

Polskie zagłębia węgla kamiennego – przegląd informacji i badań geologicznych

Janusz Jureczka¹, Grzegorz J. Nowak²



J. Jureczka



G.J. Nowak

A short overview of data on geological investigation of the Polish bituminous coal basins.
Prz. Geol., 64: 617–630.

A b s t r a c t. Polish bituminous coal basins are associated exclusively with Carboniferous deposits, differing in origin and geological structure. This paper presents only a short review of papers mainly of Polish authors on the geological structure, stratigraphy of coal-bearing deposits, quality of coal, as well as selected aspects of economic geology of three Polish bituminous coal basins: the Upper Silesian Coal Basin (USCB), Lower Silesian Coal Basin (LSCB) and Lublin Coal Basin (LCB). The paper provides also an overview on the investigations made on the interpretations of the origin of Polish coal deposits over the last 20 years with an emphasis on coal facies studies. The paper content is related to the conference entitled "Polish Coal" of the 3rd Polish Geological Congress, which is planned in Wrocław in September 2016. This conference covers a broad spectrum of issues such as: geology of coal basins and coal deposits, coal-bed methane, economic geology, petrology and geochemistry of coal, as well as origin, coalification and quality of coal.

ber 2016. This conference covers a broad spectrum of issues such as: geology of coal basins and coal deposits, coal-bed methane, economic geology, petrology and geochemistry of coal, as well as origin, coalification and quality of coal.

Keywords: Upper Silesian Coal Basin, Lower Silesian Coal Basin and Lublin Coal Basin, studies of coal-bearing strata

W Polsce węgiel kamienny występuje w trzech zagłębiach: Górnośląskim (GZW), Dolnośląskim (DZW) i Lubelskim (LZW), związanych – jak inne karbońskie zagłębia węglowe Europy – z ewolucją obszarów waryscyjskiego systemu górotwórczego i obszarów do nich przyległych. W skali regionalnej zagłębia te mają różną pozycję geotektoniczną (ryc. 1):

– DZW jest związane ze śródgórską strefą wewnętrzną orogenu, stanowiąc końcowy, wschodni człon pasma kontynentalnych permo-karbońskich zagłębi masywu czeskiego (Pešek, 2001);

– GZW jest położone w zapadlisku przedgórskim powstałym przez ugięcie płyty przedgórza w procesie jej kolizji ze strefą wewnętrzną orogenu (Kotas, 1985);

– LZW (wraz z jego przedłużeniem na obszarze Ukrainy – Lwowsko-Wołyńskim Zagłębiem Węglowym – L-WZW), położone w rowie mazowiecko-wołyńskim, należy do zapadliska perykratonicznego związanego ze strefą graniczną platformy wschodnioeuropejskiej i platformy epipaleozoicznej (Porzycki, 1988).

Zróznicowana pozycja geotektoniczna oraz odmienna historia geologiczna poszczególnych basenów węglonośnych wywarły zasadniczy wpływ na ich budowę geologiczną oraz wykształcenie, zaleganie i jakość węgla. To z kolei miało i ma istotne znaczenie dla rozwoju eksploatacji węgla kamiennego oraz sytuacji gospodarczej zagłębi węglowych. Dominującą, historycznie ukształtowaną, pozycję w tym zakresie zajmuje GZW – wydobyte prowadzone od 250 lat – największe i najbardziej zasobne zagłębie węglowe w Polsce (tab. 1) liczące się w skali europejskiej. Kluczowa rola węgla kamiennego dla energetyki krajowej pozwala zakładać dalszą wieloletnią eksploatację w tym zagłębiu, pomimo obecnej dekonjunkury i problemów ekonomicznych podmiotów wydobywczych. Również w

LZW, w którym eksploatacja węgla kamiennego jest prowadzona stosunkowo krótko (od 1982 r.) i tylko w jednej (sukcesywnie zwiększającej wydobyte) kopalni, należy założyć dalszy rozwój wydobywania. Uzasadniają to znaczne, możliwe do udostępnienia zasoby oraz zainteresowanie polskich i zagranicznych podmiotów gospodarczych, prowadzących prace rozpoznawcze w celu uruchomienia kolejnych kopalń. Także w DZW – najmniejszym polskim zagłębiu – możliwe jest rozpoczęcie kolejnej karty historii eksploatacji, zakończonej w 2000 r., co potwierdzają ostatnie prace prowadzące do reaktywacji wydobywania węgla kamiennego w rejonie Nowej Rudy. Zasoby geologiczne i perspektywy zasobowe tego zagłębia są stosunkowo niewielkie (tab. 1), ale znaczną ich część stanowi rzadko spotykany w Polsce węgiel specjalny i antracytowy oraz antracyt.

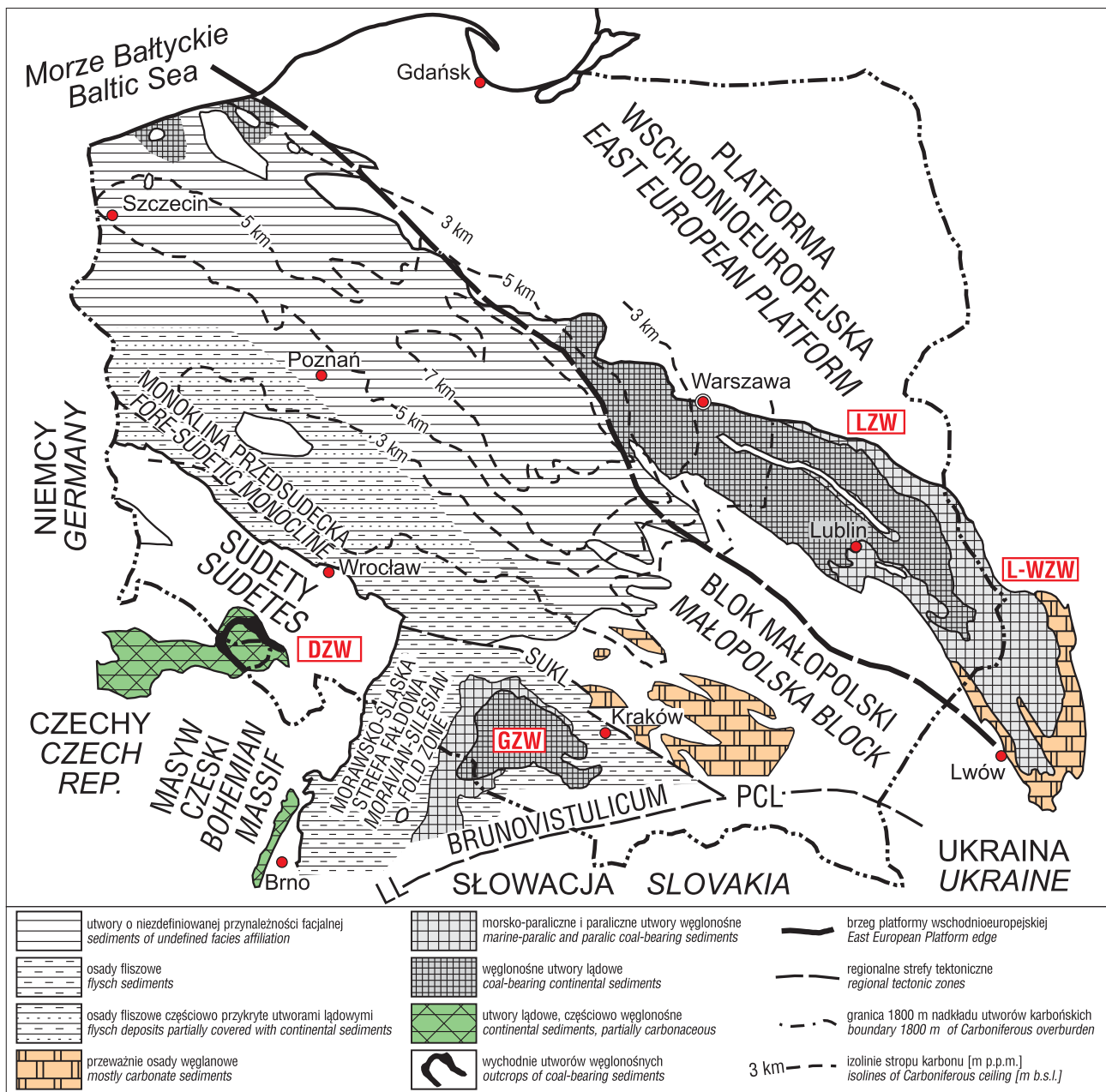
W artykule przedstawiono elementarne informacje o zagłębiach węglowych oraz zwrócono uwagę na niektóre badania w zakresie geologii węgla. Na zasadzie przykładu, szerzej potraktowano zagadnienia genezy węgla kamiennego, jednej z ważniejszych części geologii węglowej, zamieszczając przegląd dotychczasowego dorobku polskich geologów zajmujących się tą tematyką.

PODSTAWOWE INFORMACJE O ZAGŁĘBIACH WĘGLOWYCH W POLSCE

Górnośląskie Zagłębie Węglowe jest położone w południowej Polsce oraz w rejonie ostrawsko-karwińskim w Republice Czeskiej (ryc. 2). Jego obszar wynosi ok. 7250 km², w tym na terenie państwa polskiego ok. 5650 km². Podłoże karbonu budują utwory prekambriu, kambriu i dewonu. Karbon rozpoczyna się od asocjacji węglanowej, przechodzącej w morskie osady klastyczne, a następnie w molasowe osady węglonośne (missisip i pensylwan), które są podzielone na

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec; janusz.jureczka@pgi.gov.pl.

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; grzegorz.nowak@pgi.gov.pl.



Ryc. 1. Pozycja geotektoniczna polskich zagłębi węglowych (wg Kotasa & Porzyckiego, 1984, zmodyfikowane)

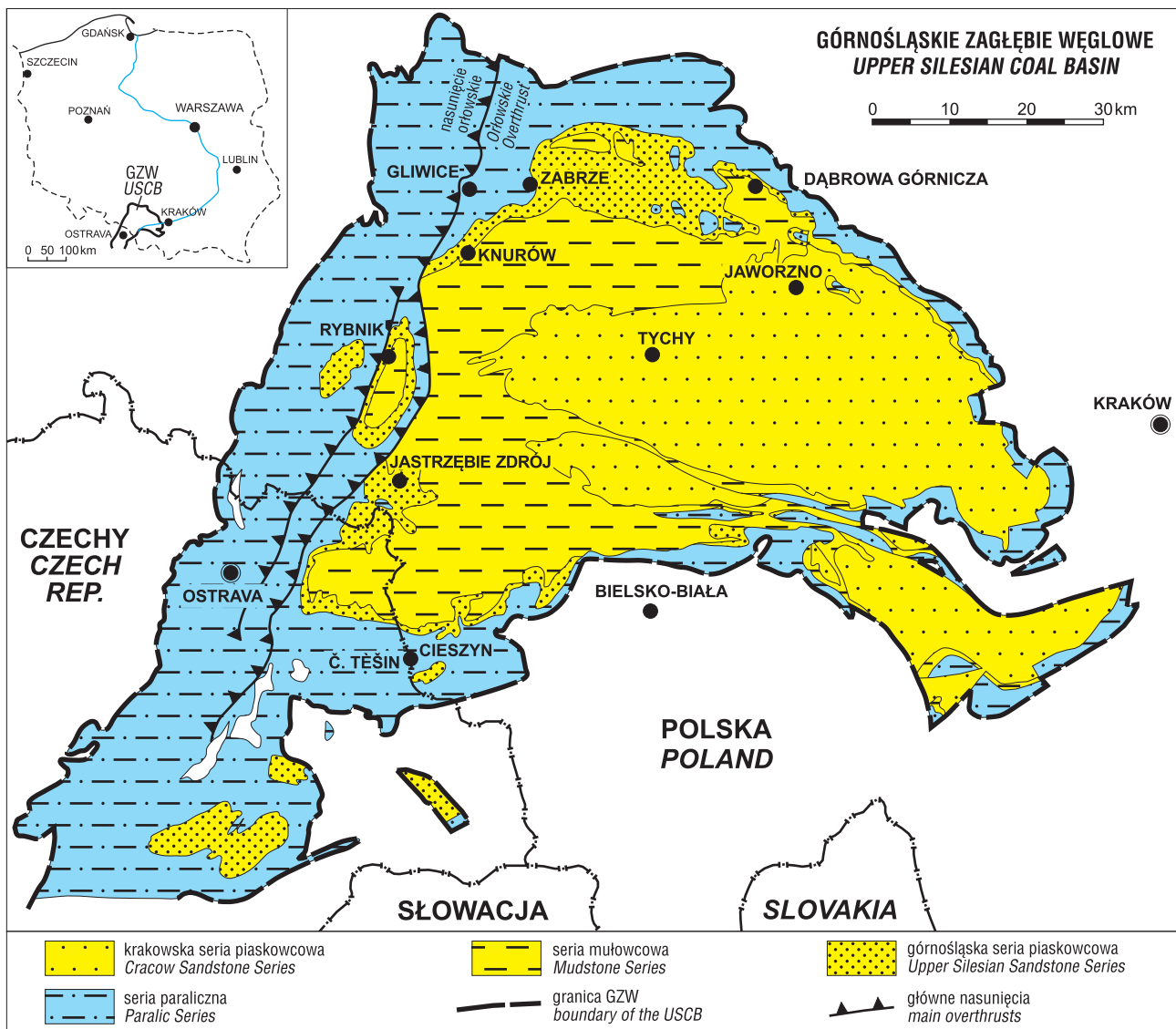
Fig. 1. Geotectonic position of the Polish coal basins (after Kotas & Porzycki 1984, modified)

Tab. 1. Rozpoznanie złożowe, zasoby oraz wydobywanie w polskich zagłębiach węglowych (stan na 31.12.2014 r. – wg Malon & Tyimińskiego, 2015; zasoby szacowane – stan na 31.12.2009 – wg Jureczki i in., 2011)

Table 1. Recognition of the deposit, resources and production in the Polish coal basins (as at 31.12.2014 – after Malon & Tyimiński, 2015; estimated reserves – as at 31.12.2009 – after Jureczka et al., 2011)

Zagłębie Coal basin	Liczba udokumentowanych złóż esar/Number of deposits				Zasoby udokumentowane [mld t] Book reserves [billion Mg]			Zasoby szacowane [mld t] Perspective resources [billion Mg]		Wydobywanie [mln ton] Production [million Mg]
	łącznie total	E	N	Z	bilansowe balance	pozabilansowe non-balance	przemysłowe economic	prognostyczne prognostic	perspektywiczne perspective	
DZW LSCB	6	–	1	5	0,423	–	–	0,0004	0,232	–
GZW USCB	133	50	41	42	41,972	12,127	3,446	9,193	25,533	58,294
LZW LCB	11	1	10	–	9,565	6,525	0,319	10,848	5,888	7,675
Razem Total	150	51	52	47	51,960	18,652	3,765	20,041	31,653	65,969

E – złoża zagospodarowane (eksploatowane), w tym w GZW 3 złoża kopalń w budowie; N – złoża niezagospodarowane; Z – złoża o eksploatacji zaniechanej
E – deposits in active mines, including three USCB deposits of mines under construction; N – deposits in exploration fields; Z – abandonem deposits



Ryc. 2. Mapa geologiczna GZW odkryta po karbon (wg Jureczki i in., 1995; uproszczona)
Fig. 2. Geological map of the USC – Carboniferous subcrop (after Jureczka et al., 1995; simplified)

cztery główne jednostki litostratygraficzne, od namuru po westfal (tab. 2). Charakterystyczną cechą osadów węglonośnych karbonu jest ich wyraźna dwudzielność. Starszą część profilu budują utwory wykształcone w warunkach sedimentacji paralicznej, z dobrze zaznaczającymi się wpływami okresowych zalewów morskich. Pozostała, młodsza część, tworzą utwory powstałe wyłącznie w warunkach lądowych (ryc. 2 – kolor żółty) bez wpływów morskich, zalegające na utworach paralicznych z luką stratygraficzną. Największe miąższości utworów węglonośnych są notowane w zachodniej części zagłębia, w kierunku wschodnim zaznacza się wyraźna, stopniowa jej redukcja. Sumaryczna miąższość utworów węglonośnych osiąga 8500 m. Nadkład karbonu stanowią utwory triasu, neogenu (miocenu) i czwartorzędu, rzadziej permu i jury, a w południowej części zagłębia także w Karpatach – górnej kredy i paleogenu.

W Zagłębiu Górnośląskim występują różne rodzaje węgla kamiennego, od węgla energetycznych, przez węgle koksujące po węgle specjalne i antracyt, przy czym znaczenie mają tylko węgle energetyczne i koksowe. Węgły koksowe w zasięgu eksploatacji (do 1000–1200 m) występują w części zachodniej zagłębia, a na ograniczonych obszarach

także w części centralnej. Na pozostałym obszarze są dokumentowane i eksploatowane wyłącznie węgle energetyczne. Nasylenie profilu karbonu pokładami węgla jest duże, lecz nierównomierne i zmienne lateralnie. Maksymalną liczbę wkładek i pokładów węgla ocenia się na ok. 520, a sumaryczną miąższość na ok. 340 m (tab. 3). Najbardziej zasobna jest górnośląska seria piaskowcowa, z pokładem węgla 510, osiągającym grubość 24 m.

Maksymalny rozwój eksploatacji węgla kamiennego w GZW, z wydobyciem bliskim 200 mln t węgla rocznie, przypada na lata 70. XX w. Od 1990 r. systematycznie maleje liczba kopalń oraz wydobycie – od 65 kopalń na obszarze 1800 km² i wydobycia 170 mln t do 29 kopalń na obszarze 1100 km² obecnie i wydobycia 60 mln t. Poważnym utrudnieniem dla eksploatacji jest wysoki stopień zurbanizowania obszaru zagłębia oraz jego infrastruktura powierzchniowa. Ze względu na coraz większe głębokości eksploatacji – przekraczające 900–1000 m – narastającym problemem jest także zagrożenie metanem, który sam w sobie stanowi cenny surowiec energetyczny, do tej pory w niewielkim stopniu pozyskiwany, o zasobach bilansowych ok. 170 mld m³ i całkowitym potencjale zasobowym

Tab. 2. Podział litostratygraficzny karbonu GZW (część polska: wg Dembowski, 1972; ze zmianami Jureczki, 1988 i Kotasa i in., 1988; część czeska – wg Kumpery & Dopity, 1997; z uzupełnieniem Jureczki, 2015a)

Table 2. Lithostratigraphic division of the Carboniferous in the USCB (in Poland: after Dembowski, 1972, Jureczka, 1988; Kotas, 1988; in the Czech Republic: after Kumper & Dopita, 1997; supplemented by Jureczka, 2015a)

EPOKA SERIES	WIEK STAGE		JEDNOSTKI LITOSTRATYGRAFICZNE LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS		
PENNSYLVANIAN PENNSYLVANIAN	gżel Gzhelian + kazimow Kasimovian (?)	STEFAN STEPHAN- STEFANIAN	ARKOZA KWACZAŁSKA KWACZAŁA ARCOSE		
	moskow Moscovian	WESTFAL WESTPHALIAN	D	warstwy libiąskie Libiąż Beds	
			C	warstwy łąziskie s.l. Łąziska Beds s.l.	
			B	warstwy orzeskie s.s. Orzesze Beds s.s.	
baszkir Bashkirian	NAMUR NAMURIAN	A	warstwy załęskie Zalęże Beds		
		C	warstwy rudzkie s.s. Ruda Beds s.s.		
MISSISSIPPIAN MISSISSIPPIAN	serpuchow Serpukhovian	NAMUR NAMURIAN	B	warstwy siodłowe Saddle Beds	
			A	warstwy jejkowickie Jejkowie Beds	
			SERIA PARALICZNA PARALIC SERIES	warstwy grodzieckie* Grodziec Beds	warstwy porębskie Poruba Beds
				warstwy florowskie* Flora Beds	warstwy jakłowieckie Jakłovec Beds
				warstwy sarnowskie* Sarnów Beds	warstwy gruszowskie Hrušov Beds
					warstwy pietrkowickie Petrkovice Beds
KULM FLASCH ASSOCIATION	WARSTWY MALINOWICKIE MALINOWICE BEDS = WARSTWY ZAŁASKIE ZALAS BEDS	górne Upper dolne Lower			

— karbon produktywny
coal-bearing Carboniferous
~~~~ luka stratygraficzna  
stratigraphic gap

\* – wg podziału Doktorowicza-Hrebnickiego (1935)  
w północno-wschodniej części GZW  
after Doktorowicz-Hrebnički (1935) in the north-eastern part  
of the Upper Silesian Coal Basin

w skali zagłębia ok. 230–250 mld m<sup>3</sup> (Kwarciński, 2011; Jureczka, 2013).

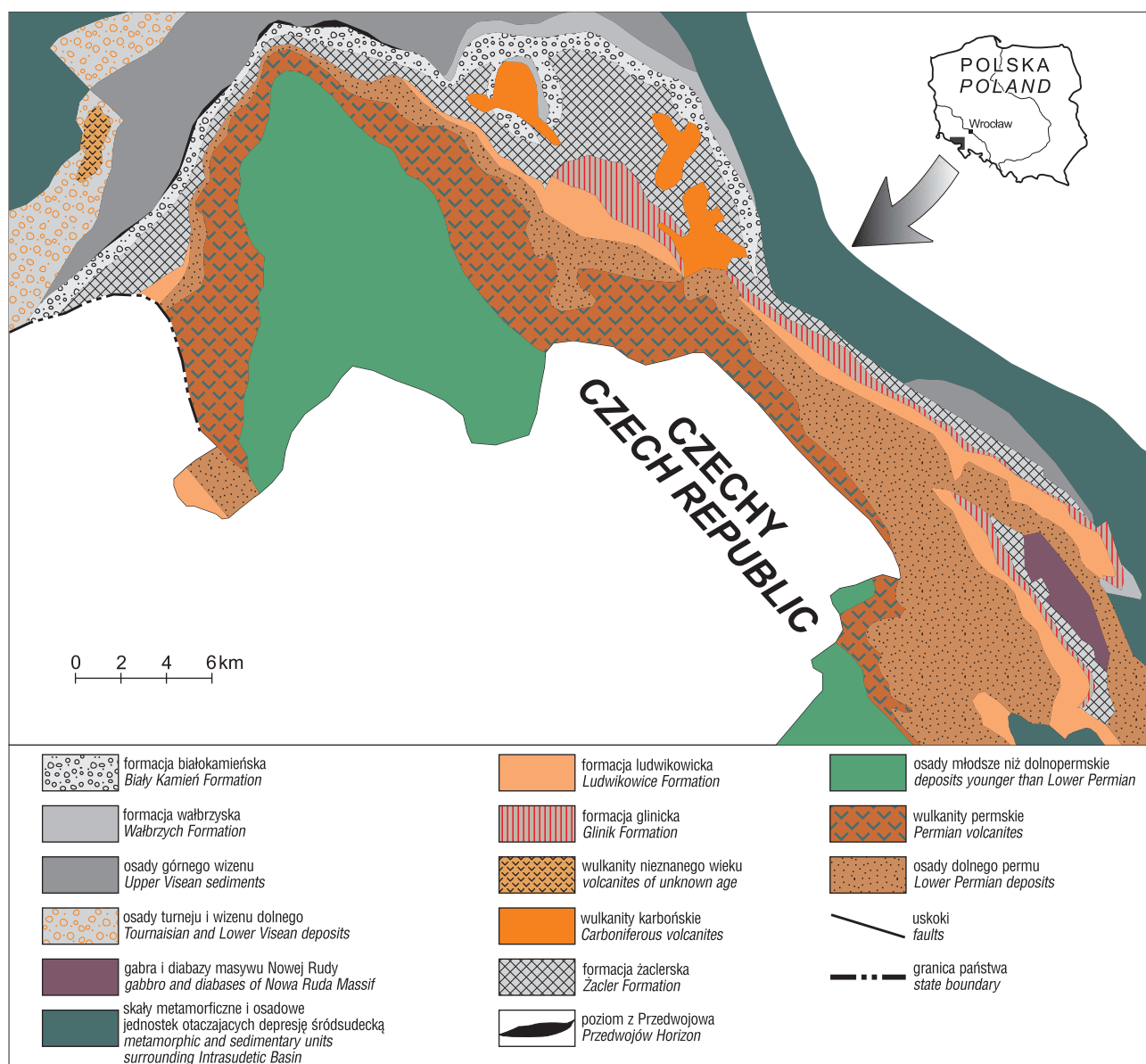
**Dolnośląskie Zagłębie Węglowe** jest położone w południowo-zachodniej Polsce w rejonie Wałbrzycha i Nowej Rudy. Jego powierzchnia, licząc umowny obszar występowania utworów karbonu, wynosi ok. 1200 km<sup>2</sup>, natomiast obszar występowania pokładów węgla kwalifikujących się do eksploatacji jest znacznie mniejszy i ma ok. 350–450 km<sup>2</sup>. Geologicznie DZW znajduje się w północno-zachodniej części synklinorium śródsudeckiego, największej jednostki tektonicznej Sudetów, stanowiącej basen wypełniony utworami od karbonu dolnego do kredy górnej (ryc. 3). Węglonośne skały karbonu (górnym missisip oraz pensylwan) są zgrupowane w dwóch jednostkach litostratygraficznych (formacje z Wałbrzycha i z Żaclerza), reprezentujących utwory od namuru do westfalu (ryc. 4). Strop karbonu, przykryty utworami permu, zalega na różnych głębokościach – w rejonie Wałbrzycha do 500 m, a w rejonie Nowej Rudy do 300 m, przy czym w obu tych rejonach utwory karbonu tworzą także wychodnie na powierzchnię terenu.

W 1989 r., przed rozpoczęciem restrukturyzacji górnictwa, w DZW były czynne cztery kopalnie węgla kamiennego – trzy w rejonie Wałbrzycha i jedna w rejonie Nowej Rudy z dwoma polami eksploatacyjnymi (ryc. 5), które łącznie obejmowały obszar 187 km<sup>2</sup>, a ich wydobycie wynosiło 2,6 mln t. Głębokość eksploatacji w rejonie Wałbrzycha sięgała 1250 m, w rejonie Nowej Rudy – 1000 m. Były eksploatowane pokłady węgla wszystkich formacji utworów węglonośnych karbonu. Warunki eksploatacji były trudne i niebezpieczne, we wszystkich kopalniach stwierdzono występowanie znacznych ilości metanu i dwutlenku węgla. Dodatkowym utrudnieniem eksploatacji

**Tab. 3.** Węglonośność i węglizacja serii litostratygraficznych karbonu GZW

**Table 3.** Total thickness of coal strata and number of economic coal seams in Carboniferous lithostratigraphic series of the USCB

| Serie<br>Series                                                        | Miąższość<br>maksymalna<br>Maximum thickness<br>[m] | Maksymalna liczba<br>warstw węgla<br>Maximum number of<br>coal strata | Liczba pokładów<br>bilansowych<br>Number of balance<br>coal seams | Maksymalna<br>sumaryczna<br>miąższość węgla<br>Maximum total<br>thickness of coal<br>[m] | Węglonośność<br>Total thickness of coal<br>strata<br>[%] |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Krakowska seria<br>piaskowcowa<br>Cracow Sandstone<br>Series           | 1640                                                | 38                                                                    | 26                                                                | 48                                                                                       | 2,93                                                     |
| Seria mułowcowa<br>Mudstone Series                                     | 2000                                                | 158                                                                   | 71                                                                | 112                                                                                      | 5,60                                                     |
| Górnośląska seria<br>piaskowcowa<br>Upper Silesian<br>Sandstone Series | 1100                                                | 61                                                                    | 23                                                                | 80                                                                                       | 7,27                                                     |
| Seria paraliczna<br>Paralic Series                                     | 3780                                                | 263                                                                   | 114                                                               | 99                                                                                       | 2,62                                                     |
| Suma<br>Total                                                          | 8520                                                | 520                                                                   | 234                                                               | 339                                                                                      | 3,98                                                     |



Ryc. 3. Mapa geologiczna depresji śródsudeckiej (wg Bossowskiego & Ihnatowicza, 2006; uproszczona)  
 Fig. 3. Geological map of the Intra-Sudetic Basin (after Bossowski & Ihnatowicz, 2006; simplified)

było silne zaangażowanie tektoniczne utworów karbońskich.

**Lubelskie Zagłębie Węglowe** jest usytuowane we wschodniej części Polski, w obrębie lubelskiego basenu karbońskiego. Szacowana powierzchnia LZW w zasięgu perspektyw złożowych wynosi ok. 9100 km<sup>2</sup>, natomiast obszar występowania pokładów bilansowych do głębokości 1000 m ma ok. 7000 km<sup>2</sup> (cały obszar występowania utworów węglonośnych karbonu jest większy i przekracza 11 000 km<sup>2</sup>). Utwory karbonu zalegają niezgodnie na zróżnicowanych wiekowo skałach podłoża – od prekambriu na północnym wschodzie do dewonu górnego w południowej części zagłębia. Nadkład karbonu stanowią głównie osady węglanowe jury i kredy o miąższości kilkuset metrów, a lokalnie także miocenu.

Osady węglonośne karbonu (górny missisip i pensylwan), od wizenu górnego do westfalu C (lub westfalu D), są reprezentowane przez pięć formacji litostratygicznych (tab. 4). Profil karbonu rozpoczynają utwory wizenu górnego określane jako formacja Huczwy, zbudowane

głównie z morskich osadów węglanowych, z lokalnymi, na ogół cienkimi, przewarstwieniami węgla. Powyżej zalegają cyklicznie powstałe osady morsko-paraliczne (formacja Terebina), a następnie paraliczne (formacja Dęblina), zbudowane głównie z osadów klastycznych, w mniejszym stopniu z osadów węglanowych. Występujące tu warstwy i pokłady węgla nie mają znaczenia gospodarczego. Istotne znaczenie dla eksploatacji ma leżąca wyżej formacja lubelska zbudowana z osadów drobnoklastycznych z przeławiczeniami piaskowców, która reprezentuje jedyną zasobną część profilu utworów węglonośnych LZW. Sumaryczna węglozasobność tej formacji sięga 30 m, w jej profilu występują 24 bilansowe pokłady węgla o grubości nawet do 4,0 m.

Pod względem jakości w LZW występują węgle energetyczne i koksowe, od typu 31.1 do 34.2. Zawartość metanu w pokładach węgla na ogół jest bardzo niska lub zerowa, w formacji lubelskiej sporadycznie osiąga 3–4 m<sup>3</sup>/t c.s.w. Wyższe wartości stwierdzono w południowej części zagłębia, w starszych jednostkach stratygraficznych. Eksploatacja jest prowadzona tylko w jednej kopalni „Bogdanka”, obejmującej

| STRATYGRAFIA<br>STRATIGRAPHY |                              |                             |                                                              | LITOSTRATYGRAFIA<br>LITOSTRATIGRAPHY                 | MIAŻSZOŚĆ [m]<br>THICKNESS [m]             | NUMER<br>POKŁADU<br>WĘGLA<br>NUMBER<br>OF COAL<br>SEAM | LITOLOGIA<br>LITHOLOGY |     |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|-----|
| PERM<br>PERMIAN              | CISURAL<br>CISURALIAN        |                             | Autun                                                        | Formacja z<br>Ludwikowic<br>Ludwikowice<br>Formation | 100–440                                    |                                                        |                        |     |
| KARBON<br>CARBONIFEROUS      | PENSYLVANIAN<br>PENSYLVANIAN | GŻEL<br>GZHELIAN            | stefan<br>Stephanian                                         | formacja z Glinka<br>Glinka Formation                | 300–850                                    | 301                                                    |                        |     |
|                              |                              | KASIMOW<br>KASIMOVIAN       |                                                              |                                                      |                                            | A                                                      |                        |     |
|                              |                              | MOSKOW<br>MOSCOVIAN         |                                                              |                                                      |                                            | D                                                      |                        |     |
|                              |                              | BASZKIR<br>BASHKIRIAN       | westfal<br>Westphalian                                       | B                                                    | formacja<br>z Żaclerza<br>Żacler Formation | 500–900                                                |                        | 321 |
|                              |                              |                             |                                                              | C                                                    |                                            |                                                        |                        |     |
|                              |                              |                             |                                                              | A                                                    |                                            |                                                        |                        |     |
|                              |                              | namur<br>Namurian           | formacja<br>Białego<br>Kamienia<br>Biały Kamień<br>Formation | C                                                    | 150–380                                    | 423                                                    |                        |     |
|                              |                              |                             |                                                              | B                                                    |                                            | 448                                                    |                        |     |
|                              |                              |                             |                                                              | A                                                    |                                            | 549                                                    |                        |     |
| MISSISIP<br>MISSISSIPPIAN    | SERPUKHOW<br>SERPUKHOVIAN    | WIZEN GÓRNY<br>UPPER VISEAN | formacja<br>z Wąbrzycha<br>Wąbrzycha<br>Formation            | 250                                                  | 655                                        |                                                        |                        |     |
|                              | A                            |                             |                                                              |                                                      | 680                                        |                                                        |                        |     |
|                              |                              |                             | formacja ze<br>Szczawna<br>Szczawno<br>Formation             | 300–600                                              |                                            |                                                        |                        |     |

Ryc. 4. Profil litostratigraficzny osadów karbońskich depresji śródsudeckiej. Objaśnienia jak na ryc. 3

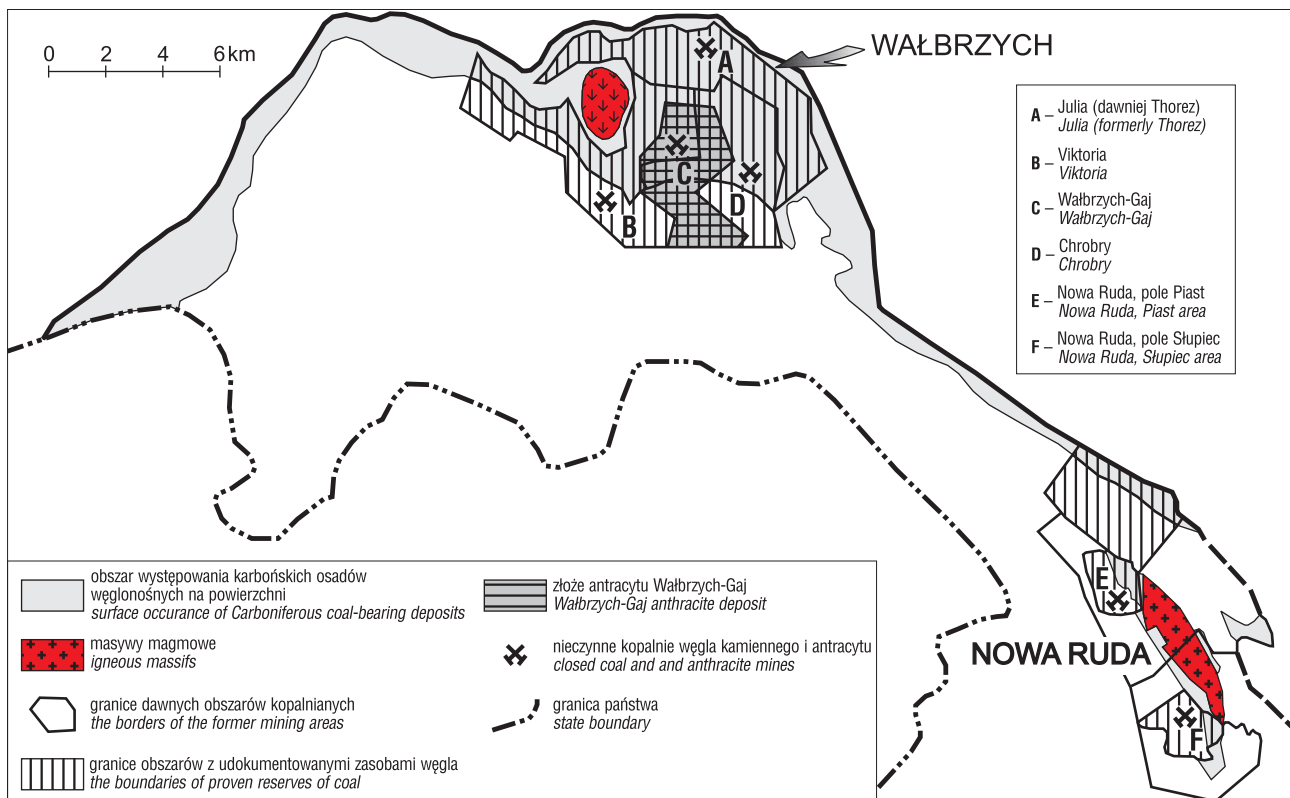
Fig. 4. Lithostratigraphic section through the Carboniferous Intra-Sudetic Basin. For explanation see Fig. 3

obszar ok. 77 km<sup>2</sup> (ryc. 6), w której jest wydobywany węgiel energetyczny (gazowo-płomienny, typ 32.1).

#### PRZEGLĄD BADAŃ GEOLOGICZNYCH

Przegląd badań został zawężony do wybranych publikacji zestawionych w grupach tematycznych, bez szerszego opisu tych badań. Obejmuje ostatnie 20 lat, czyli okres po XIII Międzynarodowym Kongresie Karbonu i Permu, który się odbył w 1995 r. w Krakowie. Z wydarzeniem tym było związane wydanie monograficznego opracowania geologii karbonu Polski (Zdanowski & Żakowa, 1995), w

którym zestawiono ówczesny stan wiedzy o basenach i zagłębieniach węglowych, w zakresie litostratigrafii i paleogeografii (Bossowski i in., 1995; Kotas, 1995; Porzycki & Zdanowski, 1995a), chrono- i biostratigrafii (Kmieciak, 1995; Kotasowa & Migier, 1995; Musiał i in., 1995) oraz złóż węgla kamiennego (Bossowski, 1995; Jureczka & Kotas, 1995; Porzycki & Zdanowski, 1995b). W publikacjach tych podsumowano wieloletni okres badań zagłębieni węglowych, charakteryzujący się dużą ilością wiertniczych prac rozpoznawczych, dzięki którym opracowano także szereg atlasów map, w tym dla GZW: geologiczny (Buła & Kotas, 1994), geochemiczny (Rózkowska & Ptak,



**Ryc. 5.** Rozmieszczenie złóż węgla kamiennego i antracytu oraz kopalń w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (wg Bossowskiego, 1995; uproszczone). A–F – nieczynne kopalnie węgla kamiennego i antracytu

**Fig. 5.** Location of bituminous coal and anthracite deposits, and coal mines in the Lower Silesian Coal Basin (after Bossowski, 1995; simplified). A–F – closed coal and anthracite mines

1995), petrograficzny (Jurczak-Drabek, 1996), geotermiczny (Karwasiecka, 1996), węglozasobności (Kwarciński, 1999) oraz paleozoiku bloku górnośląskiego (Buła i in., 2002a). Wykonano także atlas geologiczno-złożowy obejmujący cały obszar GZW, łącznie z czeską częścią (Jureczka i in., 2005a) oraz atlasy geologiczne LZW (Zdanowski, 1999) i DZW (Bossowski & Ichnatowicz, 2006).

W kolejnych latach prace wiertnicze w zagłębiach węglowych zostały mocno ograniczone do małej liczby otworów złożowych. Niewiele prac obejmowało ujęcie karbonu i basenów węglonośnych w skali całej Polski z odniesieniem do innych regionów świata (np. Skompski, 1998, 2003; Zdanowski, 2007a). Prace łączące wszystkie zagłębia węglowe skupiały się głównie na geologii złożowej i dotyczyły m.in. perspektyw zasobowych oraz ochrony i waloryzacji złóż węgla kamiennego (np. Jureczka & Galos, 2008, 2010; Jureczka i in., 2008, 2011; Jureczka, 2014a,) oraz metanu z pokładów węgla (np. Kotarba, 2001; Kotarba & Lewan, 2004; Kędzior, 2008; Kwarciński, 2011; Hadro & Wójcik, 2013). Na uwagę zasługuje także podjęcie nowatorskich prac dotyczących możliwości podziemnego zgazowania węgla w polskich złożach węgla kamiennego (Nieć, 2009; Czaplicka-Kolarz i in., 2013; Nieć i in., 2013, 2014, 2015).

Zdecydowana większość prowadzonych badań dotyczyła poszczególnych zagłębi węglowych, przy czym na pierwsze miejsce wysuwa się tu GZW zarówno w zakresie tematycznym, jak i ilości publikowanych prac. Prowadzone były regionalne badania utworów starszego paleozoiku i pozycji geotektonicznej GZW oraz bloku górnośląskiego (m.in.: Buła & Jachowicz, 1996; Buła i in., 1997; Żaba,

1999; Buła, 2000; Buła & Żaba, 2005). Do badań o charakterze regionalnym należy zaliczyć również badania w zakresie uwęglania utworów karbońskich, dojrzałości termicznej i paleotemperatur (m.in.: Kosakowski i in., 1995; Środoń, 1995; Kotas, 2001; Botor i in., 2003; Poprawa i in., 2006; Botor, 2014). Szeroko są reprezentowane badania sedimentologiczne utworów węglonośnych, środowisk depozycji oraz architektury osadów (m.in.: Gradziński & Doktor, 1996; Doktor & Gradziński, 1999; Doktor & Kędzior, 2002; Doktor in., 2003; Gradziński i in., 2005; Doktor, 2007; Kędzior i in., 2007; Kędzior, 2016). Znaczną część prac dotyczy zagadnień lito- i biostratygraficznych oraz wykształcenia i zmienności lateralnej poszczególnych jednostek litostratygraficznych karbonu (m.in.: Jureczka, 2002a, b, 2011; Oliwkiewicz-Miklasińska, 2002; Hýlová i in., 2013; Jirásek i in., 2013a, b). Oddzielną i bogato reprezentowaną grupą są badania złożowe, w tym: perspektyw zasobowych i ochrony złóż węgla kamiennego (m.in.: Buła i in., 2002b; Jureczka i in., 2005b, 2009; Jureczka & Galos, 2007); badań metanu, zasobów tego surowca i metanowości kopalń (m.in.: Kwarciński & Hadro, 2008; Kotarba & Pluta, 2009; Patyńska, 2012) wraz z nowatorskimi pracami w zakresie przedeksplatacyjnego ujęcia metanu kierunkowymi otworami powierzchniowymi (Jureczka, 2013, 2014b, 2015b). Do grupy złożowej można zaliczyć także badania petrograficzne, geochemiczne i jakości węgla, w tym produktów jego spalania (m.in.: Kędzior & Jelonek, 2013; Morga i in., 2014, 2015; Jelonek & Mirkowski, 2015), a także podziemnego zgazowania węgla (Chečko i in., 2014). Były prowadzone również badania z pogranicza geologii złożowej, środowiskowej

**Tab. 4.** Schemat podziału stratygraficznego karbonu basenu lubelskiego (litostratygrafia wg Porzycki & Żelichowski, 1977 *vide* Porzycki, 1979; stratygrafia wg Musiał & Tabor, 1979, 1988 z uzupełnieniem)

**Tab. 4.** Stratigraphic scheme of the Lublin Carboniferous Basin (lithostratigraphy after Porzycki & Żelichowski, 1977 *vide* Porzycki, 1979; stratigraphy after Musiał & Tabor, 1979, 1988, supplemented)

| STRATYGRAFIA<br>STRATIGRAPHY |                                    |                             |                                        | Geneza osadów<br>Origin of sediment        | LITOSTRATYGRAFIA<br>LITOSTRATIGRAPHY       |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| PENSYLWAN<br>PENSYLVANIAN    | MOSKOW<br>MOSCOWIAN                | westfal<br>Westphalian      | ?                                      | limniczna (łądowa)<br>limnic (continental) | formacja Magnuszewa<br>Magnuszew Formation |
|                              |                                    |                             | C                                      |                                            | formacja lubelska<br>Lublin Formation      |
|                              | B                                  |                             | paraliczna<br>paralic                  |                                            | formacja Dębina<br>Dęblin Formation        |
|                              | A                                  |                             |                                        |                                            |                                            |
| BASZKIR<br>BASHKIRIAN        | namur<br>Namurian                  | C                           | B                                      | ogniwo bużańskie<br>Bug Member             |                                            |
|                              |                                    | B                           | A                                      | ogniwo komarówskie<br>Komarów Member       |                                            |
|                              |                                    | A                           | formacja Terebina<br>Terebin Formation | ogniwo korczmińskie<br>Korczmin Member     |                                            |
|                              |                                    | WIZEN GÓRNY<br>UPPER VISEAN | morsko-paraliczna<br>marine-paralic    | formacja Huczwy<br>Huczwa Formation        | ogniwo Sołokiji<br>Sołokija Member         |
|                              | ogniwo Kłodnica<br>Kłodnica Member |                             |                                        |                                            |                                            |

i hydrogeologii dotyczące możliwości podziemnego składowania dwutlenku węgla (m.in. Jureczka i in., 2010, 2012a), w tym z odzyskiem metanu z pokładów węgla (Jureczka i in., 2012b). Na uwagę zasługują także prace z zakresu wykorzystania satelitarnej interferometrii radarowej do pomiarów osiadań pogórnicych (Graniczny i in., 2005, 2008 a, b).

W LZW zakres i ilość prowadzonych badań geologicznych były zdecydowanie mniejsze niż w GZW. W zakresie badań podstawowych obejmowały one między innymi: litostratygrafię i stratygrafię sekwencyjną karbonu (Zdanowski & Shulga, 2003; Waksmundzka, 2010), petrografię skał osadowych (Kozłowska, 2004) oraz badania faunistyczne (Krzeszowska, 2014). Szerszy regionalny zasięg miało monograficzne opracowanie korelacji Lubelskiego i Lwowsko-Wołyńskiego Zagłębia Węglowego (Shulga & Zdanowski, 2007), a także badania termiczne (Karwasiecka & Wilk, 2003). Prowadzono również badania z zakresu geologii stosowanej, w tym rozpoznanie złóż węgla kamiennego i boksytów oraz zasobów węgla (Zdanowski, 2007b, 2011), jakości węgla i geochemii organicznej (Zdanowski,

2010; Misiak, 2012; Gola i in., 2013) oraz podziemnego zgazowania węgla (Sermet & Górecki 2012a, b).

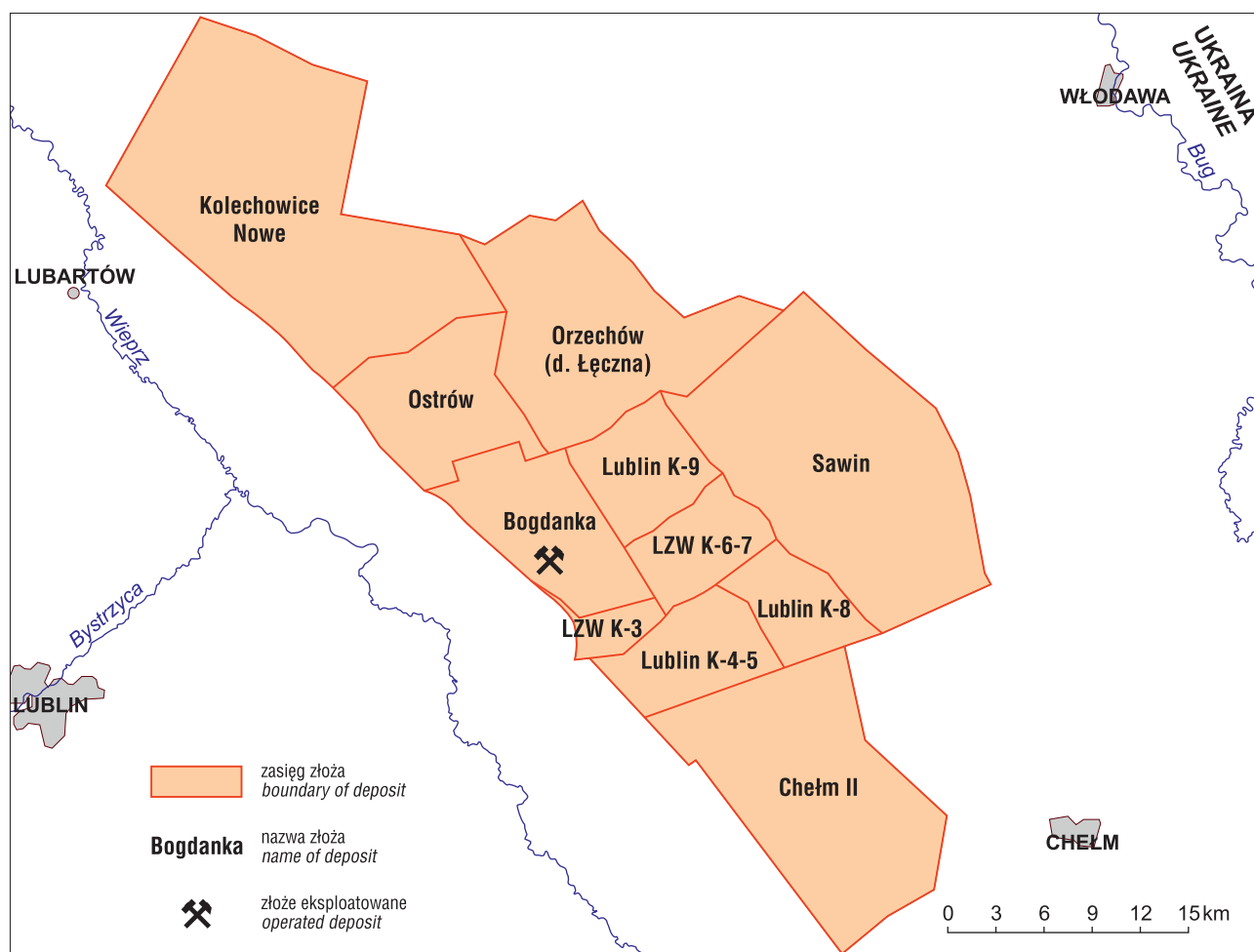
W DZW ilość wykonanych prac i badań była niewielka, co zapewne w dużej części wynika z zaprzestania eksploatacji i likwidacji kopalń. Oprócz opisanych w następnym rozdziale badań związanych z genezą węgla kamiennego, nieliczne prace dotyczyły między innymi: bazy zasobowej węgla (Ihnatowicz & Jureczka, 2008), podziemnego zgazowania pokładów węgla (Sermet & Górecki, 2013), metanu z pokładów węgla (Kotarba & Rice, 2001), jakości węgla (Parzentny, 2007) oraz warunków sedymentacji utworów karbońskich (Ihnatowicz, 2005).

## BADANIA GENEZY WĘGLA KAMIENNEGO

Badania genezy węgla w Polsce zostały zapoczątkowane we wczesnych latach 50. XX w. pierwszą publikacją poświęconą warunkom powstania węgla karbońskiego (Kulczyński, 1952). Intensywny rozwój tych badań rozpoczął się ponad 30 lat temu (Kmieciak & Knafel, 1983), a ich wyniki dostarczyły nowych danych w następujących aspektach: rozpoznanie warunków depozycji karbońskich paleotorfowisk, określenia dominujących zbiorowisk paleoflory, rekonstrukcji typów środowisk depozycji węgla i ich charakterystyki oraz rozpoznanie typów paleopożarów torfowisk kopalnych i określenie warunków ich przebiegu. Największa liczba prac dotyczyła petrologii węgla, w szczególności opartych na wynikach analiz macerałów i mikrolitotypów użytych w celu odtworzenia warunków środowisk depozycji węgla. Od końca lat 80. ub.w. powszechnie zaczęto stosować wskaźniki petrograficzne umożliwiające rozpoznanie warunków powstawania węgla w paleotorfowiskach. Ta tendencja jest powszechnie obserwowana w pracach poświęconych węglowi z DZW i GZW.

DZW, mimo że najmniejsze z krajowych zagłębi węgla kamiennego, doczekało się jak dotąd najwięcej publikacji dotyczących genezy węgla. Zagłębie to charakteryzuje się wyjątkowo trudnymi warunkami geologiczno-górnicyzmi, niesprzyjającymi podejmowaniu tego rodzaju badań. Należy tu wspomnieć o bardzo zróżnicowanym stopniu uwęglania od stosunkowo niskiego po ekstremalnie wysoki (objawiający się występowaniem antracytów), co najczęściej uniemożliwia przesledzenie zróżnicowania genetycznego danego pokładu węgla na znacznym odcinku. Oprócz zwykłych czynników mających wpływ na stopień uwęglania, w DZW mamy do czynienia z licznymi ciałami magmowymi, które w sposób zarówno pośredni, jak i bezpośredni (metamorfizm kontaktowy) wpływały na stopień uwęglania węgla występującego w tym zagłębiu. Niemniej jednak w pracach poświęconych genezie węgla kamiennego z DZW obserwuje się zastosowanie wszystkich wymienionych powyżej procedur badawczych i szerokie spektrum interpretacji uzyskanych wyników – od aspektów paleoklimatycznych po wykorzystanie analizy petrograficznej i palinologicznej pokładów węgla, służących wyznaczaniu wskaźników facjalnych oraz petrograficznych facji węglowych, aż po rekonstrukcję warunków paleoekologicznych wraz z określeniem charakteru paleotorfowisk (ombrotroficzne, wypukłe i reotroficzne). Badania genezy węgla w DZW rozpoczęły się z końcem lat 80. XX w. W tym celu wykorzystywano wyniki analiz litotypów, mikrolitotypów i macerałów oraz zastosowano petrograficzne wskaźniki facjalne





Ryc. 6. Rozmieszczenie złóż węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym  
 Fig. 6. Location of bituminous coal deposits in the Lublin Coal Basin

TPI/GI. Użycie tych procedur badawczych umożliwiło sprecyzowanie środowisk depozycji węgla pokładów formacji wałbrzyskiej. Zostały one utworzone w paleotorfowiskach typu leśnego i szuwarowego oraz w strefie otwartych wód (Mastalerz & Smyth, 1988; Mastalerz, 1992; Mastalerz & Wilks, 1992). Większe zróżnicowanie środowisk węglotwórczych w poszczególnych częściach zagłębia zostało wykazane dla węgla o refleksyjności 0,62–1,40% z pokładów formacji zaclerskiej. Zastosowanie wyników analiz macerałów i mikrolitotypów oraz wskaźników facjalnych (SF/F, VA/VB, T/F, W/D, IR, S/D, TPI/GI), a także interpretacji wyników badań palinologicznych, pozwoliło wyróżnić dwa typy środowisk węglotwórczych. Są to: – torfowisko typu leśnego z charakterystyczną petrologiczną facją wityrynitowo-fuzynitową, z dominacją roślinności drzewiastej; – torfowisko typu szuwarowego z densosporynitową petrologiczną facją węglową, gdzie dominowała roślinność zielna (Nowak, 1994a, b, 1995a–c, 1996, 1997a, b, 1998). Na podstawie charakterystyki petrograficznej i palinologicznej węgla o  $R_o$  0,89–1,23% wyróżniono macerałowo-miosporowe asocjacje: widłaków drzewiastych, mieszaną, zielną i/lub widłaków subdrzewiastych. Dwie pierwsze reprezentują planarne torfowisko reotroficzne, natomiast trzecia jest związana z ombrotroficznym torfowiskiem wypukłym (Nowak & Górecka-Nowak 1998, 1999; Górecka-Nowak & Nowak, 1998, 1999). Analiza macerałów wraz z interpretacją danych palinologicznych pozwoliła na iden-

tyfikację petrologicznych facji węglowych: wityrynitowo-fuzynitowej, densosporynitowej i węgla zasilonego oraz wyróżnienie asocjacji widłaków drzewiastych i mieszanej (torfowisko reotroficzne, planarne torfowisko typu drzewiastego), roślin zielnych i/lub subdrzewiastej (torfowisko ombrotroficzne wypukłe) (Nowak, 2000, 2001; Górecka-Nowak & Nowak, 2000). Analiza palinologiczna i zastosowanie jej wyników umożliwiły rekonstrukcję westfalskich zespołów roślinnych, łącząc ich ogólną zmienność ze zmianami klimatycznymi (zmiennością wilgotności) (Górecka-Nowak, 2002). Zaprzestanie z końcem ubiegłego stulecia eksploatacji węgla kamiennego w DZW jest powodem niemalże całkowitego regresu w badaniach genezy węgla kamiennego w tym zagłębiu. Niewątpliwie jako prace zamykające ten etap można uznać artykuły poświęcone rozpoznaniu typów i warunków pożarów paleotorfowisk z obszaru dzisiejszego DZW (Nowak & Uglik, 2013; Uglik & Nowak, 2015). Na podstawie danych pomiarów refleksyjności inertynitu (głównie fuzynitu i semifuzynitu) zostały rozpoznane typy paleopożarów torfowisk oraz ich warunki temperaturowe. Zakres temperatur od 405 do 615°C wskazuje głównie na niskotemperaturowe pożary powierzchniowe torfowisk.

Zapoczątkowane w latach 80. XX w. badania palinologiczne i petrograficzne węgla (analiza mikrolitotypów) wybranych pokładów z GZW umożliwiły rozpoznanie niskich torfowisk strefy telmatycznej reprezentujących facje immer-

syjną, wynurzoną i mieszaną jako głównych środowisk depozycji węgla badanego przez Kmiecik i Knafel (1983). Od lat 90. ub.w. zaznacza się progres badań genezy węgla kamiennego (charakteryzującego się stosunkowo niskim stopniem uwęglenia – o  $R_o$  wityrytu 0,36–2,04%) z GZW. Opublikowane dotychczas prace bazują głównie na wynikach badań petrograficznych i palinologicznych węgla z uwzględnieniem pewnych aspektów sedymentologicznych. I tak Hanak (1993) wykorzystwała wyniki analizy mikrolitotypów węgla o  $R_o$  wityrytu 0,46–0,68%, wskazując środowiska odpowiadające depozycji w strefach telmatycznej oraz podwodnej torfowiska. Zastosowanie analizy macerałów – wyznaczenie wskaźników petrograficznych (TPI/GI, VI/GWI, Va/Vb V/I) pozwoliło zdefiniować w obrębie równiny deltowej wilgotnego torfowiska leśnego, torfowiska szuwarowego, a na obszarze równiny aluwialnej – wilgotnego torfowiska leśnego, suchego torfowiska leśnego, torfowiska mieszanego oraz torfowiska szuwarowego, w których powstał badany przez Gmura (1995, 1997) węgiel z GZW. Podobną metodyką, wykorzystującą wyniki analiz macerałów i mikrolitotypów oraz wskaźniki petrograficzne (TPI/GI, VI/GWI) w badaniach węgla GZW, posłużył się Pokroński (1997). Umożliwiła ona odtworzenie paleotorfowisk niskiego, ombrotroficznego i mezotroficznego jako środowisk depozycji badanego przez niego węgla. Zastosowanie wyników analiz macerałów i mikrolitotypów to metoda, na podstawie której Jurczak-Drabek (2000) określiła charakter paleotorfowisk badanego przez nią węgla jako leśny oraz szuwarowy. Doktor i Gmur (2000), Gmur i Oliwkiewicz-Mikłasińska (2000), Gmur i Kwiecińska (2002) Gmur (2004), Gmur i in. (2004) wykazali przejście od warunków sedymentacji klastycznej przez typ torfowiska zielnego do wilgotnego torfowiska leśnego dla badanego przez nich węgla. Taka interpretacja depozycji badanych osadów węglonośnych GZW została przeprowadzona z zastosowania wyników analiz petrograficznej, palinologicznej, wskaźników petrograficznych (TPI/GI, VI/GWI, Va/Vb, SF/F) oraz techniki tzw. łańcuchów Markowa w analizie facjalnej. Korelacja pomiędzy składem macerałów a okresami wysychania i zalewania torfowiska była możliwa dzięki zastosowaniu wyników analizy macerałów i wskaźników petrograficznych (GI i TPI) (Misiak, 2001, 2006). Przegląd prac na temat genezy węgla kamiennego z GZW zamyka artykuł Jelonek i in. (2007), w którym interpretacja wyników analiz macerałów i palinologicznej pozwoliła stwierdzić, że sedymentacja materii węglotwórczej występowała w dwóch głównych typach środowisk: wilgotnym torfowisku leśnym oraz ombrogenicznym torfowisku wypukłym. Mniejsze rozmiary miała depozycja w torfowiskach szuwarowych oraz częściowo podwodna depozycja.

Pokłady węgla występujące w LZW powinny stać się obiektem badań genetycznych węgla kamiennego tego zagłębia w najbliższej przyszłości, przede wszystkim ze względu na stosunkowo słabe dotychczasowe rozpoznanie ich pochodzenia, jak i relatywnie niski stopień uwęglenia sprzyjający prowadzeniu tego typu badań. Zaledwie dwie prace dotyczą genezy węgla z LZW, w których wykorzystano rezultaty badań klasycznej petrografii węgla (uwzględniające wyniki analizy mikrolitotypów) i palinologii. Kmiecik i Knafel (1988) wyróżniły torfowiska stref telmatycznej i limnotelmatycznej (niskie, zanurzone,

wypukłe i mieszane) jako środowiska depozycji badanego przez nie węgla. Ptak (1998) na podstawie analizy mikrolitotypów wyróżniła następujące facje określone przez dominujący mikrolitotyp badanego przez nią węgla z LZW: terestialna (inertyt), leśna (wityt), szuwarowa (klaryt-duroklaryt), limniczna (duryt-klaroduryt).

## PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono podstawowe informacje geologiczno-złożowe o zagłębiach węgla kamiennego w Polsce: GZW, LZW i DZW oraz przegląd prac i badań z ostatnich 20 lat w zakresie szeroko rozumianej geologii węglowej tych zagłębi, z rozwinięciem badań genezy węgla kamiennego. Prace łączące wszystkie zagłębia węglowe dotyczyły głównie geologii złożowej – perspektyw zasobowych oraz ochrony i waloryzacji złóż węgla kamiennego i metanu. Do grupy badań poświęconej geologii złożowej można doliczyć także badania petrograficzne, geochemiczne i jakości węgla, w tym produktów jego spalania. Część z wymienionych zagadnień badawczych znalazła swoje podsumowanie w atlasach tematycznych (geochemicznym, petrograficznym, geotermicznym, węglozasobności oraz geologiczno-złożowym), sporządzonych głównie dla GZW.

W prezentowanym przeglądzie badań nie zabrakło również prac o charakterze podstawowym na temat stratygrafii, sedymentologii czy też petrografii skał osadowych karbonu. Ta grupa badań dotyczy wszystkich trzech zagłębi węgla kamiennego, choć o różnym stopniu nasycenia dla poszczególnych z nich. Pewnego rodzaju kwintesencję stanowią atlasy geologiczne GZW, LZW i DZW oraz paleozoiku bloku górnośląskiego. Jako podgrupę badań podstawowych należy uznać prace poświęcone genezie węgla. Dotyczą one rozpoznania warunków depozycji karbońskich paleotorfowisk, określenia dominujących zbiorowisk paleoflory, rekonstrukcji typów środowisk depozycji węgla i ich charakterystyki oraz rozpoznania typów paleopożarów paleotorfowisk i określenie warunków ich przebiegu.

Z przedstawionego przeglądu badań wynika, że największa liczba prac jest poświęcona badaniom geologicznym złóż węgla GZW i należy się liczyć z dalszym ich wzrostem. Zaprzestanie z końcem ubiegłego wieku eksploatacji węgla w DZW spowodowało znaczny regres w badaniach geologicznych tego zagłębia. Należy mieć nadzieję, że sytuację tę zmienią podjęte w ostatnich latach rozpoznawcze prace złożowe w rejonie Nowej Rudy. Z kolei złoża węgla LZW powinny stać się obiektem intensywnych badań geologicznych w najbliższej przyszłości, głównie ze względu na relatywnie niski obecny stopień ich rozpoznania wyrażony dotychczasową liczbą publikacji, a także ze względu na rosnące zainteresowanie budową nowych kopalń i zwiększeniem wielkości wydobycia węgla kamiennego.

## LITERATURA

- BOSSOWSKI A. 1995 – Coal Deposits. Lower Silesian Coal Basin. [W:] A. Zdanowski & H. Żakowa (red.), The Carboniferous System in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 173–175.  
BOSSOWSKI A. & IHNATOWICZ A. 2006 – Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego 1 : 100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- BOSSOWSKI A, IHANTOWICZ A., MASTALERZ K., KUROWSKI L. & NOWAK G. 1995 – Lithostratigraphy and sedimentologic-paleogeographic development. Sudetes and Fore-Sudetic area. Intra-Sudetic Depression. [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), The Carboniferous system in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 142–147.
- BOTOR D. 2014 – Wiek uwęglenia utworów górnokarbońskich w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym w świetle datowań apatytów za pomocą metody trakowej i helowej. Gosp. Sur. Min., 30: 85–104.
- BOTOR D., STUART ZF. M., CARTER A. & BARFOD D. 2003 – The thermal history of the Upper Silesia Coal Basin, Poland, constrained by apatite thermochronology. AAPG Annual Meeting, Abstracts.
- BUŁA Z. 2000 – Dolny paleozoik Górnośląska i Zachodniej Małopolski. Pr. Państw. Inst. Geol., 171: 1–63.
- BUŁA Z. & JACHOWICZ M. 1996 – The Lower Paleozoic sediments in the Upper Silesian Block. Geol. Quart., 40: 299–336.
- BUŁA Z. & KOTAS A. (red.) 1994 – Atlas geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, cz. III. Mapy geologiczno-strukturalne utworów karbonu produktywnego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z. & ŻABA J. 2005 – Pozycja tektoniczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle prekambryjskiego i dolnopaleozoicznego podłoża. [W:] Jureczka J., Buła Z. & Żaba J. (red.), Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w regionie górnośląskim. Mat. LXXVI Zjazdu PTG, Rudy k. Rybnika: 14–42.
- BUŁA Z., JACHOWICZ M. & ŻABA J. 1997 – Principal characteristics of the Upper Silesian Block and Małopolska Block border zone (Southern Poland). Geol. Mag., 134: 669–677.
- BUŁA Z. (red.), HABRYN R., KRIEGER W., KUREK S., MARKOWIAK M. & WOŹNIAK P. 2002a – Atlas geologiczny paleozoiku bez permu w strefie kontaktu bloków górnośląskiego i małopolskiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z., JURECZKA J., KRIEGER W. & KWARCINŃSKI J. 2002b – The reserve base of hard coal in Poland; review of changes in the process of restructuring of the coal mining sector. Pol. Geol. Inst. Sp. Papers, 7: 41–44.
- CHEČKO J., GŁOGOWSKA M., WARZECHA R. & URYCH T. 2014 – Ocena zasobów węgla kamiennego dla celów podziemnego zgazowania węgla metodą szybową w złożach czynnych kopalń Kompanii Węglowej S.A. Prz. Gór., 70: 20–27.
- CZAPLICKA-KOLARZ K., GALINIĄK G., KLICH J., STRUGAŁA A. 2013 – Badania procesu podziemnego zgazowania węgla w ramach Projektu NCBiR i ocena bazy surowcowej dla tego procesu. Prz. Gór., 69: 1–7.
- DEMBOWSKI Z. 1972 – Ogólne dane o Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Pr. Inst. Geol., 61: 9–22.
- DOKTOR M. 2007 – Conditions of accumulation and sedimentary architecture of the Cracow Sandstone Series (upper Westphalian) Upper Silesia Coal Basin, Poland. Ann. Soc. Geol. Pol., 77: 219–268.
- DOKTOR M. & GMUR D. 2000 – Structure and development of Late Carboniferous peat bogs – example from Kraków Sandstone Series, Upper Silesia Coal Basin. [W:] 4<sup>th</sup> European Coal Conference, September 26–28, Ustroń, Poland. Programme and Abstracts. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 20.
- DOKTOR M. & GRADZIŃSKI R. 1999 – Środowiska depozycyjne rozpoznane w serii paralicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Documenta Geonica 1999: 35–40.
- DOKTOR M. & KĘDZIOR A. 2002 – Architektura osadów i środowiska sedimentacji serii mułowcowej na przykładzie warstw załęskich (westfal A) w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Documenta Geonica 2002: 41–50.
- DOKTOR M., GMUR D. & KĘDZIOR A. 2003 – Development of phytogenic deposits in a meandering fluvial system (Mudstone Series, Pennsylvanian Upper Carboniferous), South Poland. [W:] Proceedings of The XV International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy. 10–16 August 2003, Utrecht: 125–128.
- GMUR D. 1995 – Depositional environment of coal intercalation within marine deposits (Hrušov Beds, Upper Silesian Coal Basin). [W:] 47<sup>th</sup> Annual Meeting of ICCP Abstracts, 20–26 August 1995. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Kraków: 19.
- GMUR D. 1997 – Coal-splitting process reconstruction based on an example from Kochłowice (Upper Silesia Coal Basin, Mudstone Series). [W:] XX Materiały Sympozjum „Geologia formacji węglonowych Polski”. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Kraków: 15–20.
- GMUR D. 2004 – Facies analysis of coal seams at the Paralic Series – Upper Silesia Sandstone Series boundary (Namurian, Upper Silesia Coal Basin, Poland). [W:] 10<sup>th</sup> Coal Geology Conference Book of Abstracts, 7–11 June 2004, Prague: 4.
- GMUR D. & KWIECIŃSKA B. 2002 – Facies analysis of coal seams from the Cracow Sandstone Series of the Upper Silesia Coal Basin, Poland. Int. Jour. Coal Geol., 52: 29–44.
- GMUR D. & OLIWKIEWICZ-MIKLASIŃSKA M. 2000 – Peat-forming environments of the 207 coal seam from Łaziska Beds of Cracow Sandstone Series (Upper Silesia Coal Basin) based on petrographical and palynological data. [W:] 4<sup>th</sup> European Coal Conference, September 26–28 2000, Abstracts: 23.
- GMUR D., DOKTOR M. & KĘDZIOR A. 2004 – Depositional environment of coal seams from Cracow Sandstone Series in Upper Silesia Coal Basin (Westphalian, Poland). [W:] 10<sup>th</sup> Coal Geology Conference Book of Abstracts, 7–11 June 2004, Prague: 33.
- GOLA M., KARGER M., GAZDA L. & GRAFKA O. 2013 – Organic geochemistry of Upper Carboniferous bituminous coals and clastic sediments from the Lublin Coal Basin. Acta Geol. Pol., 63:425–442.
- GÓRECKA-NOWAK A. 2002 – Palynological record of palaeoclimatic changes in Late Carboniferous – an example from the Intrasudetic Basin (SW Poland). Rev. Palaeobot. Palynol., 118: 101–114.
- GÓRECKA-NOWAK A. & NOWAK G. J. 1998 – Palynologic and coal petrographic data as indicators of peat-forming environment – an example from Westphalian A coal seams of the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland). [W:] Stuchlik L. (red.), Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Palaeobotanical and Palynological Conference, 26–30 June, 1998, Kraków, T 1: 68.
- GÓRECKA-NOWAK A. & NOWAK G.J. 1999 – Palynology, petrographic composition and environments of selected Westphalian A coal seams from the Intrasudetic Basin (SW Poland). [W:] Stuchlik L. (red.), Proceedings of the 5<sup>th</sup> European Palaeobotanical and Palynological Conference, 26–30 June, 1998, Kraków, Acta Palaeobot. Pol., supplement 2: 41–46.
- GÓRECKA-NOWAK A. & NOWAK G.J. 2000 – Application of coal petrography and palynology to palaeoenvironmental studies – implications for bituminous coals of the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland). [W:] 4<sup>th</sup> European Coal Conference Programme and Abstracts, September 26–28 2000. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 24–25.
- GRADZIŃSKI R. & DOKTOR M. 1996 – Heterolityczne osady pływowe w serii paralicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prz. Geol., 44 (11): 1089–1094.
- GRADZIŃSKI R., DOKTOR M. & KĘDZIOR A. 2005 – Sedymencja osadów węglonośnej sukcesji Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prz. Geol., 53 (9): 734–741.
- GRANICZNY M., KOWALSKI Z., JURECZKA J. & CZARNOGÓRSKA M. 2005 – TerraFirma Project – Monitoring of subsidence of northeastern part of the Upper Silesian Coal Basin. [W:] Proceedings of the Conference “Mass Movement Hazard in Various Environments”, Pol. Geol. Inst. Spec. Papers 20: 59–63.
- GRANICZNY M., CZARNOGÓRSKA M., KOWALSKI Z., LEŚNIAK A. & JURECZKA J. 2008a – Metoda punktowej, długo-okresowej satelitarnej interferometrii radarowej (PSInSARTM) w rozpoznaniu dynamiki NE części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prz. Geol., 56 (9): 826–835.
- GRANICZNY M., KOWALSKI Z., JURECZKA J., CZARNOGÓRSKA M. & PIĄTKOWSKA A. 2008b – Preliminary interpretation of PSI data of the northeastern part of the Upper Silesian Basin (Sosnowiec Test Site) – TerraFirma Project. Pol. Geol. Inst. Spec. Papers, 24: 29–35.
- HADRO J. & WÓJCIK I. 2013 – Metan pokładów węgla: zasoby i eksploatacja. Prz. Geol., 61 (7): 404–410.
- HANAK B. 1993 – Zróżnicowanie petrograficzne i chemiczno-technologiczne węgla płomienno-tytu 31 z warstw łaziskich i libiąskich Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego znaczenie praktyczne. Zesz. Nauk. PŚL, Gór., 1204: 1–147.
- HÝLOVÁ L., JURECZKA J., JIRÁSEK J., SIVEK M. & HOTÁRKOVÁ J. 2013 – The Petřkovice Member (Ostrava Formation, Mississippian) of the Upper Silesian Basin (Czech Republic and Poland). Int. J. Coal Geol., 106: 11–24.
- IHANTOWICZ A. 2005 – Warunki sedimentacji formacji z Glinika (basen śródsudecki). Biul. Państw. Inst. Geol., 415: 101–152.
- IHNATOWICZ A. & JURECZKA J. 2008 – Baza zasobowa węgla kamiennego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego – zmiany w okresie restrukturyzacji górnictwa i perspektywy zagospodarowania. Biul. Państw. Inst. Geol., 429: 55–58.
- JELONEK I. & MIRKOWSKI Z. 2015 – Petrographic and geochemical investigation of coal slurries and of the products resulting from their combustion. Int. J. Coal Geol., 139: 228–236.
- JELONEK I., KRUSZEWSKA K. & FILIPIAK P. 2007 – Liptinite as an indicator of environmental changes during formation of Coal seam No. 207 (Upper Silesia, Poland). Int. J. Coal Geol., 71: 471–487.
- JIRÁSEK J., HÝLOVÁ L., SIVEK M., JURECZKA J., MARTÍNEK K., SÝKOROVÁ I. & SCHMITZ M. 2013a – The Main Ostrava Whetstone: composition, sedimentary processes, palaeogeography and geochronology of a major Mississippian volcanoclastic unit of the Upper Silesian Basin (Poland and Czech Republic). Int. J. Earth Sci., 102: 989–1006. Doi: 10.1007/s00531-012-0853-5.

- JIRÁSEK J., SEDLÁČKOVÁ L., SIVEK M., MARTÍNEK K., JURECZKA J., SÝKOROVÁ I. & SCHMITZ M. 2013b – Castle Conglomerate Unit of the Upper Silesian Basin (Czech Republic and Poland): a record of the onset of Late Mississippian C2 glaciation? *Bull. Geosci.*, 88: 893–914.
- JURCZAK-DRABEK A. 1996 – Atlas petrograficzny złóż węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego 1 : 300 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JURCZAK-DRABEK A. 2000 – Rozwój mikrofacji organicznej w profilu litostratygraficznym karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 390: 5–34.
- JURECZKA J. 1988 – Nowe dane o charakterystyce litostratygraficznej kontaktu serii paralicznej i górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] Lipiński I. (red.), *Materiały XI Sympozjum „Geologia Formacji Węglonośnych Polski”* AGH, Kraków.: 41–46.
- JURECZKA J. 2002a – Wyniki prac nad ujednoczeniem podziału litostratygraficznego utworów paralicznych karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] *Materiały XXV Sympozjum „Geologia Formacji Węglonośnych Polski”*, Kraków: 41–48.
- JURECZKA J. 2002b – Wyniki prac nad ujednoczeniem podziału litostratygraficznego utworów kontynentalnych karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] *Materiały XXV Sympozjum „Geologia Formacji Węglonośnych Polski”*, Kraków: 49–55.
- JURECZKA J. 2011 – Drogi i bezdroża podziału litostratygraficznego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Documenta Geonica* 2011: 113–125.
- JURECZKA J. 2013 – Uwarunkowania geologiczno-złożowe, górnicze i środowiskowe przedeksploatacyjnego odzysku metanu z pokładów węgla kierunkowymi otworami powierzchniowymi w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Zesz. Nauk. Inst. Gosp. Sur. Min. i Energią PAN*, 85: 129–141.
- JURECZKA J. 2014a – Górnictwo i baza zasobowa węgla kamiennego w Polsce. *Inżynieria górnicza* 1/2014: 8–13.
- JURECZKA J. 2014b – Perspektywy przedeksploatacyjnego ujęcia metanu z pokładów węgla otworami kierunkowymi – w świetle wyników projektu badawczego Państwowego Instytutu Geologicznego. *Inżynieria górnicza* 4/2014: 24–27.
- JURECZKA J. 2015a – Litologia i litostratygrafia utworów karbonu. [W:] Jureczka J. (red.), *Profilę głębokich otworów wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego*, Ruptawa IG 1. 144: 74–80.
- JURECZKA J. 2015b – Problem metanowości kopalń GZW w kontekście zastosowania przedeksploatacyjnego ujęcia metanu z pokładów węgla. *Inżynieria górnicza* 2-3/2015: 10–15.
- JURECZKA J. & GALOS K. 2007 – Niektóre aspekty ponownego zagospodarowania wybranych złóż zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. *Polityka Energetyczna* 10 (2): 645–661.
- JURECZKA J. & GALOS K. 2008 – Ochrona zasobów złóż węgla kamiennego kopalń likwidowanych w procesie restrukturyzacji w Polsce – regulacje prawne a rzeczywistość. *Gosp. Sur. Miner.*, 24: 117–128.
- JURECZKA J. & GALOS K. 2010 – Propozycje kryteriów waloryzacji złóż oraz obszarów prognostycznych i perspektywicznych węgla kamiennego pod kątem ich ochrony. *Gosp. Sur. Miner.*, 79: 289–297.
- JURECZKA J. & KOTAS A. 1995 – Coal deposits – Upper Silesian Coal Basin. [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), *The Carboniferous System in Poland*. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 164–173.
- JURECZKA J., AUST J., BUŁA Z., DOPITA M. & ZDANOWSKI A. 1995 – Geological map of the Upper Silesian Coal Basin (Carboniferous Subcrop), 1 : 200000. Państw. Inst. Geol., PAE S.A., Warszawa.
- JURECZKA J., DOPITA M., GAŁKA M., KRIEGER W., KWARCINIŃSKI J. & MARTINEC P. 2005a – Atlas geologiczno-złożowy polskiej i czeskiej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- JURECZKA J., KRIEGER W. & KWARCINIŃSKI J. 2005b – Perspektywy bazy zasobowej węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym w świetle restrukturyzacji polskiego górnictwa. [W:] Jureczka J., Buła Z. & Żaba J. (red.), *Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w regionie górnośląskim*. *Materiały LXXVI Zjazdu PTG*, 14–16.09.2005, Rudy k. Rybnika: 12–42.
- JURECZKA J., GALOS K., KRIEGER W. & SZLUGAJ J. 2008 – Ranking złóż węgla kamiennego kopalń zlikwidowanych po 1989 r. w aspekcie możliwości ich ponownego zagospodarowania. *Prz. Gór.*, 64: 1–11.
- JURECZKA J., KRIEGER W. & WILK S. 2009 – Zasoby perspektywiczne węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. [W:] *Materiały XIX Konferencji „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi”*, 4–6 listopada 2009, PAN Inst. Gosp. Sur. Miner. i Energią, Kraków: 131–143.
- JURECZKA J., KRIEGER W. & CHEĆKO J. 2010 – Warstwy dębówieckie (miocen) w rejonie Cieszyn–Skoczów–Czechowice jako potencjalne składowisko CO<sub>2</sub> dla projektu CCS Kędzierzyn. *Pr. Nauk. INiG*, 170: 373–378.
- JURECZKA J., ZDANOWSKI A., IHNATOWICZ A., KRIEGER W. & WILK S. 2011 – Węgiel kamienny. [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31 XII 2009*. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Bad., Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 51–63.
- JURECZKA J., CHEĆKO J., KRIEGER W. & WARZECHA R. 2012a – Formacje i struktury solankowe perspektywiczne dla składowania CO<sub>2</sub> w regionie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 448: 47–56.
- JURECZKA J., CHEĆKO J., KRIEGER W., KWARCINIŃSKI J. & URYCH T. 2012b – Perspektywy geologicznej sekwestracji CO<sub>2</sub> w połączeniu z odzyskiem metanu pokładów węgla w warunkach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 448: 117–132.
- KARWASIECKA M. 1996 – Atlas geotermiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego 1 : 300 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KARWASIECKA M. & WILK S. 2003 – Wyniki badań gęstości strumienia ciepłego Ziemi w obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Wiertnictwo, Nafta, Gaz*, 20: 111–120.
- KĘDZIOR S. 2008 – Potencjał zasobowy metanu pokładów węgla w Polsce w kontekście uwarunkowań geologicznych. *Gosp. Sur. Miner.*, 24: 155–173.
- KĘDZIOR A. 2016 – The evolution on the fossil fluvial system based on sandstone bodies and coal-seams geometry – the Zabrze Beds at the Upper Silesian Coal Basin. *Ann. Soc. Geol. Pol.* [w druku].
- KĘDZIOR S. & JELONEK I. 2013 – Reservoir parameters and maceral composition of coal in different Carboniferous lithostratigraphical series of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *Int. J. Coal Geol.*, 111: 98–105.
- KĘDZIOR A., GRADZIŃSKI R., DOKTOR M. & GMUR D. 2007 – Sedimentary history of a Mississippian to Pennsylvanian coal-bearing succession: an example from the Upper Silesia Coal Basin, Poland. *Geol. Mag.*, 144: 487–496.
- KMIECIK H. 1995 – Microflora. [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), *The Carboniferous System in Poland*. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 65–85.
- KMIECIK H. & KNAFEL S. 1983 – Determination of the processes and conditions influencing the deposition and composition of coal. [W:] Bojkowski K. & Porzycki J. (red.), *Geological problems of coal basins in Poland*. Inst. Geol., Warsaw: 195–263.
- KMIECIK H. & KNAFEL S. 1988 – Karbon Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Geneza węgla*. Pr. Państw. Inst. Geol., 72: 160–167.
- KOSAKOWSKI P., BOTOR D. & KOTARBA M. 1995 – Próba oceny wielkości erozji i warunków paleotermicznych w GZW. [W:] Ney R. & Kotarba M. (red.), *Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej GZW*. Wyd. CPPGMiE PAN, Kraków: 41–51.
- KOTARBA M.J. 2001 – Composition and origin of coalbed gases in the Upper Silesian and Lublin basins, Poland. *Org. Geochem.*, 32: 163–180.
- KOTARBA M.J. & LEWAN M.D. 2004 – Characterizing thermogenic coalbed gas from Polish coals of different ranks by hydrous pyrolysis. *Org. Geochem.*, 35: 615–646.
- KOTARBA M.J. & PLUTA I. 2009 – Origin of natural waters and gases within the Upper Carboniferous coal-bearing and autochthonous Miocene strata in South-Western part of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *App. Geochem.*, 24: 876–889.
- KOTARBA M.J. & RICE D.D. 2001 – Composition and origin of coalbed gases in the Lower Silesian basin, southwest Poland. *App. Geochem.*, 16: 895–910.
- KOTAS A. 1985 – Structural evolution of the Upper Silesian Coal Basin (Poland). [W:] 10<sup>th</sup> International Congress of Carboniferous Stratigraphy and Geology, Madrid 1983. *Compte Rendu*, 3: 459–469.
- KOTAS A. 1995 – Lithostratigraphy and sedimentology – paleogeographic development. *Moravian-Silesian-Cracovian region. Upper Silesian Coal Basin*. [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.) *The Carboniferous system in Poland*. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 124–134.
- KOTAS A. 2001 – Niektóre aspekty interpretacji gradientów dojrzałości termicznej osadów karbońskich GZW. *Materiały XXIV Sympozjum „Geologia formacji węglonośnych Polski”*, Kraków: 45–51.
- KOTAS A. & PORZYCKI J. 1984 – Pozycja geologiczna i główne cechy karbońskich zagłębi węglowych Polski. *Prz. Geol.*, 22 (5): 268–280.
- KOTAS A., BUŁA Z. & JURECZKA J. 1988 – Problematyka podziału litostratygraficznego górnośląskiej serii piaskowcowej karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w świetle zasad kodeksu stratygraficz-

- nego. [W:] Lipiarski I. (red.), Materiały XI Sympozjum Geologia Formacji Węglonośnych Polski. AGH, Kraków: 55–61.
- KOTASOWA A. & MIGIER T. 1995 – Macroflora. [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), The Carboniferous System in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 56–65.
- KOZŁOWSKA A. 2004 – Diageniza piaskowców górnego karbonu na pograniczu rowu lubelskiego i bloku warszawskiego. Biul. Państw. Inst. Geol., 411: 491–500.
- KRZESZOWSKA E. 2014 – Makrofauna poziomu morskiego otworu wiertniczego Borowo (Lubelskie Zagłębie Węglowe). Prz. Gór., 70: 186–191.
- KULCZYŃSKI S. 1952 – Geneza karbońskich złóż węglowych, Pr. Wroc. Tow. Nauk., 64: 68.
- KUMPERA O. & DOPITA M. 1997 – Přehled vývoje, stratigrafie a litologie uhlonosného karbonu. [W:] Dopita M. (red.), Geologie české části hornoslezské pánve. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha: 149–152.
- KWARCINIŃSKI J. (red.) 1999 – Atlas geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Mapy węglazasobności w skali 1 : 300 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KWARCINIŃSKI J. 2011 – Metan z pokładów węgla kamiennego. [W:] Wołkowicz S., Smakowski T. & Speczik S. (red.), Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31 XII 2009. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 63–70.
- KWARCINIŃSKI J. & HADRO J. 2008 – Metan pokładów węgla na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prz. Geol., 56 (6): 485–490.
- MALON A. & TYMIŃSKI M. 2015 – Węgle kamienne. [W:] Szuflicki M., Malon A. & Tymiński M. (red.), Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2014 r. Państw. Inst. Geol. Warszawa: 41–51.
- MASTALERZ M. 1992 – Petrografia i warunki depozycji pokładów węgla formacji wałbrzyskiej w niecce śródsudeckiej (SW Polska). Geol. Sud., 26: 47–78.
- MASTALERZ M. & SMYTH M. 1988 – Petrography and depositional conditions of the 64/65 coal seam in the Intrasudetic Basin, SW Poland. Int. J. Coal Geol., 10: 79–97.
- MASTALERZ M. & WILKS K.R. 1992 – Coal seams of Wałbrzych Formation, Intrasudetic Basin, Poland: Inferences on changing depositional environment. Int. J. Coal Geol., 20: 243–261.
- MISIAK J. 2001 – Analiza składu macerałowego w profilu pokładu 308 (KWK „Ziemowit”, Górnośląskie Zagłębie Węglowe). Geologia, 27: 299–306.
- MISIAK J. 2006 – Petrography and depositional environment of the No. 308 coal seam (Upper Silesian Coal Basin, Poland) – a new approach to maceral quantification and facies analysis. Int. J. Coal Geol., 68: 117–126.
- MISIAK J. 2012 – Quality of coal from exploited seams in LW „Bogdanka” S.A. (Lublin Coal Basin). Gosp. Sur. Miner., 28: 137–149.
- MORGA R., JELONEK I. & KRUSZEWSKA K. 2014 – Relationship between coking coal quality and its micro-Raman spectral characteristics. Int. J. Coal Geol., 134/135: 17–23.
- MORGA R., JELONEK I., KRUSZEWSKA K. & SZULIK W. 2015 – Relationships between quality of coals, resulting cokes, and micro-Raman spectral characteristics of these cokes. Int. J. Coal Geol., 144/145: 130–137.
- MUSIAŁ Ł. & TABOR M. 1979 – Stratygrafia karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego na podstawie makrofauny. [W:] Migier T. (red.), Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce. Sosnowiec: 35–43.
- MUSIAŁ Ł. & TABOR M. 1988 – Stratygrafia karbonu na podstawie makrofauny. [W:] Dembowski Z. & Porzycki J. (red.), Karbon Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Pr. Inst. Geol., 122: 88–122.
- MUSIAŁ Ł., TABOR M. & ŻAKOWA H. 1995 – Macrofauna. [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), The Carboniferous System in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 23–44.
- NIEĆ M. 2009 – Uwarunkowania geologiczne eksploatacji otworowej złóż kopalin stałych i podziemnego zgazowania węgla. Szkoła Eksp. Podziemnej 2009. Symp. Konf. IGSMiE PAN: 73–84.
- NIEĆ M., CHEĆKO J., GÓRECKI J. & SERMET E. 2013 – Uwarunkowania geologiczno-łożowe stosowania podziemnego zgazowania węgla w polskich złożach węgla kamiennego. Prz. Gór., 69: 26–35.
- NIEĆ M., CHEĆKO J., GÓRECKI J. & SERMET E. 2014 – Stan bazy zasobowej węgla w Polsce i jej problemy złożowo-środowiskowe w odniesieniu do eksploatacji metodą podziemnego zgazowania. Prz. Gór., 11: 28–37.
- NIEĆ M., GÓRECKI J. & SERMET E. 2015 – Dokumentowanie złóż węgla kamiennego na potrzeby podziemnego zgazowania. Gór. Odkryw., 56: 47–52.
- NOWAK G.J. 1994a – Petrology as a guide to establishing an accumulation model of coal seams of the Żacler Formation from the Lower Silesian Coal Basin (southwestern Poland). [W:] International Conference and Short Course on Coalbed Methane and Coal Geology 1994. Department of Earth Sciences, University of Wales, Cardiff.
- NOWAK G.J. 1994b – Genesis and coal facies of Westphalian coal seams of the Intrasudetic Basin (southwestern Poland). Advances in Coal and Organic Petrology. [W:] Proceedings of the International Symposium on Coal and Organic Petrology, 16–18 November 1994., Kyushu University, Fukuoka: 26–33.
- NOWAK G.J. 1995a – Petrology as a guide to establishing an accumulation model of coal seams of the Żacler Formation from the Lower Silesian Coal Basin (southwestern Poland). [W:] 47<sup>th</sup> Annual Meeting of ICCP Book of Abstracts, 20–26 August 1995, University of Mining and Metallurgy, Kraków.
- NOWAK G.J. 1995b – Petrological variation of coals in the Intrasudetic Basin, southwestern Poland. [W:] Podemski M. (red.), XIII International Congress Carboniferous-Permian, August 28–September 2 1995, Kraków. Abstracts. Państw. Inst. Geol.: 105–106.
- NOWAK G.J. 1995c – Petrology of coal seams of the Żacler Formation. [W:] XIII International Congress Carboniferous-Permian, Guide to Excursion B1: Sedimentary record of the Variscan orogeny and climate – Intrasudetic Basin, Poland and Czech Republic., 3–6 September 1995. Państw. Inst. Geol.: 22–23.
- NOWAK G.J. 1996 – Petrological coal seam accumulation model for the Żacler Formation of the Lower Silesian coal basin, southwestern Poland. [W:] Gayer R. & Harris I. (red.), Coalbed Methane and Coal Geology. Geol. Soc. Sp. Publ., 109: 261–286.
- NOWAK G.J. 1997a – Petrologia pokładów węgla formacji żaclerskiej w depresji śródsudeckiej (Dolnośląskie Zagłębie Węglowe). Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol.-Miner., 58: 99.
- NOWAK G.J. 1997b – Petrological variation of coals in the Intra-Sudetic Depression, southwestern Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 157 (2): 281–290.
- NOWAK G.J. 1998 – Petrological recognition of coal seams in the Lower Silesian Coal Basin. Pr. Państw. Inst. Geol., 162: 40.
- NOWAK G.J. 2000 – Dojrzałość termiczna węgla Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle ich petrografii i genezy. Biul. Państw. Inst. Geol., 391: 89–146.
- NOWAK G.J. 2001 – Facies model of the Upper Carboniferous coal seams in the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland) from the view point of microscopic studies. [W:] 18<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society for Organic Petrology. Abstracts and Program. Vol. 18, 23–26 September 2001, Houston, Texas, U.S.A.: 91–92.
- NOWAK G.J. & GÓRECKA-NOWAK A. 1998 – Coal petrographic and palynologic studies of the Westphalian A coal seams in the Intrasudetic Basin (SW Poland) as tools to determine peat-forming environments. [W:] 50<sup>th</sup> Annual Meeting of the ICCP Abstracts. 20–26 September 1998, Porto, Portugal: 18.
- NOWAK G.J. & GÓRECKA-NOWAK A. 1999 – Peat-forming environments of Westphalian A coal seams from the Lower Silesian Coal Basin (SW Poland) based on petrographic and palynologic studies. Int. J. Coal Geol., 40: 327–351.
- NOWAK G.J. & UGLIK M. 2013 – Comparative petrographic studies of the Carboniferous bituminous coals from the Lower Silesian Coal Basin (Central Sudetes, SW Poland) with special reference to inertinite-rich coals. [W:] 30<sup>th</sup> Annual Meeting of the Society for Organic Petrology. Abstracts and Program. 1–4<sup>th</sup> September 2013, Sosnowiec: 69–70.
- OLIWKIEWICZ-MIKLASIŃSKA M. 2002 – Nowe dane o palinostratygrafii kontaktu utworów paralicznych i kontynentalnych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Documenta Geonica 2002: 185–189.
- PARZENTNY H. 2007 – Petrographic, chemical-technological and geochemical characteristics of the coal from the coal seams 430 and 448 in the „Victoria” coal mine (Lower Silesian Coal Basin, LSCB). Gór. Geol., 2: 69–82.
- PATYŃSKA R. 2012 – Ocena szacowania emisji metanu z metanowych kopaliń węgla kamiennego w Polsce w latach 2001–2010. Prz. Gór., 12: 35–46.
- PEŠEK J. (red.) 2001 – Geology and mineral deposits of the Late Palaeozoic continental basins of the Czech Republic. Czech Geol. Survey, Prague, s. 244.
- POKROŃSKI Z. 1997 – Litologia i charakterystyka litostratygraficzna pokładów węgla 301 i 304 z obszaru Jaworzna (Górnośląskie Zagłębie Węglowe). [W:] Lipiarski I. (red.), XX „Geologia formacji węglonośnych Polski”, Materiały konferencyjne. AGH, Kraków: 61–66.
- POPRAWA P., BUŁA Z. & JURCZAK-DRABEK A. 2006 – Historia termiczna NE części basenu morawsko-śląskiego: wstępne wyniki modelowania dojrzałości termicznej. [W:] Lipiarski I. (red.), Materiały XXIX Sympozjum „Geologia Formacji Węglonośnych Polski.” AGH, Kraków: 105–113.

- PORZYCKI J. 1979 – Litostratygrafia osadów karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego [W:] Migier T. (red.), Stratygrafia węglonośnej formacji karbońskiej w Polsce. Sosnowiec: 19–27.
- PORZYCKI J. 1988 – Pozycja geologiczna i strukturalna Lubelskiego Zagłębia Węglowego. [W:] Dembowski Z. & Porzycki J (red.), Karbon Lubelskiego Zagłębia Węglowego, Pr. Inst. Geol., 122: 26–31.
- PORZYCKI J. & ZDANOWSKI A. 1995 – Coal deposits. Lublin Coal Basin [W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), The Carboniferous System in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 159–164.
- PORZYCKI A. & ZDANOWSKI A. 1995 – Lithostratigraphy and sedimentologic – paleogeographic development. Southeastern Poland (Lublin Carboniferous Basin).[W:] Zdanowski A. & Żakowa H. (red.), The Carboniferous System in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148: 102–109.
- PTAK B. 1998 – Zmienność budowy petrograficznej węgla występujących w profilu litostratigraficznym karbonu w rejonie Dęblin–Krasnystaw (LZW). Biul. Państw. Inst. Geol., 383: 5–54.
- RÓŻKOWSKA A. & PTAK B. 1995 – Atlas geochemiczny złóż węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SERMET E. & GÓRECKI J. 2012a – Szanse podziemnego zgazowania węgla na przykładzie złoża Sawin (Lubelskie Zagłębie Węglowe). Biul. Państw. Inst. Geol., 448: 201–208.
- SERMET E. & GÓRECKI J. 2012b – Podstawowe kryteria możliwości podziemnego zgazowania węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Zesz. Nauk. Inst. Gosp. Sur. Min. i Energią PAN, 83: 185–192.
- SERMET E. & GÓRECKI J. 2013 – Resztkowe zasoby Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego – bez szans na podziemne zgazowanie? Zesz. Nauk. Inst. Gosp. Sur. Min. i Energią PAN, 85: 287–294.
- SHULGA V.F. & ZDANOWSKI A. (red.) 2007 – Korelacja karbońskich formacji węglonośnych Lwowsko-Wołyńskiego i Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Ukraińska Akademia Nauk, Kijów: 427.
- SKOMPSKI S. 1998 – Regional and global chronostratigraphic correlation levels in the late Viséan to Westphalian succession of the Lublin Basin (SE Poland). Geol. Quart., 42: 121–130.
- SKOMPSKI S. 2003 – Początek późno paleozoicznego zlodowacenia Gondwany i jego zapis w polskich sukcesjach karbońskich. Prz. Geol., 51 (8): 658–662.
- ŚRODON J. 1995 – Reconstruction of maximum paleotemperatures at present erosional surface of the Upper Silesia Basin, based on the composition of illite/smectite in shales. Stud. Geol. Pol., 108: 9–20.
- UGLIK M. & NOWAK G.J. 2015 – Petrological recognition of bituminous inertinite enriched coals of the Lower Silesian Coal Basin (Central Sudetes, SW Poland). Int. J. Coal Geol., 139: 49–62.
- WAKSMUNDZKA M. I. 2010 – Sequence stratigraphy of Carboniferous paralic deposits in the Lublin Basin (SE Poland). Acta Geol. Pol., 60: 557–597.
- ZDANOWSKI A. (red.) 1999 – Atlas geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego, 1 : 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZDANOWSKI A. 2007a – Karbon Apalachów i jego porównanie z karbonem Górnośląskiego oraz Lubelskiego zagłębia węglowego. Geologia, 33: 317–327.
- ZDANOWSKI A. 2007b – Rozpoznanie złóż węgla kamiennego i boksytów w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Biul. Państw. Inst. Geol., 422: 35–50.
- ZDANOWSKI A. 2010 – Jakość węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Biul. Państw. Inst. Geol. 439: 189–195.
- ZDANOWSKI A. 2011 – Zasoby węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. Gór., 67: 153–159.
- ZDANOWSKI A. & SHULGA V.F. 2003 – A new lithostratigraphic classification of the Pennsylvanian (Upper Carboniferous) coal-bearing association in the Lvov-Volhynian Coal Basin (LVCB) – Ukraine. XV International Congress On Carboniferous and Permian Stratigraphy. Abstracts: 594–599.
- ZDANOWSKI A. & ŻAKOWA H. (red.) 1995 – The Carboniferous System in Poland. Pr. Państw. Inst. Geol., 148.
- ŻABA J. 1999 – Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. Pr. Państw. Inst. Geol., 166: 1–142.