

Charakterystyka dolnomiocenijskiej IV dąbrowskiej grupy pokładów węgla brunatnego w Polsce

Marcin Piwocki*

Characteristics of the IV Dąbrowa Lignite Seams Group in the Lower Miocene in Poland

Summary. The IV Dąbrowa Lignite Seams Group was originated in lowermost Miocene. It corresponds to the Bitterfeld Seam and IV Lusatian Lignite Seam in Germany. In the SW part of Polish Lowlands these lignites extent mainly on Lower Silesia territory at the area of about 7.000 sq. km (Fig. 1). Their average total thickness is 6.4 m (max. 30 m). Total geological resources of the IV Lignite Seams are estimated in Poland for about 50.8×10^9 tons including Perspective (Reconnaissance) Resource of about 17.3×10^9 tons (tab. 8). The IV Lignite Seams are connected with lignite-bearing Rawicz fm. which is developed as light grey and grey sands and silts. Rawicz fm. overlies the Leszno fm. and underlies the Ścinawa fm. (Fig. 2, tab. 1). They show a good correlation with German lithostratigraphic units of Tertiary (tab. 1). Lignites of the IV Seams Group are good energetic coals (heat value av. 9.2 MJ/kg; ash cont. av. 18.63 %) but with high sulphur content (av. 3.50%). They have an economic importance at the multiseam deposits, especially in the western part of the IV Lignite Seams extension, near Gubin and Mosty (Figs 1, 2).

Pokłady węgla brunatnego występujące w niższym mioceenie dolnym są wydzielane jako IV dąbrowska grupa pokładów (Ciuk, 1970; Ciuk & Piwocki, 1990; Piwocki, 1992). Węgły brunatne IV grupy pokładów są najstarszym w Polsce, trzeciorzędowym horyzontem węglonośnym o wyraźnej wartości przemysłowej, ponieważ nieco starsze, oligocenijskie węgły brunatne V czempnińskiej grupy pokładów wykazują cechy bilansowe tylko lokalnie.

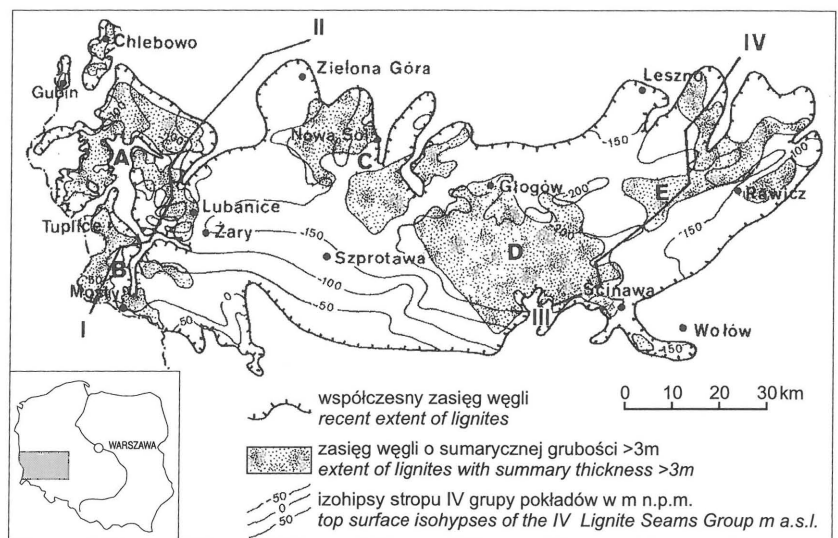
Na terenie Niemiec, na Dolnych Łużycach oraz w Brandenburgii i w NW Saksonii odpowiednikiem dąbrowskiej grupy pokładów jest rozprzestrzeniony na znacznym obszarze 4. pokład łuzycycki, znany też jako pokład bitterfeldzki (Herbst i in., 1964; Alexowsky & Suhr, 1991; Standke, 1995). Został on udostępniony górnictwu tylko w rejonie Bitterfeld (Häusser, 1993).

W Polsce węgły brunatne IV grupy pokładów, ze względu na głębokość występowania, nie były dotąd eksploatowane. W żadnym ze złóż ich zasoby nie zostały udokumentowane jako geologiczne zasoby rozpoznane, jednakże w kilku obiektach złożowych np. Ścinawa, Mosty i Gubin (Ciuk i in., 1961; Żygar & Pudło, 1987; Różycki, 1992) zostały one zbadane z dokładnością umożliwiającą obliczenie ich zasobów geologicznych w kat. C₁-C₂. W tych oraz innych złożach i obszarach węglonośnych południowo-zachodniej części Niżu Polskiego zasoby węgla brunatnego IV grupy pokładów oszacowano jako geologiczne zasoby prognostyczne i potencjalne (perspektywiczne) oraz zasoby teoretyczne. W wielu miejscach na Niżu Polskim węgły

IV grupy pokładów posiadają bilansową grubość pokładów oraz dobrą jakość. Ze względu na znaczną głębokość występowania, w chwili obecnej mogą mieć znaczenie dla przemysłu górnictwa tylko w złożach wielopokładowych, tam gdzie w nadkładzie występują młodsze węgły II i I grup pokładów o cechach bilansowych. W takich złożach sumaryczna grubość pokładów i sumarycznie obliczony współczynnik nadkładu N:W, są parametrami wskazującymi na wartość bilansową w aspekcie geologiczno-górnictwym.

Zarys historii badań

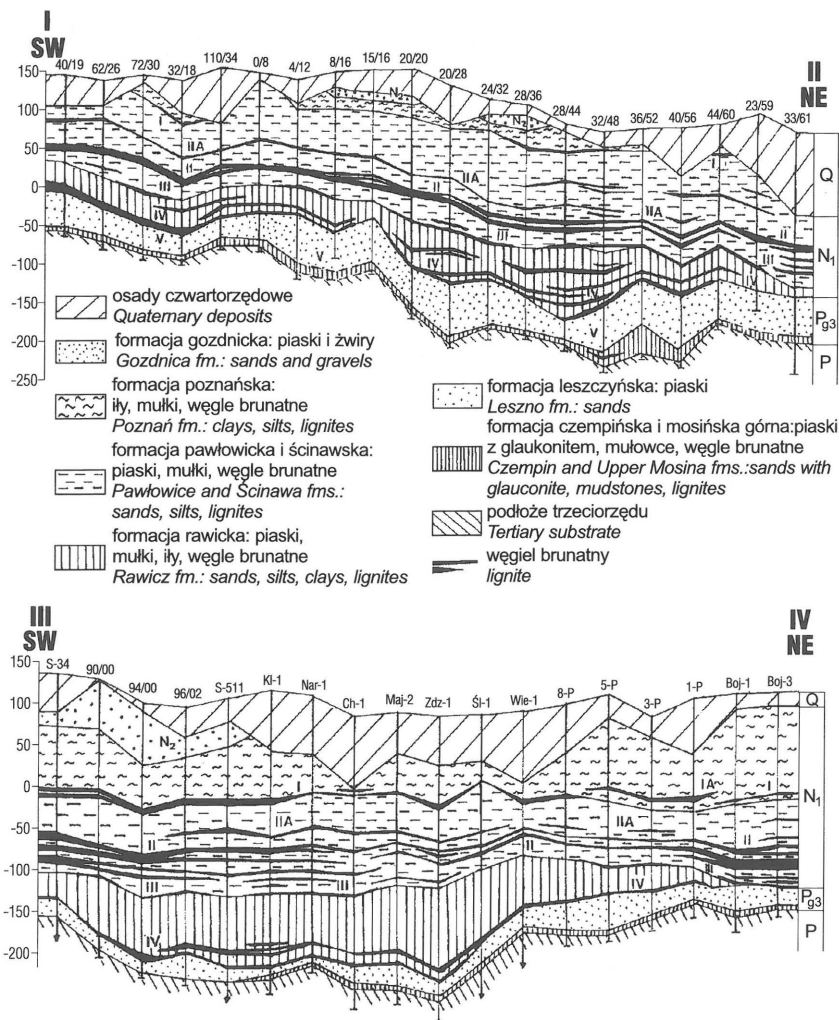
Bitterfeldzki pokład węgla brunatnego jest znany i eksploatowany w okolicach Bitterfeld w Saksonii od początków XIX wieku (Pietzsch, 1925; Häusser, 1993). Jego zasięg ku wschodowi, na terenie Dolnych Łużyc, jako pokładu 4. łuzycyckiego, opisał Quitzw (1949, 1953). Wiek pokładu bitterfeldzkiego odnoszono początkowo do dolnego mioceenu (Pietzsch, 1925, 1962; Klein, 1927), a na obszarze Łużyc wydzielano go niekiedy jako 3. pokład łuzycycki (Illner, 1934). Na podstawie badań palinologicznych i usytuowania w profilu trzeciorzędu uznano, że pokład węgla brunatnego z Bitterfeld oraz będący jego odpowiednikiem 4. pokład węglowy na Łużycach powstały w oligocenie górnym (Gothan i in., 1940). Można nadmienić, że powrócono w ten sposób do wczesnego poglądu Crednera z 1876 r. (vide Pietzsch, 1962). W wyniku dalszych badań stratygraficznych oraz porównań korelacyjnych, 4. łuzycycki pokład węgla brunatnego przesunięto do najniższego dolnego mioceenu (TGL 25234/08, 1981). Zwrócono jednakże uwagę, że w strefie rozwoju facji łądowych



Ryc. 1. Rozprzestrzenienie węgla brunatnych IV dąbrowskiej grupy pokładów w Polsce. I-II, III-IV — linie korelacji otworów wiertniczych; A-E — oznaczenia rejonów o bilansowej grubości węgla pow. 3 m

Fig. 1. Extent of the IV Dąbrowa Lignite Seams Group. I-II, III-IV — correlation lines of boreholes; A-E — regions with economic lignite thickness up to 3 m

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa



Ryc. 2. Zestawienia korelacyjne profili otworów wiertniczych wzdłuż linii I-II i III-IV (zob. ryc. 1). Q — czwartorzęd, N₂ — pliocen, N₁ — miocen, Pg₃ — oligocen, P — podłoże podtrzeciorzędowe; I-V — oznaczenia grup pokładów węglowych

Fig. 2. Correlation of the borehole profiles along lines I-II and III-IV (see Fig. 1 for location). Q — Quaternary, N₂ — Pliocene, N₁ — Miocene, Pg₃ — Oligocene, P — sub-Tertiary basement; I-V — numbers of the Lignite Seams Groups

Tab. 1. Korelacja jednostek litostratygraficznych w niższym miocenie Polski i Niemiec

| POLSKA Niż Polski | | POLSKA Dolny Śląsk | NIEMCY Łużyce | | |
|--|----------------------|-----------------------|---|----------------------|--------------------|
| Piwocki & Ziemińska-Tworzydło (1995, 1997) | | Dyjor (1970, 1974) | TGL 25234/08 (1981); Alexowsky i in. (1989) | | |
| formacja ścinawska/krajeńska | | seria śląsko-łużycka | Briesker/ Mallisser Folge | | |
| formacja rawicka/gorzowska | ogniwo żarskie | seria żarska | Spremberger Folge | Lübbenauer Schichten | Mölliner Schichten |
| | ogniwo dąbrowskie | | | Vetschauer Schichten | |
| formacja leszczyńska | warstwy leszczyńskie | warstwy lubińskie | | Striesauer Schichten | |
| | | warstwy polkowickie | Cottbusser Folge | | |

granica oligocen/miocen jest umowna i niepewna, a niekiedy nawet litostratygraficznie trudna do określenia.

O występowaniu węgla brunatnego odpowiadającego górnooligoceniowskiemu pokładowi łużyckiemu na terenie Dolnego Śląska, w okolicach Lubina, Głogowa i Wschowej, wspomina Wypiór (1960), a bliższe dane dotyczące jego charakterystyki publikują jako pierwsi Ciuk (1961; 1965; 1967), Ziemińska (1963, 1964), Dyjor (1964) oraz Ziemińska i Niklewski (1966). Położenie stratygraficzne IV grupy pokładów, na gruncie badań litologicznych i palinologicznych oraz wyników badań niemieckich, precyzują Dyjor (1969, 1970, 1974), Ciuk (1970, 1974), Raniecka-Bobrowska (1970) oraz Piwocki (1971, 1975). Na podstawie tych prac IV grupę pokładów, zwaną też pokładem dąbrowskim lub głogowskim, zalicza się do wyższego oligocenu górnego. Według

Tab. 2. Ogólne właściwości i analiza techniczna węgla

| | | |
|---|-------------|-----------|
| Wilgotność całkowita (% wag.) W^r ; n-97 | 40,04–55,12 | śr. 54,62 |
| Popielność (% wag.) A^d ; n-236 | 7,65–48,84 | śr. 18,63 |
| Części lotne (% wag.) V^{daf} ; n-213 | 40,93–64,96 | śr. 53,85 |
| Ciepło spalania (kJ/kg) Q_{daf}^r ; n-228 | 18594–31181 | śr. 27454 |
| Ciepło spalania (kJ/kg) Q_s^r ; n-221 | 6767–13458 | śr. 11183 |
| Wartość opałowa (kJ/kg) Q_i^r ; n-236 | 5229–12463 | śr. 9257 |

Objaśnienia dotyczące tab. 2–6: daf — stan suchy i bezpopiołowy, d — stan suchy, r — stan roboczy przy $W^r = 50\%$, a — stan analityczny; n — liczba analizowanych próbek

Tab. 3. Analiza elementarna węgla

| | | |
|--|-------------|---------------------|
| Zawartość węgla organicznego (% wag.) C_{org}^{daf} ; n-128 | 56,28–72,21 | śr. 64,34 |
| Zawartość wodoru organicznego (% wag.) H_{org}^{daf} ; n-128 | 3,55–6,48 | śr. 4,94 |
| Zawartość siarki całkowitej (% wag.) S^d ; n-236 | 0,26–10,38 | śr. 3,50 |
| Zawartość siarki palnej (% wag.) S_c^d ; n-150 | 0,23–7,04 | śr. 2,55 |
| Zawartość siarki popiołowej (% wag.) S_A^d ; n-150 | 0,03–2,00 | śr. 0,95 |
| Zawartość siarki pirytovej (% wag.) S_P^d ; n-177 | 0,01–5,04 | śr. 1,19 |
| Zawartość siarki siarczanowej (% wag.) S_{SO_4} ; n-177 | 0,01–2,88 | śr. 0,32 |
| Zawartość siarki organicznej (% wag.) S_o^d | | z obliczeń śr. 1,87 |
| Zawartość chloru (% wag.) Cl^d ; n-152 | 0,000–0,060 | śr. 0,022 |
| Zawartość fluoru (% wag.) F^d ; n-152 | 0,003–0,013 | śr. 0,006 |

Tab. 4. Charakterystyczne składniki grupowe węgla

| | | |
|--|-------------|-----------|
| Zawartość całkowita kwasów huminowych (% wag.) $(HA)^{daf}_{IB}$; n-151 | 21,52–88,88 | śr. 56,87 |
| Zawartość bituminów (% wag.) B^r ; n-227 | 0,77–10,75 | śr. 3,29 |

aktualnego stanu wiedzy pokład ten reprezentuje niższy miocen dolny (Piwocki & Ziemińska-Tworzydło, 1995, 1997). Rozprzestrzenienie oraz charakterystykę IV grupy pokładów przedstawiają w swoich pracach: Dyjor (1974), Piwocki (1987, 1992) oraz Ciuk i Piwocki (1990).

Zasięg terytorialny i charakterystyka litostratygraficzna

Zasięg i charakterystykę litostratygraficzną węgla brunatnych IV dąbrowskiej grupy pokładów opracowano na podstawie analizy licznych profili otworów wiertniczych przebiegających w znakomitej większości utwory kenozoiczne i rozlokowanych w południowo-zachodniej części Niżu Polskiego. Dla zestawienia mapy (ryc. 1) oraz opracowania charakterystyki geologicznej występowania IV grupy pokładów wykorzystano profile ok. 850 otworów wiertniczych, z których w 672 stwierdzono omawiane pokłady.

Według aktualnych danych obejmujących rezultaty wierceń z ostatniego okresu, zwłaszcza wykonanych w rejonie między Gubinem, Chlebowem i Lubanicami (Dyła, 1994; Piwocki, 1995), węgle brunatne reprezentujące IV grupę pokładów rozprzestrzeniają się na obszarze o powierzchni 7 127,8 km². Znane są od Leszna, Rawicza i Ścinawy

na wschodzie, aż po granicę państwową między Gubinem a Mostami na zachodzie (ryc. 1). Stąd ciągną się dalej na obszar Niemiec. Granica współczesnego zasięgu węgla brunatnych IV grup pokładów ma charakter poligeniczny. Jest to w zasadzie granica sedymentacyjna, ale po części ma charakter erozyjny, tam gdzie powstała w wyniku erozji śródtrzęsiorzędowej, jak i czwartorzędowej, zwłaszcza z okresu interglacjału wielkiego. Czwartorzędowe rozmycia erozyjne poznano koło Gubina i Parowej, natomiast nieznaczne rozmycia śródformacyjne węgla w obrębie formacji rawickiej znane są w południowej strefie jej występowania.

Rozmycia węgla omawianej grupy pokładów stwierdzano sporadycznie również na powierzchni erozyjnej w spągu formacji ścinawskiej, na granicy z niżejległą formacją rawicką.

Węgla brunatne IV grupy pokładów (ryc. 2, tab. 1) występują w postaci wielu ławic, zwykle w dolnej części formacji rawickiej (Piwocki & Ziemińska-Tworzydło, 1995, 1997). W jej niższej części wyróżnia się ogniwo dąbrowskie z IV grupą pokładów, a w części wyższej ogniwo żarskie, niekiedy z soczewkami węgla brunatnych (tab. 1).

Omawiane utwory były wydzielane na Dolnym Śląsku przez Wypióra (1960) i Dyjora (1964) w obrębie I i II cyklu sedymentacyjnego trzeciorzędu. Pokłady węgla brunatnego kończyły, zaliczany wówczas do oligocenu, I cykl sedymentacyjny, a leżące wyżej piaski ze żwirem i gliny kaolinowe, były zaliczane do dolnego miocenu jako „spągowa seria osadów limnicznych” (Dyjor, 1964), i rozpoczynały cykl II. Osady z węglami brunatnymi opisywano początkowo jako „warstwy ścinawskie”, spoczywające pod „jasnymi piaskami łuszczkowymi” (Ciuk, 1965). Potem wyróżniono „warstwy dąbrowskie” z „IV dąbrowską grupą pokładów” węgla brunatnego i wyżejległe „warstwy rawickie” z „III rawicką grupą pokładów” węgla brunatnego (Ciuk, 1967, 1970; Piwocki, 1965, 1975). Utwory te określano również jako „pokład głogowski węgla brunatnego” leżący pośród „warstw lubińskich” tworzących górną część „serii lubuskiej”, a leżące wyżej osady wydzielano jako „serię żarską” (Dyjor, 1969, 1970, 1974). Przedstawione nazwy jednostek litostratygraficznych (tab. 1) pochodzą od nazw miejscowości lub regionów geograficznych Dolnego Śląska i Wielkopolski, gdzie jednostki te są typowo rozwinięte.

Ekwiwalentem formacji rawickiej w środkowej i północno-zachodniej części Niżu Polskiego jest formacja gorzowska (Piwocki & Ziemińska-Tworzydło, 1995), a w Niemczech wschodnich odpowiednio *Spremlinger Folge* i *Mölliner Schichten* (tab. 1), w strefie peryferycznej *Mittenthaler Folge* (Alexowsky i in., 1989).

Formacja rawicka reprezentuje, według obecnych poglądów, niższy miocen dolny zawierający zespoły I poziomu sporowo-pyłkowego — faza *Otaxipollis matthesi* i poziomu II — faza *Alnipollenites verus* (Piwocki & Ziemińska-Tworzydło, 1995, 1997). W spągu tej formacji występują jasnoszare, pylaste piaski łuszczkowe formacji leszczyńskiej reprezentującej wyższy oligocen górny (szat). Jej granica górna ma charakter erozyjny i jest rozwinięta w spągu formacji ścinawskiej (ryc. 2, tab. 1).

Pod względem litologicznym formację rawicką budują osady o cyklicznej zmienności od piasków, czasami drobnych

Tab. 5. Właściwości technologiczne i cechy uzupełniające węgla

| | | |
|---|------------|-----------|
| Wydajność praski (% wag.) T ^{sk} _K ; n-227 | 6,18–20,69 | śr. 11,24 |
| Zawartość alkaliów (% wag.) (Na ₂ O+K ₂ O) ^d ; n-218 | 0,01–0,94 | śr. 0,22 |
| Zawartość tlenku wapnia (% wag.) CaO ^d ; n-204 | 0,18–7,50 | śr. 2,04 |
| Zawartość piasku (% wag.) P _d ; n-209 | 0,00–27,82 | śr. 5,40 |
| Zawartość całkowita ksyliłów (%) K _C ; n-199 | 0,00–57,50 | śr. 0,46 |

związków, poprzez słabo związane mułowce i iłowce, do węgli brunatnych.

Są to więc cykle proste o ziarnie malejącym ku górze. Dokładniejszą charakterystykę litologiczną omawianych utworów przedstawiono w opracowaniach Dyjora (1969, 1974), Dyjora i Chlebowskiego (1973), Piwockiego (1975), Frankiewicza (1975; 1982) oraz Frankiewicza i Kępińskiego (1982). W profilu można wyróżnić kilka takich cykli sedymentacyjnych, które w Niemczech stały się podstawą wydzielenia w obrębie *Spremlberger Folge* trzech ogniw litostratygraficznych (tab. 1): *Striesauer Schichten*, *Vetschauer Schichten* i *Liibbenauer Schichten* (Alexowsky i in., 1989; Alexowsky & Suhr, 1991). Ich odpowiednikiem są w SW Polsce, wspomniane już ogniwa dąbrowskie i żarskie (tab. 1). Mąższość formacji rawickiej waha się w granicach 10–120 m i wynosi przeciętnie 50–60 m.

Charakterystyka petrograficzna i chemiczno-technologiczna węgla brunatnych IV grupy pokładów

Węgla brunatne IV grupy pokładów nie zostały pod względem petrograficznym dokładnie i systematycznie poznane, gdyż nie przypisywano im, z racji głębokości występowania, większej wartości gospodarczej. Istniejące, skąpe dane pochodzą z kilku zaledwie złóż (Gubin–Zasieki–Brody; Mosty; Rawicz–Chobienia; Ścinawa). Badania mikro-petrograficzne odpowiadające współczesnym wymaganiom, zostały wykonane tylko w złożu Gubin–Zasieki–Brody (Swadowska, 1990).

Wśród makroskopowych odmian węgla brunatnych IV grupy pokładów przeważają wyraźnie węgle detrytowe, które mogą budować nawet cały profil pokładu, a ich przeciętny udział przekracza z reguły 80%. Są to w zasadzie detrytowe węgle humusowe, gdyż zawartość detrytowych węgla bitumicznych jest nie większa jak 6%. Węgiel ksylo-detrytowy i detro-ksylitowy buduje średnio ok. 8% profilu IV grupy pokładów. Węgiel ksyliłowy występuje sporadycznie. Dominujące humusowe węgle detrytowe mają barwę ciemnobrązową oraz brązowoczarną, rzadziej brązową lub czerwonoróżową. Ich tekstura jest zwykle bezładna, lita i masywna, rzadziej

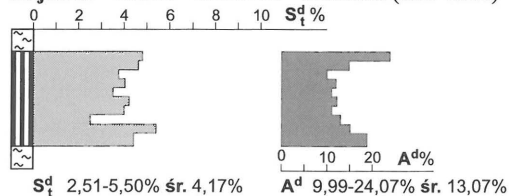
Tab. 6. Właściwości fizyczne węgla

| | | |
|--|-------------|-----------|
| Gęstość pozorna (g/cm ³) d ^a _a ; n-115 | 1,08–1,52 | śr. 1,23 |
| Kurczliwość (%) K _s ; n-151 | 9,85–39,77 | śr. 16,05 |
| Podatność przemiałowa wg Hardgrove'a a Gr _H ; n-166 | 37,95–94,00 | śr. 65,82 |

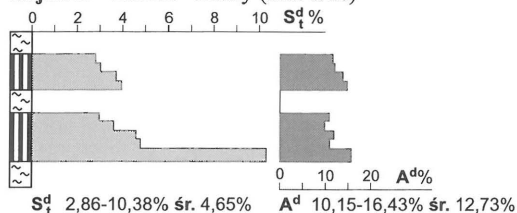
Objaśnienia dotyczące tab. 2–6: daf — stan suchy i bezpopiołowy, d — stan suchy, r — stan roboczy przy W_t = 50 %, a — stan analityczny; n — liczba analizowanych próbek

niewyraźnie warstwowana, gdzie warstwowanie podkreśla drobny detrytus roślinny, a niekiedy materiał mineralny. Zasadnicza masa węglowa jest na ogół średnio przesycona żelazem humusowym, przeciętna żelifikacja wynosi ok. 38%, ale niekiedy jest intensywniejsza i dochodzi do 60%. Węgla bitumiczne są żółtawe lub żółtobrązowe i nie wykazują warstwowania. Zawierają nierzadko drobne okruchy węgla włóknistego, fuzynu. Barwa węgla detro-ksylitowych i ksylo-detrytowych jest zwykle ciemnobrązowa. W węglach tych częste są ksyliły mocno rozsypliwie, kruche oraz ksyliły żelifikowane. Ksyliły strukturalne i ksyliły bogate w celulozę występują bardzo rzadko. Ksyliły zwęglone, włókniste (fuzyn) oraz ziarna żywicy mają w węglu IV grupy pokładów charakter raczej akcesoryczny, chociaż spotykane były również warstewki fuzynowe. Domieszkę mineral-

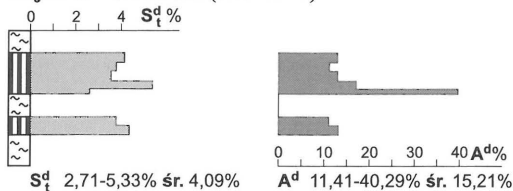
Rejon A – Gubin - Chlebowo - Lubanice (otw. 40/56)



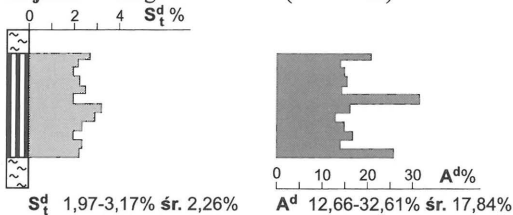
Rejon B – Babina - Mosty (otw. 8/16)



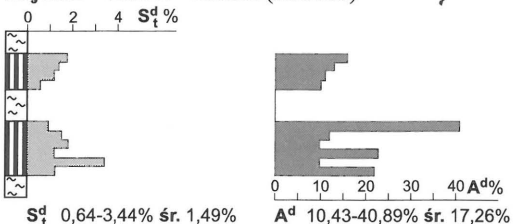
Rejon C – Nowa Sól (otw. 46/48)



Rejon D – Głogów - Ścinawa (otw. 94/00)



Rejon E – Leszno - Rawicz (otw. 5/K)



■ węgiel brunatny lignite
□ skała płonna barren rock

Ryc. 3. Zawartość siarki (S^d) i popielność (A^d) węgla brunatnych IV grupy pokładówFig. 3. Sulphur (S^d) and ash (A^d) contents in lignite of the IV Seams Group

Tab. 7. Właściwości i skład chemiczny popiołu

| Temperatura topnienia w atmosferze utleniającej (°C) $t_{Bo} > 1240 \rightarrow 1400$ śr. >1377; n-168 | | |
|---|------------|-----------------|
| Temperatura topnienia w atmosferze półredukcującej (°C) $t_{Por} > 1220 \rightarrow 1400$ śr. >1329; n-168; współczynnik Teune'go K_T 1,16 | | |
| SiO ₂ (%) | 4,38–76,14 | śr. 29,83 n-168 |
| Fe ₂ O ₃ (%) | 1,41–40,64 | śr. 9,54 n-168 |
| Al ₂ O ₃ (%) | 2,80–25,59 | śr. 10,48 n-168 |
| TiO ₂ (%) | 0,25–1,15 | śr. 0,59 n-168 |
| Mn ₃ O ₄ (%) | 0,02–0,16 | śr. 0,08 n-168 |
| P ₂ O ₅ (%) | śl. 0–0,31 | śr. 0,04 n-168 |
| CaO (%) | 3,85–36,59 | śr. 21,17 n-168 |
| MgO (%) | 0,62–6,36 | śr. 3,18 n-168 |
| SO ₃ (%) | 4,27–47,11 | śr. 23,98 n-168 |
| Na ₂ O (%) | 0,12–2,90 | śr. 0,69 n-168 |
| K ₂ O (%) | 0,11–1,50 | śr. 0,56 n-168 |

na, występującą naogół w spągu pokładów i ławic węglowych (ryc. 3), tworzy piasek kwarcowy lub materiał ilasty. Częste są siarczki żelaza występujące w postaci rozproszonej lub jako bezkształtne skupienia. Spotykane są również blaszki jasnych tyszczyków.

Według obserwacji Swadowskiej (1990) ze złoża w okolicach Gubina, w składzie macerałowym węgla brunatnych IV grupy pokładów dominują składniki grupy huminitu (45–93%) reprezentowane głównie przez densynit i ulminit oraz tekstynit i żelinit. Atrynit nie stwierdzono. Atrynit jest natomiast według Mikulskiej (*vide* Różycki, 1992) głównym składnikiem węgla omawianego pokładu w rejonie na NE od Mostów, przeważa też w węglach IV grupy pokładów, w złożu Mosty, gdzie jego udział określono na ok. 60–70% (Majewski *vide* Żygar & Pudło, 1987).

Koło Gubina stwierdzono pojedynczo występujący korpohuminit, którego refleksyjność R_m^0 waha się w granicach 0,29–0,34 i wzrasta wraz z głębokością (Swadowska, 1990). Udział macerałów grupy liptynitów w węglach okolic Gubina wynosi 1,3–19,2%, a przeważa wśród nich rezynit, podczas gdy sporynit, kutynit, alginin i bituminit stanowią tylko domieszkę. W grupie inertynitów, mającej w węglach IV grupy pokładów koło Gubina udział 0,4–13,2%, przeważa sklerotynit. Fuzynit, semifuzynit i inertodetynit stanowią domieszkę spotykaną zwy-

kle w górnych częściach pokładu lub ławic węglowych. Wśród materii mineralnej stwierdzono obecność kwarcu, pirytu i minerałów ilastych (Swadowska, 1990).

Skład mikrolitotypowy węgla IV grupy pokładów określono również tylko w okolicach Gubina (Swadowska, 1990). Używając nomenklatury opartej na Polskiej Normie i stosowanej w Instrukcji nr 3 (1982), stwierdzono wysoką zawartość żelodetrytu (do 78%), znaczny udział żelotekstytu (do 45%) i mediotekstytu (do 21%) oraz podwyższoną ilość euzelitu (do 40%), tekstożelitu (do 24%) i detrożelitu (do 14%). Zawartość bitumitu (liptytu) jest niska i tylko sporadycznie dochodzi do 5%.

Niewielki jest też udział inertytu wynoszący przeciętnie 1%, a rzadko osiągający 9%. Substancję mineralną tworzą karbomineryty, głównie karbargilit (do 36%) oraz karbopiryty (do 9%).

Właściwości chemiczno-technologiczne węgla brunatnych IV grupy pokładów określono na obszarze ich występowania nierównomiernie, na podstawie kilkuset próbek, dla których dokonano łącznie 5 925 oznaczeń różnych parametrów.

Wyniki badań analitycznych przedstawiają tabele 2–7.

Na podstawie wyników badań analitycznych można stwierdzić, że węgle brunatne pokładu dąbrowskiego (IV) są w aspekcie technologicznym dobrym surowcem energetycznym o średniej popielności (A^d) śr. 18,63% i o wartości opałowej (Q_i^f) śr. 9257 kJ/kg tj. 2211 kcal/kg (przy $W^f=50\%$). W stanie naturalnym (roboczym) przy $W^f=54,62\%$ ich wartość opałowa (Q_i^f) śr. wynosi 8173 kJ/kg czyli 1952 kcal/kg. Mogą one być partiami wykorzystane do wylewania smoły w procesie półkoksowania (T_{sk}^d 6,18–20,69%, śr. 11,24%). Ich przydatność do produkcji brykietów jest problematyczna, zarówno ze względu na niską kaloryczność (Q_i^f śr. <8350 kJ/kg), jak i wysoką popielność ($A^d > 15\%$) oraz znaczny udział mikrolitotypów grupy żelinitu w ich budowie. Węgla IV grupy pokładów charakteryzują się wysoką zawartością siarki całkowitej (S_t^d śr. = 3,50% > 2%). Nie są to węgle zasolone, gdyż przeciętna zawartość alkaliów ($Na_2O + K_2O$)^d wynosi 0,22%, przy czym zawartość ponad 0,5% jest spotykana sporadycznie i tylko we wschodniej części obszaru występowania pokładu IV. Wśród opisywanych węgla brunatnych nie stwierdzono wę-

Tab. 8. Podstawowe parametry geologiczne węgla brunatnych IV grupy pokładów; A — Gubin–Chlebowo–Lubnice, B — Tuplice–Mosty, C — Nowa Sól, D — Głogów–Ścinawa, E — Leszno–Rawicz, F — dane zbiorcze dla obszaru występowania węgla w pokładach > 3 m; G — jw. > 0,1 m

| Poz. | Parametry IV grupy pokładów | Jedn. obmiaru | Dane dla rejonów występowania według ryc. 1 | | | | | Dane zbiorcze* | |
|------|------------------------------|------------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------|
| | | | A | B | C | D | E | F | G |
| 1 | głęb. stropu od–do | m | 19,5–296,0 | 110,3–223,7 | 181,5–308,4 | 228,0 | 198,0–316,5 | 110,3–423,2 | |
| 2 | głęb. stropu śr. | m | 162,7 | 154,0 | 235,2 | 340,4 | 239,8 | 250,6 | |
| 3 | głęb. spągu od–do | m | 23,5–314,7 | 122,1–237,6 | 182,4–314,2 | 242,0–449,6 | 199,3–339,7 | 122,12–449,6 | |
| 4 | głęb. spągu śr. | m | 171,5 | 166,0 | 241,0 | 365,0 | 249,2 | 266,5 | |
| 5 | grubość serii węglowej śr. | m | 8,8 | 12,0 | 5,8 | 24,6 | 9,4 | 15,9 | |
| 6 | liczba ławic węgla od–do | – | 1–6 | 1–6 | 1–3 | 1–6 | 1–6 | 1–6 | |
| 7 | liczba ławic węglasr. | – | 1–2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1–2 | |
| 8 | miąższość ławic węgla od–do | m | 0,2–30,8 | 0,1–15,0 | 0,1–11,7 | 0,4–29,0 | 0,1–7,0 | 0,1–30,8 | |
| 9 | miąższ. sumar. >0,1 m śr. | m | 6,4 | 6,7 | 3,5 | 7,6 | 3,7 | 6,4 | |
| 10 | miąższ. sumar. >0,1 m śr. | m | 7,2 | 6,5 | 4,0 | 7,7 | 4,0 | 6,8 | |
| 11 | powierzchnia pokładów >3,0 m | km ² | 412,7 | 199,9 | 428,7 | 922,8 | 408,0 | 2372,1 | 7127,8 |
| 12 | grubość węgla >3,0 m śr. | m | 5,86 | 5,30 | 3,74 | 7,94 | 4,08 | 5,94 | 5,80 |
| 13 | gęstość pozorna węgla | t/m ³ | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 |
| 14 | zasoby geologiczne | tys. t | 2976637 | 1304071 | 1970448 | 9020131 | 2048934 | 17320221 | 50849725 |

* dane zbiorcze dla obszaru występowania węgla w pokładach o grubości: pow. 3 m i pow. 0,1 m

gli ekstrakcyjnych, przydatnych do produkcji wosku montanowego (B^d 0,77–10,75, śr. 3,29 %).

Zawartość węgla pierwiastkowego (C^{daf}) w analizowanych próbkach mieści się w granicach 56,28–72,21% i wynosi przeciętnie 64,34%. Jest to wartość typowa dla miękkich węgli brunatnych. Wilgotność naturalna badanych węgli (W^t) wynosi 40,04–55,12%, przeciętnie 54,62%, i jest także charakterystyczna dla nisko uwęglonych, miękkich węgli brunatnych.

Refleksyjność korpohuminitu (R^o_m) wynosi ok. 0,30. Jak już zauważono, analizowane węgle cechuje wysoka zawartość siarki (S^d śr.=3,50% > 2%), głównie organicznej i pirytowej.

Zwiększone zasiarczenie spotykane jest w spągowych częściach pokładu IV, zwłaszcza w zachodniej części jego rozprzestrzenienia (ryc. 3).

Przy średniej popielności opisywanych węgli $A^d = 18,63$ % zawartość substancji mineralnej w węglu suchym można, przy zastosowaniu wzoru Parra (*vide* Roga & Wnękowska, 1952) określić na ok. 22%.

Popioły węgli IV grupy pokładów są trudnotopliwe ($t_{Bo} > 1350^\circ C$) i pod względem składu chemicznego, według klasyfikacji Roya i in. (1981) należą do grupy popiołów żelazistych na pograniczu z żelazisto-glinokrzemianowymi. W podziale Kruszewskiego (1968) są to popioły węglanowo-siarczanowe i częściowo glinokrzemianowe.

Podstawowe parametry i cechy węgli brunatnych 4. pokładu łużyckiego z obszaru Niemiec są zbliżone (m.in. Jacob, 1957; Rammler & Alberti, 1962; Süß, 1964; Schneider, 1980).

Rejony występowania, parametry geologiczne, zasoby

Na całym obszarze rozprzestrzeniania się węgli brunatnych IV dąbrowskiej grupy pokładów, którego powierzchnia wynosi ok. 7128 km², wyróżniono pięć rejonów, gdzie pokłady węglowe wykazują miąższość bilansową >3 m (ryc. 1). Są to rejony (w nawiasach oznaczenia, jak na ryc. 1):

- ◆ Gubin–Chlebowo–Lubanice — pow. 412,7 km² (A),
- ◆ Tuplice–Mosty — pow. 199,9 km² (B),
- ◆ Nowa Sól — pow. 428,7 km² (C),
- ◆ Głogów–Ścinawa — pow. 922,8 km² (D),
- ◆ Leszno–Rawicz — pow. 408,0 km² (E).

Łączna powierzchnia tych terenów wynosi 2 372,1 km², co stanowi ok. 33% całkowitego obszaru występowania węgli IV grupy pokładów.

W najgłębszej części trzeciorzędowego basenu sedymentacyjnego koło Głogowa, węgle IV grupy pokładów spoczywają na znacznej głębokości (ryc. 1, 2) przekraczającej nierzadko 400 m.

Powierzchnia stropu węgli IV grupy pokładów spoczywa tutaj na wysokości -200 m (ryc. 1). Na znacznej głębokości występują opisywane węgle brunatne również w rowach tektonicznych Leszna–Góry i Rawicza–Chobieni oraz na obniżonych blokach podłoża trzeciorzędu koło Lubanic i Lubuska (ryc. 1).

Przeciętna sumaryczna grubość węgli IV grupy pokładów wynosi 6,8 m dla ławic o miąższości >1 m, a maksymalnie osiąga 30,8 m (otw. 31A w rej. Gubin–Chlebowo–Lubanice; z przerostem płonnym 0,2 m) i 29,0 m (otw. S-358 w rej. Głogów–Ścinawa). W centralnej części obszaru występowania IV grupa pokładów spoczywa 80–130 m poniżej II łużyckiej grupy pokładów (ryc. 2).

Natomiast w części zachodniej, przy granicy z Niemcami, węgle tej grupy pokładów leżą 50–60 m poniżej II pokładu i tutaj koło Gubina i Mostów, ich potencjalna wartość gospodarcza jest najwyższa, gdyż mogą być eksploatowa-

ne wraz z nadległym pokładem młodszym o wartości bilansowej (ryc. 2). Łączne geologiczne zasoby węgli brunatnych IV grupy pokładów, dla pokładów o grubości bilansowej >3 m, wynoszą na tym terenie ok. 4,280 mln t. Całkowite geologiczne zasoby węgli brunatnych IV grupy pokładów można ocenić na ok. 50,850 mln t, w tym zasoby geologiczne o charakterze prognostycznym i potencjalnym (kat. D + E) wynoszą ok. 17,320 mln t (ok. 34% zasobów całkowitych).

Zasadnicze parametry geologiczno-złożowe omawianych węgli brunatnych przedstawiono w załączonym zestawieniu (tab. 8).

Podsumowanie i wnioski

Na przelomie oligocenu i miocenu w Europie północno-zachodniej nastąpiła regresja morza późnooligoceniowego (m.in. Linstow, 1922; Quitzow, 1949; Anderson, 1961; Alexowsky & Suhr, 1991). W strefie przejściowej między obszarami o sedymentacji morskiej i brackicznej oraz lądowej rozwijały się torfowiska, które dały początek węglom 4. pokładu łużyckiego i IV dąbrowskiej grupy pokładów (m.in. Ahrens & Lotsch, 1963; Krutzsch & Lotsch, 1966; Seifert & Vulpius, 1986; Piwocki, 1983, 1992).

Uwarunkowania genetyczne (Bless & Paproth, 1989) sprawiły, że nie jest to jednolity pokład, ale szereg ławic (ryc. 2) utworzonych w paleośrodowisku paralicznym, w kilku epizodach transgresywno-regresywnych (Herbst i in., 1964; Grunert i in., 1984; Alexowsky & Suhr, 1991). Rozprzestrzeniają się one na znacznym obszarze od Bitterfeld w Saksonii poprzez Łużycę i południowo-zachodnią Brandenburgię po Dolny Śląsk i południową Wielkopolskę. Na terenie Polski są znane na obszarze około 7 tys. km² i występują w formie 1–6 ławic węglowych, w niższej części formacji rawickiej, wśród utworów ogniwa dąbrowskiego tej formacji (ryc. 1, 2, tab. 1). Ich sumaryczna miąższość waha się od 3,5 do 7,6 m, średnio 6,4 m, a na wyróżnionych obszarach złożowych dochodzi do 12 m, osiągając lokalnie nawet do 30 m. Całkowite zasoby geologiczne węgli brunatnych IV grupy pokładów w Polsce ocenić można na ok. 50,8 mld t, a zasoby perspektywiczne (w pokładach o miąższości bilansowej 3 m) na ok. 17,3 mld t (tab. 8).

Węgły brunatne omawianej grupy pokładów są pod względem jakościowym dobrym surowcem energetycznym (Q^i średnio 9257 kJ/kg; A^d średnio 18,63%). Ich wartość obniża wysokie zasiarczenie (S^d średnio 3,50%), wzrastające ku zachodowi (ryc. 3). Należy przypuszczać, że ze względu na znaczne zasiarczenie oraz wysoką żelifikację, węgle IV grupy pokładów mogą zawierać podwyższone koncentracje pierwiastków rzadkich i śladowych, w tym również toksycznych.

Opisywane węgle mogą mieć znaczenie gospodarcze w złożach wielopokładowych, gdzie ponad węglami IV grupy pokładów o miąższościach bilansowych, spoczywają bilansowe pokłady węgli młodszymi, II i miejscami również I grupy pokładów. Takie warunki złożowe występują zwłaszcza w rejonach: Gubin–Chlebowo–Lubanice i Tuplice–Mosty. Tutaj też miąższość płonnego przerostu mineralnego pomiędzy IV i II grupą pokładów jest najmniejsza, 50–60 m (ryc. 2). Perspektywiczne zasoby węgli brunatnych dąbrowskiej grupy pokładów wynoszą tu ok. 4,3 mld t (tab. 8).

Literatura

- ALEXOWSKY W., STANDKE G. & SUHR P. 1989 — Geoprol, 1: 57–62.
- ALEXOWSKY W. & SUHR P. 1991 — Das Tertiär des südbrandenburgisch-nordostsächsischen Raumes. Tagungsmaterial 38 Jahrestgg. GGW, Berlin: 55–63.
- AHRENS H. & LOTSCH D. 1963 — Geologie, 12: 833–841.
- ANDERSON H.J. 1961 — Meyniana, 10: 118–146.
- BLESS M.J.M. & PAPROTH E. 1989 — Intern. J. Coal Geol., 12: 349–364.
- CIUK E. 1961 — Kwart. Geol., 5: 953–954.
- CIUK E. 1965 — Ibidem, 9: 879–880.
- CIUK E. 1967 — Ibidem, 11: 920–922.
- CIUK E. 1970 — Ibidem, 14: 754–771.
- CIUK E. 1974 — Biul. Inst. Geol., 281: 7–48.
- CIUK E., MARZEC M., NOSEK M., OSIJUK D. & PIWOCKI M. 1961 — Dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego Ścinawa w okolicy Ścinawy. CAG Państw. Inst. Geol. Nr 4322/43.
- CIUK E. & PIWOCKI M. 1990 — Map of Brown Coal Deposits and Prospect Areas in Poland. Scale 1 : 500 000. Państw. Inst. Geol.
- DYJOR S. 1964 — Węgiel brunatny, 6: 7–17.
- DYJOR S. 1969 — Acta Univ. Wratisl., 86: 3–58.
- DYJOR S. 1970 — Kwart. Geol., 14: 819–835.
- DYJOR S. 1974 — Biul. Inst. Geol., 281: 119–138.
- DYJOR S. & CHLEBOWSKI Z. 1973 — Acta Univ. Wratisl., 192, Pr. Geol.-Miner., 3: 3–41.
- DYLAĞ J. 1994 — Mat. 17 Symp. Geol. Form. Węglonośn. Polski, AGH, Kraków: 43–47.
- FRANKIEWICZ J. 1975 — Z. Nauk. AGH, 524: 35–44.
- FRANKIEWICZ J. 1982 — Geol. Sudetica, 17: 7–56.
- FRANKIEWICZ J.K. & KEPIŃSKI J.A. 1982 — Spr. Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. Kraków, 24: 223–225.
- GOTHAN W., PICARD. & THIERGART F. 1940 — Braunkohle, 39: 51–56.
- GRUNERT K., LÖHNING W. & WINKLER D. 1984 — Z. Angew. Geol., 30: 57–62.
- HÄUSER I. 1993 — Geol. Jb., A 142: 347–381.
- HERBST G., MAGALOWSKI G. & TZSCHOPPE E. 1964 — Z. Angew. Geol., 10: 451–460.
- ILLNER F. jun. 1934 — Abh. Naturf. Ges. Görlitz, 32: 63–126.
- Instrukcja**... 1982 — Instrukcja nr 3 Ministra Górnictwa i Energetyki z dnia 10 listopada 1982 r. (GW/KB 94/82) w sprawie zakresu i metodyki badań jakości węgla brunatnego. MGIE, Warszawa.
- JACOB H. 1957 — Ber. Geol. Ges. DDR, 2: 151–164.
- KLEIN G. 1927 — Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Verl. W. Knapp, Haale (S).
- KRUSZEWSKI T. 1968 — 23 Intern. Geol. Congr., 11: 51–61.
- KRUTZSCH W., LOTSCH D. 1966 — IUGS, Proc. 3rd Sess., Berne, Leiden: 158–161.
- LINSTOW v.O. 1922 — Abh. Preuss. Geol. L.-A., NF, 87: 242.
- PIETZSCH K. 1925 — Die Braunkohlen Deutchlands. Verl. Gebr. Borntraeger, Berlin.
- PIETZSCH K. 1962 — Geologie von Sachsen, VEB Dtsch. Verl. Wiss., Berlin.
- PIWOCKI M. 1965 — Kwart. Geol., 9: 414–415.
- PIWOCKI M. 1971 — Ibidem, 15: 149–154.
- PIWOCKI M. 1975 — Biul. Inst. Geol., 284: 73–132.
- PIWOCKI M. 1983 — Prz. Geol., 31: 364–370.
- PIWOCKI M. 1987 — Biul. Inst. Geol., 357: 41–60.
- PIWOCKI M. 1992 — Prz. Geol., 40: 281–286.
- PIWOCKI M. 1995 — Pr. Państw. Inst. Geol., 150: 77–85.
- PIWOCKI M. & ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1995 — Prz. Geol., 43: 916–927.
- PIWOCKI M. & ZIEMBIŃSKA-TWORZYDŁO M. 1997 — Geol. Quart., 41: 21–40.
- QUITZOW H.W. 1949 — Abh. Geol. L.-A, NF, 211: 5–24.
- QUITZOW H.W. 1953 — Geol. Jb., 68: 27–132.
- RAMMLER E. & ALBERTI v.H.-J. 1962 — Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung, VEB Dtsch. Verl. Grundstoffindustr. Leipzig.
- RANIECKA-BOBROWSKA J. 1970 — Kwart. Geol., 14: 728–753.
- ROGA B. & WŃĘKOWSKA L. 1952 — Analiza paliw stałych. PWT, Katowice.
- ROY W.R., THIERY R.C., SCHULLER R.M. & SULOWAY J.J. 1981 — Environmental geol. notes 96, Champaign IL.: 69.
- RÓŻYCKI Z. 1992 — Sprawozdanie z prac geologiczno-badawczych w kat. C₁ na złożu węgla brunatnego Gubin. CAG Państw. Inst. Geol. Nr 302/93.
- SCHNEIDER W. 1980 — Neue Bergbautechn., 10: 670–675.
- SEIFERT A., VULPIUS R. 1986 — Wiss.-Techn. Inf. des ZGI, 27, Rh. A, 3: 14–23.
- STANDKE G. 1995 — Z. Geol. Wiss., 23: 103–117.
- SÜSS M. 1964 — Freib. Forsch.-H., C 185: 132.
- SWADOWSKA E. 1990 — [W:] Dylağ J. 1993 — Wyniki poszukiwań geologicznych węgla brunatnego w rejonie Gubin–Zasieki–Brody. CAG Państw. Inst. Geol. Nr 1433/93.
- TGL 25234/08, 1981 — Fachbereichstandard. Geologie. Stratigraphie. Stratigraphische Skala der DDR. Tertiär, Berlin.
- WYPIÓR R. 1960 — Węgiel Brunatny, 2: 1–10.
- ZIEMBIŃSKA M. 1963 — Kwart. Geol., 7: 666–667.
- ZIEMBIŃSKA M. 1964 — Ibidem, 8: 319–324.
- ZIEMBIŃSKA M. & NIKLEWSKI J. 1966 — Biul. Inst. Geol., 202: 27–58.
- ZYGAR J. & PUDŁO A. 1987 — Sprawozdanie z wykonanych w I etapie uzupełniających prac geologiczno-poszukiwawczych dla dolnego pokładu węgla brunatnego (III-go) na złożu Mosty w kat. C₂. CAG Państw. Inst. Geol. Nr 4220/298.



D.J. FUBRISH — Fluid Physics in Geology. An Introduction to Fluid Motions on Earth Surface and Within Its Crust. Oxford, 1997, Oxford University Press, 476 s.

Prezentowana monografia *Fluid Physics in Geology* zajmuje się fluidami w zjawiskach geologicznych, zarówno egzogenicznych, jak i endogenicznych. Praktycznie dotyczy to np. wód, solanek, gazów stopów magmowych, roztworów pomagmowych (w tym np. gejezerów) i to w środowisku lądowym, jak i morskim. Zjawiska te omówiono głównie od strony fizycznej, a prawidłowości starano się ujmować we wzory matematyczne (stąd duża liczba takich wzorów w tej

publikacji). Rozpatrywano mechaniczne (oraz termodynamiczne) cechy fluidów, różne typy ich przepływów przez skały (w tym też przepływ turbulentny), statykę, kinematykę i dynamikę procesów przepływów fluidów oraz zjawiska termiczne. Treść monografii została podzielona na siedemnaście rozdziałów (na początku jest wstęp, a przy końcu dodatki). Prezentowaną publikację cechuje wysoki poziom merytoryczny, dobry i jasny styl; jest to niewątpliwie interesująca książka, godna polecenia uwagi zainteresowanych czytelników.

Tadeusz Gałkiewicz