

Ewa KRZESZOWSKA
Politechnika Śląska, Gliwice

WSTĘPNA CHARAKTERYSTYKA INERTYNITU W WĘGLU WARSTW RUDZKICH NA OBSZARZE POŁUDNIOWEGO SKRZYDŁA SIODŁA GŁÓWNEGO GZW

Streszczenie. Węgiel warstw rudzkich charakteryzuje się podwyższoną zawartością inertynitu (średnio 25%). W pracy przedstawiono zmiany ilościowe inertynitu w profilu warstw rudzkich na obszarze siodła głównego. Badania obejmowały skład petrograficzny inertynitu oraz szczegółową charakterystykę semifuzynitu pokładu 409.

PRELIMINARY CHARACTERIZATION OF THE INERTINITE IN COAL FROM THE RUDA BEDS IN THE REGION OF THE MAIN SADDLE UPPER SILESIAN COAL BASIN

Summary. Coal in the Ruda Beds is characterized by the highest content of inertinite (average 25%). The paper presents quantitative variability of inertinite in the profile of the Ruda Beds in the region of The Main Saddle. Investigations contain petrographic composition of the inertinite group and the detailed characteristic semifusinite from the coal seam 409.

1. Wprowadzenie

Warstwy rudzkie, stanowiące górną część Górnosląskiej serii piaskowcowej, zbudowane są głównie z piaskowców i żwirowców z nielicznymi wkładkami mułowców i iłowców, których ilość wyraźnie rośnie w części stropowej. Miąższość warstw rudzkich zmienia się od 530 m w zachodniej części GZW (Zabrze-Makoszowy) do całkowitego zaniku w części wschodniej. Do warstw rudzkich należą liczne, szczególnie w części zachodniej i centralnej GZW, przemysłowe pokłady węgla (pokłady 407-421) [2,4].

Warstwy rudzkie, obok siodłowych i załęskich, są ogniwem stratygraficznym, charakteryzującym się obecnością pokładów węgla o podwyższonej zawartości inertynitu. Udział macerałów inertynitu w węglu warstw rudzkich wykazuje duże zróżnicowanie obserwowane zarówno regionalnie, jak i stratygraficznie. Najwyższy udział macerałów tej grupy obserwowany jest w rejonie siodła głównego (często przekracza 30%), najniższy występuje w rejonie niecki chwałowickiej (13%). W pozostałych rejonach udział macerałów grupy inertynitu waha się od 20-30% [1,3].

2. Skład petrograficzny i stopień uwęglenia pokładów warstw rudzkich z różnych rejonów południowego skrzydła siodła głównego GZW

Węgiel warstw rudzkich na obszarze siodła głównego GZW charakteryzuje się zróżnicowanym składem petrograficznym i podobnym średnim stopniem uwęglenia. Przeanalizowano wyniki badań z 4 obszarów górniczych: KWK Sośnica [10], złoża Mikołów [11], KWK Knurów [9] oraz KWK Szczygłowice [8, 9]. Udział macerałów grupy inertynitu w węglu warstw rudzkich z analizowanych obszarów wynosi średnio od 22% (Sośnica) do 28% (Knurów), przy bardzo dużym zakresie wahań udziału macerałów tej grupy dla wszystkich obszarów (nawet 6-56% w KWK Sośnica). Wzrost udziału inertynitu odbywa się kosztem udziału macerałów grupy wityrnytu przy stosunkowo stałym udziale macerałów grupy liptynitu (tabl. 1).

Węgiel analizowanych obszarów wykazuje podobny stopień uwęglenia, wyrażony średnią zdolnością odbicia światła wityrnytu R_r i wynosi średnio od 0,87 (Sośnica) do 1,08% (Mikołów). Węgiel ten charakteryzuje się zróżnicowanymi własnościami technologicznymi i reprezentuje różne typy technologiczne - od typu 32.2 do 34.2 (tabl.1).

Zróżnicowanie składu petrograficznego w profilu warstw rudzkich analizowano na podstawie wyników badań petrograficznych innych autorów [7,8,9,10,11] oraz badań własnych. W tabelicy 2 zestawiono wyniki badań petrograficznych 14 pokładów węgla z różnych obszarów górniczych.

Skład petrograficzny analizowanych pokładów warstw rudzkich wykazuje bardzo duże zróżnicowanie. Udział macerałów grupy wityrnytu waha się od 56 do 87%, przy podobnie zmiennym udziale macerałów grupy inertynitu od 11 do 34%. Udział liptynitu zwykle nie przekracza 10%, a skrajnie wysokie udziały (do 15%) obserwowano tylko w pokładzie 406/1 i 407/2.

Tablica 1

Skład petrograficzny i stopień uwęglenia pokładów warstw rudzkich
z różnych obszarów górniczych

Obszar górniczy		Sośnica	Mikołów	Knurów	Szczygłowice	
R_r [%]	średnio	0,87	1,08	0,98	0,90	
Skład petrograficzny [%]	V^{tmmf}	średnio	70	56	67	65
		min.-max.	34-91	45-62	61-71	49-87
	I^{mmf}	średnio	22	27	28	27
		min.-max.	6-56	22-35	23-34	5-42
	L^{mmf}	średnio	8	7	5	8
		min.-max.	2-20	4-10	5-6	3-14
Udział subst. min [%]	średnio	-	8	3	7	
Główne typy węgla		32.2-34.2	-	32.2-34.2	32.2-34.2	

Objaśnienia: V^{tmmf} - udział wityrnytu w stanie bez substancji mineralnej, I^{mmf} - udział inertytnitu w stanie bez substancji mineralnej, L^{mmf} udział liptytnitu w stanie bez substancji mineralnej

Tablica 2

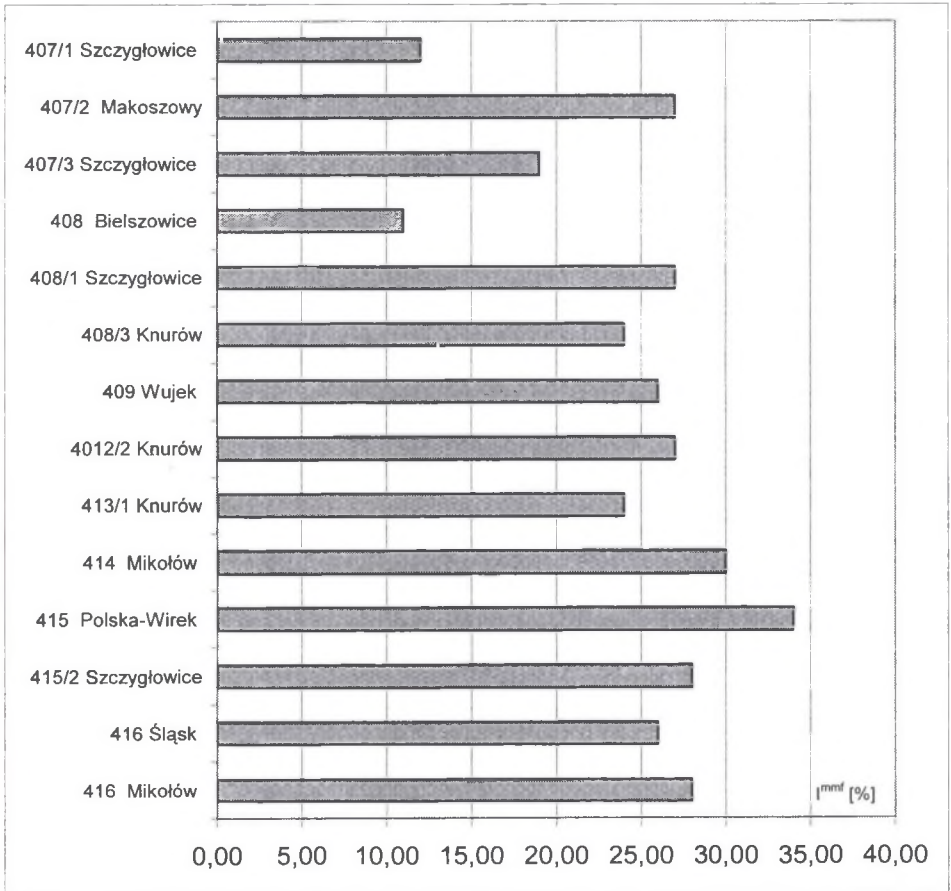
Skład petrograficzny i stopień uwęglenia wybranych pokładów warstw rudzkich

Pokład /kopalnia	R _r [%]	s _r [%]	Skład petrograficzny [%]			Udział subst. min [%]
			V ^{tmmf}	I ^{mmf}	L ^{mmf}	
407/1 Szczygłowice (średnio) [9]	0,85	0,05	73,00	12,00	15,00	6,00
407/2 Makoszowy [7]	0,82	0,04	59,00	27,00	14,00	3,00
407/3 Szczygłowice (średnio)	0,87	0,04	74,00	19,00	7,00	5,00
408 Bielszowice [7]	1,02	0,05	87,00	11,00	2,00	<1
408/1 Szczygłowice (średnio) [9]	0,91	0,04	64,00	27,00	9,00	10,00
408/3 Knurów [9]	1,02	0,06	71,00	24,00	5,00	3,00
409 Wujek (średnio)	0,93	0,05	66,00	26,00	8,00	1,00
4012/2 Knurów [9]	0,99	0,05	56,00	27,00	5,00	4,00
413/1 Knurów [9]	0,95	0,05	69,00	24,00	7,00	1,00
414 złożo Mikołów (średnio) [11]	1,00	0,05	64,00	30,00	6,00	6,00
415 Polska-Wirek [7]	0,85	0,05	56,00	34,00	10,00	9,00
415/2 Szczygłowice [8,9]	0,91	0,06	66,00	28,00	6,00	7,00
416 Śląsk [7]	0,86	0,06	63,00	26,00	11,00	14,00
416 złożo Mikołów (średnio)[11]	1,10	0,06	66,00	28,00	6,00	6,00

Objaśnienia: R_r – średnia refleksyjność wityrnytu, S_r – odchylenie standardowe, inne jak w tabl. 1

Zróżnicowanie składu petrograficznego, wyrażające się przede wszystkim zmiennym udziałem inertytnitu i wityrnytu, występuje głównie w górnej części warstw rudzkich, w pokładach 408 i 407. W pokładach tych udział inertytnitu waha się od 11 do 27%. W dolnej części profilu (w pokładach 416, 415, 414, 413, 412, 409) skład petrograficzny jest podobny i charakteryzuje się nieco podwyższonym udziałem inertytnitu od 24 do 34% (rys.1).

Badane pokłady wykazują średni stopień uwęglenia, który wyrażony średnią zdolnością odbicia światła wityrnytu R_r , waha się od 0,82 do 1,10% (tabl. 2).



Rys. 1. Udziału inertytnitu w profilu warstw rudzkich (I^{mmf} [%] - zawartość inertytnitu w stanie bez substancji mineralnej)

Fig. 1. The content of inertynite in the profile of Ruda (I^{mmf} [%] – inertynite mineral matter free content)

3. Inertynit w węglu pokładu 409 KWK Wujek

3.1. Metodyka i zakres badań

Badania jakościowe i ilościowe wykonano dla węgla z pokładu 409 KWK Wujek, charakteryzującego się typowym, dla dolnej części warstw rudzkich, składem petrograficznym i stopniem uwęglenia. Do badań pobrano 5 bruzdowych próbek węgla kamiennego z pokładu 409 O.G.Ruda Śląska-Panewniki. Dla każdej z próbek wykonano podstawowe badania petrograficzne, tj. oznaczono skład petrograficzny i stopień uwęglenia, wyrażony średnią zdolnością odbicia światła R_r . Oznaczenie składu petrograficznego obejmowało ustalenie procentowego udziału grup macerałów oraz procentowego udziału poszczególnych macerałów grupy inertynytu. Na podstawie wstępnych badań petrograficznych wytypowano 3 próbki do szczegółowych badań inertynytu. W badaniach inertynytu zastosowano metodykę proponowaną we wcześniejszych pracach autorki [5,6], tj. wykonano badania refleksyjności semifuzynitu i przedstawiono je w postaci reflektogramów oraz poddano szczegółowej analizie statystycznej. Analiza statystyczna obejmowała zarówno podstawowe parametry statystyczne, a mianowicie: wartość średnią (R_{sf}), odchylenie standardowe (S_r), wartość minimalną ($R_{sf_{min}}$), i maksymalną ($R_{sf_{max}}$), jak również parametry opisujące rozkład wartości refleksyjności dla każdej z próbek: skośność (S), kurtozę (K), medianę (M) rozstęp (Ro) oraz dolny i górny kwartyl.

3.2. Stopień uwęglenia i skład petrograficzny węgla pokładu 409

Węgiel badanego pokładu to węgiel średnio uwęglony C (ortobitumiczny) (wg klasyfikacji ECE), średnia zdolność odbicia światła wityrynytu R_r waha się od 0,91-0,94% (tabl. 3). Reflektogramy wityrynytu dla wszystkich analizowanych próbek są jednomodalne i symetryczne.

W składzie petrograficznym dominują macerały grupy wityrynytu (64-69%) przy stosunkowo wysokim udziale macerałów grupy inertynytu (23-29%) i nie przekraczającym 9% udziale macerałów grupy liptynytu. Udział substancji mineralnej jest niewielki i wynosi do 2% (tabl. 3).

Tablica 3

Skład petrograficzny i stopień uwęglenia próbek węgla pokładu 409

Pokład (numer próbki)	R _r [%]	s _r [%]	Skład petrograficzny [%]			Udział subst. min [%]
			V _t ^{mmf}	I ^{mmf}	L ^{mmf}	
409 (1)	0,92	0,05	65	27	8	śląd
409 (2)	0,93	0,05	69	23	8	śląd
409 (3)	0,92	0,04	64	29	7	1
409 (4)	0,94	0,05	66	25	9	2
409 (5)	0,91	0,05	65	27	8	2

Objaśnienia: jak w tabl. 1 i 2

3.3 Charakterystyka jakościowa i ilościowa inertynitu w węglu pokładu 409

Badane próbki bruzdowe węgla charakteryzują się dość wysokim udziałem macerałów grupy inertynitu, wahającym się w granicach od 23 do 29%. Analiza składu inertynitu wykazała obecność semifuzynitu (Sf), fuzynitu (F), inertodetrynitu (Id), mikrynitu (Mi), makrynitu (Ma) i sekretynitu (S). Funginit występował śladowo i nie został zarejestrowany w analizie planimetrycznej (tabl. 4).

Skład inertynitu

Tablica 4

Pokład (numer próbki)	Skład inertynitu [%]						
	Sf	F	Id	Ma	Mi	S	Fu
409 (1)	57	9	20	1	12	1	śląd
409 (2)	55	5	19	2	18	1	śląd
409 (3)	54	4	22	1	19	śląd	śląd
409 (4)	57	8	20	1	14	śląd	śląd
409 (5)	55	6	18	1	20	śląd	śląd

Objaśnienia: Sf-semifuzynit, F-fuzynit, Id-inertodetrynit, Ma-makrynit, Mi-mikrynit, S-sekretynit, Fu-funginit

Badania składu petrograficznego inertynitu wykonane dla próbek z pokładu 409 wykazały podobny udział poszczególnych macerałów tej grupy. Macerałem o największym udziale procentowym (od 54 do 57%) jest semifuzynit. Obserwowano również znaczne ilości

inertodetrynitu (18-22 %), mikrynitu (12-20%) oraz stosunkowo niewielką ilość fuzynitu (4-9%). Udział pozostałych macerałów grupy inertynitu nie przekracza 2%.

Szczegółowym badaniom refleksyjności inertynitu poddano 3 próbki bruzdowe (nr 1,2,3). Badania refleksyjności semifuzynitu (Rs_f analizowanych próbek wykazały dość znaczne różnice. Średnia refleksyjność semifuzynit próbek 1 i 2 wynosiła odpowiednio 2,06 i 2,08%, natomiast w próbce 3- 1,94% (przy podobnym odchyleniu standardowym) (tabl. 5).

Tablica 5

Wyniki analizy statystycznej pomiarów refleksyjności semifuzynitu
badanych próbek bruzdowych węgla

	Rs _f [%]	S _r [%]	Rs _{fmin} [%]	Rs _{fmax} [%]	S	K	M	W	Ro	Dolny Kwartyl	Górny Kwartyl
1	2,06	0,25	1,61	2,59	0,22	-0,79	2,06	0,06	0,98	1,84	2,22
2	2,08	0,23	1,43	2,46	-0,38	-0,19	2,06	0,05	1,03	1,93	2,28
3	1,94	0,22	1,50	2,42	0,20	-0,52	1,92	0,05	0,91	1,80	2,09

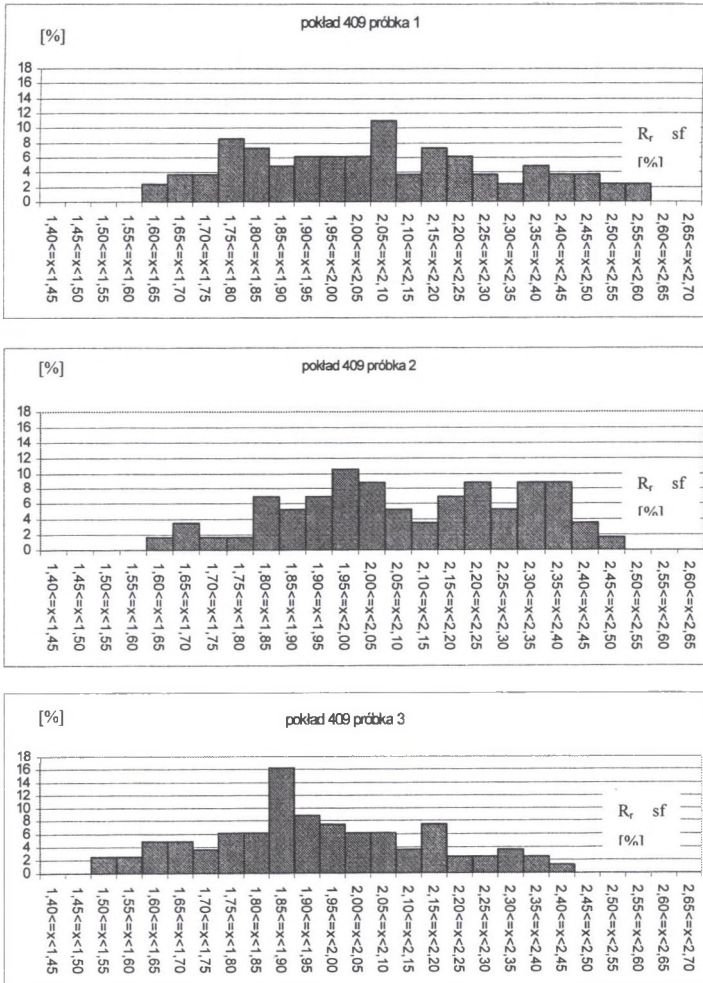
Objaśnienia: Rs_f - średnia refleksyjność semifuzynitu, S_r - odchylenie standardowe, Rs_{fmin} - minimalna refleksyjność semifuzynitu, Rs_{fmax} - maksymalna refleksyjność semifuzynitu, S - skośność, K - kurtoza, M - mediana, W - wariancja, Ro - rozstęp

Na podstawie badań refleksyjności wykonano reflektogramy semifuzynitu dla analizowanych próbek (rys. 2). W celu obiektywnej oceny podobieństwa analizowanych wyników wyliczono podstawowe parametry statystyczne, charakteryzujące rozkład wartości refleksyjności semifuzynitu dla każdej z próbek (tabl. 5).

Wartość skośności (S), czyli miary asymetryczności rozkładu, wskazuje, że reflektogramy dla analizowanych próbek są prawie symetryczne, przy czym na reflektogramie próbek 1 i 3 nieco więcej pomiarów zlokalizowanych jest w pobliżu niższych wartości, a w reflektogramie próbki 2 w pobliżu wartości wyższych. Kurtoza (K) przyjmuje dla wszystkich próbek podobnie ujemne wartości, czyli reflektogram jest spłaszczony względem rozkładu normalnego. Mediana (M) dla większości próbek zbliżona jest do wartości średniej (Rs_f), czyli rozkład pomiarów jest równomierny. Rozstęp (Ro), czyli różnica pomiędzy największą i najmniejszą wartością zmiennej wyraźnie najmniejszy jest dla próbki 3, a podobnie wysokie wartości przyjmuje dla próbek 1 i 2. Dolny i górny kwartyl (wartości, pomiędzy którymi znajduje się 50% średnich pomiarów) charakteryzuje zróżnicowany rozkład wyników pomiarów. W próbkach 1 i 2 występuje większe zróżnicowanie wartości pomiarów, pomiary znajdujące się pomiędzy dolnym i górnym kwartylem (50% średnich pomiarów) obejmują dość szeroki zakres wartości. W próbce 3 zakres wartości pomiędzy dolnym i górnym

kwartylem jest mniejszy i wyraźnie więcej pomiarów zlokalizowanych jest w pobliżu wartości średniej i mediany.

Analiza podstawowych parametrów statystycznych, charakteryzujących rozkład wartości refleksyjności semifuzynitu, wykazała znaczne podobieństwo semifuzynitu próbek 1 i 2 i nieco odmienny charakter semifuzynitu próbki 3.



Rys. 2. Reflektogramy semifuzynitu
Fig. 2. Reflectograms of semifusinite

Odmienność semifuzynitu w próbkach 1 i 2 od semifuzynitu obserwowanego w próbce 3 wyrażała się również w jego morfologii. W próbce 3 częściej obserwowano semifuzynit o stosunkowo słabo zachowanej strukturze komórkowej, ciemniejszej barwie i niższej refleksyjności (degradosemifuzynit). Jednocześnie mniej w opisywanej próbce było

cienkościennego semifuzynitu o bardzo dobrze zachowanej strukturze komórkowej i wyższej refleksyjności (pirosemfuzynitu). Obserwacje te potwierdzają przedstawione powyżej reflektogramy. W próbkach 1 i 2 obserwowano również cienkościenny pirofuzynit o strukturze łukowej i refleksyjności sięgającej 4%.

4. Podsumowanie

Węgiel warstw rudzkich na obszarze siodła głównego GZW charakteryzuje się zmiennym zarówno lateralnie, jak i stratygraficznie składem petrograficznym i zróżnicowanymi własnościami technologicznymi (typ 32.2-34.2).

Analiza wyników badań petrograficznych 14 pokładów z różnych obszarów południowego skrzydła siodła głównego GZW pozwoliła stwierdzić, że udział macerałów grupy witynytu waha się od 56 do 87%, przy podobnie zmiennym udziale macerałów grupy inertynytu od 11 do 34%, udział liptynytu zwykle nie przekracza 10%. Zróżnicowanie składu petrograficznego, wyrażające się przede wszystkim zmiennym udziałem inertynytu i witynytu, występuje głównie w górnej części warstw rudzkich, w pokładach 408 i 407 (udział inertynytu waha się od 11 do 27%), w dolnej części profilu (w pokładach 416, 415, 414, 413, 412, 409) skład petrograficzny jest zbliżony (udział inertynytu od 24 do 34%).

Badania inertynytu pokładu 409 wykazały podobny udział poszczególnych macerałów tej grupy i nieco odmienny dla różnych próbek charakter semifuzynitu, wyrażający się zarówno w morfologii, jak i refleksyjności tego macerału.

Macerałem z grupy inertynytu o największym udziale procentowym (od 54 do 57%) jest semifuzynit, obserwowano również znaczne ilości inertodetrynytu (18-22 %), mikrynytu (12-20%) oraz fuzynitu (4-9%), Analiza refleksyjności semifuzynitu (R_{sf}) wykazała podobne wartości dla próbek 1 i 2 (2,06 i 2,08%) i niższą wartość dla próbki 3 (1,94%), rozkład wartości refleksyjności semifuzynitu i jego morfologia również wykazuje znaczne podobieństwo próbek 1 i 2 oraz odmienność próbki 3 (mniejsze zróżnicowanie wartości), w próbce 3 wyraźnie więcej jest semifuzynitu o stosunkowo słabo zachowanej strukturze komórkowej, ciemniejszej barwie i niższej refleksyjności.

LITERATURA

1. Bojkowski K., Porzycki J.: Geological problems of coal basins in Poland. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1983.
2. Gabzdyl W.: Geologia złóż węgla. Złóża świata. Polska Agencja Ekologiczna, Warszawa 1994.
3. Kruszewska K.: Uwagi o budowie petrograficznej węgla humusowych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z. 102, Gliwice 1979.
4. Kruszewska K., Dybova-Jachowicz S.: Zarys petrologii węgla, Skrypty Uniwersytetu Śląskiego nr 525, Katowice 1997.
5. Krzeszowska E.: Charakterystyka petrograficzna inertynitu pokładu węgla 504 z południowego skrzydła siodła głównego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z. 246, Gliwice 2000.
6. Krzeszowska E.: Inertynit w węglu warstw siodłowych, rudzkich i załęskich na obszarze siodła głównego GZW. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z.260, Gliwice 2004.
7. Krzeszowska E. , Komorek J., Morga R: Opracowanie metody identyfikacji niektórych składników petrograficznych (macerałów) węgla kamiennego za pomocą cyfrowej analizy obrazu. Sprawozdanie z projektu badawczego KBN nr 9 T12B04719, 2001.
8. Marcisz M.: Zmiany jakości węgla od złoża do produktu handlowego na przykładzie procesu produkcyjnego KWK Szczygłowice, Praca doktorska, Archiwum Instytutu Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.
9. Probiez K., Lewandowska M.: Skład petrograficzny węgla na tle paleotemperatur w strukturach geologicznych NW części GZW. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z. 249, Gliwice 2001.
10. Skowronek E.: Petrologiczna charakterystyka węgla obszaru górniczego Mikołów. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo z. 155, 1987.
11. Róg L., Drobiazgiewicz W: Zmienność budowy petrograficznej oraz właściwości fizykochemicznych i koksowniczych w pokładach węgla kamiennego w rejonie KWK Sośnica. Prace GIG, Seria Konferencje, nr 35, Katowice 2000.

Recenzent: Dr hab. inż. Marian Wagner, prof. nzw. AGH