



# Nowe kierunki dostaw soli potasowo-magnezowych do Polski

## New supply directions of potassium and magnesium salts to Poland

Marta HODBOD<sup>1</sup>, Karol ZGLINICKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, e-mail: marta.hodbod@pgi.gov.pl

<sup>2</sup> Państwowa Agencja Atomistyki, Nowy Świat 6/12, 00-400 Warszawa, e-mail: karol.zglinicki@paa.gov.pl

<sup>1</sup> Polish Geological Institute – National Research Institute, Rakowiecka 4, 00-975 Warsaw, e-mail: marta.hodbod@pgi.gov.pl

<sup>2</sup> National Atomic Energy Agency, Nowy Świat 6/12, 00-400 Warsaw, e-mail: karol.zglinicki@paa.gov.pl

Pandemia Covid-19 oraz agresja zbrojna Rosji na Ukrainę przyczyniła się do zaburzenia globalnych łańcuchów dostaw żywności, towarów, w tym surowców (m.in. soli potasowo-magnezowych; fosforytów; siarki) używanych przez przemysł nawozów sztucznych. Strategiczną pozycję na rynku surowców odgrywają sole potasowo-magnezowe (K-Mg). Potas oraz jego związki są kluczowym składnikiem nawozów wykorzystywanych do produkcji żywności dla rosnącej populacji świata. Stały wzrost liczby ludności (1960 – 3,6 mld; 2022 – 8,0 mld), zmniejszenie powierzchni gruntów nadających się pod uprawę (Phosagro, 2020), wzrost światowego PKB (Knoema. World GDP, 2020), zmiany w sposobie odżywiania (Phosagro, 2020) oraz alternatywne zastosowania upraw będą istotnie wpływały na globalny popyt nawozów, w tym nawozów potasowych. Według danych Amerykańskiej Służby Geologicznej (USGS) w 2022 r. konsumpcja soli potasowych w USA wzrosła o około 3% w porównaniu z rokiem 2021. Na światową podaż tego surowca wpłynęły sankcje gospodarcze nałożone na Białoruś i Rosję, co spowodowało wzrost cen i niższe zużycie. USGS szacuje, że światowe zużycie soli potasowych w 2022 r. na produkcję nawozów spadło do 35-39 mln ton z 40,6 mln ton w 2021 roku. Kanadyjscy producenci ogłosili wzrost produkcji w kolejnych latach, oczekuje się tego również od innych krajów eksportujących (Jasinski, 2023). International Fertilizer Association przewiduje, że potencjał wydobycia soli potasowych wzrośnie z 46,7 mln t K<sub>2</sub>O w 2022 r. do 54,6 mln t K<sub>2</sub>O w 2027 r., co oznacza 17% stopę wzrostu. Prognoza ta zależy m.in. od zdolności Białorusi do zwiększenia alternatywnych dróg wejścia na rynek. Ponadto w latach 2024-2027 spodziewany jest malejący roczny globalny wzrost zużycia nawozów od 4%

The Covid-19 pandemic and Russia's military aggression against Ukraine have contributed to the disruption of global supply chains for food, commodities, including raw materials (potassium-magnesium salts; phosphate rocks; sulfur, among others) used by the fertilizer industry. Potassium-magnesium salts (K-Mg) play a strategic position in the raw materials market. Potassium and its compounds are a key ingredient in fertilizers used for food production for the world's growing population. Steady population growth (1960 – 3.6 billion; 2022 – 8.0 billion), a reduction in the area of land suitable for cultivation (Phosagro, 2020), an increase in global GDP (Knoema. World GDP, 2020), changes in diet (Phosagro, 2020) and alternative uses for crops will significantly affect global demand for fertilizers, including potash fertilizers. According to data from the U.S. Geological Survey (USGS), US consumption of potassium salts increased by about 3% in 2022 compared to 2021. Global supply of the commodity was affected by economic sanctions on Belarus and Russia, resulting in higher prices and lower consumption. The USGS estimates that global consumption of potash salts for fertiliser production in 2022 fell to 35-39 million tonnes from 40.6 million tonnes in 2021. Canadian producers have announced an increase in production in future years, and this is also expected from other exporting countries (Jasinski, 2023). The International Fertilizer Association predicts that the potential for potash salt production will increase from 46.7 million t K<sub>2</sub>O in 2022 to 54.6 million t K<sub>2</sub>O in 2027, a 17% growth rate. This forecast depends on Belarus' ability to increase alternative routes to market. In addition, a declining annual global increase in fertiliser consumption is expected between 2024

w 2023 r. do 1,2% w 2027 r., w tym soli potasowych do ok 14% więcej niż w roku 2022 (IFA, 2023).

Unia Europejska, w tym Polska jest w pełni zależna od zewnętrznych źródeł dostaw potasu. Sankcje ekonomiczne nałożone przez Unię Europejską oraz Stany Zjednoczone w wyniku łamania międzynarodowego prawa przez Białoruś oraz Rosję za agresję zbrojną, przyczyniły do ograniczenia importu oraz deficytu potasu na europejskim rynku. Brak surowców niezbędnych do produkcji żywności wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo żywnościowe oraz surowcowe państwa, będące składową bezpieczeństwa narodowego.

W Polsce sole K-Mg występują w cechsztyńskiej formacji solnej, która stanowi część ogromnego środkowoeuropejskiego permskiego (cechsztyńskiego) basenu sedimentacyjnego. Pomimo dobrego rozpoznania geologicznego kraju, w Polsce jak dotąd udokumentowano 5 złóż soli K-Mg: w pokładowej formacji solnej na Kaszubach, w rejonie Zatoki Puckiej – złoża: Chłapowo, Mieroszyno, Swarzewo i Zdrada oraz w wysadzie solnym Kłodawa, gdzie towarzyszy złożu soli kamiennej Kłodawa 1. Łączne zasoby tych złóż wynoszą ok. 705 mln ton soli K-Mg. Ponadto wystąpienia soli K-Mg znane są z większości obszarów występowania cechsztyńskiej soli kamiennej. Polska posiada stosunkowo duże szacunkowe zasoby perspektywiczne – o słabym rozpoznaniu geologicznym, wynikającym przede wszystkim ze znacznych głębokości zalegania. Przewidywane (prognostyczne i perspektywiczne) zasoby soli K-Mg, obliczone wyłącznie dla złóż pokładowych, oszacowano na 3,64 mld ton (Czapowski i in., 2020). Występowanie tych złóż stwierdzono na obszarze monokliny mazursko-podlaskiej, monokliny przedsudeckiej oraz niecki północnosudeckiej (peryklina Żar), o łącznej powierzchni ponad 466 km<sup>2</sup> (Czapowski i in., 2020). Do niedawna (1980-2000) eksploatacja soli K-Mg prowadzona była na niewielką skalę w Kopalni Soli „Kłodawa” S.A. (Czapowski i in., 2020). Obecnie w Polsce nie prowadzi się górniczej eksploatacji soli K-Mg, przy czym wspomniana Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A. posiada koncesję nr 5/2028 na wydobywanie soli kamiennej oraz soli potasowo-magnezowej jako kopaliny towarzyszącej ze złoża „Kłodawa 1”. Prowadzone są także prace poszukiwawczo-rozpoznawcze soli potasowo-magnezowych w okolicach Pucka w ramach koncesji nr 28/2014/p przez KGHM Polska Miedź S.A. Ponadto w 2023 r. złożone zostały dwa wnioski o udzielenie koncesji na rozpoznawanie złóż soli potasowych i potasowo-magnezowych w obszarze „Kozuchów-Zielona Góra” i „Otyń-Nowa Sól”.

Brak własnych źródeł soli K-Mg wymaga podjęcia pilnych działań zmierzających do zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego i surowcowego poprzez: 1) rozpoznanie krajowego potencjału surowcowego soli K-Mg; 2) import potasu oraz jego związków z innych źródeł przy bezpiecznym łańcuchu dostaw; 3) współpracę międzynarodową w zakresie poszukiwania soli K-Mg przez polskie firmy geologiczne i górnicze.

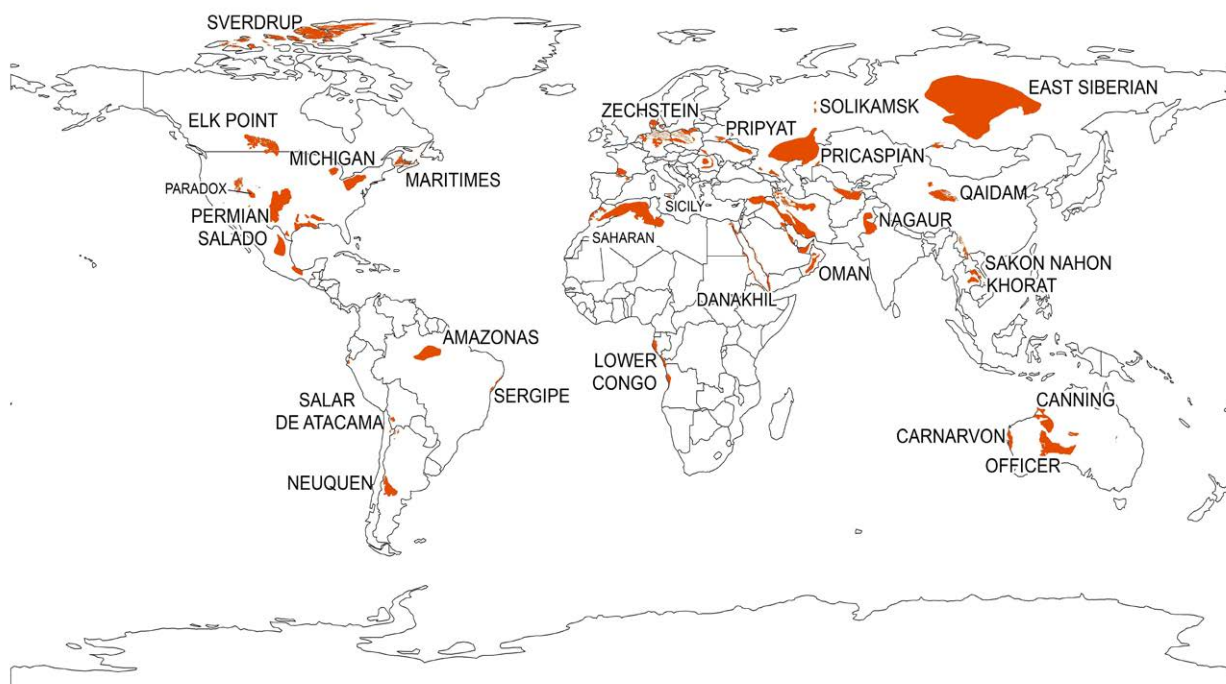
and 2027, from 4% in 2023 to 1.2% in 2027, including potassium salts up to about 14% more than in 2022 (IFA, 2023).

The European Union, including Poland, is fully dependent on external sources of potash supplies. Economic sanctions imposed by the European Union and the United States as a result of violations of international law by Belarus and Russia for armed aggression have contributed to a reduction in imports and a deficit of potash in the European market. The lack of raw materials necessary for food production directly affects the country's food and raw material security, both which are components of national security.

In Poland, K-Mg salt occurs in the Zechstein salt formation, which is part of the vast Permian Central European (Zechstein) sedimentary basin. Despite the country's well-identified geology, 5 K-Mg salt deposits have been documented in Poland so far: in the Zechstein salt formation in Kashubia, in the Puck Bay region - deposits: Chłapowo, Mieroszyno, Swarzewo and Zdrada and in the Kłodawa salt dome, where it's associated with the Kłodawa 1 rock salt deposit. The total resources of these deposits are estimated at 705 million tons of K-Mg salt. In addition, occurrences of K-Mg salt are known from most areas of Zechstein rock salt. Poland has relatively large estimated prospective resources - with poor geological recognition, mainly due to the significant depths. The projected (prognostic and prospective) K-Mg salt resources, calculated only for seam deposits, are estimated at 3.64 billion tons (Czapowski et al., 2020). The occurrence of these deposits was found in the area of the Mazurian-Podlasie Monocline, the Fore-Sudetic Monocline and the North Sudetic Trough (Żary Pericline), with a total area of more than 466 km<sup>2</sup> (Czapowski et al., 2020). Until recently (1980-2000), K-Mg salt mining was carried out on a small scale at the Kłodawa Salt Mine S.A. (Czapowski et al., 2020). Currently, there is no mining of K-Mg salt in Poland, however, the Kłodawa Salt Mine S.A. holds concession no. 5/2028 for mining rock salt and potassium-magnesium salt as an associated mineral from the “Kłodawa 1” deposit. Exploration and prospecting of potassium and magnesium salts in the area of Puck under licence no. 28/2014/p by KGHM Polska Miedź S.A. is also underway. In addition, two applications for concessions for the exploration of potassium and potassium-magnesium salt deposits in the “Kozuchów-Zielona Góra” and “Otyń-Nowa Sól” areas were submitted in 2023.

The lack of own sources of K-Mg salt requires urgent action to ensure food and raw material security by: 1) recognizing the domestic resource potential of K-Mg salt; 2) importing potassium and its compounds from other sources with a secure supply chain; 3) international cooperation in the exploration of K-Mg salt by Polish geological and mining companies.

K-Mg salts are known from all geological periods and continents on Earth (Fig. 1): North America: Elk Point, Mari-



**Ryc. 1.** Mapa obszarów występowania soli potasowych na świecie (wg. Orris i in., 2014).  
**Fig. 1.** Map of the occurrence areas of potassium salts in the world (acc. to Orris et al 2014).

Sole K-Mg znane są ze wszystkich okresów geologicznych i kontynentów na Ziemi (Ryc. 1): Ameryce Północnej: Elk Point, Maritimes, Paradox i Salado, w Europie: cechsztyński, prypecki, Solikamsk i przedkaspijski, w Afryce: Danakil i Dolne Kongo, w Azji: Morze Martwe, Khorat, Sakon Nakon, Qaidam i baseny centralnej Azji, w Ameryce Południowej: amazoński, Sergipe, Salar de Atacama i Neuquén (Cocker i in., 2016).

Złoża soli K-Mg w przewadze są złożami kopalnymi. Współczesne akumulacje soli potasowych o dużym znaczeniu są rzadkie, a dobrze rozpoznane, są tylko dwa naturalne stratyfikowane złoża, znajdujące się w Chinach – basen Qaidam oraz w Etiopii – depresja Danakil. Basen Qaidam – bezodpływowa kotlina tektoniczna w północno-wschodniej części Wyżyny Tybetańskiej, w zachodnich Chinach. Inne naturalne, ale znacznie mniejsze złoża soli potasowych tworzą się m.in. w słonych jeziorach kontynentalnych, na playach oraz w glebach, także w postaci efemerycznych wykwitów mineralnych (Warren, 2016).

Zgodnie z raportem USGS Mineral Commodity Summaries 2023 (Jasinski, 2023) całkowite zasoby soli potasowych na świecie wynoszą około 250 mld t, a ich największe udokumentowane zasoby znajdują się w Rosji, Kanadzie oraz Białorusi (Tab. 1).

Światowy rynek potasu charakteryzuje się stosunkowo niewielką liczbą producentów, zwłaszcza tych największych. Ponad 90% udziału w światowej produkcji ma zaledwie 10 firm (Ryc. 2).

times, Paradox and Salado; in Europe: Zechstein, Pripyat, Solikamsk and Pre-Caspian; in Africa: Danakil and Lower Congo; in Asia: Dead Sea, Khorat, Sakon Nakon, Qaidam and the basins of Central Asian; in South America: Amazonian, Sergipe, Salar de Atacama and Neuquén (Cocker et al., 2016).

Potash deposits are predominantly ancient deposits. Significant modern accumulations of potash are rare, with only two well-defined natural stratified deposits, located in China - the Qaidam Basin and in Ethiopia - the Danakil Depression. Qaidam Basin - a tectonic basin in the northeastern part of the Tibetan Plateau, in western China. Other natural, but volumetrically minor deposits of potassium salt are formed, among others, in continental lakes, playas and soils, either in ephemeral mineral efflorescences (Warren, 2016).

According to the USGS Mineral Commodity Summaries 2023 report (Jasinski, 2023), the world's total potash reserves are estimated at about 250 billion tons, with the largest proven reserves in Russia, Canada and Belarus (Tab. 1).

The global potash market is characterized by a relatively small number of producers, especially few large producers. As few as 10 companies account for more than 90% of global production (Fig. 2).

When looking for new supply directions, Poland should undoubtedly focus on the largest producers, leaving out Russian and Belarusian companies, which are subject to international sanctions. Topping the list of countries with the highest potash production is Canada, where the Nutrien company is based. The salts are extracted by underground methods at

**Tabela 1.** Produkcja górnicza oraz udokumentowane zasoby soli K-Mg na świecie (w tys. ton) dla wybranych krajów wg. danych USGS (Jasinski, 2022, 2023).

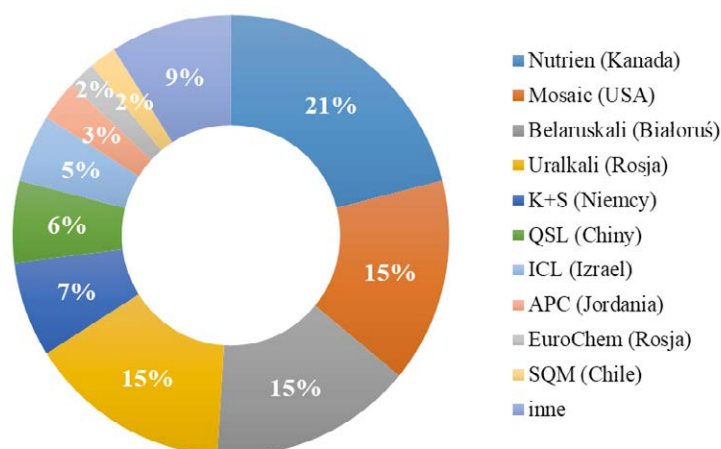
**Table 1.** Mine production and salts K-Mg ores reserves (in thousand metric tons) of selected countries after USGS (Jasinski, 2022, 2023).

Kraj	Produkcja górnicza			Zasoby	
	2020	2021	2022 <sup>s</sup>	Zasoby do pozyskania	Ekwiwalent K <sub>2</sub> O
Białoruś	7 400	7 630 <sup>s</sup>	3 000	3 300 000	750 000
Brazylia	254	270	270	10 000	2 300
Chiny	6 000	6 000 <sup>s</sup>	6 000	b.d	170 000
Hiszpania	420	365	450	b.d	68 000
Izrael	2 280	2 380	2 500	b.d	b.d
Jordania	1 590	1 560	1 700	b.d	b.d
Kanada	13 800	14 200	16 000	4 500 000	1 100 000
Niemcy	2 200	2 800 <sup>s</sup>	2 800	b.d	150 000
Rosja	8 110	9 100	5 000	b.d	400 000
USA	460	480	440	970 000	220 000
Świat	44 000	46 300	40 000	>11 000 000	>3 300 000

s – szacowane; b.d – brak danych;

Poszukując nowych kierunków dostaw, Polska powinna niewątpliwie skupić się na największych producentach, pomijając spółki rosyjskie i białoruskie, które objęte są międzynarodowymi sankcjami. Na czele listy krajów o najwyższej produkcji potasu znajduje się Kanada, gdzie swoją siedzibę ma spółka Nutrien. Sole eksploatowane są metodą podziemną w kilku kopalniach, z jednego z największych złóż soli potasowych na świecie – z dewońskiej formacji Praire w obrębie basenu Elk Point, w prowincji Saskatchewan (Nutrien, 2022). Ta sama formacja jest głównym źródłem pozyskania potasu także dla amerykańskiej spółki Mosaic, która posiada 3 kopalnie i zakłady produkcyjne w tym regionie: Belle Plaine, Colonsay i Esterhazy. Ponadto pozyskuje surowiec w kopalni w Carlsbad

several mines, from one of the largest potassium salt deposits in the world - the Devonian Praire formation within the Elk Point Basin, in the Saskatchewan province (Nutrien, 2022). The same formation is a major source of potash acquisition also for a US company called Mosaic, which has 3 mines and production facilities in the region: Belle Plaine, Colonsay and Esterhazy. In addition, it obtains raw material from a mine in Carlsbad (New Mexico, USA) (Mosaic, 2022). Germany's K+S bases its mining mainly on Permian Zechstein Basin deposits, as well as the Canadian deposit of the aforementioned Elk Point Basin, in the Saskatchewan province (K+S, 2022). China's QLS extracts potash from the saline Qinghai Driftless Lake, in Qinghai Province in western China (www.



**Ryc. 2.** Udział poszczególnych producentów soli potasowych na rynku międzynarodowym (ICL, 2022).

**Fig. 2.** Share of individual producers of potash on the international market (ICL, 2022).

(Nowy Meksyk, USA) (Mosaic, 2022). Niemiecka spółka K+S swoje wydobycie opiera głównie na permskich złożach basenu cechsztyńskiego, a także na kanadyjskim złożu wspomnianego już basenu Elk Point, w prowincji Saskatchewan (K+S, 2022). Chińskie QLS pozyskuje sole potasowe ze słonego, bezodpływowego jeziora Qinghai, w prowincji Qinghai w zachodniej części Chin (www.qhsalt.com.cn). Spółka Israel Chemicals Limited (ICL) prowadzi wydobycie na obszarze Morza Martwego – z wody morskiej pozyskuje m.in. potas, brom, chlorek sodu, magnezję, chlorek magnezu i magnez metaliczny. Eksploatacja opiera się na ekstrakcji karnalitu ( $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) poprzez proces odparowywania, w południowej, płytkiej części Morza Martwego, na powierzchni ok. 150 km<sup>2</sup> na obszarze Izraela. W ostatnich latach 2020 – 2021 doszło do rekordowej rocznej produkcji soli K-Mg w tym rejonie, osiągającej prawie 4 mln ton (ICL, 2022). ICL posiada również kopalnię Boulby w północnej części Wielkiej Brytanii, gdzie eksploatowane są złoża permskich (cechsztyńskich) polihalitów ( $\text{K}_2\text{SO}_4\cdot\text{MgSO}_4\cdot 2\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Zdolność produkcyjna kopalni wynosi około 1 mln ton rocznie (odnotowano 789 tys. t w 2021 r.). Ponadto ICL prowadzi w Hiszpanii (Suria, Katalonia) podziemną kopalnię sylwinitu (KCl) wykształconego w późnym eocenie w basenie ewaporatowym Ebro (ICL, 2022). Arab Potash Company (APC) z Jordanii pozyskuje surowiec potasowy (głównie karnalit), podobnie jak ICL, na drodze ewaporacji wody z Morza Martwego. Zakład produkcyjny znajduje się 110 km na południe od Ammanu i posiada zdolność produkcyjną wynoszącą około 2,35 mln ton soli potasowych rocznie (Arab Potash Company, 2022). Chilijska spółka Sociedad Química y Minera S.A. (SQM) prowadzi produkcję związków potasu na obszarze olbrzymiego solniska w północnej części kraju – Salar de Atacama, z solanki wydobywanej spod powierzchni ziemi za pomocą studni pompowych, a następnie odparowywanej w stawach ewaporacyjnych (Sociedad Química y Minera de Chile S.A., 2022).

Pomimo że wymienieni „giganci potasowi” dysponują dużymi złożami surowca potasowego oraz zapewniają o możliwościach podniesienia zdolności produkcyjnych, nie będą w stanie w dłuższej perspektywie czasu zapewnić dostaw całemu światu. Dla Europy oraz Polski ważnym źródłem pozyskania potasu będzie kopalnia Muga spółki Highfield Resources, zlokalizowana w prowincjach Navarra i Aragón w Północnej Hiszpanii. Znajdują się tam stosunkowo płytko położone pokłady eocenijskiego złoża sylwinitu – na głębokości ok. 350 metrów od powierzchni terenu. Według szacunków spółki zasoby eksploatacyjne surowca potasowego (ang. *ore reserves*) wynoszą 104,3 mln t, przy średniej zawartości  $\text{K}_2\text{O}$  10,2%, a zasoby (ang. *resources*) szacowane są na 282,2 mln t, przy średniej zawartości  $\text{K}_2\text{O}$  11,8% (Highfield Resources, 2022). Planowana kopalnia ma funkcjonować 30 lat. Obecnie spółka dysponuje wszystkimi niezbędnymi pozwoleniami i wchodzi w fazę budowy kopalni Muga, która potrwa kilka lat.

qhsalt.com.cn). Israel Chemicals Limited (ICL) is mining in the Dead Sea area - it extracts potassium, bromine, sodium chloride, magnesia, magnesium chloride and magnesium metal, among others, from seawater. Exploitation is based on the extraction of carnalite ( $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) through an evaporation process, in the southern, shallow part of the Dead Sea, over an area of about 150 square kilometers within Israel. A record annual production of K-Mg salt in the area, reaching nearly 4 million tons, occurred in the recent years 2020 - 2021 (ICL, 2022). ICL also operates the Boulby mine in northern Britain, where Permian (Zechstein) polyhalites ( $\text{K}_2\text{SO}_4\cdot\text{MgSO}_4\cdot 2\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) are mined. The mine's production capacity is about 1 million tons per year (789,000 tons reported in 2021). In addition, ICL operates an underground sylvinite (KCl) mine in Spain (Suria, Catalonia) developed in the late Eocene in the Ebro Basin (ICL, 2022). The Arab Potash Company (APC) of Jordan obtains the potash (mainly carnalite), like ICL, by evaporating water from the Dead Sea. The production facility is located 110 kilometers south of Amman and has a production capacity of about 2.35 million tons of potash per year (Arab Potash Company, 2022). Chile's SQM produces potassium compounds in the area of the giant salar in the northern part of the country, the Salar de Atacama, from brine extracted from beneath the earth's surface via pumping wells and then evaporated in evaporation ponds (Sociedad Química y Minera de Chile S.A., 2022).

Despite the fact that the aforementioned “potash giants” manage large deposits of potassium raw material and assure of the possibility of increasing production capacity, they will not be able to supply the whole world in the long term. For Europe and Poland, an important source of potash will be Highfield Resources' Muga Project, located in the provinces of Navarra and Aragón in northern Spain. The project targets relatively shallow deposits of Eocene sylvinite deposits – at a depth of about 350 meters from the ground surface. According to the company's estimates, the ore reserves are equal to 104.3 million tons, with an average  $\text{K}_2\text{O}$  content of 10.2%, and the resources are estimated at 282.2 million tons, with an average  $\text{K}_2\text{O}$  content of 11.8% (Highfield Resources, 2022). The planned mine is expected to operate for 30 years. The company currently has all the necessary permits and is entering the construction phase of the Muga mine, which will take several years.

Highfield Resources also manages two other potash projects: Pintanos located adjacent to the Muga project and the Sierra del Perdón, located southeast of Pamplona. Both projects are under development (Highfield Resources, 2022).

Such prospective projects are being developed on the African continent – in the Republic of Congo (Brazzaville) and Morocco. One of the companies operating in the K-Mg salt exploration and mining sector in the Republic of Congo is Kore Potash. The company is developing 3 projects: DX (sylvinite

Highfield Resources zarządza również dwoma innymi obszarami, na których występują złoża soli potasowych: Pintanos położonym w sąsiedztwie obszaru Muga oraz Sierra del Perdón położonym na południowy wschód od Pampeluny. Oba projekty są w fazie poszukiwawczo-rozpoznawczej (Highfield Resources, 2022).

Perspektywiczne, nowe projekty realizowane są na kontynencie afrykańskim – w Republice Konga (Brazzaville) oraz Maroko. Jedną z firm działających w sektorze poszukiwawczo-wydobywczym soli K-Mg w Republice Konga jest Kore Potash. Spółka realizuje 3 projekty: DX (złożenie sylwinitu), Kola (złożenie sylwinitowo-karnalitowe), Dougou (złożenie karnalitowe), położone w południowo-zachodniej części kraju, na wybrzeżu Atlantyku (Dolne Kongo, Ryc. 2). Seria ewaporatowa utworzyła się w okresie kredy, w rozciągniętym basenie kongijskim. Kore posiada znaczące w skali światowej złoża potasu oraz ma potencjał, aby stać się najtańszą dostawcą potasu głównie na rynki afrykańskie i brazylijski. Wpływają na to przede wszystkim warunki geologiczne – wysokogatunkowe złoża potasowe (ok. 35% zawartości KCl), położone na stosunkowo niewielkiej głębokości 180 m do 300 m, jak i warunki infrastrukturalne – około 80 km na północ od miasta Pointe Noire i ok. 25 km od wybrzeża Atlantyku. Najbardziej obiecującym jest projekt DX z zasobami (ang. *mineral resources*) 232 mln t sylwinitu (przy zawartości 38,1% KCl). Ponadto w obrębie koncesji prowadzone są prace poszukiwawczo-rozpoznawcze, gdzie szacuje się występowanie 320-600 mln t surowca (przy zawartości 30-38% KCl). Kolejnym w strategii rozwoju spółki jest projekt Kola z szacowanymi zasobami (*measured and indicated mineral resource*) 508 mln t (przy zawartości 35,4% KCl). Przewidywana roczna produkcja wynosi 2,2 mln t, na przestrzeni 33 lat (www.korepotash.com).

Khemisset Potash to projekt potasowy zlokalizowany w północnym Maroku, należący do spółki Emmerson Plc. Seria ewaporatowa tego regionu tworzyła się w zamkniętym basenie morskim utworzonym w wyniku otwierania się grzbietu śródatlantyckiego, na przełomie triasu i jury. Miąższość osadów ewaporatowych składających się głównie z halitu, gipsu i lokalnie z sylwinitu i karnalitu, miejscami przekracza nawet 1000 m. Szacowane zasoby (ang. *resource*) soli potasowych wynoszą 537 mln t przy średniej zawartości  $K_2O$  9,24%. Szacowana produkcja wyniesie ok. 6 mln ton soli potasowych rocznie. Okres eksploatacji planowany jest na minimum 19 lat. Projekt z jednej strony nastawiony będzie na pokrywanie zapotrzebowania nawozów w Afryce, z drugiej strony znajduje się blisko rynku europejskiego, na który również może się utworzyć (Emmerson, 2020).

deposit), Kola (sylwinito-karnalit deposit), Dougou (karnalit deposit), located in the southwestern part of the country, on the Atlantic coast (Lower Congo, Fig. 2). The evaporite series formed during the Cretaceous period, in the widely extended Congo Basin. Kore has globally significant potash deposits and has the potential to become the least expensive supplier of potash mainly to the African and Brazilian markets. This is primarily influenced by geological conditions - high-grade potash deposits (about 35% KCl content), located at a relatively shallow depth of 180m to 300m, as well as infrastructure conditions - about 80km north of the city of Pointe Noire and about 25km from the Atlantic coast. The most promising is the DX project with mineral resources estimated at 232 million t of sylwinitu (at 38.1% KCl). In addition, exploration and appraisal work is being carried out as part of the concession, where an estimated 320-600 million t of mineral resources (at 30-38% KCl) are found. Another in the company's development strategy is the Kola project with estimated measured and indicated mineral resource of 508 million t (at 35.4% KCl content). Projected annual production is 2.2 million t, over 33 years (www.korepotash.com).

Khemisset Potash is a potassium project located in northern Morocco, owned by Emmerson Plc. The evaporite series in this region formed in a closed marine basin as a result of opening of the mid-Atlantic ridge, at the turn of the Triassic and Jurassic. The thickness of the evaporite sediments, consisting mainly of halite, gypsum and locally of sylwinitu and karnalitu, exceeds up to 1 000 meters in some places. The resources of potash are estimated at 537 million tons with an average  $K_2O$  content of 9.24%. Estimated annual production will be about 6 million tons of potash per year. The initial operating period is assumed to be 19 years. On the one hand, the project will be geared toward covering fertilizer needs in Africa, while on the other hand it is close to the European market, which it could also open up to (Emmerson, 2020).

## LITERATURA/REFERENCES

- ARAB POTASH COMPANY, 2022. Annual Report 2021 [www document]. [https://www.arabpotash.com/ebv4.0/root\\_storage/en/eb\\_list\\_page/annual\\_report\\_2021\\_en.pdf](https://www.arabpotash.com/ebv4.0/root_storage/en/eb_list_page/annual_report_2021_en.pdf)
- COCKER M.D., ORRIS G.J., WYNN J., 2016. U.S. Geological Survey assessment of global potash production and resources - A significant advancement for global development and a sustainable future. *W: Geoscience for the Public Good and Global Development: Toward a Sustainable Future* (red. G.R. Wessel, J.K. Greenberg). *Geological Society of America Special Paper*, 520: 89–98.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., MAZUREK S., 2020. Sól kamienna (rock salt, salt, halites) i sole potasowo-magnezowe (potashsalts, potassium salts, potassium-magnesium salts). *W: Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31.12.2018 r.* (red. Szamałek K., Szufflicki M., Mizerski W.): 218–232. PIG-PIB, Warszawa.
- EMMERSON, 2020. Feasibility Study Confirms Low Capex, High Margin Potash Minewith Outstanding Economic Metrics [www document]. <https://www.emmersonplc.com/wp-content/uploads/2020/05/Feasibility-Study-Long-Form-1.06.20-FINAL-FOR-WEBSITE.pdf>
- HIGHFIELD RESOURCES, 2022. Annual Report 31 December 2021 [www document]. <https://www.highfieldresources.com.au/wp-content/uploads/sites/2/2022/03/annualReport2022.pdf>
- <https://korepotash.com/projects/overview-of-assets/>
- <https://www.industryarc.com/Report/15988/potassium-sulphate-market.html>
- <http://www.qhsalt.com.cn/foreign/eng/index.asp>
- ICL, 2022. Annual report for the Period Ended December 31, 2021 [www document]. [https://s27.q4cdn.com/112109382/files/doc\\_financials/2021/ar/ICL-2021-Annual-Report-FINAL.pdf](https://s27.q4cdn.com/112109382/files/doc_financials/2021/ar/ICL-2021-Annual-Report-FINAL.pdf)
- IFA, 2023. Public Summary Medium-Term Fertilizer Outlook 2023 – 2027, IFA Market Intelligence Service.
- JASINSKI, S.M., 2022. Potash. *W: Mineral commodity summaries 2021*. U.S. Geological Survey.
- JASINSKI, S.M., 2023. Potash. *W: Mineral commodity summaries 2022*. U.S. Geological Survey.
- KNOEMA. World GDP. <https://knoema.com/sxesqmf/world-gdp> [dostęp 18.07.2022].
- K+S, 2022. Annual Report 2021. K+S Aktiengesellschaft, Kassel, Germany [www document]. <https://www.kpluss.com/en-us/investor-relations/publications/annual-report/>
- MOSAIC, 2022. 2021 Annual Report [www document]. [https://s1.q4cdn.com/823038994/files/doc\\_financials/2021/ar/2021AnnualReport\\_FINAL.pdf](https://s1.q4cdn.com/823038994/files/doc_financials/2021/ar/2021AnnualReport_FINAL.pdf)
- NUTRIEN, 2022. 2022 Fact Book [www document]. <https://nutrien-prod-asset.s3.us-east-2.amazonaws.com/s3fs-public/uploads/2022-06/Nutrien%202022%20Fact%20Book.pdf>
- ORRIS G.J., COCKER M.D., DUNLAP P., WYNN J., SPANSKI G.T., BRIGGS D.A., GASS L., przy udziale BLISS J.D., BOLM K.S., YANG C., LIPIN B.R., LUDINGTON S., MILLER R.J., SLOWAKIEWICZ M., 2014. Potash – A global overview of evaporite-related potash resources, including spatial databases of deposits, occurrences, and permissive tracts. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5090–S, pp. 76, dane przestrzenne: <http://dx.doi.org/10.3133/sir20105090S>.
- PHOSAGRO, 2020. Reports and Results, [https://www.phosagro.ru/investors/reports\\_and\\_results](https://www.phosagro.ru/investors/reports_and_results) [dostęp 18.07.2022].
- SOCIEDAD QUÍMICA Y MINERA DE CHILE S.A., 2022. Annual Report 2021 [www document]. [https://s25.q4cdn.com/757756353/files/doc\\_financials/2021/ar/Memoria-Anual-2021\\_eng1.pdf](https://s25.q4cdn.com/757756353/files/doc_financials/2021/ar/Memoria-Anual-2021_eng1.pdf)
- WARREN J. K., 2016. Evaporites. A Geological Compendium. Second edition. Springer International Publishing Switzerland: I-1813.