



Tadeusz RATAJCZAK*, Elżbieta HYCJAR**

Kopaliny towarzyszące w złożu węgla brunatnego Legnica

Streszczenie: Złoże Legnica należy do jednego z najbardziej perspektywicznych w kontekście przyszłej eksploatacji węgla brunatnego. Jego wydobycie będzie nierozdzielnie związane ze zdejmowaniem skał nadkładu. Kubatura nadkładu w przypadku tego złoża jest wyjątkowo duża, a część tworzących go skał, z uwagi na wykazywane właściwości surowcowe, może być zaliczana do kopaliny towarzyszącej. Stan rozpoznania surowcowego skał nadkładu w złożu węgla brunatnego Legnica jest niewystarczający. Jak dotąd nie były one obiektem szczegółowych i kompleksowych badań mogących wykazać ich przydatność. W artykule dokonano podsumowania stanu wiedzy na ten temat. Informacje dotyczące właściwości surowcowych tych utworów będą stanowić jedno z zasadniczych kryteriów decydujących o traktowaniu ich jako kopaliny towarzyszącej. Do kopaliny towarzyszącej powinny zostać zaliczone: piaski i żwiry czwartorzędowe oraz gliny zwałowe, a także piaski i iły trzeciorzędowe. Za szczególnie przydatne surowcowo należy uznać iły trzeciorzędowe (poznzańskie). Występują one w dwu odmianach kolorystycznych – zielonkavo-niebieskiej i płomienistej. Pierwsze z nich (zielonkavo-niebieskie), ze względu na skład fazowy substancji ilastej, należy zaliczyć do odmian illitowo-kolinitowo-smektytowych, drugie (płomieniste) – do odmian kaolinitowo-illitowo-smektytowych. Stanowią one wartościowy surowiec do produkcji materiałów budowlanych. Z uwagi na charakter asocjacji minerałów ilastych (w szczególności obecność montmorillonitu) stanowią potencjalne sorbenty mineralne. Wykazują również przydatność do budowy przesłon hydroizolacyjnych. Piaski i żwiry czwartorzędowe zalegające w nadkładzie złoża Legnica są zróżnicowane surowcowo. Większość z nich stanowi surowiec przydatny dla przemysłu budowlanego. Gliny zwałowe mogą znaleźć zastosowanie jako składnik mieszanek ceramicznych. Piaski trzeciorzędowe można wykorzystać jako materiał podsadzkowy. Stan rozpoznania surowcowego skał nadkładu w złożu węgla brunatnego Legnica jest niewystarczający. Jak dotąd nie były one obiektem szczegółowych i kompleksowych badań mogących wykazać ich przydatność. Kopaliny towarzyszące zalegające w złożu Legnica, powinny być selektywnie eksploatowane i składowane. Utworzenie złóż antropogenicznych gromadzących te kopaliny, zapewni możliwość ich wykorzystania przez kolejne dziesięciolecia po zakończeniu eksploatacji.

Słowa kluczowe: skały nadkładu, kopaliny towarzyszące, właściwości surowcowe

* Prof. dr hab. inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: trataj@agh.edu.pl

** Dr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: hycjar@geol.agh.edu.pl

The accompanying minerals in the Legnica lignite deposit

Abstract: The Legnica deposit is one of the most prospective in the context of future lignite mining. Its extraction will be inseparable from the removal of the rocks of the overburden, the volume of which is very large. Due to the raw material properties, some of the rocks can be classified as accompanying minerals. The raw material identification of overburden sediments in the Legnica lignite deposit is insufficient. So far, they haven't been the subject of detailed and comprehensive research to prove their usefulness. The article was a summary of the knowledge on this subject. The following should be included in the accompanying minerals: Quaternary sands and gravels, tertiary sands and clays (Poznan clays). They are present in two colour variants in the Legnica deposit - and fiery. The mineral composition of greenish-blue clays allows them to be included in illite-kaolinite- smectite varieties, in turn fiery clays as kaolinite-illite-smectite varieties. The tertiary clays are a very useful raw material for the production of building materials. In addition, they are potential mineral sorbents due to the nature of the association of clay minerals (occurrence of montmorillonite). They also show suitability for building waterproofing barriers. Quaternary gravels and sands, developed in the overburden Legnica deposit are differentiated raw materials. Some of them are raw materials for the construction industry. The glacial tills can be used as a component of ceramic mixtures. Tertiary sands can be used as a proppant material. The information on the raw material properties of these sediments will be one of the essential criteria for their treatment as accompanying minerals. Minerals accompanying those developed in the Legnica deposit should be exploited and deposited selectively. The creation of anthropogenic deposits accumulating these minerals will provide the possibility of their use for decades after the termination of operation.

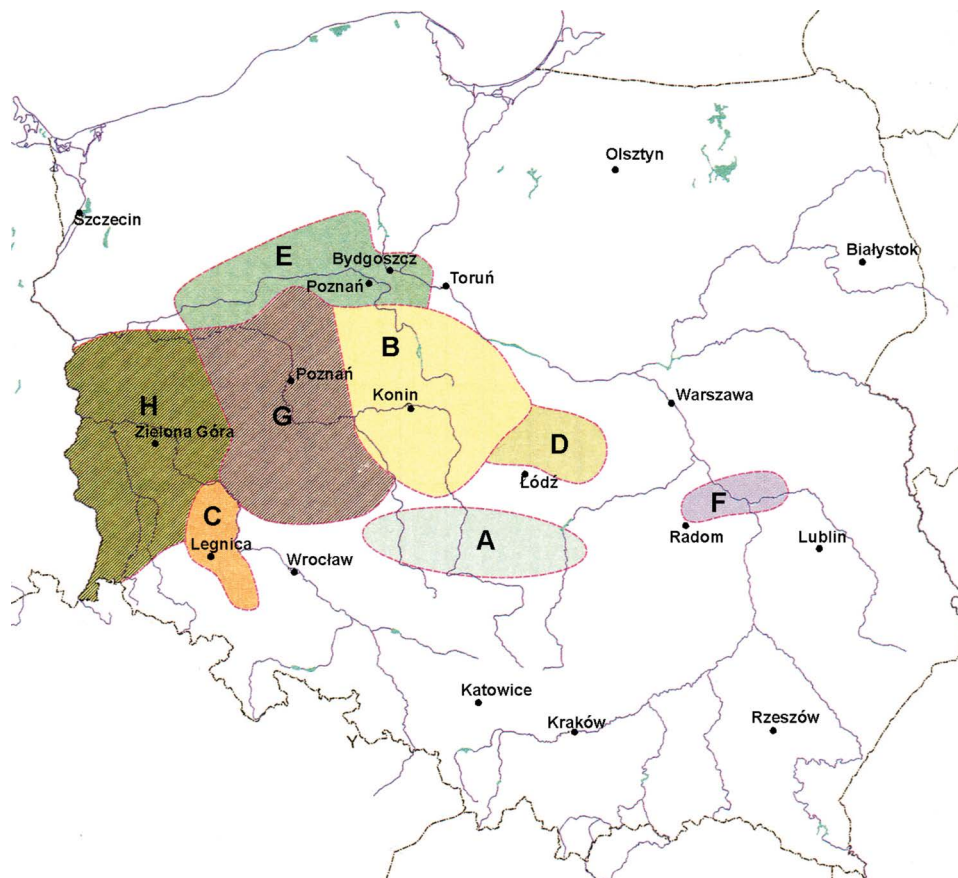
Keywords: overburden rocks, accompanying minerals, raw material properties

Wprowadzenie

Legnicki rejon występowania węgla brunatnego jest jednym z najbardziej zasobnych w tę kopalinę, zarówno w skali kraju, jak i Europy. Wyróżnia się w nim obecność trzech złóż: Legnica, Ścinawa oraz Ruja. Sytuacja ta sprawiła, że Kasiński i in. (2016) na mapie wystąpień węgla brunatnego w Polsce wyróżnili osobny region (rys. 1). Forma i kształt złoża Legnica pozwala na wydzielenie w nim trzech pól: północnego, wschodniego i zachodniego (rys. 2).

W powojennej historii polskiej geologii i górnictwa węgla brunatnego kilkakrotnie podejmowane były próby ustalenia kolejności udostępnienia złóż do eksploatacji. Tabela 1 podaje zestawienie najważniejszych z nich. Niektóre zaliczone zostały do złóż o znaczeniu strategicznym, które miałyby stanowić bazę do dalszego rozwoju krajowego górnictwa i energetyki opartej na węglu brunatnym. W najbliższym czasie, w związku z wyczerpaniem się zasobów w czynnych kopalniach, zajdzie potrzeba podjęcia decyzji, a w dalszej kolejności prac udostępniających w przypadku wybranych złóż. Wśród nich jako jedno z priorytetowych wymieniane są pola złoża Legnica. Ich zasobność, stopień rozpoznania budowy geologicznej i górniczych warunków zalegania sprawiają, że zaliczane jest ono do najbardziej perspektywicznych z opcją podjęcia jak najszybszej eksploatacji. Potrzeba taka uznawana jest za strategiczną dla dalszego funkcjonowania krajowej energetyki opartej na węglu brunatnym.

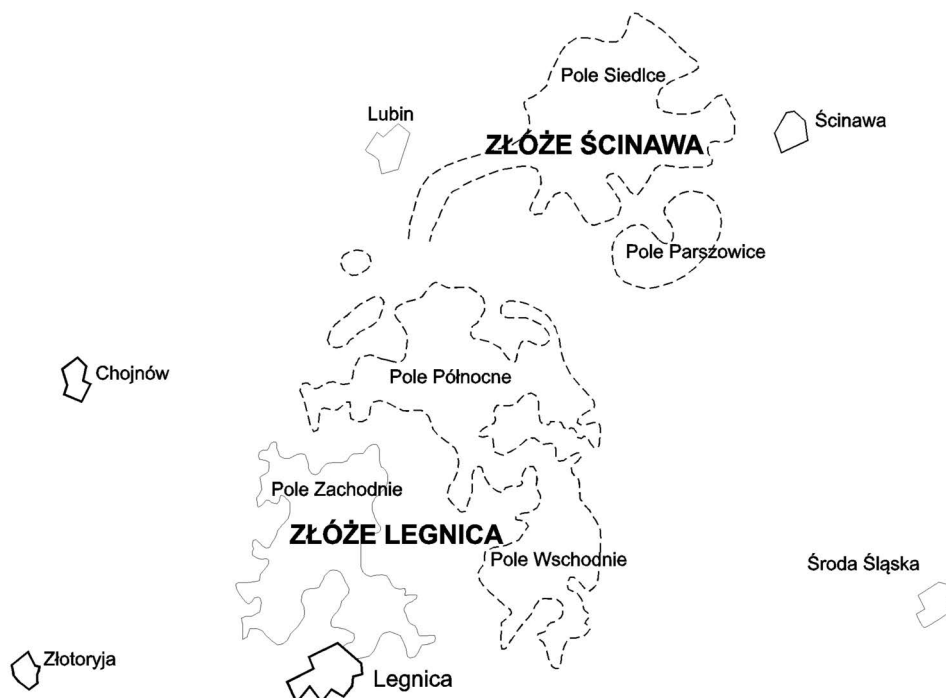
Udostępnianie złoża, a potem eksploatacja węgla brunatnego będą związane ze zdejmowaniem skał stanowiących nadkład złoża. W artykule przedstawiono stan wiedzy na temat właściwości surowcowych tych utworów. Będą one stanowić jedno z zasadniczych kryteriów decydujących o traktowaniu ich jako kopalin towarzyszących.



Rys. 1. Rejony występowania węgla brunatnego w Polsce według Kasińskiego i in. (2016)
 A – rejon bełchatowski, B – rejon koniński, C – rejon legnicki, D – rejon łódzki,
 E – rejon północno-zachodni, F – rejon radomski; G – rejon wielkopolski, H – rejon zachodni

Fig. 1. Areas of lignite occurrence in Poland

Prace geologiczno-poszukiwawcze za węglem brunatnym w rejonie legnickim zostały podjęte przez Instytut Geologiczny w końcu lat pięćdziesiątych XX wieku. Ich podstawę stanowiły wyniki uzyskane z wierzeń za rudami miedzi. Stwierdzono w nich obecność serii węglonośnej z pokładami węgla. Dalsze prace realizowane były przez Przedsiębiorstwo Geologiczne z Wrocławia i zwieńczone zostały opracowaniem dokumentacji geologicznej złoża Legnica.



Rys. 2. Szkic sytuacyjny lokalizacji złóż węgla brunatnego w rejonie Legnicy według Jaronia i in. (1978)

Fig. 2. Positional sketch of the location of lignite deposits in the Legnica region

TABELA 1. Kolejność udostępniania do eksploatacji złóż węgla brunatnego według różnych autorów

TABLE 1. The order of making lignite deposits available according to different authors

Ekspertyza PAN 1982 Ney red. 1984	Kasiński i Piwocki 1994	Kasiński, Mazurek i Piwocki 2006	Uberman i Ostręga 2008
Trzcianka	Mosty	Gubin	Legnica Zachód
Mosty	Legnica Wschód	Rogóżno	Gubin
Gubin	Legnica Zachód	Gubin–Brody	Legnica Wschód
Złoczew	Gubin	Złoczew	Złoczew
Legnica Wschód	Rogóżno	Trzcianka	Rogóżno
Legnica Zachód	Trzcianka	Piaski	Trzcianka
Rogóżno	Złoczew	Głowaczów	Mosty

1. Zarys budowy geologicznej złoża Legnica

Nagromadzenia węgla w rejonie Legnicy i Ścinawy mają charakter pokładowy i występują w obrębie trzeciorzędowej serii węglonośnej osadzonej na podłożu paleozoicznym. Przekrój geologiczny przez złoża Legnica przedstawia rysunek 3.

Informacje na temat litologii zarówno skał podłoża serii brunatnowęglowej, jak i nadkładu w rejonie Legnicy można znaleźć u M. Maliszewskiego i in. (2016).

Bezpośrednio na skałach podłoża paleozoicznego zalega seria utworów paleoceńskich zachowana *in situ*. Stanowią ją skały wulkaniczne, głównie tufogeniczne i bazalty, należące do paleogeńsko-neogeńskiej formacji wulkanicznej. Miąższość ich waha się od 0,5 do kilku metrów.

Osady młodszego trzeciorzędu, wśród których zalega pokład węgla można podzielić na trzy serie:

- podwęglową, reprezentowaną przez ropy o miąższości od 0 do 100 metrów;
- węglową, w której występują pokłady i wkładki węgla brunatnego rozdzielone warstwami piasków, mułków i ropy. Grubość tej serii waha się od około 20 do 100 metrów;
- nadwęglową, wykształconą w postaci różnobarwnych ropy z przewarstwieniami mułków i piasków pylastych oraz drobnodziarnistych. Grubość tego kompleksu zmienia się od około 60 do 120 metrów. Tworzą go skały zaliczane do serii ropy poznańskich. Odnosi się wrażenie, że ich wykształcenie litologiczne jest charakterystyczne i typowe oraz odpowiada pełnej sekwencji tego typu ropy. Obejmuje on odmiany szare, niebieskawo-zielonkawe i płomieniste. Spotyka się w ich obrębie konkretne pirytowe i okruchy skał wapiennych. Wykazują ponadto tendencję do tworzenia krzyżowych, falistych i spływowych tekstur. Nagromadzenia tych ropy mają często charakter horyzontalny.

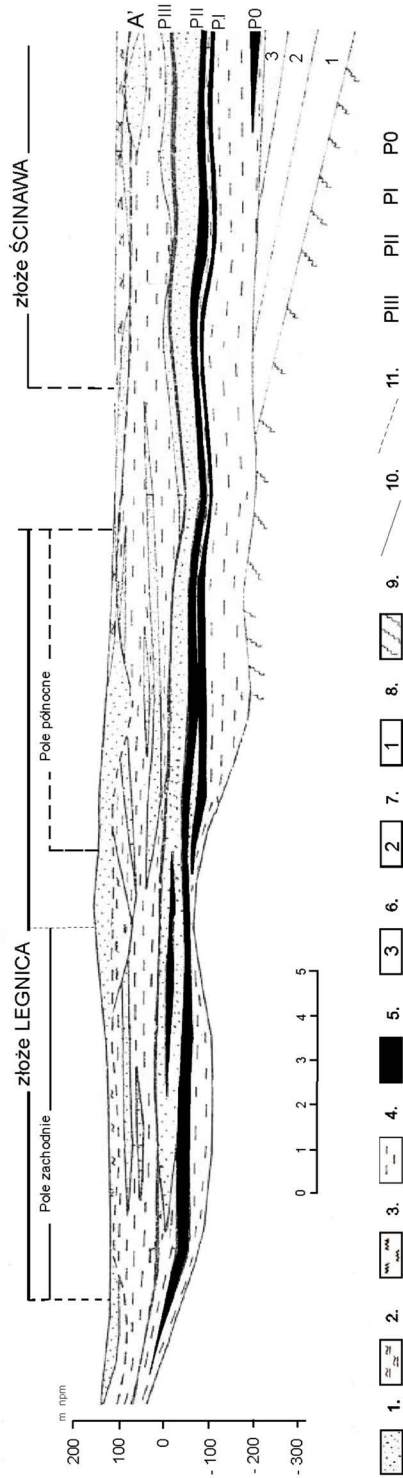
Czwartorzęd reprezentowany jest przez osady związane z akumulacją kolejnych lądolodów oraz sedymentacyjną działalnością rzek płynących. Są to piaski, żwiry, gliny zwałowe i ropy zastoiskowe. Tworzą one warstwy lub soczewki o różnym zasięgu. Grubość tych utworów waha się od 0,1 do 54 metrów.

Instytut Górnictwa Odkrywkowego POLTEGOR dysponuje bazą danych geologicznych dotyczących złoża Legnica. Na ich podstawie opracowano syntetyczny profil litologiczny złoża z wydzieleniem głównych kompleksów litostratygraficznych (rys. 4). Informacje te pozwoliły na opracowanie modelu przestrzennego złoża, który będzie pomocny przy projektowaniu eksploatacji, przyspieszy i podniesie dokładność obliczanych zasobów urabianych skał wraz z ich podziałem na klasy litologiczne (Ślusarczyk i in. 2006).

2. Kopaliny towarzyszące

Procentowy udział poszczególnych odmian litologicznych osadów z nadkładu złoża węgla brunatnego Legnica według Ślusarczyk i in. (2006) przedstawia się następująco:

- gliny i ropy czwartorzędowe około 7%,



Rys. 3. Przekrój geologiczny przez złoże węgla brunatnego Legnica według Jaronia i in. (1978)

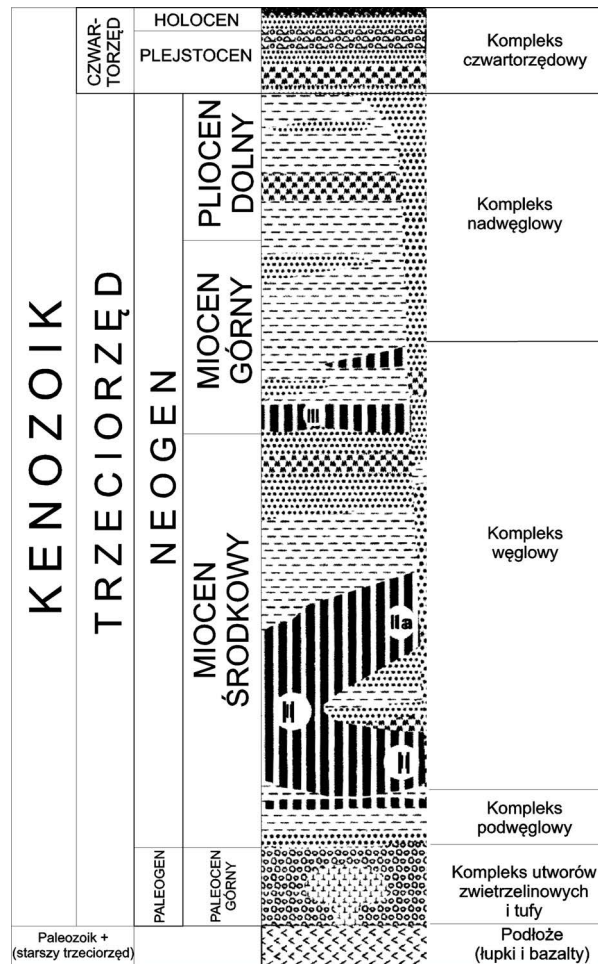
- 1 – piasek, 2 – glina zwałowa, 3 – mułek, 4 – il, 5 – węgiel brunatny, 6 – pstry piaskowiec, 7 – cechszyn, 8 – czerwony spągowiec, 9 – seria metamorficzna, 10 – granica między osadami trzeciorzędu i czwartorzędu, 11 – spąg trzeciorzędu, PIII – pokład Henryk, PII – pokład Łużycki, PI – pokład ścinawski, P0 – pokład głogowski

Fig. 3. Geological cross-section of the Legnica lignite deposit

- piaski i żwiry czwartorzędowe około 13%,
- łył trzeciorzędowe około 8%,
- piaski i żwiry trzeciorzędowe około 26%.

Badania Ratajczaka (1991) oraz Ratajczaka i Hycnar (2016), jak również Downarowicza (2016) wskazują, że spośród nich do miana kopalin towarzyszących pretendują:

- piaski i żwiry czwartorzędowe raz gliny zwałowe,
- łył trzeciorzędowe (poznańskie) i piaski trzeciorzędowe.



Rys. 4. Profil litostatygraficzny serii brunatnowęglowej w złożu węgla brunatnego Legnica według Maliszewskiego i in. (2016)

Fig. 4. Lithostratigraphic profile of lignite series in the Legnica deposit

2.1. Iły poznańskie

Za szczególnie przydatne surowcowo uznawane są ily trzeciorzędowe reprezentowane przez odmiany zaliczane do serii poznańskiej. Ich dwie odmiany kolorystyczne – zielonkawo-niebieskie i płomieniste, stanowiły przedmiot badań surowcowych Ratajczaka (1991).

Skład chemiczny obu odmian iłó jest zbliżony (tab. 2). Dominującym składnikiem chemicznym jest SiO_2 . Zastanawiająca jest natomiast zbliżona zawartość Fe_2O_3 w obu odmianach iłó. Należałoby się bowiem spodziewać, że ily płomieniste będą bogatsze w związki żelaza, z uwagi na właściwości barwiące tego pierwiastka.

TABELA 2. Skład chemiczny mioplioceneskich iłó poznańskich zalegających w nadkładzie złoża węgla brunatnego Legnica według Ratajczaka (1991)

TABLE 2. Chemical composition of Mio-Pliocene Poznań clays lying in the overburden of the Legnica lignite deposit

Składnik	Odmiana iłó i zawartość [% wag.]	
	ily zielonkawe	ily płomieniste
SiO_2	68,60–61,50 (65,25)	75,10–61,40 (66,87)
TiO_2	1,30–0,76 (1,11)	1,30–0,70 (0,84)
Al_2O_3	15,30–12,70 (13,83)	17,60–11,90 (14,77)
Fe_2O_3	9,90–4,50 (6,73)	9,10–3,50 (6,10)
CaO	1,90–1,40 (1,68)	2,25–0,90 (1,38)
MgO	1,90–0,80 (1,30)	1,50–0,80 (1,11)
Na_2O	0,40–0,32 (0,36)	0,50–0,28 (0,34)
K_2O	1,90–1,50 (1,66)	2,06–1,20 (1,59)
SO_3	0,10–0,08 (0,08)	0,38–0,10 (0,21)
Straty prażenia	8,60–6,60 (7,55)	9,14–3,70 (6,29)

Uwaga: w nawiasach podano wartości średnie.

Przedmiotem zainteresowań była również naturalna promieniotwórczość iłó (Wojnicki 1985). Iły trzeciorzędowe należą do skał o wysokiej promieniotwórczości, która warunkowana jest wysoką zawartością U i Th. Obecność tych pierwiastków związana jest z dużą ilością materiału drobnodispersyjnego i koloidalnego. Stwierdzono także związek pomiędzy zabarwieniem osadów a ich promieniotwórczością. Skały o zabarwieniu ciemnym, które zawierają zwykle większą ilość substancji organicznej, łatwo sorbuje tego typu pierwiastki. Iły zielone wykazują promieniotwórczość na poziomie 10,91 $\mu\text{R}/\text{h}$, a szare 9,6 $\mu\text{R}/\text{h}$.

Iły zielone odznaczają się podobnym i monotonnym składem mineralnym. Zawartość minerałów ilastych mieści się w przedziale 50–90% obj. Ze względu na skład fazowy sub-

stancji ilastej można przyjąć, że skały te mają charakter illitowo-kaolinitowo-smektytowy. Ważnym ich składnikiem mineralnym jest też kwarc. Występuje on w ilości dochodzącej nawet do 50% obj. Zawartość minerałów węglanowych jest zmienna, jednak zwykle nieznaczna. Ich obecność wiąże się z występowaniem konkrecji marglistych. Łączna zawartość innych składników mineralnych – chlorytów, plagioklazów, skaleni potasowych i glaukonitu wynosi około 15% obj. skały.

Skład mineralny ilów płomienistych jest nieco inny. Ze względu na wykazaną obecność minerałów ilastych można go określić jako kaolinitowo-illitowo-smektytowy. Wśród minerałów nieilastych dominuje kwarc. Poza nim obecne są niewielkie ilości skaleni potasowych i plagioklazów oraz minerały węglanowe (kalcyt, syderyt, dolomit). Występuje także goethyt, w mniejszych ilościach chloryt i glaukonit. W spągowych, głównie zawapnionych partiach ilów, lokalnie zmniejsza się ilość kaolinitu, a w jego miejsce pojawiają się minerały ilaste o strukturach mieszanopakietowych typu illit/smektyt.

Iły poznańskie to typ surowców ilastych znanych z Polski centralnej i zachodniej – m.in. zalegają one w nadkładzie złóż węgla brunatnego w rejonie Konina i Adamowa. Od lat stanowią obiekt nie tylko zainteresowań naukowych, ale także surowcowych. Badania ich odmian zalegających w złożu Legnica potwierdziły znane z innych rejonów Polski cechy fizykochemiczne i technologiczne tych utworów.

Iły te należą do odmian plastycznych, bardzo wrażliwych na suszenie. Niekiedy zawierają znaczne ilości okruchów margli oraz innych zanieczyszczeń. Należy brać pod uwagę, że otrzymane z nich wyroby będzie charakteryzować niska jakość spowodowana małą wytrzymałością mechaniczną i brakiem mrozoodporności (Jaroń i in. 1978).

Niektóre partie ilów są silnie zapiaszczone, a także zanieczyszczone węglem brunatnym i siarczanami łatwo rozpuszczalnymi w wodzie (w ilości ponad 3% wag.). Jednak zdecydowana większość ilów poznańskich zalegających w złożu Legnica stanowi pełnowartościowy surowiec do wytwarzania szerokiego wachlarza materiałów budowlanych (Jaroń i in. 1978). Nadają się one do produkcji zarówno wyrobów grubościennych, jak i cienkościennych oraz drążonych (z wyjątkiem dachowych). Z uwagi na dużą wrażliwość na suszenie w procesach technologicznych, będą wymagać schudzenia piaskiem nawet w ilości 15%. Z kolei w celu wyeliminowania groźby oddziaływania siarczanów rozpuszczalnych w wodzie (pojawienie się nalotów) wskazane będzie stosowanie przyspieszonego procesu suszenia.

Iły poznańskie – z uwagi na charakter asocjacji minerałów ilastych – stanowią potencjalne sorbenty mineralne. Również w przypadku ilów ze złoża Legnica istnieją szanse gospodarczego wykorzystania ich w takim charakterze. Badania mające na celu pokazanie tego typu przydatności wykazały zróżnicowanie właściwości sorpcyjnych (Chodak i in. 1979). Część z nich, zawierająca w swoim składzie montmorillonit, wykazuje zdolności sorpcyjne w odniesieniu do kationów metali. Te odmiany ilów – po odpowiedniej przeróbce – mogłyby znaleźć zastosowanie jako sorbenty mineralne. Należy rozważyć również ich przydatność jako komponentów do budowy przesłon hydroizolacyjnych stosowanych w składowiskach odpadów.

2.2. Gliny zwałowe

Czwartorzędowe gliny zwałowe zawierają znaczne ilości różnorodnych domieszek, które obniżają ich przydatność surowcową. Niekiedy na przykład, znaczne jest ich zapiaszczenie. Takie partie ilów wykazywały niską plastyczność, a otrzymywane z nich wyroby bywały spękane, miały niską wytrzymałość na ściskanie oraz wykazywały brak mrozoodporności. W tym kontekście trudno traktować je jako surowiec ceramiczny. Mogą natomiast znaleźć zastosowanie jako składnik mieszanek ceramicznych.

2.3. Piaski trzeciorzędowe

Piaski trzeciorzędowe ze złoża węgla brunatnego Legnica stanowiły obiekt zainteresowań z uwagi na możliwość ich wykorzystania w charakterze materiałów podsadzkowych w kopalniach LGOM. Zawartość kwarcu wynosiła w nich od 70 do 95% obj. Mineral ten jest w przewadze pochodzenia magmowego, rzadziej metamorficznego. Sporadycznie występuje kwarc autigeniczny, powstały w wyniku rekrytalizacji chalcedonu. Ziarna kwarcu zawierają wrostki rutilu. Innymi składnikami piasków są skalenie potasowe, głównie ortoklaz i sanidyn, rzadziej mikroklin. Występują w ilości 7% obj., a część z nich jest zwietrzała. W niektórych partach ilów stwierdzono występowanie muskowitu oraz biotyту, którego blaszki są odbarwione i objęte są procesem chlorytazacji. Poza wymienionymi składnikami mineralnymi sporadycznie spotyka się ziarna glaukonitu oraz syderyt. Część badanych piasków wykazuje wyraźne zailenie związane z obecnością illtu, któremu towarzyszy kaolinit. Materiał okruchowy piasków jest na ogół dobrze obtoczony, ale nie zawsze wysortowany. Odmiany piasków z podwyższoną zawartością minerałów ilastych noszą ślady tekstur kierunkowych.

Downarowicz (2016) dokonał analizy możliwości wykorzystania piasków z nadkładu złoża węgla brunatnego Legnica w charakterze podsadzki płynnej w kopalniach rud miedzi LGOM. Zdaniem autora potrzeba taka aktualnie nie istnieje, ale może okazać się istotne w sytuacji wyczerpania się zasobów tej kopaliny w eksploatowanym obecnie złożu Obora.

2.4. Piaski i żwiry czwartorzędowe

Czwartorzędowe piaski i żwiry zalegające w nadkładzie złoża Legnica są silnie zróżnicowane pod względem genetycznym i granulometrycznym. W przewadze są to utwory wodnolodowcowe. Prace geologiczno-poszukiwawcze prowadzone zarówno w obrębie złoża, jak i w jego bezpośrednim sąsiedztwie wykazały obecność tego typu kopaliny. Niektóre z wystąpień zostały udokumentowane. Należy do nich złożo Chróstonik, zlokalizowane w północno-zachodniej części złoża Legnica. Jego zasoby oszacowano na około 2,5 mln m³. Jednak jakość zalegającego w nim surowca nie zawsze jest wysoka z uwagi na znaczną zmienność granulometryczną, co może ograniczyć jego wykorzystanie.

W obrębie Pola Legnica Wschód zlokalizowano duże złoża kruszywa naturalnego żwirowo-piaskowego, o zasobach ocenianych na 292 617 tys. Mg (Bilans... 2017). Zalegający w nim surowiec charakteryzuje się dobrą jakością. Punkt piaskowy ma średnią wartość 52%, reprezentując tym samym wysoko wartościową odmianę surowca budowlanego.

Osady piaszczyste pochodzenia wodnolodowcowego udokumentowane w obrębie złoża Legnica będą mogły zostać wykorzystane jako materiał podsadzkowy w kopalniach. Zdaniem Downarowicza (2016) w tym samym charakterze będzie można stosować odpady pochodzące z przeróbki kruszywa naturalnego.

Podsumowanie

Stan rozpoznania surowcowego (złożowego) skał nadkładu złoża węgla brunatnego Legnica jest dalece niewystarczający. Jak dotąd nie były one obiektem szczegółowych i kompleksowych badań mogących wykazać ich przydatność. Istnieją jednak przesłanki, aby traktować je jako kopaliny towarzyszące. Mając na uwadze chociażby samą kubaturę skał nadkładu, szacowaną na 16,4 mld m³, konieczne jest podjęcie działań mających na celu nadanie im miana kopaliny towarzyszących. Zasoby ilów zalegających w nadkładzie i przewarstwiających pokłady węgla oceniane są na około 9 mld m³. Dla porównania w największym w kraju złożu ceramiki budowlanej Wola Rzędzińska udokumentowano około 40 mln m³ ilów, a wielkość zasobów tej kopaliny w całym województwie dolnośląskim wynosi około 800 mln m³. Przewiduje się, że ilość zdejmowanego rocznie nadkładu w złożu Legnica będzie wynosiła około 250 mln m³. Jest to więc ilość porównywalna do aktualnie zdejmowanego nadkładu we wszystkich eksploatowanych obecnie złożach węgla brunatnego. W sytuacji udostępnienia złoża Legnica konieczne będzie uruchomienie kilku poziomów eksploatacyjnych, co umożliwi racjonalne wykorzystanie kopaliny występujących w jego nadkładzie.

Planuje się, że kopaliny towarzyszące zalegające w złożu Legnica będą zarówno eksploatowane, jak i gromadzone w sposób selektywny. Utworzenie złóż antropogenicznych tych kopaliny zapewni możliwość ich wykorzystania przez kolejne dziesięciolecia po zakończeniu eksploatacji. Wariant ten stanowi przedmiot prac studialnych (Libicki i Tarasewicz 2005).

Praca powstała w ramach działalności statutowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN i Katedry Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH (nr 11.11.140.139) w 2017 roku.

Literatura

- Bilans zasobów złóż kopaliny w Polsce według stanu na 31.XII.2016 r. PIG-PIB, Warszawa 2017.
Chodak i in. 1979 – Chodak, T., Kollender-Szych, A., Bogda, A. i Wieczorek, A. 1979. Wstępne rozpoznanie składu minerałów ilastych nadkładu złoża węgla brunatnego Legnica. *Materiały z I Konferencji Mineralny i surowce ilaste*, s. 189–202.

- Downarowicz, S. 2016. Koncepcja gospodarki skojarzonej zagospodarowania złóż węgla brunatnego Legnica i złoża rud miedzi z monokliny przedsudeckiej z perspektywy minionego półwiecza. *Materiały konferencyjne „Przestrzenne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania złoża węgla brunatnego Legnica”*, s. 78–84.
- Ekspertyza Komitetu Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, 1982. Kompleksowe wykorzystanie i zagospodarowanie obszarów wydobywania węgla brunatnego w Polsce. Kraków.
- Jaroń i in. 1978 – Jaroń, L., Kondratowicz, A. i Żygar, J. 1978. Budowa geologiczna złóż węgla brunatnych Legnica i Ścinawa oraz perspektywy ich eksploatacji. *Przegląd Geologiczny* nr 10, s. 579–583.
- Kasiński i in. 2006 – Kasiński, J.R., Mazurek, S. i Piwocki, M. 2006. Waloryzacja i ranking złóż węgla brunatnego w Polsce. *Prace PIG* nr 187, s. 1–79.
- Kasiński, J.R. i Piwocki, M. 1994. Metoda ekonomiczno-geologiczna waloryzacji złóż węgla brunatnego. *Przegląd Geologiczny* nr 5, s. 346–350.
- Kasiński i in. 2016 – Kasiński, J.R., Saternus, A. i Urbański, P. 2016. *Koncepcja atlasu węgla brunatnego jako kryterium informacji geologiczno-geologicznych dla podejmowania decyzji inwestycyjnych*. Monografia „IX Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego”, s. 193–204.
- Libicki, J. i Tarasiewicz, Z. 2005. Węgiel brunatny, przyszłość województwa legnickiego w perspektywie XXI wieku. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* nr 79 *Konferencje*, s. 235–247.
- Maliszewski i in. 2016 – Maliszewski, M., Ślusarczyk, G. i Borowicz, A. 2016. Stan rozpoznania geologicznego złoża węgla brunatnego Legnica. *Materiały konferencyjne „Przestrzenne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania złoża węgla brunatnego Legnica”*, s. 5–10.
- Ney, R. red. 1984. *Określenie kolejności udostępnienia i kompleksowego wykorzystania złóż węgla brunatnego w Polsce*. Ekspertyza Komitetu Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN.
- Ratajczak, T. 1991. Studium geologiczno-mineralogiczne skał towarzyszących węglom brunatnym w niektórych złożach Polski. *Prace własne Instytutu Geologii i Surowców Mineralnych AGH* nr 29, s. 91.
- Ratajczak, T. i Hycnar, E. 2016. Problemy ekologiczno-geologiczne górnictwa węgla brunatnego wobec wyzwań prawodawstwa Unii Europejskiej. *Materiały konferencyjne „Przestrzenne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania złoża węgla brunatnego Legnica”*, s. 11–15.
- Ślusarczyk i in. 2006 – Ślusarczyk, G., Specylak-Skrzypecka, J. i Gądek, A. 2006. Perspektywiczne złoża węgla brunatnego Legnica. *Górnictwo odkrywkowe* roczn. XLVIII, nr 102, s. 190–191.
- Uberman, R. i Ostręga, A. 2008. Wykorzystanie metody Analitycznego Procesu Hierarchicznego dla waloryzacji (rankingu) polskich złóż węgla brunatnego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 24, z. 2/4, s. 74–95.
- Wojnicki, J. 1985. Naturalna promieniotwórczość osadów ilastych neogenu monokliny przedsudeckiej. *Materiały II Zjazdu Naukowego PTPNoZ, Drzonków*.