

ANTRACYT DOLNOŚLĄSKI – KOPALINA ZAPOMNIANA

THE LOWER SILESIAN ANTHRACITE – MINERAL ABANDONE

Jerzy Górecki, Edyta Sermet – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

W okresie likwidacji kopalń w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (DZW) udokumentowano w części złóż ZG Chrobry i ZG Victoria jedyne w Polsce złoża antracytu Wałbrzych-Gaj. Wykorzystując istniejącą infrastrukturę powierzchniową i wyrobiska podziemne, utworzono Zakład Wydobywczo-Przeróbczy Antracytu, który działał w latach 1994-1998. Po skreśleniu zasobów antracytu z krajowego bilansu, pozostawione w złożu zasoby w ilości około 46 mln ton zaliczono do resztkowych zasobów bilansowych węgla DZW.

Możliwe wydaje się zagospodarowanie nie udostępnionej i nie rozciętej do tej pory partii złoża przez nowy zakład górniczy. Antracyt, ta zapomniana dolnośląska kopalina o dużym i rosnącym znaczeniu surowcowym oraz wysokich cenach na rynku światowym, czeka na wykorzystanie w przyszłości.

Słowa kluczowe: Dolnośląskie Zagłębie węglowe (DZW), antracyt, możliwości zagospodarowania

During the liquidation of mines in the Lower Silesian Coal Basin (LSCB), the only Polish anthracite deposit, Wałbrzych-Gaj, was documented in part of the ZG Chrobry and ZG Victoria deposits. Using the existing surface infrastructure and underground workings, the Anthracite Mining and Processing Plant was established, which operated in the years 1994-to1998. After deleting the anthracite resources from the national balance, the resources left in the deposit, in the amount of about 46 million tonnes, were included in the residual balance resources of DZW coal. It seems possible to develop a part of the deposit that has not been made available and has not been shared so far by a new mining plant. Anthracite, this forgotten Lower Silesian mineral with the large and growing importance of raw materials and high prices on the world market, is waiting to be used in the future.

Keywords: Lower Silesian Coal Basin (LSCB), anthracite, development prospects

Wprowadzenie

W ostatniej dekadzie XX. wieku zaniechano wydobycia węgla kamiennych w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym (DZW). Kopalnie w rejonie Wałbrzycha i Nowej Rudy zostały postawione w stan likwidacji decyzjami rządowymi w końcu 1990 roku. Ta najbardziej restrykcyjna forma restrukturyzacji górnictwa węglowego była tłumaczona trwałym brakiem rentowności kopalń prowadzących eksploatację w trudnych warunkach geologiczno-górnicych.

Końcowym epizodem wielowiekowej historii eksploatacji w kopalniach wałbrzyjskich była działalność Zakładu Wydobywczo – Przeróbczego Antracytu (ZWPA) w latach 1994 – 1998 (rys. 1).

Ideę wykorzystania gospodarczego pokaźnych zasobów antracytu, pozostawionych w granicach części złóż likwidowanych KWK „Wałbrzych” i KWK „Victoria” podjęto na początku działań restrukturyzacyjnych w DZW, planując wydobycie tej cennej kopaliny, jej wzbogacanie i dystrybucję na rynki krajowe i zagraniczne. Ze względu na konieczność uporządkowania bazy zasobowej przyszłego zakładu i starania o uzyskanie koncesji na wydobywanie kopaliny w nowym obszarze górnicych niezbędne było opracowanie dokumentacji geologicznej złoża określonego jako złoża antracytu. Prace

dokumentacyjne poprzedzono opracowaniem projektu kryteriów bilansowości złóż antracytu (Nieć i in., 1993). Kryteria zostały zatwierdzone przez Ministra OŚZNiL i uznane jako definiujące złoża (Nieć [red.], 1994).

W wyniku udokumentowania złoża (Kożuchowicz, 1993) po raz pierwszy w polskiej praktyce dokumentowania złóż kopalni do państwowego bilansu zasobów trafiło złoża antracytu o kodzie złoża w systemie MIDAS AN 5735 – Wałbrzych-Gaj (Bilans zasobów..., 1993). Podkreślono zatem, że antracyt – ze względu na swoją wyraźną odmienność od innych paliw węglowych – powinien być bilansowany jako odrębna kopalina (a nie tylko jako węgiel typu 42). W złożu Wałbrzych-Gaj udokumentowano 49,3 mln ton zasobów bilansowych, w tym 5,4 mln ton w filarach ochronnych. Oprócz antracytu wykazano w obszarze udokumentowanym współwystępujące węgle koksowe (głównie typu 34, podrzędnie 37 i 35), węgle antracytowe (typu 41) oraz węgle chude (typu 38).

W okresie likwidacji kopalń dolnośląskich zmieniano zasady klasyfikacji zasobów pozostawionych w likwidowanych zakładach górniczych (Kicki i in., 1994). Decyzją Ministra OŚZNiL z roku 1998 zasoby antracytu zostały skreślone z krajowego bilansu złóż „z uwagi na likwidację kopalni” (Bilans zasobów ..., 1999), a w latach 1999 – 2010 były wykazywane jako zasoby pozabilansowe węgla kamiennych. Po dokonanej



Rys. 1. Koniec wydobycia antracytu w ZWPA (źródło: <https://walbrzych.naszemiasto.pl/walbrzych-21-lat-temu-w-stan-likwidacji-postawiono-ostatnia/ga/c2-5029206/zd/39720838>)

Fig. 1. The last day of anthracite mining in ZWPA (after: <https://walbrzych.naszemiasto.pl/walbrzych-21-lat-temu-w-stan-likwidacji-postawiono-ostatnia/ga/c2-5029206/zd/39720838>)

w roku 2011 na zlecenie Ministra Środowiska weryfikacji, większość zasobów siedmiu udokumentowanych złóż DZW figuruje jako bilansowe. W złożu Wałbrzych – Gaj pozostało niespełna 46 mln ton zasobów bilansowych, tj. około 11% zasobów DZW (Bilans zasobów..., 2021).

Właściwości i znaczenie surowcowe antracytu

Antracyt – z języka greckiego „anthrakitēs” czyli „podobny do węgla” – stanowi najwyższe ogniwo szeregu węglowego, utworzonego w procesie wzbogacania w pierwiastek C występującego w przyrodzie materiału organicznego. To skała organogeniczna, zbita i twarda (do 3,5 - 4 w skali Mohsa), o niskiej zawartości części lotnych, wilgoci i popiołu, o połysku szklistym, submetalicznym, gęstości właściwej 1,3 – 1,4 Mg/m³ i dużym przewodnictwie elektrycznym (rys. 2.). Odznacza się wysokim stopniem uwęglenia (rząd Antracyt), którego głównymi parametrami są zawartość pierwiastka C i współczynnik średniej refleksyjności wityritu (R°). według międzynarodowej normy ISO/DIS 11760 z roku 2004 (także PN-ISO 11760) antracyty dzielą się na trzy podrzędy: para-, orto- i metaantracyt o R° odpowiednio 2,01 – 3,00%, 3,01 – 4,00% i 4,01 – 6,00% (Wagner i in., 2008). W Polsce tradycyjny podział antracytów i węgla kamiennych o średnim stopniu uwęglenia zawarto w normie PN-82/G – 07002, w której antracyt jest węglem typu 42, węgiel antracytowy – typu 41, a metaantracyt – typem 43.

Jako najsilniej przeobrażona odmiana węgla kopalnego, antracyty mają zawartość pierwiastka C około 90 – 97%, maksymalną zawartość części lotnych V^{daf} 10%, wysokie ciepło spalania Q^{daf} do około 35MJ/kg i brak zdolności spiekania $RI^{\text{a}}=0$.



Rys. 2. Antracyt
Fig. 2. Anthracite

Do głównych czynników powodujących proces antracytyzacji węgla należą termiczne oddziaływanie wynikające z pograżenia (stopień geotermiczny) wspomagane ciepłem pochodzącym z wgłębnych intruzji oraz ciśnienie nadkładu wraz z naciskami tektonicznymi powodowanymi ruchami górotwórczymi.

Wymienione właściwości antracytu określają jego znaczenie surowcowe. Tradycyjnie głównym kierunkiem zastosowania była i pozostaje energetyka, szczególnie z uwagi na bardzo wysoką wartość opałową, przeważnie dla palenisk specjalnych oraz jako ekologicznie czyste paliwo bezdymne. Antracyt, dzięki dużej zawartości wityrnytu, jest dobrze brykietowalny mimo braku spiekalności. Stosowany jest także jako składnik paliw alternatywnych, mieszanych, wykorzystywanych np. przy przeróbce termicznej odpadów. Oprócz licznych zastosowań w energetyce, rośnie znaczenie antracytu w przemyśle metalurgicznym, gumowym, cukrowniczym itp. Dzięki wysokiemu przewodnictwu elektrycznemu jest stosowany w produkcji podzespołów typu diod, elektrod i kondensatorów. Ważną współcześnie dziedziną zastosowania antracytu jest produkcja wkładów filtrujących i uzdatniających wodę. Filtry antracytowe są wytrzymałe i trwałe, powodują skuteczne usuwanie żelaza i manganu oraz zawiesin (wyklarowanie wody pitnej).

Rozmieszczenie złóż i wydobycie antracytu na świecie

Największe złoża antracytu znajdują się w Azji, Ameryce Północnej i Europie, mniejsze i rzadziej rozmieszczone – na pozostałych kontynentach. Zasoby tych złóż stanowią około 1% światowych zasobów węgla. Wydobycie antracytu ma miejsce aktualnie w niewielu krajach, w Chinach (około $\frac{3}{4}$ światowego wydobycia), w Rosji, Ukrainie (Zagłębie Donieckie), Korei Północnej, RPA, Wietnamie, Australii, Kanadzie i USA.

Według danych International Energy Statistics roczne wydobycie wyniosło w 2020 roku 615 mln ton, a antracyt jest dwu- do trzykrotnie droższy od węgla innych typów.

(<https://www.eia.gov/energyexplained/coal/prices>).

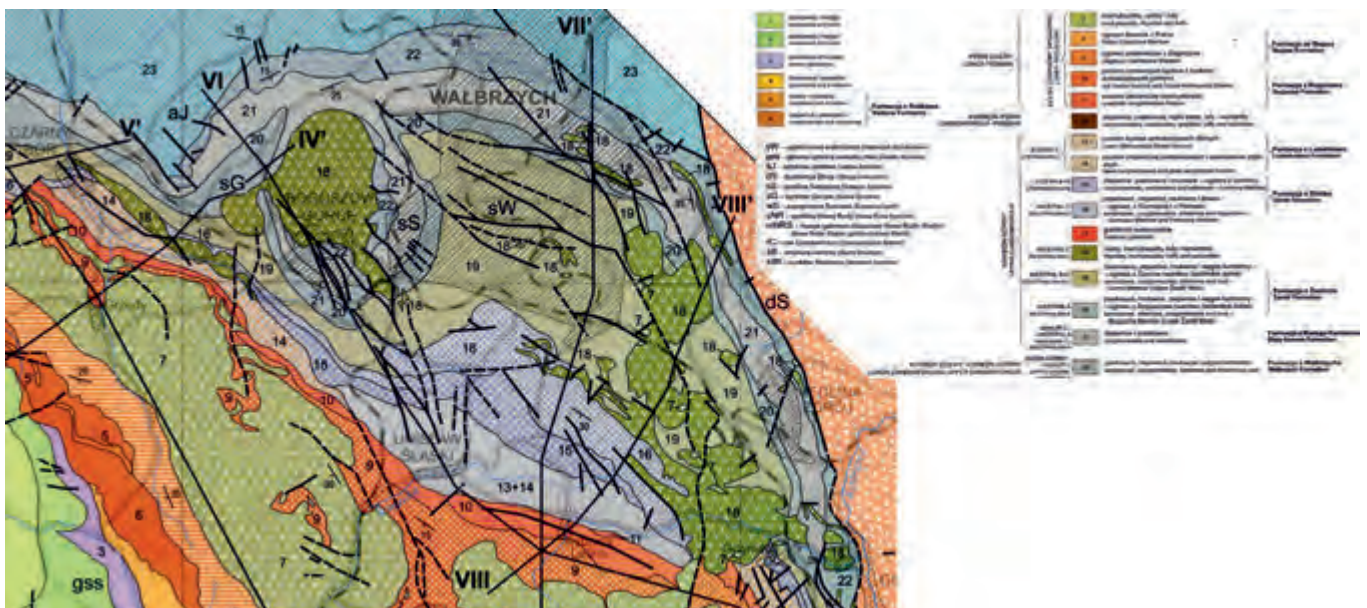
Największy przyrost udokumentowanych zasobów antracytu następuje w Chinach (m.in. Zagłębie Szansi), w Wietnamie, obu państwach koreańskich, także Australii (złoże West Nebo w synklinorium Queensland) i RPA. Wśród zagłębi północnoamerykańskich najważniejsze jest Zagłębie Pensylwanii i złoża kanadyjskie w prowincjach British Columbia i Alberta. Ciągłe znaczące są zasoby rosyjskie i ukraińskie (np. Kuzbas i Donbas). Europejskie złoża w Wielkiej Brytanii (NW część Zagłębia Południowej Walii), Niemczech (złoże Ibbenbueren w Zagłębiu Akwizgranu), Francji i Belgii mają już głównie znaczenie historyczne. W Polsce niewielkie wystąpienia antracytu znane są ze złóż węgla koksowych SW części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w kopalniach Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., a jedyne udokumentowane złożo antracytu Wałbrzych – Gaj w DZW pozostaje złożem, w którym wydobycia zaprzestano, a zakład górniczy zlikwidowano.

Pozycja geologiczna i budowa wewnętrzna złoża Wałbrzych – Gaj

Dolnośląskie Zagłębie Węglowe (DZW) jest zlokalizowane w północnej i północno-wschodniej części rozległej i głębokiej depresji (niecki) śródsudeckiej (Augustyniak, 1970; Bossowski, Ihnatowicz, 2006).

Depresja powstała w czasie ewolucji waryscyjskiego systemu geosynklinalnego. Podrzedną jednostką geologiczno-strukturalną depresji jest synklinorium wałbrzyskie (niecka wałbrzyska), podzielone intruzją ryolitową Chełmca (Kopułą Chełmca) na synklinę Sobięcina i synklinę Gorców.

DZW jest zagłębiem limniczno-fluwialnym, w którym depozycja węglonośnych utworów karbonu górnego nastąpiła w śródgórskich basenach sedymentacyjnych. Kompleks warstw produktywnych obejmuje – w podziale tradycyjnym (Bossowski, Ihnatowicz, 2006) – formację z Wałbrzycha (warstwy wałbrzyskie zwane produktywną serią spągową, najwyższy wizen, namur A i niższa część namuru B), praktycznie bezwęglową formację z Białego Kamienia (warstwy białokamińskie, namur C i westfal A) oraz formację z Żaclerza (warstwy żaclerskie



Rys. 3. Wycinek mapy geologicznej części depresji śródsudeckiej (wg Bossowski, Ihnatowicz, 2006)

Fig. 3. A section of the geological map of the part of the Intra-Sudetic depression (after Bossowski, Ihnatowicz, 2006)

zwane produktywną serią stropową, dolne, czyli ogniwo z Boguszowa – westfal A oraz górne, czyli ogniwo z Gorców – westfal B i C). W formacjach węglonośnych występują liczne pokłady i wkładki węgla – do 32 w warstwach wałbrzyjskich o numerach 680 – 651 oraz do 48 w warstwach żaclerskich o numerach 448 – 423 i 322 – 301, ale tylko kilkanaście z nich ma znaczenie przemysłowe. Rozciągłość warstw karbońskich w okolicy Wałbrzycha jest zmienna, najczęściej ma kierunek W – E i NW – SE, a upady w kierunkach S, SW i SE dochodzą na skrzydłach synklin do 20-30° (synklina Sobięcina) i 40-60° (synklina Gorców). Dominującym elementem strukturalnym całego obszaru są uskoki, w przewadze o „sudeckim” kierunku NW – SE, rzadziej NE – SW i równoleżnikowe, nie tylko normalne, ale często odwrócone, inwersyjno-przesuwcze, przesuwcze i nożycowe. Deformacje fałdowe występują rzadko. Duża intensywność przebudowy strukturalnej zagłębia, złożoność tektoniki i metamorfizm termiczny wywołany przez liczne intruzje skał magmowych (żyły pokładowe, dajki, kominy, lakolit Chełmca) spowodowały wzrost uwęglenia do antracytów włącznie.

Złoże antracytu Wałbrzych – Gaj występuje w zachodnim skrzydle synkliny Sobięcina (niecki sobięcińskiej), w południowej części obszaru złożowego dawnych kopalń węgla kamiennego w Wałbrzychu (Kožuchowicz, 1993; Blajda i in., 1994). Antracyt udokumentowano w 22 pokładach w obrębie formacji z Żaclerza z grupy 301 – 447 i formacji z Wałbrzycha 660 – 675. W obszarze udokumentowanym pokłady występują od głębokości 600 – 700 metrów.

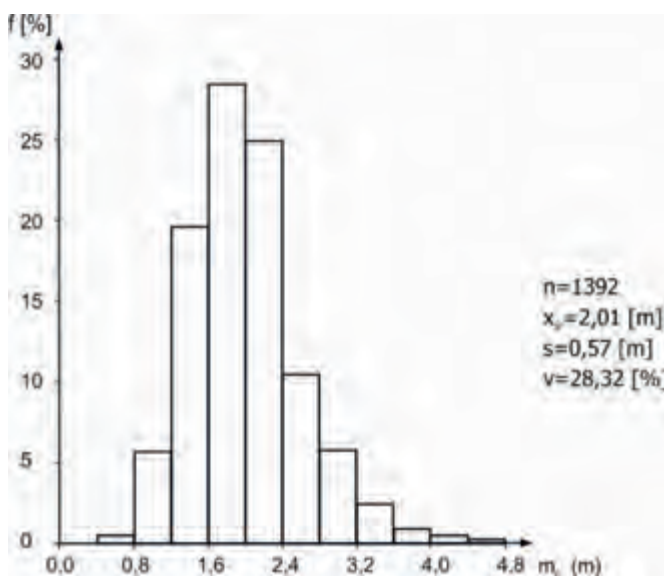
Rozciągłość i kąty upadu pokładów antracytu nie odbiegają od stwierdzonych w pozostałej części synklinorium wałbrzyjskiego. Złoże zapada w kierunku południowym, także SW i SE pod kątem nieprzekraczającym nigdzie 30°. Obszar złoża odznacza się bogatą tektoniką dysjunktywną, która zasadniczo wpływa na stopień komplikacji budowy złoża. Uskoki mają najczęściej kierunek NW – SE, a największe z nich stanowią granice dokumentowanego obszaru i dzielą zło-

że na trzy duże bloki eksploatacyjne. Przy zachodniej granicy złoża uskoki mają zrzuty 15 – 110 m w kierunku NE, a przy wschodniej – zrzucają utwory formacji z Żaclerza w sumie o około 200 metrów w kierunku SW. Dokumentowany obszar jest ponadto podzielony bardzo charakterystyczną dyslokacją równoleżnikową, tzw. „nasunięciem Zamkowej Góry” – uskokiem inwersyjno-przesuwczym o zrzucie 10 – 40 m w kierunku południowym. W części złoża rozciętej wyrobiskami górniczymi i objętej wcześniejszą eksploatacją stwierdzono wiele uskoków drobnych, „pokładowych”, o zrzutach do kilku metrów, komplikujących warunki wydobywania. Na utrudnienia geologiczno-górnictwa warunków wydobywania składają się także lokalna zmienność rozciągłości i kierunków zapadania pokładów, drobne intruzje oraz zagrożenia wyrzutami gazów i skał, a także zagrożenia gazowe (metan).

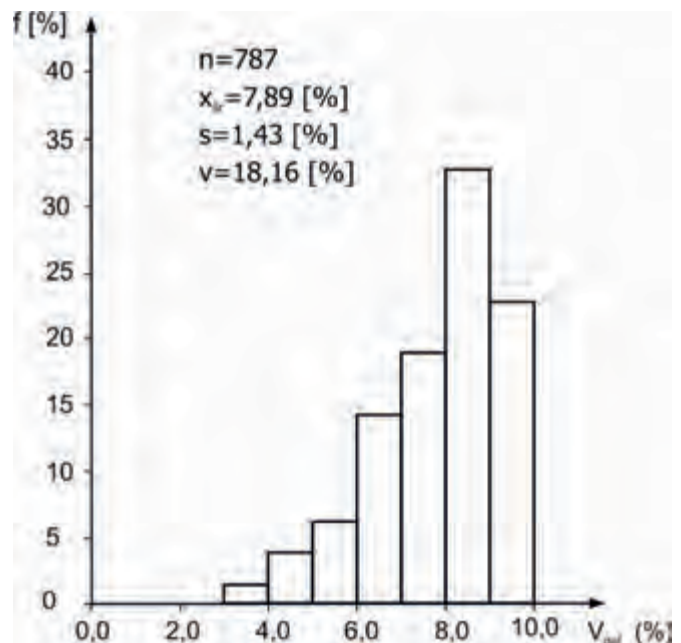
Korzystna jest charakterystyka miąższości i budowy wewnętrznej pokładów, zarówno w rejonach rozpoznanych tylko otworami z powierzchni jak i w miejscach objętych eksploatacją górniczą. Miąższość pokładów antracytu, według danych z wyrobisk górniczych, wynosi średnio 2,0 m – od 0,6 do 4,7 metra (rys. 4). Po uwzględnieniu danych z rozpoznania wiertniczego w kategorii C₂ do kryterialnej głębokości dokumentowania 1250 m średnia miąższość pokładów antracytu wynosi 1,9 m. W najbardziej zasobnych pięciu pokładach 436/437, 427, 672, 430 i 425 (prawie 60% zasobów bilansowych) średnie miąższości wynoszą odpowiednio około 2,2; 1,4; 1,7; 2,2 i 1,7 m, a współczynnik zmienności waha się od 19% w pokładzie 430 do 33% w pokładzie 672.

W całym obszarze udział przerostów w dokumentowanych pokładach wynosi około 10%, tak więc zarówno miąższość całkowita i użyteczna są parametrami dużej atrakcyjności technicznej złoża.

O jakości antracytu wałbrzyjskiego świadczy zawartość części lotnych V^{daf}. Według danych z prawie 800 próbek pokładowych średnia wartość tego parametru równa jest 7,9% (rys. 5), przy współczynniku zmienności około 18%.



Rys. 4. Rozkład miąższości całkowitej pokładów antracytu
- dane z wyrobisk górniczych (wg Blajda i in., 1994)
Fig. 4. Histogram of thickness of anthracite seams (after Blajda i in., 1994)



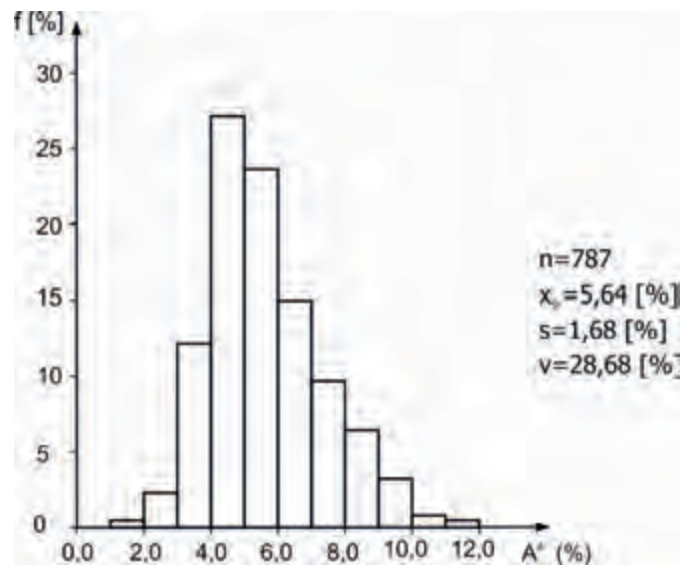
Rys. 5. Rozkład zawartości części lotnych (V^{daf}) w antracycie
- dane z otworów badawczych (wg Blajda i in., 1994)
Fig. 5. Histogram of volatile matter of anthracite (after Blajda i in., 1994)

Oznaczenia w próbkach pobranych z głębokich otworów rozpoznawczych wskazują jeszcze niższe wartości V^{daf} od 1,9 do 8,9%, średnio 4,3%, co świadczy nawet o występowaniu metaantracytu na większych głębokościach. Zawartość wilgoci W^a w próbkach pobranych z wyrobisk górniczych jest bardzo niska, nie przekracza na ogół 2–3%. Niska jest także zawartość siarki średnio 0,8–0,9%. Średnia zawartość popiołu A^a we wzbogaconych próbkach antracytu (próbki w stanie naturalnym zawierają także przerosty płonne) wynosi 5,6% (rys. 6). Ciepło spalania antracytu Q^{daf} osiąga wartości typowe dla antracytów dobrej jakości i wynosi około 35 MJ/kg.

Krótką historia zagospodarowania złoża antracytu

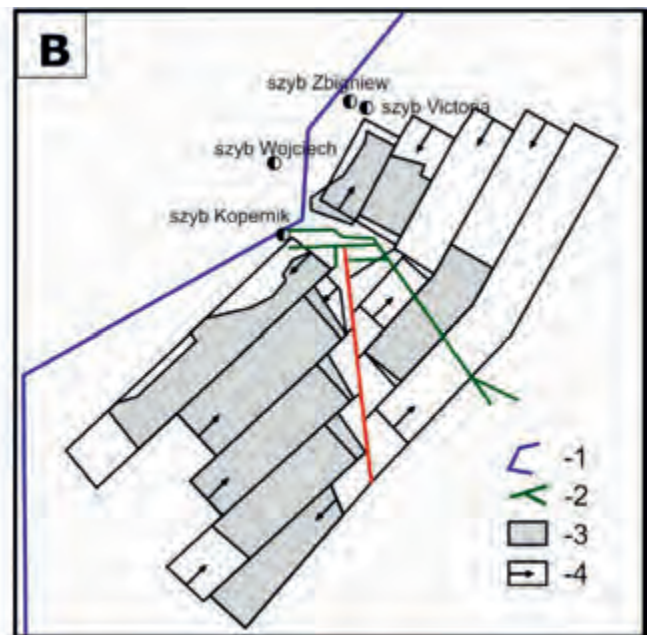
Trzy kopalnie wałbrzyskie – KWK „Wałbrzych”, KWK „Victoria” i KWK „Thorez” – postawiono w stan likwidacji z końcem 1990 roku, a w roku 1993 połączono je w wielozakładowe przedsiębiorstwo pod nazwą Wałbrzyskie Kopalnie Węgla Kamiennego (WKWK), w skład którego weszły ZG Chrobry, ZG Victoria i ZG Julia (Kowalski [red.], 2000).

W nawiązaniu do istniejącej infrastruktury powierzchniowej i sieci wyrobisk podziemnych w części obszaru ZG Chrobry i ZG Victoria, w roku 1994 rozpoczął działalność Zakład Wydobywczo-Przeróbczy Antracytu (ZWPA, początkowo Spółka z o.o., później S.A). Koncesji na wydobywanie antracytu udzielił Minister OŚZNiL, tworząc obszar górniczy o powierzchni około 15 km² dla jednoruchowego Zakładu Górniczego Chrobry II. Nowy zakład przejął od WKWK kilka szybów i około 40 km wyrobisk korytarzowych i po wykonaniu niezbędnych robót udostępniających i przygotowawczych rozpoczął eksploatację pokładu 672, w tak zwanym rejonie zachodnim kopalni, pomiędzy poziomami -200 m i -400 m, tj. na głębokości 650 m – do ponad 950 m. Planowaną i zrealizowaną eksploatację w nowym obszarze górniczym (OG Glinik) przedstawiono na rysunku 7. Po ośmiu latach przewidywanego wydobycia z pokładu 672 planowano podjąć wydobycie w pokładach 436/437 i 430,



Rys. 6. Rozkład zawartości popiołu (A^a) we wzbogaconych próbkach antracytu – dane z wyrobisk kopalnianych (wg Blajda i in., 1994)
Fig. 6. Histogram of ash content of anthracite (after Blajda i in., 1994)

w tzw. rejonie wschodnim. Większe, niż oczekiwano komplikacje tektoniczne (uskoki, ścienienie pokładu) ograniczyły żywotność rejonu wydobywczego do 4 lat. Spadek wydobywania spowodował, że spółka nie wypracowała zysków umożliwiających dokończenie robót udostępniających nowy, wschodni rejon wydobywczy. Wstrzymanie wydobywania nastąpiło 29 czerwca 1998 roku. W okresie działalności ZWPA wydobyto 776 tysięcy ton antracytu (Kowalski [red.], 2000). Po likwidacji i demontażu wyposażenia ścian i innych wyrobisk, z początkiem marca 1999 roku wyłączono pompownie głównego odwadniania, co oznaczało całkowite zatrzymanie ruchu w wałbrzyskiej części DZW. Likwidacja zakładu górniczego objęła także zbędne obiekty powierzchniowe w rejonie Chrobry i zasypanie szybów.



1 – granica OG Glinik, 2 – wyrobiska na poziomie -200, 3 – rejon wyeksploatowane, 4 – planowany zakres eksploatacji

1 – boundary of the Glinik mining area; 2- underground working at -200 level; 3 – robbed areas; 4 - planned range of exploitation

Rys. 7. Położenie (A) oraz plany i zakres dokonanej eksploatacji (B) kopalni antracytu Wałbrzych Gaj (OG Glinik ZWPA SA), według Kowalski [red.], 2000 (zmienione)
Fig. 7. Location (A), plans and scope of exploitation (B) of the Wałbrzych Gaj anthracite mine (after Kowalski [ed.], 2000; modified)

Podsumowanie

Antracyt był ostatnią kopaliną pozyskiwaną w kopalniach wałbrzyskich przed ich kompleksową likwidacją w końcu XX wieku. Kopalnie te dostarczyły, według dobrze udokumentowanej eksploatacji górniczej, za okres ostatnich 220 lat, około 410 mln ton węgla, w tym w okresie po II wojnie światowej – około 117 mln ton.

Po dokonanej eksploatacji i podczas likwidacji kopalń stwierdzono występowanie zjawisk, które wywołały negatywny wpływ na środowisko naturalne i zagrożenie przestrzenne Wałbrzycha i okolic. Odnotowano duże deformacje powierzchni terenu, rekonstrukcję zwierciadła wód karbońskiego poziomu wodonośnego i niebezpieczną migrację gazów złożowych CH₄ i CO₂ do przypowierzchniowej partii górotworu (Fischer i in., Kotarba i in., vide Kowalski [red.], 2000).

Pozostawienie w bilansie krajowym około 424 mln ton węgla w złożach dolnośląskich nie wyklucza teoretycznie szans ponownego ich zagospodarowania. Wydaje się jednak, że po fizycznym zlikwidowaniu kopalni, bez zachowania wyrobisk udostępniających, rozciętej do dużej głębokości ogromną ilością różnowiekowych wyrobisk i zatopionej, nie ma przesłanek przemawiających za ponownym podjęciem ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji. W bilansie powinny pozostać tylko zwarte partie zasobów, które mogłyby być

w przyszłości odrębnie zagospodarowane przez nowy zakład górniczy.

W ostatnich latach nastąpił umiarkowany wzrost zainteresowania złożami DZW w rejonie noworudzkim. Opracowano nowe dokumentacje geologiczne złóż i podjęto starania o wydobywanie węgla koksowych na niewielką skalę, ale do tej pory nie rozpoczęto wydobywania w terminie wyznaczonym koncesją. Wykluczono także sugestie niekonwencjonalnego wykorzystania resztkowych zasobów DZW w formie zastosowania technologii podziemnego zgazowania węgla (PZW), gdyż podstawowe kryteria przydatności tych węgla do PZW nie są spełnione (Sermet, Górecki, 2013; Sermet [red.], 2018).

Największe możliwości odrębnego udostępnienia i zagospodarowania dotyczą części złoża położonej na południe od nasunięcia Zamkowej Góry, udokumentowanej dotychczas w kategorii C₂. Zasoby najgrubszych pokładów warstw żalerskich 425, 427, 428/429, 430 i 436 wynoszą tam łącznie około 17,5 mln ton tylko do głębokości 1000 m (Kozuchowicz, 1993).

O przyszłości antracytu wałbrzyskiego zadecyduje w ostateczności wizja powrotu do złóż DZW oparta o przesłanki ekonomiczne.

Praca została zrealizowana w ramach subwencji nr 16.16.140.315 AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Literatura

- [1] Augustyniak K., 1970 – *Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Instytut Geologiczny, Warszawa
- [2] *Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 1992 r.* Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1993
- [3] *Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 1998 r.* Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1999
- [4] *Bilans zasobów kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2020 r.* Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2021
- [5] Blajda R., Górecki J., Kozuchowicz J., 1994 – *Złoże antracytu w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym*. Przegl. Geol. T. XLII, nr 7 (495), s. 548-552
- [6] Bossowski A., Ihnatowicz A., 2006 – *Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
- [7] Kicki J., Nieć M., Pytel J., Waclawski J., 1994 – *Zasady kwalifikacji zasobów pozostawionych w likwidowanych kopalniach*. Przegl. Geol. T. XLII, nr 7 (495), s. 559-563
- [8] Kowalski A. [red.], 2000 – *Praca zbiorowa pt. Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń*. Główny Instytut Górnictwa, Katowice
- [9] Kozuchowicz J., 1993 – *Dokumentacja geologiczna w kategorii A+B, C_p, C₂ złoża antracytu w Wałbrzychu*. Narodowe Archiwum Geologiczne, Warszawa
- [10] Nieć M. [red.], 1994 – *Zalecane kryteria bilansowości złóż kopalni*. MOŚZNiL – KZK, Warszawa
- [11] Nieć M., Blajda R., Górecki J., 1993 – *Projekt kryteriów bilansowości złóż antracytu*. Arch. KGZiG, AGH, Kraków
- [12] Sermet E., Górecki J., 2013 – *Resztkowe zasoby Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego – bez szans na podziemne zgazowanie?* Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, nr 85, s. 287-294
- [13] Sermet E. [red.], Nieć M., Chećko J., Górecki J., 2018 – *Baza zasobowa węgla kamiennego w Polsce dla podziemnego zgazowania*. Główny Instytut Górnictwa, Katowice
- [14] Wagner M., Lipiarski I., Misiak J., 2008 – *Atlas petrograficzny węgla brunatnego i węgla kamiennego z obszarów Polski*. Uczeln. Wyd. Nauk.-Dyd., AGH, Kraków
- [15] <https://en.wikipedia.org/wiki/Anthracite> (dostęp: 15 marzec 2022)
- [16] <https://walbrzych.naszemiasto.pl/walbrzych-21-lat-temu-w-stan-likwidacji-postawiono-ostatnia> (dostęp: 18 marzec 2022)
- [17] <https://www.eia.gov/energyexplained/coal/prices-and-outlook.php> (dostęp: 18 marzec 2022)