



W poszukiwaniu surowców krytycznych dla Polski. Republika Kongo – geologia, potencjał surowcowy, warunki koncesyjne

Ryszard Strzelecki¹, Stanisław Wołkowicz², Hilaire Elenga³, Ghynel R. Kounkou⁴



R. Strzelecki



S. Wołkowicz



H. Elenga



G. Kounkou

In search of critical raw materials for Poland: Republic of the Congo – geology, mineral resources potential, concession conditions. *Prz. Geol.*, 69: 339–355.

Abstract. For its development, Polish economy needs a number of mineral raw materials that are not present in the country. An important way to increase the country's raw material security is to search for the necessary raw materials abroad. Among such countries is the Republic of the Congo. Advantageous geographic location with access to the Atlantic Ocean, the presence of geological structures rich in various mineral resources, such as tin, tungsten, coltan (Ta-Nb ore), polymetals (Cu-Pb-Zn), iron (BIF deposits), potassium salts and phosphate rock, as well as favourable legal regulations promoting foreign investments, make the Republic of the Congo a country with which Poland should cooperate in the field of raw materials and mining industries. A relatively small part of the Republic of the Congo is well explored, but the potential of undiscovered mineral resources is very large. Poland, having a well-educated cadre of geologists, can and should share its experiences with specialists working in the geological survey of the Republic of the Congo. Such cooperation can bring many benefits to both cooperating countries.

Keywords: Critical raw materials, crude oil, BIF, potassium salts, phosphates, polymetallic ores, rare metals, coltan, mining law

Strategie rozwojowe Unii Europejskiej, zawarte m.in. w dokumentach *Nowa strategia w zakresie przemysłu dla Europy* (COM/2020/102 final) oraz *Odporność w zakresie surowców krytycznych: wytyczanie drogi do większego bezpieczeństwa i bardziej zrównoważonego rozwoju* (COM/2020/474 final) nie pozostawiają złudzeń. Do 2050 r. zapotrzebowanie na surowce ulegnie podwojeniu. Podobne konkluzje przedstawiono w raportach Banku Światowego (World Bank..., 2017) oraz OECD (OECD, 2018). Rozwój nowoczesnych technologii w wielu branżach przemysłowych, np. elektromobilności, baterii, przemysłu farmaceutycznego, przemysłu lotniczego i kosmicznego, a także obronności i elektroniki, będzie niemożliwy bez dostępu do surowców.

Pandemia Covid-19 jeszcze dobitniej podkreśliła konieczność wzmocnienia autonomii państw Unii Europejskiej w obszarze dostępności surowców i rozwoju przemysłu. Polska, chcąc odgrywać znaczącą rolę w tej transformacji, musi aktywnie włączyć się w poszerzanie swojego dostępu do surowców. Wiemy doskonale, że zdecydowanej większości surowców określanych mianem krytycznych (Galos i in., 2021; Mazurek i in., 2021) w Polsce nie znajdziemy. Najnowszy *Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2018 r.* (Szamałek i in., 2020) wyraźnie pokazuje, jak niewiele z listy surowców krytycznych jest dostępnych w naszym kraju, a szanse na ich udokumentowanie, wobec ogólnie dobrego rozpoznania geologicznego, są znikome. Jeżeli chcemy, aby krajowe

¹ Emerytowany pracownik Państwowego Instytutu Geologicznego-PIB; jozefoslaw2000@gmail.com – specjalista w dziedzinie geologii złóż surowców mineralnych i geologii gospodarczej, przez wiele lat pracujący jako ekspert w Mauretanii i Algierii

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; stanislaw.wolkowicz@pgi.gov.pl – specjalista w dziedzinie geologii złóż surowców mineralnych i geologii gospodarczej, jeden z liderów projektu *PanAfGeo (Pan-African Support to the EuroGeoSurveys – Organisation of African geological Surveys (EGS-OAGS Partnership))*

³ Department of Geology, Faculty of Science and Technology, Marien Ngouabi University of Brazzaville, Case C-3-B-Bacongo, Brazzaville; hilaire_elenga@yahoo.fr – dyrektor generalny służby geologicznej (Centre de Recherches Géologiques et Minières), profesor, doradca ministra górnictwa i geologii Republiki Kongo ds. kontroli i monitoringu przedsiębiorstw i grup górniczych

⁴ Direction Generale des Mines, Immeuble Mines et Energie, Rond Point CCF, Bacongo, Brazzaville; kounkoug@gmail.com – dyrektor ds. górnictwa rzemieślniczego i małoskalowego Republiki Kongo (ASM), uczestnik szkoleń prowadzonych w ramach projektu *PanAfGeo*



Ryc. 1. Mapa administracyjna Republiki Konga (<https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/congo.pdf>)

Fig. 1. Administrative division of the Republic of Congo (<https://www.un.org/Depts/Cartographic/map/profile/congo.pdf>)

podmioty gospodarcze mogły rozwijać nowoczesne technologie, to rolą Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB), pełniącego funkcję państwowej służby geologicznej, jest wspomaganie ich w uzyskiwaniu dostępu do surowców poprzez aktywną politykę państwa w zakresie geologicznych prac poszukiwawczych poza granicami kraju.

W okresie do 1989 r. polscy geolodzy, w tym w dużej mierze wywodzący się z PIG, prowadzili wielodziedzinowe badania zagraniczne, jednak w zdecydowanej większości przypadków dotyczyły one „bratnich narodów” lub tych państw, które tzw. blok wschodni starał się objąć swoimi wpływami. Liczne zespoły geologów pracowały wówczas w Mongolii, Wietnamie, na Kubie, w Algierii, Libii czy Iraku (Ślizewski i in., 2005; Salski, 2020). Pojedynczy geolodzy pracowali jako eksperci w innych krajach (Salski, 2020). Nie można zapominać o wymienionych państwach, bo w wielu z nich polscy geolodzy zostali dobrze zapamiętani, ale naturalnym kierunkiem zainteresowania powinna być Afryka. Przemawia za tym wiele argumentów, takich jak bliskość geograficzna, bogata i długa historia geologiczna tego kontynentu, która skutkuje obfitością bogactw naturalnych i bardzo dobre relacje z wieloma afrykańskimi służbami geologicznymi. Zostały one nawiązane dzięki współpracy dwustronnej w ramach projektów finansowa-

nych ze środków MSZ RP (program *polaska pomoc*) oraz uczestnictwa PIG-PIB w projektach międzynarodowych realizowanych w Afryce (Wołkowicz, 2013; Graniczny, Wołkowicz, 2016). Znakomitą formą takiej współpracy jest realizowany na zlecenie Komisji Europejskiej projekt *PanAfGeo*, którego głównym celem jest szkolenie pracowników afrykańskich służb geologicznych zrzeszonych w *Organisation of African Geological Surveys* (OAGS) przez specjalistów wywodzących się z europejskich służb geologicznych stowarzyszonych w *Euro-GeoSurveys* (EGS). W pierwszym etapie przeszkolono prawie 1100 geologów afrykańskich z 49 krajów. W bieżącym roku rozpocznie się realizacja drugiego etapu, w którym znaczący udział merytoryczny ma PIG-PIB. Szkolenia są okazją do poznania afrykańskich geologów. Często są to osoby sprawujące już pewne funkcje kierownicze lub wkrótce uzyskają taką pozycję. Każdy, kto zna mentalność mieszkańców Afryki, wie, że bezpośrednia znajomość jest nie do przecenienia w kontaktach biznesowych.

Polscy współautorzy tego artykułu mają nadzieję, że zapoczątkuje on serię publikacji o tych krajach Afryki, które mają duży potencjał surowcowy i które mogą być interesującymi partnerami Polski w dziedzinie pozyskiwania surowców niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania gospodarki. Na początek Republika Konga (RK) – jest to kraj w Afryce Środkowej, słabo znany w Polsce. Graniczy on z Angolą (enklawa Kabinda; wspólna granica 201 km), Gabonem (1903 km), Kamerunem (523 km), Republiką Środkowoafrykańską (467 km) oraz Demokratyczną Republiką Konga (2410 km). Ma dostęp do wybrzeża Oceanu Atlantyckiego o długości 170 km. Pod względem administracyjnym jest podzielony na 12 departamentów (ryc. 1). Formalna nazwa tego państwa bywa często mylona z Demokratyczną Republiką Konga (DRK), dlatego potocznie bywa ono nazywane Kongo Brazzaville, z kolei DRK – Kongo Kinszasa. Obydwa państwa leżą w dorzeczu rzeki Kongo, drugiej co do długości rzeki w Afryce i drugiej rzeki świata pod względem objętości przepływu wody – średnio 40 000 000 m³/s. Nazwa rzeki i obydwu państw pochodzi od plemienia Bakongo (myśliwi), żyjącego przy jej ujściu do Atlantyku. Stolice obu państw znajdują się dokładnie naprzeciw siebie, po obu stronach tej gigantycznej rzeki. Na lewym brzegu jest Kinszasa, a na prawym Brazzaville. Oba miasta zbudowano w miejscu, gdzie kończy się żeglowność Konga, a zaczynają skalne progi uniemożliwiające transport w górnym biegu tej rzeki. Kilkadziesiąt kilometrów dalej znajdują się słynne wodospady Livingstona, niezwykle trudne do sforsowania. Mimo trwającej dziesiątki lat dyskusji i wielu projektów do dziś nie ma mostu łączącego obie stolice, a komunikację zapewniają liczne promy.

Republika Konga rozciąga się po obu stronach równika i zajmuje powierzchnię 342 tys. km², niewiele większą od Polski, ale liczba mieszkańców wynosi zaledwie 5,2 mln, w tym ok. 70% ludności mieszka w miastach. Główne miasta

to Brazzaville, liczące 1,7 mln mieszkańców, oraz Pointe-Noire, jedyny port nad Atlantykiem i główny ośrodek przemysłowy, liczący 820 tys. mieszkańców. Gęstość zaludnienia jest bardzo mała, ok. 15 os./km², a w prowincjach północnych zaledwie 2–3 os./km². Jak większość krajów afrykańskich, Republika Konga charakteryzuje się bardzo wysokim przyrostem naturalnym, ocenianym na 3% rocznie, przy czym ponad połowa populacji ma poniżej 18 lat. Kraj zamieszkuje kilkanaście grup etnicznych, największe z nich to Kituba, Bateke i Lingala, a w lasach tropikalnych koczują plemiona Pigmejów.

Usytuowanie Konga w strefie klimatu równikowego i podrównikowego sprawia, że średnia roczna temperatura wynosi w nim 25°C, a średni opad 1600 mm, głównie w porach deszczowych (marzec–maj i październik–grudzień). Lasy pokrywają ponad 60% terytorium. Wielkie kompleksy leśne, obejmujące 15 mln ha, znajdują się w północnej części kraju, w kotlinie rzeki Kongo oraz masywie Ivinde-Kelle. W masywie Chaillu w środkowo-zachodnim Kongu zajmują 3,5 mln ha, natomiast w masywie Kouilou-Mayombe w południowo-zachodniej części kraju – 1,5 mln ha. W celu ochrony lasów tropikalnych i unikalnej zwierzyny, np. słoń leśnych, goryli czy szympanсів, utworzono kilka parków narodowych.

Republika Konga uzyskała niepodległość w 1960 r., jest to republika parlamentarna z władzą prezydencką – system ten nawiązuje do ustroju państwa francuskiego. Językiem urzędowym jest język francuski. Około 85% mieszkańców kraju stanowią chrześcijanie, w tym 50% katolicy. Gospodarka tego państwa opiera się na wydobyciu i eksporcie ropy naftowej, która dostarcza 60% PKB i 90% wpływów z eksportu, co uzależnia ekonomię kraju od wahań cen tego surowca. Władze Konga dążą do rozwoju górnictwa innych kopalin. Problemem jest bardzo uboga infrastruktura komunikacyjna. Czynna jest jedna linia kolejowa Brazzaville–Pointe-Noire (510 km). Sieć dróg asfaltowych liczy zaledwie 3200 km, pozostałe drogi, głównie laterytowe, w czasie pory deszczowej są bardzo trudno przejezdne.

Wśród państw afrykańskich Kongo należy do krajów średnio zamożnych. Według danych MFW w 2019 r. pod względem dochodu narodowego PKB *per capita*, w wysokości 6799 USD, zajmowało 130 pozycję na świecie. Wyższy dochód ma sąsiadujący Gabon, zbliżony Angola, a pozostałe niższy, w Republice Środkowoafrykańskiej i DRK jest on <1000 USD. Dla porównania Polska zajmuje 45 pozycję, z dochodem 31 939 USD. Walutą RK jest frank środkowoafrykański (*franc de la Coopération Financière en Afrique Centrale* – kod XAF), emitowany przez Bank Państw Afryki Środkowej (BEAC – *Banque des Etats de l’Afrique Centrale*) z siedzibą w Yaunde. Waluta ta znajduje się w obiegu także w Czadzie, Gabonie, Kamerunie, Republice Środkowoafrykańskiej i Gwinei Równikowej oraz w 9 krajach Afryki Zachodniej (kod CFA). Wartość franka ustala stały parytet wymiany z euro (1 euro = 652 XAF). Jest to ważny element stabilizacji i wiarygodności gospodarczej Republiki Konga.

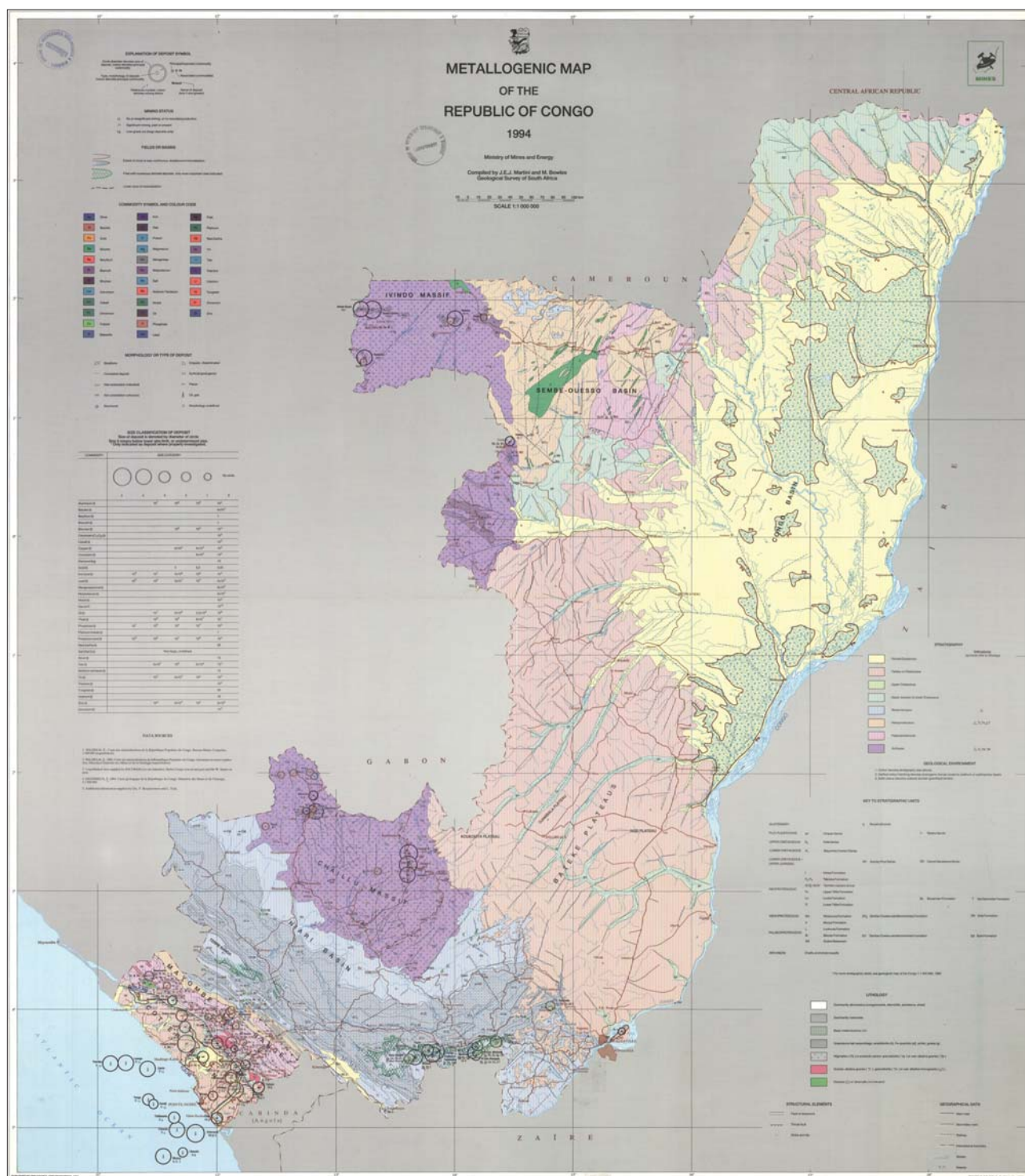
BUDOWA GEOLOGICZNA

Pisząc o budowie geologicznej Konga, należy pamiętać, że stopień znajomości struktur geologicznych jest, jak

na nasze standardy, bardzo słaby. Wydano przeglądową mapę geologiczną całego kraju w skali 1:1 000 000 (Desthieux, 1992), wraz z objaśnieniami tekstowymi (Desthieux, 1993). Jest to kompilacja wcześniejszych map, w tym *Mapy geologicznej Francuskiej Afryki Równikowej w skali 1:2 000 000* (Gerard, 1958) i *Mapy geologicznej Republiki Konga w skali 1:500 000* (Dadet, 1969) oraz innych opracowań do 1969 r. Opis poszczególnych regionów jest ubogi i zawiera bardzo skromne informacje na temat tektoniki i mineralizacji. Chcąc zobrazować północną część Republiki Konga, której nie objęto wcześniejszymi opracowaniami kartograficznymi, posłużono się interpretacją zdjęć lotniczych. Bardziej użyteczna do planowania prac prospekcyjnych jest *Mapa mineralizacji Republiki Konga w skali 1:500 000*, wydana w dwóch arkuszach wraz z objaśnieniami (Wilhelm, 1970a, b), jednak nie obejmuje ona północno-wschodniej części kraju (na E od południka 16°E). Na mapie zaznaczono podstawowe wydzielenia litologiczno-stratygraficzne i lokalizację przejawów wielu kruszców oraz ropy naftowej, diamentów, fosforytów i formacji solonośnych. Rozpoznanie to jest skoncentrowane głównie w południowo-zachodniej i południowej części kraju. Na podstawie tej mapy, uzupełnionej wynikami badań z lat 70. i 80. ub. w., służba geologiczna RPA opracowała *Mapę metalogeniczną Republiki Konga w skali 1:1 000 000* (ryc. 2) wraz z objaśnieniami (Martini, Bowles, 1994; Martini i in. 1995). Skala mapy i dokonane uogólnienia spowodowały, że nie wniosła ona jakościowo nowych informacji do znajomości występowania surowców mineralnych Republiki Konga w stosunku do mapy Wilhelma (1970a).

W ramach Narodowego Programu Kartografii Geologicznej Republiki Konga w latach 2012–2015 opracowano 7 arkuszy *Mapy Geologicznej Republiki Konga w skali 1:200 000* oraz 1 w skali 1:100 000. Objęły one południowo-zachodnią część Republiki Konga (arkusze Conkouati, Dolisie, Kibangou, Madingou i Pointe-Noire), a pozostałe 3 – rejon stolicy i obszar na północ od niej (arkusze: Brazzaville w skali 1:100 000 oraz Djambala-Nsa-Mpouya i Mbe Ngabe). Koordynatorem projektu było Ministerstwo Górnictwa i Geologii Republiki Konga oraz francuska służba geologiczna (*Bureau de Recherches Géologiques et Minières* – BRGM). Mapa ta została opracowana przez BRGM i *Université Marien Ngouabi* (UMNG), a sfinansowana przez *TOTAL Exploration & Production Congo*. Umieszczono na niej dość szczegółowe wydzielenia litologiczne w porządku stratygraficznym, struktury tektoniczne oraz lokalizację i formę występowania diamentów, surowców metalicznych i innych surowców mineralnych. Każdy z arkuszy tej mapy ma doskonale opracowane objaśnienia tekstowe, zawierające kompendium wiedzy o budowie geologicznej i surowcach. Opisy struktur, stratygrafii, metamorfizmu i zasobów surowców, zamieszczone w tym artykule, zaczerpnięto właśnie z objaśnień do arkuszy tej mapy.

Autorzy map i objaśnień, na podstawie wyników prac kartograficznych i analiz laboratoryjnych, m.in. oznaczeń wieku bezwzględnej i analizy porównawczej ze strukturami z krajów sąsiadujących, dokonali rewizji schematów litostratygraficznych i strukturalnych paleo- i neoproterozoiku łańcucha Mayombe. Planowane jest wydanie kolejnych 10 arkuszy mapy, w tym mapy regionu środkowo-zachodniego i pozostałej części regionu południowo-zachodniego.



Ryc. 2. Mapa metalogeniczna Republiki Konga (Martini, Bowles, 1994)
Fig. 2. Metallogenetic map of the Republic of the Congo (Martini, Bowles, 1994)

Jednostki geologiczno-strukturalne

Struktury geologiczne Republiki Konga są związane z rozległym basenem interkratonicznym o powierzchni ok. 1,8 mln km² (czyli łącznej powierzchni Niemiec, Polski, Ukrainy, Białorusi, Łotwy, Litwy, Czech i Słowacji). Otaaczają go kratony: Ntem-Chaillu w części północno-zachodniej, NE Angola w części południowo-zachodniej, Kasai – w południowej, Tanzanian – we wschodniej i Mboumou w części północno-wschodniej (Callec i in., 2015). Wiek kratonów Ntem-Chaillu i Kasai sięga 3,5 mld lat, co

odpowiada paleoarchaikowi, a pozostałych masywów 2,5–3,0 mld lat, zatem powstały one w mezo- i neoarchaikowi (Key, 1992; Hanson, 2003; Thieblemont, 2009; Thieblemont i in., 2009). W trakcie orogenezy eburneńskiej (2050–1950 mln lat temu) i panafrykańskiej (1050–600 mln lat), wskutek procesów orogenicznych (metamorfizm, plutonizm, wulkanizm), doszło miejscami do przetopienia i powstania magm granitoidowych i skał metamorficznych. Badania izotopowe cyrkonów wskazują również na obecność trzech wyraźnych epizodów magmatyzmu kimberlitowego (Batumike i in., 2009): późnoarchaicznego (2,8–2,6 mld lat),

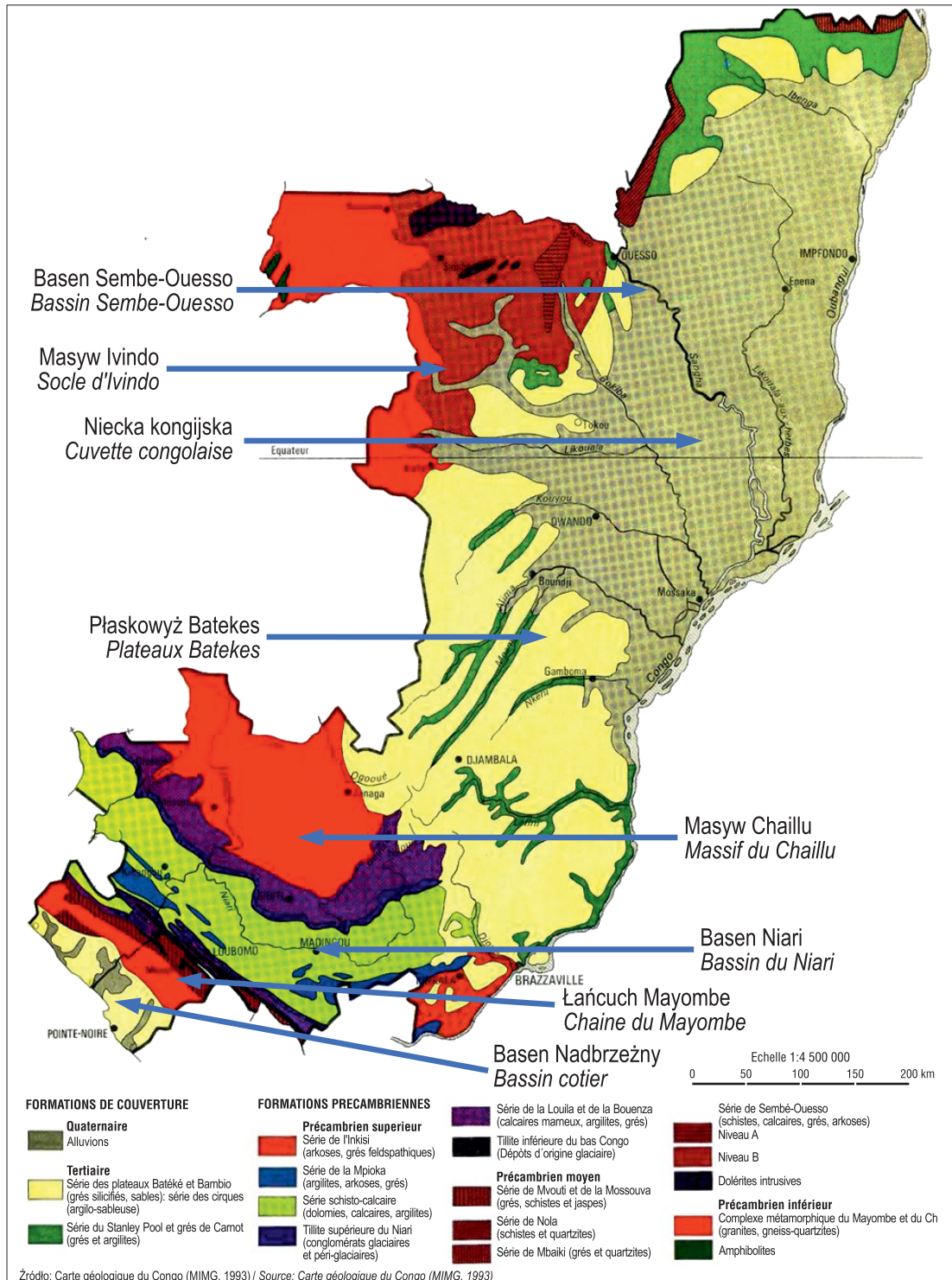
neoproterozoicznego (850–582 mln lat) i kredowego (116–70 mln lat). Wymienione kratony otaczają młodsze struktury proterozoiczne (2500–600 mln lat) o cechach pasów orogenicznych. Wzdłuż zachodniej krawędzi basenu, od Angoli po Gabon, znajduje się łańcuch zachodnio-kongijski (*Ouest-Congolien*), związany z neoproterozoicznym rozpadem hipotetycznego kontynentu Rodinia i orogenezą panafrykańską.

Kartograficzny obraz rozmieszczenia wymienionych archaicznych kratonów i młodszych struktur prekambryjskich basenu Kongo znakomicie obrazuje najnowsza *Mapa*

geologiczna Afryki w skali 1:10 000 000 (ryc. 3 – patrz str. 394), wydana w 2016 r. z okazji 35. Międzynarodowego Kongresu Geologicznego w RPA (Thieblemont i in., 2016). Złożoność i wieloetapowość procesów geologicznych poskutkowała niezwykłym bogactwem zasobów surowców mineralnych w krajach Afryki Środkowej, od Angoli i Demokratycznej Republiki Kongo po Kamerun.

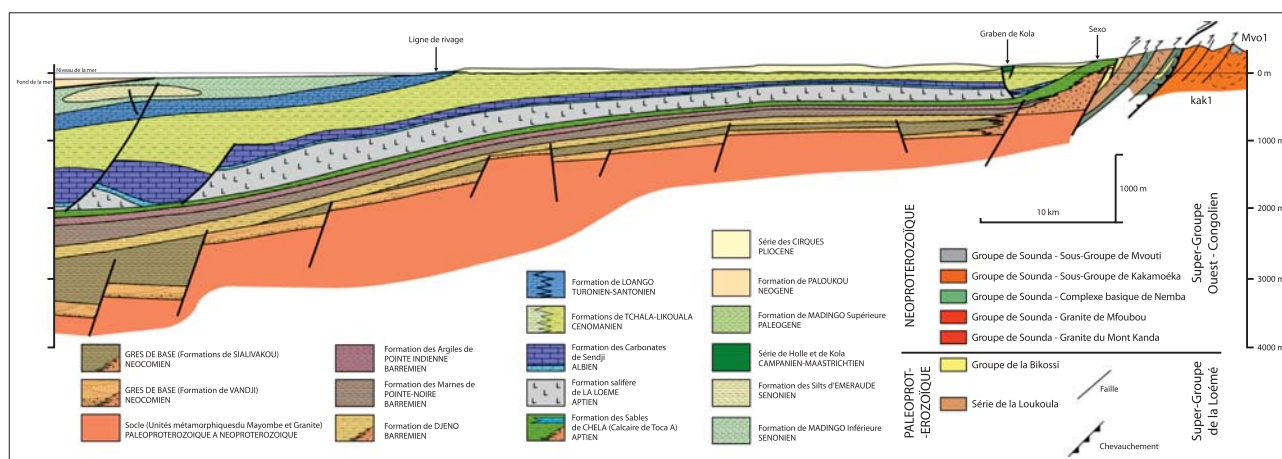
W Republice Kongo wyróżniono osiem jednostek geologiczno-strukturalnych, którymi, idąc od wybrzeża Atlantyku w kierunku północno-wschodnim, są (ryc. 4):

□ basen nadbrzeżny (*Bassin Côtier*);



Ryc. 4. Jednostki geologiczno-strukturalne Republiki Kongo (wg Desthieux, 1992)

Fig. 4. Geological and structural units of the Republic of the Congo (after Desthieux, 1992)



Ryc. 5. Przekrój geologiczny przez basen nadbrzeżny (wg Callec i in., 2015b)

Fig. 5. Geological and structural cross-section of the Coastal Basin (after Callec et al., 2015b)

- łańcuch górski Mayombe (*Chaîne du Mayombe*);
- basen Niari (*Bassin du Niari*);
- masyw Chaillu (*Massif du Chaillu*);
- płaskowyż Batekes (*Plateaux Batekes*);
- niecka kongijska (*Cuvette Congolaise*);
- masyw Ivindo (*Socle d'Ivindo*);
- basen Sembe-Ouessou (*Bassin Sembe-Ouessou*).

Basen nadbrzeżny

Basen nadbrzeżny rozprzestrzenia się z południowego zachodu na północny wschód na długości ok. 170 km – od granicy z angolską enklawą Kabindą do granicy z Gabonem. Budowa geologiczna tej jednostki została dobrze poznana przede wszystkim dzięki poszukiwaniom węglowodorów. Powstanie basenu nadbrzeżnego jest związane z otwarciem w dolnej kredzie południowego Atlantyku. W morskiej części basenu są wyróżniane, licząc od najstarszej, trzy wielkie formacje litostratygraficzne: przedsolonośna, solonośna i post-solonośna.

Sedymentacja synryftowej formacji przedsolonośnej była kontrolowana przez system rowów i horstów tektonicznych. Składają się na nią przewarstwiające się serie piaskowców, węglanów bogatych w substancję organiczną (w tym bituminy), iłowców i piasków. Jest ona wieku dolnokredowego (od berriasu po apt) i zalega na podłożu krystalicznym proterozoicznej struktury Mayombe. Jej miąższość waha się od 1600 do 4200 m, a profile są znane wyłącznie z wierceń na morzu.

Formacja solonośna, cykliczna, kończąca etap sedymentacji synryftowej, jest wieku dolnokredowego (apt). W stropie zawiera bardzo grube serie solne, złożone z halitu, sylwinitu i karnalitu (formacja Loeme). Jej miąższość waha się w granicach od 650 do 1000 m.

Postsolonośna formacja osadowa postryftowego etapu rozwoju basenu jest reprezentowana przez serie węglanowe wieku dolnokredowego (alb) przechodzące w górnokredowe serie mułowcowo-iłowcowe i drobnopiaszczyste (cenoman–turon) oraz margle wieku senon–eocen, niezwykle bogate w substancję organiczną. Profil utworów tej formacji kończą mioceńskie iłowce z przewarstwieniami piasków i wapieni. Łączna miąższość całej formacji post-solonośnej waha się od 1900 do 3300 m.

W profilu lądowej części basenu nadbrzeżnego (*on shore*), który ma średnio 50 km szerokości, na kontakcie z podłożem łańcucha Mayombe są obecne serie zlepieńcowe, arkozy i piaskowce oraz wapień i dolomity. W kilku miejscach odsłaniają się górnokredowe (mastycht) serie z fosforytami, tzw. seria Holle, w postaci piaskowców z kongrecjami fosforytowymi, oraz poziomu fosforytów typu koprolitowo-kwarcowego. Najmłodsze osady, plioceńsko-plejstoceńskie, to piaski, żwiry i czerwone iłowce pochodzenia kontynentalnego (ryc. 5).

Łańcuch Mayombe

Łańcuch Mayombe rozciąga się z NW na SE na obszarze ok. 10 000 km². Stanowi on środkową część orogenu zachodniokongijskiego (*Ouest-Congolien*), ciągnącego się od Angoli i Demokratycznej Republiki Konga poprzez Kabindę i Republikę Konga po Gabon. Reprezentuje on zewnętrzną część neoproterozoicznego orogenu panafrkańskiego. Na podstawie rodzaju deformacji i stopnia metamorfizmu skał w łańcuchu Mayombe na terenie Republiki Konga są wydzielane trzy jednostki strukturalne, których granice stanowią główne nasunięcia typu płaszczwinowego. Najbardziej intensywne metamorfizmy oraz deformacje tektoniczne (nasunięcia, odkłucia, ścięcia, fałdowania itp.) występują na obszarach zachodnim i środkowym, a ich intensywność słabnie w kierunku NE (Le Bayone i in., 2015a). W zachodnim obszarze łańcucha Mayombe (*Mayombe Occidental*) występują utwory paleoproterozoiczne, reprezentowane przez skały tzw. supergrupy Loeme, którą tworzą:

- paragnejsy Loukoula (2111–2065 mln lat), przekształcone przez metamorfizm orogenezy eburneńskiej w amfibolity z paragenezą minerałów granat–sylimanit–biotyt, a lokalnie w fację migmatytową;
- intruzje późnoeburneńskie: m.in tonality Bilinga-Bilala (2028–2048 mln lat), granitoidy Suite de Bilinga, granodiority Les Saras (2038 mln), zmetamorfizowane w facji amfibolitowej;
- metasedymenty: kwarcyty, łupki mikowe, łupki z granatami, łupki zielone zaliczone do grupy Bikossi (wieku <2040 mln lat).

Efektorem orogenezy eburneńskiej (ok. 2,2–2,0 mld lat) był hiatus, który na obszarze Republiki Konga obejmuje ok.

1 mld lat. Utwory neoproterozoiczne w łańcuchu Mayombe są wydzielane jako supergrupa orogenu zachodniokongijskiego (*Ouest-Congolien*). Synryftowe utwory wulkaniczne i osadowo-wulkaniczne łańcucha zachodniokongijskiego, związane z procesami rozpadu hipotetycznego, mezoproterozoicznego prakontynentu Rodinia, są zaliczane do grupy Sounda (dolny neoproterozoik – ton). Są to skały maficzne (metabazalty, metagabra, metadoleryty, amfibolity) kompleksu Nemba (900–915 mln) oraz utwory piroklastyczne (ignimbryty, tufy) i wulkaniczno-osadowe (zlepience kwarcytowe, kwarcyty, łupki z grafitem) podgrupy Kakamoeka (915 mln lat). Najwyższą część grupy Sounda stanowią serie terygeniczne – łupki grafitowe (pelity), drobnoziarniste piaskowce arkozowe i piaskowce kwarcowo-skaleniowe (912 mln lat). W strefie kontaktowej z basenem nadbrzeżnym serie paleoproterozoiczne przecinają intruzje granitowe (Mont Kanda, Mfoubou) i granodiorytowe (Ngounda), których wiek wynosi odpowiednio 1050 i 928 mln lat. Są one uważane za pozostałość magmatyzmu neoproterozoicznego ryftu interkontynentalnego (1000–870 mln lat). Miąższość utworów grupy Sounda osiąga 10 000 m, a ich wychodnie są znane są z obszaru zachodniego oraz zachodniej części obszaru centralnego.

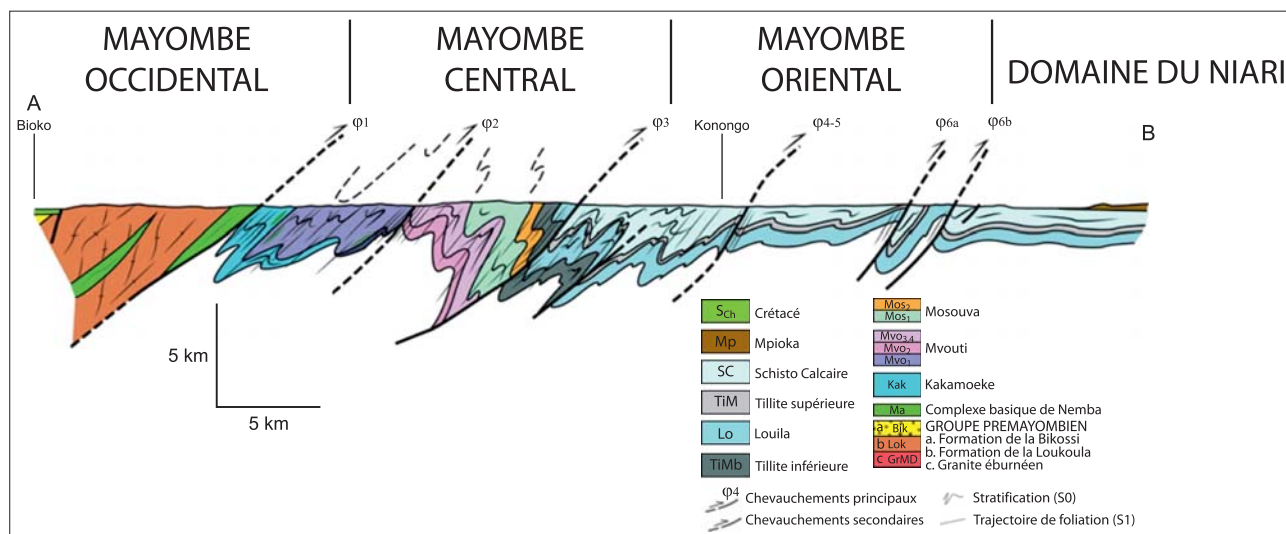
Centralny obszar łańcucha Mayombe (*Mayombe Central*) graniczy z obszarem zachodnim wzdłuż nasunięcia głównego Mandzi-Loukounene (ryc. 6). W profilu utworów neoproterozoicznych na utworach grupy Sounda niezgodnie zalegają serie terygeniczne grupy Mayombe (neoproterozoik środkowy – kriogen). W dolnej części są to początkowo piaskowce kwarcowo-skaleniowe, przechodzące w serie piaskowców naprzemianległych z łupkami serycytowymi, ilastymi i pelitowymi. Osady te są wyróżniane jako podgrupa Moussouva. Powyżej występują osady polodowcowe (tzw. seria diamiktytów dolnych), zwane także tyllitami z Monts Bamba. Są to skały piaszczysto-łupkowe z luźnymi głazami i otoczkami piaskowców skaleniowych. Osady polodowcowe występują w całym regionie i są uważane za odpowiednik zlodowacenia Sturtian, którego wiek jest szacowany w dość szerokim zakresie pomiędzy 735 a 680 mln lat.

Profil utworów neoproterozoiku środkowego (grupy Mayombe) zamyka podgrupa Louila (ryc. 6), która w części północno-wschodniej basenu Niari i w masywie Chaillu jest zwana Bouenza. Podgrupa Louila to przede wszystkim utwory różnych facji łupkowych, czasami kwarcowe, przechodzące stopniowo w piaskowce skaleniowe o charakterystycznych kolorach: zielonkawych, ochrowych i czerwono-fioletowych. Na erozyjnej powierzchni Louila zalegają ponownie utwory polodowcowe, zwane też tyllitami Niari, tworzące grupę Niari (diamiktyty górne). Są to głównie ilowce piaszczyste, niewarstwowane, w których występują liczne, słabo obtoczone i nieobtoczone otoczki o średnicy do 25 cm, głównie piaskowcowo-węglanowe oraz innych skał, takich jak granity, piaskowce kwarcytowe, łupki, wapienie oolitowe i stromatolity. Lodowcowe pochodzenie tych osadów jest bezsporne, a wiek 635–610 mln lat wskazuje na ich przynależność do zlodowacenia Marinoan (ok. 630 mln lat).

Obszar wschodni łańcucha Mayombe (*Mayombe Oriental*) charakteryzuje asymetryczność strukturalna. Kontakt z obszarem centralnym wyznacza nasunięcie Moukondo, a z basenem Niari – mniej intensywne deformacje fałdowe i słaby metamorfizm (ryc. 6). We wschodnim obszarze łańcucha Mayombe odsłaniają się przede wszystkim wychodnie klastyczne utworów neoproterozoicznej podgrupy Louila, osadów polodowcowych grupy Niari oraz osadów grupy łupkowo-węglanowej. Osady tej grupy, o łącznej miąższości rzędu 1100 m, zalegają ze zgodnością stratygraficzną na utworach grupy Niari. W dolnej części występuje tzw. podgrupa SC_I, są to laminowane ilowce oraz mułowce przechodzące w wapienie oolitowe i dolomitowe ze stromatolitami. W podgrupach SC_{II} i SC_{III} występują facje węglanowe z oolitami i stromatolitami, a w najwyższej części profilu SC_{III} jest obecna facja ewaporatowa reprezentowana przez gipsy.

Basen Niari

Synklinalny basen Niari, o średniej szerokości ok. 70 km, rozciąga się z SE na NW – od granicy z Kabindą do granicy



Ryc. 6. Przekrój geologiczno-strukturalny przez łańcuch Mayombe – od basenu nadbrzeżnego (punkt A) do basenu Niari (punkt B) (wg Le Bayone i in., 2015a)

Fig. 6. Geological and structural cross-section through the Mayombe Chain from the Coastal Basin (point A) to the Niari Basin (point B) (after Le Bayone et al., 2015a)

z Gabonem, równoległe do struktury Mayombe. Północno-wschodni i północny zasięg basenu wyznacza masyw Chaillu, gdzie osady neoproterozoiczne leżą niezgodnie na granitach i granitognejsach Chaillu. Południowo-zachodnią część basenu oddziela od wschodniego obszaru łańcucha Mayombe granica tektoniczna. Basen wypełniają głównie utwory grupy łupkowo-węglanowej (*schisto-calcaire*). We wschodniej części basenu na krystaliniku Chaillu zalegają utwory drobnoklastyczne i piaskowcowe podgrupy Bouenza oraz osady tillitowe grupy Niari, tworzące wąskie pasma wychodni. W zachodniej i środkowej części basenu na utworach węglanowych grupy łupkowo-węglanowej leżą zlepieńce i brekcje rozpoczynające sedymentację grupy litostratygraficznej Mpioka, najmłodszej w orogenie zachodniego Konga, interpretowanej jako późnoorogeniczna molasa panafrkańska. Są to wyłącznie osady terygeniczne: piaskowce arkozowe i skaleniowe, przewarstwiane się z ilowcami i mułowcami mikowymi. Miąższość grupy Mpioka sięga maksymalnie 1000 m. Osady te są zaliczane do kambru, a według oznaczeń radiometrycznych ich wiek waha się w granicach 580–500 mln lat (Fullgraf i in., 2015; Charles i in., 2015). Występujące na nich w południowo-wschodniej części basenu utwory zlepieńcowe, arkozowe i piaskowcowe serii Inkisi są zgodne przez wielu autorów zaliczane do paleozoiku i prawdopodobnie reprezentują kambr lub ordowik (Callec i in., 2015b). W obrazie strukturalnym basenu Niari wyróżnia się dwie gałęzie. Jedną o przebiegu NW-SE, równoległą do panafrkańskiego kierunku łańcucha Mayombe, a drugą o kierunku prostopadłym, tj. NE-SW, która pojawia się w południowej części basenu. Utwory neoproterozoiczne Niari przechodzą ku NE w osady neoproterozoiczne basenu Sembe-Ouessou. W tej części są przykryte przez formacje mezozoiczne i kenozoiczne płaskowyżu Batekes i niecki Konga.

Masyw Chaillu

Masyw Chaillu znajduje się w zachodniej części Konga oraz w sąsiadującej, południowej części Gabonu. W Kongu zajmuje powierzchnię 20 000 km² i jest porośnięty lasami tropikalnymi, maskującymi jego budowę geologiczną. Jest on jednym z masywów granitoidowych i gnejsowych wieku archaicznego, otaczających basen kongijski. Wiek skał masywu Chaillu jest szacowany na przedział pomiędzy 2881 a 2510 mln lat – mezoarchaik–neoarchaik. Dominują w nim skały w różnym stopniu zmetamorfizowane, kompleksy granitoidów i gnejsów. Trzon stanowią mezoarchaiczne, różowe granodioryty i sjenogranity oraz szare granity wapniowo-alkaliczne typu granodiorytów kwarcowych. Wśród nich występują relikty pasów zieleńcowych, których protolitami były skały pochodzenia wulkanicznego, reprezentowane przez lawy zasadowe i ultrazasadowe, oraz osadowego, wykształcone w postaci kwarcytów żelazistych (tworzących wstęgowe rudy żelaza typu BIF – *banded iron formation*), konglomeratów oraz szarogłazów. W kongijskiej części masywu występują dwa pasy zieleńców: Mayoko i Zanaga. Ich częścią jest formacja kwarcytów żelazistych oraz metabazyty i ultrabazyty, w tym m.in. amfibolity, diabazy, perydotyty i piroksenity. Skalami intruzywnymi są tu diabazy tworzące dajki, czasami dużych

rozmiarów, oraz pegmatyty występujące w postaci żył wśród skał osadowo-wulkanicznych.

Analiza tektoniki wskazuje na obecność rozłamów i stref uskokowych o kierunku N-S, przeważających w północnej i środkowej części masywu, oraz o kierunkach NE-SW w części zachodniej i NW-SE w południowej. Pas zieleńcowy Zanaga ma orientację N-S, a Mayoko NE-SW. Wykonane w 2013 r. zdjęcie geofizyczne – aeromagnetyczne i aeroradiometryczne – kongijskiej części masywu (jeszcze publicznie niedostępne) dostarczyło nowych danych o litologii i budowie strukturalnej masywu, np. stwierdzono obecność dajek, stref dysjunktywnych, a także struktur kolistych, być może typu kimberlitowego (Le Bajon i in., 2015a).

Płaskowyż Batekes

Płaskowyż Batekes to rozległa wyżyna o wysokości 700 m n.p.m., zajmująca środkową (na N od Brazzaville) i północno-wschodnią część terytorium Republiki Konga. Płaskowyż ten ciągnie się dalej na wschód na terytorium DRK. Tworzą go serie mezozoiczne i paleogeńsko-neogeńskie, przykryte przez aluwia rzeki Konga. Wschodnie dolnokredowej serii skał płaskowyżu Batekes (*Bat₁* i *Bat₂*), w pobliżu Brazzaville zalegają niezgodnie na dolnopaleozoicznej serii piaskowców grupy Inkisi. W dolnej części są to utwory zlepieńcowate, stopniowo przechodzące w skały ilasto-mułwcowe, piaskowce skaleniowe i piaskowce kaolinowe. Formacje te powstawały w środowisku rzeczonym i jeziornym, a w wyższych częściach profilu – w eolicznym (Callec i in., 2015b). Wyższa część profilu geologicznego to utwory piaskowcowe, miejscami skrzemionkowane, reprezentujące oligocen (*Bat_{alt}*), oraz ochrowe piaski kwarcowe miocenu (*Bat_g*). W dolinach rzek występują współczesne osady aluwialne.

Niecka Konga

Niecka Konga stanowi olbrzymi basen o powierzchni ok. 1,8 mln km², z którego na Republikę Konga przypada ok. 150 000 km². W przypowierzchniowej strefie basenu dominują osady czwartorzędowe, w tym aluwia rzeki Konga i jej dopływów, które w połączeniu z lasami tropikalnymi i bagnami skutecznie maskują głębszą budowę geologiczną (ryc. 2). Wschodnie starszych utworów pojawiają się na północnym obrzeżeniu tej struktury, w pobliżu granicy z Republiką Środkowoafrykańską. Są to serie piaskowcowe, w spągu zlepieńcowe, pochodzenia fluwialnego i jeziornego, zwane serią Carnot. Zalega ona niezgodnie na proterozoicznych kwarcytach, łupkach serycytowych i chlorytowych formacji Bole i Nola. Na podstawie profili sejsmicznych wykonanych w niecce na terenie DRK stwierdzono obecność struktur tektonicznych (zrębów i rowów), które są interesujące pod względem akumulacji węglowodorów. Miąższość utworów osadowych paleozoiku i mezozoiku może sięgać 4000 m. Na obszarze niecki nie potwierdzono do tej pory obecności złóż surowców mineralnych. Pokładane są nadzieje na ewentualne odkrycie i eksploatację złóż ropy naftowej, ale działalność poszukiwawczo-górnicza może być utrudniona lub niemożliwa z powodu ochrony lasów tropikalnych dorzecza Konga, które po Amazonii stanowią drugi największy na świecie tego typu

kompleks leśny, uważany za „zielone płuca” naszej planety (<https://www.lifegate.com/congo-basin-rainforest-logging>).

Masyw Ivindo

W północno-zachodniej części Republiki Konga występuje kompleks archaicznych skał granitowo-gnejsowych masywu Ivindo, który należy do kratonu Ntem-Chaillu i kontynuuje się w południowym Kamerunie oraz wschodnim Gabonie. Na terenie Republiki Konga zajmuje on powierzchnię 25 000 km² w prowincjach Quvette Ouest i Sangha. Wśród dominujących w tym masywie kompleksów skał granitowo-gnejsowych, wykształconych identycznie jak w Chaillu, występują pasy skał zieleńcowych z kwarcytami żelazistymi, amfibolitami, łupkami chlorytowymi i serycytowymi. Z amfibolitami często współwystępują diabazy oraz pegmatyty, przecinające gnejsy, amfibolity, granity i migmatyty. W masywie Ivindo rozpoznano kilka pasów skał zieleńcowych z kwarcytami żelazistymi, w których są obecne złoża żelaza typu BIF. Mają one różną orientację. Największa z dotychczas poznanych, Monts Avima, ma kierunek równoleżnikowy, podobnie jak Coulmenele i Nabema. Pas Youkou ma kierunek N-S, Ngoybo – NW-SE, a Bondjoudjouala ma formę pierścieniową, otwartą ku północy (Meloux i in., 1983).

Basen Sembe-Ouesso

Basen Sembe-Ouesso zajmuje obszar 60 000 km² w północno-zachodniej i północnej części Konga. Jest słabo poznany, stanowi prawdopodobnie przedłużenie basenu Niari. Kontynuacja tego basenu znajduje się w południowej części Republiki Środkowoafrykańskiej i w południowej części Kamerunu. Basen wypełniają formacje skał metamorficznych – od najstarszej (Meloux i in., 1983):

□ formacja łupków kwarcytowych Ouesso (SO_1), o miąższości 1500 m, w części spągowej składająca się z łupków kwarcytowych przechodzących w piaskowce kwarcowe oraz łupki mikowe, niekiedy ze spoiwem węglanowym. Wiek tej formacji, poprzez porównanie z jej odpowiednikiem w Gabonie, szacuje się na 1800–1700 mln lat (paleoproterozoik);

□ formacja piaskowcowo-iłowcowa Sembe-Ouesso (SO_2), niezgodnie zalegająca na formacji Ouesso. W spągu są to piaskowce z wkładkami zlepieńców, przechodzące wyżej w piaskowce drobnoziarniste i skały ilaste. W stropie tej formacji w rejonie Ouesso występują skrzemionkowane tufy, a w rejonie Sembe – piaskowce średnio- i drobnoziarniste z jaspisami, przeławiczeniami iłowców i poziomami węglanowymi;

□ formacja tillitów Dja (T). Utwory tillitowe to bloki i różnej wielkości otoczaki kwarcytów, łupków, dolerytów i skał podłoża krystalicznego, tkwiące w spoiwie ilastym z pirytem. Pojawiają się także przewarstwienia czarnych skał iłowcowych i węglanów. Wiek formacji tillitowej jest szacowany na neoproterozoik.

W części północnej występują zmetamorfizowane utwory formacji Bole (SB) i Nola (SN), które z racji wykształcenia litologicznego są korelowane, odpowiednio, z formacjami łupków kwarcytowych Ouesso i piaskowcowo-iłowcową formacją Sembe-Ouesso. Są one powszechne w Kamerunie i Republice Środkowoafrykańskiej.

W basenie Sembe-Ouesso na znacznych obszarach występują diabazy, w postaci żył i silli o sporej miąższości, a wokół nich widać efekty metamorfizmu kontaktowego. W basenie tym są wydzielane dwie mniejsze struktury – subbaseny Sembe i Ouesso – charakteryzujące się obecnością horstów i rowów tektonicznych. Skały są miejscami sfałdowane, a lokalnie występują uskoki odwrócone.

ZŁOŻA SUROWCÓW MINERALNYCH

Poszukiwania surowców mineralnych rozpoczęto po II wojnie światowej, kiedy powstało *Bureau Minier de la France d’Outre-Mer* (BUMIFOM), które prowadziło prace z zakresu kartografii geologicznej i poszukiwania złóż kopalin na terenach kolonii. W basenie Niari poszukiwano rud metali – miedzi, ołowiu i cynku; w Mayombe – cyny, wolframu, złota i diamentów; w masywie Chaillu – żelaza i niklu; a na wybrzeżu Atlantyku fosforytów i piasków z minerałami ciężkimi. Od 1947 r. prace prospekcyjne uranu rozpoczął francuski *Commissariat a l’Energie Atomique* (CEA). Prace nabrały tempa po odkryciu złoża uranu Munana w Gabonie, w usytuowanym niedaleko granicy basenie Francheville. Pierwsze złożo ropy naftowej i gazu ziemnego na wybrzeżu atlantyckim w pobliżu Pointe-Noire odkryto już w 1951 r.

Po uzyskaniu niepodległości przez Republikę Konga francuskie agendy rządowe kontynuowały jeszcze przez kilka lat prospekcję na podstawie porozumień z rządem kongijskim. Zadania poszukiwawcze BUMIFOM-u przejęła utworzona w 1959 r. francuska służba geologiczna – *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM). Wśród prowadzonych przez nią prac badawczych najciekawsze były misje rozpoznawcze w masywie Ivindo i basenie Sembe-Ouesso w północnej części Konga, czyli na obszarach o bardzo słabym rozpoznaniu geologicznym. BRGM zakończył swe zaangażowanie w Republice Konga w 1967 r., a CEA w 1968 r.

W 1962 r. rząd kongijski powołał *Bureau Minier Congolais* (BUMICO), które poszukiwało nagromadzeń złota i ołowiu w Mayombe, a także cyny, diamentów i mieszaniny tantalitu z kolumbitem (tzw. koltanu) w masywie Chaillu. Począwszy od 1965 r. BUMICO zostało kongijskim partnerem w projektach prowadzonych przez misje zagraniczne. Współpracowało z PNUD (agenda ONZ) i FED (europejski fundusz rozwoju), a od 1965 r. z misją radziecką (*Technoexport*), która przez kilka lat prowadziła prace poszukiwawcze, m.in. diamentów w masywie Chaillu i na jego obrzeżeniu, złota w Mayombe oraz metali w basenie Niari.

Po likwidacji BUMICO w 1972 r. prace poszukiwawcze są nadzorowane przez *Centre de Recherche Géologique et Minière* (CRGM), znajdujące się w strukturach administracji rządowej. Wśród projektów poszukiwawczych należy wymienić prace prowadzone przez Rumunów w celu określenia zasobów rud żelaza w Chaillu (*Geomin*) oraz oszacowania roponośności nieckii kongijskiej. Bułgarska firma *Technoexportstroy* w latach 1974–1976 realizowała projekt, w ramach którego oceniała zasoby metali podstawowych we wschodniej części basenu Niari.

W 1979 r. utworzono Kongijskie Przedsiębiorstwo Poszukiwań i Eksploatacji Górniczej (*Société Congolaise de Recherche et d’Exploitation Minière* – SOCOREM), które prowadziło działalność do 1989 r. Okres 1989–2005

charakteryzował się niewielką aktywnością poszukiwań stałych surowców mineralnych. Właściwie ograniczały się one do prospekcji złóż złota przez firmy zagraniczne w masywie Chaillu, łańcuchu Mayombe i basenie Sembe-Ouessou. Niemniej powstały wówczas trzy ważne opracowania geologiczne, które nadal są aktualne i niezbędne do planowania dalszych prac poszukiwawczych.

W 1983 r. opublikowano *Plan Minéral de la République Populaire du Congo*, opracowany przez BRGM na zamówienie kongijskiego Ministerstwa Górnictwa i Energii. W tym obszernym opracowaniu, liczącym 725 stron, przedstawiono wyniki prac poszukiwawczych prowadzonych na obszarze Republiki Kongo do 1982 r. Autorzy: Jean Meloux, Michel Bigot, Jean Claude Viland i ich kongijscy partnerzy, sięgnęli do pierwotnych, niepublikowanych prac geologicznych, znajdujących się w archiwach BRGM i dawnego BUMIFOM. Dotarli także do materiałów archiwalnych francuskich firm, które w okresie kolonialnym eksploatowały złoża surowców mineralnych na terenie tego państwa.

Przełom w prowadzeniu poszukiwań geologicznych i eksploatacji górniczej złóż surowców stałych przyniósł, wprowadzony w 2005 r., *Kodeks górniczy*, który z uzupełniającymi je dekrety z lat 2007–2010 stworzył liberalne, dość atrakcyjne warunki prawno-formalne i zachęty finansowe do prowadzenia prac poszukiwawczych i eksploatacji złóż surowców mineralnych, gwarantując m.in. wolny transfer kapitałów, redukcje podatkowe i możliwość transferu koncesji wydobywczej. Prawo dotyczące eksploatacji węglowodorów określa inny akt ustawodawczy.

Ustanowienie nowego ładu koncesyjnego zaowocowało pojawieniem się w Kongo wielu projektów prac poszukiwawczych, prowadzonych m.in. przez niewielkie firmy prywatne typu *junior company* z Kanady, Australii czy Wielkiej Brytanii, uczestniczące w poszukiwaniach złota, żelaza, soli potasowych czy fosforytów. Coraz bardziej aktywne są także firmy chińskie, działające bezpośrednio lub poprzez firmy zachodnie, których są właścicielami.

Ropa naftowa

Najważniejszym bogactwem Republiki Kongo jest ropa naftowa występująca w basenie nadbrzeżnym (złoża na lądzie) i na szelfie atlantyckim (złoża offshore). Złoża ropy naftowej, którym w wielu polach towarzyszy gaz ziemny, występują w utworach kredowych, a czynnikiem sprzyjającym ich akumulacji, oprócz litologii, są struktury tektoniczne typu rowów i zrębów, których powstanie jest związane z otwarciem Atlantyku. Do największych firm działających w Kongo należy *Total E&P Congo*, która wydobywa 60% kongijskiej ropy naftowej. W 2019 r. *Total*, wspólnie z amerykańskim *Chevronem*, włoskim koncernem *ENI* i kongijskim *SNPC*, rozpoczął eksploatację złoża Moho-Bilondo, oddalonego od wybrzeża o 75 km, na wodach Atlantyku o głębokości 750 m. Jest to największe kongijskie złożo, z którego dziennie wydobywa się 140 000 baryłek ropy naftowej. Zwiększyło ono krajowe wydobywanie ropy o ok. 25%, do poziomu 350 000 baryłek dziennie. Republika Kongo jest obecnie trzecim w Afryce Subsaharyjskiej, po Nigerii i Angoli, producentem ropy naftowej.

Total, *Chevron* i *Exxon* prowadzą obecnie wspólne badania i przygotowania do eksploatacji kolejnych złóż w strefie głębokiego szelfu atlantyckiego, tzw. projekty *MTPS*

– *Mer Très Profonde Site*. Najbardziej zaawansowany jest projekt *Lianzi*, obejmujący wspólne zagospodarowanie przez Kongo i Angolę złoża odkrytego na granicy tych państw (udziały 50:50). Nowe złożo, które zostaną włączone do produkcji w ciągu najbliższych 5–10 lat, zapewnią utrzymanie wydobycia na dzisiejszym poziomie, a może nawet doprowadzą do jego zwiększenia.

Problemem, związanym nie tylko z efektywnością ekonomiczną, jest spalanie gazu ziemnego towarzyszącego ropie naftowej, prawie w całości, we flarach. Jego wykorzystanie miałyby dodatni efekt ekonomiczny i ekologiczny w postaci produkcji czystej energii elektrycznej, której niedostatek jest w Republice Kongo bardzo odczuwalny. Zasoby ropy naftowej Republiki Kongo są szacowane na 1600 mln baryłek, a gazu ziemnego na 111 mld m³ (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20494-/Energy_profile_congo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Rudy żelaza

Występowanie rud żelaza w masywach Chaillu i Ivindo było sygnalizowane już na początku lat 50. XX w. Po kilkudziesięciu latach prac rozpoznawczych udokumentowano zasoby rud trzech złóż w południowej części masywu Chaillu oraz pięciu złóż w masywie Ivindo, w północnej części kraju. Złoża te występują w masywach skalnych wieku archaicznego i proterozoicznego, w zmetamorfizowanych utworach pochodzenia osadowo-wulkanicznego – itabirytach. Tworzą one pasy zieleńcowe, w których itabirytom towarzyszą amfibolity i łupki zieleńcowe. W Republice Kongo oraz w Gabonie i Kamerunie pasma wychodni itabirytów są zwane *sillon*, co można tłumaczyć jako bruzda. Tworzą one wzgórza, wyraźnie zaznaczające się w morfologii terenu, o długości dziesiątek kilometrów. Są to złoża rud magnetytowych o zawartości Fe rzędu 35–40%, powszechnie znane jako *banded iron formation* (BIF). W strefach przypowierzchniowych procesy wietrzeniowe powodują transformację rudy magnetytowej w rudę hematytową, ługowanie krzemionki i wzrost zawartości żelaza nawet do 65%. Tak bogatych rud hematytowych nie trzeba wzbogacać, bowiem spełniają one hutnicze standardy technologiczne, wymagające stosowania koncentratu wsadowego (tzw. miálu) o zawartości co najmniej 62% Fe. Rudy hematytowe tego typu są zwane DSO (*Direct Shipping Ore* – bezpośrednia wysyłka rudy) i zdecydowanie wzmacniają konkurencyjność cenową ich producentów, ponieważ zwiększenie zawartości Fe we wsadzie o 1% powyżej 62% zwiększa uzysk surowki o 2% i ogranicza zużycie koksu o 3%.

Złoża BIF zawierają największe na świecie zasoby żelaza. Występują i są eksploatowane m.in. w Brazylii, Australii, Indiach, Rosji i na Ukrainie, a duże, eksploatowane złoża tego typu są znane z Afryki Zachodniej: Mauritanii, Liberii, Gwinei i Sierra Leone. Zasoby złóż kongijskich, rozpoznanych przez firmy posiadające koncesje poszukiwawcze bądź eksploatacyjne, oszacowane na podstawie danych przekazywanych przez koncesjodawców do Ministerstwa Górnictwa i Geologii, wynoszą (wg stanu na lipiec 2018 r.):

□ Zanaga (Chaillu) – 4,0 mld t, śr. zaw. 33,9% Fe, koncesjonariusz – MPD Kongo-Xstrata;

□ Mayoko (Chaillu) – 33,0 mln t, śr. zaw. 55,0% Fe, prawdopodobnie tylko ruda hematytowa. Koncesjonariusz

Sapro Mayoko SA w maju 2018 r. rozpoczął próbną eksploatację złoża;

□ *Mayoko Moussondji (Chaillu)* – 917 mln t, śr. zaw. 31,4% Fe;

□ *Avima (Ivindo)* – 690 mln t, śr. zaw. 58% Fe, koncesjonariusz – *Core Mining*;

□ *Nadeba Nord (Ivindo)* – 252 mln t, śr. zaw. 63,6% Fe. Złoże przecina granica z Kamerunem. Po stronie kameruńskiej zasoby wynoszą 163 mln t. Koncesjonariuszami obu części złoża są *Congo Iron* i *Sundance Resources*;

□ *Badondo (Ivindo)* – 3,6–6,1 mld t, śr. zaw. 30–65% Fe, koncesjonariusz – *Equatorial Resources*.

W masywie *Ivindo* jest jeszcze kilka podobnych struktur z mineralizacją Fe typu BIF, jednak nie ma informacji o ich zasobach. Według naszych szacunków, wynikających z analizy dostępnych danych, łączne zasoby geologiczne rud żelaza w Republice Konga mogą sięgać nawet 15 mld t, co plasowałoby ten kraj wśród 10 państw o największych zasobach rud żelaza na świecie.

Wyczerpywanie się zasobów bogatych złóż rud żelaza u dotychczasowych producentów może stanowić szansę dla krajów Afryki Środkowej, w tym Republiki Konga. Obecnie kraje afrykańskie dostarczają na światowy rynek ok. 4% żelaza, ale w ciągu 10 lat udział ten może osiągnąć 15%. Problemem, stojącym na przeszkodzie w podjęciu eksploatacji afrykańskich złóż, jest brak infrastruktury komunikacyjnej (drogi, linie kolejowe), umożliwiającej transport rud do portów kongijskich, gabońskich lub kameruńskich, zlokalizowanych na wybrzeżu Atlantyku.

Surowce chemiczne dla rolnictwa

Poszukiwania złóż węglowodorów, prowadzone wzdłuż wybrzeża Atlantyku od Gabonu po Angole, doprowadziły do odkrycia w seriach osadowych w basenie nadbrzeżnym dolnokredowej formacji ewaporatowej z solami potasowymi, a w stropie utworów górnokredowych piaskowców z fosforami.

Sole potasowe. Na początku lat 60. XX w. rozpoczęto w basenie nadbrzeżnym (*Bassin Côtier*) systematyczne prace poszukiwawcze, które doprowadziły do odkrycia w odległości ok. 40 km na N od *Pointe-Noire* złoża soli potasowych *Holle–St. Paul*. W 1969 r. rozpoczęto jego eksploatację. Pokłady soli potasowych występują na głębokości od 290 do 460 m p.p.t. W czerwcu 1977 r. wskutek błędów górniczych nastąpił przypływ wód podziemnych do wyrobisk kopalnianych, którego nie udało się opanować, i w ciągu kilku dni kopalnia została całkowicie zalana. W trakcie prawie 8 lat eksploatacji wydobyto 7,4 mln t soli potasowych zawierających średnio 27,69% K_2O .

Seria ewaporatowa w basenie nadbrzeżnym składa się z 11 cykli sedymentacyjnych o miąższości od kilku do 180 m. Ze złożowego punktu widzenia interesujące są cykle od II do X, rozprzestrzenione na całym obszarze basenu. W wyższych częściach każdego cyklu występują przewarstwiające się pokłady soli kamiennych, składające się z halitu ($NaCl$) oraz soli potasowo-magnezowych w postaci karnalitu ($KMgCl_3 \times 6H_2O$), sylwinitu (KCl), biszofitu ($MgCl_2 \times 6H_2O$) i tachydrytu ($2MgCl_2 \times 6H_2O$). Zawartość K_2O w warstwach wyższych cykli waha się od 19 do 30%, a miąższość pojedynczego pokładu soli potasowej sięga 20 m.

Obecnie w basenie nadbrzeżnym są prowadzone dwa projekty mające na celu rozpoznanie i podjęcie eksploata-

cji złóż soli potasowych. Projekt *Sintoukola Potash* na obszarze koncesyjnym oddalonym o około 60 km na NNW od *Pointe-Noire* prowadzi australijska firma *Elemental Minerals*. Zasoby rozpoznane w kategorii C1 wynoszą 229 mln t – zawierają one 21,3% K_2O , a zasoby rozpoznane w kategorii C2 wynoszą 289 mln t – zawierają 21,4% K_2O . Złoże zalega na głębokości ok. 300 m p.p.t. Projekt *Mengo* jest rozwijany przez *Magminerals Potasses Congo (MPC)* – firmę kanadyjską, kontrolowaną przez chiński *Evergreen Industries*. Złoże leży ok. 30 km na NW od *Pointe-Noire*. Zwraca uwagę miąższość pokładów solnych. Pokład nr 1 ma miąższość 19,1 m (i średnią zawartość 17% KCL), pokład nr 2 – 12,5 m (11,7%), pokład nr 3 – 9,6 m (23,9%) i pokład nr 4 – 25,1 m (17,9%). Zasoby soli w przeliczeniu na KCL wynoszą 33,75 mln t. W różnej fazie rozwoju jest kilka innych projektów rozpoznania złóż soli potasowych, a zasoby prognostyczne sięgają setek mln ton.

Kongijskie wystąpienia soli potasowych charakteryzują się bardzo dobrymi parametrami złożowymi. Ważnymi cechami tych złóż są duża miąższość pokładów oraz wysoka zawartość związków potasu i magnezu. Korzystne warunki geologiczne i hydrogeologiczne umożliwiają eksploatację metodą podziemnego ługowania. Bliskość portu w *Pointe-Noire*, transport solanki rurociągami i możliwością zrzutu pozostałości solankowych do wód Atlantyku stwarzają bardzo konkurencyjne warunki dla inwestycji górniczych.

Fosforyty. W stropie utworów kredowych w basenie nadbrzeżnym, w piaskowcach formacji *Holle* (mastrycht), stwierdzono występowanie nagromadzeń fosforytów w piaskach i piaskowcach ilastych. Seria fosforytowa występuje płytko, a jej wychodnie odkryto w wielu punktach w pasie od granicy z Angolą (*Kabinda*) na południowym zachodzie aż po rejon *Sintu-Kola*, czyli na odcinku prawie 100 km. W sumie odkryto 11 nagromadzeń fosforytów, w których zawartość P_2O_5 dochodziła do 30%.

W 2010 r. australijska firma *Cominco Resources Ltd.* rozpoczęła poszukiwania w rejonie miejscowości *Hinda*, usytuowanej ok. 40 km na NNE od *Pointe-Noire*. Wykonano ponad 900 otworów wiertniczych, którymi udokumentowano obecność blisko 405 mln t rudy o zawartości 11,0% P_2O_5 . Dodatkowe, potencjalne zasoby rudy są szacowane na 180 mln t. Złoże występuje w rowie tektonicznym o rozciągłości NE-SW, długości ponad 20 km i szerokości ok. 0,3–0,8 km. Zalega ono płytko pod powierzchnią terenu (od 10 do 45 m), a jego miąższość sięga 60 m. W 2018 r. firma *Cominco Resources Ltd.* uzyskała 25-letnią koncesję na eksploatację złoża, jednak na początku 2019 r. została przejęta przez brytyjsko-południowoafrykańską firmę *Kropz plc.*

Złóża polimetaliczne Cu-Pb-Zn

O występowaniu złóż polimetalicznych w basenie *Niari* wiedziano już pod koniec XIX w. Złóża te, manifestujące się na powierzchni terenu wielobarwnymi czapami żelaznymi, przyciągały uwagę poszukiwaczy. W latach 30. XX w. podjęto ich eksploatację w wielu kopalniach odkrywkowych. Najpierw zrobiły to firmy francuskie, później kongijskie, a także radzieckie i bułgarskie misje geologiczne. Eksploatacja ta, o różnym natężeniu, trwała do 1983 r.

Polimetaliczne złoża Cu-Pb-Zn występują w neoproterozoicznych skałach węglanowych formacji *SC_{III}*, należących

do grupy skał łupkowo-węglanowych (*schisto-calcaire*), oraz w formacji zlepieńców Niari w spągu grupy Mpioka (*Mp*). Ciała rudne mają formy soczewkowe, a czynnikiem kontrolującym rozmieszczenie mineralizacji są strefy uskokowe. Dotyczy to zwłaszcza obszarów utleniania pierwotnych rud siarczkowych, w których jest obecna parageneza piryt, chalkopiryt, bornit, kowelin, chalkozyn, galena, sfaleryt i molibdenit. Strefa utleniania sięga nawet do głębokości 200 m. Występuje w niej cała gama minerałów wtórnych: węglanów, tlenków, krzemianów, soli siarczanowo-arsenianowych miedzi, cynku i ołowiu. W strefie wietrzeniowej jest notowana podwyższona radioaktywność, a wśród minerałów zawierających uran zidentyfikowano gummit i metatorbernit. Według oceny *CEA* koncentracje te nie mają znaczenia ekonomicznego. Utlenione rudy Cu-Pb-Zn przez dziesiątki lat były przedmiotem eksploatacji górniczej. Asocjacje geochemiczne w złożach są zmienne, w niektórych rejonach przeważa miedź, w innych są obecne głównie ołów i cynk. Wśród pierwiastków towarzyszących wymienia się srebro, kadm, german, molibden, kobalt oraz arsen. Zasoby rudy w poszczególnych złożach, na które składają się niewielkie ciała rudne, są niewielkie, pomimo dużej zawartości metali w strefach utlenienia – w przypadku Cu sięgającej kilkunastu procent, a Pb i Zn nawet kilkadziesiąt procent.

Złoża polimetaliczne występują w południowo-zachodniej i wschodniej części basenu Niari, w równoleżnikowym pasie długości ok. 80–100 km – od Boko-Songo po Mindouli. We wschodniej części basenu Niari 4 złoża eksploatowano do 1978 r. – w rejonie M'Passa–M'Zala–Mindouli. Ponadto znanych jest 11 lokalizacji z mineralizacją Cu-Zn-Pb lub Cu-Pb-Zn. W części zachodniej pasa rudnego okruszcowanie jest obecne w niecce Boko-Songho i rejonie M'Fouati. Eksploatację prowadzono tu do 1983 r. W obu rejonach odkryto 8 złóż i w większości wyeksploatowano, głównie ich strefy utlenione. Były to złoża Cu-Pb-Zn ze zmiennym udziałem poszczególnych metali, a pierwiastkami towarzyszącymi były kadm, arsen, kobalt i srebro. Ponadto zidentyfikowano na tym obszarze ponad 40 punktów mineralizacji polimetalicznej.

Oceniając potencjał złożowy wystąpienie polimetalicznych w południowej i wschodniej części basenu Niari, należy zauważyć, że:

□ złoża polimetaliczne występują w rozległym pasie, ciągnącym się na długości ok. 100 km. W obszarze tym zidentyfikowano kilkanaście złóż i kilkadziesiąt wystąpień mineralizacji Cu-Pb-Zn lub Pb-Zn-(Cu) wraz z pierwiastkami towarzyszącymi;

□ rozpoznano dwa typy rud: rudy utlenione, składające się z mieszaniny węglanów, tlenków, krzemianów, fosforanów i siarczano-arsenianów oraz rudy pierwotne, złożone głównie z siarczków miedzi, ołowiu, cynku i żelaza. Zidentyfikowano także siarczki molibdenu i germanu;

□ w Republice Kongo eksploatacja jest prowadzona od początku XX w. i objęła przede wszystkim strefy utlenione złóż. Wydaje się, że największe, płytko zalegające złoża tego typu zostały w dużej mierze wyeksploatowane i nie ma szansy na znaczące powiększenie ich zasobów;

□ pierwotna, siarczkowa mineralizacja neoproterozoicznych formacji skał węglanowych jest znana z wielu złóż znajdujących się w zasięgu orogenezy panafrkańskiej, m.in. w strefie orogenu zachodniokongijskiego w Kongo, Kabindzie i DRK, a w zasięgu łuku lufiliańskiego w DRK

i Zambii, np. złoża Kipushi, Kengere, Kabwe (wcześniejsza nazwa Broken Hill) i Lombe, oraz w Namibii i RPA. Proces, który doprowadził do powstania tych złóż, miał zasięg regionalny, a wiek izotopowy galeny wskazuje na jego dwa etapy: 700–650 mln i 450–430 mln lat. Nie można wykluczyć szansy na odkrycie w basenie Niari mineralizacji pierwotnej.

Złoto

Obecność złota w osadach aluwialnych odkryto w Republice Kongo na początku XX w., a w 1938 r. przystąpiono do górniczej eksploatacji jego złóż. Wydobycie prowadzono w trzech strukturach geologicznych: łańcuchu Mayombe, masywie Chaillu oraz w masywie Ivindo. Do 1962 r. działalność tę prowadziło kilkanaście firm francuskich. W rejonie łańcucha Mayombe pozyskały one 5333 kg złota, z masywu Chaillu – 1450 kg, a z masywu Ivindo 1850 kg – w sumie 8633 kg złota. Rocznie wydobycie kształtowało się na poziomie ok. 345 kg. W 1962 r. rząd kongijski nakazał zamknięcie europejskich firm zajmujących się pozyskiwaniem złota i ustanowił możliwość prowadzenia tej działalności przez osoby fizyczne. W latach 1963–1981 oficjalnie zarejestrowane wydobycie wyniosło łącznie 1255 kg, czyli 66 kg rocznie (Meloux i in., 1983). Nie ma oficjalnych, rządowych danych na temat współczesnego wydobycia złota w Republice Kongo. Według szacunków USGS (2019) wynosi ono ok. 150 kg rocznie. Zdaniem ekspertów, m.in. francuskiego BRGM, rzeczywisty urobek może być nawet dwukrotnie większy, a duża część złota jest sprzedawana w tzw. szarej strefie, z pominięciem struktur państwowych. Ten sposób eksploatacji, określany w literaturze jako *Artisanal and Small Scale Mining* (ASM), jest stosowany w wielu państwach Afryki i pomimo ogromnych szkód w środowisku naturalnym oraz dewastacji złóż jest on dość powszechnie tolerowany przez lokalne rządy (Wołkiewicz, 2013).

Zasoby złóż aluwialnych zostały oszacowane przez BRGM na 145,1 t złota (Strategie..., 2012). Dotychczas eksploatowano wyłącznie złoża aluwialne. Nie udokumentowano złóż pierwotnych, które są źródłem złóż okruchowych. Znajdowano natomiast okazałe samородki. Największy, nazwany *Ambasadorem*, o wadze ponad 1 kg, znaleziono w sillonie Mayoko w masywie Chaillu. W strefie tej znaleziono także mniejsze samородki, o wadze od 10 do 70 g. W latach 2006–2011 kanadyjska firma *Mexivada Mining Corp.* prowadziła na obszarze Mayoko prace poszukiwawcze. Władze tej firmy oznajmiły, że wśród pasów zielenicowych odkryto mineralizację złotonośną w postaci:

- żył kwarcowych ze złotem i siarczkami, tworzących sztokwerki w strefach uskokowych;
- mineralizacji rozproszonej w kwarcytach żelazonośnych z zawartością 1–11 g/t Au;
- mineralizacji Au-Bi;
- złota rozproszonego w metazlepieńcach typu Witwatersrand.

Nie opublikowano jednak danych potwierdzających te informacje, a po 2011 r. firma zrezygnowała z prac określonych w umowie koncesyjnej.

W Mayombe Oriental, gdzie poszukiwania Au w aluwialach są prowadzone od blisko 100 lat (np. obszar Kakamoeka i Dimonika), brytyjska firma *Kola Gold Ltd.* prowadziła poszukiwania mineralizacji pierwotnej – wyniki prac nie opublikowano.

W masywie Ivindo w trakcie prac poszukiwawczych w sillonie Mont Badondo i w sektorze Ellen-Nabebe w kwarcytach żelazistych i otaczających je łupkach stwierdzono sztokwerki kwarcowe ze złotem oraz żyły kwarcowe ze złotem. W jednej z żył zawartość Au miała wynosić 48,5 g/t. (Meloux i in., 1983). Podobne komunikaty o odkryciu pierwotnej mineralizacji złota ogłosiły firmy prowadzące prace poszukiwawcze w łańcuchu Mayombe, w rejonie sillonu Zanaga w masywie Chaillu oraz w masywie Ivindo (m.in. SEMI, *Panorama Resources* oraz *Congo Gold S.A.*). Nie opublikowano jednak raportów z zakończonych prac poszukiwawczych. Optymistyczni eksperci mówią o czekającym Republikę Kongo boomie na złoto, który nastąpi po intensyfikacji poszukiwań tego kruszcu, zwłaszcza w obszarach archaicznych pasów zieleńcowych, które wszędzie na świecie są strefami złotonośnymi. Perspektywiczne są także metasedymenty i kwarcyty paleoproterozoiczne znane z łańcucha Mayombe (utwory grupy Bikossi) i dolnego neoproteroziku (skały grupy Sounda). Potencjał złotonośny mają także utwory paleoproterozoiku basenu Sembe-Ouessou.

Diamenty

W Republice Kongo diamenty są znajdowane wyłącznie w osadach aluwialnych. Pierwsze informacje o ich występowaniu pochodziły z prac prospekcyjnych prowadzonych w 1951 r. w łańcuchu Mayombe. Do 1967 r. znaleziono w tych górach zaledwie 18 diamentów o łącznej wadze 7,64 karatów. Były to drobne okazy – największy ważył 1,6 karata. Dużo ciekawsze są wyniki z masywu Chaillu. Podczas prac poszukiwawczych i eksploatacji do 1967 r. znaleziono łącznie 7457 diamentów o wadze 2271 karatów. W masywie Ivindo w sektorze Kelle-Mbamo BRGM prowadziło wstępne prace poszukiwawcze w latach 1962–1967. Znaleziono wówczas 31 diamentów o sumarycznej wadze 3204 karatów. Od 1967 r. wydobywanie diamentów, podobnie jak złota, prowadzą osoby fizyczne. Największe strefy pozyskiwania diamentów znajdują się w skrajnie północno-wschodniej części Republiki Konga, w pobliżu granicy z Republiką Środkowoafrykańską (departament Likoual), w basenie Sembe-Ouessou (strefa Sangha), w masywie Ivindo (strefa Kelle-Mbama), w masywie Chaillu i łańcuchu Mayombe (strefa Kouilou; Strategie..., 2012). Według szacunków BRGM zasoby diamentów w kongijskich aluwialach wynoszą od 9954 900 do 10 785 250 karatów (Strategie..., 2012).

Nieznane jest pochodzenie diamentów znajdujących w aluwialach rzek w Republice Konga. Niektórzy geolodzy upatrują ich źródła w zlepieńcach i piaskowcach proterozoicznej grupy Bouenzien (Bz_1 lub Bz_0) lub kredowej formacji Carnot (Gc), które stanowią według nich przejściowe złoża diamentów pochodzących z erodowanych kimberlitów o nie rozpoznanej lokalizacji. Cechy znajdujących diamentów, takie jak brak uszkodzeń, wskazują na ich bardzo krótki transport.

Nowe dane o pochodzeniu kongijskich diamentów uzyskano w gabońskiej części masywów Chaillu i Ivindo. W okolicach miejscowości Makongonio firmy *De Beers* i *Southernera* odkryły w skałach archaicznych dajki diamentonośnych metakimberlitów, podobne do kimberlitów odkrytych na północy Gabonu w pobliżu Mitziy (Le Bayon i in., 2015a, b). Prawdopodobnie jest odkrycie struktur

metakimberlitowych w archaicznych skałach obu masywów – Chaillu i Ivindo – również po stronie kongijskiej. Warto zauważyć, że kraton Kongo-Kasai obfituje w pola diamentonośnych kimberlitów. Rozmiary pojedynczych kominów kimberlitowych są często liczone w setkach metrów, ale niekiedy w dziesiątkach metrów (de Wit, Jelsma, 2014), co w powiązaniu z bujną roślinnością strefy tropikalnej i silnym zwietrzeniem powierzchni terenu skutkuje dużymi trudnościami w ich odkryciu.

Cyna i wolfram

W północnej części zachodniego łańcucha Mayombe odkryto i eksploatowano aluwialne, kasyterytowo-wolframitowe złożo Moufoumbi. W latach 1958–1968 wydobyto z niego 577 t kasyterytu i 12,1 t wolframu, a w złożu pozostało jeszcze ok. 100 t rudy o koncentracji kasyterytu od 3,9 do 30 kg/m³ i 1300 t rudy o koncentracji kasyterytu 0,5–1 kg/m³. Obecność tak dużej zawartości kasyterytu w aluwialach świadczy o bliskiej obecności złoża pierwotnego. Poszukiwań złóż pierwotnych nie prowadzono (Meloux i in., 1983). W tej samej strukturze geologicznej odkryto jeszcze złożo aluwialne Bississi oraz 5 aluwialnych wystąpień kasyterytu, który niekiedy współwystępuje z wolframitem oraz kolumbitem-tantalitem (tzw. koltanem). Obszar perspektywiczny ciągnie się przez prawie cały zachodni łańcuch Mayombe, od granicy z Gabonem na północy do granicy z Kabindą na południu.

Wszystkie przejawy mineralizacji Sn-W w Mayombe są przestrzennie związane z neoproterozoicznymi dajkami (apofizami) granitoidowymi. Źródłem rud cyny i wolframu, ale także niobu, tantalu, bizmutu, molibdenu i pierwiastków ziem rzadkich (REE), mogą być sztokwerki żył kwarcowych z topazem oraz grejzeny z turmalinem i topazem. Obecność cyny jest także sygnalizowana w masywach Chaillu i Ivindo na północy kraju. Kasyteryt występuje tu w pegmatytach zawierających koltan lub samodzielnie w asocjacji z wolframitem.

Niob i tantal

Mieszanie kolumbitu i tantalitu, popularnie nazywaną koltanem, odkryto w aluwialach masywu Chaillu, w okolicy pasa zieleńców Mayoko, już w latach 40. XX w. Koncentracje koltanu w aluwialach wahają się w różnych potokach od 400 do 1000 g/m³, przy czym maleją z biegiem tych potoków. Zaobserwowano związek anomalii aluwialnych z występowaniem żył pegmatytowych z turmalinami. Niektóre z tych żył były eksploatowane. Brakuje informacji o ilości koltanu wydobytego ze złóż pierwotnych oraz precyzyjnej lokalizacji żył pegmatytowych. Wysoka rynkowa cena koltanu i jednocześnie niski koszt jego pozyskania generują wysokie zyski, co nie sprzyja ujawnianiu takich informacji. Tantal, którego głównym nośnikiem jest koltan, ze względu na wykorzystywanie dochodów z jego sprzedaży do finansowania różnego rodzaju niepokojów społecznych, razem z cyną, wolframem i złotem, został zaliczony do tzw. metali konfliktowych 3TG. Dostawy tych metali do państw Unii Europejskiej od 1 stycznia 2021 r. muszą pochodzić z udokumentowanego źródła (Minerały konfliktu, 2016; Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego, 2017).

Pomiędzy 1945 a 1955 r. ze złóż aluwialnych w Mayoko wydobyto 22 t koltanu oraz 200 t korundu, który naj-

prawdopodobniej występuje w pegmatytach w paragenezie z koltanem. Stwierdzono, że koltan jest związany z pegmatytami turmalinowo-muskowitowymi (tzw. *pegmatites interieurs*). Wielkość kryształów sięga decymetrów i zmniejsza się szybko w miarę oddalania się od środkowych części żył pegmatytowych.

Występowanie koltanu w masywie Ivindo odkryły misje prospekcyjne BRGM prowadzone w latach 1964–1967. Jego obecność stwierdzono w osadach kilkunastu potoków. W próbach aluwialnych w pobliżu bruzdy Avima (północna część masywu Ivindo) jego koncentracje dochodzą do 1200 g/m³. Bardzo ciekawe są wyniki badań koltanu z wystąpień w południowej części masywu Ivindo. W 42 próbkach tej mieszaniny minerałów średnia zawartość Nb₂O₅ wynosiła 49,5%, a Ta₂O₅ – 13,8%, ale najważniejsze jest stwierdzenie dużych domieszek skandu (rzędu 0,2–0,3%) – pierwiastka bardzo poszukiwanego przez nowoczesne technologie. W koltanie z rejonu Okanya-Soze zawartość tantalu jest prawie dwukrotnie wyższa – 26,8% Ta₂O₅, a niobu nieco niższa – Nb₂O₅ – 46,7%. W aluwialach wspólnie z koltanem występują duże koncentracje monacytu, który jest minerałem fosforanowym zawierającym tor i wiele metali z grupy REE, takich jak: cer, lantan, neodym, itr i praeodym.

W masywie Ivindo koltan jest związany z pegmatytami znajdującymi się w peryferycznych częściach intruzji granitów (Meloux i in., 1983), co potwierdza ogólne modele genetyczne tego typu złóż (Bradley i in., 2017). W obszarze Haute Mayebe żyły pegmatytowe tworzą soczewy o długości 1–2 km i miąższości setek metrów.

W aluwialach rzecznych oprócz koltanu stwierdzono występowanie znaczących ilości rutylu, szelitu, wezuwianu, monacytu i cyrkonu. Obecny jest także turmalin, notowane są ślady kasyterytu i chromitu. Koltan wykryto także w złożach aluwialnych cyny i wolframu w zachodnim łańcuchu Mayombe w rejonie Moufombui i Bissisi. Złoża pierwotne występują prawdopodobnie w pegmatytach związanych z neoproterozoicznymi granitoidami.

Na świecie złoża tantalu i niobu występują głównie w pegmatytach towarzyszących kwaśnym granitoidom, których przestrzenne rozmieszczenie jest ograniczane przez strefy uskokowe. Wyróżniane są dwa typy złóż (Linnen, 2012). Ekonomicznie najważniejsze są złoża pegmatytów typu LCT (Li-Cs-Ta), które oprócz litu, cezu i tantalu zawierają koncentracje Rb, Be, Nb, Sn i mają podwyższoną zawartość P, F i B. Największe złoża tego typu rozpoznano w Australii, Chinach, Brazylii i Kanadzie (Krzak i in., 2021). W Afryce pegmatyty typu LCT występują w Rwandzie, Burundi, DRK oraz w Ugandzie (Cerny, 2005; Linnen i in., 2012; Bradley i in., 2017). Wydobycie koltanu ze złóż okrucowych DRK, Rwandy i Burundi w 2020 r. stanowiło 57% światowej produkcji tantalu (Callaghan, 2021). Drugi typ złóż pegmatytowych – Nb-B-F – jest ekonomicznie mniej istotny, ale może zawierać interesujące koncentracje REE. Brak wyników szczegółowych badań mineralogicznych i geochemicznych pegmatytów z Ivindo, Chaillu i Mayombe nie pozwala na jednoznaczną ocenę typu złóż pegmatytowych ze stwierdzoną mineralizacją Ta-Nb, można jedynie domniemywać, że są to prawdopodobnie pegmatyty typu LCT.

Nikiel i chrom

W latach 50. XX w. w pasie zieleńcowym Zanaga w masywie Chaillu stwierdzono niewielkie wschodnie skały ultrazasadowych – dunitów. Wstępne badania wykazały obecność niklu – 0,2–0,4% zawartości w skałe zwietrzałej i 0,15–0,20% w skałe nie zwietrzałej. Brak informacji o zawartości chromu w dunitach. W pozostałych sillonach masywu Chaillu prospekcji rud Ni-Cr nie prowadzono.

Na północy kraju, w pobliżu Elongo, występuje masyw skał ultrazasadowych o powierzchni ponad 50 km². Wschodnia część masywu zanurza się pod piaskowce proterozoiku. Są w nim amfibolity z talkiem, w których zawartość Ni jest rzędu 0,1%–0,2%. Nie ma informacji o koncentracjach Cr.

Konkludując te skromne informacje o występowaniu niklu i chromu, należy zauważyć, że w archaicznych masywach Chaillu i Invido nie prowadzono poszukiwań dedykowanych tym metalom. Występowanie w wielu miejscach intruzji skał ultrazasadowych, m.in. dunitów i perydotytów, a także stwierdzona zawartość niklu, pozwalają na pozytywną ocenę perspektywiczności tych masywów w aspekcie występowania złóż Ni i Cr.

Uran

Poszukiwania złóż rud uranu na terenie Republiki Konga trwały od 1947 do 1984 r. Najdłużej, blisko 20 lat, badania prowadziła francuska firma *CEA*, która prospekcją objęła terytorium całego kraju. Wykonano zdjęcie aeroradiometryczne, radiometryczne piesze i samochodowe. Przeprowadzono aluwialne zdjęcie geochemiczne oraz badania hydrochemiczne i litogeochemiczne. Wyniki tych prac niewątpliwie były mniej interesujące niż w innych krajach (np. w Nigrze), a w 1968 r. Francuzi wycofali się z dalszych prac prospekcyjnych uranu w Republice Konga.

W 1981 r. poszukiwania rozpoczęła włoska firma *AGIP Uranium*. Prowadziła je na obszarze łańcucha Mayombe, południowej części basenu Niari oraz na obrzeżach masywu Chaillu. Wykonano helikopterowe zdjęcie aerospektrometryczne, zdjęcia geochemiczne wód, osadów i gleb. Odkryto kilka anomalii uranowych, które zweryfikowano pracami wiertniczymi, ale wyniki nie uzasadniały kontynuowania prac i w 1984 r. misja poszukiwawcza została zakończona.

W 1981 r. francuska firma *Societe National de l'Energie Atomique (SNEA)* eksplorowała basen Sembe-Ouessou na północy Konga. Do badań wytypowano strefę kontaktu archaicznych skał masywu Invido z proterozoicznymi zlepieńcami i piaskowcami formacji Sembe, w pasie o długości ok. 200 km i szerokości 20 km. Prawdopodobnie brano pod uwagę możliwość znalezienia mineralizacji typu piaskowcowego. Wykonano 14 poprzecznych profili badawczych, zdjęcie aerospektrometryczne, analizy geochemiczne osadów, gleb i skał oraz badania petrograficzne i sedymentologiczne. Wyniki tych badań nie zostały udostępnione, a po 1981 r. *SNEA* przerwała prace, z czego można wnioskować, że wyniki poszukiwań nie były obiecujące.

Minerały ciężkie w piaskach plażowych

Na wybrzeżu atlantyckim Republiki Konga, w pobliżu ujścia rzeki Kouilou, w latach 50. XX w. przeprowadzono wstępne badania piasków plażowych pod kątem występowania w nich minerałów ciężkich. W szarym szlichu stwierdzono duże koncentracje ilmenitu (28,1%), cyrkonu (20,6%) i rutylu (3,5%). W próbkach pobranych z innych lokalizacji zawartość minerałów ciężkich wahała się w granicach 27,5–29%. Biorąc pod uwagę, że rzeka Kouilou wraz z dopływami drenuje formacje proterozoiczne łańcucha Mayombe i Niari, można spodziewać się w nich także obecności monacytu, magnetytu, koltanu i kasyterytu, czyli tych minerałów, które występują w osadach aluwialnych dorzecza. Cytowane koncentracje minerałów ciężkich są bardzo interesujące z gospodarczego punktu widzenia, bowiem już od zawartości 2% ilmenitu w tego typu piaskach można mówić o wartościach złożowych. Podobnie koncentracje cyrkonu >2% mają znaczenie ekonomiczne. Wartość złoża podnosi współwystępowanie innych minerałów. Dla porównania, w złożu ciężkich piasków Diogo w Senegal na wybrzeżu Atlantyku (na północ od Dakaru), średnia zawartość minerałów ciężkich (ilmenit, cyrkon, rutyl, leukoksenny) wynosi 2,6%. Jego eksploatację rozpoczęła w 2017 r. *Societe Grand Côte Operation (GCO)*, spółka senegalska należąca do australijsko-francuskiego konsorcjum *TiZir joint venture*, którego równoprawnymi udziałowcami są *Mineral Deposits Ltd. (MDL)* i *ERAMET*.

Inne surowce

W trakcie prac prospekcyjnych prowadzonych w XX w. w utworach proterozoicznych w Mayombe sygnalizowano interesujące przejawy mineralizacji manganowej (w sąsiadującym Gabonie są eksploatowane dwa złoża), boksytów, talku i grafitu, a w spągu utworów kredowych, leżących na utworach paleo- lub neoproterozoicznych w Mayombe, notowano przejawy mineralizacji barytowej oraz cynkowo-olowiowej lub miedziowej, podobne do znanych z Gabonu i Angoli.

WARUNKI PRAWNE DZIAŁALNOŚCI GEOLOGICZNEJ I GÓRNICZEJ W KONGU

Zasady prawne prowadzenia prac poszukiwawczych oraz eksploatacji górniczej złóż surowców mineralnych w Republice Konga ustanawia *Kodeks górniczy* uchwalony w 2005 r. Prawo to w dużej mierze jest wzorowane na ustawodawstwie francuskim i zapewnia podmiotom gospodarczym dość atrakcyjne rozwiązania prawne i fiskalne. W zakresie koncesji geologicznych i górniczych w kodeksie wyróżniono:

□ koncesję prospekcyjną – jest ona udzielana na okres 1 roku i może być przedłużona o 1 rok (1 + 1). Koncesji udziela minister górnictwa i geologii (GiG).

□ koncesję poszukiwawczą – jest ona udzielana na 3 lata i może być przedłużona dwukrotnie o 2 lata (3 + 2 × 2). Koncesji udziela prezydent republiki na wniosek Rady Ministrów. Wniosek przygotowuje minister GiG. Koncesja ta zapewnia wyłączność na poszukiwania na terenie obje-

tym koncesją oraz priorytet w uzyskaniu koncesji górniczej eksploatacyjnej.

□ koncesję eksploatacyjną – jest ona udzielana na 25 lat i może być przedłużona o 15 lat (25 + 15). Koncesji udziela prezydent republiki na wniosek Rady Ministrów. Wniosek przygotowuje minister GiG. Warunki koncesji są ustalane w drodze negocjacji.

Koncesje poszukiwawcza i eksploatacyjna mogą być cedowane na podmioty trzecie. Państwo ma obligatoryjne udziały w wysokości do 10% (udział nieaktywny).

Warunki fiskalne:

□ podatek od powierzchni 1 km² koncesji wynosi od 1000 franków środkowoafrykańskich (CFA), czyli 1,52 euro do 25 000 CFA, tj. 38,1 euro. Maksymalny obszar koncesji może osiągnąć 2000 km². Wysokość podatku od koncesji fosforytowych i solnych wynosi 1500 CFA (2,3 euro);

□ podatek górniczy – 1–5% wartości handlowej kopaliny w eksporcie;

□ podatek od zysku – 30%;

□ koncesjonariusz może uzyskać 50-procentową redukcję wymienionych podatków z tytułu aktu inwestycyjnego, co jest przedmiotem negocjacji i wiąże się z podpisaniem umowy górniczej;

□ koncesjonariusz musi zarejestrować firmę w Republice Konga, otworzyć konto bankowe (w RK mają swoje filie duże banki francuskie) oraz przedstawić gwarancje techniczne i finansowe. W przypadku eksploatacji konieczne jest wykonanie *Oceny wpływu na środowisko i warunki społeczno-ekonomiczne*. Ich zakres jest bez porównania mniejszy niż w Polsce. Właściwie nie istnieje instytucja weryfikująca tę ocenę. Zostaje ona przedstawiona organowi koncesyjnemu;

□ koncesjonariusz jest zwolniony z opłat celnych za materiały, urządzenia i pojazdy importowane i eksportowane;

□ firmy zagraniczne mają zagwarantowany wolny obrót walutami. Republika Konga jest członkiem centrali *Communaute Economique et Monetaire de l'Afrique Centrale (CEMAC)*, która gwarantuje wymianę franka środkowoafrykańskiego (CFA) na dowolne waluty narodowe.

POTRZEBY MINISTERSTWA GÓRNICTWA I GEOLOGII REPUBLIKI KONGA BRAZZAVILLE

Dobra współpraca z większością państw Afryki, aby była owocna dla obydwu stron, musi uwzględniać przede wszystkim ich potrzeby w dziedzinie szkolenia kadry fachowców, rozwoju bazy laboratoryjnej oraz wsparcia instytucjonalnego w rozbudowie baz danych geologicznych, archiwizacji próbek i dokumentacji geologicznych. Biorąc pod uwagę stan rozpoznania geologicznego, potrzeby tych państw są ogromne, a wypełnienie białych plam informacjami geologicznymi, nawet z zastosowaniem nowoczesnych technologii, zajmie dziesięciolecia. W toku konstruktywnych dyskusji, przeprowadzonych w trakcie wizyty studyjnej w Republice Konga, w której uczestniczyli również pracownicy PIG-PIB, zostały określone priorytetowe potrzeby tego państwa w dziedzinie geologii i górnictwa:

1) Wzmocnienie zdolności technicznej i technologicznej Ministerstwa Górnictwa i Geologii:

- ❑ dokończenie prac rozpoczętych przez *Asperbras* dotyczących kartografii geologicznej kraju;
- ❑ wykonanie nowych map geologicznych (w tym aktualizacja danych geologicznych);
- ❑ wykonanie nowych map geofizycznych, geochemicznych oraz syntez kartograficznych;
- ❑ wykonanie badań geologicznych i geochemicznych w strefach o dużym potencjale złożowym (tereny z utrudnionym dostępem ze względu na warunki geograficzne, klimatyczne, brak dróg itd.);
- ❑ wykonanie syntetycznych map stref metalogenicznych (z dokładnym opisem anomalii);
- ❑ promowanie zasobów mineralnych Konga zarówno na terenie kraju, jak i za granicą;
- ❑ tworzenie bazy danych surowców mineralnych kraju we współpracy z partnerami z zagranicy w celu zwiększenia atrakcyjności inwestycyjnej sektora i kraju;
- ❑ uruchomienie krajowego laboratorium geologicznego *CRGM – Centre de Recherche Géologique et Minière*.

2) Wzmocnienie instytucjonalne w dziedzinie ochrony środowiska:

- ❑ tworzenie nowych norm i standardów dotyczących ochrony środowiska;
- ❑ wzmocnienie zdolności funkcjonowania administracji centralnej, w tym tworzenie odrębnej komórki organizacyjnej zajmującej się kwestiami ochrony środowiska w Ministerstwie Górnictwa i Geologii;
- ❑ szkolenie kadry (obecnej i przyszłej) w zakresie ochrony środowiska w sektorze górnictwem.

3) Wzmocnienie legislacji górniczej:

- ❑ nowelizacja *Kodeksu górniczego* i przepisów wykonawczych;
- ❑ szkolenie kadry (obecnej i przyszłej) w zakresie prawa górniczego.

4) Wzmocnienie możliwości infrastrukturalnych kraju (infrastruktura potrzebna do wsparcia działalności górniczej: linie kolejowe, drogi, mosty, porty, elektrownie itd.):

- ❑ budowa i rozbudowa sieci kolejowej;
- ❑ rozbudowa krajowej sieci drogowej;
- ❑ budowa i rozbudowa parku energetycznego;
- ❑ budowa i rozbudowa portów;
- ❑ modernizacja i rozbudowa dróg żeglownych.

5) Wzmocnienie działalności planistycznej Ministerstwa Górnictwa i Geologii:

- ❑ przygotowanie programu *masterplan* sektora górniczego kraju;
- ❑ zintegrowanie sektora górniczego w procesie dywersyfikacji gospodarki krajowej poprzez wykorzystywanie zasobów mineralnych kraju.

6) Wzmocnienie procesu szkolenia wykwalifikowanej kadry (specjalistów):

- ❑ utworzenie platformy współpracy odnośnie szkolenia oraz wymiany kadr i doświadczeń pomiędzy instytucjami z Konga i innych krajów (ministerstwa ds. górnictwa, centra naukowe, uniwersytety itd.);
- ❑ rozwój programów kształcenia i wzmocnienie zdolności działania instytucji górniczych;
- ❑ tworzenie programu szkolenia w zawodach związanych z górnictwem.

KONKLUZJE

Republika Konga jest krajem, z którym Polska powinna nawiązać i rozwijać kontakty handlowe. Za najważniejsze atuty tego państwa należy uznać dobre położenie geograficzne z dostępem do Oceanu Atlantyckiego, co znacząco ułatwia eksport i import towarów, ustabilizowana sytuacja polityczna, czego dowiodły wybory prezydenckie przeprowadzone w marcu 2021 r. Republika Konga ma duży potencjał surowcowy, częściowo rozpoznany, częściowo dopiero czekający na swe odkrycie, bo typ struktur geologicznych i znane przejawy występowania wielu ważnych kopalin gwarantują istnienie dużych nagromadzeń kopalin. W znacznej mierze są to kopaliny o znaczeniu strategicznym dla Polski, czy – szerzej ujmując – dla Unii Europejskiej. W tym zakresie potencjał surowcowy Republiki Konga należy uznać za komplementarny w stosunku do potencjału surowcowego Polski. Takie surowce, jak cyna, wolfram, niob, tantal czy skand, są niezbędne do rozwoju nowych technologii. One znajdują się w Republice Konga, natomiast w Polsce trudno oczekiwać ich występowania. Z kolei takie surowce, jak sole potasowe czy fosforyty, są obecnie dość łatwo dostępne na światowym rynku, ale posiadanie takich złóż daje o wiele lepszą pozycję negocjacyjną i podnosi bezpieczeństwo surowcowe kraju. Nasilający się ostatnio konflikt dyplomatyczny na linii Unia Europejska – Białoruś (która jest głównym dostawcą soli potasowych do Polski) wskazuje na konieczność prowadzenia dalekowszereżowej polityki w zakresie dostaw surowców. Należy mieć też na uwadze, że współpraca gospodarcza w każdej dziedzinie, w tym również w przemyśle surowcowo-wydobywczym, musi przynosić korzyści obydwu stronom. Dla wielu państw Afryki dostępność nawozów mineralnych, stosowanych w rolnictwie, ma fundamentalne znaczenie, o czym mieszkańcy dostatniej Europy nie zawsze pamiętają. Republika Konga dysponuje dużymi zasobami ropy naftowej i gazu ziemnego, ale dostęp do nich jest dość ograniczony z uwagi na obecność na tym terenie potężnych koncernów międzynarodowych.

Polska ma również bardzo wiele do zaoferowania partnerom z Republiki Konga. PIG-PIB w relacjach ze służbą geologiczną tego kraju może ją wesprzeć w dziedzinie organizacji prac geologiczno-poszukiwawczych, gromadzenia i przetwarzania danych geologicznych, poszukiwania i dokumentowania złóż surowców mineralnych niezbędnych dla budownictwa mieszkaniowego oraz w inwestycjach infrastrukturalnych. Polska może też zaoferować kształcenie kadr zawodowych w dziedzinach związanych z geologią i górnictwem. Wagę tego kierunku współpracy dla obydwu stron trudno przecenić.

Autorzy pragną wyrazić serdeczne podziękowania Panu Doktorowi Dieudonne M'Pika, najlepszemu ambasadorowi interesów Polski w Republice Konga i Republici Konga w Polsce, za zaangażowanie w sprawę rozwoju wszechstronnych kontaktów pomiędzy obydwoma państwami oraz za zorganizowanie wizyty studyjnej polskich geologów w Republice Konga. Dziękujemy również dr. Jean-Claude'owi Guillaneau i dr. Nicolasowi Charle-sowi z BRGM za udostępnienie materiałów graficznych wykorzystanych w niniejszym artykule. Dziękujemy również Recenzentowi pracy, Profesorowi Leszkowi Marksowi za cenne uwagi zgłoszone do manuskryptu.

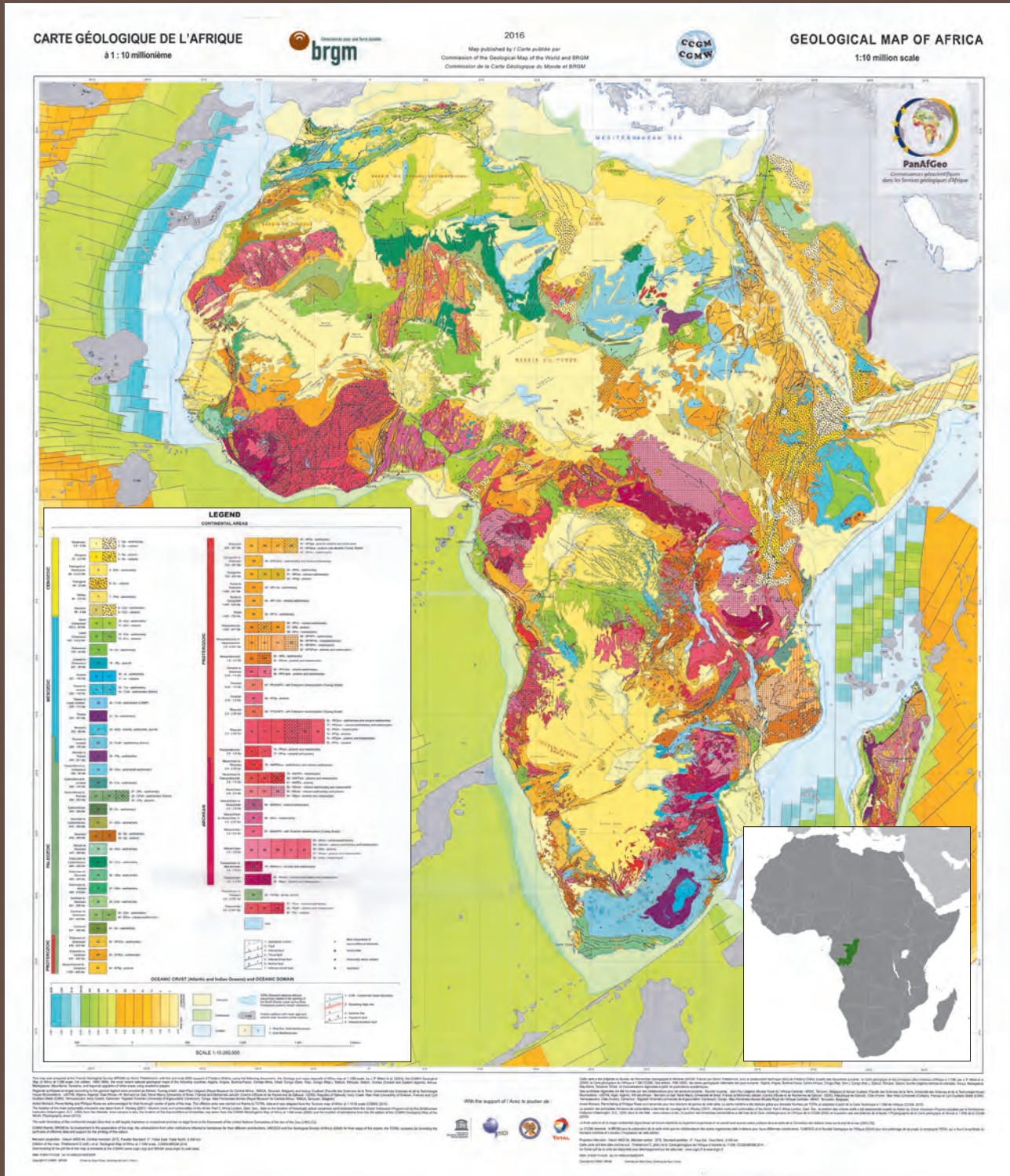
LITERATURA

- BATUMIKE J.M., GRIFFIN W.L., O'REILLY S.Y., BELOUSOVA E.A., PAWLITSCHKEK M. 2009 – Crustal evolution in the central Congo–Kasai Craton, Luebo, D.R. Congo: Insights from zircon U-Pb ages, Hf-isotope and trace-element data. *Precambrian Res.*, 170: 107–115.
- BRADLEY D.C., MCCAULEY A.D., STILLINGS L.M. 2017 – Mineral-deposit model for Lithium-Cesium-Tantalum pegmatites. *Scientific Investigations Report 2010-5070-0*. USGS, Reston, Virginia: 48.
- CALLAGHAN R.M. 2021 – Tantalum. *USGS Mineral Commodity Summaries*: 164–165.
- CALLEC Y., BAUER H., PROGNON F., ISSAUTIER B., SCHROETTER J.-M., THIEBLEMONT D., BOUDZOU MOU F., GUILLOCHEAU F., KEBI-TSOUMOU S., DAH TOLINGBONON R.H., NGANGA LUMUAMU F. 2015a – Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1:100 000. Feuille Brazzaville. Editions BRGM.
- CALLEC Y., LASSEUR E., LE BAYON B., THIEBLEMONT D., FULLGRAF T., GOUIN J., PAQUET F., LE METOUR J., DELHAYE-PRAT V., GIRESE P., MALOUNGUILA D., BOUDZOU MOU F. 2015b – Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1:200 000. Feuille Pointe-Noire. Editions BRGM.
- CERNY P., ECRIT T.S. 2005 – The classification of granitic pegmatites revisited. *Canadian Mineralogist*, 43: 2005–2026.
- CHARLES N., CALLEC Y., PREAT A., THIEBLEMONT D., DELPOMDOR F., MALOUNGUILA D., GLOAGUEN E., PETITOT J., AKOUALA A.-P., NDIELE B., MVOULA BOUNGOU I., MOEBO BOUNGOU M. 2015 – Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1:200 000. Feuille Madingou. Editions BRGM. COM/2020/102 final – Communiqué de la Commission de l'Union Européenne, du Conseil, du Parlement Européen, du Comité des Régions et du Comité des Régions. *Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability*. European Commission, Brussels.
- DADET P. 1969 – Carte géologique de la République du Congo zone comprise entre les parallèles 2° et 5° Sud. Echelle 1: 500 000. BRGM.
- DESTHIEUX F. 1992 – Carte géologique de la République du Congo. Echelle 1:1 000 000. Editions Ministère des Mines et de l'Énergie.
- DESTHIEUX F. 1993 – Notice Explicative de la Carte géologique de la République du Congo. Echelle 1:1 000 000. Editions Ministère des Mines et de l'Énergie.
- DE WIT M.C.J., JELSMA H.A. 2014 – A review of the kimberlites of the Democratic Republic of Congo. [W:] Wit de M.J., Guillocheau F., Wit de M.C.J. (red.), *Geology and resource potential of the Congo Basin*. Springer: 361–369.
- FULLGRAFF T., CALLEC Y., THIEBLEMONT D., GLOAGUEN E., CHARLES N., LE METOUR J., PRIAN J.-P., BOUDZOU MOU F., DELHAYE-PRAT V., MOREAU F., KEBI-TSOUMOU S., NDIELE B., 2015 – Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1:200 000. Feuille Dolisie. BRGM.
- GALOS K., LEWICKA E., BURKOWICZ A., GUZIK K., KOT-NIEWIADOMSKA A., KAMYK J., SZLUGAJ J. 2021 – Approach to identification and classification of the key, strategic and critical minerals important for the mineral security of Poland. *Res. Policy*, 70: 101900, doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101900
- GERARD G. 1958 – Carte géologique et notice de l' A.E.F. à 1:2 000 000. BRGM.
- GRANICZNY M., WOŁKOWICZ S. – 2016 – Wsparcie afrykańskich służb geologicznych przez ich partnerów z Europy, a inicjatywy Polski. *Prz. Geol.*, 64 (9): 726–733.
- HANSON R.E. 2003 – Proterozoic geochronology and tectonic evolution of southern Africa. [W:] Yoshida M., Windley B.F., Dasgupta S. (eds.), *Proterozoic East Gondwana: Supercontinent Assembly and Breakup*. *Geol. Soc. London, Sp. Publ.*, 206: 427–463. <https://cog.forest-atlas.org/map>
<https://www.lifegate.com/congo-basin-rainforest-logging>
- KEY R.M. 1992 – An introduction to the crystalline basement of Africa. *Geol. Soc. London, Sp. Publ.*, 66: 29–57.
- KRZAK M., GAŁAŚ A., KRÓL K. 2021 – Rynek tantalu na początku XXI wieku. *Prz. Geol.* 69 (4): 234–243.
- LE BAYON B., CALLEC Y., FULLGRAF T., LASSEUR E., THIEBLEMONT D., CHARLES N., GLOAGUEN E., PAQUET F., GOUIN J., GIRESE P., MAKOLOBONGO B., OBAMI U., MOULOUNDA NIANGUI E., MIASSOUKA MPIKA R. 2015a – Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1:200 000. Feuille Conkouati. BRGM.
- LE BAYON B., CALLEC Y., FULLGRAF T., LASSEUR E., THIEBLEMONT D., CHARLES N., GLOAGUEN E., GOUIN J., MAKOLOBONGO B., OBAMI U., MOULOUNDA NIANGUI E., MIASSOUKA MPIKA R., KEBI-TSOUMOU S., KOLINGBA NZANGAN., KOYENZI KEBANGUE A. 2015b – Notice explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1:200 000. Feuille Kibangou. BRGM.
- LINNEN R.L., VAN LICHTERVELDE M., CERNY P. 2012 – Elements, 8: 275–280.
- MARTINI J.E.J., BOWLES M. 1994 – Carte métallogénique de la République du Congo 1:1 000 000. Editions Ministère des Mines et de l'Énergie.
- MARTINI J.E.J., BOWLES M., VESELINOVIC-WILLIAMS M. 1995 – Notice Explicative de la Carte métallogénique de la République du Congo. 1:1 000 000. Editions Ministère des Mines et de l'Énergie.
- MAZUREK S., ROSZKOWSKA-REMIN J., SZAMAŁEK K., TYMIŃSKI M., MALON A. 2021 – Surowce mineralne deficytowe dla polskiej gospodarki – propozycja nowego podejścia do surowców strategicznych i krytycznych. *Prz. Geol.*, 69 (5): 273–286.
- MELOUX J., BIGOT M., VILAND J.-C. 1983 – Plan minéral de la République Populaire du Congo. BRGM: 726.
- MINERAŁY konfliktu: wyjaśnienie rozporządzenia Unii Europejskiej w sprawie odpowiedzialnego pozyskiwania minerałów. Wdrażanie systemu należytej staranności zawartego w projekcie Parlamentu Europejskiego, 2016. Instytut Globalnej Odpowiedzialności; http://igo.org.pl/wp-content/uploads/2016/02/mineraly_konfliktu.pdf
- OECD 2018 – Global Mineral Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences: 24; <https://www.oecd.org/environment/waste/highlights-global-material-resources-outlook-to-2060.pdf>
- ROZPORZĄDZENIE Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/821 z dnia 17 maja 2017 r. ustanawiające obowiązki w zakresie należytej staranności w łańcuchu dostaw unijnych importerów cyny, tantalu i wolframu, ich rud oraz złota pochodzących z obszarów dotkniętych konfliktami i obszarów wysokiego ryzyka. *Dz. U.UE*. L130/1 z 19.05.2017 r.; <https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/8b0e378b-3c59-11e7-a08e-01aa75ed71a1/language-pl>
- SALSKI W. 2020 – Prace geologów Państwowego Instytutu Geologicznego za granicą. *Prz. Geol.*, 68 (5): 437–448.
- STRATEGIE et Plan d'action nationale du secteur minier artisanal en République du Congo. Filières orpaillage et diamantage, vol. II, 2012 – UNDP Programme des Nations Unies pour le Développement. République de Congo, Ministère des Mines et de la Géologie.
- SZAMAŁEK K., SZUFLICKI M., MIZERSKI W. 2020 – Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2018 r. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- ŚLIŻEWSKI W., SALSKI W., WERNER Z. 2005 – Polscy geolodzy na pięciu kontynentach. Państw. Inst. Geol.
- THIEBLEMONT D. 2009 – Carte géologique et des Ressources minérales de la République gabonaise à 1:1 000 000, 3eme edition. DGMG Editions, Ministère des Mines, du Pétrole, des Hydrocarbures. Libreville.
- THIEBLEMONT D. (red.) 2016 – Geological Map of Africa at 1: 10 000 000 scale, CGMW-BRGM.
- THIEBLEMONT D., CASTAING C., BILLA M., BOUTON P. 2009 – Notice explicative de la Carte géologique et des Ressources minérales de la République gabonaise à 1:1 000 000. DGMG Editions, Ministère des Mines, du Pétrole, des Hydrocarbures. Libreville.
- WILHELM E. 1970a – Carte des minéralisations de la République Populaire du Congo au 1:500 000. Bureau Minier Congolais, Brazaville.
- WILHELM E. 1970b – Inventaire et notice explicative de la carte des minéralisations de la République Populaire du Congo au 1:500 000. Bureau Minier Congolais, Brazaville: 179.
- WOŁKOWICZ S. 2013 – 24. konferencja Afrykańskiego Towarzystwa Geologicznego – Addis Abeba, Etiopia, 6–14.01.2013 r.: międzynarodowa pomoc dla Afryki czy neokolonializm naukowy? *Prz. Geol.*, 61 (5): 290–293.
- WORLD BANK Publications 2017 – The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future; <https://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimatSmartMiningJuly.pdf>

Praca wpłynęła do redakcji 8.04.2021 r.
Akceptowano do druku 14.05.2021 r.

W poszukiwaniu surowców krytycznych dla Polski. Republika Konga – geologia, potencjał surowcowy, warunki koncesyjne (patrz str. 339)

In search of critical raw materials for Poland: Republic of Congo – geology, mineral resources potential, concession conditions (see p. 339)



Ryc. 3. Mapa geologiczna Afryki 1:10 000 000 (Thieblemont i in., 2016)

Fig. 3. Geological map of Africa 1:10,000,000 (Thieblemont et al., 2016)