

JAKOŚĆ WĘGLA W LUBELSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

THE QUALITY OF COAL FROM THE LUBLIN COAL BASIN

ALBIN ZDANOWSKI¹

Abstrakt. Stan rozpoznania jakości węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym (LZW) jest odzwierciedleniem rozpoznania geologicznego złóż węgla zlokalizowanych głównie w centralnej części zagłębia. Analizie jakościowej i technologicznej poddano próbki węgla pobrane z pokładów przewierconych w ponad 500 otworach wiertniczych. Zdecydowana większość utworów pochodzi z formacji z Lublina, w której występuje podstawowe, wielopokładowe złożo węgla. Węgiel z formacji starszych, ze względu na brak pokładów bilansowych jest słabiej rozpoznany, ale wyniki przeprowadzonych badań są wystarczające do oceny jakości węgla w całym zagłębiu.

Jakość węgla oceniono na podstawie następujących parametrów: W^a , Q_s^{daf} , H^{daf} , C^{daf} , V^{daf} i RI. Wymienione parametry wykazują pewne prawidłowości rozkładu w otworach. Prawidłowości te pozwoliły wydzielić trzy strefy metamorfizmu z: węglem płomiennym typu 31, gazowo-płomiennym typu 32 i gazowo-koksowym typu 34. Brakuje podstaw do wydzielenia węgla gazowego typu 33 i ortokoksowego typu 35. Węgiel typu 31 występuje od stropu karbonu tylko w północnej części LZW, węgiel typu 32 – w centralnej części, a typ 34 dominuje w części południowej. Powierzchnie ograniczające wymienione strefy są niezgodne z powierzchniami stratygraficznymi, a także z poziomami głębokościowymi w odniesieniu do poziomu morza.

Parametry technologiczne oceniono na podstawie zawartości: popiołu, siarki całkowitej oraz wartości opałowej. W LZW występuje węgiel nisko- (średnio około 10,5% popiołu) i wysokopopiołowy (średnio >25,0% popiołu). Zawartość popiołu ma decydujący wpływ na wartość opałową. Zawartość siarki całkowitej w węglu pokładów bilansowych tylko lokalnie przekracza 2,0%, ale w pokładach cienkich poniżej formacji z Lublina zawartość siarki często przekracza 5,0%, osiągając wartości maksymalne powyżej 13,0%.

Słowa kluczowe: węgiel, karbon, jakość węgla, Lubelskie Zagłębie Węglowe.

Abstract. The state of knowledge of the Lublin Coal Basin's coal quality reflects the geological exploration level of the coal deposits located within the central part of the Basin. The coal samples, collected from the coal seams encountered in over 500 boreholes, underwent qualitative and technological analyses. Majority of the samples has been taken from the Lublin Formation that contains the most important, multi-seamed coal deposit. Coals from the older formations are much less recognised, as their coal seams have no economic value. However, the existing analytical results are sufficient to assess the coal quality of the whole Basin.

The coal quality has been assessed based on the following parameters: W^a , Q_s^{daf} , H^{daf} , C^{daf} , V^{daf} i RI. The above mentioned parameters reveal some distribution regularities within the boreholes. Those regularities allowed to distinguish three zones of the coals metamorphism: flame coals of the 31 type, flame-gaseous coals of the 32 type, and coking-gaseous coals of the 34 type. There is no data, however, allowing to determine gaseous coals of the 33 type and/or ortho-coking coals of the 35 type. Coals of the 31 type occur in the northern part of the Lublin Coal Basin, only. Coals of the 32 type occur in its central part, and coals of the 34 type dominate in its southern part. The surfaces limiting the above mentioned zones are lying unconformably to the stratigraphic surfaces as well as to the depth levels measured from the sea level.

The coals technological parameters have been assessed based on the ash and total sulphur content, and on the coals' net calorific values. In the Lublin Coal Basin occur low-ash (10.5% in average) and high-ash (>25.0% in average) coals. The ash content is crucial as far as the coals' net calorific values are concerned. The total sulphur content of the coal seams with the economic thickness exceeds 2,0% locally, only. However, the total sulphur content of the thinner coal seams, occurring below the Lublin Formation, exceeds very often 5,0%, reaching even 13,0%, maximally.

Key words: coal, quality of coal, Carboniferous, Lublin Coal Basin.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec; e-mail: albin.zdanowski@pgi.gov.pl

WSTĘP

W Lubelskim Zagłębiu Węglowym (LZW) wykonano ponad pięćset otworów wiertniczych z pełnym rdzeniowaniem, których głównym celem było rozpoznanie warunków geologicznych występowania złóż węgla kamiennego i określenie jakości kopaliny, przewidywanej do zagospodarowania górniczego. Wszystkie pokłady węgla, a także w większości przypadków pozabilansowe warstewki węgla, były opróbowane w pierwszym rzędzie do badań laboratoryjnych w celu określenia parametrów jakościowych węgla, w tym parametrów metamorfizmu substancji organicznej i parametrów technologicznych kopaliny. Ponadto pobrane próbki poddano badaniom petrograficznym i palinologicznym. Zdecydowana większość przebadanych pokładów węgla pochodzi z formacji z Lublina, najmłodszej części karbonu lubelskiego zaliczanej do westfalu A i B (górný baszkiir – dolny moskow). Pokłady starsze są w mniejszym, czasami niezadowolającym stopniu rozpoznane i przebadane zarówno pod względem geologiczno-złożowym, jak i laboratoryjnym (Zdanowski, 2006, 2007). Determinowało to głębokość rozpoznania geologicznego prowadzonego przez przemysł. Wykonane otwory rozpoznawcze były kończone w stropie piaskowców kumowskich formacji z Dębłina, kilkadziesiąt metrów poniżej najmłodszego poziomu morskiego w karbonie lubelskim, zwanego poziomem z *Dunbarella* (Porzycki, Zdanowski, 1988). Pokłady starsze rozpoznano tylko w otworach badawczych Państwowego Instytutu Geologicznego. Otwory rozpoznawcze są skoncentrowane w centralnej części LZW, a badawcze są rozmieszczone na obszarze rozpościerającym się od granicy państwowej w okolicach Hrubieszowa po linię Puławy–Łuków. Przeprowadzone dotychczas badania dość dobrze wyjaśniają kształtowanie się najważniejszych wskaźników jakości substancji organicznej,

do których należy zaliczyć takie parametry jak: wilgotność higroskopijna (W^a – *moisture content*), ciepło spalania dla węgla bezwodnego i bezpopiołowego (Q_s^{daf} – *calorific value*), zawartość wodoru i węgla (H^{daf} – *hydrogen content* i C^{daf} – *carbon content*), zawartość części lotnych w węglu bezwodnym i bezpopiołowym (V^{daf} – *volatile matter content*), a także spiekalność węgla metodą Rogi (RI – *coking property of coal*). Wymienione parametry w zupełności wystarczą do ogólnej oceny jakości kopaliny i dlatego zostały omówione w niniejszym artykule.

Jakość węgla jest determinowana trzema zasadniczymi czynnikami: (1) składem wyjściowym materiału roślinnego, (2) zmianami zachodzącymi w fazie biochemicznej oraz (3) zmianami zachodzącymi w fazie geochemicznej. Dwa pierwsze czynniki, o charakterze krótkotrwałym, odgrywały główną rolę w czasie, gdy substancja roślinna była zdeponowana w torfowisku i miała bezpośredni lub pośredni kontakt z atmosferą. To one decydują o zmianach jakościowych węgli izometamorficzych. Trzeci czynnik odgrywający główną rolę w trakcie zmian zachodzących w torfowisku pogrążonym w górotworze jest czynnikiem długotrwałym i decyduje o strefowym rozkładzie typów węgla.

Jakość przemysłowa (technologiczna) węgla jest wynikiem warunków sedymentacji w torfowisku, o czym świadczy m.in. zawartość popiołu w węglu bezwodnym (A^d), który odgrywa ważną rolę w zmianach wartości opałowej węgla w stanie analitycznym (Q_i^a), a także siarka całkowita (S_t^a) występująca w formie siarczanów i siarczków, która w części pochodzi z materiału roślinnego, a w części jest zanieczyszczeniem wtórnym, dostarczoną do torfu przez krążenie wód złożowych od początku powstania torfowiska.

CHARAKTERYSTYKA PARAMETRÓW METAMORFIZMU SUBSTANCJI ROŚLINNEJ

Analizując zmiany wartości wskaźników metamorfizmu substancji roślinnej w pionowym profilu osadów karbońskich rozpoznanych otworami wiertniczymi daje się zauważyć duży rozrzut wyników analiz, a mimo to wyraźnie zaznaczają się prawidłowości zmian wartości poszczególnych parametrów ze wzrostem głębokości. Jak już wspomniano, do parametrów determinujących metamorfizm substancji roślinnej należą m.in.: W^a , Q_s^{daf} , H^{daf} , V^{daf} i RI. Są wśród nich parametry określające typ węgla.

Zawartość wilgoci higroskopijnej w węglu w stanie analitycznym (W^a) w różnych rejonach LZW zmienia się w szerokich granicach (fig. 1): od poniżej 1,0%, w przyspągowych częściach profilu karbonu i w południowej części LZW między Rejowcem a Tyszowcami, do ponad 10,0% w rejonie Radzyna i Łukowa. Średnie wartości W^a w stropowej części profilu karbonu wahają się od 7,0 do 10,0% na

obszarze na północ od uskoku Hanny (fig. 2) poprzez 2–6% w centralnej części, między uskokami Hanny i Święcicy, osiągając wartości minimalne poniżej 1% między Rejowcem a Hrubieszowem (Zdanowski, 1999). W profilu każdego punktu badawczego (otworu wiertniczego) zmiany wartości parametru są podporządkowane określonej, ogólnej prawidłowości, polegającej na tym, że węgiel młodszy występujący w części stropowej profilu karbonu charakteryzuje się wyższymi wartościami, a węgiel starszy niższymi, chociaż zdarzają się przypadki, kiedy parametr ten odbiega od ogólnej prawidłowości, np. w otworze Grabowiec IG 2 (fig. 1). Wyniki analiz układają się w ograniczonym pasie zmienności, przy czym rozrzut wyników jest większy w partiach stropowych profilu karbonu, a równe wartości – nawet w sąsiednich otworach – występują na różnych głębokościach i w różnych odcinkach stratygraficznych.

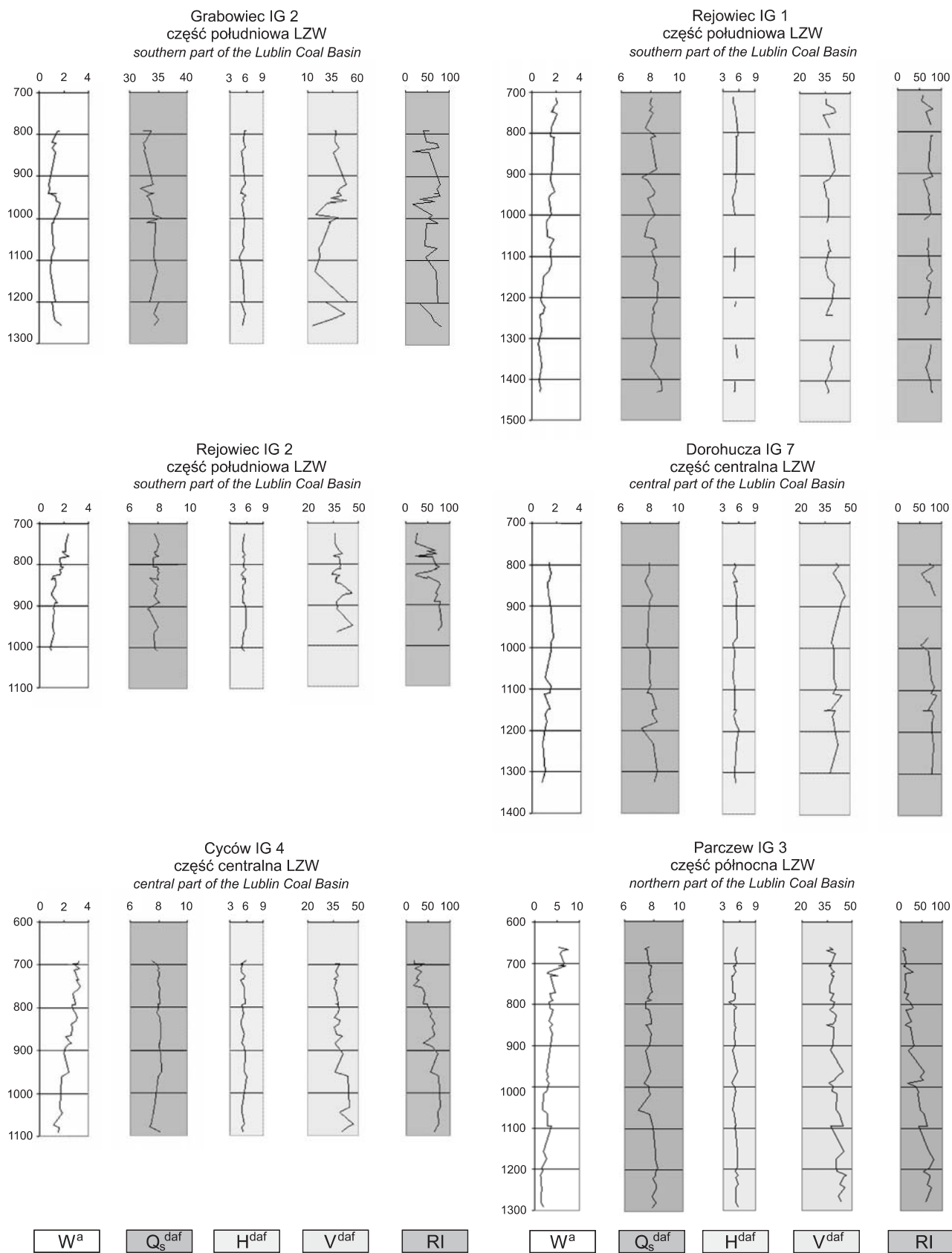


Fig. 1. Zmiany parametrów jakości węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym (LZW)

Objaśnienia symboli w tekście

Change of the coal quality parameters in the Lublin Coal Basin

For explanations of symbols see text

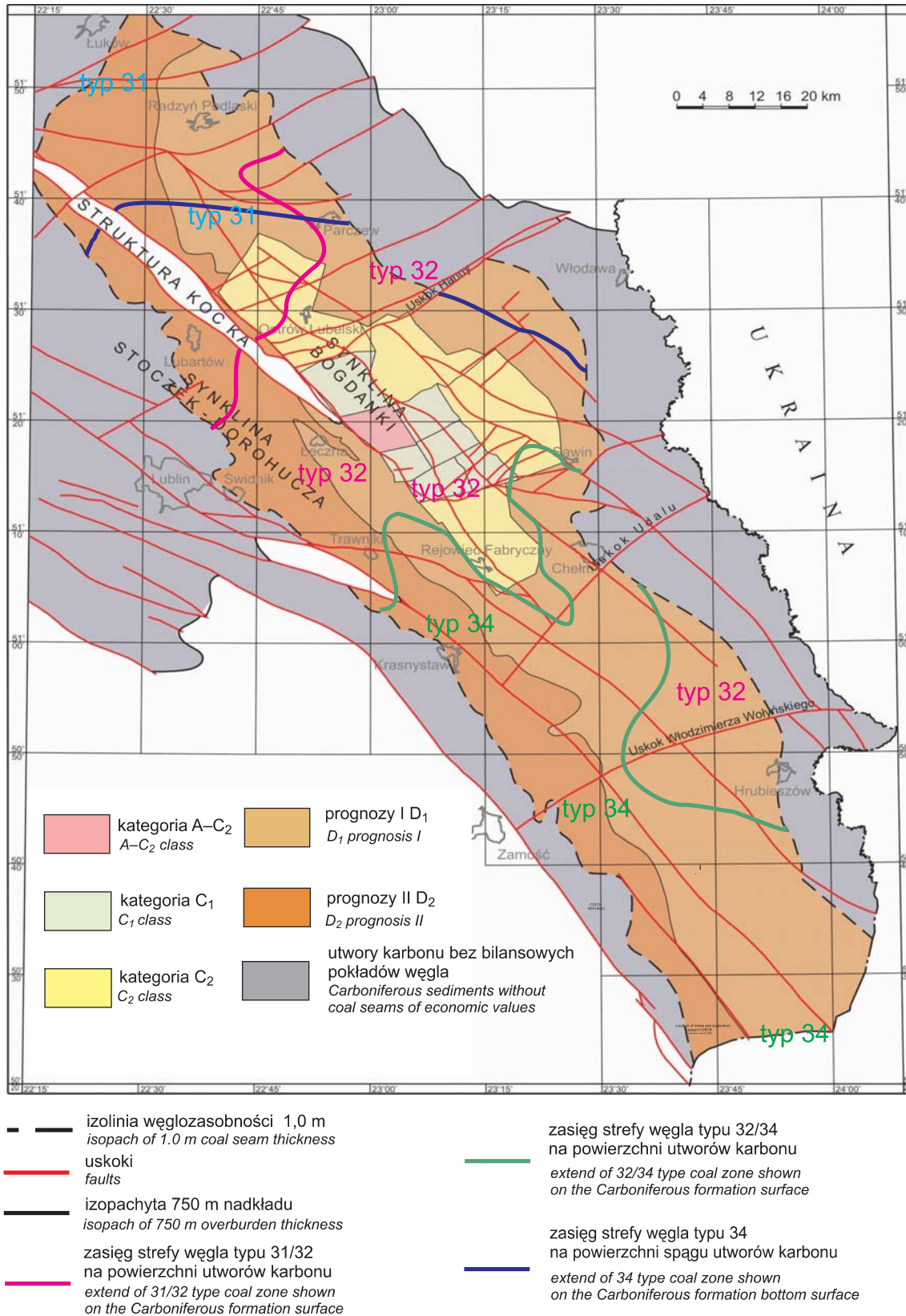


Fig. 2. Mapa stref jakości węgla na tle mapy stanu rozpoznania LZW

Coal quality zones map on the background of the Lublin Coal Basin state of knowledge map

Ciepło spalania dla węgla w stanie bezwodnym i bezpopiołowym (Q_s^{daf}) zmienia się od około 6,5 Mcal/kg (1 Mcal = 4,1868 MJ) do nieco powyżej 9,0 Mcal/kg – co odpowiednio wynosi 27,2–37,6 MJ/kg. Analizując zmiany wartości Q_s^{daf} w profilu pionowym utworów karbonu zauważa się nieznaczną prawidłowość wzrostu w kierunku spągu otworu (fig. 1), a średnia wartość około 8 Mcal/kg jest charakterystyczna dla całego LZW.

Równie słabo zaznaczone, niewyraźne zmiany w pionowym profilu utworów karbonu LZW pokazuje analiza wyników zawartości pierwiastków C i H w węglu w stanie bezwodnym i bezpopiołowym (fig. 1). Pierwiastek węgiel występuje w ilościach od 72,0 do 78,0%, a wodór – od 4,5 do 6,0%. Zaznacza się nieznaczny wzrost zawartości tych pierwiastków wraz z głębokością. Wyraźną korelację zauważa się porównując zawartości tych pierwiastków z ciepłem spalania. Wyższym wartościom Q_s^{daf} odpowiadają wyższe wartości H i C.

Przebieg zmian zawartości części lotnych V^{daf} dla węgla w stanie bezwodnym i bezpopiołowym w pionowym profilu utworów karbonu lubelskiego jest nieporównywalny z prawidłowościami zaobserwowanymi w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (Kotas i in., 1983). Wartości V^{daf} oscylują w granicach od 27,89 do 45,50%, przy czym wartości poniżej 30,00% są spotykane sporadycznie tylko w dolnych partiach profilu, zwłaszcza w południowej części LZW. W krzywej zmian V^{daf} zauważa się na granicy utworów limnicznych i paralicznych, czyli w dolnej części formacji z Lublina w okolicy pokładu 305(395), niezbyt wyraźne odchylenie, poniżej którego zmiany V^{daf} wykazują tendencję spadkową do wartości minimalnych. Nie jest to regułą we wszystkich punktach rozpoznania geologicznego. Zdarzają się bowiem przypadki rozkładu odwrotnego, tj. wzrostu części lotnych z głębokością, co nie zdarza się w profilu karbonu górnośląskiego. Te zmiany wartości V^{daf} są odzwierciedleniem składu petrograficznego węgla. Rolą dominującą w budowie węgla odgrywiają macerały grupy wityritu, których ilość nieregularnie zmienia się w profilu karbonu lubelskiego. Każdemu spadkowi zawartości macerałów grupy wityritu towarzyszy wzrost zawartość macerałów grupy inertyritu o małym wpływie na V^{daf} oraz egzynitu obniżającego zawartość części lotnych. Ta skomplikowana i zmienna bu-

dowa petrograficzna węgla powoduje, że w LZW nie można wydzielić strefy węgla ortokoksowego typu 35, chociaż inne parametry mogłyby wskazywać na jego obecność. Na planie powierzchniowym LZW również zauważa się skomplikowany układ izolunii zawartości V^{daf} . Zmiany tego parametru na stropowej powierzchni utworów karbonu są nieuporządkowane. Jest to dobrze zobrazowane w najlepiej rozpoznanej strefie (w kategoriach A–C₂), między uskokami Hanny i Święcicy (Zdanowski, 1999). W części południowej – poniżej uskoku Święcicy i północnej – powyżej uskoku Hanny zmiany V^{daf} są mało urozmaicone, ale najprawdopodobniej wynika to z niewystarczającego rozpoznania geologicznego.

Zdolność spiekania, charakteryzowana indeksem Rogi (RI), zmienia się od wartości zerowej w północnej części LZW w rejonie Radzyna i Łukowa do ponad 85 w spagowych partiach profilu karbonu południowej części LZW (fig. 1). Na prezentowanych wykresach obserwuje się wzrost RI zgodny ze wzrostem głębokości. Jest to prawidłowość ogólna, charakterystyczna dla całego omawianego obszaru, niemająca jednak związku z aktualną głębokością ani też ze stratygrafią. Należy przez to rozumieć, że w sąsiednich otworach równe wartości RI występują na różnych głębokościach i w różnych odcinkach litostratygraficznych karbonu. Skompilowana krzywa zmian RI ma kształt podobny do funkcji logistycznej typu tangens z przegięciem w punkcie około 55 RI, a krzywe z wybranych punktów rozpoznawczych stanowią jej fragment. Wyraźny wzrost spiekalności zgodny z kierunkiem wzrostu głębokości jest jednym z najlepiej uchwytanych wskaźników zmian metamorficznych węgla lubelskiego. Rozkład wartości RI na powierzchni stropu utworów karbonu przedstawia się w sposób następujący: W części północnej, na północ od Ostrowa Lubelskiego i Parczewa w kierunku na Łuków RI zmienia się od wartości zerowej do 5, na południe od wymienionych miejscowości do uskoku Święcicy i w obrębie złoża Chełm II rozpoznanego w kategorii C₂ wartość RI oscyluje w granicach od 5 do 20, lokalnie z anomaliami wartości podwyższonych do 40. Na południe od uskoku Święcicy i złoża Chełm II wartość RI przekracza 55 z anomalią obniżonych wartości w okolicach na zachód od Hrubieszowa w strefie uskoku Włodzimierza Wołyńskiego (Zdanowski, 1999).

STREFOWY ROZKŁAD JAKOŚCI WĘGLA

Wykonane badania jakości węgla kamiennego, w tym parametry opisane wyżej, definiują typy węgla w przedziale 31–35, które w profilu pionowym i przestrzeni górotworu karbońskiego tworzą trzy zasadnicze strefy jakości węgla (fig. 2): strefę węgla typu 31, strefę węgla typu 32 oraz strefę węgla typu 34.

Strefa węgla typu 31 (węgiel płomienny) występuje w północnej części LZW między Ostrowem Lubelskim Parczewem i Łukowem. Powierzchnia spągu tej strefy jest niezgodna z powierzchniami stratygraficznymi. W rejonie

Ostrowa i Parczewa obejmuje ona niewielki stropowy odcinek karbonu przynależny do formacji z Lublina, a w rejonie Łukowa obejmuje już pełny profil utworów karbonu od formacji Huczwy poprzez formacje z Terebina i z Dębina do formacji z Lublina. Węgiel tej strefy charakteryzuje się: wysoką zawartością W^a – często powyżej 5%, zawartością części lotnych powyżej 28% i indeksem Rogi poniżej 5. W polskich normach PN-82/G-97002 stosuje się wewnętrzny podział tej strefy na podstrefy 31.1, w której ciepło spalania węgla Q^{daf} wynosi poniżej 31 MJ/kg (7,4 Mcal/kg) i na pod-

strefę 31.2, w której ciepło spalania przekracza wyżej podaną wartość. Węgiel typu 31.1 z LZW ze względu na ślady ligniny należy traktować jako węgiel przejściowy między brunatnym twardym a kamiennym. Jest to węgiel energetycznie przydatny do spalania we wszystkich typach palenisk oraz w czadnicach.

Poniżej strefy węgla typu 31 w okolicach Ostrowa i Parczewa oraz na południe od tych miejscowości do złoża Chełm II i uskoku Świącicy występuje strefa węgla gazowo-płomiennego typu 32, dzielona na podstawie spiekalności opisanej wartościami RI na dwie podstrefy – 32.1 ze spiekalnością RI do 20 i 32.2 ze spiekalnością w granicach 20–40 RI. Wilgoć higroskopijna węgla tej strefy jest stosunkowo wysoka i zmienia się w granicach od powyżej 2,0% w centralnej części LZW do powyżej 5,0% w części północnej w obszarze wystąpienia pod strefą typu 31. Części lotne węgla typu 32 wynoszą powyżej 28,0%, a ciepło spalania powyżej 31 MJ/kg (7,4 Mcal/kg). Jest to węgiel energetyczny możliwy do spalania we wszystkich typach palenisk płytowych i rusztowych oraz do czadnic i wylewania, a ten o podwyższonych wartościach RI – również do gazowni. Spąg strefy węgla typu 32 zapada w kierunku północno-zachodnim, aż do osiągnięcia spągu utworów karbonu w okolicach Radzyna Podlaskiego i Łukowa. W spągowej części tej strefy lokalnie występuje węgiel o RI w granicach 40–55, co według klasyfikacji definiuje typ węgla 33 (węgiel gazowy). W przypadku LZW nie ma podstaw wydzielenia takiej strefy. Ten węgiel, w zależności od struktury spągu strefy typu

32 i leżącej niżej strefy węgla typu 34 jest zaliczany do węgla gazowo-płomiennego typu 32 lub do węgla gazowo-koksowego typu 34.

Strefa węgla gazowo-koksowego typu 34 o spiekalności powyżej 55 RI i wysokiej zawartości części lotnych powyżej 28,0% jest dość jednolita, chociaż w jej części stropowej występują lokalnie wkładki węgla typu 33 i 32.2. Strop węgla gazowo-koksowego w LZW występuje od stropu utworów karbonu w części południowo-zachodniej zagłębia, a od uskoku Świącicy i złoża Chełm II zapada pod strefę węgla gazowo-płomiennego typu 32, aż do przecięcia z powierzchnią spągu utworów karbonu w pobliżu otworów wiertniczych Sawin IG 2 i Krowie Bagno IG 1 oraz między Podedwórzem, Parczewem i północnym fragmentem złoża Kolechowice Nowe (dawniej Kolechowice II). W południowej części LZW, w spągu tej strefy, w otworach wiertniczych Rejowiec IG 1, Kumów IG 2 i Telatyn IG 1 występuje węgiel nietypowy, wykazujący wyraźny spadek spiekalności do wartości poniżej 45 RI, co może wskazywać na obecność węgla ortokoksowego typu 35. Zawartość części lotnych często powyżej 30% oraz parametry plastometryczne wykonane dla pojedynczych próbek powodują, że jest on zaliczany do węgla typu 34. Podobne odstępstwa zauważono też w Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim, w złożu Ljubeli (Zdanowski, Shulga, 2008). Węgiel ten, według obowiązującej na Ukrainie klasyfikacji jeszcze radzieckiego GOST-u, jest zaliczany do typu K (koksowe) i Ż (tłuste).

CHARAKTERYSTYKA PARAMETRÓW TECHNOLOGICZNYCH WĘGLA

Charakterystykę właściwości technologicznych węgla LZW opracowano na następujących parametrach: zawartości popiołu w węglu bezwodnym (A^d), wartości opałowej węgla analitycznego (Q_i^a), zawartości siarki w węglu analitycznym (S_i^a) oraz wydajności prasmoły z węgla bezwodnego (T^d).

Zawartość popiołu w pokładach węgla LZW zmienia się od 1,68 do 40,0%. Wartości powyżej 40,0% są typowe i charakterystyczne dla łupków węglowych traktowanych w dokumentacjach złożowych jako skała płona. Średnia zawartość popiołu wyliczona z ponad 1500 wyników analiz wykonanych dla pokładów o grubościach powyżej 0,6 m wynosi 13,12%. Dla pokładów węgla niskopopiołowego wartość ta spada do nieco powyżej 10,5%, a dla węgla wysokopopiołowego wzrasta do ponad 26%. Najniższe średnie zawartości popiołu w pokładach węgla o grubości powyżej 0,6 m zanotowano w centralnej części LZW rozpoznanej w kategoriach C_1 i C_2 . Od części centralnej we wszystkich kierunkach zawartość popiołu nieco wzrasta i należy przypuszczać, że na średnią popielność węgla lubelskich ma wpływ stan rozpoznania kopaliny oraz to, że na peryferycznych obszarach w stosunku do centralnej części LZW częściej występują pokłady węgla wysokopopiołowego, zlokalizowane

w utworach formacji z Dębina, a także z Terebina i Huczwy. W najstarszej jednostce litostratygraficznej karbonu lubelskiego (formacja Huczwy) wszystkie analizowane próbki węgla wykazują podwyższoną zawartość popiołu nawet do ponad 30,0%. Kilka takich wyników w znaczący sposób podnosi wartość średnią nawet o kilka procent. Uzyskany z węgla popiół poddano badaniom laboratoryjnym w celu oznaczenia składu tlenkowego i charakterystyki temperaturowej metodą DKW Lentza. Badania te wykazały, że głównymi składnikami popiołów są SiO_2 , Al_2O_3 i Fe_2O_3 , których suma stanowi około 89%. Na podstawie tych wyników, w zależności od zawartości wymienionych tlenków, dokonano próby podziału popiołu węgla lubelskiego na trzy grupy: krzemianową, krzemianowo-żelazistą i żelazistą (Porzycki, Zdanowski, 1988). Okazało się, że popiół z węgla centralnej części LZW należy do grupy krzemianowej z zawartością Al_2O_3 powyżej 30%, w części południowej do grupy krzemianowo-żelazistej z zawartością Al_2O_3 około 25%, a w części północnej – do grupy żelazistej z zawartością Al_2O_3 około 23% i podwyższoną zawartością: CaO, MgO, Na_2O , K_2O i SO_3 , których średnia sumaryczna zawartość wynosi 11,0%. Średnie temperatury spiekania i mięknięcia popiołu

zmieniają się od 960°C w części południowej i północnej do ponad 1020°C w części centralnej zagłębia. Analizując wyniki w poszczególnych otworach wiertniczych nie zauważa się żadnych prawidłowości ani w składzie tlenkowym, ani w charakterystyce temperaturowej.

Wartość opałowa (Q_i^a) zależy od stopnia metamorfizmu substancji roślinnej, od zawartości popiołu i od wilgoci higroskopijnej (Porzycki, Zdanowski, 1999). Zmienia się ona w granicach od 12 do 33 MJ/kg i średnio dla zagłębia wynosi 33 MJ/kg (7,9 Mcal/kg). Przy zawartości popiołu równej 10% wartość opałowa węgla różnych typów zmienia się od 24,0 do 30,0 MJ/kg (5,7–7,2 Mcal/kg), a przy średniej zawartości $A^d = 25\%$ wartość Q_i^a zmienia się od 19,3 do 26,0 MJ/kg (4,6–6,2 Mcal/kg).

PODSUMOWANIE

Wyniki analiz chemiczno-technologicznych próbek węgla pobranych z rdzeni wiertniczych ponad 500 otworów wykonanych z LZW dokumentują bardzo dobrze i dobrze zmiany jakości węgla w centralnej części LZW – szczególnie pomiędzy uskokami Hanny i Świącicy. Na północ od uskoku Hanny i na południe od uskoku Świącicy ze względu na zdecydowanie mniejszą liczbę otworów poszukiwawczych jakość węgla jest rozpoznana dostatecznie, lokalnie dobrze. Pełny zestaw analiz chemiczno-technologicznych węgla zawiera parametry określające stopień metamorfizmu substancji organicznej W^a , Q_s^{daf} , H^{daf} , C^{daf} , V^{daf} i RI, a także właściwości technologiczne węgla: A^d , Q_i^a i S_i^a . Wyniki analiz parametrów określających stopień metamorfizmu substancji organicznej w poszczególnych punktach rozpoznawczych (otworach) tworzą zespół danych wykazujących mniej lub bardziej widoczne prawidłowości w stosunku do głębokości. Parametry technologiczne takich prawidłowości nie wykazują. Na podstawie zmian parametrów jakości w pionowym profilu utworów karbonu wyznaczono trzy strefy jakości: węgla płomiennego typu 31, węgla gazowo-płomiennego typu 32 i gazowo-koksowego typu 34. Brakuje podstaw do wydzielenia samodzielnej strefy węgla gazowego

Próbki węgla z LZW przebadano również na zawartość siarki całkowitej (S_t^a), palnej (S_c^a) i popiołowej (S_A^a) w węglu analitycznym. Podobnie jak inne parametry technologiczne węgla, zawartość siarki również nie wykazuje żadnych prawidłowości wraz ze zmianą głębokości i stratygrafii. Można jedynie stwierdzić, że węgiel serii paralicznej zawiera więcej siarki niż węgiel serii limnicznej. Zawartość siarki zmienia się od 0,25 do 13,82%. Średnia zawartość siarki wyliczona dla analizowanych próbek wynosi 1,92%, a dla próbek pobranych z pokładów bilansowych nie przekracza 1,5% przy założeniu, że maksymalna zawartość siarki w pokładzie bilansowym nie może przekraczać 2,0%.

typu 33, jak również strefy węgla ortokoksowego typu 35. Wielokrotnie stwierdzane wystąpienia węgla gazowego włączono do strefy węgla typu 32 lub 34, a węgiel typu 35 o nietypowych parametrach jakościowych włączono do strefy węgla typu 34. Węgiel o niskim stopniu uwęglenia (metamorfizmu) (typ 31) występuje w północnej części LZW, o średnim stopniu uwęglenia (typ 32) w centralnej części LZW, a o wysokim stopniu (typ 34) dominuje w części południowej zagłębia. Powierzchnie stropowa i spągowa strefy typu 32 są niezgodne z powierzchniami stratygraficznymi i izopowierzchniami aktualnej głębokości. W wyniku takiego układu stref jakości zdarzają się przypadki występowania węgla o określonym typie w pełnym zachowanym profilu utworów karbonu.

Wartości parametrów technologicznych węgla nie zależą od głębokością występowania pokładów węgla i ani od stratygrafii, a rozrzut wyników analiz jest nieporównywalny nawet w dwóch sąsiednich otworach. Przy analizie przestrzennej całego zagłębia daje się zauważyć pewne prawidłowości, ale wynikające z faktu dominacji węgla powstałego w środowisku limnicznym lub paralicznym. Te pierwsze charakteryzują się zdecydowanie niższą zawartością siarki i popiołu.

LITERATURA

- KOTAS A., BUŁA Z. (red.), GADEK S., KWARCINIŃSKI J., MALICKI R., 1983 — Atlas geologiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Cz. II. Mapy jakości węgla. Wyd. Geol., Warszawa.
- PN-82/G-97002 – Górnictwo. Węgiel kamienny. Typy. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- PORZYCKI J., ZDANOWSKI A., 1988 — Jakość węgla. W: Karbon Lubelskiego Zagłębia Węglowego (red. Z. Dembowski, J. Porzycki). *Pr. Inst. Geol.*, **122**: 184–192.
- ZDANOWSKI A. (red.), 1999 — Atlas geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZDANOWSKI A., 2006 — Rola węgla na przełomie wieków. Documenta GEONICA. 6. czesko-polska konferencja, 11–13.10.2006 r., Ostrava: 169–173.
- ZDANOWSKI A., 2007 — Rozpoznanie złóż węgla kamiennego i boksytów w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **422**: 35–50.
- ZDANOWSKI A., SHULGA V.F., 2008 — Złoże węgla kamiennego w strefie przygranicznej Polski i Ukrainy. Mater. I Pol. Kongr. Geol. PTG, Kraków.