

PAŃSTWOWA SŁUŻBA GEOLOGICZNA
O SUROWCACH MINERALNYCH POLSKI

MINERAL RESOURCES OF POLAND AS SEEN
BY POLISH GEOLOGICAL SURVEY

SÓL KAMIENNA ROCK SALT

• PL \ EN

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

POLISH GEOLOGICAL INSTITUTE
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE





Sól kamienna/Rock salt

Źródło/Source: Muzeum Geologiczne PIG-PIB/Geological Museum PGI-NRI

Fot./Photo by: Dariusz Iwański (PIG-PIB/PGI-NRI)

SÓL KAMIENNA ROCK SALT

BIAŁE ZŁOTO

Większość z nas nie wyobraża sobie życia bez soli. Jako przyprawa do potraw czy środek konserwujący żywność towarzyszy nam niemal codziennie i jest jednym z najpospolitszych produktów. Jednak kiedyś sól odgrywała bardzo ważną rolę w kształtowaniu cywilizacji.

Sól kamienna towarzyszy ludziom już od trzeciego tysiąclecia p.n.e. Najstarsze wzmianki na jej temat pochodzą z egipskich dokumentów. Już w starożytności była uznawana za doskonały środek leczniczy oraz konserwujący. Grecy wykorzystywali ją do zabezpieczania żywności, natomiast Hebrajczycy składali ją w ofierze w trakcie ceremonii religijnych.

Sól była tak cenna, że już od starożytności pełniła rolę środka płatniczego. Stanowiła także wynagrodzenie za wykonaną pracę – w Rzymie wypłacano nią pensje żołnierzom, stąd od łacińskiego słowa *salarium* powstało angielskie słowo *salary*, czyli pensja. W Tybecie i Etiopii stosowano ją nawet do wybijania monet. W średniowieczu sól doczekała się godnego miana „białego złota”. W Polsce jej wartość była tak wysoka, że sądy nakładały grzywny mierzone w kruszczach soli. Prawdopodobnie stąd pochodzi powiedzenie „słono za coś zapłacić”.

Niewykluczone, że sól była przyczyną różnych konfliktów, nawet zbrojnych. Niektórzy historycy sądzą, że niesprawiedliwy podatek solny, wprowadzony jeszcze w 1340 r., mógł być jedną z przyczyn wybuchu rewolucji francuskiej.

W XIX wieku sól po raz pierwszy użyto w przemyśle. Odtąd jej zastosowanie jest coraz szersze – obecnie jest wykorzystywana w ponad 14 tys. produktów.

THE WHITE GOLD

Most of us just couldn't do without salt. We need it every day, be it for cooking or for food preservation. In the past, however, salt has been a civilisation driver.

The mankind has used rock salt since the third millennium BC. It was first mentioned in Egyptian documents. Salt was considered as excellent curative and food curing product already in the antiquity. The Greeks used it for food preservation, while the Hebrews made salt offerings during religious ceremonies.

The salt was valued so highly that it has been used as a legal tender since antiquity. Remuneration was commonly paid in salt – in Rome soldiers were paid with it. In fact the word “salary” is derived from the Latin “salarium”. In Tibet and Ethiopia even salt coins were minted. In the Middle Ages it was called the “white gold”. Salt was so highly valued in Poland that courts imposed fines expressed in lumps of salt. Hence “to pay the price of salt” means in Polish “to pay an exorbitant price”.

The salt was likely a cause of many conflicts, including wars. Some historians believe that the contested salt tax, imposed as early as 1340, was a reason behind the outbreak of the French Revolution.

Salt was first used in industry in the 19th century. Since then, the range of salt applications has been steadily growing – it is now being used in more than 14,000 products.

INFORMACJA O SUROWCU

Sól kamienna jest skałą osadową zbudowaną głównie z **halitu – NaCl** (chlorek sodu). Mineral ten charakteryzuje się doskonałą tępliwością kostkową, ma niską twardość (2–2,5 w skali Mohsa), gęstość 2,1–2,2 g/cm³, jest łatwo rozpuszczalny w wodzie oraz odznacza się dobrą przewodnością cieplną. Sól kamienna łatwo ulega odkształceniom w wyniku podwyższonej temperatury i ciśnienia.

W wodach powierzchniowych i podziemnych występują rozpuszczone związki chemiczne, w tym chlorek sodu. Złoża soli powstają w wyniku procesu odparowywania wody (ewaporacja), głównie w dużych, płytkich basenach morskich lub zasolonych zbiornikach śródlądowych, w odpowiednio suchym i ciepłym klimacie, przy ograniczonej dostawie świeżych wód. Zwykle jako pierwsze wytrącają się składniki najstabilniej rozpuszczalne, czyli związki węglanowe, następnie sole siarczanowe (gips, anhydryt), a na końcu – sole chlorkowe (halit i sole potasowo-magnezowe).

Sól kamienna zwykle zawiera domieszki anhydrytu, gipsu, węglanów i substancji ilastej, a także kwarc, siarczan i chlorek magnezowy, skupienia substancji organicznej (np. bituminy) oraz inkluzje gazów i ługów.

MINERAL CHARACTERISTICS

Rock salt is a sedimentary rock composed predominantly of **halite – NaCl** (sodium chloride). Halite is a mineral with perfect cubic cleavage, low hardness (Mohs scale 2-2.5) and a density of 2.1-2.2 g/cm³. It is easily soluble in water and has a good thermal conductivity. Rock salt is well deformable in high temperature and pressure conditions.

Surface and underground water contains dissolved chemical compounds, including sodium chloride. Salt deposits are formed as a result of water evaporation from large shallow sea basins or brackish terrestrial reservoirs in dry and warm climate conditions. Usually, least soluble components – carbonates – are the first to precipitate, followed by sulphates (gypsum, anhydrite) and finally by chlorides (halite and potassium-magnesium salts).

Rock salt contains admixtures of anhydrite, gypsum, carbonates, clay matter, quartz, magnesium sulphate/chloride, organic and bituminous admixtures, as well as gas and brine inclusions.

Źródło/Source: Kopalnia Soli „Kłodawa”/“Kłodawa” Salt Mine
Fot./Photo by: Aleksander Ochendalski



ZASTOSOWANIE

Sól kamienna oprócz zastosowania w przemyśle spożywczym wykorzystywana jest przede wszystkim w przemyśle chemicznym do produkcji chloru, sody kaustycznej (wodorotlenek sodu) i sody kalcynowanej (węglan sodu), a także kwasu solnego, chlorków i innych związków chemicznych. W skali światowej zużycie soli do tego celu przekracza 60% wyprodukowanego surowca.

W mniejszych ilościach sól jest wykorzystywana w przemyśle rafineryjnym, tekstylnym, garbarskim, barwiarskim, papierniczym, a także w farmacji, kosmetyce, metalurgii, rolnictwie i wielu innych dziedzinach.

W niektórych krajach europejskich (w tym w Polsce) oraz północnoamerykańskich sól stosuje się w drogownictwie, do usuwania śniegu i lodu z nawierzchni dróg w zimie.

Właściwości lecznicze soli wykorzystuje się w uzdrowiskach i specjalnych obiektach leczniczych – łożniach solankowych.

Nieczynne solne wyrobiska górnicze są niekiedy przekształcane w podziemne uzdrowiska, mogą być w nich również tworzone podziemne trasy turystyczne, jak w kopalniach soli „Wieliczka”, „Bochnia” i „Kłodawa”.

Specyficzne właściwości soli kamiennej, takie jak plastyczność i brak reakcji chemicznych z produktami ropopochodnymi, umożliwiają niekiedy wykorzystanie przestrzeni poeksploatacyjnej w złożu soli jako **podziemnych kawernowych magazynów węglowodorów**. Zwykle buduje się w tym celu specjalne wyrobiska. W Polsce funkcjonuje już kilka magazynów w utworach solnych, zarówno w złożach pokładowych (np. w Kosakowie), jak i w wydajach solnych (np. w Górze i Mogilnie). Jest to obecnie najbezpieczniejszy i najefektywniejszy sposób magazynowania paliw, niestwarzający zagrożeń dla środowiska naturalnego.

Wspomniane właściwości soli sprzyjają lokowaniu w obrębie utworów solnych także **bezpiecznych podziemnych składowisk odpadów uciążliwych**, w tym promieniotwórczych.

Naziemna część infrastruktury przesyłowej
– **Kawernowy Podziemny Magazyn Gazu „Kosakowo”**
Surface transmission infrastructure
– “Kosakowo” Underground Gas Storage Facility
Źródło/Source: PGNiG

USES

Besides food processing, rock salt is used primarily by the chemical industry for the production of chlorine gas, caustic soda (sodium hydroxide), calcined soda (sodium carbonate), hydrochloric acid, chlorides and other chemicals. Globally, over 60% of the total rock salt production is used up by the chemical industry.

Less important quantities of rock salt are used for oil refining, in textile, tanning, paper and dyeing industries, as well as for the production of pharmaceuticals, beauty products, in metallurgy, agriculture and many other industries.

Some North American and European countries (including Poland) use rock salt for winter road conditioning.

Curative properties of the salt are used in spas where special graduation towers having beneficial health effects are built.

Abandoned salt mines are sometimes converted to underground spa resorts. Underground trails are offered to tourists, as is the case of “Wieliczka”, “Bochnia” and “Kłodawa” salt mines in Poland.

Specific rock salt properties, such as plasticity and absence of chemical reactions with oil derivatives, make some post-production excavations in salt deposits ideal for use as **underground hydrocarbon storage facilities**. Commonly the special underground workings (salt caverns) are made for this purpose. Several facilities for underground storage in salt formations are operated in Poland. They are located in both salt stratiform deposits (e.g. Kosakowo) and salt diapirs (e.g. in Góra and Mogilno). This is now the safest and most effective fuel storage method, free of any risks to the environment.

The above mentioned properties make salt formations a good choice for **safe underground storage of hazardous wastes**, including radioactive wastes.

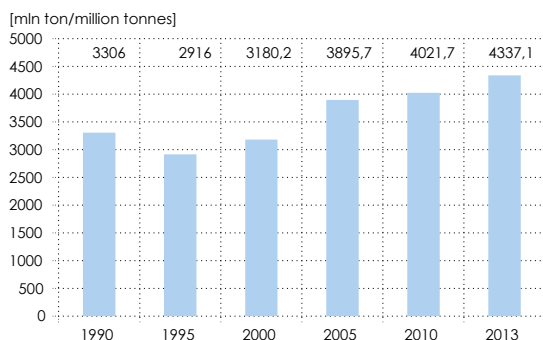


ZUŻYCIE W POLSCE

Zużycie soli kamiennej w Polsce na przestrzeni lat 1990–2013 wahalo się od 2,9 do 4,4 mln ton. Średnie zużycie z ostatnich 5 lat wynosi ok. 4 mln ton.

Jeśli przyjmujemy roczne średnie wydobycie soli kamiennej na 4 mln ton oraz całkowite wykorzystanie tych zasobów, to **udokumentowane zasoby soli w Polsce, zarówno bilansowe¹, jak i pozabilansowe², wystarczą na 27 000 lat.**

W najbliższych latach na pewno będzie rość znaczenie występień soli jako potencjalnych lokalizacji podziemnych kavernowych magazynów gazu i paliw płynnych oraz podziemnych składowisk odpadów uciążliwych.



¹ zasoby bilansowe – zasoby złoża lub jego części, których cechy naturalne spełniają określone wymagania, kryteria bilansowości i umożliwiają podjęcie eksploatacji.

² zasoby pozabilansowe – zasoby złoża, które nie spełniają kryteriów bilansowości, znajdują się w pozabilansowych warunkach geologiczno-górnictwowych, lecz ewentualnie w przyszłości mogą być wykorzystane gospodarczo.



CONSUMPTION IN POLAND

In the years 1990–2013, rock salt consumption in Poland has ranged from 2.9 to 4.4 million tonnes. Average annual consumption has been in the order of 4 million tonnes over the past 5 years.

Assuming annual rock salt output on the level of 4 million tonnes, **the total Polish proven both economic and potentially economic resources would suffice for the next 27,000 years.**

The importance of salt deposits as potential sites of underground gas and liquid fuel storage facilities in salt caverns and underground hazardous waste disposals will continue to grow in the years to come.

ZUŻYCIE SOLI KAMIENNEJ (W MLN TON) W LATACH 1990–2013

ROCK SALT CONSUMPTION (IN MILLION TONNES)
FROM 1990 THROUGH 2013

Źródło/Source:

Bilans zasobów złóż i kopalin w Polsce, 1993–2010;

Bilans gospodarki surowcami Polski i Świata, 2013

¹ proven recoverable resources (anticipated economic resources) – resources in a deposit (or in a part thereof) of which natural characteristics meet the limit values of the parameters that define the deposit and enable resource recovery.

² proven recoverable sub-economic resources – resources in a deposit that do not meet recoverability criteria and are in non-recoverable geological and mining conditions, but potentially can be mined in the future.

Czy wiesz, że...

W 2000 r. w Kopalni Soli „Wieliczka”, w Komorze Stanisława Staszica (36 m wysokości) odbył się pierwszy podziemny lot balonem! Wydarzenie to odnotowano w *Księdze rekordów Guinnessa*.

Did you know that...

In 2000, the first underground balloon flight took place in the “Wieliczka” Salt Mine (in the 36 m high Stanisław Staszic Chamber). The event was entered to the *Guinness Book of Records*.

KRYSTAŁY SOLI KAMIENNEJ/CRYSTALS OF ROCK SALT

Źródło/Source: Kopalnia Soli „Wieliczka”/“Wieliczka” Salt Mine



Źródło/Source: Kopalnia Soli „Wieliczka”/“Wieliczka” Salt Mine

WYSTĘPOWANIE W POLSCE

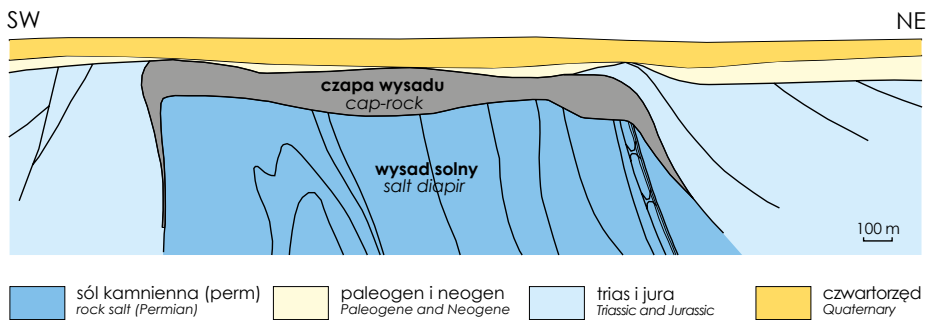
Sól kamienna występująca w Polsce należy głównie do dwóch formacji solnych, które tworzyły się w późnym permie (cechsztyńnie) w okresie ok. 257-252 mln lat temu oraz w neogenie (miocenie) ok. 13 mln lat temu.

Wystąpienia soli cechsztyńskich obejmują obecnie ponad 2/3 powierzchni Polski. Zalegają na głębokościach od kilkuset metrów w północnej Polsce oraz w strefie przedsudeckiej, gdzie tworzą tzw. złoża pokładowe, aż do 7 km w środkowej części Niżu Polskiego, gdzie występują w postaci kopuły, poduszek, słupów i grzebień solnych – są to tzw. złoża wysadowe.

OCCURRENCE IN POLAND

Rock salt deposits occurring in Poland belongs to two major salt formations that were formed in time interval of approx. 257-252 and at ca. 13 million years ago in late Permian (Zechstein) and Neogene (Miocene) respectively.

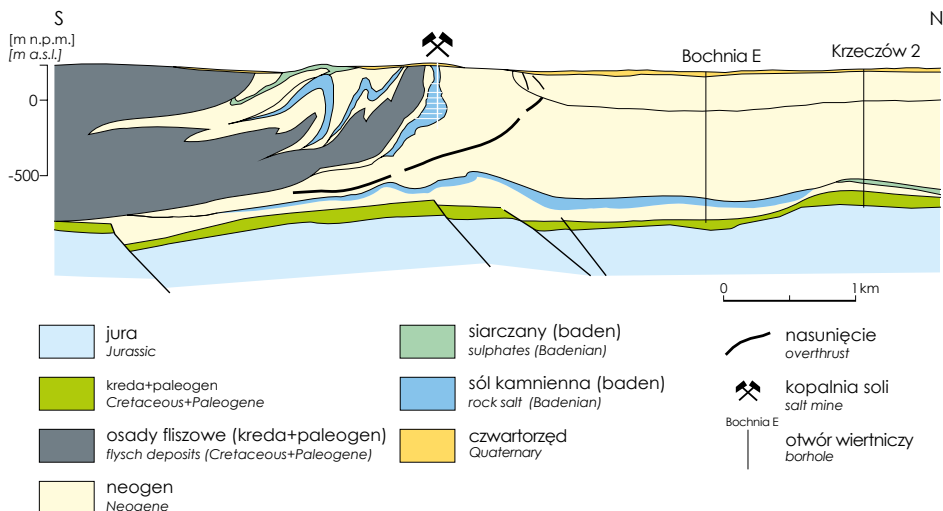
The Zechstein salts cover more than 2/3 of Poland's surface area. They occur at depths ranging from several hundred meters in North Poland and the Fore-Sudetic region (stratiform deposits) to 7 km in the central Polish Lowlands where they form pillows, high salt domes, pillars and comb-like structures (diapir deposits).



SCHEMATYCZNY PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY PRZEZ WYSAŁ KŁODAWA (WG: BURLIGA, 1997, UPROSZCZONY)
SCHEMATIC SECTION THROUGH THE KŁODAWA SALT DIAPIR (AFTER: BURLIGA, 1997, SIMPLIFIED)

Sole miocenne występują w wąskim pasie na obszarze zapadliska przedkarpackiego, od Śląska przez Wieliczkę, Bochnię ku wschodniej granicy Polski. Osiągają miąższość do 300 m.

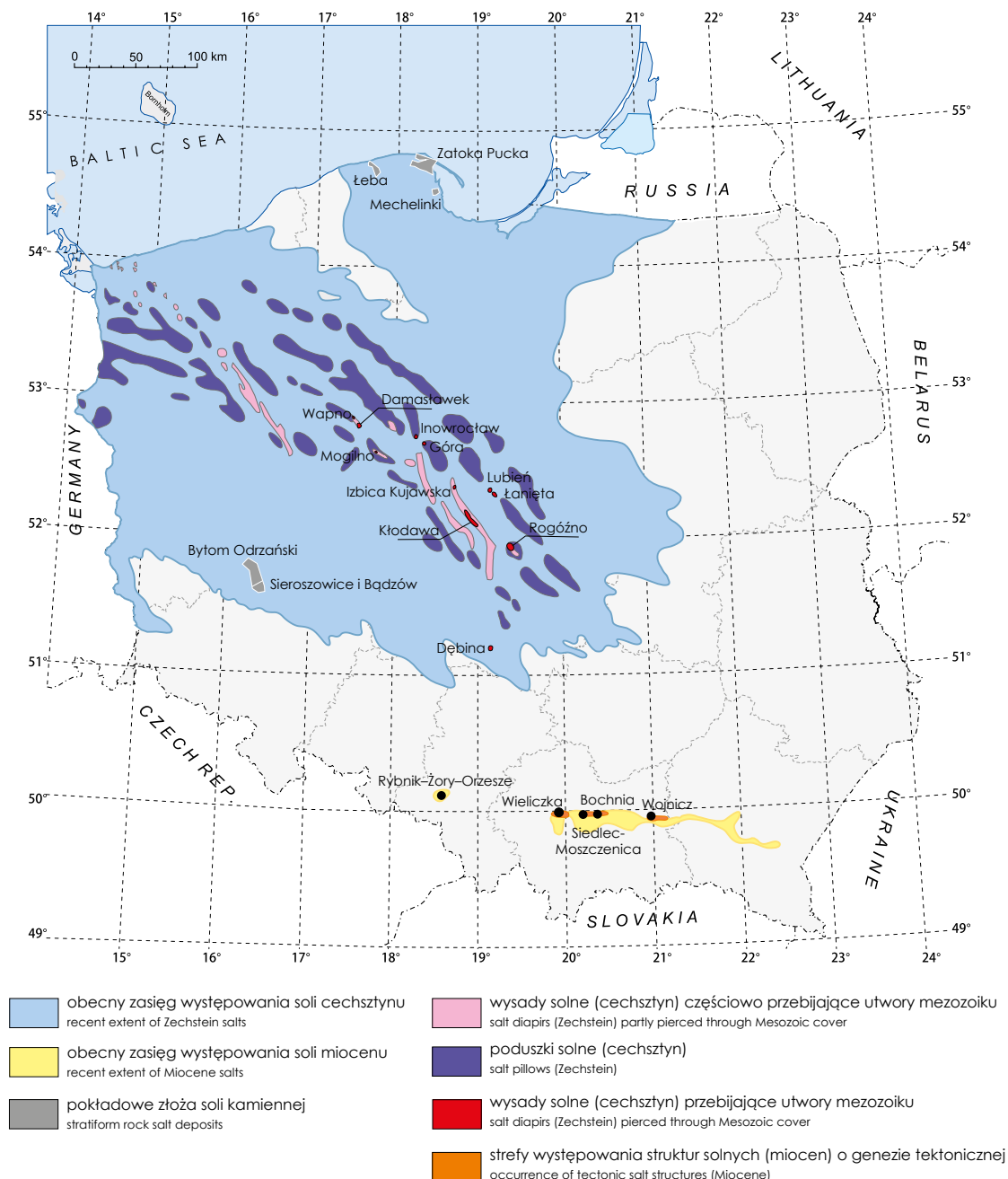
The Miocene salts occur in a narrow belt stretching in the Carpathian Foredeep Basin from Silesia through Wieliczka, Bochnia to the eastern border of Poland. The deposits are up to 300 m thick.



SCHEMATYCZNY PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY PRZEZ ZŁOŻE SOLI KAMIENNEJ BOCHNIA
(WG: CZAPOWSKI, BUKOWSKI, 2009, UPROSZCZONY)
SCHEMATIC GEOLOGICAL SECTION THROUGH THE BOCHNIA ROCK SALT DEPOSIT
(AFTER: CZAPOWSKI, BUKOWSKI, 2009, SIMPLIFIED)

WYSTĘPOWANIE W POLSCE

OCCURRENCE IN POLAND



MAPA WYSTĘPOWANIA SOLI KAMIENNEJ W POLSCE (WG: CZAPOWSKI, ALEKSANDROWSKI, JAROSIŃSKI, 2017)
MAP OF ROCK SALT DEPOSITS IN POLAND (AFTER: CZAPOWSKI, ALEKSANDROWSKI, JAROSIŃSKI, 2017)

ZŁOŻA I ZASOBY NA ŚWIECIE

Światowe złoża soli kamiennej tworzyły się na wszystkich kontynentach od prekambriu i formują się w dalszym ciągu. Zasoby soli są ogromne, jednak złoża są rozłożone bardzo nierównomiernie, a ich największe skupienie znajduje się na półkuli północnej.

Większość pozyskiwanej i wykorzystywanej na świecie soli pochodzi ze złóż, które powstały w okresie:

- permu np.:
 - europejski basen cechsztyński (Polska, Niemcy, Dania, Holandia, Wielka Brytania),
 - Depresja Przeduralska (Rosja);
- triasu np.:
 - basen akwitański (Francja);
- jury np.:
 - złoża nad Zatoką Meksykańską (USA);
- paleogenu i neogenu, np.:
 - basen alzacki (Francja),
 - basen Ebro (Hiszpania),
 - baseny miocenne wzdłuż brzegu i w obrębie Karpat (Polska, Ukraina, Rumunia, Słowacja).

Jedne z największych złóż znajdują się w Ameryce Północnej (Stany Zjednoczone, Kanada) oraz w Azji (Indie, Rosja). **Polska, zaraz po Niemczech, dysponuje drugimi co do wielkości zasobami soli kamiennej w Europie.**

GLOBAL DEPOSITS AND RESOURCES

On all continents, rock salt deposits have been formed since Precambrian and are still being formed today. The resources of salt are huge but their distribution is very unequal with most of them located in the northern hemisphere.

A majority of commercially mined and used salt comes from deposits formed in the following periods:

- Permian e.g.:
 - European Zechstein Basin (Poland, Germany, Denmark, the Netherlands, United Kingdom),
 - Fore-Uralian Depression (Russia);
- Triassic e.g.:
 - Aquitanian Basin (France);
- Jurassic e.g.:
 - Mexican Gulf deposits (USA);
- Paleogene and Neogene e.g.:
 - Alsatian Basin (France),
 - Ebro Basin (Spain),
 - Miocene Basins along the boundary of and within the Carpathians (Poland, Ukraine, Romania, Slovakia).

The largest deposits are located in North America (the United States, Canada) and in Asia (India, Russia). **Poland holds the second largest (after Germany) rock salt resources in Europe.**



KRYSTAŁY SOLI KAMIENNEJ/CRYSTALS OF ROCK SALT

Źródło/Source: Muzeum Geologiczne PIG-PIB/Geological Museum PGI-NRI

Fot./Photo by: Katarzyna Skurczyńska-Garwolińska



Słone jezioro na płaskowyżu Altiplano, Boliwia/Salt lake, Altiplano Plateau, Bolivia
Fot./Photo by: Krzysztof Bukowski

Solnisko Salar de Uyuni, Boliwia/Salt pan Salar de Uyuni, Bolivia
Fot./Photo by: Krzysztof Bukowski



ZŁOŻA I ZASOBY W POLSCE

W Polsce udokumentowano 19 złóż soli kamiennej występujących w obrębie dwóch formacji solonośnych: cechsztyńskiej i miocenijskiej. W 2016 r. udokumentowane pozafilaryowe¹ zasoby soli kamiennej wynosiły ponad **85,4 mld ton**.

Udokumentowane zasoby bilansowe soli cechsztyńskich stanowią ponad 90% zasobów krajowych.

Zasoby pokładowych złóż soli wynoszą ponad **26,1 mld ton**, co stanowi 30,6% krajowych zasobów soli. Zasoby złóż wysadowych oszacowano natomiast na ok. **54,3 mld ton**, czyli 64,2% zasobów krajowych.

Sole miocenijskie odgrywają w bilansie znacznie mniejszą rolę – udokumentowane zasoby bilansowe tych złóż wynoszą ponad **4,36 mld ton**, co stanowi zaledwie 5,1% krajowych zasobów soli.

Największym złożem pod względem zasobów geologicznych bilansowych jest złożo Damasławek (ulożone w wydzielisku solnym o tej samej nazwie) w woj. kujawsko-pomorskim z ok. **17,7 mld ton** udokumentowanych zasobów. Drugim co do wielkości zasobów soli jest największe pod względem powierzchni pokładowe złożo Zatoka Pucka nad Bałtykiem.

Udokumentowane (bilansowe i pozabilansowe) zasoby soli kamiennej w Polsce wynoszą ponad **107,5 mld ton**. **Oszacowano ponadto wielkość zasobów przewidywanych z podziałem na zasoby prognostyczne i perspektywiczne.**

Przewidywane (łącznie prognostyczne² i perspektywiczne³) zasoby cechsztyńskiej soli kamiennej wynoszą **4052 mld ton**. Zasoby prognostyczne do głębokości 2 km oszacowano na ponad **944,8 mld ton**, natomiast zasoby perspektywiczne – na **3037 mld ton**.

Przewidywane zasoby miocenijskiej soli kamiennej to: zasoby prognostyczne **6,49 mld ton**, zasoby perspektywiczne **270 mln ton**.

Łączna suma zasobów soli kamiennej zarówno udokumentowanych, jak i przewidywanych wynosi ok. **4166 mld ton**.

POLAND'S DEPOSITS AND RESOURCES

There are 19 proven rock salt deposits in Poland, located within Zechstein and Miocene salt-bearing formations. As of 2016, the proven extra-pillar¹ rock salt deposits were approx. **85.4 billion tonnes**.

Proven recoverable Zechstein salt resources account for 90% of the total domestic resources.

The resources of salt stratiform deposits are in excess of **26.1 billion tonnes** and account for 30.6% of the total domestic salt resources, while the resources of salt diapir deposits have been estimated at approx. **54.3 billion tonnes**, or 64.2% of the total domestic resources.

The Miocene salts are of minor importance in this context – the proven resources of these deposits amount to **4.36 billion tonnes**, so that they account for only 5.1% of the total domestic salt resources.

Damasławek located in the Kujawsko-Pomorskie Voivodship is the largest deposit with approx. **17.7 billion tonnes** of proven recoverable resources. The Zatoka Pucka (Puck Bay) salt bed deposit on the Baltic Sea holds the second largest resources in terms of surface area.

Poland's proven (anticipated economic and sub-economic) rock salt resources are in excess of **107.5 billion tonnes**. **Moreover, estimates of predicted resources have been made for prognostic and prospective resources.**

The predicted (prognostic² and prospective³ combined) resources of the Zechstein rock salt amount to **4,052 billion tonnes**. Prognostic and prospective resources to a depth of 2 km are estimated at over **944.8** and **3,037 billion tonnes**, respectively.

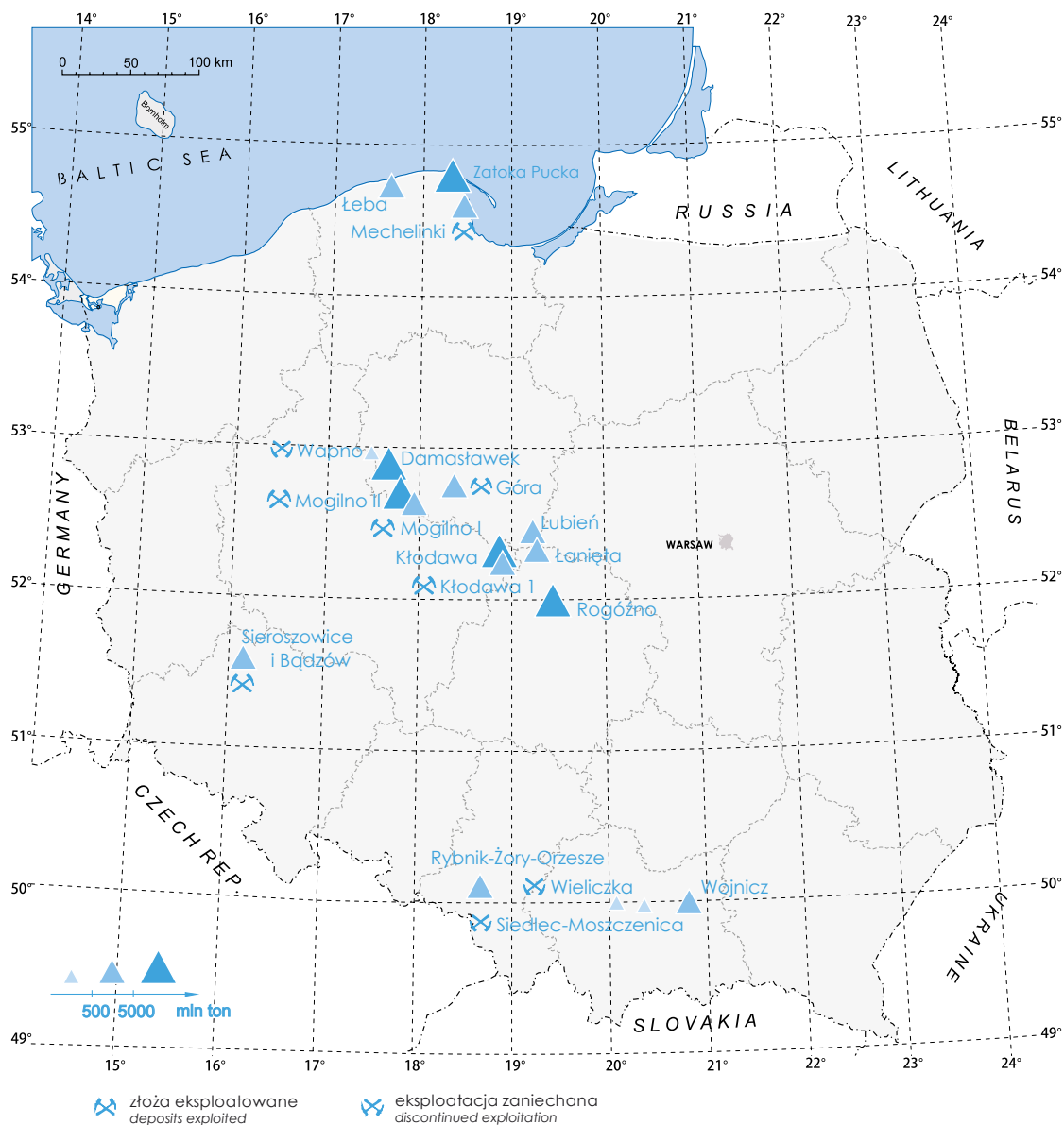
The prognostic and prospective resources of the Miocene salt deposits are **6.49** and **270 billion tonnes**, respectively.

The total of both proven and predicted rock salt resources is approx. **4,166 billion tonnes**.



ZŁOŻA I ZASOBY W POLSCE

POLAND'S DEPOSITS AND RESOURCES



MAPA WYSTĘPOWANIA UDOKUMENTOWANYCH ZŁOŻ SÓLI KAMIENNEJ W POLSCE (WG: PIG-PIB, 2017)

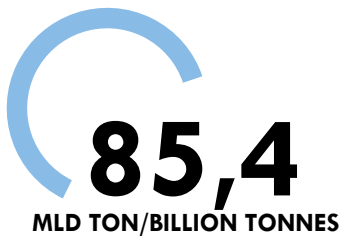
MAP OF PROVEN ROCK SALT DEPOSITS IN POLAND (AFTER: PGI-NRI, 2017)

ZŁOŻA I ZASOBY W POLSCE

POLAND'S DEPOSITS AND RESOURCES

WOJEWÓDZTWO VOIVODSHIP	LICZBA ZŁÓŻ NO. OF DEPOSITS	ZASOBY [MLN TON] RESOURCES [MILLION TONNES]	
		GEOLOGICZNE BILANSOWE PROVEN RECOVERABLE RESOURCES	PRZEMYSŁOWE ⁴ ECONOMIC RESOURCES ⁴
DOLNOŚLĄSKIE	2	4 088	489
KUJAWSKO-POMORSKIE	5	32 190	482
ŁÓDZKIE	2	10 739	–
MAŁOPOLSKIE	3	2 271	–
POMORSKIE	3	22 059	641
ŚLĄSKIE	1	2 099	–
WIELKOPOLSKIE	3	11 900	388
OGÓŁEM/TOTAL	19	85 346	2000

Źródło/Source: Bilans zasobów złóż i kopalin w Polsce 2016, 2017



Pozafilarytowe zasoby soli kamiennej w Polsce
(ponad 85,4 mld ton)

Poland's extra-pillar anticipated economic
rock salt deposits (approx. 85.4 billion tonnes)

¹ zasoby pozafilarytowe – zasoby bilansowe z wyłączeniem przestrzeni złoża potrzebnej do zabezpieczenia obiektów na powierzchni terenu oraz samych podziemnych wyrobisk przed nadmiernymi skutkami wybierania złoża (filary ochronne).

² zasoby prognostyczne – zasoby określone szacunkowo na podstawie prawidłowości wystąpienia i rozmieszczenia złóż oraz wstępnych badań wyjaśniających budowę geologiczną większego obszaru:

- w wystąpieniach pokładowych na głębokości ≤1,2 km,
- w wystąpieniach pokładowo-fałdowych w zapadlisku przedkarpackim na głębokości ≤1,5 km,
- w wystąpieniach w wysadach solnych na głębokości ≤1,4 km.

³ zasoby perspektywiczne – zasoby określone szacunkowo na podstawie prawidłowości wystąpienia i rozmieszczenia złóż oraz wstępnych badań wyjaśniających budowę geologiczną większego obszaru:

- w wystąpieniach pokładowych na głębokości >1,2–2,0 km,
- w wystąpieniach pokładowo-fałdowych w zapadlisku przedkarpackim na głębokości >1,5–2,0 km,
- w wystąpieniach w wysadach solnych na głębokości >1,4–2,0 km

⁴ zasoby przemysłowe – część zasobów bilansowych lub pozabilansowych złoża a w przypadku wód leczniczych, termalnych i solanek – zasobów eksploatacyjnych złoża, w granicach projektowanego obszaru górniczego lub wydzielonej części złoża przewidzianej do zagospodarowania, które mogą być przedmiotem uzasadnionej technicznie i ekonomicznie eksploatacji przy spełnieniu wymagań określonych w przepisach prawa, w tym wymagań dotyczących ochrony środowiska (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż – Dz. U. z 2012 r. poz. 511).

¹ extra-pillar resources – anticipated economic resources excluding the deposit space that is required for the protection both the underground excavations and surface facilities against the consequences of excessive mining operations (protective pillars).

² prognostic resources – resources assessed on the basis of deposit structure and layout rules and preliminary geological surveys of a wider area:

- for salt stratiform occurrences at depths ≤1.2 km,
- or folded salt bed occurrences in the Carpathian Fore-Deep Basin at depths ≤1.5 km,
- for salt diapir occurrences at depths ≤1.4 km.

³ prospective resources – resources assessed on the basis of deposit structure and layout rules and preliminary geological surveys of a wider area:

- for salt stratiform occurrences at depths >1.2–2.0 km,
- for folded salt bed occurrences in the Carpathian Fore-Deep Basin at depths >1.5–2.0 km,
- for salt diapir occurrences at depths >1.4–2.0 km.

⁴ economic resources – part of anticipated economic resources or anticipated sub-economic resources or – in case of brines, curative and thermal water – exploitable resources, within the designed mining area or detached part of the deposit designed for exploitation, which can be designed for mining according to detailed technical and economical analysis taking into account law requirements, including environmental restraints (according to Regulation of the Minister of the Environment of 24 April 2012 on the detailed requirements for geological documentation of mineable deposits other than hydrocarbons – 2012 Official Journal, Item 511).



Fot./Photo by: Aleksander Ochendalski, Kopalnia Soli „Kłodawa”/“Kłodawa” Salt Mine

KONCESJE

W Polsce na poszukiwanie, rozpoznawanie i wydobywanie kopalin ze złóż obowiązuje koncesja udzielana przez ministra środowiska na okres nie krótszy niż 3 lata i nie dłuższy niż 50 lat, chyba że przedsiębiorca wystąpił z wnioskiem na krótszy okres (ustawa z 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze – Dz.U. z 2015 r., poz. 196 ze zm.).

Według stanu na 30 czerwca 2017 r. obowiązują cztery koncesje na wydobywanie soli kamiennej w Polsce. Przyznano również pięć koncesji na rozpoznawanie oraz poszukiwanie i rozpoznawanie złóż soli kamiennej.

CONCESSIONS

Prospecting, exploration and extraction of minerals from deposits are subject to licensing in Poland. The concession is granted by the Minister of the Environment for a term of minimum 3 years and maximum 50 years, unless the entrepreneur has applied for a shorter term (Geological and Mining Law of 9 June 2011 – Off. J. of 2015, Item 196, as amended).

There were four active rock salt extraction concessions in Poland as of 30 June 2017. Moreover, five concessions for the prospecting and exploration of rock salt deposits have been awarded.

NUMER KONCESJI CONCESSION NUMBER	NAZWA KONCESJI CONCESSION NAME	KONCESJONARIUSZ CONCESSION HOLDER
-------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

KONCESJE NA WYDOBYWANIE SOLI KAMIENNEJ ROCK SALT EXTRACTION CONCESSIONS

1/2003		MOGILNO I	INOWROCŁAWSKIE KOPALNIE SOLI „SOLINO” S.A. W INOWROCŁAWIU
4/2002		GÓRA	
4/2004		KŁODAWA	KOPALNIA SOLI „KŁODAWA” S.A. W KŁODAWIE
14/2013		BĄDZÓW	KGHM POLSKA MIEDŹ S.A. W LUBINIE

KONCESJE NA POSZUKIWANIE I ROZPOZNAWANIE ZŁÓŻ SOLI KAMIENNEJ ROCK SALT PROSPECTING AND EXPLORATION CONCESSIONS

32/2013/P		LUBIEŃ KUJAWSKI	PKN ORLEN S.A. W PŁOCKU
7/2014/P		KŁODAWA 1	KOPALNIA SOLI „KŁODAWA” S.A. W KŁODAWIE
11/2015/P		BIAŁOGARDA	OGP GAZ-SYSTEM S.A.

KONCESJE NA ROZPOZNAWANIE ZŁÓŻ SOLI KAMIENNEJ ROCK SALT EXPLORATION CONCESSIONS

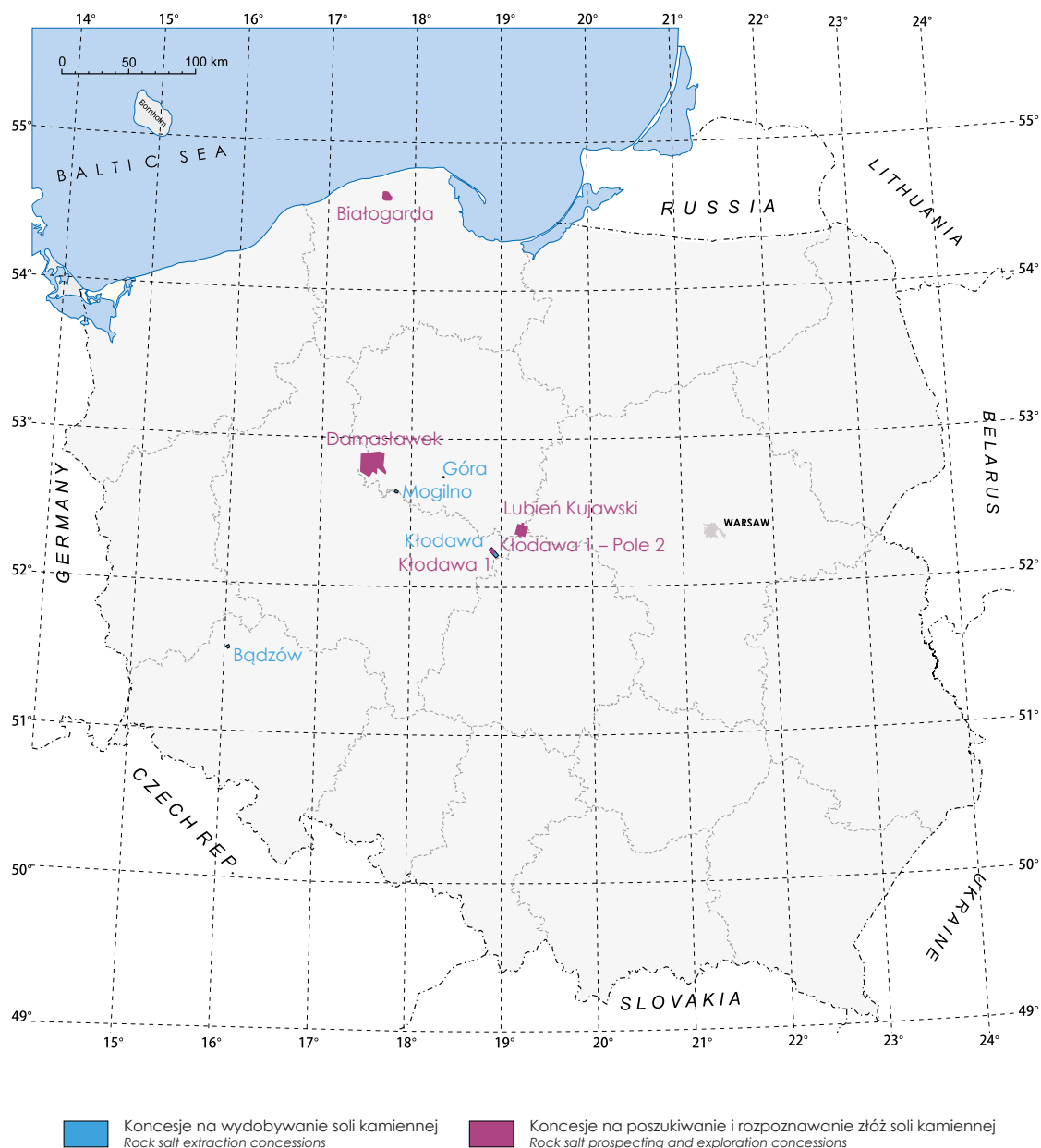
33/2013/P		DAMASŁAWEK	OGP GAZ-SYSTEM S.A.
1/2014/P		KŁODAWA 1 – POLE 2	KOPALNIA SOLI „KŁODAWA” S.A. W KŁODAWIE

KONCESJE NA POSZUKIWANIE, ROZPOZNAWANIE I WYDOBYWANIE ZŁÓŻ SOLI KAMIENNEJ W POLSCE CONCESSION FOR THE PROSPECTING, EXPLORATION AND EXTRACTION OF ROCK SALT IN POLAND

Źródło: Ministerstwo Środowiska (stan na: czerwiec 2017 r.); **Source:** Ministry of the Environment (June 2017)

KONCESJE

CONCESSIONS



**MAPA KONCESJI NA POSZUKIWANIE, ROZPOZNAWANIE ORAZ WYDOBYWANIE ZŁÓŻ SOLI KAMIENNEJ W POLSCE
(WEDŁUG STANU NA CZERWIEC 2017)**

MAP OF CONCESSIONS FOR PROSPECTING, EXPLORATION, AND EXTRACTION OF SALT DEPOSITS IN POLAND (JUNE 2017)

Źródło: PIG-PIB, Surowce mineralne Polski, <http://surowce.pgi.gov.pl>

Source: PGI-NRI, Surowce mineralne Polski, <http://surowce.pgi.gov.pl>

WYDOBYCIE W POLSCE

Sól kamienną można pozyskiwać następującymi metodami:

- odparowanie wody morskiej lub słonych jezior w salinach;
- ługowanie, czyli rozpuszczanie soli wodą w złożu solnym;
- górnictwo podziemne (niekiedy odkrywkowe).

W Polsce wydobywa się obecnie tylko sól ze złóż cechsztyńskich metodą górnictwa podziemnego i przez ługowanie.

PRODUCTION IN POLAND

Rock salt can be produced by:

- evaporation of sea or saline water;
- leaching, i.e. salt dissolving with water in the deposit;
- underground (or open-pit) mining.

Currently salt is produced in Poland solely from the Zechstein deposits using underground mining and leaching techniques.

KOPALNIA MINE	WYDOBYCIE [MLN TON] OUTPUT [MILLION TONNES]	PROCENT KRAJOWEGO WYDOBYCIA [%] SHARE IN TOTAL DOMESTIC OUTPUT [%]
GÓRA, MOGILNO I	3,1	76,6
KŁODAWA	0,4	10,8
BĄDZÓW	0,04	0,1
MECHELINKI*	0,5	11,6

* całość wydobytej soli (w postaci solanki) została zrzucana do Zatoki Puckiej, zgodnie m.in. z pozwoleniem wodno-prawnym

* discharged in totality to the Puck Bay under a water law permit

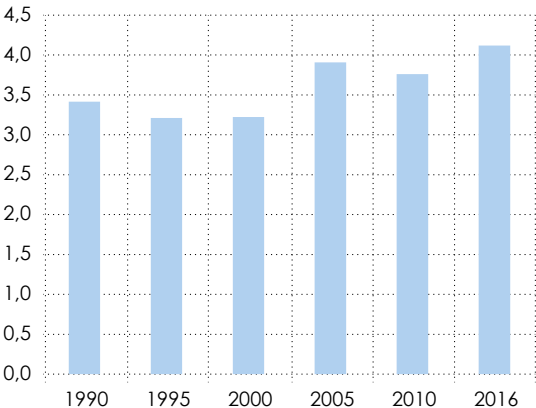
W 2016 r. wydobyte soli kamiennej w Polsce osiągnęło łącznie ok. **4,1 mln ton**, ze wzrostem w stosunku do poprzedniego roku o 17,6%.

Na przestrzeni ostatnich 15 lat eksploatacja soli kamiennej wahała się od 2,9 mln ton w 1997 r. do 4,2 mln ton w 2013 r. Spadek wydobywania odnotowany na początku lat 90. XX wieku był spowodowany głównie zamknięciem Krakowskich Zakładów Sodowych „Solvay”. Późniejsze fluktuacje wielkości wydobywania soli wynikały przede wszystkim ze zmieniającego się zapotrzebowania na sól kruszoną używaną w drogownictwie, z wahań klimatycznych (coraz krótsze i cieplejsze zimy) oraz z rosnącej konkurencji na rynku producentów soli.

In total, approx. **4.1 million tonnes** of rock salt were produced in Poland in 2016, or 17.6% more than in 2015.

Over the past 15 years rock salt production in Poland ranged from 2.9 million tonnes in 1997 to 4.2 million tonnes in 2013. A decrease in the total output reported in the beginning of the 1990's followed the closure of "Solvay" Soda Works in Krakow. Subsequent fluctuations in the domestic rock salt output were due to changes in the demand for crushed salt used for winter road conditioning, climate change (ever shorter and warmer winters) and increasing market competition from rock salt producers.

[mln ton/millions tonnes]



4,1

MLN TON/MILLION TONNES

WYDOBYCIE SOLI KAMIENNEJ W POLSCE
W LATACH 1990–2016 (W MLN TON)

ROCK SALT PRODUCTION IN POLAND FROM 1990 TO 2016
(IN MILLION TONNES)

Źródło/Source: Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce,
1990–2016

WYDOBYCIE NA ŚWIECIE

Sól kamienna jest produkowana w ponad 100 krajach. W 2013 r. podaż światowa wynosiła ok. **282 mln ton**. Rekordowy wynik produkcja osiągnięta w latach 2008–2011, kiedy to wzrosła do 286 mln ton.

Od 2005 r. w światowej produkcji przoduje Azja z 39% udziałem w 2013 r. Na kolejnych miejscach lokują się Europa z 25% udziałem oraz Ameryka Północna i Środkowa z 23% udziałem. Kilkoprocentowe wyniki osiągnęły Ameryka Południowa, Australia z Oceanii oraz Afryka.

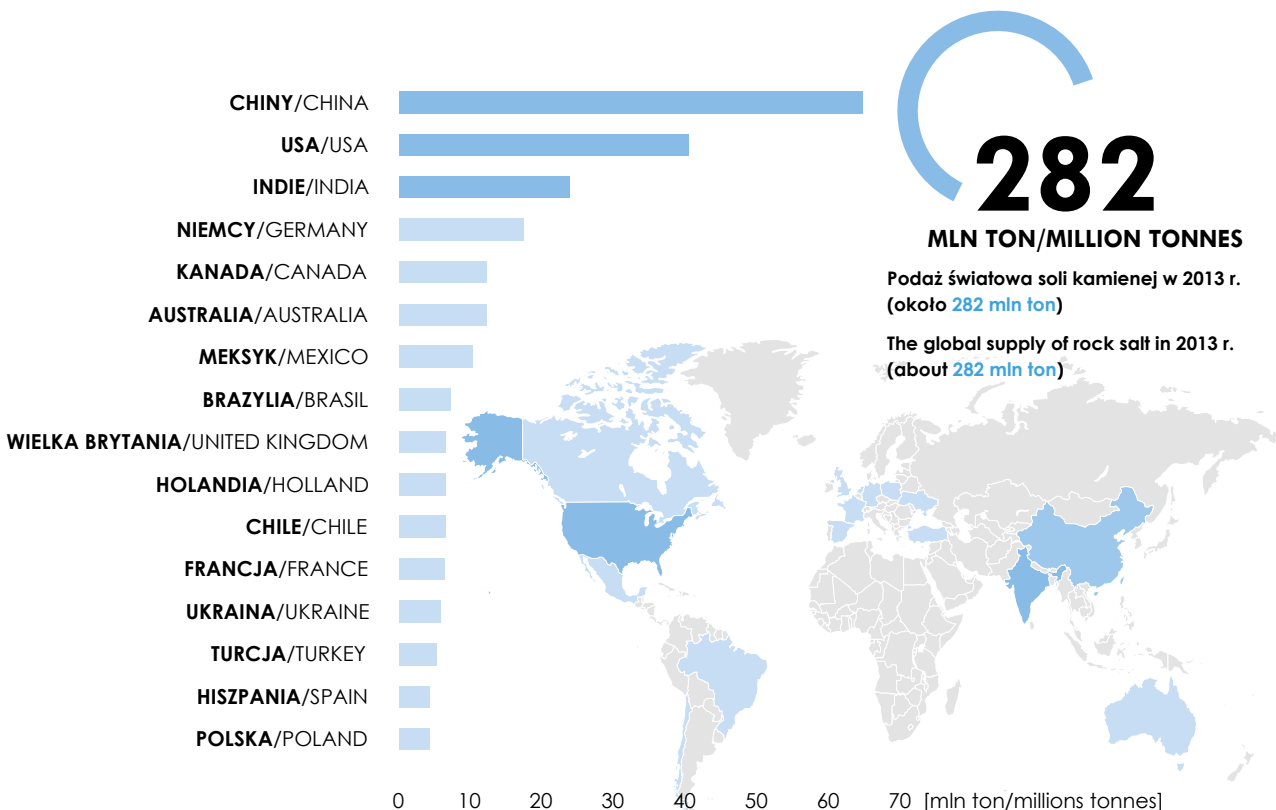
Największym światowym producentem soli w 2013 r. były Chiny (64,6 mln ton). Pozostałymi znaczącymi producentami były: Stany Zjednoczone (40,3 mln ton), Indie (23,7 mln ton), Niemcy (17,4 mln ton), Australia (12,2 mln ton), Kanada (12,2 mln ton) i Meksyk (10,3 mln ton). Łącznie wymienione kraje miały 64% udział w światowej podaży. Polska plasowała się na 16-tym miejscu z podażą na poziomie 4,2 mln ton.

GLOBAL PRODUCTION

There are more than 100 rock salt producer countries. In 2013, the global supply of salt was in the order of **282 million tonnes**. Salt production peaked in the years 2008 to 2011 with a record output of 286 million tonnes.

Asia has been the leading continent since 2005 with a 39% share held in the global production in 2013. Europe's share is 25% and that of North/Central America 23%. South America, Australia and Oceania and Africa hold a few percent each.

China was the largest producer country in 2013 (64.6 million tonnes). Other major producers were: the United States (40.3 million tonnes), India (23.7 million tonnes), Germany (17.4 million tonnes), Australia (12.2 million tonnes), Canada (12.2 million tonnes) and Mexico (10.3 million tonnes). In total, these countries held a share of 64% of the total global supply. Poland ranked 16th with its supply in the order of 4.2 million tonnes.



NAJWIĘKSZY PRODUCENCI SOLI NA ŚWIECIE (W MLN TON)

LEADING GLOBAL SALT PRODUCER COUNTRIES (IN MILLION TONNES)

Źródło/Source: Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata, 2013, 2015

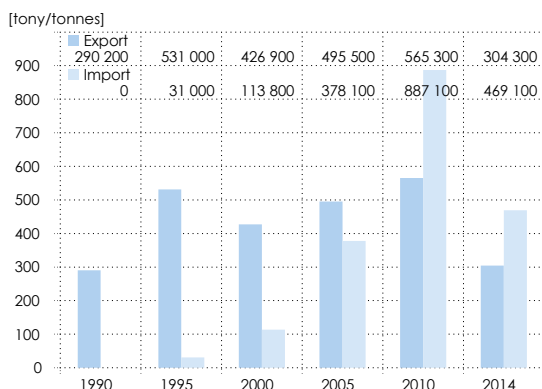
EKSPORT I IMPORT

Na rynku światowym i europejskim dochodzi do ostrej konkurencji pomiędzy producentami soli kamiennej, co jest spowodowane nadprodukcją tego surowca wynikającą ze znacznie większych możliwości produkcyjnych niż sprzedaż.

Z Polski sól kamienna jest tradycyjnie eksportowana na rynek europejski, gdzie jej największymi odbiorcami są Czechy, Niemcy i Słowacja (w 2013 r. 88% eksportu). Trafia również do Austrii, Belgii, Finlandii, Francji, Holandii, Litwy, Łotwy, Norwegii, Rumunii, Szwecji, Węgier i innych krajów.

Import soli do Polski rozpoczął się dopiero w 1991 r. Początkowo sprowadzano niewielkie ilości soli, głównie z Białorusi, jednak z roku na rok import wzrastał. Obecnie na rynku polskim często pojawia się sól pochodząca z krajów Europy Wschodniej, w mniejszym stopniu z Niemiec, a także z Czech, Słowacji, Egiptu i innych.

Po raz pierwszy w powojennej historii w 2006 r. Polska stała się importerem netto soli, a od 2010 r. już corocznie import przewyższa eksport soli.



Czy wiesz, że...

sól może mieć różne zabarwienie?

Sól jaką znamy z codziennego użytkowania jest bezbarwna (po skruszeniu biała). Niekiedy jednak może przybierać zabarwienie szare, żółte, różowe, a nawet zielone i niebieskie! Jest to wynik domieszek różnych związków. Substancja organiczna barwi sól na kolor ciemno-szary, tlenki żelaza – na żółto, pomarańczowo, różowo i czerwono, a związki miedzi – na zielono. Niebieskie zabarwienie jest natomiast wynikiem uszkodzeń sieci krystalicznej minerału halitu.

EXPORT AND IMPORT

Rock salt producers compete heavily on the global and European markets, as the production of that commodity is much higher than the demand.

Poland has traditionally exported rock salt to European markets with the Czech Republic, Germany and Slovakia as major importer countries (accounting for 88% of the total exports in 2013). Other importer countries are Austria, Belgium, Finland, France, the Netherlands, Lithuania, Latvia, Norway, Romania, Sweden, Hungary and other countries.

Poland started to import the salt as late as 1991. Initially, only small volumes of salt were imported mainly from Belarus, but the scale of import has been increasing each year. Today, rock salt from mostly East European countries, but also from Germany, Czech Republic, Slovakia, Egypt and other countries, is marketed in Poland.

In 2006 Poland became a net rock salt importer country, for the first time in its post-war history. Since 2010, imports have been each year higher than salt exports.

EKSPORT I IMPORT SOLI KAMIENNEJ W POLSCE W LATACH 1990–2014 (W TYS. TON)

ROCK SALT IMPORTS AND EXPORTS OF POLAND IN THE YEARS 1990–2014 (THOUSANDS OF TONNES)

Źródło/Source: Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata

Did you know that...

salt may have different colours?

The salt we are using every day is colourless (white on crushing). However, sometimes its colour is grey, yellow, pink or even green or blue! This is due to an admixture of various compounds. Organic substance makes it dark grey, iron compounds give it yellow, orange, pink or red colour, while green colour is due to the presence of copper compounds. Irregularities in halite crystal structure give it a blue colour.



LITERATURA/REFERENCES

Bilans gospodarki surowcami mineralnymi w Polsce na tle gospodarki światowej. Edycja za lata 1990-1995. Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków.

Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata. Edycja za lata 1996-2009. Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków.

Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata. Edycja za lata 2012-2013. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

BILANS zasobów złóż kopalin w Polsce. Edycja za lata 1990-2016. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

BURLIGA S., 1997. Ewolucja wysadu solnego Kłodawy. Mat. konf. Tektonika solna regionu kujawskiego. Uniejów, 23-25.10.1997 r.: 1-14. WIND, Wrocław.

CZAPOWSKI G., ALEKSANDROWSKI P., JAROSIŃSKI M., 2017. Struktury solne. [W:] NAWROCKI J., BECKER A. (red.) Atlas geologiczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., 2009. Złoże soli w Polsce — stan aktualny i perspektywy zagospodarowania. Przegląd Geologiczny, 57 (9): 798-811.

CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., 2012. Salt resources in Poland at the beginning of the 21st century. Geology, Geophysics & Environment, 38 (2): 189-208.

CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., 2013. Potencjał zasobowy soli kamiennej i soli potasowych w Polsce a perspektywy jego wykorzystania. Górnictwo Odkrywkowe, 54 (2): 74-84.

CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., GAŚIEWICZ A., SADŁOWSKA K., 2015. Obszary perspektywnych wystąpień i zasoby przewidywane surowców chemicznych Polski na mapach w skali 1:200 000 – sól kamienna, sole potasowo-magnezowe i siarka. Przegląd Geologiczny, 63 (9): 561-571.

KAMYK J., 2008. Rynek soli w Polsce – stan obecny i tendencje zmian. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, 24 (4): 143-153.

KOŁODZIEJSKI J., 2011. Wielkość produkcji i importu soli kamiennej w Polsce w okresie ostatnich pięciu lat (2005-2009). Geologia, 37 (2): 307-311.

NEY R. (red.), 1996. Surowce chemiczne. Sól kamienna. Wydawnictwo Centrum PPGSMiE PAN, Kraków.

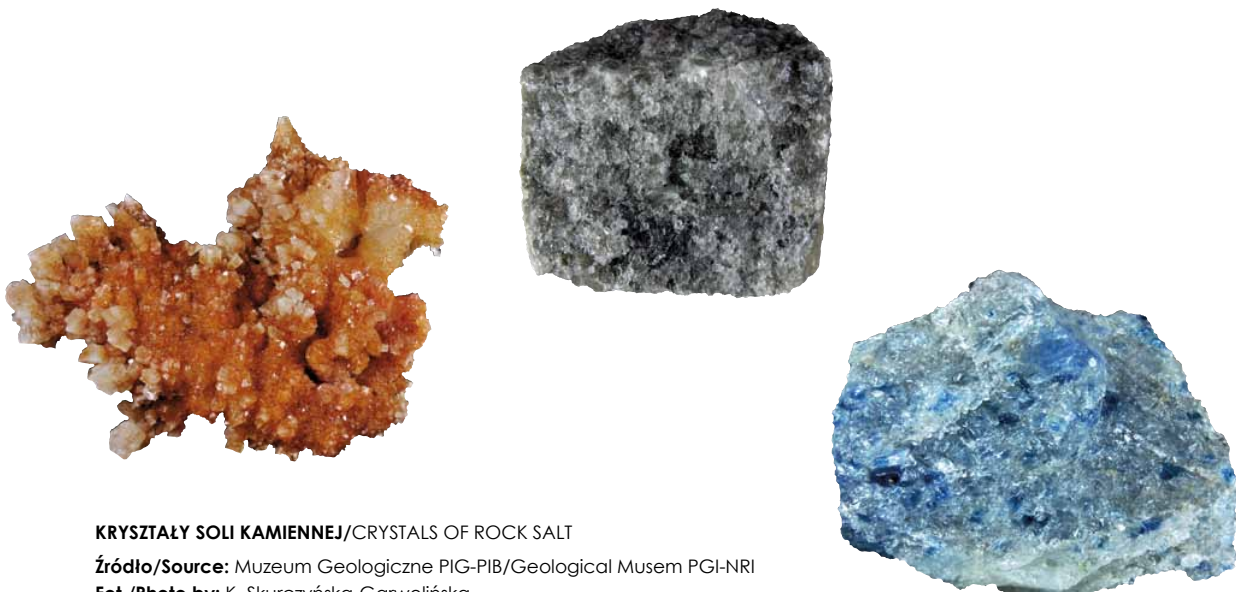
POBORSKA-MŁYNARSKA K., 2013. Wysad solny i Kopalnia Soli w Kłodawie. Wydawnictwa AGH, Kraków.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz.U. poz. 511).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopalin, z wyłączeniem węglodorów (Dz.U. poz. 987).

<https://www.gaster-sol.pl/>.

<https://www.mos.gov.pl/>.



KRYSTAŁY SOLI KAMIENNEJ/CRYSTALS OF ROCK SALT

Źródło/Source: Muzeum Geologiczne PIG-PIB/Geological Museum PGI-NRI

Fot./Photo by: K. Skurczyńska-Garwolińska



O NAS

Państwowy Instytut Geologiczny (PIG) jest najstarszym instytutem naukowym w kraju. Został powołany 7 maja 1919 r. na mocy uchwały Sejmu Ustawodawczego RP. W uznaniu zasług Instytutu dla rozwoju polskiej nauki i gospodarki, Rada Ministrów w lutym 2009 r. przyznała mu status Państwowego Instytutu Badawczego. Nadzór nad PIG-PIB pełni minister środowiska.

Dzięki badaniom prowadzonym przez pracowników Instytutu odkryto najważniejsze polskie złoża surowców mineralnych – miedzi, srebra, siarki rodzimej, węgla kamiennego, węgla brunatnego, soli kamiennej, soli potasowych, rud żelaza, tytanu, wanadu, cynku i ołowiu. Kilka tysięcy otworów wiertniczych wykonanych przez Instytut umożliwiło dokładne rozpoznanie budowy geologicznej kraju.

W Państwowym Instytucie Geologicznym znajdują się specjalistyczne laboratoria – chemiczne, analiz w mikroobszarze, geofizyczne i geologiczno-inżynierskie, które są wyposażone są w najnowocześniejszą aparaturę badawczą.

Instytut gromadzi dane geologiczne z całego kraju. Są one udostępniane przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

PIG-PIB pełni funkcję państwowej służby geologicznej (PSG) i państwowej służby hydrogeologicznej (PSH). PSG dba o bezpieczeństwo państwa w zakresie gospodarki zasobami surowców mineralnych, monitoruje stan środowiska geologicznego i ostrzega o zagrożeniach naturalnych.

PSH zajmuje się przede wszystkim rozpoznawaniem, bilansowaniem i ochroną wód podziemnych. Hydrogeolodzy prowadzą systematyczne obserwacje ilości i jakości wód podziemnych, zbierają informacje o ich zasobach i poborze.

Państwowy Instytut Geologiczny jest członkiem EuroGeoSurveys, organizacji zrzeszającej europejskie służby geologiczne. Uczestniczy w pracach grup eksperckich, których zadaniem jest doradzanie strukturom Komisji Europejskiej. Współpracuje też z ośrodkami geologicznymi w kilkudziesięciu krajach świata.

W głównej siedzibie PIG-PIB w Warszawie oraz w siedmiu jednostkach regionalnych (Gdańsk, Kielce, Kraków, Lublin, Sosnowiec, Szczecin i Wrocław) zatrudnionych jest niemal 900 osób. Większość pracowników to geolodzy z wyższym wykształceniem, w tym kilkudziesięciu profesorów zwyczajnych i nadzwyczajnych oraz blisko 140 doktorów. Kadra naukowa Instytutu co roku realizuje kilkadziesiąt projektów badawczych krajowych i międzynarodowych.

ABOUT US

Polish Geological Institute PGI is the oldest scientific research institute in Poland: it was established on 7 May 1919 by the Legislative Diet. In recognition of the Institute's contributions to the development of Polish science and economy, the Council of Ministers awarded it the status of National Research Institute in February 2009. The Institute is supervised by the Minister of the Environment.

Research projects delivered by PGI staff led to the discovery of Poland's key deposits of mineral resources: copper, silver, native sulphur, coal, lignite, rock salt, potassium salt, iron, titanium, vanadium, zinc and lead ores. Several thousands of wells drilled by the Institute enabled a detailed investigation of Poland's geology.

Polish Geological Institute operates specialised chemical, microanalytical, geophysical and engineering geological laboratories that are outfitted with latest analytical equipment.

The Institute is collecting geological data from all over the country which are made accessible by National Geological Archives.

PGI-NRI is acting as Polish Geological Survey (PGS) and Polish Hydrogeological Survey (PHS). PGS responsibilities are to ensure national security in the area of mineral resource management, to monitor the status of the geological environment and warn about natural hazards.

Key PHS responsibilities include investigation, estimation and protection of groundwater resources. Hydrogeologists regularly collect data on groundwater quantity, quality, resources and production.

Polish Geological Institute is a member of EuroGeoSurveys - the association of European geological surveys. PGI-NRI contributes to the efforts of expert groups that provide advice to the EU structures and cooperates with geological centres from several tens of countries across the world.

Almost 900 people are employed at Warsaw PGI-NRI headquarters and seven regional branches (Gdańsk, Kielce, Kraków, Lublin, Sosnowiec, Szczecin and Wrocław). Most staff members hold academic degrees in geology, including several tens of full or associate professor and 140 PhD degree holders. Each year scientific staff members of the Institute deliver several tens of national and international research projects.



PROJEKT:

Działalność informacyjna państwowej służby geologicznej w zakresie udostępniania danych nt. występowania i dostępności surowców mineralnych o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej i bezpieczeństwa energetycznego Polski

PROJECT:

Polish Geological Survey information activities in the area of access to data on the occurrence and availability of mineral resources that are of key importance to the national economy and energy security of Poland

AUTORZY/AUTHORS: Marta Hodobó, Grzegorz Czapowski

REDAKTORZY/EDITORS: Anna Majewska, Magdalena Sidorczuk

PROJEKT GRAFICZNY I SKŁAD/LAYOUT, GRAPHIC DESIGN: Monika Cyrkiewicz, Brygida Grodzicka

WSPÓŁPRACA/COOPERATION: Maja Kowalska, Agata Kozłowska-Roman,

Paweł Pietrzykowski, Andrzej Rudnicki, Anita Starzycka

KONCEPCJA SERII I KOORDYNACJA PRAC/CONCEPT OF PUBLISHING SERIES & COORDINATION:

Magdalena Sidorczuk

W folderze zawarto informacje oparte na danych aktualnych na dzień 30.06.2017 r.

Information contained in the folder is based on data as of 30.06.2017

ZDJĘCIE NA OKŁADCE/PHOTO ON THE COVER: Dariusz Iwański

Źródło/Source: Muzeum Geologiczne PIG-PIB/Geological Museum PGI-NRI



Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

tel. (+48) 22 45 92 000, fax (+48) 22 45 92 001

biuro@pgi.gov.pl, www.pgi.gov.pl



scan code smartphone
and learn more...

Polish Geological Institute – National Research Institute

4, Rakowiecka Street, 00-975 Warsaw, Poland

Phone +48 22 45 92 000, Fax +48 22 45 92 001

biuro@pgi.gov.pl, www.pgi.gov.pl/en

Zatwierdziła do druku / Print accepted by: dr Agnieszka Wójcik

Zastępca dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego ds. służby geologicznej
Deputy Director of the PGI-NRI, Director of the Polish Geological Survey

ISBN 978-83-7863-779-0



Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



Financed by National Fund
for Environmental Protection
and Water Management