

PODKRAKOWSKIE PALEOBAZALTY I MOŻLIWOŚCI ICH WYKORZYSTANIA

PALEOBASALTS FROM KRAKOW AND THEIR APPLICATIONS

Wiesław Heflik, Krzysztof Jarczyk, Magdalena Dumańska-Słowik - Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH, Kraków

Podkrakowskie paleobazalty są skałami o porowatej teksturze i strukturze skrytokrystalicznej. Składają się z fenokryształów oliwinów przeobrażonych w iddingsyt oraz masy skalnej zbudowanej w dużej przewadze z plagioklazów, a także z piroksenów i związków żelaza. Pory wypełnione są najczęściej minerałami wtórnymi, głównie kwarcem kalcytem i zeolitami. Są to skały o szerokim zastosowaniu, ze względu na interesujące właściwości fizyczne. Dawniej wykorzystywano je przede wszystkim w budownictwie dróg. Obecnie są stosowane w przemyśle ceramicznym, do produkcji wełny mineralnej oraz jako kamienie ozdobne. Poza tym, paleobazalty mogą być stosowane jako naturalne nawozy mineralne, ze względu na znaczną zawartość sodu.

Słowa kluczowe: Kraków, paleobazalt, budownictwo, ceramika, kamień ozdobny

Paleobasalts from the vicinity of Krakow are typical volcanic rocks with porous and cryptocrystalline texture. They are built of phenocrysts of olivine, which have been altered into iddingsite and groundmass formed mainly by plagioclases, pyroxenes and iron compounds (goethite, hematite, magnetite). Their vesicles are filled with secondary minerals such as quartz, calcite and zeolites. Paleobasalts can be broadly applied due to their technical parameters. In past they were used in highway engineering. Nowadays these rocks are also utilized in ceramics for production of mineral wool or decorative stones. Moreover paleobasalts may be also used as a natural mineral sodium enriched fertilizers for farming.

Keywords: Krakow, paleobasalt, utilization

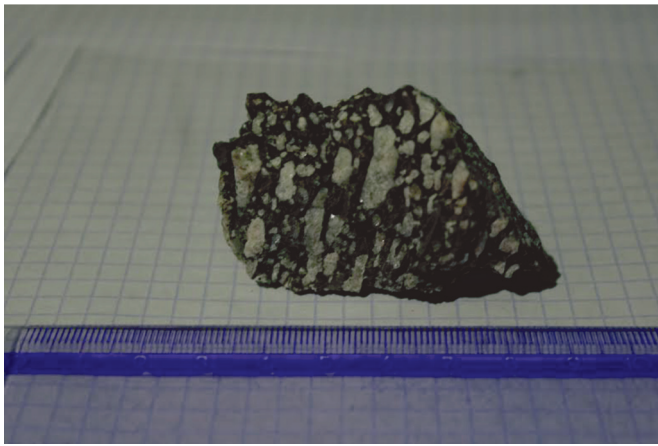
Wstęp

Paleobazalty, potocznie nazywane melafirami, występują w Małopolsce między innymi na terenach podkrakowskich. Ich odsłonięcia zlokalizowane są przede wszystkim w Regulicach, Rudnie i Alwerni, oddalonych od Krakowa o około 30 km na zachód. Należą do skał wulkanicznych powstałych na przełomie karbonu i permu podczas orogenezy waryscyjskiej, w wyniku kilku cykli lawowych (w okolicach Rudna było ich 5, natomiast w Regulicach i Alwerni zanotowano tylko 2) (vide Birkenmajer, 1964). Pomimo, iż skały te są tematem badań od ponad 200 lat, to w dalszym ciągu nie ustalono, jak dokładnie doszło do ich utworzenia. Do dzisiaj istnieje wiele różnych hipotez. Najstarsza z nich głosi, że paleobazalty te powstały z jednej wspólnej magmy, która uległa dyferencjacji (Rozen, 1909). Według innej, że potrzebne były dwie różne magmy, granitowa i bazaltowa, które się połączyły (Bukowy i Cebulak, 1964; vide Czerny i Muszyński, 1997). Bolewski (1939) sugerował, iż skały te wywodzą się z dwóch serii, alkalicznej i wysokopotasowej (vide Czerny i Muszyński, 1997). Niektórzy twierdzą, że do powstania skał na tym obszarze potrzeba było aż pięciu magm o różnym składzie chemicznym: diabazowej, ryodacytowej, andezytowej, trachitowej, a także lamprofirowej (Harańczyk, 1989).

Paleobazalty, choć różnią się miąższością i liczbą cykli lawowych w poszczególnych miejscowościach, są podobnie zbudowane. U podstawy leży tzw. brekcja melafirowa, powyżej paleobazalt o teksturze masywnej, natomiast w stropie znajduje się skała z licznymi pęcherzami pogazowymi wypełnionymi minerałami wtórnymi. Miąższość wulkanitów z Rudna osiąga 55 m, natomiast w okolicach Regulic i Alwerni około 40 m (Birkenmajer, 1964).

Opisywane wulkanyty powstały w tym samym czasie geologicznym, co współwystępujące z nimi tufy i tufity melafirowe. Świadczy o tym fakt, iż oba te utwory (paleobazalty oraz skały piroklastyczne) leżą bezpośrednio na zlepieńcach myślachowickich. Skład zlepieńców się zmienia. Przy antyklinie dębnickiej zbudowane są głównie z otoczków wapienia węglowego, natomiast przechodząc w kierunku północnym, otoczki mają charakter wapieni dewońskich, a w okolicach Rudna skał magmowych. Zlepieńce myślachowickie leżą na arkozie kwaczalskiej. Arkoza charakteryzuje się zmienną miąższością od 100 do 150 m, a także tym, że zawiera skrzemieniałe pnie drzew. Zbudowana jest z kwarcu i skaleni alkalicznych (głównie ortoklazu nadając jej różową barwę), a także muskowitu i biotyty. Spoiwem jest substancja serycytowa z domieszkami CaCO₃ lub wodorotlenków żelaza (Siedlecki, 1951).

Skały wylewne, do których należą paleobazalty, tworzyły



Rys. 1. Paleobazalt z wydłużonymi i równoległe względem siebie ułożonymi pęcherzami wypełnionymi kwarcem

Fig. 1. Paleobasalt with elongated vesicles filled with quartz and arranged in parallel



Rys. 2. Paleobazalt z Regulice z dużą zawartością pęcherzy pogazowych wypełnionych minerałami wtórnymi

Fig. 2. Paleobasalt from Regulice abundant in vesicles filled with secondary minerals

się przy stosunkowo szybkim krzepnięciu lawy, co powoduje, że występujące w nich minerały są trudne do rozpoznania gołym okiem. Ich struktura jest skrytokrystaliczna. Zaobserwować można jedynie czerwone składniki niewielkich rozmiarów odpowiadające iddingsytowi. Barwa skał jest zmienna od ciemnoszarej a nawet czarnej po brunatnoczerwoną. Ciemnoszare i czarne skały w większości charakteryzują się zbitą teksturą, natomiast brunatnoczerwone paleobazalty są z reguły porowate. W obu przypadkach występują minerały wtórne krystalizujące przede wszystkim w pęcherzach utworzonych przez uwięzione w lawie powietrze, które podczas wypływu nie zdążyło się wydostać. Niejednokrotnie wakuole są wydłużone zgodnie z kierunkiem płynięcia lawy (rys. 1). Produkty wtórne znacznie częściej występują w paleobazaltach o teksturze pęcherzykowej (rys. 2).

Charakterystyka mineralogiczno - petrograficzna

Paleobazalty zbudowane są z dwóch zasadniczych elementów: ciasta skalnego i prakryształów. Ciasto skalne podkrakowskich paleobazaltów zawiera głównie plagioklasy, zwłaszcza kwaśny andezyn i zasadowy labrador, które niejednokrotnie ulegały procesom serycytyzacji, oliwiny oraz pirokseny najczęściej w postaci augitu. Ponadto znajdują się w nich liczne związki żelaza nadające im odpowiednią barwę. Duża zawartość magnetytu objawia się ciemnoszarym, czarnym zabarwieniem skały,



Rys. 3. Fragment geody z dolnego Permu wypełnionej ametystem z paleobazaltu z Regulice Simoty (okaz z Muzeum Ziemi Chrzanowskiej)

Fig. 3. Fragment of Lower Permian geode filled with amethyst from paleobasalt of Regulice Simota (specimen from Chrzanów Museum)

natomiast gdy magnetyt ulegał przeobrażeniom w hematyt barwa przechodzi w czerwobrunatną. Prakryształy stanowią najczęściej iddingsyt, czyli pseudomorfozy po kryształach piroksenów i oliwinów. Jest to mieszanina różnych związków żelaza (głównie goethytu), minerałów z grupy chlorytów i smektytów oraz niejednokrotnie zawiera także relikty po pierwotnych minerałach (piroksen, oliwin).

Na temat wystąpień produktów wtórnych opublikowano wiele prac i artykułów naukowych (Piekarska i Gaweł, 1954; Heflik i Krzyczkowska, 1975; Cichoń, 1976; Cichoń, 1977; Kwiecińska i Cichoń, 1977; Cichoń, 1982; Marszałek i in., 2001). Produkty wtórne powstają najczęściej w wyniku przeobrażeń minerałów pierwotnych przy udziale roztworów wodnych krążących w szczelinach skał. Wśród najbardziej popularnych minerałów występujących w paleobazaltach regionu podkrakowskiego jest kalcyt, kwarc oraz jego fioletowa odmiana – ametyst (rys. 3) i agaty, które zawierają miedź rodzimą. Jest to warte odnotowania ponieważ ten pierwiastek bardzo rzadko występuje w tych sekrecjach (Krawczyński, 1995). Innymi minerałami powszechnie znajdującymi się w pustkach pogazowych są



Rys. 4. Wypełnienie pustek skalnych zeolitami i iddingsytem w paleobazalcie z Regulice Simoty (okaz z Muzeum Ziemi Chrzanowskiej)

Fig. 4. Vesicles filled with zeolites and iddingsite in paleobasalt from Regulice Simota (specimen from Chrzanów Museum)

minerały ilaste reprezentowane przez sepiolit, saponit, seladonit i pałygorskit, które bardzo często występują obok siebie, co jest związane z faktem, że powstają w wyniku podobnych procesów hydrotermalnych i hipergenicnych (Cichoń, 1982). W skałach w Rudnie znane są wystąpienia zeolitów (rys. 4), reprezentowanych przez heulandyt w różnych odcieniach od czerwonego po żółty (Piekarska i Gawęł, 1954).

Oprócz wymienionych wyżej produktów wtórnych, w podkrakowskich paleobazaltach rozpoznano także inne, mniej powszechnie występujące tam minerały. Należą do nich między innymi: nontronit, celestyn, ilmenit, cyrkon, związki chromu, minerały z grupy kaolinitu i serpentynu, a także klinoptilolit (Jarczyk, 2015).

Możliwości wykorzystania paleobazaltów

Paleobazalty ze względu na swoje liczne właściwości, takie jak twardość, trwałość, odporność na ścieranie, nasiąkliwość, niską gęstość (około 2,7 g/cm³), odporność na miazdzenie, brak reaktywności alkalicznej czy mrozoodporność, były wykorzystywane głównie do budowy dróg i nasypów kolejowych lub podłoża torów tramwajowych. Obecnie sposoby wykorzystania tych skał znacznie się poszerzyły. Wykorzystywane są w charakterze domieszki mas bitumicznych stosowanych w drogownictwie. Dotyczy to głównie tych odmian paleobazaltów, które wykazują bardziej zwartą budowę, pozbawione są lub zawierają nieznaczną ilość porów (pustek po pęcherzykach pogazowych).

Obecnie na szeroką skalę wykorzystywane są w ceramice budowlanej z uwagi na duży udział w nich tlenków np. TiO₂, CaO, MgO, Na₂O i K₂O, pełniących rolę topników. Przy ich współdziałaniu, w różnych zawartościach procentowych, produkuje się różne odmiany płytek podłogowych i ściennych szeroko stosowanych obecnie w budownictwie.

Paleobazalty mogą również stanowić składnik szkliv ceramicznych o ciemnej barwie, stosowanych w produkcji wyrobów porcelitowych, kamionkowych i naczyń termoodpornych.

Skały te można również wykorzystać do wytwarzania wyrobów przemysłu petrugicznego - tzw. leizny kamiennej. Aby uzyskać wyroby o budowie drobnoziarnistej i optymalnych cechach wytrzymałościowych, konieczne jest, aby w trakcie ochładzania stopionej masy najpierw wykryształizowały z niej minerały wykształcone w formie małych ziaren, które stanowią zarodki krystalizacji faz głównych, tj. piroksenów, Ca, Mg [Si₂O₆] (Bolewski i in., 1991). W tym dziale przemysłu



Rys. 5. Otoczaki z czerwono-brązowego paleobazaltu (<http://k2ogrody.pl/produkt/grys-czerwono-brazowy-melafir/32>)

Fig. 5. Boulders made of red-brown paleobasalt (<http://k2ogrody.pl/produkt/grys-czerwono-brazowy-melafir/32>)

w największym stopniu wykorzystywane są bazalty. W mieszance surowców wyjściowych do produkcji leizny kamiennej oprócz skał bazaltoidowych stosowane są również w formie domieszki skały i minerały, a także produkty odpadowe np. tworzywa sztuczne jakimi są żużle wielkopieczowe. Produktami tego przemysłu są m. in: znacznych rozmiarów płyty i rury kamienne odznaczające się dużą wytrzymałością mechaniczną i odpornością na czynniki chemiczne. Prekursorem procesu petrugicznego był wybitny polski petrograf prof. Józef Morozewicz (1865-1941), który jako pierwszy dokonał stopienia bazaltów w piecu wybudowanym w Zakładzie Mineralogii i Petrografii Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Inne zastosowanie paleobazaltów wiąże się z produkcją materiałów termoizolacyjnych, czyli uzyskiwanie ze stopów krzemianów przede wszystkim ze stopionego bazaltu i niektórych gatunków szkła, żużli tzw. wełny mineralnej. Materiały te zależnie od składu chemicznego mogą być wykorzystywane w temp. wyższej niż 1000 °C. Stosowanie wełny mineralnej w budownictwie mieszkaniowym powoduje zaoszczędzenie około 150 ton cementu i 1,5 ton stali na każdą tonę zużytej wełny. Materiał ten okazał się doskonałym zamiennikiem dla wyrobów z włókien azbestowych, jeśli chodzi o właściwości izolacyjne, a równocześnie materiału bez właściwości kancerogennych, którego produkcja jest ekologicznie czysta (Kozieł, 2009).

Paleobazalty mogą być także wykorzystywane do produkcji ksyrolitu. Jest to tworzywo najczęściej o barwie czerwonej, w których rolę barwnika zawierającego dużą ilość tlenków barwiących (głównie hematytu i goethytu) stanowi paleobazalt. Oprócz rozdrobnionego paleobazaltu (w formie mączki) w tworzywie tym występują rozdrobnione wióry i trociny drzewne, które spojone są cementem Sorela (mieszaniną magnezytu kaustycznego i chlorku magnezu w stosunku 3:1 do 4:1). Ksyrolit (skałodrzew) stosowany jest najczęściej do wykonywania podłóg. Przed wieloma laty podłogi z tego materiału wykonywane były m.in: w poczekalniach dworców kolejowych oraz w halach fabrycznych.

Obecnie paleobazalty wykorzystywane są również do upiększania ogródków działkowych, zwłaszcza odmiany zawierające w pęcherzach pogazowych produkty wtórne, takie jak: różnie zabarwiony kalcyt, kwarc, ametyst, agaty, zeolity, seladonit i in. Ubarwiają również oczka wodne, różnego rodzaju kaskady, ścieżki ogrodowe (rys. 5), a także akwaria. Ubarwiają również mury ogrodzeniowe różnych budowli w okolicach Krzeszowic k. Krakowa (rys. 6). Szczególnie interesujące odmiany dekoracyjne paleobazaltów zalegają na Dolnym Śląsku w okolicach Lubiechowej (Dudek i Grzybowska 1998).



Rys. 6. Mur w Regulicach zbudowany z fragmentów paleobazaltu z Regulic
Fig. 6. Wall in Regulice built with paleobasalt from Regulice

Odbiorcami tych skał mogłyby być centrale i sklepy ogrodnicze w całym kraju.

Bogactwo wystąpień wtórnych minerałów w tych skałach jest interesujące również pod względem kolekcjonerskim. Dogodne warunki krystalizacji oraz nierzadko sporej wielkości pustki skalne pozwalały na powstanie ciekawych skupień mineralnych w tych skałach. Paleobazalty o teksturze porowatej, które są słabo odporne na warunki klimatyczne, a jednocześnie bogate w wielobarwne wypełnienia pustek skalnych mogą być użyte w galanterii, jako np. ramki tarczy zegara, elementy biżuterii, przyciski do papieru, deski do krojenia lub blaty stołów i inne. Skały te należałoby wcześniej pociąć, by uzyskać pożądane kształty, a następnie umieścić je w żywicy, która spoi skałę i nie pozwoli ulec jej rozkruszeniu.

Interesującym wykorzystaniem tych skał może być również mączka paleobazaltowa bogata w sód w formie nawozów dla roślin. Sód w tych skałach występuje przede wszystkim w kwaśnych i średnich plagioklazach (andezyn), które powszechnie tworzą ciasto skalne. Szczególnie istotne jest to dla rolników uprawiających buraki cukrowe, ponieważ sód ułatwia procesy służące do wytworzenia glukozy i skumulowania się jej w korzeniu. Niedobór tego pierwiastka można zaobserwować, jeżeli wzrost buraków jest osłabiony, a liście żółkną. Aby sód mógł być w pełni dostępny dla roślin, mączkę uzyskaną z paleobazaltów należałoby rozsypać na polach uprawnych, rok lub dwa lata, przed właściwą uprawą.

W tym miejscu należy także wspomnieć o bazaltach, młodszych odmianach paleobazaltów. Podobnie jak opisywane wulkanity, skały te również wykorzystuje się przy budowie dróg i autostrad; jednak jednym z najistotniejszych sposobów ich zagospodarowania są włókna amorficzne powstające z przetopienia skały bazaltowej. Znajdują one zastosowanie głównie przy izolacji silników samolotów, jako elementy izolacyjne promów kosmicznych, filtry do oczyszczania powietrza i wód ściekowych w przemyśle naftowym i chemicznym, siatki wzmacniające nawierzchnię dróg oraz w samochodach jako izolacja dźwiękowa w tłumikach gazów spalinowych. Ponadto, włókna te są

twarde, lekkie, niepalne oraz nie korodują. W porównaniu do powszechnych włókien szklanych parametry włókien bazaltowych są zdecydowanie lepsze. Istotnym czynnikiem mającym wpływ na wykorzystywanie bazaltów jako włókna jest tania technologia ich wytwarzania. Warto także zaznaczyć, że włókna bazaltowe są wytrzymałe nawet poniżej temperatury ciekłego azotu (Kozieł, 2009).

Stopione bazalty, nierzadko z dodatkiem żywicy syntetycznych, mogą być także wykorzystywane do produkcji wełny mineralnej, która służy przede wszystkim do izolacji termicznej, dźwiękowej oraz przeciwogniowej stropów, ścian, dachów oraz fundamentów. Posiada wiele zalet do których zalicza się trwałość, wytrzymałość na odkształcenia, elastyczność. Wełny nie są palne, nie wydzielają szkodliwych substancji w kontakcie z ogniem oraz nie ulegają degradacji w wyniku działania rozpuszczalników. Dodatkową zaletą jest hamowanie przepuszczalności pary wodnej, co jest szczególnie istotne w izolacji ścian oraz dachów. Wełna mineralna występuje jako mata, granulata, otulina lub płyta. W zależności do czego jest używana, wykorzystuje się odpowiednio jej formy. Maty są najczęściej wykorzystywane do izolacji poddaszy oraz ścian o konstrukcji szkieletowej. Granulaty stosuje się do ociepleń trudno dostępnych miejsc. Głównym zadaniem otulin jest zabezpieczenie rur z ciepłą wodą oraz wyciszanie różnych typów instalacji. Płyty stosuje się do izolacji stropów, dachów, ścian, a także fundamentów. Wyróżnia się płyty miękkie, półtwarde i twarde (Stadnik, 2009). Wykorzystanie wełny mineralnej jako materiału izolacyjnego umożliwia znaczne zaoszczędzenie cementu i stali (Bolewski i in. 1991).

Reasumując, z przedstawionego zakresu praktycznego wykorzystania paleobazaltów z okolic Krzeszowic koło Krakowa w porównaniu z innymi utworami skalnymi, wynika, że odznaczają się one wyjątkowo szeroką gamą zastosowań. W związku z tym dotychczasowa gospodarka złożami tego surowca, zalegającymi nie tylko w rejonie Krakowa, ale także na Dolnym Śląsku powinna ulec radykalnej zmianie.

Praca finansowana z badań statutowych AGH nr 11.11.140.319.

Literatura

- [1] Birkenmajer Krzysztof, Nairn Allan E. M. *Studia paleomagnetyczne skał polskich*. Roczniki Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 1964, XXXIV. 1-2: 229-231
- [2] Bolewski Andrzej, Budkiewicz Mieczysław, Wyszomirski Piotr, *Surowce Ceramiczne*, Warszawa, Wydawnictwo Geologiczne, 1991, 397s, ISBN 83-220-0412-5
- [3] Cichoń Grażyna, *Sepiolite from Rudno*. Mineralogia Polonica, 1976, 7. 2: 45-52
- [4] Cichoń Grażyna, *Preliminary data on Fe-celadonite from Rudno near Cracow*. Mineralogia Polonica, 1977, 8.1: 61-67.
- [5] Cichoń Grażyna, *Minerały wtórne w melafirach z Rudna koło Krzeszowic*, Wydawnictwo geologiczne, 1982, Prace Mineralogiczne 73, 54s, ISSN 0079-3396
- [6] Czerny Jerzy, Muszyński Marek, *Co-magmatism of the Permian volcanites of the Krzeszowice in the light of petrochemical data*. Mineralogica Polonica, 1997, 28.2: 3-25
- [7] Dudek Krystyna, Grzybowska-Kabańska Barbara, *Produkty mineralizacji wtórnej w melafirach z Lubiechowej (Dolny Śląsk)*, Zesz. Nauk. AGH. Geologia, 1998, 14.2
- [8] Harańczyk Czesław, *Wulkanizm regionu Krzeszowic, Kraków*, Przewodnik do zjazdu Polskiego Towarzystwa Mineralogicznego, 1989, s. 51-60
- [9] Heflik Wiesław, Krzyczkowska Anna, *Palygorskite from Alwernia-Regulice*. Mineralogia Polonica, 1975, 6.2: 73-79
- [10] Jarczyk Krzysztof, *Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna paleobazaltów z gminy Alwernia i Krzeszowice*, 2015, praca magisterska niepubl. (archiwum AGH)

- [11] Koziel Magdalena, *Charakterystyka krajowych paleobazaltów regionu dolnośląskiego przeznaczonych na włókna amorficzne*, Prace Instytutu Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych, 2009, 2.4: 55-64
- [12] Krawczyński Wojciech, *Native copper in agates from Rudno near Krzeszowice*, Mineralogia Polonica, 1995, 26.1: 27-31
- [13] Kwiecińska Barbara, Cichoń Grażyna, *Some remarks on the morphology of sepiolite and palygorskite from Rudno*, Mineralogia Polonica, 1977, 8.2: 69-74
- [14] Marszałek Mariola, Muszyński Marek, Wieser Tadeusz, *Adular in vacuoles of the so-called melaphyre of Alwernia (S Poland)*, Mineralogia Polonica, 2001, 32. 1: 35-47
- [15] Piekarska Ewa, Gaweł Antoni, *Heulandyt z Rudna koło Krakowa*, Roczniki Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 1954, 22. 3: 353-367
- [16] Rozen Zygmunt, *Dawne ławy W. Ks. Krakowskiego. Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności*, 1909, III. 9: 239-368
- [17] Siedlecki Stanisław, *Utwory Stefańskie i Permskie we wschodniej części Polskiego Zagłębia Węglowego*, Acta Geologica Polonica, 1951, 2.3: 300-343
- [18] Stadnik Łukasz, *Analiza przydatności wybranych materiałów w budownictwie w sektorze produkcji żywności. Część 1. Materiały termoizolacyjne*, Acta Sci. Pol., Technica Agraria, 2009, 8 (3-4): 9-23

**„POLTEGOR-INSTYTUT” Instytut Górnictwa Odkrywkowego i Zakładowe Koło SITG
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, Katedra Geologii Złożowej i Górniczej WGGiOŚ
UNIwersytet Warszawski, Wydział Geologii**

zapraszają do wzięcia udziału w

XVII SEMINARIUM z cyklu

Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń

na temat:

TRADYCJA I NOWOCZESNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU ZŁÓŻ

Pod honorowym patronatem Podsekretarza Stanu
Głównego Geologa Kraju

Mariusza Oriona Jędryska

Chęciny

1 – 3 czerwca 2016 r.

<http://www.igo.wroc.pl/aktualnosci/konferencje/>