

Witold Kuc*

ZŁOŻA SOLI W POLSCE W UJĘCIU PRZEGLĄDOWYM

WSTĘP

Niniejszy artykuł stanowi przegląd złóż i miejsc eksploatacji soli w Polsce. Zebrane informacje dotyczą ośrodków pozyskiwania solanek do produkcji soli oraz soli kamiennych na obszarze objętym obecnymi granicami Rzeczypospolitej.

Artykuł z założenia nie jest opracowaniem ściśle technicznym w takim rozumieniu w jakim opracowuje się tematy badawcze w stosownych instytutach, mając na względzie wymogi przemysłu. Natomiast przyjęty został punkt widzenia muzealnika, w którym zmieniające się okoliczności, dane techniczne i parametry nabierają charakteru gromadzonego zbioru muzealiów. Zatem prezentowane informacje należy postrzegać częściowo w kontekście historycznym, mając na uwadze, iż niektóre „aktualności” nabiorą podobnego charakteru.

Poszczególne ośrodki produkcji soli zaprezentowano skrótowo w kilku aspektach: historycznym, przyrodniczym (geologicznym) oraz działalności produkcyjnej. Uzupełnienie stanowią informacje o stanie aktualnym i perspektywach.

Sól od zarania państwowości polskiej była produktem i kopaliną o dużym znaczeniu gospodarczym. Zanim rozwinęło się górnictwo na Środkowym Podkarpaciu, w wielu okolicznych miejscowościach wywarzano już sól poczynając od neolitu. Surowiec czerpano ze źródeł, a następnie studni solankowych. Zatem rejon ten był swoistym zagłębiem solankowym, dla którego bazą były ukryte pod ziemią solne skały. Ich obecność stwierdzona została w połowie XIII w. w Bochni. Otwarte niebawem kopalnie w Bochni i Wieliczce dostarczały przez stulecia produktu, którego wartość zaznaczyła się w gospodarce kraju.

* Witold Kuc, Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka, w.kuc@muzeum.wieliczka.pl.

Z biegiem lat sól z kopaliny znamionującej bogactwo, przeobraziła się w powszechny surowiec o wielorakich zastosowaniach. Miało na to wpływ powstanie przemysłu chemicznego, a także rozwój techniki górniczej umożliwiającej masowe pozyskiwanie soli. Ten ostatni aspekt zbiegł się z odkryciem złóż z formacji cechsztyńskiej na Kujawach i Wielkopolsce. Doszło do tego w XIX w. i wywarło wpływ na pewną „demokratyzację” znaczenia ośrodków górnictwa solnego po odzyskaniu niepodległości w 1918 r. Ostatnie dziesięciolecia ubiegłego wieku oraz czasy współczesne, to korzystanie z zasobów soli w sposób zrównoważony pomiędzy możliwościami eksportowymi oraz potrzebami krajowymi.

Współczesne zakłady przetwórcze, odsalające wody poprzemysłowe (kopalniane) realizują zadania wynikające z rygorystycznych norm ekologicznych. Taką funkcję pełni zakład w Dębieńsku. Natomiast działające na bazie soli cechsztyńskich zakłady w Janikowie i Kłodawie są producentami szerokiego asortymentu soli od drogowych, przemysłowych po lecznicze i kosmetyczne. Podobną funkcję pełnił nieistniejący już zakład w Inowrocławiu.

Bogata historia gospodarowania zasobami soli w okresie staropolskim związana jest przede wszystkim z Żupami Krakowskimi. Do tego zagadnienia nawiązuje zapis w kazimierzowskim Statucie Żup Krakowskich: aby solą gospodarować tak, by starczyło jej dla przyszłych pokoleń. W kopalniach wielickiej i bocheńskiej utrwały się w praktyce górniczej skuteczne metody eksploatacji oraz planowania ich rozbudowy. W przypadku kopalni wielickiej świadczą o tym decyzje o lokalizacji kolejnych szybów otwierających eksploatację nowych części złoża. Wizerunek wyrobisk kopalnianych uwieczniony na najstarszych zachowanych mapach Marcina Germana z XVII w., pokrywa się z zarysem granic złoża. Obecnie z ich treści można wywnioskować o tym, co z biegiem lat stało się metodą planowania zapisaną w działaniach dokumentacyjnych, oraz podstawą współczesnej racjonalnej gospodarki zasobami surowcowymi.

Rozpoznanie złóż kujawskich w XIX w. odbyło się już przy wsparciu wiedzy o budowie geologicznej, a decyzje o eksploatacji soli podejmowano analizując wielkość zasobów i uwarunkowania ekonomiczne.

Tak więc prezentowane w dalszej części złoża soli lokują się na różnych etapach rozwoju procedur rozpoznawczych. Inaczej „dokumentowano” średniowieczne złoża miocenne, odmiennie cechsztyńskie na etapie ich rozpoznania, a jeszcze inaczej lokalizowane w XX w. w ok. Rybnika, Sieroszowic czy Zatoki Puc-

kiej. Wszystkie jednak po drugiej wojnie światowej zostały sklasyfikowane wg obowiązujących obecnie kryteriów¹.

Podsumowując, można stwierdzić, że obecna wiedza o występujących w Polsce złożach soli jest prawie kompletna. Rozpoznane są ich genezy, wielkości, oraz wartość solnej kopaliny w kontekście zmieniających się uwarunkowań rynkowych.

Przedmiotem popularyzacji są dzieje warzelnictwa i górnictwa solnego w Polsce poprzez historyczne ośrodki w Wieliczce i Bochni. Swoistym znakiem czasu jest fakt, iż nawet czynne zakłady wykraczają poza czysto przemysłową funkcję organizując podziemne trasy turystyczne (np. Kłodawa). U podstaw wielowiekowej eksploatacji soli jest oczywiście obecność złóż tej kopaliny w Polsce.

SOLE KAMIENNE W FORMACJACH GEOLOGICZNYCH POLSKI

Na terenie Polski stwierdzono obecność ewaporatów z solami kamiennymi w trzech formacjach geologicznych: miocénskiej, triasowej oraz permskiej.

Na południu Polski w strefie kontaktowej z utworami fliszowymi występują osady sfałdowanego miocenu zawierające ewaporaty z solami kamiennymi. Utwory miocenu (nie wszędzie z solami kamiennymi) wypełniają zapadlisko przedkarpackie – dawny basen sedymentacyjny – rozciągające się w kierunkach: północnym, zachodnim i wschodnim. Wśród znacznej miąższości utworów terygeniczych (warstwy skawińskie, chodenickie i grabowieckie) występują tam ewaporaty w kilku odmianach facjalnych od węglanów, siarczanów po chlorki. Pakiet soli kamiennych lokuje się w przybliżeniu w centralnej części profilu osadów miocenu. Natomiast największa koncentracja halitu występuje w równoleżnikowym pasie tektonicznego nasunięcia oraz zazębienia się utworów fliszu karpackiego i miocenu. Kumulacja soli kamiennych przybiera zmienne rozmiary ciągnąc się od okolic Rybnika na zachodzie, łagodnym łukiem ku wschodniej granicy Polski. Zmienna jest również głębokość na jakiej występują sole.

We wspomnianym pasie nasunięcia fliszu są to zwykle dwie serie solne: pokłady, które pozostały w miejscu powstania (autochtoniczne) oraz zgarnięte przez napierający z południa flisz karpacki i nasunięte (allochtoniczne) na te pierwsze. Jedynie w rejonie Rybnika zachowana *in situ* panew solna nie została „przebudowana” tektonicznie w podobny sposób.

¹ Kryteria zapisano w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r., Dziennik Ustaw, Poz. 987.

Sole kamienne występujące w zespole warstw ewaporatów są efektem pięciu cykli sedymentacyjnych o bardzo różnym stopniu rozwoju. Według szacunków, proces aktywności ewaporacyjnej w rejonie Wieliczki i Bochni trwał ok. 20 tys. lat², z apogeum ok. 13,6 mln lat temu, podczas badeńskiego kryzysu salinarnego trwającego ok. 400 tys. lat (13,8 – 13,4 mln lat)³.

Ewaporaty w utworach triasu zostały stwierdzone otworami wiertniczymi na obszarze centralnej i południowo-zachodniej części Polski (rejony pomiędzy Gorzowem Wielkopolskim i Zieloną Górą oraz Poznaniem i Łodzią). W skali całej sedymentacji triasowej na Niziu Polskim (głównie osady detrytyczne i węglanowe) stanowią raczej epizodyczne nagromadzenia soli. Ich ewentualne znaczenie przemysłowe pomniejsza zaleganie na głębokości poniżej 1100 m i miąższości nie przekraczające 25 m⁴. Z osadami triasu (i jury) związane są źródła chlorkowych wód mineralnych.

Formacja permska z cechsztyńskimi ewaporatami soli kamiennych zajmuje znaczną część obszaru środkowej, północnej i zachodniej Polski (ok. 3/5 powierzchni). Jest ona wschodnim fragmentem megapanwi solnej, której centrum znajduje się na terenie Niemiec. Ewaporaty zalegają na dużych głębokościach. W części centralnej Niziu Polskiego w granicach jednostki strukturalnej tzw. wału śródkowopolskiego (rejon tzw. bruzdy śródpolskiej) są to głębokości sięgające kilku tysięcy metrów, przy miąższości serii solnej ok. 1000 m. W kierunkach peryferycznych cechsztyńskiego basenu sedymentacyjnego (S, NE i E) sole zalegają w częściowo zdyslokowanych uskokami pokładach, na mniejszych głębokościach (500–2000 m). W kierunku południowym jest to monoklina przedsudecka, w kierunku północnym wyniesienie Łeby. Skrajny zasięg osadów permu obejmuje zachodnie peryferie Gór Świętokrzyskich, a nawet rejon Wieliczki, gdzie wierceniami stwierdzono pod mezozoicznym podłożem (tu wapienie jury) obecność facji siarczanowej (gips, anhydryt) z tego okresu⁵.

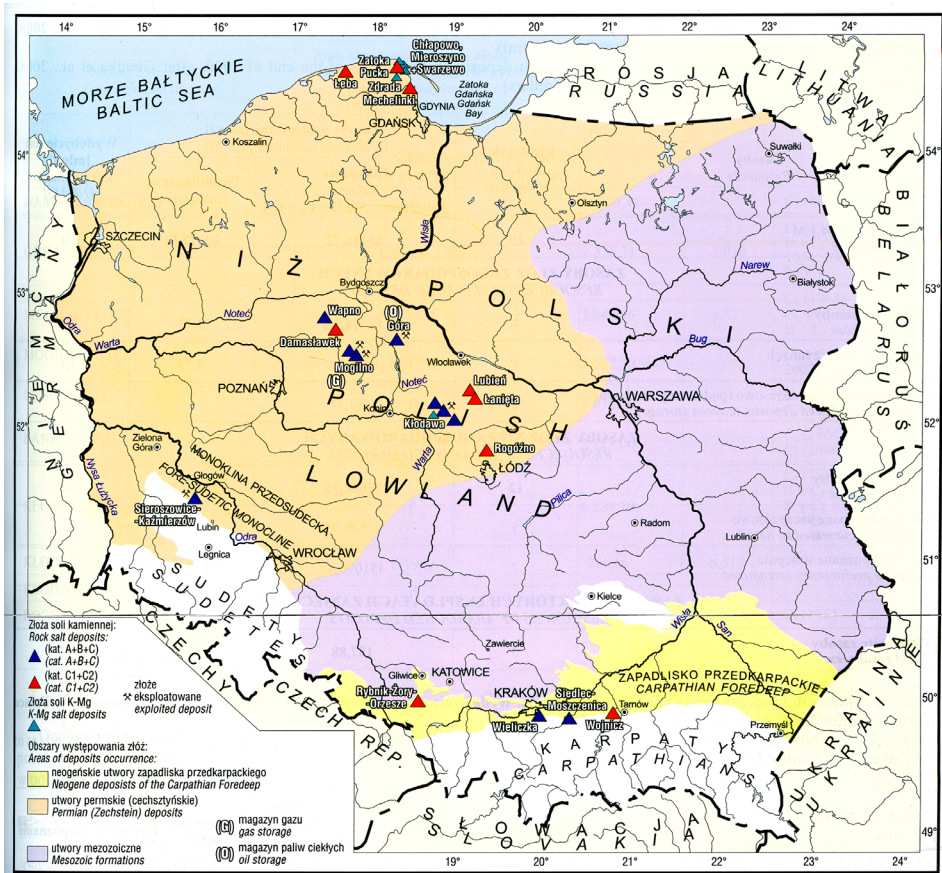
Na obszarze od okolic Łodzi po Szczecin ciągnie się pasmo wysadów solnych wyniesionych właśnie z najgłębszej lokalizacji ewaporatów. Wpływ na to miał dłu-

² A. Garlicki: *Z badań geologicznych w Karpatach*, Warszawa 1968, s. 54.

³ K. Bukowski: *Badeńska sedymentacja salinarna na obszarze między Rybnikiem a Dębicą w świetle badań geochemicznych, izotopowych i radiometrycznych*, Kraków 2011.

⁴ K. Cyran, A. Garlicki: *Złoża soli w Polsce i możliwości ich wykorzystania*, „Geosfera”, Kraków 2008, s. 232.

⁵ *Dzieje Żup Krakowskich*, praca zbiorowa, J. Wiewiórka: *Warunki geologiczne eksploatacji soli w Żupach Krakowskich*, Wieliczka 1988, s. 40.



Fot. 1. Mapa występowania udokumentowanych złóż soli kamiennej i potasowo-magnezowej w Polsce (wg G. Czapowskiego i K. Bukowskiego, 2009)

gotrwały nacisk od nadległych warstw oraz ich ekstensja⁶ we wczesnych fazach orogenezy alpejskiej, a także własności fizyczne soli (plastyczność). Występują tam liczne struktury diapirowe⁷. Niektóre z nich precyzyjnie się (halokineza⁸) tak blisko powierzchni, iż można było udokumentować złoża. Poza tym obszarem, struk-

⁶ P. Krzywiec: *Geodynamiczne i tektoniczne uwarunkowania ewolucji basenów przedgórkich, z odniesieniami do zapadliska przedkarpaciego*, „Przegląd Geologiczny”, vol. 54, nr 5, Warszawa 2006.

⁷ W. Jaroszewski, L. Marks, A. Radomski: *Słownik geologii dynamicznej*, Warszawa 1985, s. 39. Przebijające się przez skrzydła antykliny, jej plastyczne jądro.

⁸ W. Mizerski, H. Sylwestrzak: *Słownik geologiczny*, Warszawa 2002, s. 73. Procesy deformowania skał wywołane przemieszczaniem się soli pod wpływem ciśnienia nadkładu.

tury wysadowe występują sporadycznie. Formacja cechsztynu stanowi największy rezerwuuar soli kamiennych i potasowych w Polsce⁹.

W zalegającej w głębokim podłożu cechsztynu serii solnej zidentyfikowano cztery cyklotomy ewaporacyjne (PZ1, PZ2, PZ3, PZ4)¹⁰. Najbardziej rozprzestrzenione i o najmniej zmiennych parametrach jest najstarszy cyklotem PZ1, mający największe znaczenie w złożach w północnej i południowo-zachodniej Polsce (monoklina przedsudecka).

W złożach wysadowych zaznacza się obecność soli z trzech młodszych cyklotemów.

ZŁOŻA SOLI WIEKU MIOCENSKIEGO

Złoże solne Bochni

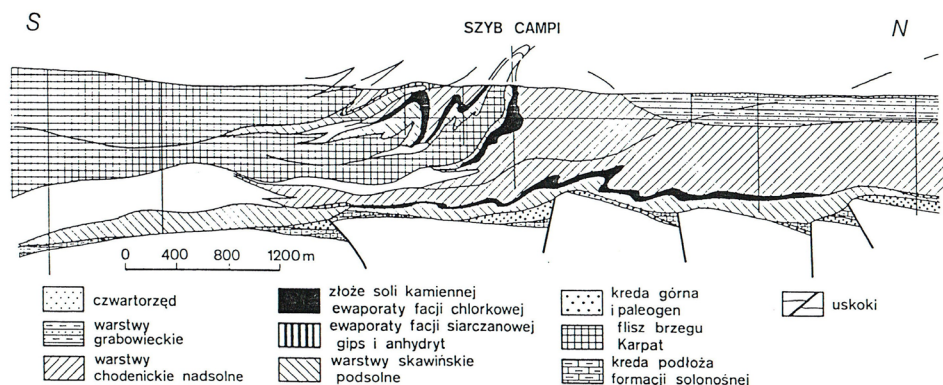
Sole w Bochni i okolicy występują w strefie tektonicznej kompresji utworów miocenu. Seria solna „uwięziona” w osadach detrytycznych miocenu (warstwy skawińskie i chodenickie), wskutek napierania od południa kredowo-paleogeneńskiej formacji fliszowej przybrała kształt fałdów; „zgarnięte” zostały również utwory fliszu, które znalazły się w ich jądrach. W rejonie Bochni, w linii nasunięcia utworów karpackich, ewaporaty stanowią fragment tzw. miocenu sfałdowanego. Znajdują się one w dwóch większych, przebiegających równoleżnikowo antyklinach: Uzborni i Bochni.

Wypiętrzanie Karpat na południu spowodowało przesunięcie pierwotnie zalegających poziomo osadów w kierunku północnym na odcinku kilkudziesięciu kilometrów oraz ich sfałdowanie. Z uwagi na odmienne właściwości fizyczne serii solnej (plastyczna sól przekładana sztywniejszymi anhydrytowiecami i łupkami ilastymi) w stosunku do otaczających skał, doszło także do znacznej przebudowy we-

⁹ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli w Polsce – stan aktualny i perspektywy zagospodarowania*, „Przegląd Geologiczny”, nr 9, 2009, s. 798-811.

¹⁰ H. Tomassi-Morawiec, G. Czapowski, O. Bornemann, M. Schramm, G. Misiek: *Wzorcowe profile bromowe dla solnych utworów cechsztynu w Polsce*, „Gospodarka surowcami mineralnymi”, t. 25, z. 2, Kraków 2009, s. 1. Na ewaporaty cechsztynu składa się siedem cykli ewaporacyjnych (na terenie Niemiec: Z1–Z7) z czego w Polsce zidentyfikowano cztery oznaczone od najstarszego PZ1 po najmłodszy PZ4. W poszczególnych cyklach wyróżnia się kompleksy solne stosując oznaczenia Na z indeksem cyfrowym. Stosowana jest także symbolika dla bardziej subtelного wyróżniania części kompleksów solnych, jednak nie jest przytaczana w tym artykule.

wewnętrznej warstw ewaporatów. Ostatecznie przy stosunkowo prostej formie złoża (antykliny) jego budowa wewnętrzna została znacznie skomplikowana. W odniesieniu do obszaru eksploatacji górniczej doszło w wielu miejscach do tektonicznego wzbogacenia serii solnej.



Fot. 2. Przekrój geologiczny przez złoże soli kamiennej Bochnia
(wg J. Poborskiego 1952 i J. Wiewiórki 1989)

Wobec dość przejrzystego usytuowania zespołu ewaporatów w skrzydle antykliny względem stron świata, przyjęto ich klasyfikację na sole północne, środkowe i południowe. Jak stwierdzono, na ich powstanie złożyło się pięć, w większym lub mniejszym stopniu niekompletnych cykli ewaporacyjnych, tworzących sekwencję od najstarszych soli południowych po najmłodsze północne. Grzbiet antykliny bocheńskiej jest bardziej wyniesiony ku powierzchni w części wschodniej¹¹. Właśnie na tym obszarze natrafiono w połowie XIII w. na sól kamienną. Prawdopodobnie okolicznością sprzyjającą było erozyjne wcięcie rzeczki Babica, które spowodowało odsłonięcie ewaporatów.

Kopalnię założono w skrzydle północnym antykliny bocheńskiej, której grzbiet został erozyjnie ścięty. W przekroju poziomym grubość serii ewaporatów oscyluje wokół 200 m. Zatem wyrobiska rozbudowywane były na stosunkowo wąskiej powierzchni oraz na znacznych długościach w linii wschód–zachód (długość kopalni wynosi ok. 4 km). Taki układ komór i chodników wynikał z dostosowania do formy złoża. Od rozbudowywanych wraz z kolejnymi poziomami podłużni pro-

¹¹ J. Poborski: *Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy*, Warszawa 1952, s. 21.

wadzano chodniki poprzeczne (poprzeczniki) w kierunkach na północ i południe. Z tych wyrobisk rozbudowywano komory, których kształt i pozycja odzwierciedlały skomplikowaną „konstrukcję” tektoniczną złoża. Wiele dawnych komór ma formę pochylonych ku północy nisz o nieznaczej wysokości.

W płytszych partiach złoża są prawie pionowe, w głębszych stają się bardziej wypłaszczone. Z upływem lat prowadzono eksploatację coraz głębiej osiągając ok. 468 m (13 poziom).

Najstarszymi, XIII w. szybami były *Gazaris* i *Sutoris* (czynny do dzisiaj) oraz młodsze *Floris* i *Regis*, zlokalizowane w części wschodniej. Z biegiem lat rozwój przestrzenny wyrobisk kopalnianych przesuwiał się na zachód. Ok. 1570 r. w tej części zgłębiono szyb *Campi*, który do dzisiaj pełni funkcje komunikacyjne. Ogółem w historii kopalni bocheńskiej istniało 19 szybów.

Ostatnia dokumentacja geologiczna zasobów złoża soli Bochnia, tzw. rozliczeniowa z roku 1990 zawiera następujące dane: średnia zawartość NaCl 79,4% oraz zasoby łącznie w kat. C1+B+A¹² o wielkości 5426,3 tys. ton kopaliny¹³.

W okolicach Bochni do drugiego dziesięciolecia XVIII w. wyważano sól wykorzystując wody kopalniane¹⁴. Na przeszkodzie dalszej produkcji stanął deficyt drewna oraz jego cena. Produkcję soli warzonej podjęto ponownie z początkiem lat 70. zeszłego stulecia. Pracująca wówczas przy szybie *Campi* warzelnia panwiowa wykorzystywała surowiec dostarczany z odwiertu w Łapczycy. Po czynnym do 1994 r. zakładzie ocalał komin kotłowni zasilającej w parę również szybową maszynę wyciągową oraz budynek, w którym wywarzano sól w panwiach.

Działalność przemysłową kopalnia zakończyła w 1990 r., lecz nadal do 1996 r. szyb *Campi* obsługiwany był wspomnianą maszyną wyciągową¹⁵. Zespół tych obiektów zachowano w całości. Obecnie stanowią one atrakcyjną pamiątkę po

¹² M. Nieć: *Metodyka dokumentowania złóż kopalin stałych*, „Ministerstwo Środowiska”, Kraków 2012, s. 10–13. Wyróżnia się pięć oznaczeń literowych od A do E dokładności rozpoznania złoża, niektóre dodatkowo z indeksami cyfrowymi. Najdokładniejsze rozpoznanie jest w kat. A. Patrz również przypis 1.

¹³ Dane uzyskane dzięki uprzejmości Pana mgr inż. Michała Flaszy (Kopalnia Soli Bochnia).

¹⁴ T. Wojciechowski: *Kopalnia soli w Bochni*, Bochnia 2016, s. 21.

¹⁵ Maszyna parowa Nr 858 Eintracht Hutte została wyprodukowana w 1909 r. w niemieckim zakładzie Vereinigte Königs & Laurahutte w Chorzowie. Do 1925 r. pracowała w kopalni „Wapno”, następnie w kopalni bocheńskiej. *Szyb Campi: 100 lat maszyny parowej!*, http://www.bochnianin.pl/n/wiadomosci/4915/szyb_campi_100_lat_maszyny_parowej/, 11.07.2016.

okresie eksploatacji soli. Aktualnie kopalnia funkcjonuje jako obiekt turystyczno-muzealno-rekreacyjny oraz sanatoryjny.

23 czerwca 2013 r. kopalnię wpisano na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO.

Złoże solne Wieliczki

Osady miocenijskiego basenu sedymentacyjnego wzdłuż linii brzegu Karpat poddane były presji tektonicznej. Jednak nie w całej strefie nasunięcia fliszu karpackiego skutek tego oddziaływania sprawił, że powstała tak skomplikowana, a zarazem oryginalna forma, jaką przybrało złożo solne Wieliczki.

Geneza złoża w swych zasadniczych etapach musiała obejmować pewien usankcjonowany ogólną wiedzą geologiczną porządek, czyli stadium tworzenia się ewaporatów oraz tektoniczne procesy, które w kilku etapach nadały złożu ostateczny kształt¹⁶.

Takie ujęcie nie podważa żadnego z dwu spornych, a być może również uzupełniających się poglądów na genezę złoża, które przedstawiano w latach 70. i 80. zeszłego wieku. Z jednej strony ciągłość sedymentacyjna pomiędzy partiami złoża potwierdzona obecnością olistostromów¹⁷, z drugiej wyłącznie tektoniczne „zgarnięcie” w kierunku północnym z radykalnymi skutkami w postaci powstania drugotu, fałdów i złuskowań. Dwudzielna budowa złoża jest faktem. Rozstrzygnięto także w jakiej relacji do siebie pozostawały przed jego uformowaniem te dwa zespoły kompleksów solnych; obecnie partii bryłowej z zubrami zalegającej płycej oraz głębszej, pokładowej obejmującej zarówno sole (spizowe, szybikową, zieloną pokładową, najstarszą) jak i przerosty skał płonych (piaskowce, łupki ilasto-margliste z anhydrytem)¹⁸.

Ostateczna forma złoża, to jednak efekt procesów tektonicznych. W wyniku ruchów górotwórczych następowało spychanie pokładów solnych w kierunku północnym. Doszło wówczas do pokruszenia części warstw solnych (prawdopodobnie najbardziej wysuniętych na południe) i nasunięcie na znajdujące się nieco bardziej na północ. W trakcie spychania, te ostatnie były intensywnie fałdowane

¹⁶ A. Garlicki: *Z badań geologicznych ...*, s. 54.

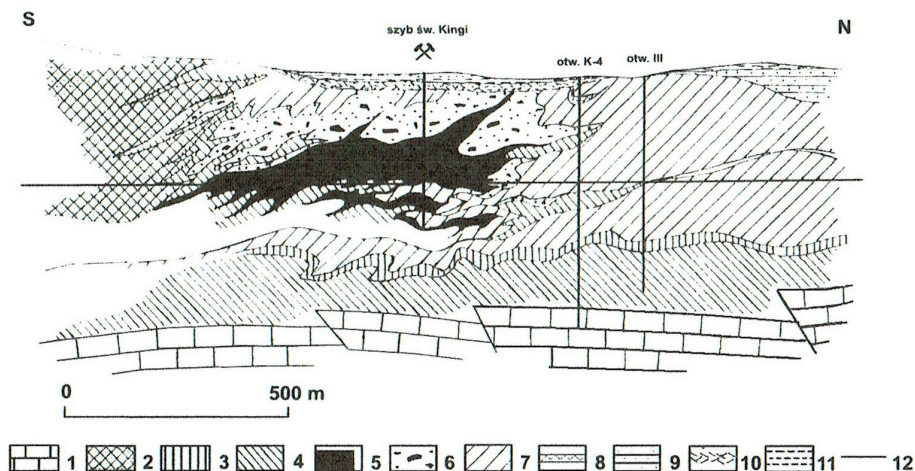
¹⁷ W. Mizerski, H. Sylwestrzak: *Słownik ...*, s. 136. Warstwa źle wysortowanego osadu powstała w wyniku ześlizgiwania się okruchów skał po skłonie dna basenu (morza).

¹⁸ J. Wiewiórka: *Warunki geologiczne ...*, s. 52-4., K. Bukowski: *Środowisko sedymentacji i geneza bryłowej części złoża w Wieliczce*, „Przegląd Geologiczny”, vol. 42 nr 9, Warszawa 1994; A. Garlicki: *Sedymentacja soli mioceńskich w Polsce*, „Prace Geologiczne PAN”, nr 119, Kraków 1979.

aż do stadium odkucia, rozerwania i złuszkowania. Wreszcie cały kompleks ewaporatów wraz z podścielającymi warstwami skawińskimi i częściowo utworami fliuszowymi zajął pozycję ponad częścią autochtoniczną, wykształconą w formie gipsów i anhydrytów¹⁹.

Osuwiska podmorskie oraz inne struktury stwierdzone w ewaporatach południowej części złoża, są podstawą teorii zakładającej ciągłość sedimentacyjną jego partii bryłowej i pokładowej, „co nie przeczy, że lokalnie mogło dochodzić do późniejszych poślizgów tektonicznych na [ich] kontakcie”.²⁰ Megabrekcja tworząca partię bryłową była pierwotnie jednym sedymenem z częścią pokładową złoża.

Złoże ma zatem budowę dwudzielną, na którą składają się część bryłowa i pokładowa. Taka struktura stanowi wyjątek pośród złóż solnych.



Fot. 3. Przekrój geologiczny przez złożo soli kamiennej w Wieliczce (wg J. Poborskiego, 1965). 1 - wapień górnej jury, 2 - utwory fliuszowe, 3 - warstwy skawińskie, 4 - facja siarczanowa, 5 - sole pokładowe, 6 - zubry, 7 - warstwy chodnickie, 8 - gipsy kompleksu zubrowego, 9 - warstwy grabowieckie, 10 - zwietrzelina iłowo-gipsowa, 11 - gliny plejstoceny, 12 - linie głównych nasunięć

Pierwszy etap rozbudowy kopalni związany był z eksploatacją soli w zalegających płytko bryłach. Sól wybierano od środka pozostawiając ochronną skorupę,

¹⁹ K. Cyran: *Tektonika miocenyjskich złóż soli w Polsce*, Kraków, s. 30.

²⁰ K. Kolasa, A. Ślaczka: *Uwagi o genezie wielickiego złoża soli*, „Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce”, t. XIV, (dalej: SMDŻ), Wieliczka 1985.

którą podpierano drewnianymi kasztami. Zapewne sporo trudności sprawiało odzukiwanie brył pod ziemią zanim ostatecznie eksploatacja objęła głębszą, pokładową partię złoża w XVI w.

Najstarsze XIII i XIV w. szyby *Świętosławski*, *Goryszowski*, *Swadkowski* lokalizowano dość przypadkowo, chociaż dotarcie do soli na odpowiedniej głębokości było w Wieliczce bardziej prawdopodobne niż w Bochni. Planowy rozwój kopalni rozpoczął się od budowy kolejno szybów *Regis*, *Wodna Góra*, *Seraf*, a następnie udostępniających wschodnią część złoża, szybów: *Boner*, *Bużenin*, *Loiss* (XVI w.). Kolejnym etapem było zagospodarowywanie od XVII w. południowej i zachodniej części złoża szybami: *Górsko*, *Daniłowicz*, *Leszno*, *Janina*, *Kościuszk*o, *Kinga* (dwa ostatnie już w okresie zaboru austriackiego). Nie wymieniono tu wszystkich szybów. W przeszło 700-letnim okresie funkcjonowania kopalni było ich 26, łącznie z tzw. nietrafionymi.

Ostatecznie kopalnia rozrosła się do 9 poziomów (327 m głębokości) osiąga-
jąc przybliżone rozmiary poziome 5,5 x 1 km. Eksploatację soli kamiennej zakończono w 1964 r. Do 1996 r. prowadzono jeszcze przemysłowe wydobycie solanki (eksploatacja na mokro). W dokumentacji z 1970 r., „zamykającej” produkcyjną działalność kopalni ujęto jeszcze ok. 33 mln ton bilansowych soli (kat. C1+B+A), która oczywiście znika z późniejszych zestawień zasobów w Polsce. Zatem pozostała kopalnia soli z zerowymi zasobami, ale bogatą historią, w której rzesze turystów zachwycają się ogromem solnych wyrobisk²¹.

Produkcja soli warzonej w okolicach Wieliczki sięga czasów prehistorycznych – środkowego neolitu (ok. 3,5 tys. lat p.n.e.)²². Wówczas czerpano słoną wodę z aktywnych na powierzchni źródeł. Do 1724 r. było czynnych w Wieliczce kilka warzelní panwiowych, w których wykorzystywano słone wody kopalniane. W 1810 r. próbowano wznowić produkcję soli warzonej budując warzelnię na Turówce (w miejscu dawnego folwarku). Jednak wywarzania soli nie rozpoczęto; na przeszkodzie stanął brak taniego materiału opałowegó. Do produkcji soli warzonej powrócono w 1913 r. Wybudowano wówczas nowoczesną warzelnię pracującą w technologii próżniowej. Po istotnych modyfikacjach warzelnia jest czynna

²¹ W nieeksploatowanym nigdy polu Sułków, na wschód od wyrobisk kopalni, znajduje się jeszcze ok. 31 mln ton soli jako zasoby pozabilansowe (dok. z 1998 r. w kat. A+B+C1+C2). Informacje uzyskane dzięki uprzejmości Pana mgr inż. Krzysztofa Brudnika (Kopalnia Soli Wieliczka).

²² A. Jodłowski: *Eksploatacja soli na terenie Małopolski w pradziejach i we wczesnym średniowieczu*, SMDŻ, t. IV, Wieliczka 1971.

do dzisiaj; produkuje ok. 12 tys. ton soli rocznie korzystając ze słonych wód gromadzących się w kopalni w wyniku podziemnych dopływów oraz infiltracji z powierzchni.

Już od dawna kopalnia stanowiła atrakcyjny obiekt turystyczny. Świadczą o tym wpisy do ksiąg pamiątkowych założonych po pierwszym rozbiórze Polski już w 1774 r. Budziła także zainteresowanie w przeszłości, o czym świadczą dawne relacje²³, a nawet utwory poetyckie (J. Wadian, W. Korwin, J. Willich, A. Schroeter)²⁴.

Dzień dzisiejszy, to rozbudowywana oferta turystyczna, rekreacyjna i lecznicza w kopalni (sanatorium działa od lat 50. XX w., a od dwóch lat na powierzchni tężnia), której znaczenie historyczne pod względem merytorycznym prezentowane jest w podziemnych ekspozycjach Muzeum Żup Krakowskich.

Od 9 września 1978 r. kopalnia znajduje się na Liście Światowego Dziedzictwa UNESCO.

Złoże solne „Barycz”

Złoże soli kamiennej w Baryczy stanowi przedłużenie złoża wielickiego w kierunku zachodnim. Tak, jak w całym paśmie nasunięcia fliszu pomiędzy Wieliczką i Tarnowem, tak i tutaj powstała wąska strefa akumulacji ewaporatów. W odróżnieniu od złoża wielickiego kompleks solny w Baryczy występuje zarówno w pozycji autochtonicznej jak i allochtonicznej²⁵. W drugiej z wymienionych pozycji sole są silnie sfałdowane, a dalej w kierunku północnym przechodzą w zalegający poziomo autochton ilowo anhydrytowy oraz piaskowce o lepszemu gipsowym²⁶. Powyżej partii sfałdowanej zalegają bryły soli będące skromniejszym odpowiednikiem wielickiego złoża bryłowego.

Złoże Baryczy od wielickiego oddziela filar ochronny o szerokości 200 m, ustanowiony w 1958 r. Obecność soli w Baryczy stwierdzono jeszcze w XIX w., gdy w latach 1885–1890 na zlecenie rządu austriackiego wykonano dwa otwory ba-

²³ A. Smaroń (tłumacz.): *Dwie najstarsze relacje łacińskie o Żupach Krakowskich z XVI wieku*, SMDŻ, t. XI, Wieliczka 1982.

²⁴ A. Smaroń: *Żupy Krakowskie w poezji polsko-łacińskiej od XV do XVII wieku*, SMDŻ, t. XII, Wieliczka 1983.

²⁵ K. Cyran: *Tektonika miocénskich ...*, s. 30.

²⁶ A. Garlicki: *Autochtoniczna seria solna w miocenie Podkarpacia na zachód od Wieliczki*, „Kwartalnik Geologiczny”, t. 8, Warszawa, 1964, s. 848.

dawcze²⁷. Kolejny odwiert w latach 1922-23 okazał się nietrafionym (zlecenie Solvay dla firmy „Łępicki” z Katowic). Po wykonaniu badań sejsmicznych (po raz pierwszy w Polsce)²⁸ w 1924 r. wykonano kolejne odwierty, już z pozytywnym wynikiem. Część z nich została następnie wykorzystana do eksploatacji złoża. Tak więc wydobywanie solanki rozpoczęto w 1924 r. i kontynuowano do 1998 r. metodą otworową z powierzchni przez ługowanie podziemne bez ochrony stropu (podejmowano próby jego zabezpieczania). Kopalnię założono w celu zaopatrywania w sól krakowskich zakładów Solvay²⁹.

Obszar górniczy miał powierzchnię 2,2 km² (ok. 1 x 2 km). Miąższość serii złożowej mieści się w granicach 30 – 50 m, a głębokość zalegania od 200 do 300 m. Jeszcze w 1988 r. złoże zawierało ok. 4 mln ton soli. Ostatecznie ze złoża Barycz uzyskano ok. 10,5 mln ton soli, co stanowi 20% wykorzystanie zasobów, przy skomplikowanej budowie geologicznej³⁰. Obecnie są to tereny rekultywowane po odpadach komunalnych oraz nadal czynne wysypisko śmieci dla Krakowa. Z obszaru zrehabilitowanego pozyskiwany jest biogaz zasilający kontenerowe generatory prądotwórcze o mocy ponad 1MWh³¹.

Złoże „Rybnik – Żory – Orzesze”

W kierunku zachodnim od Swoszowic relacja pomiędzy formacjami fliszową Karpat i miocенską zmienia się dość radykalnie. Przykarpacka strefa sfałdowanego miocenu zanika, a osady fliszu bardziej płasko wyklinowują się przykrywając miocen w części południowej. Linia nasunięcia fliszu jest nieco cofnięta ku południowi. Złoże solne „Rybnik – Żory – Orzesze” jest odsunięte od tej strefy w kierunku północnym.

Utwory miocenu solonośnego wypełniają nieckę-rów tektoniczny w utworach karbonu. Złoże ma kształt elipsy o dłuższej osi w kierunku równoleżnikowym

²⁷ Surowce mineralne regionu krakowskiego, pod red. M. Kamińskiego, Warszawa, 1975, s. 69.

²⁸ Z. Trzeźniowski: *Badania sejsmiczne w aspekcie historycznym i współczesnym*, „Przegląd Geologiczny” vol. 45, nr 6, Warszawa 1997.

²⁹ J. Duda: *Kopalnia otworowa soli w Baryczy k. Wieliczki (1924–2009)*, „Biblioteczka Wielicka”, z. 80, Wieliczka, 2009, s. 10.

³⁰ M. Chandij, A. Garlicki, W. Grabski, A. Szybist: *Charakterystyka przemysłu solnego w Polsce i jego możliwości produkcyjne*, Wydawnictwo AGH, Kraków, 1988, s. 54.

³¹ J. Duda: *Kopalnia otworowa ...*, s. 21.

(ok. 13 km) i krótszej 6 km oraz zajmuje powierzchnię ok. 70 km² ³². Południowa część złoża jest nieco bardziej spłaszczona, a kompleks podścielających sole warstw skawińskich wychodzi poza granice niecki i prawdopodobnie znajduje kontynuację aż po nasunięcie fliszu.

Sole kamienne zajmują pozycję środkową w profilu i w sposób charakterystyczny dla panwi solnej osiągają największą miąższość w części centralnej (miąższość serii solnej od 50 do 80 m). Łączne grubości pokładów soli wynoszą od 5 do 40 m; zalegają na głębokości od 200 do 300 m ³³.

Spośród miocenijskich złóż solnych, ewaporaty obszaru Rybnik–Orzesze–Żory zachowały swą pierwotną pozycję oraz formę (złoża pokładowe w serii solnej autochtonicznej). Jedyny czynnik tektoniczny, który mógł formować to złoża związany był z subsydencją ³⁴ dna niecki karbońskiej o zrębowych, uskokowych brzegach po stronie północnej i południowej.

Obecność soli kamiennej w okolicach Rybnika stwierdzona została otworami wiertniczymi w latach 1900–07 przy okazji poszukiwań złóż węgla. W 1969 r. złożo udokumentowano w kategorii C2 z ilością soli 2,1 mld t.

Do eksploatacji jednak nigdy nie doszło chyba, że uwzględni się dość specyficzną okoliczność. W Dębieńsku (Czerwionka Leszczyny) działa zakład odsalający wody z kopalń węgla. Obecność słonej wody, to przynajmniej w części efekt infiltracji poprzez sole znajdujące się ponad wyrobiskami kopalń węgla ³⁵.

Złoża: „Łęzkowice”, „Siedlec – Moszczenica”

Złoża soli w wymienionych miejscowościach znajdują się w równoleżnikowo przebiegającym paśmie zalegania utworów miocenu sfałdowanego u czoła nasunięcia fliszu karpackiego. Jest tu pełna analogia do złóż w Wieliczce i Bochni. Jednak stopień komplikacji budowy tych złóż bardziej przypomina sytuację w Bochni.

Mamy tu jednak do czynienia z nieco większą złożonością form serii solnej tworzących system spiętrzonych fałdów i łusek nasuniętych na utwory miocenu

³² G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 808.

³³ M. Chandij, A. Garlicki, W. Grabski, A. Szybist: *Charakterystyka przemysłu solnego...*, s. 57.

³⁴ W. Mizerski, H. Sylwestrzak: *Słownik ...*, Warszawa 2002, s. 195. Powolne obniżanie się dna basenu sedimentacyjnego w trakcie tworzenia na nim osadów.

³⁵ I. Pluta: *Prof. Pluta odpowiada na wywiad*, http://orzesze.pl/artukul/136_prof_pluta_odpowiada_na_wywiad, 09.08.2016.

autochtonicznego i ciągnących się na wschód od struktury nazwanej fałdem Suchoraby³⁶.

Wysunięte najbardziej na zachód złoża „Łężkowice” było formowane w wyniku presji utworów karpackich, ale bez bezpośredniego kontaktu z nimi. Znajduje się bowiem poza zasięgiem cofniętego około 10 km na południe fliszu, u wylotu wschodniej części tzw. zatoki gdowskiej³⁷. Bardziej na wschód zasięg fliszu radykalnie przesuwają się na północ a jego bezpośrednie oddziaływanie jest podkreślone przez obecność w sąsiedztwie serii solnych w Siedlcu i jeszcze bardziej Moszczenicy. Dalej na wschód, w Bochni struktury fałdowe (antykliny bocheńska i Uzborni) współwystępują już z fliszem, który znajduje się w ich jądrach³⁸.

W jednolitym paśmie miocenu sfałdowanego od Łężkowic w kierunku wschodnim można było zidentyfikować w serii solnej te same zespoły warstw (odmiany soli), na których opiera się klasyfikacja w Bochni, tj. sole południowe, środkowe i północne³⁹.

Na etapie poszukiwawczo-badawczym stosowano nazwy spodziewanych złóż: „Łężkowice – Siedlec” oraz „Moszczenica – Łapczyca”. Sfinalizowane prace dokumentacyjne poprzedzające eksploatację, doprecyzowały lokalizację złóż, co uzasadniało użycie nazw najbliższych miejscowości, w których rozpoczęto eksploatację, tj. Łężkowice i Siedlec–Moszczenica. Zatem zniknęła Łapczyca oraz Łężkowice–Siedlec, które pojawiały się na etapie wcześniejszych badań.

Historia odkrycia złoża „Łężkowice – Siedlec”, rozpoczyna się na przełomie lat 40. i 50. zeszłego wieku. Na sole natrafiono podczas wykonywania głębokich odwiertów w celu poszukiwania struktur naftowych. Odwierty wykonywane od 1956 r. były już ukierunkowane na lokalizację soli i umożliwiły w 1961 r. zakończenie prac nad dokumentacją geologiczną złoża „Łężkowice – Siedlec” w kat. C2. Po serii dalszych wierceń, w 1964 r. zatwierdzono dokumentację złoża w kat. C1 + C2

³⁶ A. Garlicki, S. Kaczmarczyk, H. Lamparski, J. Wiewiórka: *Geologiczno-górnictwo warunki głębiania szybów w Siedlcu i Moszczenicy koło Bochni*, „Górnictwo”, R. 4, z. 2, Kraków 1980, s. 134.

³⁷ A. Garlicki: *Z badań geologicznych ...*, s. 12.

³⁸ A. Garlicki: *Warunki występowania i perspektywy odkrycia nowych zasobów soli kamiennych na przedgórzu Karpat*, „Kwartalnik Geologiczny” t. 27, nr 2, Warszawa 1983, s. 300.

³⁹ A. Garlicki: *Łężkowice, budowa złoża soli kamiennej i eksploatacja górnicza*, „Przewodnik III Konferencji Sozologicznej”, Kraków 1993, s. 99.

z zasobami bilansowymi 100 mln ton⁴⁰. W 1968 r. rozpoczęto eksploatację części złoża położonej po zachodniej stronie Raby⁴¹.

Złoże w Łęzkowicach zajmowało obszar 20,7 ha o wymiarach 3 km w kierunku W – E i do max. 0,7 km z N do S. Układ warstw kompleksu solnego jest bardzo zmienny; od ułożenia poziomego po pionowe fałdy i łuski. Miąższości warstw soli zmieniają się od 2 do 20 m i zalegają na głębokości od 40 do 450 m⁴².

Eksploatację prowadzono metodą ługowania otworowego pod ciśnieniem z powierzchni w przedziale głębokości 120 do 425 m (w stropie 120 m półka zabezpieczająca). Kopalnia czynna była do 1987 r. Ogółem z wydobytej solanki uzyskano ok. 5,1 mln ton soli, nie uwzględniając w tym strat związanych z wyciekami do rzeki Raby. Likwidacja kopalni trwała 20 lat – zakończono ją w 2008 r.⁴³

Prace poszukiwawcze na wschód od Moszczenicy rozpoczęto w latach 1942-44. Wówczas z inicjatywy J. Poborskiego wykonano odwiert *Łapczyca Ł-1*, którym stwierdzono przedłużenie serii ewaporatów złoża bocheńskiego na zachód⁴⁴.

Obecność soli kamiennej w złożu „Siedlec – Moszczenica” została stwierdzona wierceniami w poszukiwaniu struktur naftowych w latach 1946–55. Wyniki dalszych prac kontynuowanych do 1966 r. pozwoliły sporządzić dokumentację geologiczną w kat. C2 i ustalić zasoby bilansowe na ok. 100 mln ton soli kamiennej plus ok. 30 mln w filarach ochronnych otworów i drogi krajowej 94⁴⁵. W trakcie badań stwierdzono zwężenie się strefy złożowej w kierunku Łapczycy. Skutkowało to ustaleniem granicy wschodniej w pewnym przesunięciu na zachód. W tej części złoża jest ograniczone filarem złoża bocheńskiego. Od zachodu ogranicza złoża filar bezpieczeństwa rzeki Raby. Szerokość złoża zmienia się od 0,25 do ok. 1 km oraz rozciąga równoleżnikowo 6 km; powierzchnia wynosi ok. 1,5 km². Seria solna zmiennej miąższości występuje na głębokości od 25 do 490 m⁴⁶.

W przeciwieństwie do złoża „Łęzkowice” kompleks solny jest tu bardziej rozczłonkowany i rozciągnięty w linii południków. „Podatne na plastyczne odkształcenia warstwy solne występują w postaci nieregularnych wąskopromiennych

⁴⁰ A. Garlicki: *Łęzkowice, budowa złoża ...*, s. 99.

⁴¹ A. Garlicki, S. Kaczmarczyk, H. Lamparski, J. Wiewiórka: *Geologiczno-górnice warunki ...*, s. 134.

⁴² M. Chandij, A. Garlicki, W. Grabski, A. Szybist: *Charakterystyka przemysłu...*, s. 56.

⁴³ A. Garlicki: *Łęzkowice, budowa złoża...*, s. 99.

⁴⁴ A. Garlicki: *Złoże soli kamiennej Moszczenica-Łapczyca na zachód od Bochni*, „Kwartalnik Geologiczny”, t. 14, nr 2, Warszawa 1970, s. 351.

⁴⁵ Tamże, s. 358.

⁴⁶ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 808.

fałdów o dużych amplitudach. Najczęściej są to fałdy obalone, rzadziej leżące, w których warstwy soli uległy tektonicznemu wzbogaceniu⁴⁷.

Wobec nieuchronnego wyczerpywania się złóż w Wieliczce i Bochni opracowano w 1967 r. wstępny projekt nowej kopalni na złożu „Siedlec – Moszczenica”. Podstawą dalszych działań była kolejna dokumentacja w kat C1 + C2 z 1975 r.⁴⁸

Złoże udostępniono dwoma odległymi od siebie o ok. 2 km szybami górniczymi: *Siedlec* (zglębiony 1975/78, głębokość 480 m; zjazdowy, wdechowy) i *Moszczenica* (zglębiany od 1978 r., wydechowy). Zakładano uruchomienie sześciu poziomów kopalnianych, eksploatację na mokro oraz na niewielką skalę soli kamiennej. Ostatnie dokumentację złoża w kat. B + C1 + C2 wykonano w latach 1988–94.

Kopalnię uruchomiono w 1989 r. a już w 1991 r. postawiono w stan likwidacji przy stanie zasobów ok. 187 mln ton. W krótkim okresie aktywności produkcyjnej zdołano jedynie uruchomić wydobycie soli kamiennej z dwu najniższych poziomów⁴⁹. Obecnie są po kopalni tylko śladowe resztki (szyby zasypano i zabetonowano). O likwidacji kopalni zadecydowały względy ekonomiczne. Czy jednak wzięto pod uwagę wszystkie okoliczności? Decyzja o tak radykalnej likwidacji wzbudzała pewne wątpliwości⁵⁰.

Złoże „Wojnicz”

Złoże występuje w równoleżnikowym pasie nasunięć fliszu na utwory miocenu solonośnego. W niewielkiej odległości na N od Wojnicza presja utworów karpackich z kierunku południowego nadała złożu solnemu podobną formę jak na odcinku Łęzkowice–Moszczenica. Istotne różnice dotyczą daleko bardziej nasuniętego w kierunku północnym solnego kompleksu allochtonicznego na część autochtoniczną, oraz bliskiej pozycji względem stropu jurajsko–kredowego podłoża. Kompresja spowodowała „wkomponowanie” allochtonu solnego w detrytyczne utwory miocenu, sfałdowanie i tektoniczne wzbogacenie. Serię solną „tworzy zespół stromo ułożonych fałdów i łusek wzajemnie na siebie ponasuwanych”. Złoże

⁴⁷ K. Cyran: *Tektonika miocenskich ...*, s. 36.

⁴⁸ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli...*, s. 800.

⁴⁹ Informację uzyskano dzięki uprzejmości Pana mgr inż. J. Charkota (Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka).

⁵⁰ „*Interpelacja nr 66...*”, <http://orka2.sejm.gov.pl/IZ3.nsf/main/460453A8>, 24.05.2016.

rozpoznawano otworami wiertniczymi w latach 1963–73. Pozwoliło to w 1976 r. opracować dokumentację w kat. C2⁵¹.

Sól kamienna zalega na głębokości od 1000 do 1600 m i ciągnie się pasem szerokości do ok. 2,5 km na długości 5 km między Sierakowicami na zachodzie a Zgłobicami na wschodzie. Miąższość osadów solnych wykazuje zmienność w przedziale kilkudziesięciu metrów (max 100 m). Ogółem złoża zajmuje powierzchnię ok. 12,5 km² ⁵². Średnia zawartość NaCl wynosi 95,3 %, a zasoby szacuje się na 3 mld ton soli⁵³ (bilansowe 2,08 mld ton)⁵⁴.

Z uwagi na znaczną głębokość zalegania, brano pod uwagę tylko możliwość eksploatacji otworowej przez ługowanie.

Tuchów

Źródła historyczne podają, iż w zachodniej części Tuchowa istniał w XIV w. szyb solny. Szyb ten prawdopodobnie eksploatował mioceniński płat soli leżący na fliszu jednostki śląskiej, natomiast brak późniejszej eksploatacji świadczy o jego ograniczonym zasięgu⁵⁵. Krótkotrwała obecność cennej soli w gospodarce Tuchowa prawdopodobnie zdecydowała o nadaniu mu praw miejskich przez Kazimierza Wielkiego.

MIEJSCA PRODUKCJI SOLI WARZONEJ Z POZYSKIWANYCH SOLANEK I SŁONYCH WÓD

Dębieńsko

Zakład Odsalania Dębieńsko w Czerwionce–Leszczynach działa od 1975 r.⁵⁶ Surowcem warzelniczym są wody kopalniane odprowadzane z kopalń „Dębieńsko” i „Budryk”. Pochodzenie tych wód może obejmować szerokie spektrum źró-

⁵¹ A. Garlicki, A. Szybist: *Substancja organiczna osadów miocenu w nadkładzie złoża solnego Wojnicz koło Tarnowa*, „Geologia”, t. 27, AGH 2001, s. 346.

⁵² Tamże, s. 346.

⁵³ M. Chandij, A. Garlicki, W. Grabski, A. Szybist: *Charakterystyka przemysłu ...*, s. 57.

⁵⁴ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 800.

⁵⁵ S. Połtowicz: *Miocen strefy karpackiej między Wieliczką a Dębicą*, „Kwartalnik AGH, Geologia”, 17, 1991, s. 19-57.

⁵⁶ *Raport przemysłowy z działalności Zakładu Odsalania „Dębieńsko” Sp. z o. o. „Gospodarka surowcami mineralnymi”*, T. 24, z. 3/2, Kraków 2008, s. 343.

deł, od wód sprowadzanych do kopalń w procesie technologicznym, po wody z różnowiekowych formacji geologicznych. W przypadku wymienionych kopalń głównym czynnikiem wpływającym na zasolenie wód jest ich kontakt z miocen-skimi ewaporatami. Nie można również pominąć paleoinfiltracyjnych solanek karbońskich.

Zakład Dębieńsko jest efektywnym producentem (ok. 70–80 tys. ton/rok) wysokojakościowej soli spożywczej i przemysłowej, uzyskiwanej wg technologii amerykańsko-szwedzkiej wykorzystującej procesy odwróconej osmozy i sprężania par⁵⁷.

Warte podkreślenia są dwie okoliczności. Pierwsza, iż zakład w Dębieńsku jest jedynym tego rodzaju obiektem w Europie; druga, to efektywne połączenie pozytywnych skutków ekologicznych z produkcyjnymi⁵⁸.

Łapczyca – zakład SALCO

W Łapczycy, podobnie jak i w wielu miejscowościach okolic Wieliczki i Bochni do XIII w. działały warzelnie polowe produkujące sól z solanek pozyskiwanych ze źródeł i studni⁵⁹. Ta działalność gospodarcza została potwierdzona wynikami badań archeologicznych. Produkcję soli warzonej na tym terenie, sięgającą początkami środkowego neolitu⁶⁰, można ująć w osobny poprzedzający rozwój górnictwa, etap aktywności gospodarczej. Cały region stanowił przez długi okres swoiste zagłębie warzelnicze⁶¹.

Współcześnie obecność solanki w Łapczycy stwierdzono odwiertami w trakcie poszukiwań złóż nafty w latach 50. XX w. Kolejnymi wierceniami w latach 1955–62 dotarto do solanki na głębokości od 1060 do 1130 m. W 1967 r. opracowano projekt badań hydrogeologicznych dla udokumentowania solanek jodobro-

⁵⁷ K. Berezowski: *Ciekawostki: smaczna sól z... Dębieńska*, <http://www.nettg.pl/news/107712/ciekawostki-smaczna-sol-z-debienska>, 28.06.2016.

⁵⁸ A. Magdziorz, R. Lach: *Analiza możliwości ograniczenia zasolenia Bierawki i Odry przez wody kopalniane*, „Prace Naukowe GIG Górnictwo i Środowisko”, t. 2, Katowice 2002, s. 69–88.

⁵⁹ J. Jasnos: *Występowanie wód mineralnych, swoistych, leczniczych, termalnych oraz solanek na obszarze zapadliska przedkarpackiego i północnej części Karpat Zewnętrznych*, „Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój”, nr 1-2, AGH 2011, s. 355–6.

⁶⁰ A. Jodłowski: *Problemy eksploatacji soli w okolicach Krakowa w starożytności i we wczesnym Średniowieczu*, „Archeologia Polski”, t. XIV, z. 1, Wrocław 1969.

⁶¹ Tamże, s. 146.

mowych w kat. A. Odwiertem rdzeniowym (otwór Ł-3) zlokalizowano obecność solanki „poniżej poziomu ewaporatów chlorkowych lub siarczanowych, tj. w warstwach skawińskich” do głębokości 1104 m⁶². „Wody związane są z poziomami piaskowcowo-łupkowymi neogenu”⁶³.

Wspomniany otwór Ł-3 eksploatowany był od 1973 r. Początkowo w stworzonym w Łąpczycy ośrodku badawczym odzyskiwano niewielkie ilości jodu metalicznego i bromowodór. Nie powstał jednak większy zakład przemysłowy, a w solankę stąd pochodzącą zaczęto również zaopatrywać warzelnię przy szybie *Campi* w Bochni, gdzie uzyskiwano „jodowo-bromową bocheńską naturalną sól do kąpieli i inhalacji”⁶⁴.

Zamknięcie bocheńskiej warzelni w 1994 r. zbiegło się z uruchomieniem w Łąpczycy zakładu warzelniczego SALCO, który już od ponad trzydziestu lat korzysta z solanek wydobywanych dwoma otworami; w jednym za pomocą żurawia pompowego, w drugim jest samoczynny wypływ i ujęcie gazu ziemnego, którym ogrzewa się panwie. Wody są 16,5 % solankami typu Cl-Na-Ca-Mg z jodem i bromem. Zasoby eksploatacyjne wynoszą ok. 6,2 m³/h⁶⁵. W technologii wywarzania panwiowego uzyskuje się znany na rynku produkt: Bocheńską Leczniczą Sól Jodowo-Bromową („Kolasol”, „Bocheńska”, „Floris” i inne). Roczna produkcja waha się w granicach 600 ton.

Okresowo z warzelni korzysta Uzdrowisko Rabka wywarzając tu sól ze swoich solanek⁶⁶.

Iwonicz Zdrój

Już w XVI wieku wykorzystywano wody z tutejszych źródeł do celów leczniczych. Dalsza historia miejscowości jest stopniowym dochodzeniem do funkcji renomowanego uzdrowiska. Od drugiej połowy XIX w., obok wód mineralnych zaczęto wykorzystywać również sól.

⁶² A. Garlicki, L. Turek-Rajchel: *Solanki rejonu Łąpczyca-Gdów i perspektywy ich wykorzystania*, „Polskie Uzdrowiska” z. 7, Warszawa 1975, s. 171-172.

⁶³ J. Jasnos: *Występowanie wód ...*, s. 355-6.

⁶⁴ L. Turek, A. Garlicki: *Solanki rejonu Łąpczyca-Gdów i perspektywy ich dalszego wykorzystania*, „Wody mineralne makroregionu południowego i perspektywy ich wykorzystania”, Kraków 1974, s. 10-11.

⁶⁵ J. Jasnos: *Występowanie wód ...*, s. 355-356.

⁶⁶ Informacje uzyskano dzięki uprzejmości Pana mgr inż. T. Berezowskiego (SALCO).

Surowiec do produkcji soli w wybudowanej w 1867 r. warzelni, pozyskiwano ze źródeł (m.in. z historycznego źródła „Bełkotka”). Pod koniec XIX w. w okolicach Iwonicza rozpoczęto eksploatację złóż ropy naftowej. Po zakończeniu eksploatacji ropy i gazu (dla złoża Iwonicz-Zdrój ostatecznie nastąpi to w 2017 r.) część otworów wykorzystuje się do ujęcia wód mineralnych. Liczne odwierty pozwoliły również rozpoznać budowę geologiczną.

Retencja wód związana jest ze specyfiką tej budowy w obrębie utworów fli-szu karpackiego. „Kluczowe znaczenie ma uformowanie w antyklinę wielowarstwowego, pod względem parametrów filtracyjnych, podłoża skalnego (fałd Iwonicza-Zdroju-Rudawki Rymanowskiej). Struktura ta jest w znacznym stopniu odizolowana od otoczenia, a wody w obrębie skał wodonośnych budujących antyklinę – czterech serii piaskowców ciężkowickich, przemieszczają się bardzo wolno w kierunku granic struktury”. Wody mają charakter reliktowy diagenetyczny i dehydratacyjny⁶⁷.

Działająca w pobliskiej Lubatówce warzelnia panwiowa założona w latach 1956-57 (od 1976 r. nowy zakład) pozyskuje solanki chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowo-jodowo-bromowe z odwiertów Lubatówka 12 (ok. 1000 m) i Lubatówka 14. Produktem jest znana od lat jodowo-bromowa sól lecznicza „Iwoniczanka” uzyskiwana w wywarzaniu panwiowym z wykorzystaniem gazu ziemnego (odwierty w Klimkówce)⁶⁸.

Rabka

Niektóre opracowania wskazują na obecność warzelni w Rabce już w XIII w. Surowiec czerpano z pewnością ze słonych źródeł, z których część wody przenikała do rzeczki od niepamiętnych czasów nazywanej „Słonką”⁶⁹. Więcej informacji na temat kontynuacji, bądź ponownego uruchomienia warzelnictwa pochodzi z XVI w. Aktywne źródła słonej wody, z których zapewne czerpano surowiec warzelniczy, wyznaczyły wówczas miejsca drążonych później szybów.

⁶⁷ L. Rajchel, M. Czop, J. Motyka, J. Rajchel: *Skład chemiczny wód mineralnych i leczniczych rejonu Iwonicza i Rymanowa*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego”, Warszawa 2011.

⁶⁸ Z. Gierlach: *Ropa w Klimkówce, Nasz Gminny Kuwejt*, <http://naszrymanow1.award-space.com/nr12/page8.html>, 26.07.2016.

⁶⁹ L. Rajchel: *Występowanie i wykorzystanie wód chlorkowych Rabki-Zdroju*, „Geologia”, t. 35, z. 2/1, Kraków 2009, s. 276.

Liczono na znalezienie soli kamiennej. Zakończyło się to ostatecznie niepowodzeniem już po uruchomieniu w 1569 r. warzelni panwiowej. Surowiec można było pozyskiwać dzięki znacznym dopływom słonej wody do wybudowanej studni. Pracą warzelni zarządzała spółka, w której jednym z udziałowców był bachmistrz wielicki Florian Morsztyn. Uchwalone w 1576 r. *pacta conventa* prawdopodobnie przyczyniły się do zaniechania produkcji warzelniczej w Rabce. Nowe prawo umożliwiło przejęcie warzelni i studni przez właścicielkę gruntów (Anna Jordan), na którym się znajdowały, a ta prawdopodobnie nie była zainteresowana dalszą produkcją soli⁷⁰.

Krótko po pierwszym rozbiórce badano jeszcze możliwość wznowienia produkcji soli warzonej w Rabce. Sytuację rozpoznawał geometra wielicki Antoni Friedhuber w 1775 r. na polecenie administratora kopalń w Wieliczce i Bochni, Aleksandra Heitera von Schonweth⁷¹. Efektem była jednak decyzja władz austriackich o zasypaniu szybów aby pozyskiwana słona woda nie stanowiła konkurencji dla soli wielickiej i bocheńskiej. Dalsza historia Rabki, od 1861 r. już jako uzdrowiska, związana jest z eksploatacją mineralnych wód chlorkowo-sodowo-jodowych z wykorzystaniem odwiertów. Z tych solanek okresowo wywarza się w zakładzie SALCO w Łapczycy „Rabczańską Sól Jodowo-Bromową”. Obecnie funkcjonuje dziewięć ujęć wody oraz niewielka tężnia.

Wody Rabki powstały w wyniku dehydratacji minerałów ilastych w procesach diagenety lub metamorfizmu oraz dopływu wód infiltrujących. Występują w utworach fliszu w obrębie płaszczowiny magurskiej⁷².

Busko Zdrój

W 1252 r. miejscowość otrzymała od Bolesława Wstydlivego immunitet skarbowy, w którym zezwolono klasztorowi norbertanek na eksploatację solanki. Nie wiadomo jednak, czy miało to jakiś związek z wywarzaniem soli⁷³.

Produkcja soli warzonej w Busku stanowi późniejszy, krótki epizod w długiej historii wykorzystywania tamtejszych wód mineralnych. Po pierwszym rozbiórce

⁷⁰ K. Kowalczyk, M. Rapta, G. Moskal, J. Szłaga: *Rabka Juliana Zubrzyckiego, Historia Rabki*, 2012, s. 21.

⁷¹ T. Zawadzki: *Poszukiwania soli kamiennej w Galicji w latach 1772-1786*, SDMŻ, t. VII, 1978, s. 153-165.

⁷² L. Rajchel: *Występowanie i wykorzystanie ...*, s. 274-275.

⁷³ *Historia miasta*, <http://www.busko-zdroj.com/index2.html>, 11.08.2016.

Polski, utrata kopalń wielickiej i bocheńskiej zmusiła władze Królestwa do zapewnienia własnego źródła pozyskiwania soli. W 1776 r. wywarzaniem soli zajmował się ks. Franciszek Ossowski, czerpiąc solankę z wykonanych specjalnie szybów (studzien). W 1783 r. w Busku z inicjatywy Stanisława Staszica powołano Kompanię Solną. Warzelnia, którą uruchomiono posiadała dwa kotły (panwie) i korzystała z dostępnych źródeł solankowych. Dwie tężnie (ok. 2 x 90 m długości) dostarczały odpowiednio stężoną solankę. Zakład był czynny do 1795 r., czyli do momentu zajęcia tych terenów przez Austriaków.

Uzyskiwana sól miała gorzkawy posmak ze względu na zawartość związków siarki. Wywarzano ją z solanek tzw. „płytkiego systemu” związanego z marglami i piaskowcami kredy. „Zbierane” stąd wody infiltrowały poprzez osady facji siarczanych i chlorkowych miocénskiego basenu sedymentacyjnego⁷⁴. Ogółem uzyskano ok. 259 ton soli⁷⁵.

Dalsza historia tego miejsca związana jest już tylko z wykorzystaniem wód solankowych do celów leczniczych.

Dębowiec i Zabłocie

Wiercenia w Dębowcu rozpoczęto w 1907 r. w celu poszukiwania złóż węgla kamiennego i ród żelaza. Skoncentrowano się wówczas na większych głębokościach, obejmujących utwory karbonu produktywnego. Zlokalizowane przy tej okazji w płytszych (ok. 500 m) piaskowcach miocénskich solanki, okazały się niezwykle zasobne w jod i brom; pierwsze analizy ich składu wykonano w 1912 r. Odwierty wykonane w latach 1947-53 udostępniły kolejne złoża gazu i solanek jodobromowych oraz umożliwiły eksploatację tych kopalni na większą skalę⁷⁶.

W latach 50. na bazie tutejszych solanek działała eksperymentalna wytwórnia jodu. W jej miejsce w 1963 r. uruchomiono warzelnię panwiovą. Obecnie wykorzystuje ona dwa odwierty wyposażone w żurawie pompowe („kiwony”), korzystając z energii pochodzącej z lokalnych ujęć gazu ziemnego. Czerpana jest woda typu Cl-Na z jodem, żelazem i bromem o stężeniu do ok. 3,6 %. Zasoby eksploatacyjne

⁷⁴ J. Jasnos: *Występowanie wód ...*, s. 353.

⁷⁵ *Historia uzdrowiska*, http://www.busko-zdroj.com/uzdrowisko/uzdr_main.html, 05.02.2000.

⁷⁶ J. Stemulak: *Wgłębna budowa geologiczna obszaru między rzekami Olzą i Białą*, „Kwartalnik Geologiczny”, vol. 2, nr 4, Warszawa 1958.

szacuje się na $5,7 \text{ m}^3/\text{h}$ ⁷⁷. Produktem wywarzania jest lecznicza sól „Zabłocka”. Od niedawna działa w Dębowcu niewielka tężnia solankowa.

Solanki w Zabłociu, podobnie jak w Dębowcu, odkryli wierceniami Austriacy, nieco wcześniej, bo już w 1892 r. podczas poszukiwań węgla i ropy. W lokalnych czasopismach odnotowano wykonywanie odwiertu (później nazwanego „Korona”), który musiano zakończyć na głębokości 671 m w utworach miocenu morskiego (piaskowce). Przyczyną był wypływ dużych ilości wody oraz erupcja gazu. Ówczesne analizy wykazały rekordową zawartość jodu w wypływającej solance (ponad 130 mg/litr).

Prawdopodobnie już w 1896 r. działała warzelnia produkująca „Zabłocką sól jodową z koroną”. Dokładnie nie wiadomo kiedy wygasła produkcja zakładu, ale wykonany w 1949 r. kolejny odwiert („Tadeusz”) udostępnił z tej samej formacji miocenińskiej (ok. 550 m głębokości) solankę o jeszcze wyższym stężeniu jodu (144 mg/l). Wybudowana wówczas doświadczalna warzelnia przez pewien czas produkowała sól jodowo-bromową w technologii próżniowej⁷⁸. Zarzucone z końcem lat 80. odwierty obecnie są zagospodarowywane przez prywatnych właścicieli, którzy wznowili wydobywanie solanki oraz zamierzają uruchomić produkcję soli jodowo-bromowej⁷⁹.

Sołonka

Obecne w tej miejscowości od niepamiętnych czasów źródło solankowe w różnych okresach dostarczało surowiec do działających na miejscu warzelnii. Z pewnością było tak również, gdy czyniono to na większą skalę w XVI i XVII w. Wykonano wówczas (1596 r.) w miejscu naturalnych wypływów słonej wody, studnię o głębokości 26 m, ocembrowaną drewnem sosnowym. Elementy wyposażenia studni zachowały się w tamtejszym Muzeum Regionalnym (jedyne takie obiekty na Podkarpaciu). Kilkanaście lat temu zaniedbane źródło uruchomiono ponownie⁸⁰.

⁷⁷ J. Jasnos: *Występowanie wód ...*, s. 357.

⁷⁸ J. Papierkowski: *Zabłocka sól jodowo-bromowa*, „Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich”, Warszawa 1959, s. 12.

⁷⁹ *Solanka Zabłocka*, <http://www.solanka.pl/o-firmie>, 21.07.2016.

⁸⁰ G. Patruś: *Rys dziejów osady i wsi Sołonki*, <http://www.solanka.itl.pl/index.php/rys/83-rys-dziejow>, 21.07.2016.

Tutejsze wody solankowe należy wiązać z formacją osadów miocénskich skupiających je wzdłuż Pogórza Karpackiego w pasie solanek sanocko-przemyskich.

Miejscowość ma obecnie charakter rekreacyjny. Wybudowano niewielką tężnię oraz kaskadę solankową. Źródło dostarcza solankę jodkowo bromkową⁸¹.

Sól (Beskid Żywiecki)

Mała miejscowość, w której z naturalnych źródeł czerpano solankę zapewne od bardzo dawna. W XVII w. w niszy tamtejszego źródła wybito szyb do głębokości 14,5 m, który ocembrowano. Usprawniono w ten sposób czerpanie solanki dla uruchomionej warzelni panwiowej. Jednak produkcja warzelnicza została przerwana po kilku zaledwie latach (1671 r.), ponieważ wywarzana sól „czerwieniała”. Jak później ustalono, przyczyną były związki żelaza. Prawie przez cały okres zabórów źródła były zasypane, aby solanka nie stanowiła konkurencji dla soli wielickiej i bocheńskiej. Było to konsekwencją podobnej jak w przypadku Rabki, decyzji zarządcy salin wielickich Aleksandra Heitera, który jednak przed jej podjęciem zdecydował o poszukiwaniu soli kilkoma szybami. Bez powodzenia⁸². Źródła („Warzelniane” i „Ślanica”) odkopano i „uruchomiono” z początkiem XX w. W latach 1947–53 na terenie Soli wykonano 5 odwiertów (od 193 do 1704 m) w celu poszukiwania złóż ropy. Efektem było jedynie dotarcie do kolejnych solanek i gazu ziemnego. Obecnie oba wymienione źródła są aktywne i wykorzystywane przez lokalnych mieszkańców.

Do produkcji soli warzonej jednak nie powrócono⁸³.

PODSUMOWANIE – MIOCEN I FLISZ PODKARPACIA

Jeszcze do końca lat 80. zeszłego stulecia można mówić o istnieniu czynnego zagłębia solnego pomiędzy Wieliczką i Bochnią. Jednakże warunki ekonomiczne oraz konkurencja soli cechsztyńskiej powodowały stopniowe „wykruszanie” się kolejnych zakładów z historycznego obszaru górnictwa solnego. Dość harmonijnie następowało to w przypadku kopalń w Wieliczce i Bochni. Obie kopalnie już

⁸¹ J. Kwiatkowski: *Mały Ciechocinek w podkarpackiej Solonce*, http://www.biznesistyl.pl/lifestyle/podroze/1251_maly-ciechocinek-w-podkarpackiej-solonce.html, 28.06.2016.

⁸² T. Zawadzki: *Poszukiwania soli ...*, s. 153-165.

⁸³ L. Rajchel: *Pozostałości górnictwa solnego w Beskidzie Żywieckim*, „WUG: bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie”, t. 4, Katowice 2007, s. 55-56.

dużo wcześniej antycypowały w działalności, która obecnie stanowi ich podstawową funkcję. Zbiorowe zwiedzanie kopalni w Wieliczce przybrało zorganizowane formy niebawem po jej przejściu przez Austrię w 1772 r. Również nie małe zainteresowanie wzbudzała jej „starsza siostra” kopalnia w Bochni. Obecnie oba zakłady pełnią funkcje turystyczno–rekreacyjno–uzdrowiskowe, a wiedza historyczna o nich jest pogłębiania i propagowana przez swoisty ośrodek „badawczo–rozwojowy” jakim jest Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka. Rangę obu obiektów podnosi obecność na liście Światowego Dziedzictwa UNESCO.

Do historii przeszły także bardziej współczesne zakłady kopalniane w Baryczy, Łęzkowicach oraz w Siedlcu–Moszczenicy. Z nimi łączyły się próby zagospodarowywania miocenijskich złóż solnych w okresie wygaszania aktywności starych średniowiecznych kopalń. Jedne z ostatnich dokumentowanych złóż miocenijskiej soli, to „Rybnik–Żory – Orzesze” oraz „Wojnicz”.

Czy w najbliższej przyszłości będą miały okazję przejść do historii jako miejsca eksploatacji? Raczej należy wątpić.

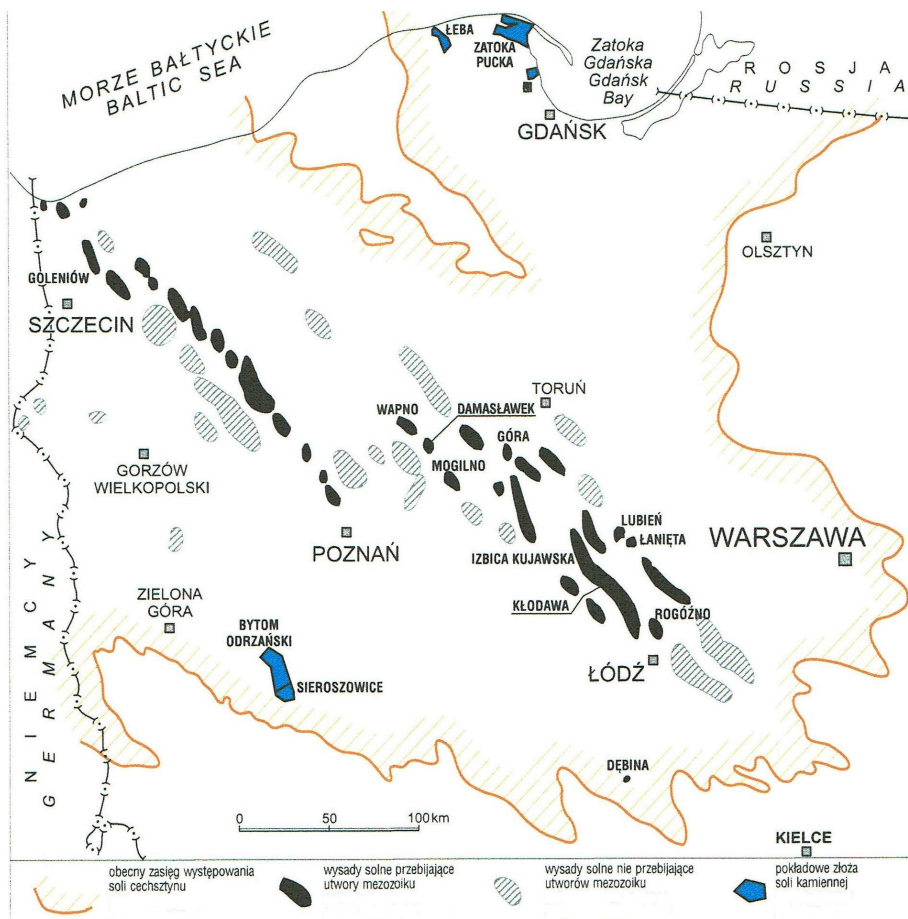
Patrząc z perspektywy historyczno–gospodarczej, cały obszar występowania soli miocenijskich oraz solanek związanych z formacjami fliszowymi (struktury gazo i roponośne) można traktować jako zabytek. Bowiem w wielu również nie przytoczonych powyżej miejscach z pewnością wywarzano sól w przeszłości, korzystając ze słonych wód źródłanych lub czerpiąc ją ze studni. Natomiast obecność soli kamiennych w pasie fałdowania miocenijskich ewaporatów u czoła fliszu karpackiego zbadano, poczynając od średniowiecznej praktyki górniczej aż po niezliczone opracowania współczesne, tak dokładnie, iż uprawnionym staje się stwierdzenie o istnieniu spójnego pod względem przyrodniczym (geologicznym) i górniczym obszaru o zamkniętej już historii eksploatacji tej kopaliny.

ZŁOŻA SOLI WIEKU PERMSKIEGO

Cechsztyńskie złoża pokładowe

Rejon wyniesienia Łeby

„Od 1963 roku prowadzono poszukiwania złóż soli między Łebą a Krynica Morską. Przyniosły one rozpoznanie i udokumentowanie w utworach cyklotemu PZ1 (werra) czterech złóż soli potasowo–magnezowych (polihalitowych): Chła-



Fot. 4. Rozmieszczenie ważniejszych wysadowych struktur solnych i pokładowych złóż soli kamiennej w Polsce (wg P. H. Karnkowskiego i G. Czapowskiego, 2007)

powo i Mieroszyno (1967), Swarzewo (1971) oraz Zdrada (1972), a także trzy złoża soli kamiennej: Mechelinki (1975), Zatoka Pucka (1978) i Łeba (1980). Serię złożową stanowi tu najstarsza sól kamienna (Na1), która na obszarze wyniesienia Łeby występuje regularnie, zajmując nieprzerwanie obszar 1500 km², od głębokości 500 do 2000 m. Miąższość pokładu soli wynosi 30-225 m i nachyla się pod kątem 10-15° ku osi syneklizy perybałtyckiej⁸⁴. Złoża soli kamiennej „Mechelinki” i „Zatoka Pucka” rozpoznano w kat. C1 (szczegółowo) odpowiednio

⁸⁴ Państwowy Instytut Geologiczny, *Wyniesienie Łeby*, <http://surowcechemiczne.pgi.gov.pl/Wyniesienie%20Łeby.htm>, 04.07.2016.

na powierzchni 9 i 101 km² oraz złoża Łeba w kat. C2 (wstępnie) na powierzchni 50 km² ⁸⁵.

Deficytowe w polskim przemyśle chemicznym sole siarczanowe potasowo-magnezowe w wymienionych złożach Chłapowa, Mieroszyna, Swarzewa i Zdrady reprezentowane są przez polihalit. Rozpoznanie wierceniami pozwoliło ustalić, iż występuje on w formie nieregularnych wkładek i przewarstwień o zmiennym zagęszczeniu, jako dwie odmiany genetyczne: polihalit czystszy o genezie infiltracyjnej, wczesnodiagenetycznej, wynikającej z zastępowania pierwotnego siarczanu wapnia przez polihalit oraz tzw. anhydrytyczny, uboższy w K₂O⁸⁶. Średnie miąższości przewarstwień są bardzo zmienne i w wymienionych złożach wahają się od ok. 3 do 37 m. Głębokości zalegania od ok. 740 do 860 m⁸⁷. Złoża udokumentowano w kategorii C2 ustalając łączne zasoby na 597,03 mln ton⁸⁸.

Ewentualna eksploatacja soli kamiennych tych złóż łączy się pomysłem zagospodarowania podziemnych pustek na zbiorniki ciekłych i gazowych węglowodorów. Projekt ten zaczęto realizować na złożu „Mechelinki” (2009 r.) skąd wyługoowano 595 tys. ton solanki (2012 r.) następnie zrzuconej do Zatoki Puckiej.

Na całym obszarze Wyniesienia Łeby na etapach poszukiwawczym, badawczym i dokumentacyjnym wykonano ponad 100 odwiertów⁸⁹.

Złoża soli „Sieroszowice-Kaźmierzów”, „Bytom Odrzański”

Odkrycie pokładów soli na terenach późniejszego Legnicko Głogowskiego Okręgu Miedziowego wiąże się z poszukiwaniami złóż miedzi. Wiercenia poszukiwawcze prowadzono od 1952 r. W 1957 r. otworem Sieroszowice IG-1 odkryto warstwy okruszcowane miedzią. Wcześniej musiano jednak „przebić” się przez nadległe cechsztyńskie ewaporaty. Dalsza historia eksploatacji soli kamiennych ma już związek z rozbudową systemu wentylacji kopalni na złożu Sieroszowice. Chodnik wentylacyjny drążono w solach kamiennych ponad złożem miedzi. Ponadto okazało się, że taniej jest rozwijać system transportowy dla zalegających

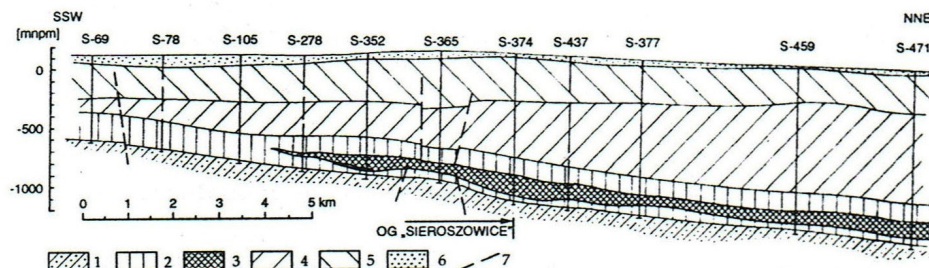
⁸⁵ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli...*, s. 802.

⁸⁶ Tamże, s. 800.

⁸⁷ Państwowy Instytut Geologiczny, *Wyniesienie...*

⁸⁸ A. Garlicki: *Złoża soli w Polsce i perspektywy ich wykorzystania*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego” nr 1809, Katowice 1999, s. 71.

⁸⁹ G. Czapowski, H. Tomassi-Morawiec, K. Bukowski: *Geochemiczna charakterystyka litofacji różnowiekowych soli kamiennych z obszaru Polski*, „Technika Poszukiwań Geologicznych”, nr 1, Kraków 2001, s. 21.



Fot. 5. Uproszczony przekrój geologiczny przez złożę soli kamiennej w rejonie Lubina (wg A. Garlickiego, 1996). 1 - czerwony spągowiec, 2 - formacja cechoszyńska, 3 - pokład soli kamiennej najstarszej (Na1), 5 - trzeciorzęd, 6 - czwartorzęd, 7 - dyslokacje uskoku

poniżej (pod kompleksem dolomitów) rud miedzi, drążąc chodniki w soli kamiennej⁹⁰. Pierwszy oddział solny powstał w 1992 r., gdy sól urabiano w trakcie robót górniczych (jeszcze bez koncesji). W efekcie doprowadziło to do uruchomienia eksploatacji soli kamiennej na złożu „Kaźmierzów” już w ramach koncesji, którą uzyskano w 1998 r.⁹¹ W latach 1990 i 2006 złożę udokumentowano w kat. C1 i B+C1 z szacunkową wielkością zasobów 2,9 mld ton. Pokłady soli zalegają na głębokościach od ok. 830 do 1270 m, a ich miąższości zmieniają się od kilku do ok. 200 m⁹².

Ze złoża Kaźmierzów wydzielono złożę soli kamiennej Bądzów udokumentowane w 2013 r. w kat. B+C1 z zasobami ok. 0,74 mld ton⁹³. Planowany okres eksploatacji wynosi 50 lat z docelową produkcją do 1 mln ton rocznie.⁹⁴

Ewaporaty cechoszyńskie w południowo-zachodniej Polsce obejmują rozległy obszar od okolic na zachód od Opola z kontynuacją poza zachodnią granicę państwa. W kierunku południowym graniczą z formacjami bloku przedsudeckiego. Strukturalnie utwory cechoszyńskie zalegają monoklinalnie zapadając w kierunku NNE. Sole występują powyżej łupków, margli i piaskowców miedzionosnych; obecne są na znacznie większym obszarze niż granice wyznaczone przez

⁹⁰ A. Maksymowicz: KGHM Polska Miedź czy KGHM Polska Sól, <http://www.nettg.pl/news/112276/kgbm-polska-sol-sa>, 04.07.2016.

⁹¹ KGHM Sól: KGHM Polska Miedź O/ZG Polkowice-Sieroszowice, <http://22m0hdzna-l4e.az.pl/kgbmsol.pl/kgbm-sol/kopalnia-soli-polkowice-sieroszowice/>, 06.07.2016.

⁹² G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 802.

⁹³ *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce*, Państwowa Służba Geologiczna, Warszawa 2015, s. 85.

⁹⁴ *Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach*, GN.6220.3.2013, Jerzmanowa 3013, s. 5.

udokumentowane złoża. Na przeważającej powierzchni LGOM ewaporaty zajmują ok. 50% profilu cechsztynu⁹⁵.

Największy kompleks reprezentowany jest przez sole najstarsze (Na1) z pierwszego cyklotemu cechsztyńskich ewaporatów PZ1. Młodsze ogniwa tego cyklotemu, to zalegające na mniejszym obszarze sole starsze, młodsze i najmłodsze (odpowiednio oznaczone: Na2, Na3, Na4). Oszacowano je na złożu „Bytom Odrzański”, na ok 49 mld ton wraz z solami najstarszymi (Na1). Zasoby tych ostatnich udokumentowane w kat. C1 wynoszą ok. 8,5 mld ton. W złożu tym miąższość kompleksu solnego zmienia się od 50 do 640 m (poszczególne pokłady sięgają do 350 m)⁹⁶.

Na całym obszarze udokumentowanych złóż soli w LGOM miąższości są znacznie zróżnicowane. Nierówności występują zwłaszcza w części spągowej – uskoki, wypiętrzenia i obniżenia utworów podścielających. W odniesieniu do całej miąższości serii solnej udział przerostów anhydrytowych i ilastych jest niewielki (zmienny w różnych częściach), co stanowi o czystości soli, głównie o budowie jawno-kryształicznej (grubokryształicznej, średniokryształicznej). Zawartość halitu wynosi średnio 98%⁹⁷. Wydobywana sól przeznaczona jest dla drogownictwa i przemysłu chemicznego.

CECHSZTYŃSKIE ZŁOŻA WYSADOWE

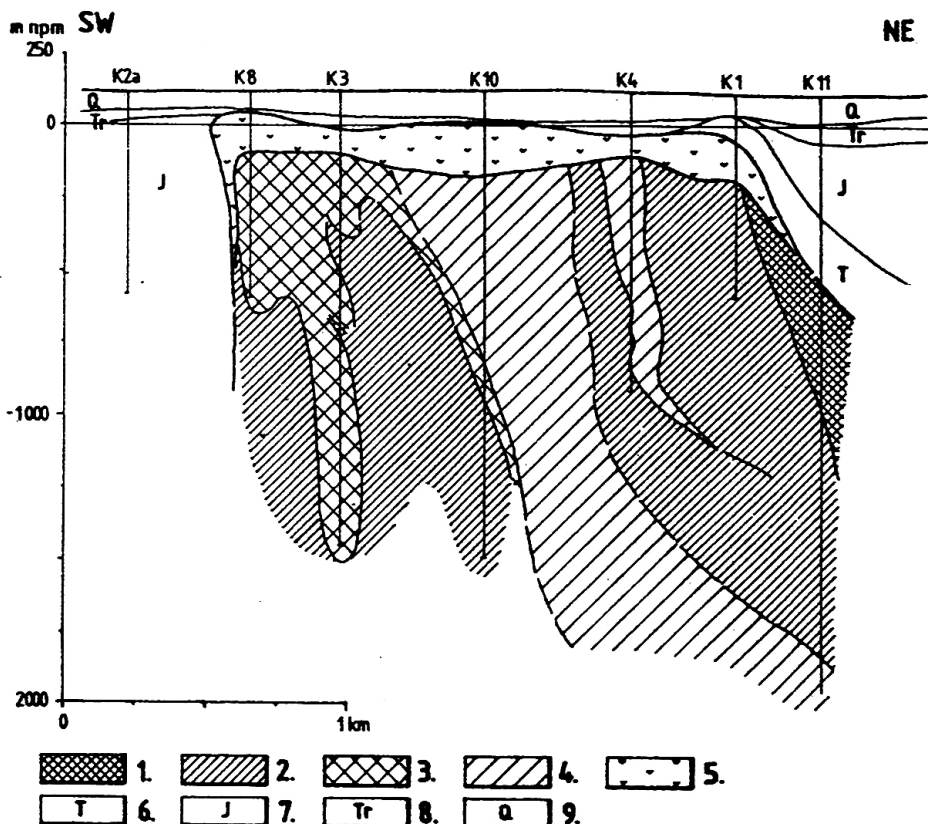
Kłodawa

Badaniami grawimetrycznymi stwierdzono obecność wysadu solnego już przed II wojną światową. W okresie okupacji wykonano pierwsze wiercenia. Badania grawimetryczne kontynuowano po 1946 r. oraz zaplanowano kolejne odwierty. Roboty prowadziło Państwowe Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych z nadzieją na odkrycie złóż ropy i gazu ziemnego. Otworem badawczym „Kłodawa 1”, którym dotarto do soli kamiennej na głębokości ok. 350 m, a w dalszej części na odcinku profilu od 564 do 682 m, stwierdzono także obecność soli potasowo-magnezowych.

⁹⁵ Aktywa górnicze KGHM Polska Miedź S.A. w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, Lubin-Głogów 2012, s. 19.

⁹⁶ Państwowy Instytut Geologiczny: *Monoklina Przedsudecka*, <http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/Monoklina%20Przedsudecka.htm>, 06.07.2016.

⁹⁷ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 802.



Fot. 6. Przekrój geologiczny wysadu solnego Kłodawa (wg J. Poborskiego).

1 - sole starsze, 2 - sole młodsze, 3 - sole młodsze z przewarstwieniami soli najmłodszych, 4 - sole najmłodsze, 5 - czapa gipsowa, 6 - trias, 7 - jura, 8 - trzeciorzęd, 9 - czwartorzęd

Wyniki prowadzonych prac pozwoliły nie tylko zlokalizować największy na Nizinie Polskiej wysad solny (26 km długości i 2 km szerokości); dawały także nadzieję na dokumentację złóż rzadszych odmian soli. Podjęta w październiku 1949 r. decyzja o budowie kopalni na złożu soli potasowo-magnezowych z czasem jednak musiała zostać zmieniona. Okazało się bowiem, już po zaawansowaniu robót górniczych, iż sole te (głównie karnalit) występują w formie ograniczonych skupień w brzeżnej, północno-wschodniej części wysadu. Ostatecznie w wyniku licznych zmian organizacyjnych podtrzymano decyzję o rozbudowie kopalni nastawionej jednak na eksploatację soli kamiennej. Jej właściwa produkcja rozpoczęła się wraz uruchomieniem młyna w 1956 r. oraz wprowadzeniem trans-

portu konnego (po przepracowanej zmianie konie wywożono na powierzchnię). W 1973 r. zrezygnowano z koni pod ziemią.

Eksploatację prowadzono w trudnych warunkach zagrożenia wodnego (dopływy z zewnątrz wysadu oraz ze zbiorników wewnątrz-złożowych), a jak się niebawem okazało, również wybuchami gazów⁹⁸.

W złożu wydzielono część północną, środkową i południową. Obszar złożowy zajmuje rozciągnięty w kierunku NW–SE wysad solny, znajdujący się w centralnej części wyniesionej struktury Izbica Kujawska–Łęczycza o długości ok. 60 km. Precyzyjniej rzecz ujmując, złożo znajduje się w miejscu, w którym doszło do przebiecia mezozoicznego nadkładu. „Czapa gipsowa o miąższości 170 m nakrywa zwierciadło solne zalegające na głębokości 100–350 m i otoczona jest wodonośnymi sedimentami trzecio- i czwartorzędowymi”⁹⁹. Eksploatowane są sole z młodszych cyklotemów: PZ2, PZ3, PZ4 z głębokości do 750 m (od 1992 r.). Są to odmiany soli od drobno- po grubokrystaliczne, barwy białej i różowej o zawartości halitu od 94 do 98%¹⁰⁰.

W latach 1953–89 złożo dokumentowano kolejno w kat. C2, B+C1, B+C1+C2, A+B+C1 oraz A+B+C1+C2¹⁰¹. Łączne zasoby bilansowe dla złoża „Kłodawa” wynoszą ok. 12 mld ton, natomiast dla eksploatowanego złoża centralnego ok. 0,9 mld ton oraz 72 mln ton soli potasowo-magnezowych dokumentowanych w latach 1953–62¹⁰².

Realizując pomysł sięgający 90. lat zeszłego wieku, uruchomiono w 2004 r. w czynnej kopalni kłodawskiej trasę turystyczną. Stanowi ona jedyne na obszarze Polski miejsce, w którym wysadowe złożo solne można obserwować od „środka”. Obok prezentacji technik górniczych, oryginalnej scenografii specyficznych wyrobisk, zwiedzający mają okazję zapoznać się z elementami budowy geologicznej na głębokości 600 m. Służą temu specjalnie przygotowane trasy i wytypowane stanowiska geologiczne z kartami informacyjnymi.

⁹⁸ J. Chwałek: *Kopalnia Soli „Kłodawa” Historyczny zarys warunków powstania kopalni oraz jej budowy i rozbudowy*, „Dzieje górnictwa-element europejskiego dziedzictwa kultury, 3”, Wrocław 2010, s. 65-66.

⁹⁹ M. Duliński, A. Garlicki, J. Grabczak, A. Zuber: *Badania izotopowe pochodzenia wód w kopalniach soli w Polsce*, „Krajowe Sympozjum Technika Jądrowa w Przemyśle...”, Kraków 1998, s. 143.

¹⁰⁰ G. Czapowski: *Kłodawa*, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Klodawa.htm, 08.07.2016.

¹⁰¹ M. Nieć: *Metodyka dokumentowania ...*, s. 10–12.

¹⁰² G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 802-806.

W 2007 r. Podziemna Trasa Turystyczna oraz wybrane stanowiska geologiczne zostały wpisane do Rejestru Zabytków, co uświetniono koncertem Filharmoników Kaliskich „na największej głębokości” („Cztery pory roku” A. Vivaldi; wpis do KR Guinnessa)¹⁰³.

Od tego wydarzenia koncerty są już w stałej ofercie kopalni. Na eksploatację soli kopalnia ma obecnie koncesję do 2019 r. Czynione są starania o przedłużenie do 2052 r. co łączy się z planami eksploatacji na głębokości 810 m. Mimo optymistycznych planów produkcyjnych należy się liczyć z tym, że z upływem lat kopalnia będzie się stawać obiektem historycznym przechodząc tą samą drogę, jaką mają już za sobą kopalnie małopolskie.

Inowrocław

Na obszarze występowania licznych wysadów solnych (Kujawy, Wielkopolska) produkowano sól warzoną już w czasach prehistorycznych (okres halszacki)¹⁰⁴. Z początków naszej ery (wpływy Cesarstwa Rzymskiego, I – V w.) pochodzi warzelnia soli odkryta na terenie osiedla Rąbin w Inowrocławiu¹⁰⁵. Była ona wyposażona w tężnię (!). Prawdopodobnie najstarszą spośród odkrytych konstrukcji tego rodzaju¹⁰⁶.

Dostępność solankowego surowca należy wiązać ze specyfiką budowy geologicznej. Czapy anhydrytowo-gipsowe wysadów solnych są efektem stopniowej eliminacji z ich górnej części rozpuszczalnych soli kamiennych (subrozja). Ponadto ich resztki przez długi okres czasu mogą być wyługowywane z kumulujących się warstw siarczanów. W powstałych pustkach mogą być osadzone trudniej rozpuszczalne iły (sufozja). Część wód jednak może zostać „uwięziona” w kavernach i szczelinach. Natomiast większość to wody infiltrujące w rejonie wysadów solnych i w różnych okolicznościach dostępne w źródłach lub studniach. Bada-

¹⁰³ P. Klimek: *W podziemiach słonego labiryntu*, <http://wdobrymkierunku.blog.pl/w-podziemiach-slonego-labiryntu/>, 19.01.2015.

¹⁰⁴ Z. Bukowski: *O możliwości wykorzystywania solanek w okresie halszackim na terenie Wielkopolski i Kujaw*, „Archeologia Polska”, t. 8, z. 2, Warszawa 1963.

¹⁰⁵ Muzeum Jana Kasprowicza: *Miasto na soli-historia i kultura Inowrocławia od pradziejów do 1939 roku. Kopalnia soli „Solno”*, „Informator Kulturalny Pomorza i Kujaw”, Bydgoszcz 2016.

¹⁰⁶ O. Żyromski: *Ślady tężni z okresu rzymskiego odkryto w Inowrocławiu*, <http://na-ukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,380160,slady-tezni-z-okresu-rzymskiego-odkryto-w-inowroclawiu.html>, 08.07.2016.

cze wyróżniają także wody „wstępujące”, które przemieszczając się ku powierzchni w sąsiedztwie wysadów mogą zasilać źródła w znacznych odległościach¹⁰⁷.

Przytaczając obecność osady w miejscu dzisiejszego Inowrocławia, wspomina się o średniowiecznej produkcji soli warzonej w XI–XII w.¹⁰⁸ Na terenie aktywnie „penetrowanym” przez wody gruntowe, w sąsiedztwie nie rozpoznanego jeszcze wysadu solnego, nie trudno było o surowiec. Był to trop, którym kierował się Aleksander von Humboldt, gdy z ramienia władz pruskich, pod koniec XVIII w. poszukiwał (bezsukcesyjnie) złóż soli w okolicach miasta¹⁰⁹. Wysad Inowrocławia „należy do rozległej struktury solnej Konary–Radziejów.

W przekroju poziomym ma zarys owalu wydłużonego w kierunku N-S o długości 2,5 km i szerokości 1 km”. Czapa łowo-gipsowa i łowa zalega pod niewielkim nadkładem w większości czwartorzędowym i ma grubość od 50 do 180 m¹¹⁰. Tak więc znajdujące się pod nią zwierciadło solne jest stosunkowo płytko. Wysad otaczają spękane utwory jurajskie; od wschodu wapienie, dolomity, margle, od zachodu piaski i piaskowce¹¹¹. Seria solna należy do cyklotemów PZ2, PZ3, PZ4. Charakterystyczne jest w budowie wewnętrznej wysadu przebijanie się masywniejszych, krystalicznych soli starszych poprzez młodsze zawierające przerosty ilitu i anhydrytu, współwystępujące z zubrem.

Występowanie soli stwierdzono odwiertami za wodą pitną w latach 1835–37. Skłoniło to do poszukiwań złoża solnego już w 1848 r.¹¹². Odwiert z 1869 r. zakończono w jurajskich piaskach na głęb. 41 m. Drugim, w innym miejscu, natrafiono na 1% solankę. Tak skromny wynik dał jednak okazję do otwarcia pierwszego pola górniczego *Soole*. Po kolejnych niepowodzeniach, w 1871 r. otworem o gł. 313,9 m dotarto do soli kamiennych „uruchamiając” po drodze znajdującą się pod ciśnieniem, pod czapą gipsową, solankę (12%). Nie zdawano sobie jeszcze sprawy jak obecność wody zaważy na górniczej historii Inowrocławia. W 1873 r.

¹⁰⁷ Z. Bukowski: *O możliwości wykorzystywania ...*, s. 266.

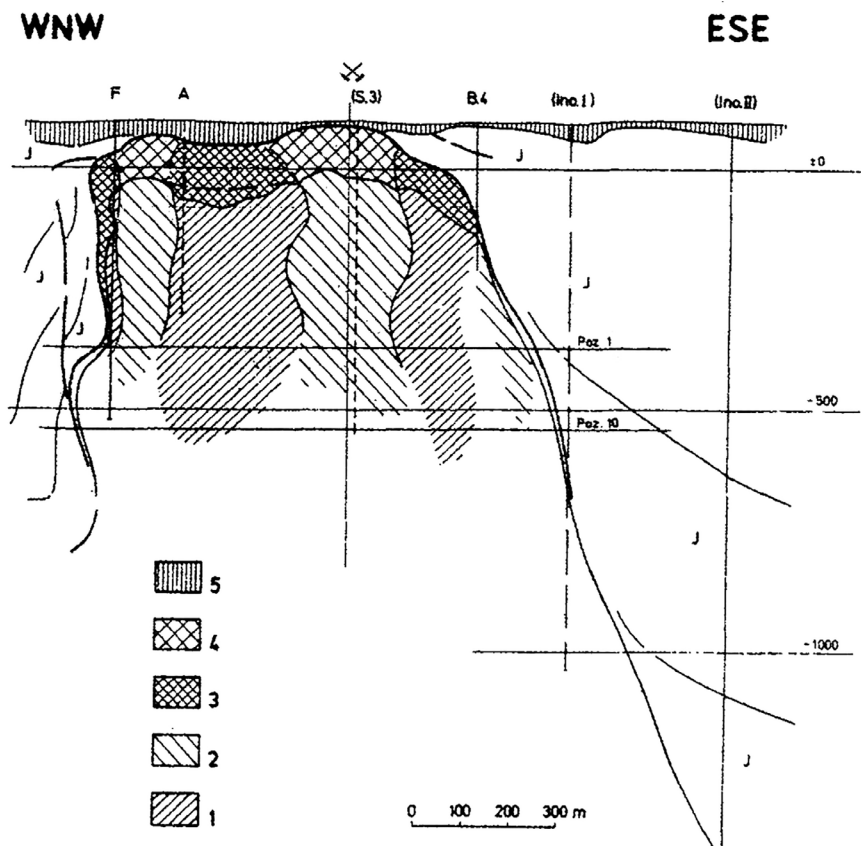
¹⁰⁸ J. Wachowiak: *Minerały epigenetyczne inowrocławskiego wysadu solnego, część I – historia i podziemne skarby kopalni Solno*, „Przegląd Solny”, Kraków 2013, s. 61.

¹⁰⁹ C. Łuczak: *Górnictwo wielkopolskie w latach 1815–1918*, „Rocznik Dziejów Społecznych i Gospodarczych” t. XX, Poznań 1959, s. 111.

¹¹⁰ G. Czapowski: *Inowrocław*, Państwowy Instytut Geologiczny, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Inowroclaw.htm, 08.07.2016.

¹¹¹ J. Madej, S. Porzucek, Z. Szczerbowski, M. Łój: *Mikrograwimetryczna ocena aktualnego stanu górotworu nad wysadem solnym w Inowrocławiu*, „Warsztaty z cyklu: Zagrożenia naturalne w Górnictwie”, Kraków 2005, s. 405–407.

¹¹² Tamże, s. 407.



Fot. 7. Przekrój geologiczny przez wysad solny w Inowrocławiu
(z oprac. K. Poborskiej-Młynarskiej, 1984). 1 - niższa seria solna,
2 - wyższa seria solna, 3 - czapa gipsowa, 4 - czapa ilasta, 5 - kenozoik, J - jura

uruchomiono warzelnię dla której surowiec czerpano z odwiertów. Pierwszy drążony również w tym roku szyb przysporzył sporo kłopotów, bowiem w trakcie robót został zalany. Po udanym odwodnieniu, pogłębiany do 156 m stał się początkiem poziomego eksploatacyjnego soli kamiennej. W dalszej historii górniczej Inowrocławia przeplatają się bądź współwystępują dwie postacie surowca solnego: solanka i sól kamienna.

W 1884 r. przystąpiono do budowy kopalni państwowej. Drążono prawie równocześnie dwa szyby (1884–94). Produktem kopalni była zarówno solanka jak i sól

kamienna. Identyczny zestaw surowców dostarczała działająca już wcześniej kopalnia prywatna zaopatrując nową fabrykę sody w Mątwach.

Finałem problemów z wodą był rok 1907, gdy obie kopalnie zostały całkowicie zalane. Z kolei eksploatacja solanki z zalanych wyrobisk doprowadziła do destabilizacji górotworu i niebezpiecznych zapadlisk na powierzchni.

W 1924 r. drążeniem kolejnego szybu realizowano projekt inżyniera Henryka Kikingera polegający na „ominięciu” zalanych kopalń i założeniu nowych wyrobisk pod nimi.

Po perturbacjach z zalewaniem wodą, szyb uruchomiono, otwierając poziom eksploatacyjny na głębokości 470 m z 200-metrową półką ochronną w stropie. Ostatecznie szyb pogłębiono do 638 m nadając mu nazwę *Solno I*. Po wydrążeniu szybu *Solno II* (rozpoczęto w 1954 r.), kopalnia miała X poziomów. Eksploatowano wyłącznie solankę nasyconą tzw. alpejskim systemem komorowym.

Od lat 50. XX w. wydobywano także niewielkie ilości tzw. solanki gorzkiej z dużą zawartością siarczanu magnezu. Przeznaczano ją do celów terapeutycznych (sanatoryjnych). Od 1957 r. zaczęto zaopatrywać w solankę nowe Zakłady Sodowe w Janikowie, a w 1976 r. uruchomiono tam także warzelnię, niebawem likwidując tę, działającą od XIX w. w Inowrocławiu. W celu odciążenia, a następnie zastąpienia mało wydajnego szybu *Solno I*, w latach 1972–77 wydrążono szyb *Solno III*.

Kopalnia pracowała stale w warunkach dużego zagrożenia wodnego i gazowego (w trakcie robót natrafiono na 200 wycieków, a 159 z nich wymagało stałego monitorowania; w 1956 r. doszło do największego wyrzutu gazów w polskim górnictwie solnym).

W okresie jej aktywności wydobyto ok. 100 mln m³ solanki pozostawiając ok. 15,4 mln m³ wyrobisk o długości łącznej 290 km. W latach 70. planowano jeszcze prowadzenie eksploatacji poniżej poziomu X¹¹³. Jednak w 1986 r. przystąpiono do likwidacji kopalni „Solno” poprzez stopniowe wtłaczanie do wyrobisk ługów sodowych z zakładów w Janikowie. Udokumentowane na ten czas zasoby bilansowe w ilości 297,5 mln ton zostały skreślone z ewidencji w roku następnym¹¹⁴. Decyzja do dzisiaj budzi kontrowersje. W sytuacji zagrożenia miasta i mieszkańców nie mogła nie być wyborem dramatycznym.

¹¹³ Historia kopalni soli w Inowrocławiu, „Inowrocław moje i twoje miasto”, <http://www.inowroclawfakty.pl/historia-inowroc%C5%82awskiej-kopalni/>, 12.07.2016.

¹¹⁴ G. Czapowski: *Kłodawa*, Państwowy Instytut Geologiczny, Zakład Geologii Gospodarczej, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Inowroclaw.htm, 13.07.2016.

Z jednej strony kopalnia uosabiająca górniczą historię miasta, będąca zabytkiem na złożu cechsztyńskim o wyjątkowych walorach przyrodniczych (eksploatacja „na mokro” zachowała oryginalne struktury wewnątrzwysadowe, barwne odmiany soli¹¹⁵; ocalały liczne miejsca wypełnione pięknymi kryształami), z drugiej konieczność zapewnienia bezpieczeństwa mieszkańcom. W sytuacji Inowrocławia widać ogólniejszy dylemat związany z muzealnictwem i ochroną zabytków. Jego rozwiązanie kryje się w odpowiedzi na pytanie: jaką cenę można ponieść za ocalenie zabytku, gdy jego obecność zagraża miastu?

Wapno

„Wysad solny Wapna leży w osi antykliny, która zbudowana jest z wypiętrzonych utworów jurajskich i dolnokredowych, w jądrze której przebiły się sole cechsztynu”. Przemieszczaniu się soli z głębokości ok. 6 km ku powierzchni, sprzyjała obecność szczeliny uskokowej¹¹⁶. Powstały diapir posiada czapę gipsowo-ilastą o grubości od 20 do 160 m, a pod nią pojawia się zwierciadło solne, którego warstwy u góry „wygaszone”, poniżej zalegają prawie pionowo. Są to sole należące do cyklotemów PZ2 i PZ3. Powierzchnia wysadu jest najmniejsza spośród eksploatowanych w Polsce – wynosi ok. 0,3 km² (700 x 350 m), ale też prawie sięga powierzchni terenu.

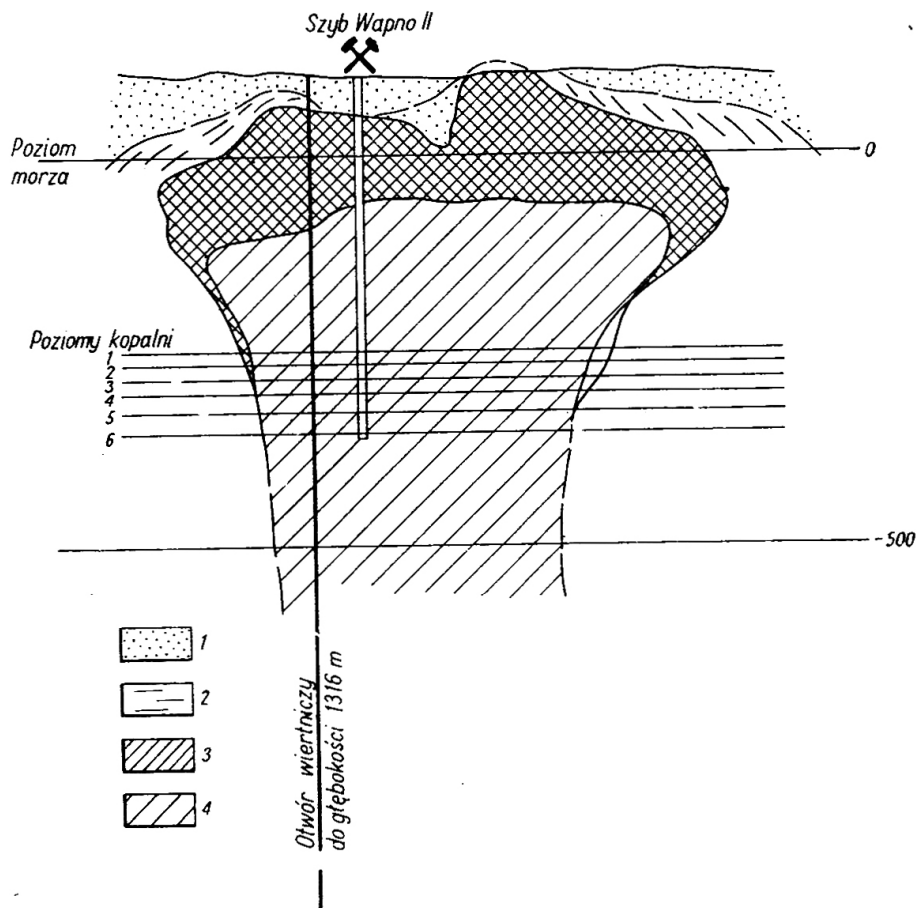
Tak płytko zalegający gips czapy wysadu był przedmiotem eksploatacji już w średniowieczu. Do dzisiaj zachował się zbiornik wodny w wyrobisku z 1826 r. Jest to jeden ze śladów po problemach z notorycznym zalewaniem wyrobisk wodą, co ostatecznie spowodowało zaniechanie eksploatacji gipsu w 1931 r. Wysad występuje w otoczeniu stref silnie nawodnionych. Stanowiło to stałe zagrożenie dla powstającej kopalni – infiltracja przez szczeliny i spękania górotworu oraz sole porowate (jamiste)¹¹⁷.

Sól w Wapnie odkryto wierceniem w 1869 r. jednak pierwszy szyb drążono dopiero w 1911 r. Kopalnia była stopniowo rozbudowywana do sześciu poziomów (od IV do IX). Następnie rozszerzona w górę o poziom III w 230 m stropowej

¹¹⁵ Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka posiada w swych zbiorach okazy geologiczne z kopalni w Inowrocławiu.

¹¹⁶ J. Jaworska: *Automorficzne kryształy kwarcu z wysadu solnego Wapna*, „Przegląd Geologiczny”, nr 1, Warszawa 2004, s. 64.

¹¹⁷ M. Duliński, A. Garlicki, J. Grabczak, A. Zuber: *Badania izotopowe ...*, s. 145.



Fot. 8. Profil geologiczny wysadu solnego w Wapnie (wg J. Poborskiego).

1 – dyluwium, 2 – trzeciorzęd, 3 – czapa gipsowa, 4 – sól kamienna.

Oznaczenie zakładu górniczego dotyczy okresu gdy był jeszcze czynny

półce bezpieczeństwa. Trzech najgłębszych poziomów nie zdołano jednak przygotować do eksploatacji, bowiem w 1977 r. (noc 4/5 sierpnia) doszło do katastrofy¹¹⁸.

Kopalnia została zalana. Była to głośna w Polsce katastrofa górnicza, której skutki w postaci zapadlisk powierzchniowych spowodowały konieczność likwidacji kopalni, prowadzono ją do 1986 r. Kilkudziesięcioletnia, górnicza historia miasta została nagle przerwana (w latach 1960–65 największe po Kłodawie wydo-

¹¹⁸ G. Kortas: *Podstawowe problemy ochrony powierzchni i górotworu w górnictwie solnym*, „Przegląd Górniczy”, nr 10, Katowice 2014.

bycie soli), a jej zapis faktograficzny (techniczny i przyrodniczo-geologiczny) stał się swoistym zabytkiem górnictwa solnego na złożu wysadowym. Niestety nie jest wspomagany przez zbyt liczne fizyczne artefakty w postaci pozostałości po kopalni, chyba że za takie uzna się skutki jej istnienia w postaci kolejnych zapadlisk w 2007 i 2010 r. Na szczęście zapobiegliwość Alfonsa Długosza¹¹⁹ sprawiła, iż kilka bezcennych okazów geologicznych już wcześniej trafiło do zbiorów Muzeum Żup Krakowskich, gdzie są obecnie ozdobą stałych ekspozycji.

Góra

Wysad solny jest diapirem wyciśniętym w obrębie utworów jurajskich z głębokości ok. 6 km, w strefie kilku dyslokacji o przebiegu S–N i E–W. W sposób charakterystyczny dla wysadów układ warstw jest pionowy. Również granice struktury mają przebieg pionowy z wyjątkiem części południowej i południowo-zachodniej o mniejszej stromiznie. W przekroju poziomym wysad ma kształt koła o średnicy ok. 0,8 km. Na serię solną składają się osady cyklotemów PZ2, PZ3, PZ4 zajmujące pozycje w kolejności od południowej do północnej części wysadu.

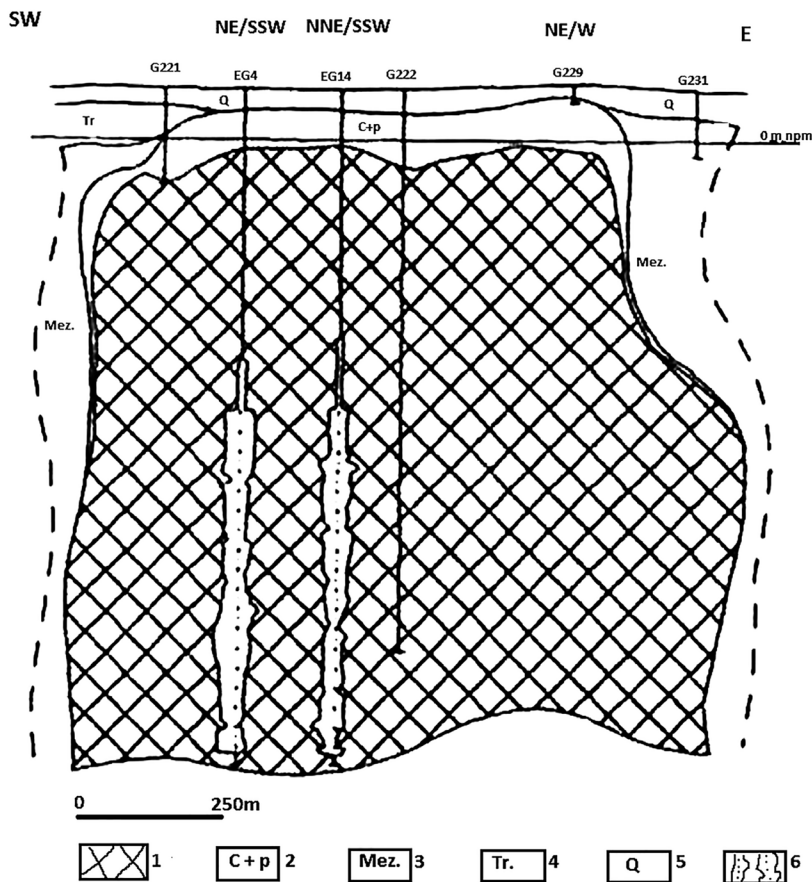
Czapa anhydrytowo-gipsowa i iłowo-gipsowa pojawia się na głębokościach od 19 do 69 m; pod nią zwierciadło solne od 104 do 143 m¹²⁰, przy czym deniwelacje w stropie czapy sięgające 50 m związane są z nierównościami w powierzchni lustra solnego. Miąższość czapy jest na ogół wyrównana¹²¹.

Po zalaniu kopalń w Inowrocławiu (1907 r.) brano pod uwagę górnicze zagospodarowanie wysadu w Górze w celu pozyskiwania solanki. Kilka lat później wykonano kilkanaście odwiertów kończąc je w obrębie czapy gipsowej (do ok. 30 m). Jedyne otworem głębszym (1100 m) nawiercono sole od głębokości 113 m. Na tym plany związane z zagospodarowaniem wysadu zakończono.

¹¹⁹ Alfons Długosz (1902–1975), twórca Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka.

¹²⁰ G. Czapowski: *Góra*, Państwowy Instytut Geologiczny, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Gora.htm, 13.07. 2016.

¹²¹ J. Drogowski, J. Tadych: *Budowa geologiczna i zagospodarowanie wysadów solnych „Mogilno I” i „Góra” – stan aktualny i perspektywy*, „Przegląd Geologiczny”, nr 4, Warszawa 2006, s. 306.



Fot. 9. Przekrój geologiczno-górnictwo przez wysad solny w Górze (wg A. Szybista, 1993).

1 – seria solna, 2 – czapa gipsowa i płaszcz anhydrytowy, 3 – mezozoik,
4 – trzeciorzęd, 5 – czwartorzęd, 6 – komory eksploatacyjne

W okresie międzywojennym temat stał się ponownie aktualny. Znowu chodziło o zapewnienie dostaw solanki do warzelni i zakładów Solwy (Inowrocław, Mątwy). Z uwagi na niedostatek surowca czerpano go również nielegalnie z szybów zalanych kopalń, co groziło powstaniem zawałisk w mieście. W tej sytuacji do sprawy włączyły się władze i mieszkańcy Inowrocławia. Ostatecznie, wobec spodziewanych problemów związanych z zalewaniem projektowanego w Górze szybu, skorzystano z pomysłu inż. Kikingera (opisano w części dotyczącej Inowrocławia).

W sumie rozpoznawanie wysadu w Górze trwało z przerwami do końca lat 50. zeszłego stulecia i doprowadziło do udokumentowania złoża oraz uruchomienia

kopalni otworowej (1963 r. rozpoczęcie budowy; eksploatacja od 1968 r.). Z początkiem lat 80. XX w. wprowadzono system wielostrefowej ługowniczej eksploatacji otworowej¹²². Udokumentowane w latach 1982–2005 zasoby bilansowe w kat. A+B+C1+C2 wynosiły 2,3 mld ton¹²³. Od 2002 r. niektóre kawerny wykorzystywane są do magazynowania węglowodorów płynnych.

Mogilno

Struktura „Mogilno” (30 x 7 km) jest efektem zaburzeń utworów mezozoicznych w otoczeniu wysadu solnego. Zasadniczą przyczyną było tu długotrwałe halokinetyczne oddziaływanie ewaporatów cechsztyńskich. W finale powstała antyklinalnie wypiętrzona odrębna tektonicznie forma „zbudowana z silnie zdeformowanych skał cechsztyńskich”.

„Na jej peryferiach utwory cechsztyńskie wyginają pokrywę skał mezozoicznych i tworzą rozległą poduszkę solną o miąższości ok. 6 km. W centralnej części przebiega się grzebień solny o długości 8 km i szerokości do 1 km. Wnika on w kenozoiczną pokrywę osadową i miejscami kontaktuje się z utworami plejstoceniowymi.” Wysad przebiega całkowicie pokrywę mezozoiczną i wnika w utwory kenozoiku¹²⁴.

Warstwy solne zalegają prawie pionowo i należą do młodszych cyklotemów: PZ2 – PZ4. Zwierciadło solne pojawia się na głębokości od 210 do 600 m. Czapa anhydrytowo–gipsowo–iłowa ma miąższość od 100 do 160 m¹²⁵.

Wysad „Mogilno” zlokalizowano w 1956 r. podczas wierceń w poszukiwaniu ropy naftowej. Udokumentowane zostały dwa złoża: „Mogilno I” w latach 1963–2006 i „Mogilno II” w latach 1981–2007. Obecnie oba w kat. A+B+C1+C2 o łącznych zasobach 5,56 mld ton¹²⁶. Eksploatacja soli prowadzona jest od 1986 r. metodą podziemnego ługowania z powierzchni. W obu złożach stosuje się izolację olejową stropu. Kawerny poeksploatacyjne wykorzystywane są jako podziemne magazyny gazu (KPMG) od 1997 r. Docelowo objętość kawern magazynowych ma

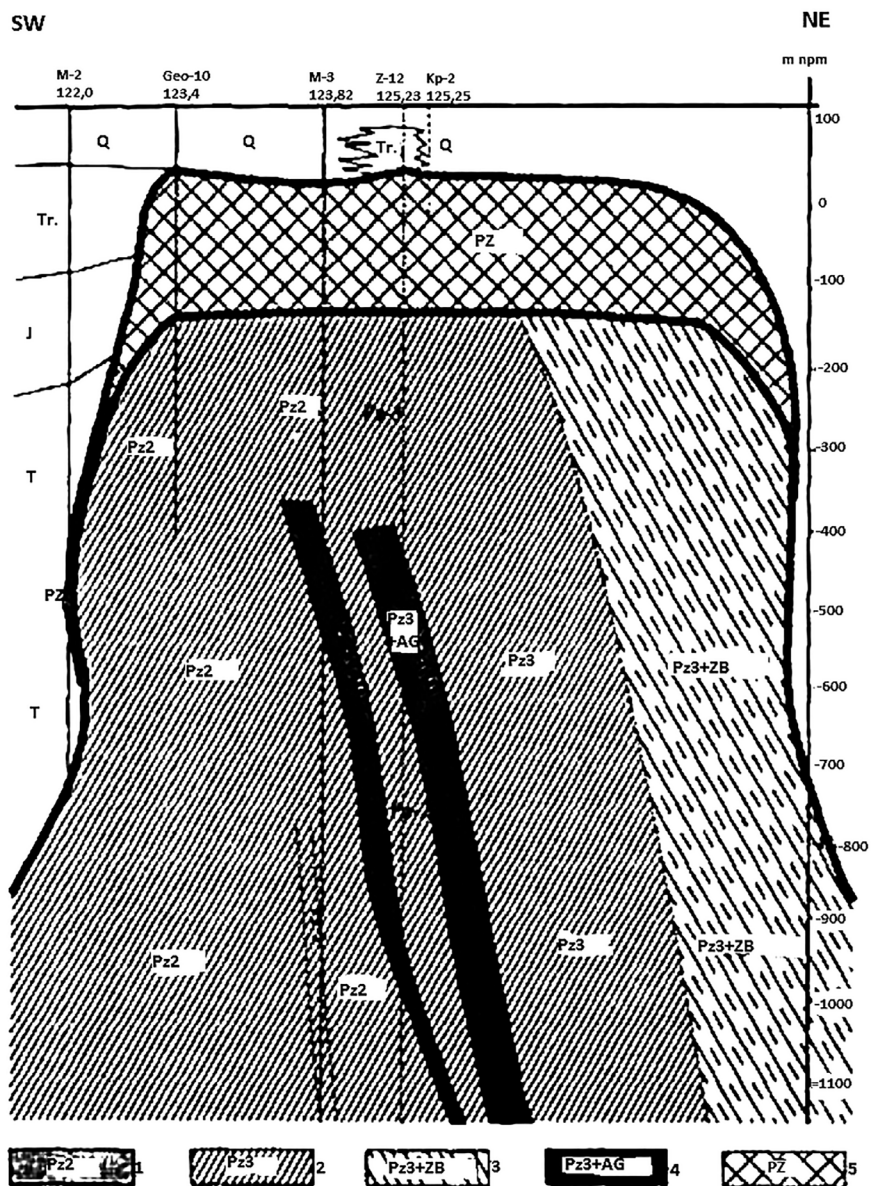
¹²² A. Kustman, K. Poborska-Młynarska, K. Urbańczyk: *Zarys nowoczesnego ługownictwa solnego – aktualne kierunki rozwoju*, „Wydawnictwa AGH”, Kraków 2002, s. 54.

¹²³ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 801.

¹²⁴ P. Wilkosz: *Porwaki anhydrytów cechsztyńskich w czapie anhydrytowo–gipsowo–iłowej, wysad solny Mogilno – pierwsze wyniki*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, t. 23, zeszyt specjalny 1, Kraków 2007, s. 66.

¹²⁵ J. Drogowski, J. Tadych: *Budowa geologiczna ...*, s. 306.

¹²⁶ G. Czapowski: *Mogilno*, Państwowy Instytut Geologiczny, <http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole/mogilno.htm>, 15.07.2016.



Fot. 10. Przekrój geologiczny wysadu solnego Mogilno (wg S. Brańki i T. Pisiewicza, 1999).
 1 – sole starsze, 2 – sole młodsze, 3 – sole młodsze z zubrami, 4 – sole młodsze (anhydryt główny),
 5 – czapa i płaszcz wysadu

wynosić 800 mln m³ ¹²⁷. Warto nadmienić, iż pierwszy podziemny magazyn gazu (PMG) ¹²⁸ w Europie, uruchomiono na złożu „Roztoki” w Karpatach (1954 r.) ¹²⁹

Podziemne magazynowanie węglowodorów ciekłych i gazowych jest coraz powszechniej stosowanym sposobem zabezpieczania rezerwy paliwowej. Możliwe jest tu wykorzystywanie poeksploatacyjnych kawern w niektórych złożach solnych. Najważniejsze czynniki pozwalające na zakładanie kawernowych magazynów, to cechy strukturalne złoża – szczelność uwarunkowana monolityczną budową (brak spękań, minimalna ilość przerostów skał obniżających wytrzymałość i izolacyjność), wytrzymałość samego spektrum skalnego (soli) oraz obojętność chemiczna w kontakcie z przechowywanymi węglowodorami.

W Polsce warunki te spełniają niektóre złoża cechsztyńskie. Jednym z przykładów jest złożo „Mogilno”.

Damaśławek

Strukturę geologiczną, w której znajduje się wysad, zlokalizowano już w 1937 r. Jednak na sól natrafiono wierceniami dopiero w 1960 r. Ewaporaty przebijały się w otoczeniu utworów jury, kredy górnej i trzeciorzędu z głębokości 6 km. Okolicznością sprzyjającą halokinetycznemu przeciskaniu soli była pozycja nad głęboką dyslokacją w podłożu permu (udokumentowana sejsmicznie). W planie poziomym wysad ma kształt elipsy o osiach 5,5 i 3,5 km oraz powierzchnię 16,5 km².

W przekroju pionowym, jest to słup (diapir) pochylony na południowy-zachód. Sole budujące wysad należą do cyklotemów PZ2 – PZ4. Czapa gipsowo-iłowa o miąższości 84–294 m pojawia się na głębokości od 184 do 245 m, a zwierciadło solne na głębokości 446–497 m ¹³⁰.

Spośród dotychczas nieeksploatowanych, wysad w Damaśławku jest najlepiej rozpoznany. Dokumentacja geologiczna w kat. C2 (zasoby perspektywiczne

¹²⁷ A. Kustman, K. Poborska-Młynarska, K. Urbańczyk: *Zarys nowoczesnego ...*, s. 54.

¹²⁸ Stosowane w opracowaniach technicznych skróty dotyczące kawernowych podziemnych magazynów gazu oraz podziemnych magazynów gazu.

¹²⁹ A. Matkowski, P. Musiał: *Systemowe magazyny gazu w Polsce*, „Archiwum Energetyki”, t. XLII, nr 2, Kraków 2012, s. 1.

¹³⁰ J. Twarogowski, B. Bruszeńska, G. Czapowski, B. Dąbrowska, P. Ziętara: *Kompleksowe badanie budowy geologicznej struktur przypowierzchniowych z zastosowaniem analizy danych geologiczno-geofizycznych na przykładzie rozpoznania wysadu solnego „Damaśławek” i jego otoczenia*, „Przegląd Geologiczny”, nr 12, Warszawa 2002, s. 1169-70.

8 mld ton) z 1983 r. oraz kompleksowe badania geofizyczno-geologiczne w latach 1997 – 2001 stały się podstawą do prognozowania budowy kawernowych magazynów paliw¹³¹.

Łanięta, Lubień

Poszukiwania w okolicy Łanięt rozpoczęto pomiarami geofizycznymi (grawimetrycznymi) w latach 1937–39. Stwierdzono wówczas obecność rozległej anomalii w okolicy Izbicy Kujawskiej. Kontynuowane w okresie okupacji poszukiwania pozwoliły zlokalizować spodziewane wysady w Łaniętach i Lubieniu. Wyniki pomiarów geofizycznych stanowiły podstawę do ustalenia miejsca pierwszego odwiertu (1959/60 r.) na dzisiejszym złożu soli „Łanięta”¹³².

Wysady „Łanięta” i „Lubień” są wyniesieniami w formie słupów o stromo zapadających ścianach z głębiej położonej struktury solnej przebijającej się przez utwory mezozoiczne.

W rzucie poziomym wysad „Łanięta” ma kształt zbliżony do elipsy (osie 3,7 i 3,3 km) i powierzchnię 9,5 km. Zwierciadło solne na głębokości od 235 do 282 m przykrywa czapa ilasto-anhydrytowa i anhydrytowo-gipsowa, która pojawia się od głębokości 90 do 308 m. Znajdujące się w wysadzie sole należą do cyklotemów PZ2, PZ3 i PZ4. Są to odmiany na ogół średnio- i gruboziarniste zróżnicowane barwnie (białe, miodowe, szaroróżowe) z przerostami soli ilastych, zubru i smug anhydrytu oraz wkładkami soli potasowych¹³³. Złoże dokumentowano w kat. C2 oraz C1 w latach 1964 i 1980 szacując zasoby na ponad 2 mld ton¹³⁴.

W Lubieniu wysad ma kształt „kulistej kopuły o niewielkim nachyleniu w kierunku północno-wschodnim i rozszerzającej się ku górze”. W rzucie poziomym przypomina zdeformowane od SE koło o średnicy do 2,5 km i powierzchni 3,7 km². Skały tworzące czapę są o podobnej litologii jak w Łaniętach. Pokrywa występuje na głębokości od 151 do 186 m, a zwierciadło solne od 306 do 442 m.

¹³¹ G. Czapowski, K. Ślizowski: *Stan rozpoznania niezagospodarowanych wysadów solnych w Polsce: optymizm, czy problem*, „XII Międzynarodowe Sympozjum Solne Quo Vadis Sal 2007”, Kłodawa 2007, s. 7.

¹³² Z. Werner: *Wysad solny Łaniąt na północo-zachód od Kutna*, „Instytut Geologiczny”, Warszawa 1961, s. 1-2.

¹³³ K. Ślizowski, L. Lankof: *Geologiczne uwarunkowania składowania wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych w złożach soli w Polsce*, „Przegląd Geologiczny”, nr 9, Warszawa 2009, s. 836.

¹³⁴ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 801.

Sole w wydajności należą do cyklotemów PZ2 – PZ4 i reprezentowane są przez identyczne litologiczne odmiany jak w Łaniętach oraz o zbliżonej zawartości NaCl 92-98%¹³⁵. Złoże dokumentowano w kat. C2 (1956 r.) i C1 (1979 r.) szacując zasoby na poziomie 4 mld ton¹³⁶.

Oba wysady brane są pod uwagę jako perspektywiczne kawernowe zbiorniki paliw utworzone po eksploatacji otworowej.

Rogóżno

Odkrycie wydajności (drugiego co do wielkości w Polsce) nastąpiło badaniami grawimetrycznymi w latach 1936-39 podczas gromadzenia danych do mapy hydrogeologicznej arkusza Łódź (autorzy: Rosłoński, Samsonowicz). W latach okupacji były prowadzone badania przez Niemców, ale pierwszy głęboki odwiert, który osiągnął ewaporaty, wykonano w 1948/9 r. Dalsze odwierty w latach 1949–61 były prowadzone za węglem brunatnym (ok. 160 otworów). Badanie wydajności solnego rozpoczęto w 1960 r. (12 odwiertów)¹³⁷.

Wysad jest „jądrem struktury antyklinalnej, otoczonej utworami mezozoicznymi” jury i kredy, całkowicie je przebijając. W nadkładzie części NW wydajności znajduje się złoże węgla brunatnego (dwa pokłady o łącznej miąższości 60 m). W rzucie poziomym struktura solna ma kształt eliptyczny o osiach 6,7 oraz 4 km i powierzchni 21 km². Czapa o zmiennym składzie anhydrytowo-gipsowo-ilo-wym występuje na głębokości od 100 do 180 m. Jej miąższość waha się od 13 do 286 m. Zwierciadło solne pojawia się na głębokości 350 m, ale deniwelacje jego powierzchni sięgają 100 m. Złoże udokumentowane w kat. C2 zawiera 8,6 mld ton soli znacznej czystości (97,8% halitu) należących do cyklotemów PZ2 i PZ3¹³⁸.

¹³⁵ G. Czapowski: *Lubień*, Państwowy Instytut Geologiczny, <http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole-Lubien.htm>, 19.07.2016.

¹³⁶ G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli ...*, s. 801.

¹³⁷ M. Górecki: *Chlorki jako wskaźnik geogenicznego zasolenia wód powierzchniowych i gruntowych na obszarze wydajności Rogóżno*, Uniwersytet Łódzki, nr albumu 313264, Łódź 2015, s. 28-29.

¹³⁸ G. Czapowski: *Rogóżno (Rogóżno)*, Państwowy Instytut Geologiczny, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Rogozno.htm, 19.07.2016.

MIEJSCA PRODUKCJI SOLI WARZONEJ Z POZYSKIWANYCH SOLANEK I SŁONYCH WÓD

Koło brzeg

Osada w tym miejscu (północna część cypla w rozgałęzieniu rzeki Parsęty) mogła być ośrodkiem warzelniczym już w VII w. Produkcję soli prowadzono tu prawie nieprzerwanie do połowy XIX w. Pewne zakłócenia bądź przerwy związane były jedynie z wojnami (trzydziestoletnia, siedmioletnia, kampania napoleońska) i zarazami.

Surowiec początkowo pozyskiwano ze źródeł i miejsc w których przesiąkała słona woda na powierzchnię. Mimo że występujące w Kołobrzegu solanki zawsze były o niskim stężeniu (nieco ponad 5%), do połowy XIX w. nie zniechęcało to do produkcji soli. W różnych okresach salina była modernizowana i rozbudowywana. Wzbogacenie solanki do 15% uzyskano stawiając w 1710 r. pierwszą tężnię oraz kolejne w latach 1718-90 i 1802-07 (łącznie 300 m długości). Wielokrotnie usprawniano sposób pozyskiwania solanki zakładając studnie. Od połowy XV w. czyniono to po zachodniej stronie przy ujściu rzeki Parsęty („Salzberg”, „Wyspa Solna”). Znanie są z końca XVIII w. działania Aleksandra von Humboldta zmierzające do zastąpienia studni „nowoczesnymi konstrukcjami szybów solankowych”. Kierując się zaleceniami tego specjalisty z początkiem XIX w. prowadzono wiercenia (najgłębsze do 46 m), które nie potwierdziły obecności bardziej nasyconej solanki. Sprowadzono jednak i zainstalowano dwie maszyny parowe napędzające pompy.

Sól wywarzano cały czas techniką panwiovą sprowadzając stężoną solankę z tężni, gdzie wcześniej, dostarczana ze studzien, trafiała przy pomocy pomp wiatrakowych. Ostatecznie saliny, które stać było tylko na pokrywanie własnych kosztów produkcji, w 1858 r. zlikwidowano¹³⁹.

Nieco zaskakujący jest fakt, że najdłużej działający (w zasadzie nieprzerwanie) na ziemiach polskich ośrodek warzelniczy korzystał z solanek o tak niewielkim stężeniu.

¹³⁹ J. Piotrowicz: *Techniczne przeobrażenia saliny w Kołobrzegu na przełomie XVIII i XIX wieku a warzelnie Europy Środkowej i Zachodniej*, SMDŻ, t. XV, 1989, s. 199-223.

Jak wiadomo tradycje „solne” Kołobrzegu przeobraziły się w działalność uzdrowiskową (największe polskie uzdrowisko nadmorskie), którą zainicjowano już w 1830 ofertą kąpeli solankowych.

W latach 1946-54 przeprowadzono rekonesans źródeł solankowych na Pomorzu Zachodnim oraz „studium rzeźby związanej ze strukturami solnymi”. W opracowaniu odnotowano „... jesteśmy skłonni przypuszczać, że w głębszym podłożu występuje tam cechsztyńska struktura solna typu wysadowego”¹⁴⁰.

W latach późniejszych genezę solanek doprecyzowano. Kołobrzeg leży w obrębie mezozoicznej struktury antyklinalnej, stanowiącej wschodnie odgałęzienie antyklinorium pomorskiego. Pod czwartorzędem, którego miąższość dochodzi do 40 m, występują tu utwory dolnego doggeru i liasu (dolna i środkowa jura) wykształcone w postaci iłowców, mułowców i piaskowców.

Wody infiltracyjne mieszają się z wodami zmineralizowanymi w utworach starszego mezozoiku i migrują w kierunku bazy drenażu, jaką stanowi Morze Bałtyckie. Sprzyjają temu dyslokacje tektoniczne. Niejako „na drodze” tej migracji wody napotymane były i są nadal w źródłach i studniach solankowych Kołobrzegu. Stały poziom zasolenia tych wód (do ok. 6%), to zapewne wynik ustalonej równowagi pomiędzy głębokimi solankami (trias, cechsztyń?) a rozcieńczającymi wodami infiltrującymi¹⁴¹.

Ciechocinek

Pierwsze udokumentowane informacje o działających tu warzelniach pochodzą z XIII w. W 1235 r. książę Konrad I Mazowiecki przekazał w wieczną dzierżawę Zakonowi Krzyżackiemu dwie warzelnie na terenie grodu Słońsk, będącego osadą w miejscu dzisiejszego Ciechocinka. Zapewne był to zaawansowany etap w działalności warzelniczej na tym terenie. Musiano już od dłuższego czasu zaopatrywać się w solankę z wydajnych źródeł. Produkcja była zapewne intratna. Należy tak wnioskować z zainteresowania strony zakonu przyjęciem dzierżawy oraz gotowości do oddania warzelni, z których deputaty miały również trafiać na dwory książęcy i biskupi.

¹⁴⁰ J. Poborski: *Zagadnienie struktury solnej w Kołobrzegu nad Bałtykiem*, „Przegląd Geologiczny”, vol. 7 nr 9, Kraków 1959.

¹⁴¹ B. Pałczyński, A. Sadurski (p. red): *Hydrogeologia regionalna Polski, Wody mineralne, lecznicze i termalne*, Warszawa 2007, s. 51-53.

Źródła historyczne nie wspominają o produkcji soli warzonej w następnych kilku stuleciach. Takowa mogła być zaniechana po zalaniu Słońska przez powódź jeszcze w XIII w. Co prawda nie ma wzmianek o wierceniach, ale prawdopodobnie we wkopach studziennych odkryto bogate złoża solankowe w końcu XVIII w. Z 1815 r. pochodzi uwaga Stanisława Staszica: „Źródła słone w okolicach Raciążek [...] na wierzch ziemi wychodzące nie były jeszcze studniami wydobyte. Woda więc sama przebijając się z głębi przez tyle rozmaitych ziem warstwy, osobiłwie już w równinach, wśród samych ziem opławowych musi być w swej drodze przez liczne zaskórne wody bardzo ochłodzoną. Przeto nie ma w sobie jak tylko 4 do 5 funtów soli na sto funtów wody”. Zawarta została tu istotna informacja o solankach ciechocińskich na krótko przed decyzją o budowie warzelni. Prace były jeszcze poprzedzone wierczeniami w latach 1806–24 (6 otworów o głębokości od 30 do 100 m). Warzelnię budowano w latach 1824–30 równoległe z tężniami do za-tężania dość ubogiej w NaCl solanki. Powstały trzy tężnie; ostatnią ukończono w 1859 r. (łączna długości 1741,5 m). Obecnie warzelnia produkuje sól spożywczą (oraz leczniczy szlam i ług) w technologii panwiowej, działając już przeszło 180 lat.

Stosownie do etapu wiedzy geologicznej, pochodzenie ciechocińskich solanek wyjaśnił w przytoczonym fragmencie Stanisław Staszic. Współcześni geolodzy dokonali jedynie doprecyzowania, ale w dwóch ścierających się ze sobą poglądach. Wg pierwszego solanki ciechocińskie są produktem ługowania przez wody podziemne soli cechsztyńskich (J. Samsonowicz); wg drugiego w wodach tych poważny udział mają reliktowe wody morskie lub śródlądowe (J. Dowgiałło).

W latach 1928–32 odwiercono w Ciechocinku pierwszy głęboki otwór (1305 m). Ujęcie wody w wyniku awarii musiano wykonać na głębokości 750 m w utworach liasu (dolna jura). Wykonany w 1952 r. otwór głębokości 1365 m, czerpie wodę z utworów kajpru (trias górny); podobnie wykonany w latach 1964–65 o głębokości 1450 m. We wszystkich odwiertach są to samowypływy o wydajności od 70 do 130 m³/h solanek jodkowych (od 3 do 7% NaCl) mających charakter wód termalnych (od 28 do 37 °C)¹⁴².

¹⁴² B. Pałczyński, A. Sadurski (p. red), *Hydrogeologia ...*, s. 54–55.

PODSUMOWANIE – ZŁOŻA CECHSZTYŃSKIE

Można powiedzieć, że poczynając od lat 80. zeszłego stulecia „środek ciężkości” polskiego górnictwa solnego przesunął się znacznie na zachód i północ do ośrodków dużo młodszych, ale opartych na formacjach geologicznych o nieporównanie starszym pochodzeniu. Historia górnictwa na obszarze Kujaw rozpoczyna się w wieku XIX idąc śladem wyznaczanym obecnością słonych wód.

To, że w polskim górnictwie solnym nie pojawiły się już w średniowieczu kopalnie na Kujawach można wiązać wyłącznie ze skomplikowanym zaleganiem cechsztyńskich soli. Nawet gdyby w jakiś przypadkowy sposób udało się określić obecność soli w najpłycej występujących czapach wysadów, to eksploatacja z nich natrafiłaby na nieprzezwyciężalne problemy z zawodnieniem. Zatem jedyny kontakt z solami tej formacji miał charakter pośredni w ośrodkach warzelniczych.

Należy tu przywołać przede wszystkim Kołobrzeg, o którego tradycjach warzelniczych wiadomo sporo, ale który tak gruntownie został przeobrażony w uzdrowisko, iż to co było u jego podstaw zostało niemal całkowicie zatarte. Same źródła solankowe, to zbyt drobny szczegół aby kojarzył się z ponad tysiącletnią tradycją warzelniczą tego miasta, bowiem tężnia zniknęła z jego krajobrazu już przeszło 150 lat temu.

Pod tym względem znacznie korzystniej wypada Ciechocinek. Kompleks olbrzymich XIX-wiecznych tężni przypomina o poważnym przedsięwzięciu, jakim było wznowienie produkcji soli po odcięciu od dostaw z Małopolski.

Funkcja tężni dzisiaj bardziej jest kojarzona z zabiegami uzdrowiskowymi, ale w Ciechocinku te, ważne w technologii wzbogacania ubogiej solanki konstrukcje, pełnią również pierwotnie im przypisaną rolę. W działającej od XIX w. warzelni panwiowej znajduje się muzeum, w którego ekspozycji przeplatają się problematyka warzelnicza z bardziej akcentowanymi tradycjami uzdrowiskowymi.

Odkrycie cechsztyńskich soli kamiennych nastąpiło w XIX w. i związane było z dwoma ośrodkami: w Wapnie i Inowrocławiu. Wapno było pierwsze w tym sensie, iż stwierdzono tam obecność soli kamiennych już w 1869 r. Jednak pod względem górnictwem w historię tego regionu wpisał się wcześniej Inowrocław. Początek kopalni dał szyb drażony w 1873 r. oraz kolejne w latach 1884–94. Mimo że głównym produktem była solanka, to jednak w inowrocławskiej kopalni „Solno” po raz pierwszy odsłonięto wysad solny od środka. Powstała w okresie międzywojennym w drodze innowacyjnego pomysłu kolejna kopalnia zlokalizowana pod

poprzednio zalaną, pozostawiła niezapomniane wrażenia w pamięci tych, którzy mieli okazję ją zwiedzać. Niestety bogactwo barwnych struktur solnych modelowanych w trakcie podziemnego ługowania, okazałe kryształy odkrywane w odsłanianych pustkach i pamiątki górnicze zostały unicestwione w 1991 r., kończącym likwidację kopalni. Dziś przypomina ją jedynie ekspozycja muzealna, bowiem otwarta w 2001 r. okazała tężnia nie ma już raczej szans nawiązania do produkcji soli warzonej z początku naszej ery. Powstała z myślą o kuracjuszach.

Po wyeliminowaniu z biegu historii kopalni w Wapnie (pamiętne gwałtowne zalanie w nocy 4 na 5 sierpnia 1977 r.), jedynym ośrodkiem obecnie mogącym „naocznie dać świadectwo” istnieniu struktur wysadowych jest kopalnia w Kłodawie. Chyba nic nie stoi na przeszkodzie aby równolegle z rozwojem produkcji następowała stopniowa adaptacja do spełniania podobnej funkcji, jak w historycznych kopalniach w Wieliczce i Bochni. Kopalnia jest wystarczająco duża aby zapewnić dystans czynnych pól eksploatacyjnych od tras turystycznych.

Raczej w dalekiej perspektywie podobnych przemian pozostaje kopalnia w Sieroszowicach. Jednakże i tam istnieje sporadycznie możliwość oglądania cechsztyńskiej formacji solnej w jej monoklinalnej części. Przewidziano ją dla wyspecjalizowanych grup muzealników–górników i geologów.

Pozostałe udokumentowane złoża wysadowe, w tym eksploatowane przez ługowanie otworowe (Mogilno, Góra), przypominają o istnieniu w Polsce całego „archipelagu” oryginalnych solnych struktur wysadowych.

BIBLIOGRAFIA

Źródła:

Aktywa górnicze KGHM Polska Miedź S.A. w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, Lubin-Głogów 2012, s. 19.

Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce, Państwowa Służba Geologiczna, Warszawa 2015, s. 85.

K. Berezowski: *Ciekawostki: smaczna sól z... Dębieńska*, <http://www.nettg.pl/news/107712/ciekawostki-smaczna-sol-z-debienska>, 28.06.2016.

G. Czapowski: *Góra*, Państwowy Instytut Geologiczny, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Gora.htm, 13.07.2016.

G. Czapowski: *Inowrocław*, Państwowy Instytut Geologiczny, Zakład Geologii Gospodarczej, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Inowroclaw.htm, 13.07.2016.

G. Czapowski: *Kłodawa*, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Klodawa.htm, 08.07.2016.

G. Czapowski: *Lubień*, Państwowy Instytut Geologiczny, <http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole-Lubien.htm>, 19.07.2016.

G. Czapowski: *Mogilno*, Państwowy Instytut Geologiczny, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_mogilno.htm, 15.07.2016.

G. Czapowski: *Rogoźno (Rogóżno)*, Państwowy Instytut Geologiczny, http://surowce-chemiczne.pgi.gov.pl/sole_Rogozno.htm, 19.07.2016.

Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach, GN.6220.3.2013, Jerzmanowa 3013, s. 5.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa, dn. 15 lipca 2015, poz. 987, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 1 lipca 2015 r.

Z. Gierlach: *Ropa w Klimkówce, Nasz Gminny Kuwejt*, <http://naszrymanow1.awardspace.com/nr12/page8.html>, 26.07.2016

Historia kopalni soli w Inowrocławiu, „Inowrocław moje i twoje miasto”, <http://www.inowroclawfakty.pl/historia-inowroc%C5%82awskiej-kopalni/>, 12.07.2016.

Historia miasta, <http://www.busko-zdroj.com/index2.html>, 11.08.2016.

„Interpelacja nr 669...”, <http://orka2.sejm.gov.pl/IZ3.nsf/main/460453A8>, 24.05.2016.

KGHM Sól: *KGHM Polska Miedź O/ZG Polkowice-Sieroszowice*, <http://22m0hdzna14e.az.pl/kgghmsol.pl/kgghm-sol/kopalnia-soli-polkowice-sieroszowice/>, 06.07.2016.

J. Kwiatkowski: *Mały Ciechocinek w podkarpackiej Solonce*, http://www.biznesistyl.pl/lifestyle/podroze/1251_maly-ciechocinek-w-podkarpackiej-solonce.html, 28.06.2016.

A. Maksymowicz: *KGHM Polska Miedź czy KGHM Polska Sól*, <http://www.nettg.pl/news/112276/kgghm-polska-sol-sa>, 04.07.2016.

Państwowy Instytut Geologiczny, *Wyniesienie Łeby*, <http://surowcechemiczne.pgi.gov.pl/Wyniesienie%20Leby.htm>, 04.07.2016.

I. Pluta: *Prof. Pluta odpowiada na wywiad*, http://orzesze.pl/arttykul/136_prof_pluta_odpowiada_na_wywiad, 09.08.2016.

Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. „Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej” 2015, poz. 987.

Solanka Zabłocka, <http://www.solanka.pl/o-firmie>, 21.07.2016.

Szyb Campi: 100 lat maszyny parowej!, http://www.bochnianin.pl/n/wiadomosci/4915/szyb_campi_100_lat_maszyny_parowej, 11.07.2016.

O. Żyromski: Ślady tężni z okresu rzymskiego odkryto w Inowrocławiu, <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,380160,slady-tezni-z-okresu-rzymskiego-odkryto-w-inowroclawiu.html>, 08.07.2016.

Literatura:

Aktywa górnicze KGHM Polska Miedź S.A. w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, Lubin-Głogów 2012, s. 19.

K. Bukowski: *Badeńska sedymentacja salinarna na obszarze między Rybnikiem a Dębicą w świetle badań geochemicznych, izotopowych i radiometrycznych*, Kraków 2011.

K. Bukowski: *Złoże soli w Bochni*, „I warsztaty terenowe: Analiza basenu trzeciorzędowego przedkarpacia”, Kraków 1996, s. 3.

K. Bukowski: *Geneza złoża bryłowego w Wieliczce*, „Przegląd Geologiczny”, Warszawa 1994.

A. Garlicki: *Sedymentacja soli mioceńskich w Polsce*, „Prace Geologiczne PAN”, nr 119, Kraków 1979.

Z. Bukowski: *O możliwości wykorzystywania solanek w okresie halsztackim na terenie Wielkopolski i Kujaw*, „Archeologia Polska”, t. 8, z. 2, Warszawa 1963.

M. Chandij, A. Garlicki, W. Grabski, A. Szybist: *Charakterystyka przemysłu solnego w Polsce i jego możliwości produkcyjne*, Wydawnictwo AGH, Kraków, 1988, s.54.

J. Chwałek: *Kopalnia Soli „Kłodawa” Historyczny zarys warunków powstania kopalni oraz jej budowy i rozbudowy*, „Dzieje górnictwa-element europejskiego dziedzictwa kultury, 3”, Wrocław 2010, s. 65-66.

K. Cyran: *Tektonika mioceńskich złóż soli w Polsce*, Kraków, s. 30.

K. Cyran, A. Garlicki: *Złoża soli w Polsce i możliwości ich wykorzystania*, „Geosfera”, Kraków 2008, s. 232.

G. Czapowski, K. Bukowski: *Złoża soli w Polsce - stan aktualny i perspektywy zagospodarowania*, „Przegląd Geologiczny”, nr 9, 2009, s. 798-811.

G. Czapowski, K. Ślizowski: *Stan rozpoznania niezagospodarowanych wysadów solnych w Polsce: optymizm, czy problem*, „XII Międzynarodowe Sympozjum Solne Quo Vadis Sal 2007”, Kłodawa 2007, s. 7.

G. Czapowski, H. Tomassi-Morawiec, K. Bukowski: *Geochemiczna charakterystyka litofacji różnowiekowych soli kamiennych z obszaru Polski*, „Technika Poszukiwań Geologicznych”, nr 1, Kraków 2001, s. 21.

J. Drogowski, J. Tadych: *Budowa geologiczna i zagospodarowanie wysadów solnych „Mogilno I” i „Góra” - stan aktualny i perspektywy*, „Przegląd Geologiczny”, nr 4, Warszawa 2006, s. 306.

J. Duda: *Kopalnia otworowa soli w Baryczy k. Wieliczki (1924 - 2009)*, „Biblioteczka Wielicka”, z. 80, Wieliczka, 2009, s. 10.

- M. Duliński, A. Garlicki, J. Grabczak, A. Zuber: *Badania izotopowe pochodzenia wód w kopalniach soli w Polsce*, „Krajowe Sympozjum Technika Jądrowa w Przemyśle...”, Kraków 1998, s. 143.
- Dzieje Żup Krakowskich*, redakcja zbiorowa, J. Wiewiórka: *Warunki geologiczne eksploatacji soli w Żupach Krakowskich*, Wieliczka 1988, s. 40.
- A. Garlicki: *Autochtoniczna seria solna w miocenie Podkarpacia na zachód od Wieliczki*, „Kwartalnik Geologiczny”, t. 8, Warszawa, 1964, s. 848.
- A. Garlicki, S. Kaczmarczyk, H. Lamparski, J. Wiewiórka: *Geologiczno-górnictwe warunki głębienia szybów w Siedlcu i Moszczenicy koło Bochni*, „Górnictwo”, R. 4, z. 2, Kraków 1980, s. 134.
- A. Garlicki: *Łęzkowice, budowa złoża soli kamiennej i eksploatacja górnictwa*, „Przewodnik III Konferencji Sozologicznej”, Kraków 1993, s. 99.
- A. Garlicki, A. Szybist: *Substancja organiczna osadów miocenu w nadkładzie złoża solnego Wojnicz koło Tarnowa*, „Geologia”, t. 27, AGH 2001, s. 346.
- A. Garlicki, L. Turek-Rajchel: *Solanki rejonu Łapczyca-Gdów i perspektywy ich wykorzystania*, „Polskie Uzdrawiska” z. 7, Warszawa 1975, s. 171-2.
- A. Garlicki: *Warunki występowania i perspektywy odkrycia nowych zasobów soli kamiennych na przedgórzu Karpat*, „Kwartalnik Geologiczny” t. 27, nr 2, Warszawa 1983, s. 300.
- A. Garlicki: *Z badań geologicznych w Karpatach*, Warszawa 1968, s. 54.
- A. Garlicki: *Złoża soli w Polsce i perspektywy ich wykorzystania*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego” nr 1809, Katowice 1999, s. 71.
- A. Garlicki: *Złoże soli kamiennej Moszczenica-Łapczyca na zachód od Bochni*, Kwartalnik Geologiczny, t. 14, nr 2, Warszawa 1970, s. 351.
- M. Górecki: *Chlorki jako wskaźnik geogenicznego zasolenia wód powierzchniowych i gruntowych na obszarze wysadu Rogózno*, Górecki_pr_mgr2015_Chlorki.pdf, Uniwersytet Łódzki, Łódź 2015, s. 28-29.
- S. Hwałek: *Górnictwo soli kamiennych i potasowych*, Katowice 1971, s. 34.
- W. Jaroszewski, L. Marks, A. Radomski: *Słownik geologii dynamicznej*, Warszawa 1985, s. 39.
- J. Jasnos: *Występowanie wód mineralnych, swoistych, leczniczych, termalnych oraz solanek na obszarze zapadliska przedkarpackiego i północnej części Karpat Zewnętrznych*, „Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój”, nr 1-2, AGH 2011, s. 355-6.
- J. Jaworska: *Automorficzne kryształy kwarcu z wysadu solnego Wapna*, „Przegląd Geologiczny”, nr 1, Warszawa 2004, s. 64.
- A. Jodłowski: *Eksploatacja soli na terenie Małopolski w pradziejach i we wczesnym średniowieczu*, „Studia i Materiały do dziejów Żup Solnych w Polsce” (dalej: SMDŻS), t.IV, Wieliczka 1971.
- A. Jodłowski: *Problem eksploatacji soli w okolicach Krakowa w Starożytności i we wczesnym Średniowieczu*, „Archeologia Polski”, t. XIV, z. 1, Warszawa 1969, s. 146.
- K. Kolasa, A. Ślaczka: *Uwagi o genezie wielickiego złoża soli*, „Studia i Materiały do dziejów Żup Solnych w Polsce”, nr XIV, Wieliczka 1985.

- G. Kortas: *Podstawowe problemy ochrony powierzchni i górotworu w górnictwie solnym*, „Przegląd Górniczy”, nr 10, Katowice 2014.
- K. Kowalczyk, M. Rapta, G. Moskal, J. Szłaga: *Rabka Juliana Zubrzyckiego*, Historia Rabki 2012, s. 21.
- P. Krzywiec: *Geodynamiczne i tektoniczne uwarunkowania ewolucji basenów przedgórskich, z odniesieniami do zapadliska przedkarpakiego*, „Przegląd Geologiczny”, vol. 54, nr 5, Warszawa 2006.
- A. Kustman, K. Poborska-Młynarska, K. Urbańczyk: *Zarys nowoczesnego ługownictwa solnego - aktualne kierunki rozwoju*, „Wydawnictwa AGH”, Kraków 2002, s. 54.
- C. Łuczak: *Górnictwo wielkopolskie w latach 1815-1918*, „Rocznik Dziejów Społecznych i Gospodarczych” t. XX, Poznań 1959, s. 111.
- J. Madej, S. Porzucek, Z. Szczerbowski, M. Łój: *Mikrograwimetryczna ocena aktualnego stanu górotworu nad wysadem solnym w Inowrocławiu*, „Warsztaty z cyklu: Zagrożenia naturalne w Górnictwie”, Kraków 2005, s. 405-7.
- A. Magdziorz, R. Lach: *Analiza możliwości ograniczenia zasolenia Bierawki i Odry przez wody kopalniane*, „Prace Naukowe GIG Górnictwo i Środowisko”, t. 2, Katowice 2002, s. 69-88.
- A. Matkowski, P. Musiał: *Systemowe magazyny gazu w Polsce*, „Archiwum Energetyki”, t. XLII, nr 2, Kraków 2012, s. 1.
- W. Mizerski, H. Sylwestrzak: *Słownik geologiczny*, Warszawa 2002, s. 73.
- Muzeum Jana Kasprowicza: *Miasto na soli-historia i kultura Inowrocławia od pradziejów do 1939 roku. Kopalnia soli „Solno”*, „Informator Kulturalny Pomorza i Kujaw”, Bydgoszcz 2016.
- M. Nieć: *Metodyka dokumentowania złóż kopalin stałych*, „Ministerstwo Środowiska”, Kraków 2012, s. 10-13.
- J. Papierkowski: *Zabłocka sól jodowo-bromowa*, „Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich”, Warszawa 1959, s. 12.
- B. Pałczyński, A. Sadurski (p. red), *Hydrogeologia regionalna Polski, Wody mineralne, lecznicze i termalne*, Warszawa 2007, s. 51-53.
- J. Piotrowicz: *Techniczne przeobrażenia saliny w Kołobrzegu na przełomie XVIII i XIX wieku a warzelnie Europy Środkowej i Zachodniej*, „Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce”, t.XV, Wieliczka 1989, s. 199-223.
- J. Poborski: *Zagadnienie struktury solnej w Kołobrzegu nad Bałtykiem*, „Przegląd Geologiczny”, vol. 7, nr 9, Kraków 1959.
- J. Poborski: *Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy*, Warszawa 1952, s. 21.
- K. Poborska-Młynarska: *Naturalna degradacja wysadu solnego w Inowrocławiu*, „Kwartalnik Geologiczny”, t. 28, nr 2, Warszawa 1984, s. 344.
- S. Połtowicz: *Miocen strefy karpackiej między Wieliczką a Dębicą*, „Kwartalnik AGH, Geologia”, 17, 1991, s. 19-57.
- L. Rajchel: *Występowanie i wykorzystanie wód chlorkowych Rabki-Zdroju*, „Geologia”, t. 35, z. 2/1, Kraków 2009, s. 276.

- L. Rajchel, M. Czop, J. Motyka, J. Rajchel: *Skład chemiczny wód mineralnych i leczniczych rejonu Iwonicza i Rymanowa*, „Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego”, Warszawa 2011.
- L. Rajchel: *Pozostałości górnictwa solnego w Beskidzie Żywieckim*, WUG: bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie, t. 4, Katowice 2007, s. 55-56.
- Redakcja: *Raport przemysłowy z działalności Zakładu Odsalania „Dębieńsko” Sp. z o.o.*, „Gospodarka surowcami mineralnymi”, T. 24, z. 3/2, Kraków 2008, s. 343.
- K. Ślizowski, L. Lankof: *Geologiczne uwarunkowania składowania wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych w złożach soli w Polsce*, „Przegląd Geologiczny”, nr 9, Warszawa 2009, s. 836.
- A. Smaroń (tłumacz.): *Dwie najstarsze relacje łacińskie o Żupach Krakowskich z XVI wieku*, „Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce”, t.XI, Wieliczka 1982.
- A. Smaroń: *Żupy Krakowskie w poezji polsko-łacińskiej od XV do XVII wieku*, „Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce”, t. XII, Wieliczka 1983.
- J. Stemulak: *Wgłębna budowa geologiczna obszaru między rzekami Olzą i Białą*, „Kwartalnik Geologiczny”, vol. 2, nr 4, Warszawa 1958.
- Surowce mineralne regionu krakowskiego*, pod red. M. Kamieńskiego, Warszawa, 1975, s. 69.
- H. Tomassi-Morawiec, G. Czapowski, O. Bornemann, M. Schramm, G. Misiek: *Wzorcowe profile bromowe dla solnych utworów cechsztynu w Polsce*, „Gospodarka surowcami mineralnymi”, t. 25, z. 2, Kraków 2009, s. 1.
- Z. Trzeźniowski: *Badania sejsmiczne w aspekcie historycznym i współczesnym*, „Przegląd Geologiczny” vol. 45, nr 6, Warszawa 1997.
- L. Turek, A. Garlicki: *Solanki rejonu Łapczyca-Gdów i perspektywy ich dalszego wykorzystania*, „Wody mineralne makroregionu południowego i perspektywy ich wykorzystania”, Kraków 1974, s.10-11.
- J. Twarogowski, B. Bruszevska, G. Czapowski, B. Dąbrowska, P. Ziętara: *Kompleksowe badanie budowy geologicznej struktur przypowierzchniowych z zastosowaniem analizy danych geologiczno-geofizycznych na przykładzie rozpoznania wysadu solnego „Damastawek” i jego otoczenia*, „Przegląd Geologiczny”, nr 12, Warszawa 2002, s. 1169-70.
- J. Wachowiak: *Minerały epigenetyczne inowrocławskiego wysadu solnego, część I - historia i podziemne skarby kopalni Solno*, „Przegląd Solny”, Kraków 2013, s. 61.
- Z. Werner, *Wysad solny Łaniąt na północo-zachód od Kutna*, „Instytut Geologiczny”, Warszawa 1961, s. 1-2.
- P. Wilkosz: *Porwaki anhydrytów cechsztyńskich w czapie anhydrytowo - gipsowo - iłowej, wysad solny Mogilno - pierwsze wyniki*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, t. 23, zeszyt specjalny 1, Kraków 2007, s. 66.
- T. Wojciechowski: *Kopalnia soli w Bochni*, Bochnia 2016, s. 21.
- T. Zawadzki: *Poszukiwania soli kamiennej w Galicji w latach 1772-1786*, „Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce”, t. VII, Wieliczka 1978, s. 153-165.