



Złoża kimberlitowe i aluwialne w rejonie Kimberley – 155 lat od odkrycia diamentów w Afryce Południowej

Katarzyna Jarmołowicz-Szulc¹, Aleksandra Kozłowska¹



K. Jarmołowicz-Szulc



A. Kozłowska

Kimberlite and alluvial deposits in the Kimberley region – 155 years after the diamond discovery in South Africa. *Prz. Geol.*, 69: 174–178.

Abstract. For 155 years, the world's most famous diamond deposits have been known from South Africa. The first discoveries that had a casual character took place in the second half of the 19th century in the Kimberley region where diamonds are associated either with kimberlite pipes or occur as secondary deposits of the river alluvia. Minerals that formed in the upper mantle under high *p-T* conditions were transported to the surface by magmas and deposited around craters due to lava explosions. Surface waters leached and transported diamonds either to the crater or to the neighbourhood. These processes have led to diamond production both from the deep and open-pit mines which is presented in the paper.

Keywords: diamonds, kimberlites, primary deposits, secondary deposits, Kimberley

Diamenty to jedne z najbardziej poszukiwanych kamieni szlachetnych na Ziemi. Złoża diamentów są znane z różnych rejonów świata. Występują na starych kratonach: archaicznych (starsze niż 2,5 mld lat), proterozoicznych (1,6–2,5 mld lat) i na obszarach o wieku 0,8–1,6 mld lat (Harlow, Davies, 2005). Genetycznie diamenty są związane z płaszczem Ziemi (ang. *mantle-derived diamonds*) i źródłem metamorficznym ultra wysokich ciśnień (UHP – ang. *ultrahigh-pressure metamorphic*; Harlow, Davies, 2005). Tworzą się w litosferze, gdzie warunki ciśnieniowe są odpowiednie dla krystalizacji węgla w postaci diamentu. Kryształy są przenoszone na powierzchnię głównie przez erupcje ogniwych skał alkalicznych, takich jak kimberlity i lamproity.

Najbardziej znane na świecie kopalnie diamentów znajdują się w Republice Południowej Afryki (Watkeys, 2016). Historia diamentów w RPA sięga XIX w. i rozpoczęła się 155 lat temu, gdy w 1866 r. farmer Schalk van Niekerk zauważył w rękach piętnastoletniego chłopca z sąsiedztwa intensywnie błyszczący kamyk. Kamień okazał się być 21-karatowym diamentem. Nazwano go *Eureka* i jest on wystawiony jako eksponat w muzeum *The Big Hole* (Wielka Dziura) w Kimberley. W roku 1869 pojawił się kolejny piękny kryształ o wadze 83,5 karata, zakupiony od znalazcy za stado owiec i konie, a następnie sprzedany za 11 200 funtów. Diament ten nazwano *Gwiazdą Afryki Południowej*. Kolejne lata przyniosły odkrycia diamentów aluwialnych w plioceńsko-plejstocieńskich zwirowiskach rzeki Vaal w Barkly West ok. 30 km od Kimberley (Partridge i in., 2006). Te odkrycia, prezentowane obecnie w filmie wyświetlanym w muzeum, zainicjowały wydobywanie diamentów i zapoczątkowały diamentową gorączkę w Afryce, podobną do gorączki złota w Kalifornii. W 1905 r. został znaleziony największy i najczystszy diament o wadze 316 karatów, w kopalni *Premier Mine* pod Pretorią. Otrzymał

on na część właściciela kopalni Thomasa Cullinana. Minerale ten został sprzedany rządowi Transwaalu, który w 1907 r. ofiarował go królowi Edwardowi VII. Następnie w Amsterdamie, w 1908 r. diament został pocięty na dziewięć kamieni. Z uzyskanych brylantów, dwa największe Cullinan I i II umieszczono w skarbcu koronnym w Tower w Londynie, a w 1937 r. wmontowano je w brytyjskie insygnia państwowe.

POCHODZENIE DIAMENTÓW

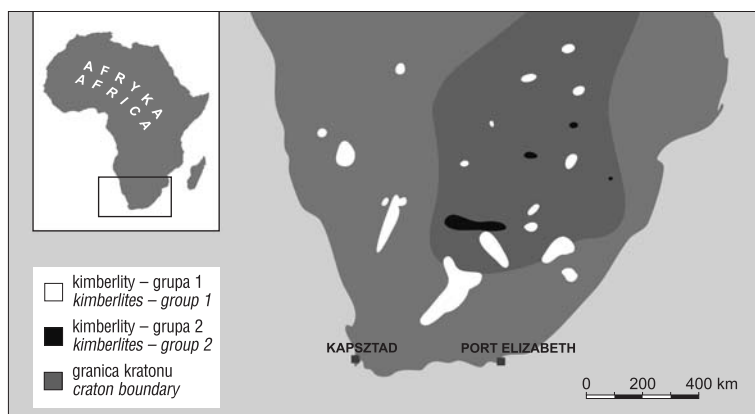
Diamenty są związane ze skałami kimberlitowymi. Nazwa tych skał została nadana w 1870 roku i pochodzi od miejscowości Kimberley w RPA (ryc. 1).

Kimberlity to szeroko rozprzestrzenione w Afryce Południowej ultramaficzne skały alkaliczne (potasowe), o porfirowej strukturze, bogate w składniki lotne ($\text{CO}_2^+\text{H}_2\text{O}$), które cechują się wysokimi stężeniami pierwiastków śladowych z grupy pierwiastków tzw. niedopasowanych (ang. *incompatible elements*; Skinner, Truswell, 2006).

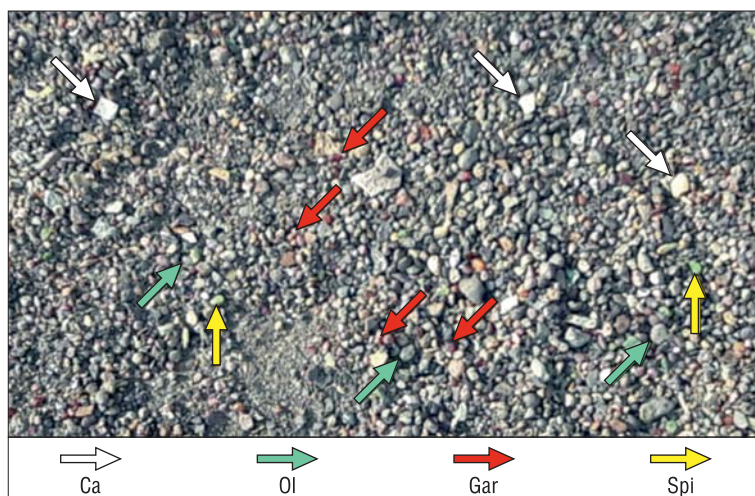
Diamenty występują w skale jako minerały akcesoryczne. Pochodzą z płaszczki ziemskiego i krystalizują w głębi Ziemi w warunkach wysokich ciśnień i temperatur powyżej 900°C, na głębokości większej niż 190 km (Fontana i in., 2011; Shirey i in., 2013). Magma przemieszcza się w wyższe partie skorupy ziemskiej, wykorzystując spękania. Diamenty wydostają się na powierzchnię dzięki eksplozjom wulkanicznym, stąd ich związek z kominami kimberlitowymi. Kimberlity tworzą kominy, dajki i sille.

Pod względem cech makroskopowych kimberlit jest skałą o ciemnej barwie i strukturze porfirowej (ryc. 2 – patrz str. 202) – porfirowy perydotyt alkaliczny, w którego tle znajdują się zaokrąglone lub skorodowane fenokryształy oliwinu (często zmienione wtórnie), blaszki flogopitu, wprysnięcia Mg-ilmenitu, niewielkie izometryczne ziarna

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; kjar@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Występowanie i zróżnicowanie kimberlitów w Afryce Południowej
Fig. 1. Occurrence and differentiation of kimberlites in South Africa



Ryc. 3. Odpady po wydobyciu diamentów z kimberlitu. Wśród okruszków skalnych makroskopowo widoczne są minerały wchodzące w skład kimberlitu – kryształy granatów (Gar), oliwiny (Ol), węglany (Ca), spinel (Spi)

Fig. 3. Remnants after the diamond exploitation from the rock. The following minerals from kimberlite are macroscopically seen – garnets (Gar), olivines (Ol), carbonates (Ca) spinel (Spi)

piropu (lub/i Cr-piropu), tkwiące w drobnokryształicznej masie zbudowanej z oliwину, flogopitu, kalcytu, dolomitu, serpentynu, magnetytu, perowskitu i apatyty (ryc. 3).

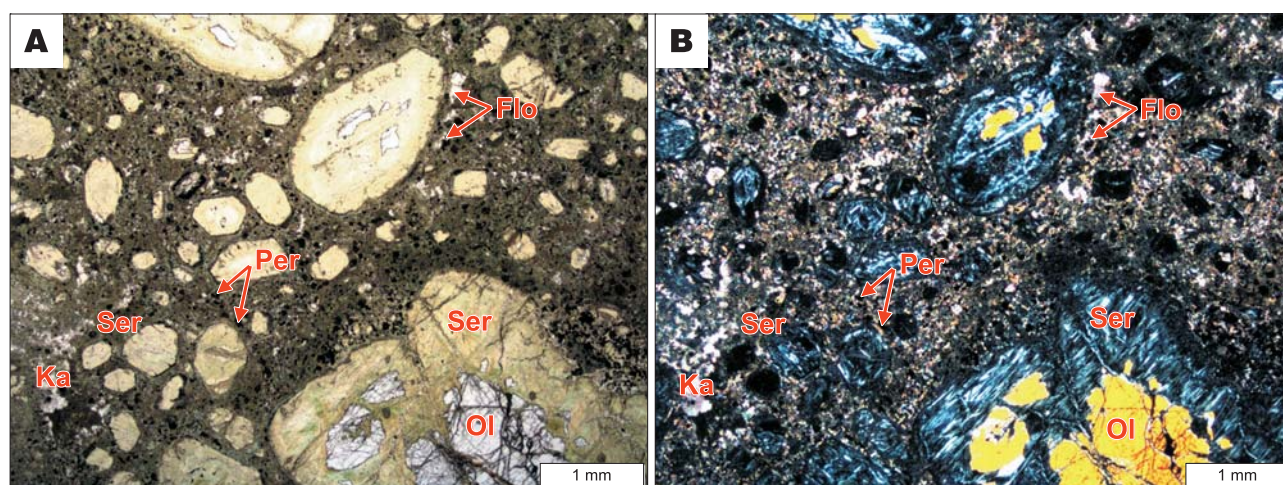
W obrazie mikroskopowym możemy zaobserwować, że ta *diamentonośna* skała o strukturze porfirowej jest złożona z fenokryształów tkwiących w felzytowym cieście skalnym (ryc. 4A, B). Często w kimberlitach występują ksenolity (lub ksenokryształy) skał o proveniencji płaszczowej lub skorupowej.

W zależności od składu wyróżnia się dwie grupy kimberlitów – grupa 1 i 2 (Skinner, Tru-swell, 2006; Field i in., 2008). Ich charakterystykę zaprezentowano w tabeli 1. Należy zauważyć, że kimberlity grupy 1 mają izotopowy zapis Sr-Nd nieco zubożony w stosunku do ogólnego zapisu Sr-Nd dla Ziemi, podczas gdy skały z grupy 2 mają ten zapis znacząco wyższy. Dla grupy 1 charakterystyczny jest izotopowy ołów, w przeciwieństwie do nieradiogenicznego Pb stwierdzonego w grupie 2 (Field i in., 2008). Miejsca występowania obu opisywanych grup kimberlitów w południowej Afryce przedstawiono powyżej na rycinie 1.

Ogółem kimberlit to złożona skała hybrydalna, zbudowana z fragmentów skał wysokotemperaturowych (perydotyty, eklogity), zespołów makrokryształów, fragmentów skał otoczenia, magmy oraz składników lotnych (w tym zasymilowanych wód gruntowych).

ZŁOŻE DIAMENTÓW W SKALACH PIERWOTNYCH

Kopalnie diamentów w Kimberley to zespół pięciu kominów kimberlitowych (Kimberley, de Beers, Bullfontein, Dutoitspan, Wesselton), z których Wielka Dziura (ang. *The Big Hole*), stanowi najbardziej spektakularny przykład występowania i wydobycia tych minerałów w Repu-

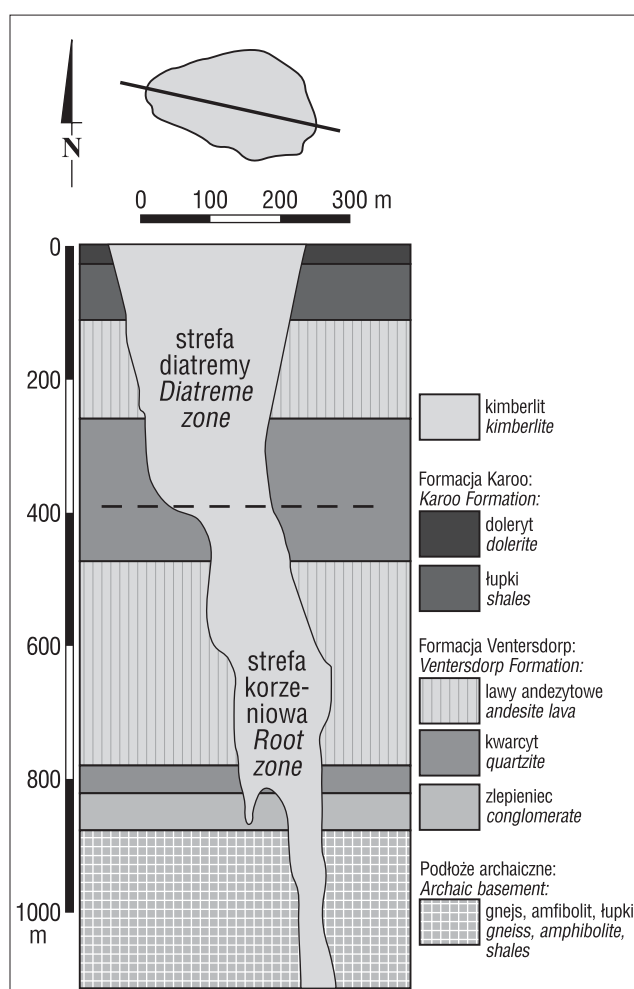


Ryc. 4. Kimberlit o strukturze porfirowej. Fenokryształy oliwину (Ol) przeobrażone w serpentyn (Ser) w tle skalnym zbudowanym z serpentynu (Ser), flogopitu (Flo) i kalcytu (Ka); perowskit (Per); Kimberley (RPA). Mikrofortografie; światło przechodzące, A – nikiel równoległe, B – nikiel skrzyżowane

Fig. 4. Kimberlite displaying a porphyry structure. Olivine phenocrysts (Ol) altered to serpentine (Ser) in the matrix built of serpentine (Ser), phlogopite (Flo) and calcite (Ka); perovskite (Per); Kimberley (South Africa). Photomicrographs; transmitted light, A – parallel polarizers, B – crossed polarizers

Tab. 1. Charakterystyka porównawcza kimberlitów (grupa 1 i grupa 2). Według Fielda i in. (2008)
Table 1. Comparative characteristics of kimberlites (group 1 and group 2). After Field et al. (2008)

Kimberlity – grupa 1 <i>Kimberlites – group 1</i>	Bibliografia <i>References</i>	Kimberlity – grupa 2 <i>Kimberlites – group 2</i>	Bibliografia <i>References</i>
Skład mineralny: oliwin, monticellit, kalcyt, flogopit, grubokrystaliczny spinel, perowskit, apatyt, ilmenit <i>Mineral composition: olivine, monticellite, calcite, phlogopite, coarse crystalline spinel, perovskite, apatite, ilmenite</i> Flogopit jest głównym minerałem ciasta skalnego <i>Phlogopite is the main mineral in the matrix</i>	Skinner, Truswell, 2006 Field i in., 2008 Skinner, Truswell, 2006 Field et al., 2008	skład mineralny: flogopit, oliwin, diopsyd, drobnokrystaliczny spinel, drobnokrystaliczny perowskit, apatyt, melilit; niekiedy: sanidyn, richeryt potasowy, leucyt <i>mineral composition: phlogopite, olivine, diopside, fine-crystalline spinel, fine-crystalline perovskite, apatite, melilite; rare: sanidine, K-richierite, leucite</i> flogopit jest głównym minerałem podstawowym <i>phlogopite is the main basic mineral</i>	Skinner, Truswell, 2006 Field i in., 2008 Skinner, Truswell, 2006 Field et al., 2008
Zakres wiekowy intrudowanych skał od proterozoiku po kredę <i>Age interval of intruded rocks from the Proterozoic until the Cretaceous</i>	Allsopp i in., 1989 Allsopp et al., 1989	wąski zakres wiekowy: 114–200 Ma <i>narrow age interval</i> 114–200 Ma	Smith i in., 1985 Smith et al., 1985



blisce Południowej Afryki. Obecnie w Kimberley znajduje się muzeum wydobywania diamentów (ryc. 5, 6 – patrz str. 202). Wszystkie z opisywanych kominów zawierają skały diamentonośne typowe dla grupy 1 kimberlitów i stanowią część klastra ok. 30 znanych wystąpień tych skał znajdujących się w promieniu ok. 10 km wokół samego Kimberley.

We wszystkich diamentonośnych kominach znajdujących się w okolicy Kimberley eksploatacja odbywa się pod ziemią (Field i in., 2008). Kopalnia zlokalizowana w kominie Kimberley działała od 1884 do 1914 r., a pod-

←

Ryc. 8. Poprzeczny przekrój geologiczno-stratygraficzny kominia Kimberley wraz z granicą przejścia od strefy diatremy do partii korzeniowej kimberlitu oraz zarys wychodni (Clement, 1982; Field i in., 2008, zmodyfikowane)

Fig. 8. Vertical geological-stratigraphic cross-section through the Kimberley pipe with a transition boundary from the diatremic zone to the root parts of the kimberlite, and the sketch of the surface (Clement, 1982; Field i in., 2008, modified)

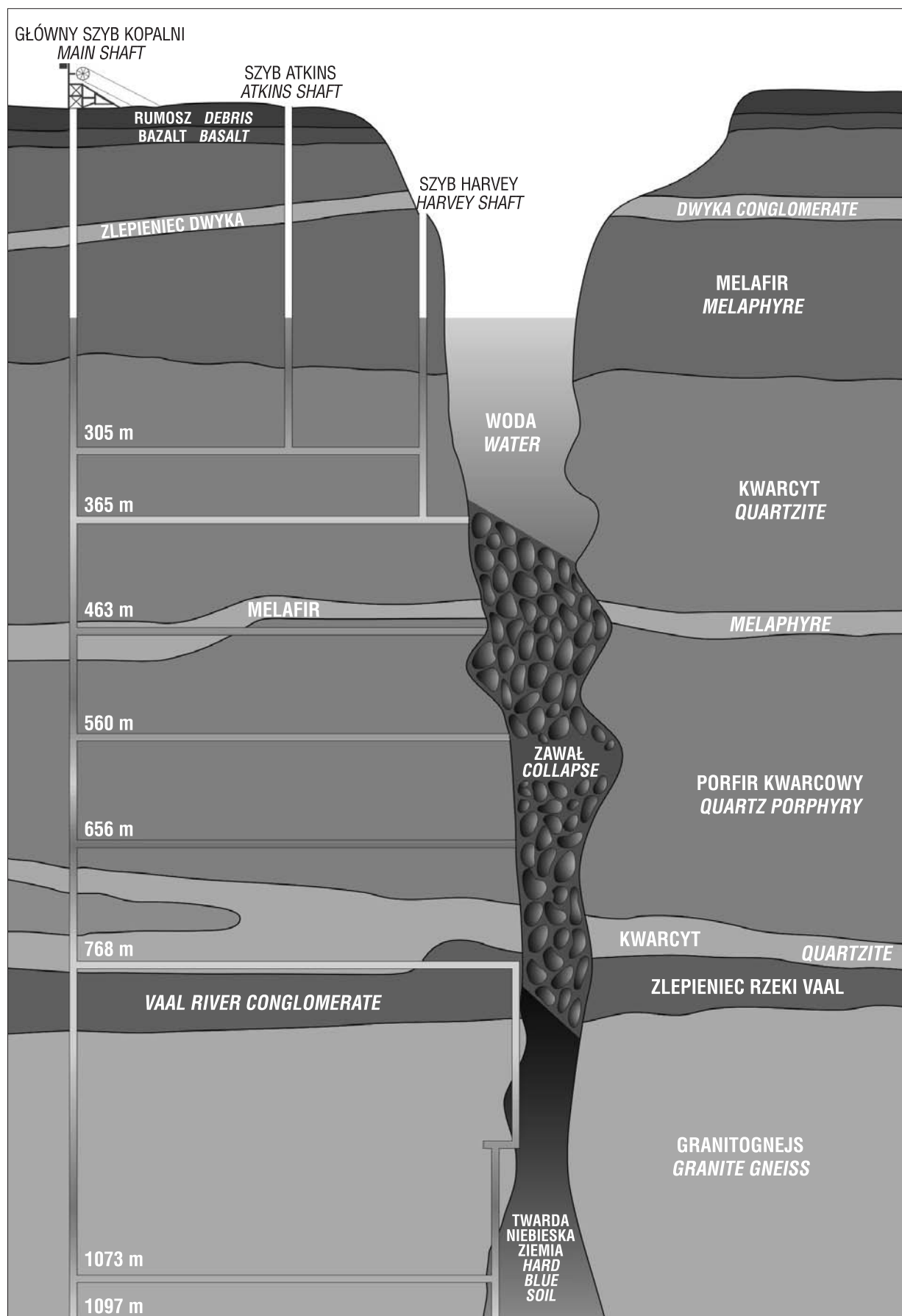
czas eksploatacji tego złoża pozyskano ponad 14 mln karatów diamentów, wydobytych z 22,6 mln t skały (de Wit i in., 2016). Obecnie w rumoszu i szarych melafirach na powierzchni jest widoczny jedynie wielki krater dawnego kominia kimberlitowego wypełniony wodą (ryc. 7 – patrz okładka główna).

Uproszczony szkic obrazujący przekrój geologiczno-stratygraficzny Wielkiej Dziury oraz szczegółowy plan dawnej kopalni przedstawiono na rycinach 8 i 9. Pierwotna powierzchnia odkrywki wynosiła ok. 4 ha i, jak wynika z opisów historycznych, tworzyła pagórek białawej skały, interpretowanej obecnie jako skalkretyzowana czapa na powierzchni kimberlitu. Kimberlity intrudowały płasko leżące osady permo-karbońskie Dolnej Super Grupy Karoo (*Lower Karoo Supergroup*). W osadach tych znajdowały się sille dolerytowe o grubości do 40 m, przykrywające Super Grupę Ventersdorp wieku archaicznego oraz metasedymenty i granity podłoża (ryc. 8).

Istnieje kilka opisów kopalni z końca XIX w., których autorzy próbowali wyjaśnić zarówno istnienie silnie zwietrzałych skał przypowierzchniowych (tzw. żółta ziemia) i złóż aluwialnych, jak i stworzyć jednolity model wyjaśniający to zróżnicowanie (np. Patterson, Shaw, Cooper, Lewis, *vide*: Field i in., 2008). Diamenty wydobywano do głębokości 820 m, podczas gdy chodniki drążono głębiej – do 1097 m (ryc. 9).

Złoże aluwialne diamentów

Aluwialne złoża diamentów są skoncentrowane wzdłuż środkowego biegu rzeki Oranje i jej dopływów (MOR – *Middle Oranje River*), pomiędzy Kimberley a Douglas (ryc. 10). Ich powstanie związane jest z cyklicznym rozwojem serii zjawisk paleomeandrowania, obserwowanych na



Ryc. 9. Przekrój geologiczny z planem poziomów wydobywczych w kopalni diamentów w Kimberley (RPA). Według przekroju prezentowanego na ekspozycji muzealnej w Kimberley

Fig. 9. Geological structure and situational scheme of exploitation levels in the Kimberley mine. According to the cross-section displayed at the museum exposition in Kimberley



Ryc. 10. Odkrywkowe kopalnie diamentów w rejonie środkowego biegu rzeki Oranje (MOR). Pomiędzy Kimberley a Douglas zaznaczono kopalnię prezentowaną na kolejnych figurach. Według mapy z prezentacji przedstawionej podczas wycieczki w kopalni, zmodyfikowane

Fig. 10. Open-pit alluvial diamond mines in the middle part of the Oranje River (MOR). The mine under description below is marked between Kimberley and Douglas. According to the map presented in the mine during the field trip, modified

różnej wysokości w stosunku do dna rzeki. Wewnętrzna struktura i morfologia tych złóż jest znana dzięki wykonanym badaniom magnetycznym i wierceniom (Gresse, 2003). Zastosowanie magnetometrii było możliwe dzięki obecności warstwowych formacji żelazistych, a prace badawcze pozwoliły na rekonstrukcję różnych cykli sedymentacji luźnych skał klastycznych. Wskutek powtarzania się cykli od jednego do kolejnych, rozkład i nachylenie związanych z nimi złóż diamentów odwzorowuje morfologię poprzedniego cyklu. W trakcie każdego epizodu depozycji następowało stopniowe wzbogacenie lub zubożenie złoża w diamenty, w zależności od objętości i składu przenoszonego materiału rzeczno-geologicznego. Ta zmienność umożliwiła interpretację źródła materiału oraz określenie klimatu i stabilności poziomu skorupy (Gresse, 2003).

Zlepieniec rzeki Vaal widoczny na przekroju geologiczno-sytuacyjnym kopalni (ryc. 9) jest bardzo istotną jednostką geologiczną w rejonie Kimberley. Stanowi on bowiem ważne źródło rozspiskowanych diamentów, wydobywanych na złożu wtórnym metodami odkrywkowymi (ryc. 11 – patrz str. 202).

Należy w tym miejscu podkreślić, że eksploatacja złóż aluwialnych jest odkrywkowa, a przeróbka skały polega na jej rozdrabnianiu i przesiewaniu do coraz mniejszych frakcji (ryc. 12 – patrz str. 202). Ostatnim etapem procesu produkcji diamentów jest użycie nadfioletu do identyfikacji kryształów i separatora w celu pozyskania pojedynczych kryształów i okruchów surowych diamentów.

PODSUMOWANIE

Rejon Kimberley w Republice Południowej Afryki obfituje w złoża pierwotne (kominy kimberlitowe) i wtórne (aluwialne) diamentów. Stanowi bardzo charakterystyczny obszar, gdzie w łatwy i czytelny sposób można zrozumieć genezę i pozyskiwanie tych bardzo cennych minerałów.

Tę wiedzę można przenieść obecnie także na inne rejony świata. Przegląd statystyk produkcji diamentów na świecie pokazuje bowiem, że chociaż na przestrzeni kilkunastu dekad większość surowych diamentów pochodzi z Afryki (por. np. Levinson i in., 1998), to sytuacja ta znacząco się

zmienia. Z ekonomicznego punktu widzenia w 2019 r., RPA wyprodukowała 7,18 mln karatów tego cennego surowca, co plasuje ją dopiero na siódmym miejscu po Rosji, Botswanie, Kambodzie, Republice Kongo, Australii i Angoli (odpowiednio: 45,27; 23,69; 18,64; 14,16; 13,0 i 9,15 mln karatów; www.statista.com).

Niniejsza publikacja jest związana z udziałem autorki w 35. Międzynarodowym Kongresie Geologicznym w Kapsztadzie w 2016 r. i ich uczestnictwa w geologicznej konferencji terenowej przygotowanej pod kierunkiem R.M. Watkeys'a. Autorki dziękują organizatorom i prowadzącym za wnikliwie i ciekawie wprowadzenie w geologię i problematykę złożową Afryki Południowej. Za graficzne wykonanie figur dziękujemy J. Turczynowiczowi. Nasze podziękowania kierujemy również do anonimowego Recenzenta, którego wnikliwie uwagi i korekta doprowadziły do obecnej, finalnej wersji pracy.

LITERATURA

- ALLSOPP H.L., BRISTOW J.W., SMITH C.B., BROWN R., GLEADOW A.J.W., KRAMERS J.D., GARVIE O.G. 1989 – A summary of radiometric dating methods applicable to kimberlites and related rocks. Fourth International Kimberlite Conference, Geol. Soc. Austr. Spec. Publ., 14: 343–357.
- CLEMENT C.R. 1982 – A comparative geological study of some major kimberlite pipes in the Northern Cape and Orange Free State. Unpublished Ph.D. thesis, University of Cape Town, Cape Town.
- FIELD M., STIEFENHOFEN I., ROBEY J., KURSZLANKIS S. 2008 – Kimberlite-hosted diamond deposits of southern Africa: A review. Ore Geol. Rev., 34 (1–2): 33–75.
- FONTANA G., MAC NIOCALL C., BROWN R.J., SPARKS R.S.J., FIELD M. 2011 – Emplacement temperatures of pyroclastic and volcanoclastic deposits in kimberlite pipes in southern Africa. Bull. Volcanol. 73: 1063–1083.
- GRESSE P.G. 2003 – The preservation of alluvial diamond deposits in abandoned meanders of the Middle Orange River. J. South Africa Inst. Min. Metallurg., 535–538.
- HARLOW G.E., DAVIES R.M. 2005 – Diamonds. Elements, 67 (1): 67–70.
- LEVINSON A.A., GUMEY J.J., KIRKLEY M.B. 1992 – Diamonds, sources and production: past, present and future. Gems and Gemology, 28 (4): 234–254.
- LEVINSON A.A. 1998 – Diamond sources and their discovery. [W:] Harlow G.E. (red.), The nature of diamonds, Cambridge University Press, Cambridge: 72–104.
- PARTRIDGE T.C., BOTHA G.A., HADDON I.G. 2006 – Cenozoic deposits interior. [W:] Johnson M.R., Anhaeusser C.R., Thomas R.J. (red.), The geology of South Africa. Geol. Soc. South Africa, Johannesburg/Council for geoscience, Pretoria: 585–604.
- SHIREY S.B., CARTAGNY P., FROST D.J., KESHAV S., NESTOLA F., NINIS P., PEARSON D.G., SOBOLEV N.V., WALTER M.J. 2013 – Diamonds and the geology of mantle carbon. Reviews in mineralogy and geochemistry. Mineral. Soc. Am., 355–421.
- SKINNER E.M., TRUSWELL J.F. 2006 – Kimberlites. [W:] Johnson M.R., Anhaeusser C.R., Thomas R.J. (red.), The geology of South Africa. Geol. Soc. South Africa, Johannesburg/Council for geoscience, Pretoria: 651–659.
- SMITH C.B., ALLSOPP H.L., KRAMERS J.D., HUTCHISON G., RODDICK I.C. 1985 – Emplacement ages of Jurassic-Cretaceous South African kimberlites by the Rb-Sr method on phlogopite and whole rock samples. Transaction. Geol. Soc. South Africa, 88: 249–266.
- WATKEYS M.K. (red.). 2016 – The great Southern African Geosafari: Cape Town to Victoria Falls with J.B. train Tours. 35th International Geological Congress. 4–13 September 2016. Field trip Guide. IUGS.
- de WIT M., BHEBHE Z., DAVIDSON J., HAGGERTY S.E., HUNDT P., JACOB J., LYNN M., MARSHALL T.R., SKINNER C., SMITHSON K., STIEHOFER J., ROBERT M., REVITT A., SPAGGIARI R., WARD J. 2016 – Overview of diamond resources in Africa. [W:] Wilson M.G.C. (red.), Spec. Iss. for the 35 IGC, Cape Town, South Africa, 27 Aug.–4Sept. 2016. Episodes, 39 (2): 199–237. www.statista.com

Praca wpłynęła do redakcji 29.01.2021 r.
Akceptowano do druku 3.03.2021 r

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska

Cena 12,60 zł (w tym 8% VAT)

TOM 69 Nr 3 (MARZEC) 2021

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

**Konkrecje Fe-Mn w polskim sektorze
Morza Bałtyckiego**

**Źródła w zlewni Zagórzańskiego Potoku
(Pogórze Spisko-Gubałowskie)**

**Nowe wystąpienie różowego korundu (rubinu)
w Sławniowicach, Sudety Wschodnie**

Zdjęcie na okładce: Wielka Dziura w Kimberley, RPA. Zalany wodą komin kopalni Kimberley, czynnej w latach 1884–1914, z której wydobyto 22,6 mln t kimberlitów i uzyskano ponad 14 mln karatów diamentów (patrz artykuł K. Jarmołowicz-Szulc i A. Kozłowskiej na str. 174). Fot. A. Kozłowska

Cover photo: The Big Hole in Kimberley, Republic of South Africa. The flooded kimberlite pipe in the Kimberley mine open in the period 1884–1914. In total, 22.6 million tonnes of kimberlite were exploited and over 14 million carats of diamonds obtained (see article by K. Jarmołowicz-Szulc and A. Kozłowska on p. 174). Photo by A. Kozłowska

Złoża kimberlitowe i aluwialne w rejonie Kimberley – 155 lat od odkrycia diamentów w Afryce Południowej (patrz str. 174)

Kimberlite and alluvial deposits in the Kimberley region
– 155 years after the diamond discovery in South Africa (see p. 174)



Ryc. 2. Bloczki kimberlitu. Ekspozycja w muzeum kopalni Wielka Dziura w Kimberley (RPA)

Fig. 2. Blocks of kimberlites. Exposition in the museum The Big Hole in Kimberley (South Africa)



Ryc. 11. Odkrywkowa eksploatacja rozsypanych złóż diamentów w rejonie pomiędzy Kimberley a Douglas w RPA. Fot. A. Kozłowska

Fig. 11. Open pit mining of scattered diamond deposits in the region between Kimberley and Douglas in South Africa. Photo by A. Kozłowska



Ryc. 5. Muzeum kopalni diamentów Wielka Dziura w Kimberley – fragment powierzchniowej części ekspozycji. Fot. K. Jarmołowicz-Szulc

Fig. 5. The diamond mining museum The Big Hole in Kimberley – part of the exposition on the surface. Photo by K. Jarmołowicz-Szulc



Ryc. 6. Podziemny korytarz kopalni udostępniony do zwiedzania – muzeum kopalni Wielka Dziura w Kimberley. Fot. A. Kozłowska

Fig. 6. Underground mine corridor accessible for visitors – museum The Big Hole in Kimberley. Photo by A. Kozłowska



Ryc. 12. Kopalnia aluwialnych złóż diamentów w rejonie pomiędzy Kimberley a Douglas w RPA. Etap końcowy wydobywania diamentów – rozdrabnianie i przesiewanie skały, finalne oddzielenie diamentów z użyciem nadfioletu i separatora. Fot. K. Jarmołowicz-Szulc

Fig. 12. The alluvial deposit mine in the region between Kimberley and Douglas in South Africa. Final stage of diamond exploitation – crushing and sieving of rocks, final separation of crystals using ultraviolet light and separators. Photo by K. Jarmołowicz-Szulc