ilość metanu zasorbowanego w jednostce masy węgla w danych warunkach ciśnienia.

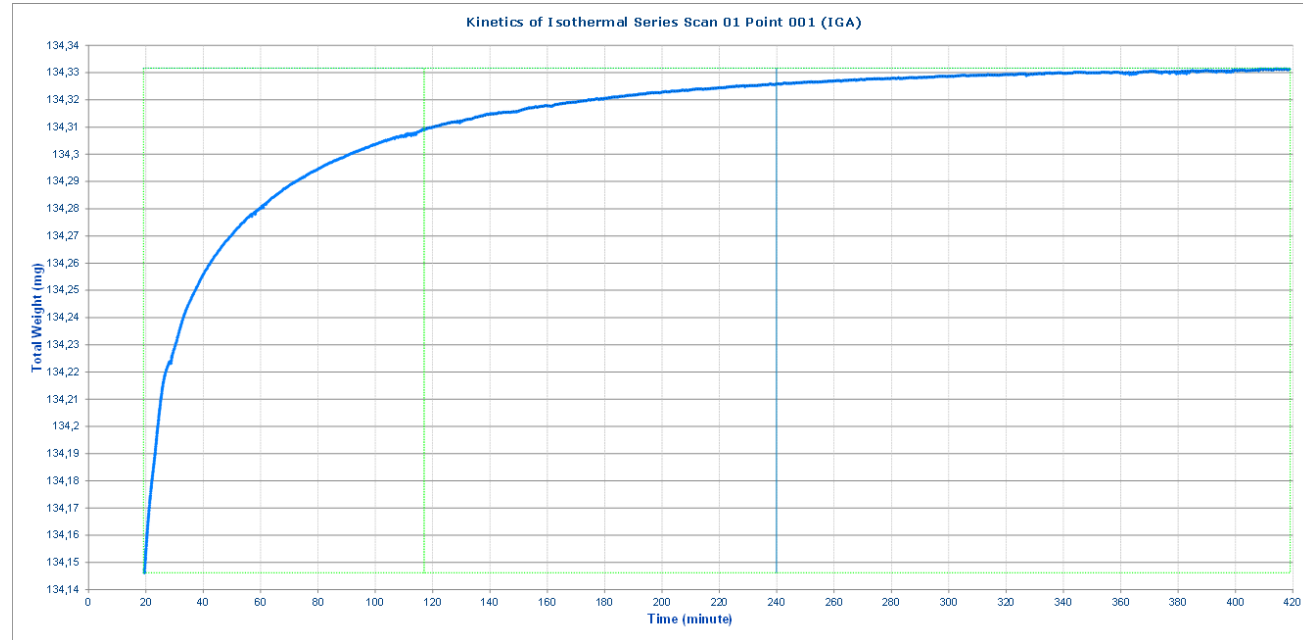
BADANIA WŁASNOŚCI SORPCYJNYCH WĘGLI



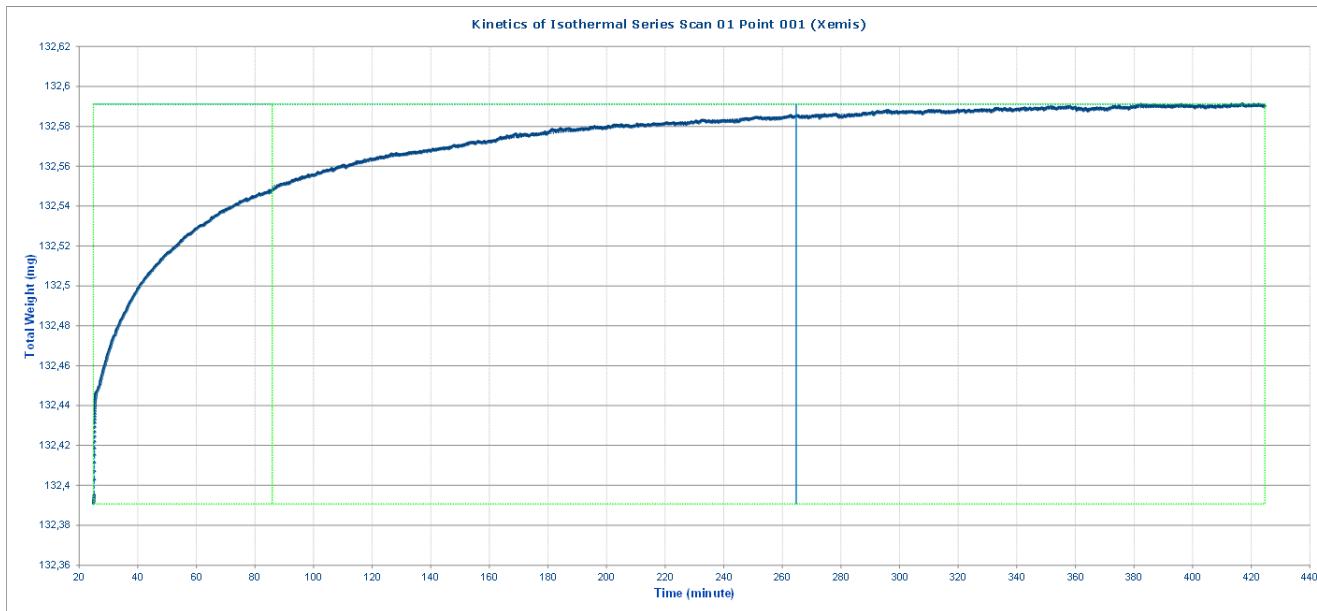
- W wyznaczaniu przywołanych parametrów istotne znaczenie ma **technika wyznaczania izotermy sorpcji**.
- W górnictwie światowym stosowane są dwie grupy metod tj. **manometryczno-objętościową** (rejestracja ilości sorbowanego gazu poprzez odczyty ciśnienia lub ciśnienia i objętości) i **grawimetryczną** (ilość sorbowanego gazu mierzona jest pod stałym jego ciśnieniem przy użyciu bardzo dokładnej wagi).
- W górnictwie polskim parametry te wyznaczane są głównie **metodą grawimetryczną**.
- Dotychczas najpowszechniej stosowano system mikrograwimetryczny **IGA**.
- AGH i CLP-B wyposażyło swoje laboratoria w analizatory kolejnej generacji **XEMIS**.



BADANIA WŁASNOŚCI SORPCYJNYCH WĘGLI

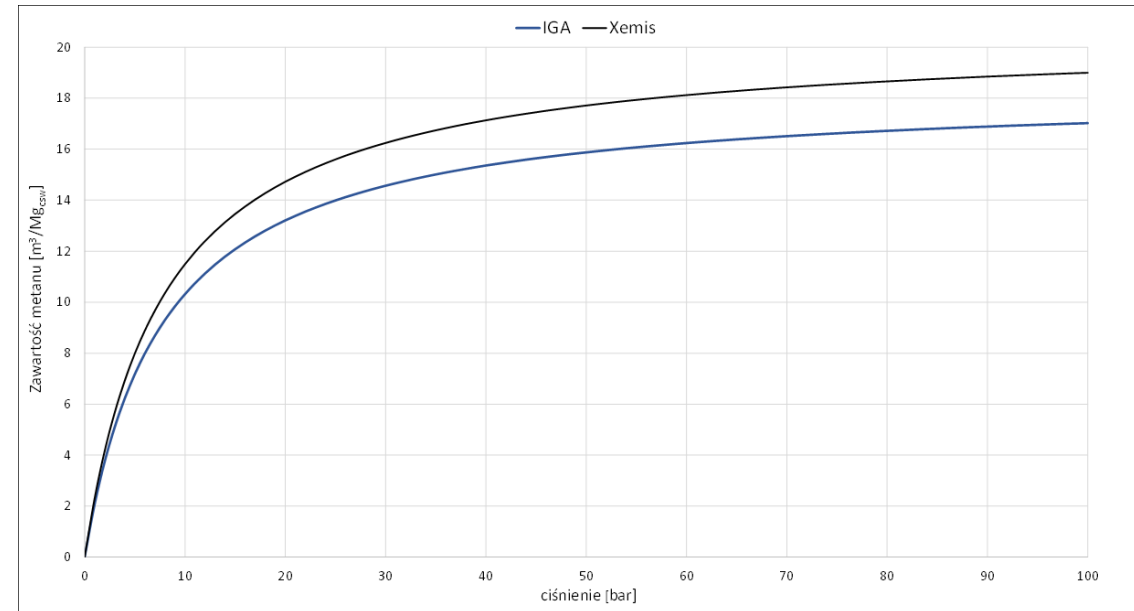


*Przebieg eksperymentu
zarejestrowany w analizatorze XEMIS*

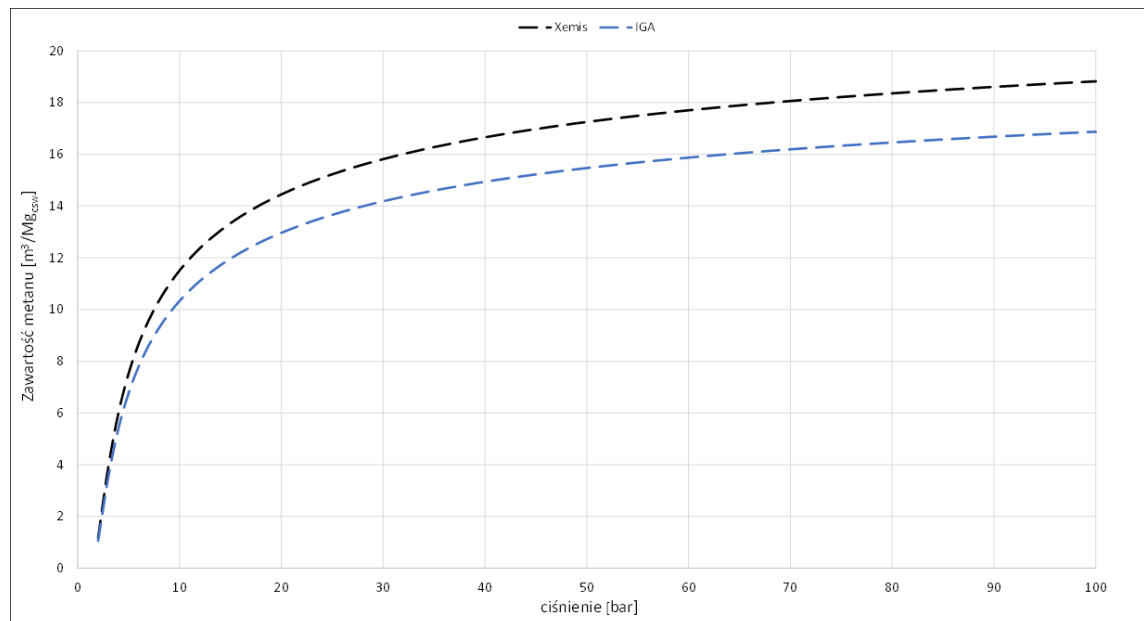


*Przebieg eksperymentu
zarejestrowany w analizatorze IGA*

BADANIA WŁASNOŚCI SORPCYJNYCH WĘGLI



*Aproksymacja pomiarów równaniem
izotermy autorskiej (Dreger - CLP-B)*

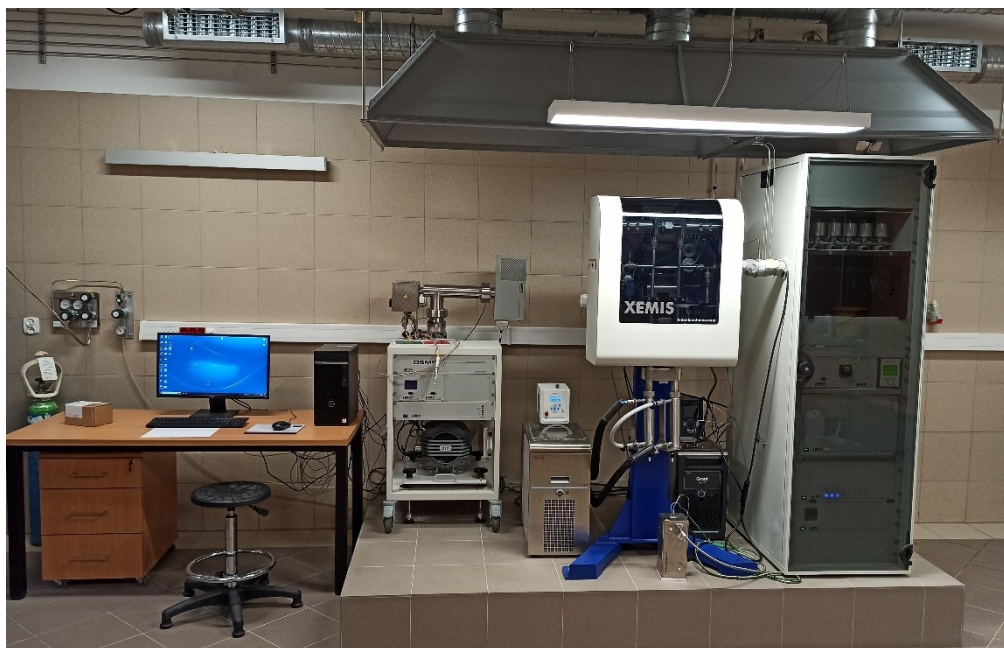


*Aproksymacja pomiarów równaniem
izotermy Langmuira*

PORÓWNANIE MIEDZYLABORATORYJNE



- W **CLP-B** system **XEMIS-001** stosowany jest od lipca 2019 roku.
- Na **WILiGZ AGH** w Krakowie w Międzywydziałowym Laboratorium Sorpcji Gazów system **XEMIS-100** został uruchomiony w listopadzie 2021 roku.



PORÓWNANIE MIEDZYLABORATORYJNE



- Zaplanowano **porównania międzylaboratoryjne** w zakresie **oznaczania pojemności sorpcyjnej (a_{1bar})**, **efektywnego wskaźnika dyfuzji (D_e)** oraz wyznaczania **izoterm sorpcji** metanu na węglu kamiennym metodą grawimetryczną, zgodnie z metodami badawczymi stosowanymi ruchowo przez obie jednostki.
- Porównania przeprowadzono w **WILIGZ-AGH i CLP-B** za pomocą analizatorów sorpcji (odpowiednio **XEMIS-100 i XEMIS-001**).
- Próbki węgla do badań zostały oznakowane za pomocą indywidualnych etykiet każdego z uczestników porównania laboratoryjnego (AGH, CLP-B).
- Etykiety zostały przymocowane do szczelnego opakowania i przekazane pomiędzy jednostkami.
- Każde z laboratoriów przekazało po **3 próbki węgla** (łącznie w każdym laboratorium przebadano **6 próbek węgla**).

PORÓWNANIE MIEDZYLABORATORYJNE



➤ Przygotowanie próbek do badań:

- mielenie, przesiewanie,
- badana frakcja **0,16-0,20 mm**,
- dla próbek oznaczona **zawartość popiołu**,
- wyznaczona **gęstość rzeczywista węgla**.

BADANIE W ANALIZATORZE XEMIS



- **przygotowanie do badania - 45°C przez 12 h**
- warunki do badania $a_{1\text{bar}}$ i D_e takie same (czas 1080 min)
- pomiar w temperaturze t_{pg} w miejscu poboru próbki
- **pięć punktów izotermi 1, 3, 5, 10, 15 bar (czasy 1080 min)**

- **przygotowanie do badania - 85°C przez 4 h**
- warunki do badania $a_{1\text{bar}}$ i D_e takie same (czas 1080 min)
- pomiar w temperaturze t_{pg} w miejscu poboru próbki
- **trzy punktów izotermi 1, 5, 15 bar (czasy 1080, 800, 500 min)**

PORÓWNANIE WYNIKÓW



Lp.	Oznaczenie próbki węgla	Temperatura pierwotna górotworu	Gęstość szkieletowa	Zawartość popiołu	Pojemność sorpcyjna w 1 atm		Efektywny współczynnik dyfuzji		Współczynniki izotermy Langmuira (izoterma do 15 bar)			
		t _{pg}	ρ _s	A _a	a _{1bar}		D _e		a		b	
		°C	kg/m ³	%	cm ³ /g csw		·10 ⁻⁹ cm ² /s		-			
		-	wg lab.	wg lab.	AGH	CLP-B	AGH	CLP-B	AGH	CLP-B	AGH	CLP-B
1	AGH W1	38,0	1,320	6,56	2,71	2,84	1,44	1,42	21,34	18,32	0,130	0,168
2	AGH W2	45,5	1,328	5,49	2,19	2,46	1,31	1,36	20,39	18,12	0,109	0,145
3	AGH W3	47,0	1,355	8,20	1,99	2,13	1,01	1,07	19,02	17,01	0,105	0,134
4	CLP-B #1	37,0	1,351	4,91	2,78	2,74	1,29	1,23	20,94	19,31	0,135	0,156
5	CLP-B #2	39,4	1,325	1,18	1,82	1,87	0,29	0,30	17,77	14,45	0,105	0,144
6	CLP-B #3	45,0	1,369	5,25	2,57	2,71	2,42	2,36	20,89	20,15	0,119	0,132

PORÓWNANIE WYNIKÓW



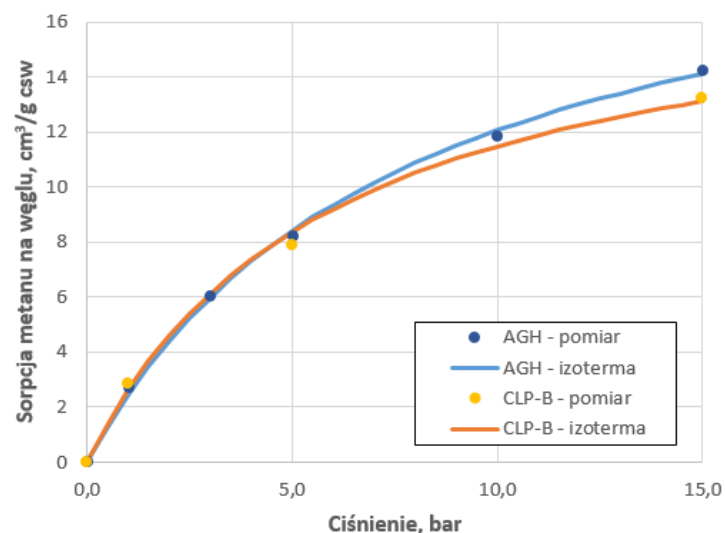
Lp.	<i>Pojemność sorpcyjna w 1 bar</i>			
	<i>a_{1bar}</i>			
	<i>cm³/g csw</i>			
	AGH	CLP-B	Średnia	Różnica w stosunku do średniej
1	2,71	2,84	2,775	4,7%
2	2,19	2,46	2,323	11,8%
3	1,99	2,13	2,059	6,9%
4	2,78	2,74	2,760	1,4%
5	1,82	1,87	1,845	2,7%
6	2,57	2,71	2,640	5,3%

Lp.	<i>Efektywny współczynnik dyfuzji</i>			
	<i>D_e</i>			
	<i>·10⁻⁹ cm²/s</i>			
	AGH	CLP-B	Średnia	Różnica w stosunku do średniej
1	1,44	1,42	1,430	1,4%
2	1,31	1,36	1,335	3,7%
3	1,01	1,07	1,040	5,8%
4	1,29	1,23	1,260	4,8%
5	0,29	0,30	0,295	3,4%
6	2,42	2,36	2,390	2,5%

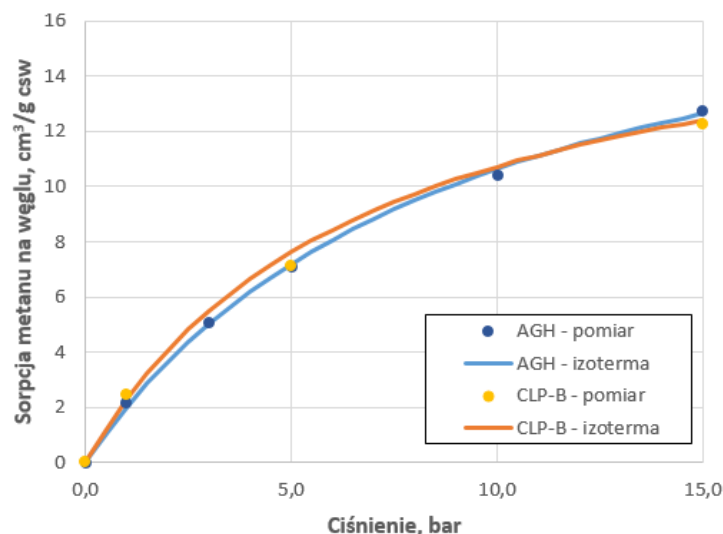
PORÓWNANIE IZOTERM SORPCJI



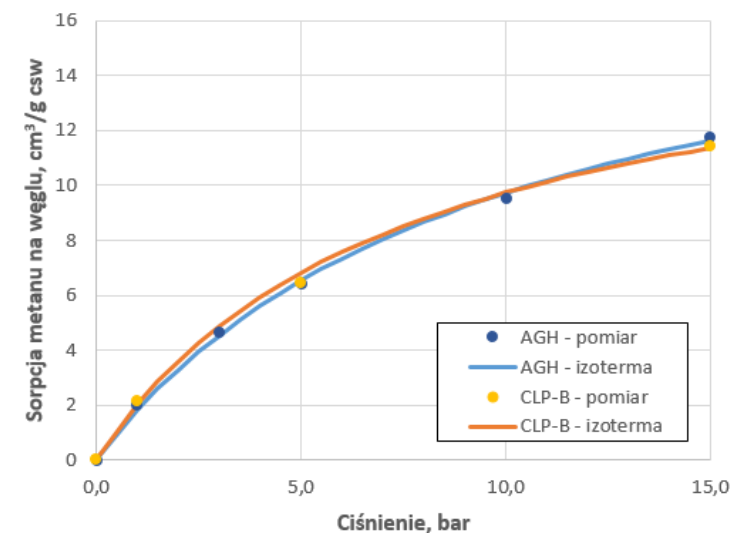
Izoterma W1



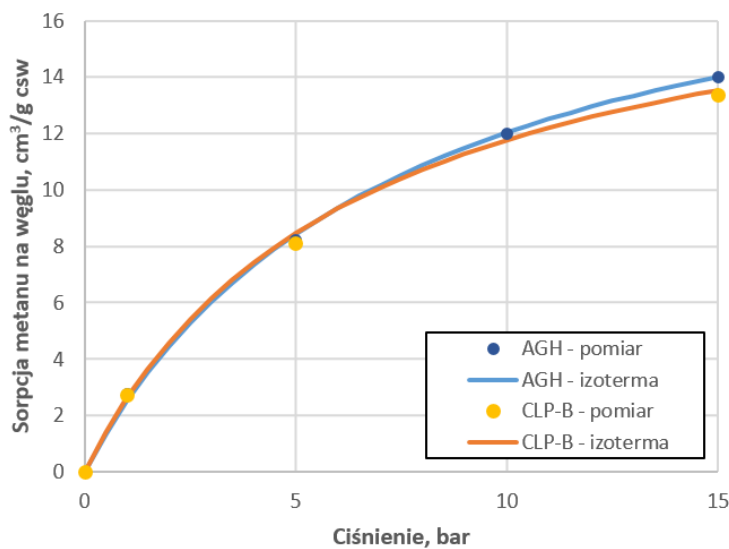
Izoterma W2



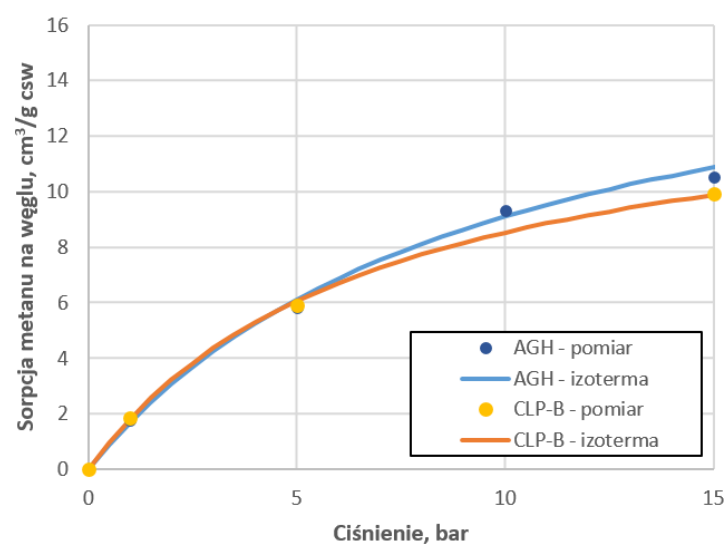
Izoterma W3



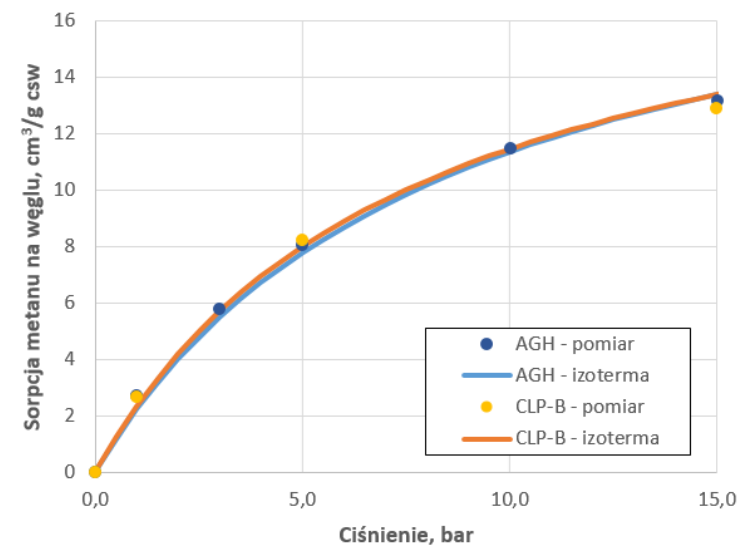
Izoterma #1



Izoterma #2



Izoterma #3



OCENA ZAGROŻENIA WYRZUTOWEGO



$$Z_m = \frac{M}{a_{1bar}}$$

gdzie:

M – metanonośność, m³/Mg csw,

a_{1bar} – pojemność sorpcyjna, m³/Mg csw.

OCENA ZAGROŻENIA POKŁADU ZJAWISKAMI GAZOGEODYNAMICZNYMI

$Z_m \leq 1$	pokład niezagrożony
$1 < Z_m \leq 3$	potencjalna możliwość wystąpienia zjawisk
$Z_m > 3$	duże prawdopodobieństwo wystąpienia zjawisk

Zmarzły, 2023

$$W_w = \frac{M \cdot De \cdot \Delta p}{(1 + f) \cdot a_{1bar}}$$

gdzie:

M – metanonośność, m³/Mg csw,

De – efektywny współczynnik dyfuzji, cm²/s,

Δp – wskaźnik intensywności desorpcji, kPa,

f – zwięźłość, -,

a_{1bar} – pojemność sorpcyjna, m³/Mg csw.

RYSZYKO WYSTĄPIENIA WYRZUTU

$W_w < 1$	niskie
$1 \leq W_w < 4$	średnie
$4 \leq W_w < 7$	duże
> 7	bardzo duże

Dreger & Celary, 2024

OCENA ZAGROŻENIA WYRZUTOWEGO – PRZYKŁAD 1



KOPALNIA 1

Metanonośność	Pojemność sorpcyjna przy ciśnieniu atmosferycznym	Współczynnik dyfuzji	Wskaźnik desorpcji	Zwięzłość	Wskaźnik Z_m	Wskaźnik W_w
M_n	a_{1bar}	$D_e \times 10^{-9}$	dp	f		
$m^3/Mg \text{ csw}$	$cm^3/g \text{ csw}$	cm^2/s	kPa			
5,011	2,74	1,19	0,84	0,35	1,83	1,35
5,842	3,05	0,78	1,08	0,33	1,92	1,21
5,842	3,05	0,78	1,08	0,33	1,92	1,21
6,009	3,17	1,23	1,14	0,35	1,90	1,97
6,009	2,95	0,89	1,14	0,35	2,04	1,53
6,469	3,10	0,97	1,33	0,33	2,09	2,02
6,537	3,12	0,82	1,14	0,34	2,10	1,46
7,250	2,72	1,16	1,47	0,33	2,67	3,42
7,496	2,90	0,91	1,33	0,33	2,58	2,35

Wskaźniki wyrzutowe w pokładzie:

- metanonośność ($> 8,0 \text{ m}^3/Mg \text{ csw}$)
- wskaźnik desorpcji ($> 1,2 \text{ kPa}$ w 16% wyników oznaczeń)
- wychód zwiercin ($> 4,0 \text{ dm}^3/m$ w 6% wyników oznaczeń)
- zwięzłość ($< 0,3$ w 0,01% wyników oznaczeń)

III KAT
ZAGR.
WGIS

potencjalna
możliwość
wystąpienia
zjawisk

średnie
ryzyko
wystąpienia
wyrzutu

OCENA ZAGROŻENIA WYRZUTOWEGO – PRZYKŁAD 2



KOPALNIA 2

Metanonośność	Pojemność sorpcyjna przy ciśnieniu atmosferycznym	Współczynnik dyfuzji	Wskaźnik desorpcji	Zwięźłość	Wskaźnik Z_m	Wskaźnik W_w
M_n	a_{1bar}	$D_e \times 10^{-9}$	dp	f		
$m^3/Mg \text{ csw}$	$cm^3/g \text{ csw}$	cm^2/s	kPa			
3,876	2,16	2,46	1,78	0,38	1,79	5,69
4,545	2,37	1,31	1,64	0,37	1,92	3,01
4,713	2,25	2,18	1,62	0,38	2,09	5,36
5,050	2,22	1,44	1,26	0,39	2,27	2,97
5,289	2,36	1,56	1,06	0,38	2,24	2,69
5,326	2,01	1,35	1,24	0,38	2,65	3,21
5,860	2,09	1,91	1,40	0,38	2,80	5,43
6,390	2,23	1,88	1,44	0,38	2,87	5,62
6,480	1,79	0,24	1,44	0,38	3,62	0,91

Wskaźniki wyrzutowe w pokładzie:

- metanonośność ($> 8,0 \text{ m}^3/Mg \text{ csw}$)
- wskaźnik desorpcji ($> 1,2 \text{ kPa}$ w 23% wyników oznaczeń)
- wychód zwiercin ($< 4,0 \text{ dm}^3/m$)
- zwięźłość ($> 0,3$)

III KAT
ZAGR.
WGIS

duże
prawdopodobieństwo
wystąpienia
zjawisk

duże
ryzyko
wystąpienia
wyrzutu



Wykonane porównania międzylaboratoryjne wskazują, że:

- Pomimo różnic w konfiguracji aparatury pomiarowej stosowanej w obu laboratoriach uzyskane wyniki są do siebie bardzo zbliżone.
- Różnice w procedurach prowadzenia badań sorpcyjnych (pretreatment, czas nasycania) na węglach kamiennych mogą powodować rozbieżności w wyznaczonych parametrach.
- Różnice w wynikach mogą być też spowodowane niejednorodnością próbki oraz masą badanej próbki (120-140 μg).
- Największe rozbieżności uzyskiwanych wyników zauważono w kontekście wyznaczania izoterm sorpcji (dopasowanie izoterm sorpcji Langmuira):
 - AGH badania przeprowadzało dla 5 punktów izoterm,
 - CLP-B badania przeprowadzało dla 3 punktów izoterm.
- Wyniki uzyskiwane na analizatorach XEMIS są porównywalne, a ich dokładność jest wystarczająca w kontekście oceny wielkości zagrożenia metanowego i wyrzutowego w wyrobiskach.



12-14 czerwca 2024

**DZIĘKUJEMY
ZA UWAGĘ**

