

Współpraca Katedry Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej Gliwice z Grupą Roboczą ds. Petrologii Węgla i Petrologii Organicznej – AKOP, TU Bergakademie Freiberg, Niemcy

Cooperation of the Chair of Applied Geology of Silesian University of Technology in Gliwice with the Working Group for Coal Petrology and Organic Petrology – AKOP, TU Bergakademie Freiberg, Germany)



Prof. dr hab. inż. Krystian Probiez
dr h.c. *)



Prof. dr. rer. nat. hab. Norbert
Volkmann **)



Dr hab. inż. Marek Marcisz *)

Treść: Przedstawiono zarys współpracy Katedry Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej z niemiecką Grupą Roboczą ds. Petrologii Węgla i Petrologii Organicznej (Arbeitsgemeinschaft für Organische Petrologie – AKOP), działającą przy TU Bergakademie Freiberg. W ramach tej współpracy zapoznawano się z budową geologiczną złóż torfu, węgla brunatnego, kamiennego oraz łupków bitumicznych Niemiec, Polski i Francji oraz problemami współczesnej petrologii węgla.

Abstract: This paper describes the cooperation of the Chair of Applied Geology of Silesian University of Technology Gliwice with the Working Group for Coal Petrology and Organic Petrology (AKOP, TU Bergakademie Freiberg, Germany). Within the framework of this cooperation it was possible to get acquainted with the geological structure of peat deposits, lignites, hard coals and bituminous shales of Germany, Poland and France, and the problems of modern petrology of coal.

Słowa kluczowe

węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf, petrologia węgla, Grupa Robocza ds. Petrologii Węgla i Petrologii Organicznej

Keywords

hard coal, lignite, peat, coal petrology, Working Group for Coal and Organic Petrology

Współpraca pracowników naukowych Katedry Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej w Gliwicach z niemiecką Grupą Roboczą ds. Petrologii Węgla i Petrologii Organicznej (*Arbeitsgemeinschaft für Organische Petrologie – AKOP*) działającą przy TU Bergakademie Freiberg, Niemcy trwa już ponad 15 lat. Formalnie współpracę tę podjęto w 2002 r., na spotkaniu w Clausthal, zaś aktywna współpraca rozpoczęła się w 2005 r. na sesji w Tybindze (<http://tu-freiberg.de/geo/brennstoff/forschung/akop-arbeitsgemeinschaft-fuer-organische-petrologie>).

Aktywną działalność AKOP można datować na 1948 r. Założycielami tej grupy roboczej były m.in. takie znakomito-

ści petrologii i przetwórstwa węgla jak: austriacki geolog prof. K.A. Jurasky (prof. TU Freiberg), dr F. L. Kühlwein (Essen), dr M. Teichmüller (Berlin) czy dr M. Th. Mackowsky (Essen), zaś w pracach AKOP uczestniczyła również prof. dr. Monika Wolf z RWTH Aachen. Obecny przewodniczącym jest prof. dr hab. Norbert Volkman z TU Bergakademie Freiberg. Posiedzenia AKOP odbywają się raz do roku (początkowo były to dwukrotne spotkania).

Grupa AKOP występowała pierwotnie pod nazwą Grupa Robocza Petrografii Węgla, a jej działalność związana była z wymianą doświadczeń, określeniem i ujednoczeniem definicji (pojęć) macerałów i mikrolitotypów oraz określeniem wspólnych, jednolitych wytycznych dla metod analitycznych w petrografii węgla. Jest oczywiste, że w miarę pojawiania się nowych technologii użytkowania węgla pojawiła się też nowa problematyka badawcza związana z innowacyjnymi technologiami jego uszlachetniania, m.in. określeniem

* Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Katedra Geologii Stosowanej, Gliwice

** Technische Universität Bergakademie, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau, Freiberg, Niemcy

przydatności różnych węgli do zgazowania i upłynniania. Ważnym wątkiem badawczym było podjęcie badań produktów i pozostałości procesowych termicznego uszlachetniania surowców energetycznych, jak również rozwój metod analitycznych stosowanych w petrologii węgla (m.in. uzupełnienie pomiarów właściwości optycznych oznaczeniami ilościowymi intensywności fluorescencji). Stosowano również wiedzę z zakresu petrologii węgla do rozwiązywania innych zagadnień geologicznych, np. w problematyce poszukiwań węglowodorów, tektoniki, jak również w zakresie ochrony środowiska, np. badania pyłów węglowych.

Od 1990 roku w posiedzeniach AKOP zaczęli brać udział także naukowcy z Niemiec „wschodnich” a od XXI w. w posiedzeniach AKOP uczestniczą także naukowcy z Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej (Probiez 2015). Lokalizację posiedzeń grupy roboczej AKOP z udziałem polskich naukowców przedstawia rys. 1.

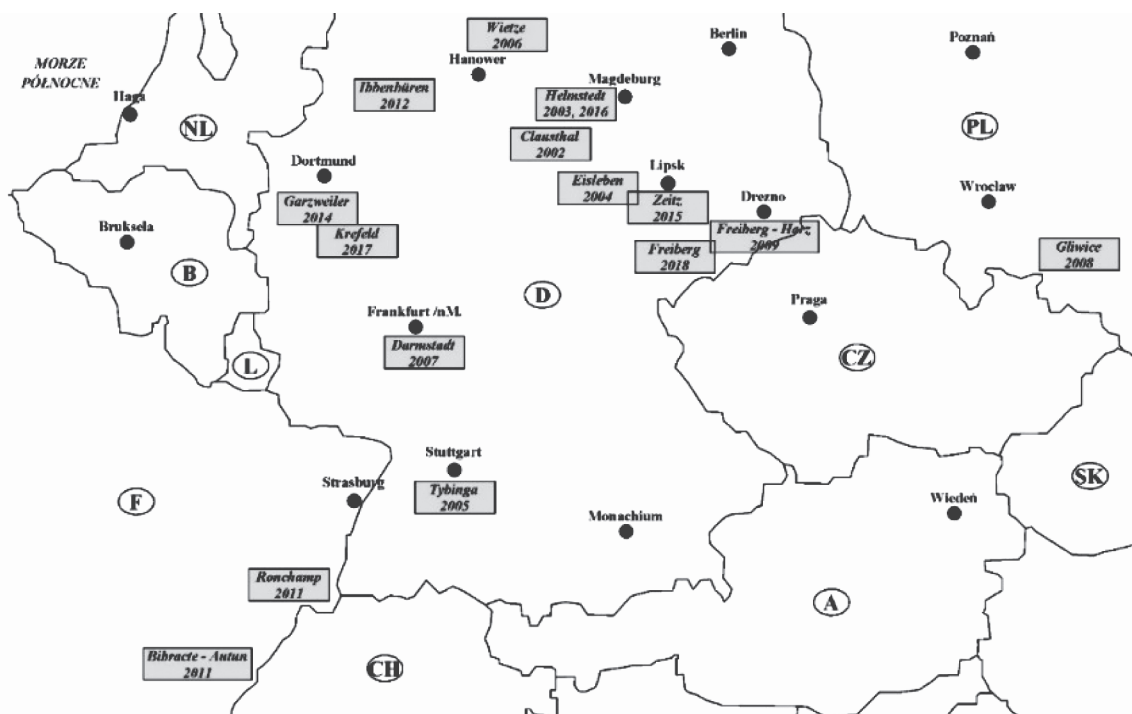
Wspólne pole działania, polskich i niemieckich badaczy, obejmuje zagadnienia związane m.in. z geologią górnictwem i złożową, geologią basenów węglonośnych (włącznie z występowaniem bituminów), petrologią węgla (genezą, metamorfizmem, budową petrograficzną węgla i organicznej substancji rozproszonej), monitoringiem jakości węgla w złożach i procesach przeróbki węgla, czystymi technologiami węglowymi, gospodarką zasobami surowców mineralnych, geotermiką i ziemskim polem ciepła oraz sozologią górnictwem.

Posiedzenia AKOP związane są każdorazowo z wyprawami terenowymi do ciekawych obszarów związanymi ze złożami węgla (torfy, węgle brunatne i kamienne, antracyty), jak i łupków bitumicznych. Staramy się również każdorazowo zapoznać z kulturą i historią regionu, w którym odbywa się posiedzenie, zwracając szczególną uwagę na tzw. *polonica*.

Przedstawiony przegląd tematyki poszczególnych posiedzeń jest dość swobodny, zarówno ze względu na zachowane materiały graficzne, jak i fakt opisu niektórych spotkań we wcześniejszych publikacjach (Borówka i in. 2012, 2014a, 2014b; Materiały ... 2005; Probiez 2012a, 2012b, 2012c; Probiez, Volkmann 2012; Probiez i in. 2015).

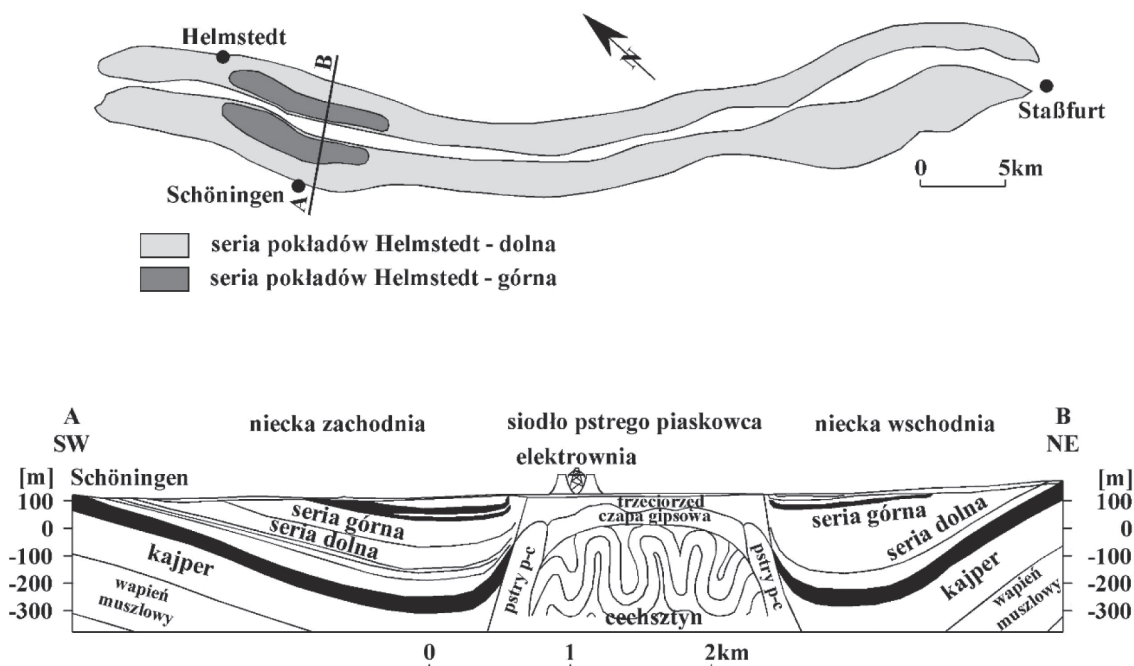
69. posiedzenie AKOP, pierwsze, na które otrzymaliśmy zaproszenie, odbyło się w Clausthal w 2002 r. Spotkanie odbyło się w Instytucie Geologii i Paleontologii TU Clausthal, uczelni, której tradycje sięgają 1775 r., zaś Akademię Górniczą założono w 1864 r., która stała się jedną z najbardziej znaczących uczelni w zakresie pozyskiwania i zagospodarowywania surowców mineralnych, zaś jej powstanie było związane z występowaniem bogatych złóż kruszców w górach Harzu. Referaty prelegentów dotyczyły m.in. „Petrologii węgla jako klucza do zrozumienia transportu szkodliwych składników w gruntach i osadach”, „Uwęglenia i składu substancji organicznej łupków miedzionośnych rejonu Mansfeldu jako przedmiotu zainteresowania publicznego”. Jeden z referatów dotyczący powstawania i opisu klasycznych torfowisk rejonu Harzu był zarazem wprowadzeniem do wycieczki terenowej. Należy zwrócić uwagę na występujące wokół miasta kanały, stawy i urządzenia wodne tworzące unikatowy system wodny Górnego Harzu. Te niezbadane kiedyś dla wydobycia i przetwórstwa rud obiekty tworzą dziś, razem z Kopalnią rud Zn-Pb w Rammelsbergu, obiekt znajdujący się na liście światowego dziedzictwa ludzkości UNESCO. W Clausthal, niegdyś górniczym miastem, znajduje się także największy drewniany kościół w Europie pw. Duchy św., zbudowany w latach 1639–1642.

Kolejne (70.) posiedzenie odbyło się w 2003 r. w Helmstedt i Morsleben (składowisko odpadów radioaktywnych), w pobliżu dawnej granicy RFN - NRD. Wycieczki terenowe obejmowały zwiedzanie odkrywek węgla brunatnego Helmstedt oraz Schoeningen (rys. 2). Znajdują się one w środkowoniemieckim obszarze występowania węgla brunatnego, rejon Helmstedt, w którym pierwszych złóż węgla brunatnego dokonano już w 1725 r. Obszar złożowy tworzą dwie niecki o osiach NW-SE. W złożowych utworach eocenu o grubości ok. 350 m znajdują się 2 serie: dolna z grubością pokładu do 12 m i górna z pokładem do 25 m grubości (Gabzdyl 1994). Niecki te są rozdzielone wysadem solnym (rys. 2), a ich łączne zasoby węgla osiągają wielkość 8 mld onMg, przy stosunku nadkładu do węgla N:W ~3:1.



Rys. 1. Posiedzenia grupy roboczej AKOP w latach 2002–2017 z udziałem polskich naukowców

Fig. 1. Sessions of the Working Group AKOP in years 2002–2017 with participation of the Polish scientists



Rys. 2. Przekrój przez rejon węgla brunatnego Helmstedt, wg Hausmann i in. 1985, uproszczony z (Volkmann 2003)

Fig. 2. Section across Helmstedt lignite region, acc. to Hausmann et al. 1985, simplified from (Volkmann 2003)

Czynna była jedynie odkrywka Schöningen z wydobyciem ok. 4,3 mln onMg/rocznie, eksploatująca dolną grupę pokładów (zlikwidowana w 2016 r.). Węgiel z tej odkrywki służył wyłącznie do zasilania pobliskiej elektrowni o mocy 380 MW (Volkmann 2003).

W 2004 r. spotkanie członków grupy AKOP odbyło się w Eisleben, położonym nieco ponad 30 km na zachód od Halle i znajdujące się u podnóża gór Harzu. Miasto zlokalizowane jest w centrum mansfeldskiej niecki miedzionośnej. W jej obrębie występują słynne cechsztynskie łupki miedzionośne, stanowiące przez ponad 800 lat (w 2000 r. świętowano rocznicę) podstawę eksploatacji i produkcji miedzi, a także licznych pierwiastków towarzyszących, m.in. Ag. W tej samej formacji miedzionośnej odkryto w latach 50. ubiegłego wieku na monoklinie przedsudeckiej w rejonie Lubinia i Głogowa jeszcze bogatsze złoża miedzi, występujące jednakże w znacznie korzystniejszych warunkach górniczo-geologicznych. W rejonie Eisleben grubość serii złożowej osiąga czasem jedynie 0,4 m, zaś wysokie zasolenie wód złożowych zdecydowało o niemal natychmiastowej, z chwilą zjednoczenia Niemiec, likwidacji wydobycia. Uczestnicy spotkania mieli okazję zwiedzać odkrywkę Amsdorf (ROMONTA GmbH) słynną z występowania węgla bitumicznych (widoczne jasne ławice i przewarstwienia). Eksploatowane są 2 pokłady węgla bitumicznych grubości 5 m i 18 m, zaś roczne wydobycie wynosi ~0,5 mln onMg. W latach 1922–1959 węgiel brunatny wydobywano metodą głębinową, wytwarzając z niego tzw. woski montanowe. Wygłoszone referaty dotyczyły m.in. budowy geologicznej złoża Amsdorf i funkcjonowania zakładu uszlachetnianiu węgla, a także ... basenu węglonośnego Leny w Jakucji. Eisleben jest miastem narodzin i śmierci Marcina Lutera, zaś w ub. roku obchodzono 500-lecie ogłoszenia 95 tez dających początek luteranizmowi.

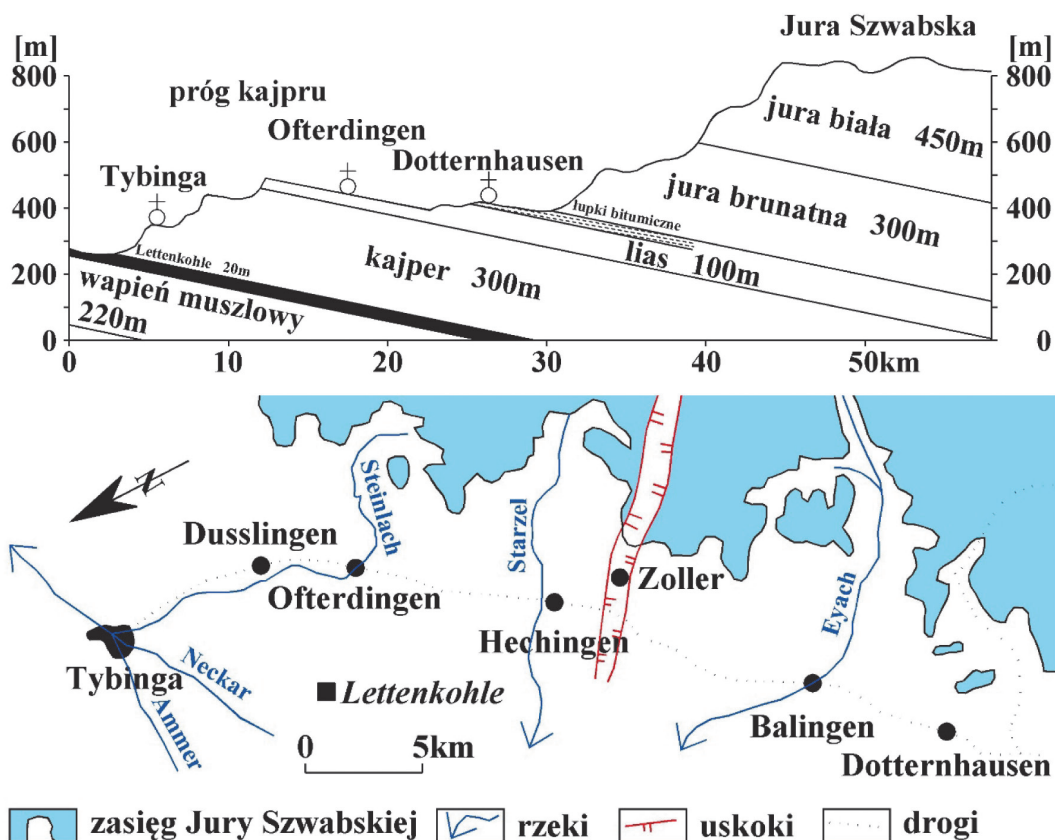
72. posiedzenia AKOP odbywało się w 2005 r. na Uniwersytecie Eberharda Karla w Tybindze, uczelni zało-

żonej w 1477 r. i zaliczanej obecnie do czołowej dziesiątki najlepszych uczelni niemieckich (*Eliteuniversität*). Z uczelni tej wywodzi się 11 noblistów (fizyka, chemia, medycyna). W 1966 r. kardynał Józef Ratzinger, późniejszy papież Benedykt XVI, został ustanowiony przewodniczącym wydziału teologii dogmatycznej na teże uczelni. Studentem tej uczelni był także znakomity astronom Jan Kepler, zwolennik teorii Kopernika. Pierwsza wzmianka o istnieniu Tybingi pojawiła się w 1078 r. zaś w latach 1945–1991 była miastem garnizonowym wojsk francuskich.

W Instytucie Nauk o Ziemi, gdzie odbywały się obrady, znajduje się wspaniała kolekcja paleontologiczna, którą mieliśmy okazję zwiedzić. Spośród referatów zwrócił uwagę dotyczący prac z zakresu petrologii organicznej, wykonywanych w BGR Hanower (Federalny Instytut Nauk o Ziemi i Zasobów Naturalnych), a także o roli petrologii organicznej w badaniach geoarcheologicznych. Wycieczki terenowe obejmowały problematykę geologiczną Jury Szwabskiej, a szczególnie liasowych bitumicznych łupków posidoniowych (rys. 3.) oraz tzw. *Lettenkohle*, tzn. ilowęgla, względnie łupkowatych węgla brunatnych występujących w iłach/łupkach. Są to triasowe utwory węglonośne z pogranicza wapienia muszlowego – środkowy trias i kajpru – późny trias. Zasięg występowania utworów Jury Szwabskiej wraz z przekrojem geologicznym południowej części Niemiec przedstawia rys. 4. Utwory jurajskie, wraz z charakterystycznym ostańcem – górą świadkiem Zoller, pokrywające podłoże triasowe przedstawia także fotografia (rys. 5). W Polsce takie utwory znane są z obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Klasyczny trójpodział triasu dotyczy jedynie Basenu Germańskiego, bowiem obecnie pstry piaskowiec, wapień muszlowy i kajper oznaczają jedynie jednostki litostratygraficzne, których granice nie są zgodne z podziałem międzynarodowym – GSSP (*Global Boundary Stratotype Section and Point*). Kajper jest, jak wiadomo, nieformalną jednostką stratygraficzną.



Rys. 3. Kamieniołom łupków posidoniowych bitumicznych Dotternhausen k. Tybingi w Jurze Szwabskiej
 Fig. 3. Quarry of Posidonia bituminous shales, Dotternhausen near Tübingen in Swabian Jura



Rys. 4. Schematyczny przekrój geologiczny przez utwory jurajskie i triasowe wraz z mapką zasięgu Jury Szwabskiej w południowych Niemczech, wg Kauffmana E.G. 1981, uproszczony z (Materiały ... 2005)

Fig. 4. Schematic geological section across Jurassic and Triassic formations with a map of Swabian Jura range in Southern Germany, acc. to Kauffman E.G. 1981, simplified from (Materiały... 2005)



Rys. 5. Góra–świadek Zoller (855 m n.p.m.) z zamkiem Hohenzollernów k. Tybingi – ostaniec jurajski na podłożu triasowym

Fig. 5. Outlier Zoller (855 m a.s.l.) with Hohenzollern's castle near Tübingen – Jurassic outlier on the Triassic basement

Kolejne spotkanie naszej grupy roboczej odbyło się w 2006 roku w Wietze k. Hanoweru na terenie muzeum ropy naftowej (rys. 6). Muzeum zaś zlokalizowano na obszarze dawnego złoża ropy naftowej, które w latach 1900–1920 dostarczało 80% krajowej produkcji. Ropa naftowa w tym złożu występowała na skrzydłach wysadu solnego w piaskach ropośnych utworów triasu-kredy. Specyfika tego złoża umożliwiła stosowanie, oprócz eksploatacji otworowej, również metodę ścianową, podobną do stosowanych w górnictwie węglowym (Probiez i in. 2015).



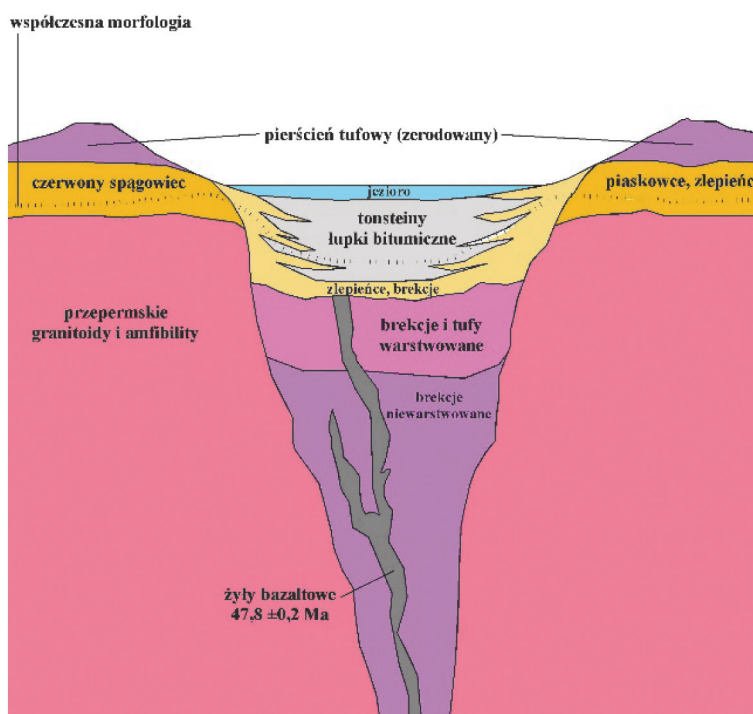
Rys. 6. Muzeum ropy naftowej Wietze k. Hanoweru
Fig. 6. German Oil Museum Wietze near Hanover

W 2007 r. odbyło się 74. posiedzenie AKOP, tym razem na TU Darmstadt, zaś sesja terenowa miała miejsce w dawnej kopalni odkrywkowej łupków bitumicznych Messel, znajdującej się na liście dziedzictwa kulturowego UNESCO i nazywanej kopalnią skamieniałości. Referaty wygłoszone na sesji dotyczyły m.in. węgla z zagłębia Mecsek (Węgry), studium uwęglania niskotemperaturowego węgla z Banat (Rumunia) oraz mikroskopowych (SEM) i organiczno-geochemicznych badań alg z kopalni Messel. Najważniejszym punktem programu było niewątpliwie zwiedzenie uniwersyteckiego muzeum paleontologicznego, eksponującego imponujące zbiory pochodzące z kopalni, jak i wreszcie odkrywkę Messel. Kopalnia skamieniałości w Messel to dawna odkrywka, w której wydobywano łupki bitumiczne (rys. 9). Jest to jedno z najbardziej znanych na świecie stanowisk paleontologicznych z doskonale zachowanymi skamieniałościami ssaków, ptaków, gadów, ryb, owadów i roślin z Eocenu (~47 mln lat). W złożu tym zachowało się bardzo dużo kompletnych okazów z piórami, a nawet zawartością żołądka (podobnie jak nasz nosorożec włochaty ze Staruni). Najslawniejszą skamieniałością wydobytą na terenie kopalni Messel są szczątki pierwotnego konia *Hyracotherium*, a także ssaka naczelnego *Notharctidae* i wymarłego ptaka *Messelornis*. Łupki bitumiczne tego złoża mają ok. 130 m grubości i spoczywają na piaskowcach czerwonego spągowca (rys. 7). Złożę Messel znajduje się w obrębie maaru (rodzaj wulkanu), wypełnionego niegdyś wodą (rys. 8). Doskonały stan zachowania skamieniałości wynika z faktu, że wody górnej części jeziora zapewniały dogodne warunki do życia, zaś dennie wody ubogie w tlen sprzyjały procesowi konserwacji obumarłych szczątków. Oprócz łupków bitumicznych w Messel wydobywano także węgiel brunatny i rudy Fe.

75. posiedzenie AKOP, które odbyło się w 2008 r. na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach gdzie byli witani przez prorektora Politechniki Śląskiej, prof. dr. hab. inż. Mariana Dolipskiego i dziekana wydziału prof. dr. hab. inż. Krystiana Probiez (rys. 9), przeszło do historii, bowiem było to pierwsze posiedzenie poza granicami Niemiec. Była to również doskonała okazja do zaprezentowania dorobku pracowników Instytutu Geologii Stosowanej w zakresie petrologii węgla i geologii Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W ramach posiedzenia zaoferowano gościom wizytę w Zabytkowej Kopalni Węgla



Rys. 7. Wychodnia łupków bitumicznych w odkrywce Messel k. Darmstadt
Fig. 7. Outcrop of bituminous shales in strip mine Messel near Darmstadt



Rys. 8. Przekrój przez maar Messel (wg tablicy informacyjnej w Hessisches Landesmuseum Darmstadt)

Fig. 8. Section across Messel Pit Fossil Site maar (acc. To the infoboard in Hessisches Landesmuseum Darmstadt)

Guido w Zabrze, zwiedzanie Kopalni Soli Wieliczka (rys. 10) połączone ze zwiedzaniem Krakowa i zjazdem do Kopalni Węgla Kamiennego Staszic w Katowicach (rys. 11), zaś po szychcie zaproponowano zwiedzenie Tyskiego Browarium.

W 2009 r. spotkanie AKOP odbyło się we Freibergu, którego początki sięgają XII w., zaś miasto swoje bogactwo zawdzięcza licznym (>1100) hydrotermalnym żyłowym złożom rud Zn-Pb ze srebrem. Uczelnia we Freibergu – TU Bergakademie jest najstarszą uczelnią górniczą na świecie, a założona została w 1765 r. Najbardziej znanym wykładowcą tej uczelni (1775–1787) był urodzony w Osiecznicy k. Bolesławca Abraham Gottlob Werner, twórca podstaw geo-

logii – nazywanej wówczas geognozją. Wyznawał on teorię neptunizmu zakładającą powstanie skał poprzez krystalizację w środowisku wodnym, co jak dzisiaj wiemy jest jedynie częściowo słuszne. Stworzył także podstawy systematyki minerałów w oparciu o ich cechy zewnętrzne. Jedną z największych atrakcji Freiberga jest niewątpliwie fantastyczna kolekcja mineralogiczna, którą zwiedziliśmy w muzeum na zamku Freudenstein. Atrakcje geoturystyczne Freiberga opisano już w kilku publikacjach (Probierz 2012a, 2012b, 2012c; Probierz, Volkman 2012). W wycieczkach terenowych szczególną uwagę poświęcono torfowiskom wysokim górnej partii Gór Kruszcowych (Erzgebirge), m.in. torfowisko



Rys. 9. Władze dziekańskie i rektorskie witają uczestników AKOP

Fig. 9. Dean and Chancellor authorities welcome AKOP fellows



Rys. 10. Pamiątkowe zdjęcie w podziemiach zabytkowej Kopalni Soli w Wieliczce (2008)

Fig. 10. Commemorative photo in underground of Wieliczka Monumental Salt Mine (2008)



Rys. 11. Po wyjeździe „z dołu” KWK Staszic, Katowice 2008

Fig. 11. After run from underground, Staszic Coal Mine, Katowice 2008

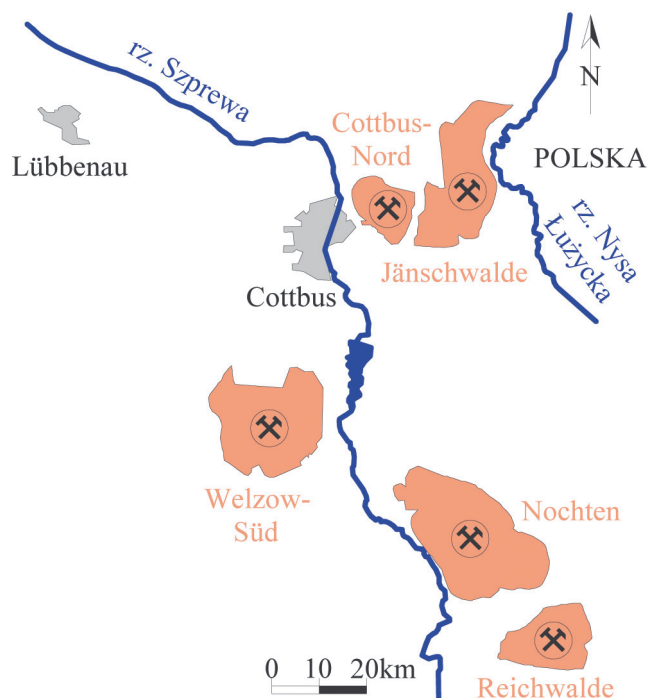


Rys. 12. Pracownicy Instytutu Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej na sesji terenowej na torfowiskach na Górze Svatého Šebestiána na pograniczu Niemiec i Republiki Czeskiej, 2009 (fot. z arch. B. Borówki)

Fig. 12. Researchers of the Institute of Applied Geology of Silesian University of Technology on field session on the peat bog on Svatý Šebestián Mountain at the borderland of Germany and the Czech Republic, 2009 (photo from archive of B. Borówka)

na Górze Svatého Šebestiána (rys. 12), gdzie obserwowano także eksploatację torfu. Ciekawym punktem wyprawy było również zwiedzanie kamieniołomu serpentynitu w Zöblitz. Wyroby z tej skały, znane w Europie, są wdzięcznym obiektem do wyrobów artystycznych, a nawet dzieł sztuki oraz obiektów architektonicznych.

W 2010 r. spotkanie naszej grupy roboczej odbyło się w Lübbenau, na Łużycach, i dotyczyło wydobywania oraz przetwórstwa węgla brunatnych. W obszarze, który zwiedzaliśmy, znajduje się kilka aktywnych kopalń odkrywkowych węgla brunatnego, spośród których dokładnie zwiedziliśmy odkrywkę Welzow-Süd (rys. 13).



Rys. 13. Szkic odkrywek rejonu Łużyc, wg Steinhuber U., Mücklausch G. 2002, uproszczone z (Borówka i in. 2012)

Fig. 13. Sketch of strip mines of Lusatia region, acc. to Steinhuber U., Mücklausch G. 2002, simplified from (Borówka et al. 2012)

Węgiel ze złoża Welzow-Süd przetwarzany jest m.in. w nowoczesnej brykietowni, którą także mieliśmy okazję zwiedzać. Ważnym punktem programu było zwiedzanie, również na łodziach, Spreewaldu (rezerwat biosfery UNESCO), położonego na terenie Dolnych Łużyc, przy autostradzie do Berlina. Głównym miastem regionu, którego powierzchnia wynosi >3 tys. km² jest Lübben (w jęz. dolnołużyckim Lubin, co oznacza błota). Ten specyficzny krajobraz rzeczno-dolinowy zawdzięcza swą genezę ostatniemu zlodowaceni, a nazywany jest także „krajem wielbicieli ogórka”, w której zlokalizowano muzeum ogórka. Zapamiętaliśmy do dzisiaj specyficzny smak ogórków *Spreewald Gurken* oraz przejażdżki łodziami na licznych kanałach (Borówka i in. 2012, 2014a, 2014b).

Drugie zagraniczne spotkanie AKOP odbyło się w 2011 r. we Francji: Ronchamp i Autun. Była to niezwykle intensywna i pracowita sesja ze względu chociażby na zwiedzanie dwóch dość odległych od siebie zagłębi węglowych. W pierwszej kolejności zapoznaliśmy się z budową geologiczną limniczno-basenu węglonośnego Ronchamp-Champagney (*Bassin minier de Ronchamp et Champagney*), zlokalizowanego na południowym przedpolu Wogeżów (wschodnia Francja), który przechodzi łagodnie w Bramę Burgundzką. Prowadzono eksploatację zasadniczo 2 pokładów węgla o miąższości 0,4–3,0 m, początkowo sztolniami (rys. 14), od licznych wychodni w okolicy (rys. 15), a następnie szybami (łącznie ok. 25), z których szyb *puits Arthur-de-Buyer* osiągnął 1010 m gł. i był najgłębszym we Francji. Pokłady węgla występują w górn-

karbońskich warstwach stefanu (Gabzdyl 1994), przykrytych konglomeratami autunu (przejściowe grn. karbon/pern) oraz utworami piaszczysto-ilastymi triasowego pstrego piaskowca oraz formacją fluwioglacjalną czwartorzędu. Węgiel eksploatowano nieco ponad 200 lat, do 1958 r. W latach rozkwitu zatrudniano >1500 górników pracujących w bardzo trudnych warunkach (m.in. temperatura na 1000 m wynosiła 47 °C, zagrożenie pożarowe, metanowe), co powodowało częste katastrofy, m.in. w 1859 i 1886 r. Jakość węgla pozwalała je zaliczyć do koksowych $\sim 23\%$ V^{daf}, ciepło spalania $\sim 33,5$ MJ/kg, jednakże spożytkowano je w pobliskiej elektrowni należącej do koncernu EdF. Węgiel był silnie spirytyzowany. W latach 20. ubiegłego wieku w kopalniach pracowało wielu Polaków, którzy przynosząc swoje obyczaje wywarli piętno na lokalnej kulturze, np. obchody święta górników (*La Sainte Barbe Polonaise*). Polska imigracja organizowała się w towarzystwa społeczne i kulturowe, np. związki górników, sokolskie etc., co zostawiło także ślad w muzeum górnictwa w Ronchamp (rys. 16 i 17). W muzeum znajduje się ciekawa kolekcja lamp górniczych. Pamiątką po górnictwie w Ronchamp jest również zabytkowy nieczynny szyb kopalni „Sainte Marie” o konstrukcji betonowej (gł. 359 m), używany w latach 1866-1958 jako wydechowy (rys. 18). Dla upamiętnienia górnictwa w zagłębiu Ronchamp w parku stworzono instalację z miniaturowymi wszystkimi szybów. Wielką atrakcją górnictwa niegdyś miasteczka jest także ikona architektury, żelbetowa, monolityczna kaplica Notre Dame du Haut zaprojektowana przez światowej sławy architekta Le Corbusiera i zbudowana w latach 1950–1955 (rys. 19).



Rys. 14. Ronchamp – sztolnia dawnej kopalni – Galerie 780

Fig. 14. Ronchamp – adit of old mine – Galerie 780



Rys. 15. Wychodnia stefañskiego pokładu węgla w zagłębiu Ronchamp (Francja)

Fig. 15. Outcrop of Stephanian coal seam in Ronchamp coal basin (France)



Rys. 16. Ronchamp – muzeum górnictwa, kącik polski
 Fig. 16. Ronchamp – mining museum, Polish corner



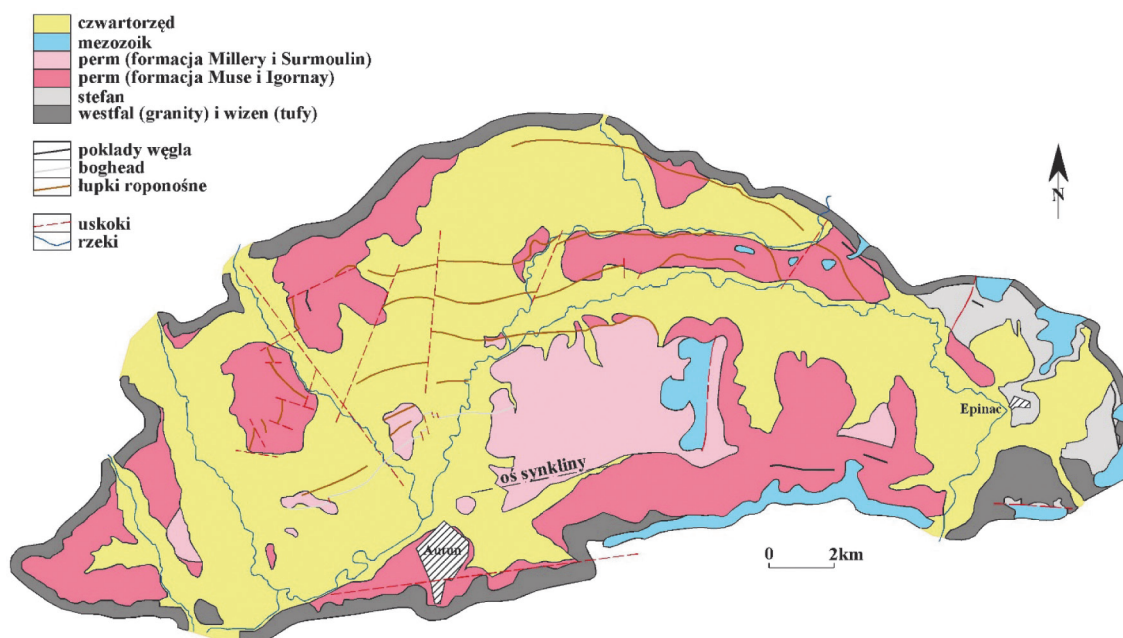
Rys. 17. Ronchamp – muzeum górnictwa, sztandar polskich górników z 1923 r.
 Fig. 17. Ronchamp – mining museum, flag of Polish miners from 1923 year



Rys. 18. Ronchamp – szyb św. Marii (Puits Sainte-Marie), głębokość 359 m
 Fig. 18. Ronchamp – St. Mary's shaft (Puits Sainte-Marie) 359 m deep



Rys. 19. Ronchamp – kaplica Notre Dame du Haut zaprojektowana przez Le Corbusiera
 Fig. 19. Roman Catholic chapel Notre Dame du Haut in Ronchamp designed by Le Corbusier



Rys. 20. Szkic budowy geologicznej stefiańsko–permjskiego zagłębia węglowego Autun-Epinac, wg G. Gand et al. 2007, uproszczony

Fig. 20. Sketch of geological structure of Stephanian-Permian Autun-Epinac coal basin, acc. to G. Gand et al. 2007, simplified

Wprowadzenie do poznania zagłębia Autun-Epinac dokonano w *Museum d'Histoire Naturelle* w Autun. Zagłębie to jest jednym z ponad 40 zlokalizowanych w obrębie Masywu Centralnego. Znajduje się ono w północnej części Masywu Centralnego i obejmuje osady środkowego stefanu (Gabzdyl 1994). Tworzy wydłużoną w kierunku SWW-NEE nieckę o powierzchni $\sim 240 \text{ km}^2$ (rys. 20).

W rejonie Epinac, na wschodzie, dominują utwory stefanu, zaś w okolicy miasta Autun permstefiańskie serie autunu. Węglonośne utwory to głównie łupki boghedowe i węgle boghedowe, tworzące 3 pokłady o grubości 1,5–3,0 m każdy oraz łupki bitumiczne (rys. 21), wieku zarówno górnokarbońskiego, jak i dolnopermjskiego. Z węgla tych można uzyskać do 7% surowego oleju, co w latach 1840–1957 stanowiło podstawę tutejszego przemysłu przetwórczego *le pétrole Autunois*. Paliwo do silników spalinowych było oczywiście przydatne po destylacji i rafinacji. Od lat 20. ubiegłego wieku, podobnie jak w Ronchamp, zanotowano dużą imigrację pracowników z Polski, zaś w latach II wojny światowej zna-

cząco zwiększono wielkość wydobycia łupków i produkcję paliw płynnych w rejonie Epinac. Do dziś pozostała tu wieża szybowa szybu Hottinguer, typu Malakof (nazwa pochodzi od fortu Malakof k. Sewastopola) z czasów wojny krymskiej 1853–1856, konstrukcja murowana, rozpowszechniona także w zagłębiu Ruhry, stanowiąca obiekt zabytkowy (rys. 22). Parę słów o pięknym i pełnym zabytków miasteczku Autun, w którym kwaterowaliśmy. Otóż jego antyczna nazwa brzmi *Augustodunum* i zostało założone na przełomie starej i nowej ery w czasach cesarza Augusta. Tutaj uczył się do szkoły średniej Cesarz Francji Napoleon Bonaparte. Zwiedziliśmy również Bibracte położone niedaleko Autun. Jest to ufortyfikowane celtyckie – galijskie obozowisko zwane *oppidum*, położone na wzgórzu Mont Beuvray. Spożyliśmy także galijski posiłek. W 58 r. p.n.e., w bitwie którą tutaj stoczył Juliusz Cezar, jego 6 legionów (~ 30 tys. żołnierzy) pokonało 70 tys. zbrojnych Helwetów, wybijając następnie większość z 300 tys. wędrujących na zachód nieuzbrojonych osadników i ich rodziny (epizod z wojny galijskiej).



Rys. 21. Zagłębie Autun-Epinac – wychodnia boghedów i łupków boghedowych St. Leger du Bois

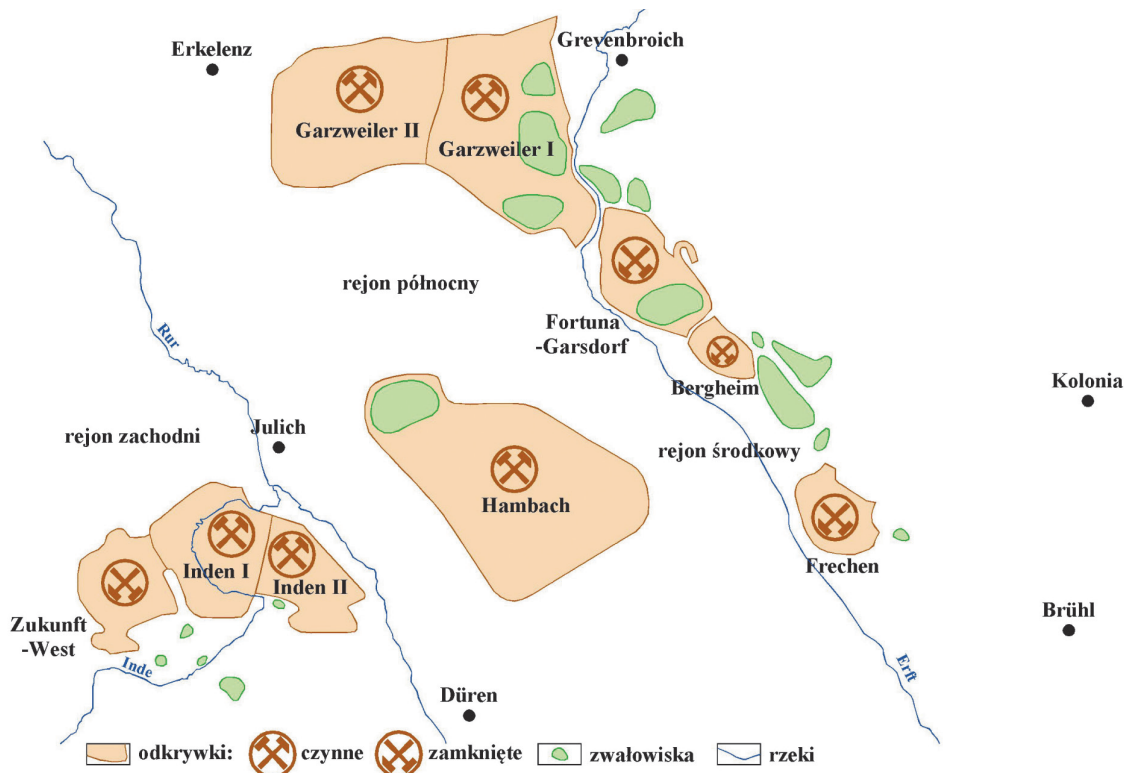
Fig. 21. Autun-Epinac Coal Basin – outcrop of boghead coals and oil shales St. Leger du Bois



Rys. 22. Epinac – szymb puits Hottinguer, gl. 558 m, z wieżą szymbową typu Malakof
 Fig. 22. Epinac – shaft puits Hottinguer, 558 m. deep with Malakof type headframe

W 2012 r. grupa robocza AKOP obradowała w kopalni Ibbenbüren (zagłębie Osnabrück). Utwory węglonośne tworzą tu zręb o wymiarach ~14 x 5 km, pokryty utworami kredy i trzeciorzędu. Otoczony on jest utworami permскими, w których stwierdzono przejawy mineralizacji rudnej (niegdys ekspluatowane). Seria węglonośna (westfal B, C, D) zawiera do 55 pokładów węgla o łącznej miąższości 30 m, z czego 20 to pokłady >1 m grubości (Gabzdyl 1994). Węgiel w złożu ma charakter antracytów <10% V^{daf}, zaś jego uwęglenie wynika z obecności w pobliżu złoża ciała intruzywnego – gabroidowy pluton o charakterze lakkolitu Bramsche

Massiv. Obecnie ksploatacja prowadzona w polu wschodnim, osiągnęła głębokość ok. 1600 m (jeden z najgłębszych szymbów w Europie). System eksploatacji to ścianowy na zawał, ze ścianami o długości 200–300 m i z zastosowaniem strugów węglowych. Strug węglowy wynaleziono i zastosowano w tutejszej kopalni Oeynhausien, podczas II wojny światowej. Roczne wydobyte wyniosło ~1,0 mln onMg, zaś łącznie od XVI w., wydobyto ponad 120 mln onMg węgla. Węgiel ze złoża Ibbenbüren jest stosowany niemal wyłącznie do zasilania pobliskiej elektrowni (840 MW). Jest możliwym, że eksploatacja węgla potrwa jedynie do 2018 r., bowiem roboty przygotowawcze zakończono w marcu 2017 r.



Rys. 23. Odkrywki węgla brunatnego i zwałowiska w Dolnoreńskim Zagłębiu Węgla Brunatnego
 Fig. 23. Lignite mine strips and dumps in Lower Rhine lignite mining area



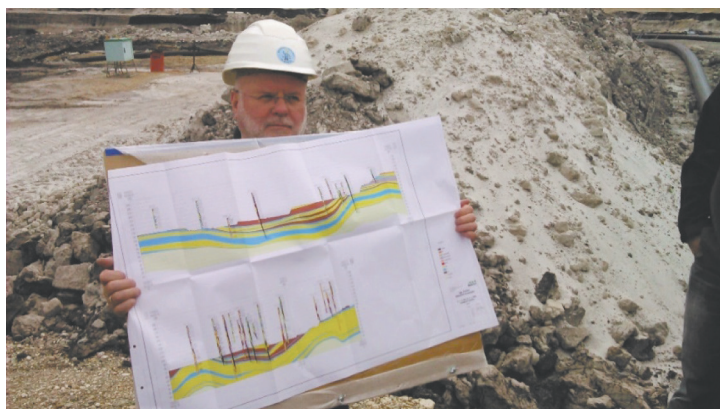
Rys. 24. Odkrywka Garzweiler
Fig. 24. Garzweiler strip mine

Zagłębie Dolnorońskie Węgla Brunatnego (rys. 23) było miejscem spotkania AKOP w 2014 r. Trzeciorzędowy profil utworów węglonośnych w tym zagłębiu dochodzi do 1300 m, zaś pokłady węgla osiągają miąższość do 100 m (Gabzdyl 1994). Szczegółowo poznaliśmy odkrywkę Garzweiler (rys. 24) i elektrownię opalaną węglem z tej odkrywki Niederaußem (RWE Power) o mocy 3400 MW, w której znajduje się najwyższa w Niemczech chłodnia kominowa o wysokości 200 m. Odkrywka Garzweiler, o gł. 250 m, zlokalizowana jest na pow. 31 km² i produkuje rocznie 30–40 mln onMg węgla brunatnego. Roczna objętość zdejmowanego nadkładu wynosi 175–225 mln m³ przy współczynniku N:W 4,7:1. W odkrywce, której początki sięgają 1940 r., eksploatowano pokłady Garzweiler i Morken o grubości 9–11 m. Zasoby węgla brunatnego szacowane są na 1,3 mld onMg.

W 2015 roku spotkanie grupy roboczej AKOP odbyło się w mieście Zeitz i pobliskiej odkrywce węgla brunatnego Profen (rys. 25). Znajduje się ona w obrębie środkowoniemieckiego obszaru występowania węgla brunatnego (Querfurt-Bitterfeld na północy i Zeitz-Altenburg na południu), w którym utwory węglonośne wypełniają obniżenia morfologiczne w górnopermskim i dolnotriasowym podłożu (Gabzdyl 1994). Odkrywka Profen wchodzi w skład zagłębia Białej Elstery. W formacji węglonośnej obejmującej głównie utwory eocenu występują 3 pokłady: górny (Böhlener), główny (turyngski) i

dolny (saksońsko-turyngski). Charakterystyczną cechą złoża jest występowanie w węglach brunatnych kopalnych żywic (bursztynu). Odkrywka jest czynna od 1941 r., a zasoby >1 mld onMg, przy rocznym wydobyciu 8 mln Mg/r, pozwalają na jej funkcjonowanie do 2040 r. Z węgla brunatnego produkowane są w pobliskich zakładach MIBRAG brykiety oraz pył węglowy (o konsystencji cieczy i wartości opałowej 23 MJ/kg). Obecnie zakład wydobywczy jest pod kontrolą kapitału czeskiego (wł. Daniel Křetínski, Energetický a Průmyslový Holding) i zasila czeską elektrownię Opatowice k. Hradec Kralove.

Koniecznym należy parę uwag poświęcić miastu Zeitz (po słowiańsku Žycz), o którym pisemna notatka pojawia się w 967 r. Dotyczy ona erygowania biskupstwa celem nawracania na chrześcijaństwo mieszkających tu słowiańskich osadników. W latach 1002–1004, a więc za czasów Bolesława Chrobrego, miasto znajdowało się w granicach państwa polskiego. W 1555 r. w katedrze Zeitz pochowano Georgiusa Agricolę dr. n. medycznych, ojca współczesnego górnictwa. W pobliżu Zeitz od roku 1937/1938 funkcjonował potężny zakład uwodorniania węgla (BRABAG) służący do produkcji benzyny. Zakład ten był obiektem stałych nalotów lotnictwa alianckiego w latach 1940–1945 r., podczas których zginęło wielu więźniów zmuszanych do pracy, bowiem nie mogli oni korzystać ze schronów. Podziemne schrony w mieście, wydrążone



Rys. 25. Budowa geologiczna odkrywki Profen k. Zeitz
Fig. 25. Geological structure of Profen strip mine near Zeitz

w miękkich skałach psiego piaskowca i tworzące system połączonych piwnic, powstały w Zeitz już w średniowieczu i służyły m.in. do przechowywania piwa. Zwiedziliśmy też pobliski gród Querfurt, z którego pochodził św. Bruno, prowadzący na prośbę Bolesława Chrobrego, nawracanie plemion pruskich. Niezwykle ciekawym obiektem w tej okolicy jest średniowieczna katedra pw. św. Piotra i Pawła w Naumburgu (od 1564 r. własność gminy ewangelickiej). Znajduje się w niej posąg śmiejącej się margrabinie Miśni Regelindy, córki Bolesława Chrobrego. Figura znana jest pod nazwą śmiejącej się Polki – *Lächelnde Polin* (rys. 26).



Rys. 26. Posąg margrabinie Miśni Regelindy (po prawej) (fot. z arch. L.Gawora)

Fig. 26. Statue of Regelinda, Margravine of Meissen (right) - (photo from archive of L. Gawor)

W ostatnich posiedzeniach AKOP w latach 2016 (ponownie Schöningen) oraz 2017 (Krefeld/Duisburg) z przyczyn niezależnych od autorów nie uczestniczą.

Literatura

- BORÓWKA B., JONCZY I., MARCISZ M., STANIENDA K. 2012 - Odkrywkowa kopalnia węgla brunatnego Welzow-Süd, Łużyce. „Przeгляд Górnicy” nr 12, s. 139–144.
- BORÓWKA B., JONCZY I., MARCISZ M., STANIENDA K. 2014a - Obiekty geologiczne rejonu Spreewaldu, Łużyce. Prace Komisji Naukowych PAN o. K-ce, nr 36–38, s. 252–253.
- BORÓWKA B., JONCZY I., MARCISZ M., STANIENDA K. 2014b - Odkrywkowa kopalnia węgla brunatnego Welzow-Süd, Łużyce. Prace Komisji Naukowych PAN o. Katowice, nr 36–38, s. 249–251.
- GABZDYŁ W. 1994 - Geologia złóż węgla. Złóża świata. Polska Agencja Ekologiczna, Warszawa.
- Materiały** 72 posiedzenia AKOP. Instytut Nauk o Ziemi, Tybinga 2005.
- PROBIERZ K. 2012a - Świat minerałów – Terra Mineralia, wystawa we Freibergu (Saksonia). „Przeгляд Górnicy”, nr 10, s.102–109.
- PROBIERZ K. 2012b - Terra Mineralia we Freibergu. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” nr 7–8, s. 86–88.
- PROBIERZ K. 2012c - Wystawa minerałów „Terra Mineralia” we Freibergu (Saksonia). „Przeгляд Geologiczny” t. 60, nr 4, s. 192.
- PROBIERZ K. 2015 - Cooperation between TU-Bergakademie Freiberg Institut für Geologie and Silesian University of Technology, Faculty of Mining and Geology Institute of Applied Geology in 2014–2015. Meeting TUB Freiberg and SUT Gliwice, 9.06.2015, Politechnika Śląska, Gliwice.
- PROBIERZ K., VOLKMANN N. 2012 - Terra Mineralia – świat minerałów najstarszej na świecie uczelni górniczej we Freibergu (Saksonia). Materiały XV Jubileuszowego Międzynarodowego Sympozjum „Geotechnika – Geotechnics 2012”, zeszyt specjalny, cz. I: Polska, Politechnika Śląska, Gliwice-Ustroń, s. 55–63.
- PROBIERZ K., VOLKMANN N., MARCISZ M., HÄNSEL W. 2015 - Eksploatacja ropy naftowej metodami górnictwa podziemnego w dawnym złożu Wietze (Niemcy). „Przeгляд Górnicy” nr 6, s. 57–63.
- VOLKMANN N. 2003 - Beitrag zur Geschichte des Braunkohlenbergbaus im Helmstedter Revier. Materiały 70. Sesji AKOP, Helmstedt. <http://tu-freiberg.de/geo/brennstoff/forschung/akop-arbeitsgemeinschaft-fuer-organische-petrologie> (dostęp 30.05.2018).

Artykuł wpłynął do redakcji – marzec 2018

Artykuł akceptowano do druku 21.08.2018