



## Po co człowiekowi sól?

### Why do we need salt?

*Dr hab. inż. Grzegorz Kortas\**

**Treść:** Praca przeglądowo przedstawia powiązanie człowieka z solą w perspektywie jego ewolucji ze świata zwierząt do współczesności. Na tle modelu powstania człowieka Y. Coppensa (1994), wskazuje na dostępność do soli, jako jednego z podstawowych warunków sukcesu ewolucyjnego hominidów i powstania homo sapiens. Wykorzystanie pierwszych narzędzi kamiennych w strefie Ryftu Afrykańskiego do skrobienia osadów solnych było prawdopodobnie początkiem urabiania skał. Ze względu na biologiczne uwarunkowania człowieka, sól pełniła zawsze rolę ważnego składnika pokarmowego. Pokazane tu różnorodne związki ludzi z solą dokumentowane były od czasów powstania alfabetu. Dotyczy to sposobów wydobycia soli w odkrywkach, w kopalniach podziemnych i otworowych, transportu i wykorzystania soli. Pozyskiwanie soli wpływało znacząco na organizację i gospodarkę państw w starożytności, w średniowieczu i czasach współczesnych. Sól była i nadal jest pobierana z morza, słonych wycieków i zasolonych wód, z powierzchniowych osadów i podziemnych formacji solnych. Pokazując obecne jej wykorzystanie, wskazuje się na współczesne zróżnicowanie technik górniczych, sposobów i celów zagospodarowania przestrzeni wyrobisk, w tym dla podziemnego magazynowania i składowania czy udostępnienia ich turystom. Rośnie wykorzystanie walorów leczniczych solanki czy zasolonego powietrza w kopalniach podziemnych i tężniach. Złoża soli wykorzystywano także do przeprowadzania w nich próbnymi wybuchów nuklearnych. Zwraca się również uwagę na rosnące niekorzystne oddziaływanie soli jako odpadu, postępujące zasolenie cieków i wielkich naturalnych zbiorników wodnych. Dlatego w pracy wskazano na potrzebę zwiększenia racjonalności i odpowiedzialności w gospodarce solą.

**Abstract:** This study is a review of the association between man and salt during the evolution of the humans from the animals to the contemporary man. Based on the model of the origin of man by Yves Coppens (1994), the author indicates that the access to salt was one of the fundamental conditions of the evolutionary success of the hominids and the origin of the homo sapiens. Using the first rock tools to scratch salt deposits in the area of the African Rift was probably how mineral extraction began. Owing to the biological conditions of mankind, salt always played the role of an important nutrient. Various associations between man and salt were documented since the origin of alphabet. Those concerned the methods of salt extraction from open pits, underground mines, and solution mines, as well as salt transportation, and applications of salt. Salt extraction considerably influenced the organization and economies of states in ancient, medieval, and contemporary times. Salt was and has been collected from the sea, salt outcrops, brine leaks, surface deposits, and underground formations. Demonstrating the present-day uses of salt, we indicate the current diversity of mining technologies, methods, and types of working development, including the systems of underground storage in former workings and caverns, as well as making old workings available to tourists. The use of brines or salty air in underground mines and graduation towers for medical purposes is expanding. The workings in salt mines were also used for conducting nuclear tests. This paper also mentions the adverse effects of salt waste, including the increased salinity of watercourses and large, natural water reservoirs. For that reason, the need of increased rationality and responsibility in salt management has been indicated.

#### **Słowa kluczowe:**

*ryft afrykański, ewolucja hominidów, słony pot, saliny, odpady solne, zasolenie wód i gleb*

#### **Key words:**

*African Rift, hominid evolution, salty sweat, salinas, salt waste, water and soil salinity*

### 1. Wstęp

Solą określa się potocznie substancję zawierającą prawie czysty chlorek sodu NaCl, w mineralogii nazywany halitem, od egipskiej nazwy soli hal. Chlorek sodu występuje w skałach solnych na ogół z nieznacznymi domieszkami siarczanów, węglanów i chlorków, głównie wapnia, potasu i magnezu. Skały solne to ewaporaty utworzone w wyniku odparowania wody ze zbiorników zasilanych ciekami i wodą opadową.

Życie biologiczne na Ziemi powstało w zasolonych wodach oceanów i dlatego sól należy do podstawowych składni-

ków chemicznych fauny. Człowiek pobiera sól z pożywieniem i wydalą, m.in. z potem. To naturalne powiązanie ludzi z solą w Biblii w Księdze Rodzaju określa się przymierzem soli.

Na tle powszechnie akceptowanego obecnie modelu powstania człowieka Y. Coppensa (Coppens 1994, Wheeler 1991), przedstawianego także przez M. Ryszkiewicza (2013), wskazano, że dostępność do soli była jednym z istotnych czynników wpływających na sukces ewolucyjny hominidów. Rolę soli w dziejach człowieka i społeczeństw omawia M. Kurlansky (2003), szeroko cytowany w 4 rozdziale tej pracy. Występowanie złóż soli w świecie, ich warunki geologiczne, walory przyrodnicze i zagospodarowanie górnicze było

\* Instytut Mechaniki Górotworu PAN, Kraków

przedmiotem szeregu wypraw<sup>1</sup>, organizowanych przez Polskie Stowarzyszenie Górnictwa Solnego, w których uczestniczył Autor, i na które powołuje się w tej pracy.

Różnorodność sposobów pozyskania soli i zagospodarowania wyrobisk w złożach soli zmieniła się zasadniczo w XX w. Pojawiły się nowe potrzeby i sposoby wykorzystania wyrobisk. Dostrzega się jednak symptomy pogarszania stanu środowiska w związku z niepotrzebnie nadmierną obecnością soli w naszym otoczeniu. Dlatego, odpowiadając na postawione w tytule tej pracy pytanie – *Po co człowiekowi sól?* – pokazuje się nie tylko jej rosnącą użyteczność, ale także szkodliwość.

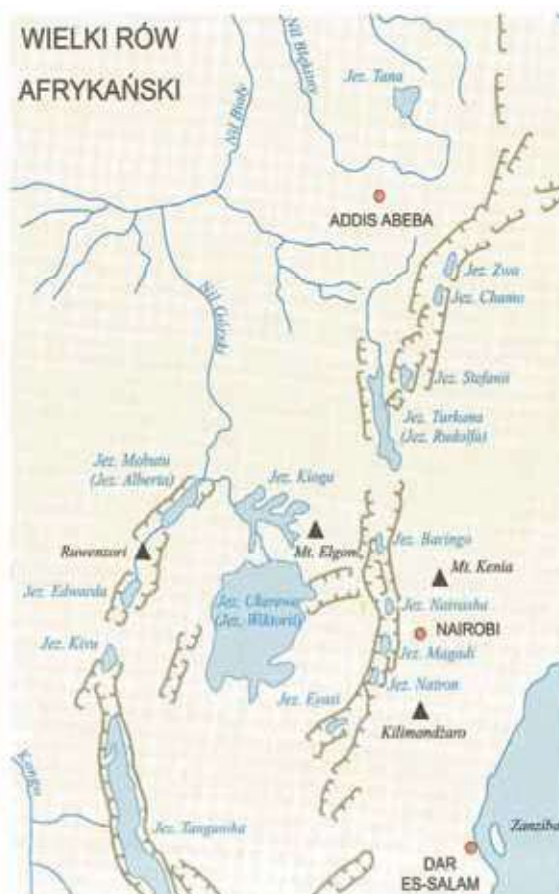
## 2. Rola soli w ewolucji homo sapiens

Naprężenia tektoniczne na granicy afrykańskiej płyty kontynentalnej przejawiające się rozciąganiem powodują wykształcanie się Wielkiego Ryftu Afrykańskiego<sup>2</sup> z dolinami i jeziorami, obramowanymi wyniesieniami tektonicznymi (rys. 1). Powstawanie ryftu przed 8 milionami lat spowodowało nacisk ewolucyjny w świecie zwierząt, prowadzący do pojawienia się człowieka (Coppens 1994).

Krawędź zachodnia ryftu rozdzielała obszar wilgotnego klimatu, gdzie żyją wielkie małpy, od obszarów suchych

sawann na wschodzie, w których od około 5,6 do 3,3 mln lat postępowała ewolucja hominidów, prowadząca do powstania homo sapiens. Dowodzą tego badania wsparte licznymi znaleziskami archeologicznymi i zapisy w mitochondrialnym kodzie człowieka, mtDNA. Charakterystycznymi zmianami ewolucyjnymi hominidów była utrata futra, naga skóra i dwunożność. W strefie równikowej pionizacja zmniejszała nagrzanie ciała, a na równinach znacząco ułatwiała obserwację otoczenia, zwiększając bezpieczeństwo. Prowadziła także do dwuręczności, umożliwiając wytwarzanie i posługiwanie się narzędziami. Inicjowała rozwój mózgu i inteligencji.

Sawanny były atrakcyjne dla hominidów ze względu na dostępność padliny. Niezaccienione, w południe przy temperaturach przekraczających 40°C były bezpieczne, ze względu na brak aktywności drapieżców. Zgodnie z modelem Y. Coppensa (1994) wykorzystanie tych warunków wymagało biegu hominidów do pożywienia i szybkiego powrotu do kryjówek. Ze względu na niebezpieczne przegrzanie ciała nawet krótkie wypadki odbywać się mogły tylko przy utrzymaniu niższej temperatury ciała niż otoczenie. Chłodzenie, powodujące jej spadek, umożliwiło wykształcenie się w trakcie ewolucji nowego, unikalnego w świecie fauny udoskonalenia – nagiej skóry, która może pokrywać się potem<sup>3</sup>.



**Rys. 1. Ryft afrykański i doliny ryftowe**

(lewy: <http://bloguebioxeo.blogspot.com/2016/10/tectonica-de-placas.html> , prawy: Maik 1999)

**Fig. 1. The African Rift and rift valleys**

(left: <http://bloguebioxeo.blogspot.com/2016/10/tectonica-de-placas.html> , right: Maik 1999)

- <sup>1</sup>) Wyprawy PSGS: 2006 – Egipt, Izrael, 2007 – Sycylia, 2008 – Ukraina, 2009 – Rumunia, 2010 – Peru, Boliwia, Chile, 2011 – Turcja, 2012 – Maroko, 2013 – Dominikana, 2014 – Hiszpania, 2016 – Bośnia, Chorwacja.
- <sup>2</sup>) Obecnie rejestruje się względne poziome przemieszczenia o wartości 3 – 6 mm/rok, co przy założeniu długotrwałego utrzymania tego tempa odpowiada średniemu przemieszczeniu 4,5 km w ciągu 1 mln lat.
- <sup>3</sup>) Ten sposób chłodzenia oprócz człowieka stosuje tylko cykada Apaczów.



**Rys. 2. Sawanna z wyniesieniem na krawędzi ryftu**

([http://www.dobra-rada.pl/rozpadliny-wielkiej-doliny-ryftowej\\_2694](http://www.dobra-rada.pl/rozpadliny-wielkiej-doliny-ryftowej_2694))

**Fig. 2. Savanna with elevation on the rift edge**

([http://www.dobra-rada.pl/rozpadliny-wielkiej-doliny-ryftowej\\_2694](http://www.dobra-rada.pl/rozpadliny-wielkiej-doliny-ryftowej_2694))

Pot jest słony, bo mechanizm osmozy powiązany z wykorzystaniem soli umożliwia przenikanie i wydalanie słonej wody z otwartych komórek potowych. Jednak zbyt intensywne pocenie się może prowadzić do niebezpiecznego ubytku płynów ustrojowych. Pot zawiera elektrolity, przede wszystkim sól, potrzebną do uruchamiania mięśni. Odprowadzenie wody i soli w trakcie intensywnego i długotrwałego biegu, na przykład maratońskiego, osiągnąć może nawet 1/7 wagi ciała. To znaczy, że tylko przy 2% zawartości soli w pocie odpowiada około 3/4 zapotrzebowania na chlorek sodu w organizmie człowieka<sup>4</sup>. Zatem po przebiegnięciu przez gorącą sawannę, nawet nie tak znacznych dystansów, warunkiem przetrwania hominidów było nie tylko uzupełnienie wody, ale także soli.

Sawanny afrykańskie są na ogół suche i dramatycznie ubogie w sól. Odmienne jednak warunki występują w sawannach ryftowych (rys. 2) z licznymi jeziorami i solniskami we wschodniej Afryce, wzdłuż łuków o szerokości 40 – 80 km, od jeziora Tanganika do Morza Czerwonego, przez Tanzanię, Kenię do Etiopii i Erytrei (rys. 1 i 3). W warunkach sawann ryftowych zapotrzebowanie hominidów na wodę mogło łatwo być uzupełniane. Przetrwanie wymagało jednak spełnienia także dodatkowego warunku, pozyskania soli, na przykład z napotkanych zasolonych wód czy poprzez korzystanie z powierzchniowych osadów solnych, co czynią zwierzęta<sup>5</sup>.

### 3. Początki górnictwa solnego

Rozłupywanie przez hominidów kości zwierząt przy pomocy kamieni dla pobrania szpiku kostnego (Kozłowski 1999) dało impuls do obróbki i tworzenia coraz wygodniejszych do tego narzędzi. Te pierwsze, narzędzia kamienne i rozłupane kości zwierzęce, znajduwane są właśnie na sawannach w strefie Ryftu Afrykańskiego (rys. 3). Wykorzystać je można było także do skrobienia osadów solnych. Przez homo habilis używany był znaleziony kamienny pięściak sprzed 2,2 mln

lat, a początek wytwarzania narzędzi to czasy homo erectus, przed około 1,8 mln lat.

Hominidy nie tylko zdobywały padlinę, także polowały, jak niektóre małpy. Zapewne podobnie jak liczne zwierzęta, nadwyżki mięsa starały się zachować na później. Dłuższe przechowywanie zapasów przez homo sapiens w afrykańskich warunkach klimatycznych umożliwił wynalazek konserwacji mięsa w soli. Umiejętność inicjacji i podtrzymywania ognia, a potem wykorzystanie go do ogrzewania i wypalania naczyń glinianych, umożliwiła uzyskiwanie także krystalicznej soli poprzez odparowanie wody, czyli stosując prymitywny sposób ważenia solanki.

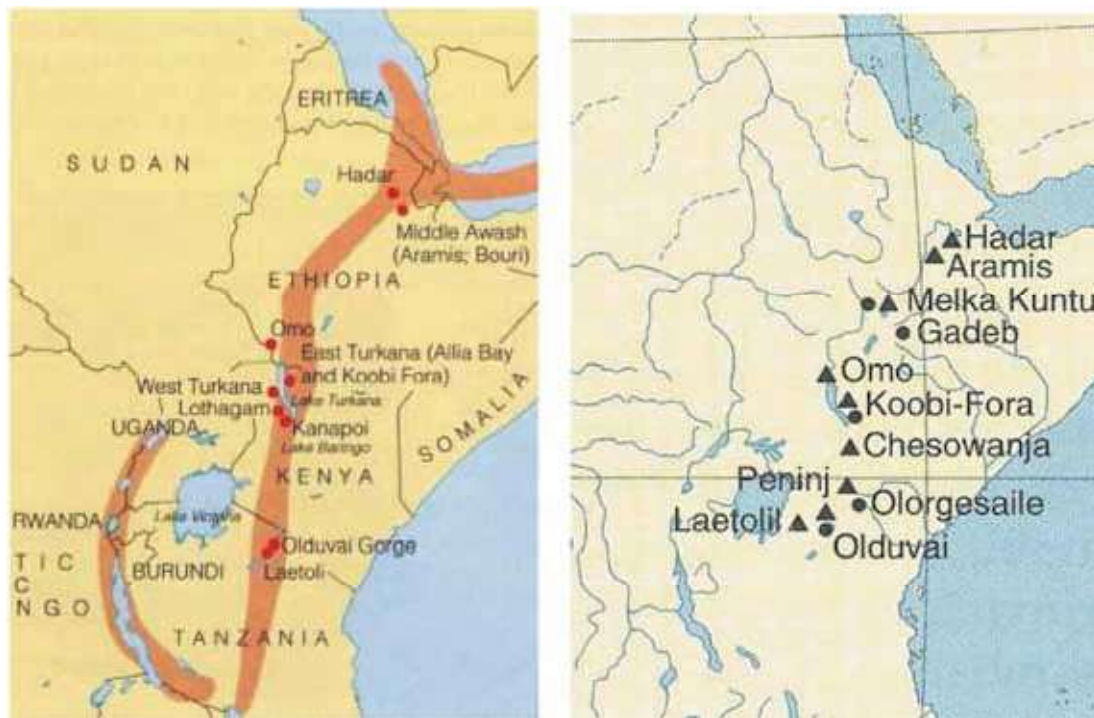
Około 72 - 42 tys. lat temu grupy homo sapiens opuściły Afrykę i zaczęły zaludniać świat. Zmiany klimatyczne wpłynęły na migrację w kierunku Europy i Azji. Sól dostępna była na lokalnych solniskach, także na obrzeżach słonych jezior, na przykład na pustyni Sahara czy w Azji Mniejszej (rys. 4)

Znaleziska sprzed 5,5 tys. lat wskazują, że do urabiania skał solnych w pierwszych kopalniach odkrywkowych używano już kilofów z kamiennymi główkami. Natrafiono na nie w kopalni soli w okolicach Cardony w Katalonii (Wyprawa PGS 2014). Tworzenie zapasów soli i przekazywanie ich innym wymagało organizacji zbiorowych prac górniczych. Konsekwencją tego było tworzenie się skupisk ludzkich, wykorzystanie do transportu soli zwierząt – podobnie jak się to jeszcze robi obecnie (rys. 5) – i wybranie odpowiednich do tego dróg.

W Europie, przykładem szlaku wykorzystywanego do transportu soli mułami z salin nad Morzem Śródziemnym, było przejście w wysokich Alpach przez przełęcz Simplon Pass, obecnie na granicy Włoch z Szwajcarią. Do dziś solne karawany wielbłądów w Etiopii i jaków w Tybecie wychodzą z czynnych odkrywek solnych.

<sup>4)</sup> 1/7 \* 63 kg wagi człowieka = 9 kg potu. 0,02 \* 9 kg = 180 g NaCl w pocie. Przy niezbędnej ilości NaCl w organizmie na poziomie około 250 g odpowiada to utracie soli o 75%.

<sup>5)</sup> Ślonie afrykańskie odbywają okresowe marsze do wystąpień skał solnych i zlizują sól, obecnie bydłu domowemu podaje się lizawki solne.



Rys. 3. Ryft Afrykański – najstarsze znaleziska narzędzi kamiennych (Omo w Etiopii, jezioro Turcana w Kenii, przełęcz Oldovali w Tanzanii)

(lewy: <http://petergostelov.com/thebigafricacycle/general-posts/roads-to-arusha/>, prawy: Kozłowski 1999)

Fig. 3. The African Rift: the oldest rock tool findings (Omo in Ethiopia, Lake Turcana in Kenya, Oldovali Pass in Tanzania)

(left: <http://petergostelov.com/thebigafricacycle/general-posts/roads-to-arusha/>, right: Kozłowski 1999)



Rys. 4. Fragment wyschniętego słonego jeziora Tuz w Turcji (Wyprawa PSGS 2011)

Fig. 4. A fragment of dried Salt Lake Tuz in Turkey (2011 PSGS expedition)

#### 4. Wydobywanie i wykorzystanie soli w czasach historycznych

Sól jest obecna w spożywanych roślinach, rybach i mięsie. Dłuższe przechowywanie warzyw i zbóż było możliwe dzięki ich kiszeniu, polegającym na dodawaniu soli, czyli

fermentacji mlekowej. Wiadomo, że solenie ryb czy mięsa zapobiega fermentacji alkoholowej. Soląc zboża w zbiornikach Egipcjanie zabezpieczali je przed szkodliwymi drobnoustrojami (Kurlansky 2004). Rzymianie wzorem Celtów, dodawali sól do przetworów mięsnych i do konserwacji ryb. Przy wybrzeżu Sycylii znaleziono pięćdziesiąt amfor rzym-



**Rys. 5. Transport soli z saliny przy słonym potoku, Maroko (Wyprawa PSGS 2012)**  
**Fig. 5. Transportation of salt from a salt stream salina in Morocco (2012 PSGS expedition)**

skich wypełnionych solonymi sardynkami. Zapewnieniu długotrwałości, a nawet wieczności służyła mumifikacja zwłok. Dowody na stosowanie soli do konserwacji zwłok w Egipcie pochodzą sprzed 5 tys. lat. Do mumifikacji dostojników stosowano jednak skuteczniejszy od NaCl wodorotlenek sodu (NaOH), czyli natron.

W ciepłym klimacie skruszoną sól wprost otrzymywano z salin morskich i jeziornych. Saliny zakładali Rzymianie

nad Morzem Śródziemnym, Morzem Czarnym i Czerwonym. Pozyskiwanie soli polegało na wygradzaniu zbiorników, w których utrzymywano różne stężenia soli poprzez napełnianie ich wodą morską, naturalne odparowanie wody i odbieranie osadu – kruszywa solnego. Do dziś nadal są czynne saliny w pobliżu Trapani na wybrzeżu Sycylii (rys. 6). Ich założenie przypisuje się Fenicjanom.



**Rys. 6. Salina w Trapani na Sycylii (Wyprawa PSGS 2007)**  
**Fig. 6. Salina in Trapani, Sicilia (2007 PSGS expedition)**

W wielu miejscach na świecie sól nadal osadza się na bezodpornych obszarach. Na przykład w gorącym i suchym klimacie pustyni Atakama (Wyprawa PSGS 2010), na Saharze, w Maroku (Wyprawa PSGS 2012, rys. 5) czy w środkowej Turcji (Wyprawa PSGS 2011). Do dziś z urobku w odkrywkach solnych (np. w Etiopii) wycina się płyty przystosowane do transportu wielbładami. Na salarze Uyuni w Boliwii (Wyprawa PSGS 2010) z soli formuje się brykiety solne używane w budownictwie. Współcześnie zbudowano z nich nie tylko schroniska turystyczne, ale nawet ich umeblowanie (rys. 7).

W klimacie chłodniejszym wynalazek garncarstwa umożliwił uzyskiwanie kruszu solnego poprzez podgrzewanie solanek, stąd nazwa miejscowości Kruszwica koło Inowrocławia w solonośnym rejonie Kujaw. W Fazan w południowej Libii surowiec do warzenia soli uzyskiwany był z odsłoneń skalnych, natomiast w Baryczy k. Krakowa ok. 3,5 tys. lat p.n.e. czerpano i ważono solankę z powierzchniowych wycieków solnych.

W 250 r. p.n.e. pojawiły się pierwsze odwierty solankowe. W Syczuanie w Chinach, początkowo do głębokości 90 m, potem głębiej. Wykorzystywano do tego ciąg rur bambusowych uszczelnianych na połączeniach lakierem chińskim (Kurlansky 2004). W Wieliczce, jeszcze przed rozpoczęciem podziemnego wydobycia, solankę pobierano z odpowiednio zbudowanych studni solankowych.

Monopol solny państwa na wydobycie i handel solą stosowano w wielu krajach, także w Polsce. W Chinach w 685 roku p.n.e. cena soli była ustalana przez cesarza (Kurlansky 2004). Weneccjanie od XIII w. skupowali sól z okolic basenu Morza Śródziemnego i Morza Czarnego. W okresie ich największej potęgi, sól stanowiła nawet 1/2 tonażu wszystkich statków państwa Wenecji. Podstawą gospodarczą Jagiellonów były Żupy Krakowskie – podziemne kopalnie soli w Wieliczce i Bochni.

W miejscach pozyskiwania soli powstawały osiedla górnicze, miasta i drogi, porty rzeczne i morskie. Od słów hal, sal, tuz, oznaczających sól, pochodzą nazwy takich miejscowości,

jak Halstad, Hale, Halicz, Salzburg, Soligorsk, Solikamsk czy Tuzla. W pobliżu salin przy ujściu Tybru Etruskowie założyli miasto Rzym, a do transportu soli zbudowali pierwszą wielką drogę, przez dolinę Padu do portów, nazwaną Via Salaria.

Ze względu na powszechność spożywania soli w szeregu państw wprowadzono pogłówny podatek solny. W Indiach, pojawiał się okresowo od starożytności, przywrócił go w 1863 r. rząd brytyjski. Sprzeciwiając się władztwu Brytyjczyków Gandhi rozpoczął 380-kilometrowy marsz do Dandi, aby tam własnoręcznie pozyskać sól, łamiąc prawo brytyjskie i doprowadzając do uzyskania przez Indie niepodległości (Kurlansky 2004). We Francji podatek solny z modyfikacjami przetrwał aż do 1946 r.

## 5. Współczesne sposoby wykorzystania soli i złóż solnych

Sole sodu, potasu czy magnezu pozyskuje się obecnie ze złóż eksploatowanych odkrywkowo, otworowo i poprzez podziemne urabianie, a także z naturalnych słonych cieków, jezior czy mórz. Eksploatacja polega na pobieraniu kruszu z salin, mechanicznym skrawaniu lub urabianiu materiałem wybuchowym lub przez rozpuszczenie w wodzie – ługowanie. W kopalniach otworowych sól ługowana jest nawet na głębokościach przekraczających 2 km. Eksploatacja soli powoduje na ogół nieszkodliwe zmiany na powierzchni terenu (Kortas 2014).

Produkty solne otrzymywane są po obróbce mechanicznej i chemicznej. Oprócz tradycyjnego przeznaczenia soli do spożycia przez ludzi i lizawek dla zwierząt, sól wykorzystywana jest szeroko w przemyśle chemicznym, w farmacji, także jako środek do rozpuszczania śniegu i lodu na drogach. Sole potasowo-magnezowe to podstawowe szeroko stosowane w świecie nawozy mineralne.

Właściwości fizyczne skał solnych, przejawiające się szczelnością oraz bardzo powolnym zaciskaniem wyrobisk podziemnych, pozwalają na ich różnorodne wykorzystanie.



Rys. 7. Schronisko zbudowane i umeblowane z brykietów solnych  
Fig. 7. A shelter built of and furnished with salt bricks

Prace badawcze doprowadziły w XX w. do opracowania technologii bezpiecznego magazynowania węglowodorów w złożach soli oraz składowania odpadów promieniotwórczych i pozostawienia ich tam na zawsze. Wyrobiska solne przeznaczone są do magazynowania wodoru, a także od niedawna do składowania odpadów innych niż radioaktywne.

Szybkie i mniej kosztowne niż urabianie mechaniczne, ługowanie złoża wodą znacznie przyspiesza proces tworzenia podziemnych wyrobisk, w tym kawern magazynowych. Wtedy słabo nasycona solanka może być odpadem, który kierowany jest do dosycenia w czynnej kopalni soli lub odprowadzany jest do cieków powierzchniowych czy wprost do morza. Dlatego kawernowe magazyny zakłada się często w złożach występujących w pobliżu wybrzeża morskiego, na przykład w Etzel w Niemczech czy w Kosakowie k. Gdyni. W kawernach solnych tworzy się także podziemne zbiorniki dla sprężania i odprężania powietrza, co w powiązaniu z elektrownią służy to wyrównywaniu podaży energii.

Rozwijającym się sposobem wykorzystania wyrobisk podziemnych kopalń soli jest ich publiczne udostępnianie. W licznych kopalniach w Europie, już w czasie prowadzenia wydobywania wybrane komory spełniały funkcje religijne, na przykład w kopalni Kaczika w Rumunii (Wyprawa PSGS 2009). Po odpowiednim zabezpieczeniu wybrane wyrobiska udostępnia się publiczności dla wystawiennictwa muzealnego, eksponowania efektów widowiskowych, na miejsca koncertowe, pomieszczenia biesiadne i konferencyjne, także na cele rekreacyjne i sanatoryjne. Unikalnym ich walorem jest wielka objętość, stabilność otaczających skał, naturalne piękno i długoletnia tradycja. Wykorzystując te walory, w wielu krajach rośnie nasilenie ruchu turystycznego, czego przykładem jest kopalnia Wieliczka odwiedzana przez około 1,5 mln osób rocznie.

Atrakcją turystyczną jest także krajobraz solny, który tworzą unikalne formy skał solnych na powierzchni terenu, na przykład wysad solny Sodoma w Izraelu (Wyprawa PSGS 2006), czy wysady w Rumunii (Wyprawa PSGS 2009) i w Dominikanie (Wyprawa PSGS 2013). W suchym klimacie Iranu są to strefy wysadów solnych, które przebiły się do powierzchni terenu w górach Zagroz, czy mieniący się kolorami kras solny na południe od Teheranu.

Innym fenomenem udostępnianym turystom są słone jeziora. W chińskiej prowincji Shanxi solanka w jeziorze Yuncheng pod wpływem zmian zasolenia zmienia kolor, od

zielonego do różowego. Powodują to mikrofagi czułe na promieniowanie ultrafioletowe. Ze względu na wysokie stężenie soli jezioro to określa się Chińskim Morzem Martwym. Inną formą krajobrazową w Algierii i Tunezji są wyschnięte wielkie jeziora solne czy pozostałości zatok Morza Śródziemnego o wyrównanej, twardej i płaskiej powierzchni zwane Szottami. Przez takie jezioro w Tunezji Francuzi dla celów wojskowych prowadzili strategiczną drogę samochodową. W stanie Utah w USA płytę jeziora Salt Lake wykorzystuje się do treningów i ustanawiania rekordów prędkości pojazdami wyścigowymi.

Niektóre solanki złożowe mają walory lecznicze. Przykładem tego są solanki jodowo-bromowe występujące w Łapczycy k. Bochni, czy niektóre solanki odbierane w wyciekach kopalnianych w Wieliczce. Dowodzi się, że powietrze z jonami  $\text{Na}^+$  ma także walory lecznicze. Z tego względu kuracjusze leżakują w komorach solnych w Bochni czy w Wieliczce oraz buduje się obecnie liczne sztuczne groty solne, na przykład w sanatorium w Sopocie. Dla celów leczniczych wykorzystuje się teżnie solankowe, w których początkowo zateżano solankę dla uzyskania soli kamiennej, a obecnie służą tworzeniu mikroklimatu z mgłą solną w powietrzu. W Polsce teżnie czynne są w wielu miejscach, w tym w Inowrocławiu (rys. 8), nową zbudowano w 2015 roku w Wieliczce.

W celach leczniczych wykorzystywane jest Morze Martwe położone w 400-metrowej depresji w strefie północnej Ryftu Afrykańskiego, na granicy Izraela i Jordanii. Powierzchnia Morza Martwego ulega systematycznemu zmniejszeniu w wyniku spadku wydatku zasilającego go wodą Jordanu. Ze względu na wypełnienie pełno nasyconą solanką, Morze Martwe wykorzystywane jest dla pozyskania soli o unikalnym składzie mineralnym, także jako atrakcyjne niezatapialne dla ludzi kąpielisko (rys. 9). W niektórych krajach wodę pitną pozyskuje się z wody morskiej (ZEA, Arabia Saudyjska, Karaiby, Izrael, a także USA, Chiny, Singapur, Hiszpania, Australia). Sól jest wtedy zbędnym odpadem.

Wyrobiska w kopalniach soli służą również prowadzeniu badań i eksperymentów naukowych. W podziemnej kopalni soli w pobliżu Cleveland w USA zbudowano jeden z dwóch wielkich wodnych detektorów Czerenkowa do obserwowania rozpadów protonu. Ze względu na długotrwałą stałość warunków fizycznych, w komorach solnych bada się reologiczne właściwości skał. Złoża soli wykorzystane były także do przeprowadzenia w nich doświadczeń podziemnych wybuchów nuklearnych (Gard 1963). Ze względu na do-



**Rys. 8. Tężnia solna w Inowrocławiu – obiekt sanatoryjny**  
([https://pl.wikipedia.org/wiki/Tężnie\\_w\\_Inowrocławiu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Tężnie_w_Inowrocławiu))

**Fig. 8. A gradation tower in Inowrocław, a spa facility**  
([https://pl.wikipedia.org/wiki/Tężnie\\_w\\_Inowrocławiu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Tężnie_w_Inowrocławiu))



**Rys. 9. Morze Martwe – kąpielisko na brzegu zachodnim (Wyprawa PSGS 2006)**  
**Fig. 9. The Dead Sea: bathing waters on the west bank (2006 PSGS expedition)**



**Rys. 10. Szkody górnicze nad kopalnią soli Sołotwino (Wyprawa PSGS 2008)**  
**Fig. 10. Mining damage over the Sołotwino salt mine (2008 PSGS expedition)**

brą przewodność cieplną soli, możliwe jest wykorzystanie wysadowych złóż soli do pozyskania energii geotermalnej. Unikalnym i wartościowym przyrodniczo może być paradoksalnie także środowisko zasolonych terenów pogórnich po zakończonej eksploatacji otworowej.

Kończąc ten zapewne nie całkiem pełny przegląd użyteczności soli, warto także powiedzieć, w jakich okolicznościach człowiekowi sól nie jest potrzebna. Są to związane z obecnością soli skutki szkodliwych procesów, których obecnie nie dostrzegamy, nie umiemy lub nie chcemy opanować. Należy

do nich nadmierne spożycie soli, odprowadzanie zanieczyszczonych solą wód do cieków i zbiorników wód powierzchniowych, postępujący proces zasolenia gleb. Dramatycznie szkodliwe jest tworzenie się zbiorników wodnych o wzrastającym w nich zasoleniu w wyniku wielkoobszarowej nieprawidłowej gospodarki wodnej, na przykład w rejonie jeziora Czad czy morza Aralskiego.

Zawały górotworu nad wyrobiskami, ale przede wszystkim wzrost dopływu wody w podziemnych kopalniach soli prowadzić może do wdarcia wód do wyrobisk i w konse-



kwencji spowodowania znacznych szkód na powierzchni terenu, jak na przykład nad kopalnią Sołotwino (rys. 10) na Ukrainie (Wyprawa PSGS 2008). W Polsce wdarcia wody z zatopieniem kopalń i znacznymi zniszczeniami zabudowy powierzchniowej wystąpiły w Inowrocławiu i w Wapnie. Ze względu na liczne katastrofy w górnictwie solnym w USA, poświęcono temu problemowi szereg konferencji naukowych. W mniejszym stopniu, ale szkodliwe mogą być także skutki degradacji górotworu z porzuconymi w nich pustkami pogórnymi lub kavernami wypełnionymi solanką, wyciskaną w niekontrolowany sposób do otoczenia i użytecznych wód podziemnych.

## 6. Podsumowanie

Zależność człowieka od soli sięga czasów powstania homo sapiens, pradziejów społeczeństw i państw, początków kształtowania się gospodarki do czasów współczesnych. Posiadanie soli było atrybutem bogactwa plemiennego, krajów i imperiów, także źródłem osobistych fortun. Sól pełniła rolę cennego depozytu oraz podstawy gospodarki państw. Jest i będzie w przyszłości ważnym elementem naszej cywilizacji.

Obecność wody i soli na Ziemi warunkowała powstanie życia i ewolucję fauny. Sól jest nam potrzebna jako surowiec. Dzięki jej właściwościom fizycznym i chemicznym złoża soli stanowią unikalne środowisko dla budowania w nich magazynów i składowisk. Podziemne wyrobiska w kopalniach soli to także znacząco rosnąca atrakcja turystyczna i miejsce różnych form wypoczynku.

Nadmiar soli w pożywieniu, zasolenie wód i gleb, wpływy porzuconych wyrobisk w czynnych i nieczynnych kopalniach, ale przede wszystkim zastępowanie zbiorników wody tworzącymi się nowymi złożami soli są szkodliwe dla przyrody i człowieka.

Sól jest i będzie potrzebna człowiekowi. Zatem decyzje gospodarcze i środowiskowe powinny być podejmowane po rozpatrzeniu zysków i strat związanych z solą w znacznie dłuższej perspektywie czasu niż bieżące sprawy polityków i decydentów.

## Literatura

- COPPENS Y. 1994 – East Side Story: The Origin of Humankind. Scientific American. Vol. 270, Iss. 5, pp. 88-95.
- GARDL M. 1963 – Nuclear explosions – some geologic effects of the Gnome shot. Science. Vol. 139, Iss. 3558, pp. 911-914.
- KORTAS G. 2014 – Podstawowe problemy ochrony powierzchni i górotworu w górnictwie solnym. „Przeгляд Górniczy” t. 70, nr 10, pp. 170-185.
- KOZŁOWSKI J.K. 1999 – Afrykańska kolebka ludzkości. pp. 33-38. W: J.K. Kozłowski: Encyklopedia historyczna świata. T.I. Prehistoria. Agencja Publicystyczno-Wydawnicza OPRES. Kraków.
- KURLANSKY M. 2004 – Dzieje soli. Książka i Wiedza. Warszawa.
- MAIK W. (red.). 1999 – ABC Świat. Afryka II. Wyd. Kurpisz. Poznań.
- RYSZKIEWICZ M. 2013 – Homo sapiens. Meandry ewolucji. Wyd. CiS. Warszawa.
- WHEELER P.E. 1991 – The influence of bipedalism on the energy and water budgets of early hominids. Journal of Human Evolution. Iss. 21, pp. 117-136.

---

# *Szanowni Czytelnicy!*

## *Przypominamy o wznowieniu*

### *prenumeraty „Przeгляdu Górniczego”*

Informujemy też, że od 2009 roku w grudniowym zeszycie P.G. zamieszczamy listę naszych prenumeratorów.