



100 lat Państwowego Instytutu Geologicznego – dla gospodarki, nauki i edukacji

Rola Państwowego Instytutu Geologicznego w badaniach genezy i określeniu wielkości polskich zasobów solnych po II wojnie światowej

Grzegorz Czapowski¹



Contribution of the Polish Geological Institute to studies on the origin and assessment of Polish salt resources after World War II. *Prz. Geol.*, 67: 241–251.

Abstract. The Polish Geological Institute (PGI), established in 1919 as the geological survey, during the last 100 years carried out geological prospecting of Poland, worked out the actual knowledge of geology and hydrogeology of the country, as well as discovered most of mineral deposits, essential to the national economy. This synthetic review presents the PIG achievements in prospecting and documenting of most deposits of rock and potash salts as well as in successful creation and application of new methodology and technics (e.g. chemostratigraphy, resource aspects of facies analysis, 3D images of salt deposits and structures, interferometry) to predict salt occurrences with optimal resource parameters, explain the tectonic and stratigraphic problems and to propose tools favoring

the mining safety. The data regarding regional geology, collected during a century, enabled estimation of accessible prospective resources of both salt types and selection of optimal salt occurrences for future management as storages for hydrocarbons, gas (air; hydrogen) and safe waste disposals.

Keywords: genesis, reserves, salts, Poland

Państwowy Instytut Geologiczny powołany w 1919 r., jako pełniący rolę służby geologicznej, przez ostatnie 100 lat, pomimo zmiennych kolei losu, z powodzeniem dostarczał niezbędnych informacji o krajowych surowcach i dokumentował ich złoża. Poniższy – syntetyczny z konieczności – przegląd dokonał instytutu koncentruje się na okresie po II wojnie światowej, kiedy jego pracownicy odkryli i udokumentowali większość znanych do dziś złóż soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych, a następnie wykorzystali posiadaną wiedzę geologiczną oraz zaaplikowane i opracowane nowe metody badawcze, aby informować o aktualnym potencjale surowcowym kraju i możliwościach alternatywnego wykorzystania wystąpień utworów solnych.

DZIAŁANIA ROZPOZNAWCZO-DOKUMENTACYJNE

W 30-leciu powojennym działania Instytutu Geologicznego były skupione na poszukiwaniu i dokumentowaniu złóż kopalin niezbędnych do odbudowania zrujnowanej gospodarki kraju. Kopaliny chemiczne, m.in. sól kamienna i sole potasowo-magnezowe, były źródłem surowca dla przemysłu chemicznego czy rolnictwa.

Najbardziej istotne w tym okresie było znalezienie krajowych źródeł pozyskiwania soli potasowo-magnezowych do produkcji nawozów sztucznych, koniecznych do zintensyfikowania upraw. Prowadzone wówczas rozpoznanie – z wykorzystaniem znanych technik badawczych (w przypadku utworów solnych to badania grawimetryczne, magnetotelluryczne i sejsmiczne, np. Werner, 1959a;

Sokołowski, 1966a) oraz rdzeniowanych odwiertów – umożliwiło udokumentowanie w latach 1950–1980:

a) pokładowych złóż soli kamiennej i potasowo-magnezowej w rejonie Zatoki Puckiej na Pomorzu Gdańskim (Werner, 1967, 1969, 1970; 1971; 1972a, b; 1973, 1974a; 1975, 1979; Orska, 1972, 1980);

b) złóż soli kamiennej w wysadach solnych na Kujawach: Kłodawa (Werner, 1959b, 1962, 1972c; Woyciechowska, 1958), Lubień (Orska, 1958, 1979; Waczkowska, 1958; Werner, 1956, 1958); Łanięta (Dębski, 1963), Rogóźno (Jaworski, 1961, 1962; Dębski i in., 1963), rozpoznano także wysady Damasławek (Orska, 1962; Werner, 1974b), Dębina (Werner, 1974c) i Izbica Kujawska (Poborski, 1955; Sękiewicz, 1960);

c) złóż soli kamiennej w zapadlisku przedkarpackim: Łęzkowice-Siedlec (Garlicki, 1960, 1961a, 1964), Bochnia (obliczenie zasobów – Garlicki, 1961b), Moszczenica-Lapczyca (Garlicki, 1970) i Wojnicz (Makowska, 1982);

d) oraz rozpoznano pokładowe złożo soli kamiennej Rybnik-Żary-Orzesze na Górnym Śląsku (Werner, 1953).

Interpretacja danych sejsmicznych, grawimetrycznych i otworowych umożliwiła zlokalizowanie i okonturowanie wysadów i poduszek solnych na Niżu Polskiego (np. Dadlez, Marek, 1969, 1974; Marek, 1971, 1988; Marek, Znosko, 1972; Dąbrowska, 1978; Dadlez, 1980).

W poszukiwaniu soli potasowo-magnezowych na dużą skalę badano również wystąpienia górnopermskich (cechsztyńskich) utworów solnych na obszarze monokliny przed-sudeckiej i synklinorium północnosudeckiego (peryklina Żar). Rozpoznano ich zasięg i warunki występowania oraz

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; grzegorz.czapowski@pgi.gov.pl

budowę z wstępną charakterystyką litologiczno-geochemiczną (np. Daduszyński, 1961; Podemski, 1966, 1970, 1972a, b, 1973a, b; Werner, Podemski, 1971; Werner, Dawidowski, 1976; Dawidowski, 1976; Orska, Dębski, 1977). Współwystępujące z udokumentowanymi złożami rud miedzi pokładowe wystąpienia soli kamiennej zostały rozpoznane jako kopalina towarzysząca i dokonano oszacowania ich zasobów (patrz Czapowski, 2017, z literaturą). Dotychczasowy stan wiedzy podsumowano w formie kartograficznej na arkuszach mapy złóż surowców mineralnych Polski w skali 1 : 500 000 (Osika, 1984).

Pozyskane dzięki intensywnym pracom poszukiwawczym i dokumentacyjnym dane geologiczne zaowocowały opracowaniami archiwalnymi i licznymi publikacjami o stratygrafii, petrologii, geochemii i tektonice utworów solnych (np. Poborski, 1947, 1952, 1957, 1960, 1961a, 1964, 1975, 1980; Poborski i in., 1956; Werner, 1954, 1972b; Werner i in., 1960; Szaniawski, 1964, 1966, 1970; Sokołowski, 1966b; Garlicki, 1968a, b; Podemski, 1967; 1972a, b, 1973a, 1974a, b, c, 1975; Stepniewski, 1973; Wagner, 1976, 1981, 1986, 1987a, b, 1988, 1990, 1991, 1994; Wagner i in., 1978, 1980; Domagała, 1982; Dębski, 1983; Bukowski, 1997a, b; Bukowski, Szaran, 1997; Wagner, Peryt, 1997, 1998). Zaprezentowano wówczas pierwsze interpretacje rozwoju sedymentacji utworów ewaporatowych górnego permu na obszarze przedsuddeckim (np. Podemski, 1964, 1965, 1968, 1973b) oraz koncepcje dalszych poszukiwań soli potasowo-magnezowych (np. Poborski, 1961b, 1965; Podemski, 1971).

Pewien przełom w klasycznym, dokumentacyjnym charakterze prac nad rozpoznaniem krajowego solnego potencjału surowcowego prowadzonych przez instytut, nastąpił pod koniec lat 70. ub.w., gdy brak przewidywanych efektów w udostępnieniu wystąpień polihalitu w utworach cechsztynu w rejonie Zatoki Puckiej (obszar złoża Mieroszyno) skłonił do konieczności weryfikacji dotychczasowego poglądu o formie występowania tej mineralizacji (patrz – Poborski, 1975, 1980). Nowy zespół powołany w Instytucie Geologicznym przeanalizował wszystkie dostępne materiały geologiczne z udokumentowanych w tym rejonie złóż solnych i ich otoczenia, wykorzystując najnowsze metody badawcze i przedstawił nową koncepcję genezy mineralizacji polihalitowej oraz historię rozwoju depozycji utworów cechsztynu i ewolucji ich zbiorników sedymentacyjnych (Peryt i in., 1984; Pizon i in., 1985).

Zapoczątkowane wówczas badania sedymentologiczne utworów solnych z wykorzystaniem wyników analiz geochemicznych (np. Tomassi, 1983; Tomassi-Morawiec, 1990, 2001, 2003) umożliwiły wyróżnienie po raz pierwszy różnych typów facji solnych, odzwierciedlających warunki depozycji w zróżnicowanym zbiorniku ewaporacyjnym (np. Czapowski, 1983, 1986, 1987, 1989, 1995a, 2007; Peryt, 1983; Czapowski i in., 1984; Czapowski, Tomassi-Morawiec, 1985; Peryt i in., 1985, 1993, 1998). Opracowana metodyka badań pozwoliła na dalsze rekonstrukcje środowisk i historii sedymentacji utworów solnych oraz paleogeografii różnowiekowych zbiorników salinarnych w skali całego basenu permskiego (np. Czapowski, 1989, 1990, 1993, 1995b; Czapowski i in., 1991, 1992a, 1993; Peryt i in., 1992) czy triasowego (np. Gajewska i in., 1985; Czapowski i in., 1992; Kovalevych i in., 2002; Czapowski, Tomassi-Morawiec, 2016) na obszarze Polski. Pomocne

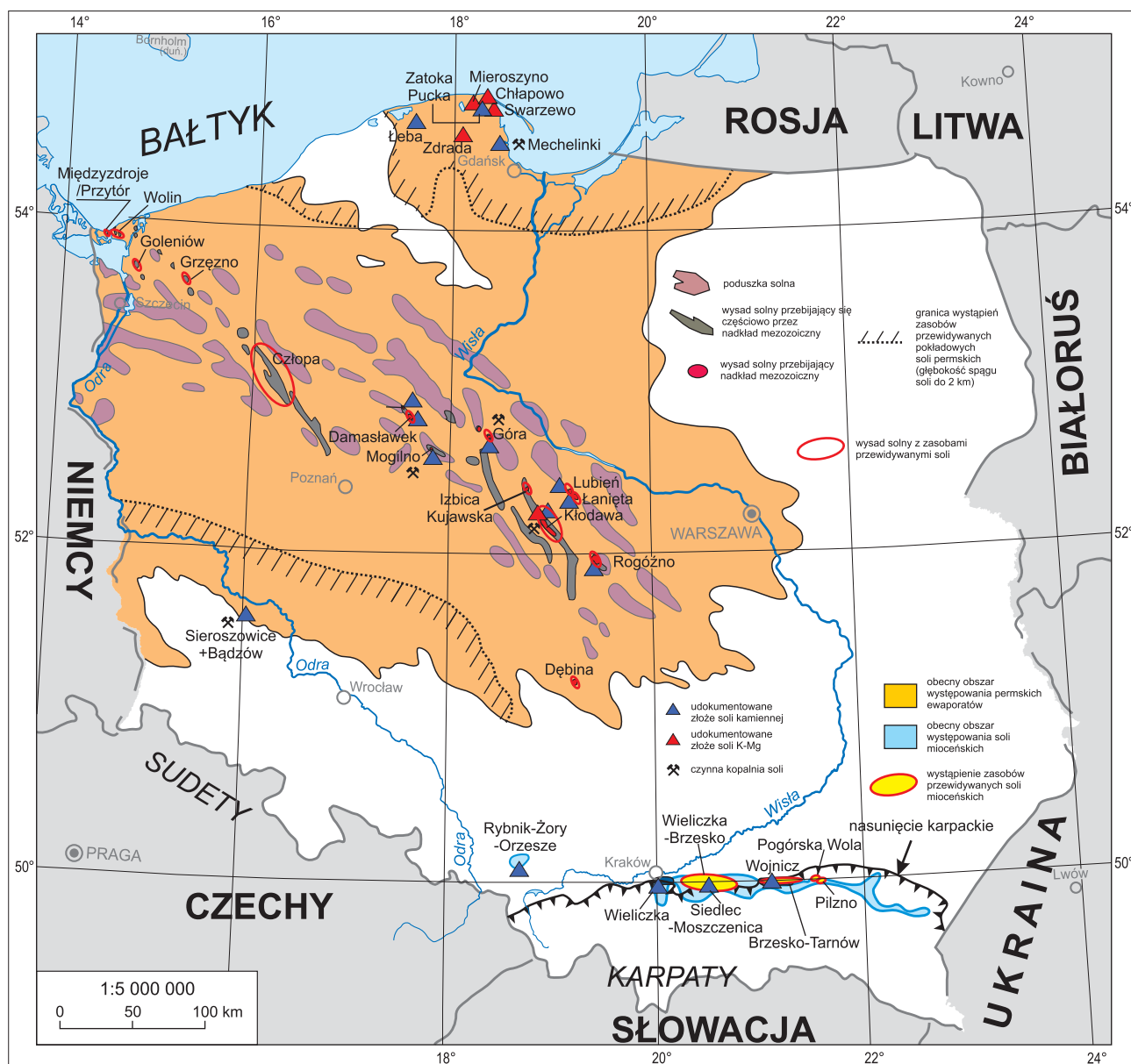
w interpretacjach środowiskowych były też wyniki innowacyjnych badań składu inkluzji w solach (np. Kovalevich, 1992, 1997; Peryt, Kovalevich, 1996; Eastoe, Peryt, 1999; Kovalevych i in., 2000, 2008; Galamay i in., 2003; Cenedon i in. 2004; Vovnyuk i in., 2004; Peryt i in., 2006; Vovnyuk, Czapowski, 2007).

NOWE KIERUNKI BADAWCZE I ICH EFEKTY

Od lat 80. ub.w. nastąpił pewien zastój w poszukiwaniach nowych złóż soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych. Nieliczne nowe materiały rdzeniowe z tych utworów pozyskiwano sporadycznie głównie podczas prowadzenia prac wiertniczych w poszukiwaniu złóż węglowodorów i rud miedzi przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo (PGNiG), KGHM oraz firmy prywatne. Pracownicy Instytutu Geologicznego (później Państwowego Instytutu Geologicznego) skupili zatem uwagę na wykorzystaniu już posiadanej i nowo nabytej informacji geologicznej, w celu lepszego rozpoznania stanu krajowego potencjału zasobowego obu kopalin i oceny różnych możliwości jego wykorzystania. Prowadzono prace w kilku kierunkach w celu praktycznego zastosowania uzyskanych dotąd wyników badań, wykorzystując dotychczas stosowane i nowo opracowane metody.

Pierwszy kierunek to ocena stanu rozpoznania dotychczas udokumentowanych złóż i szacowanie zasobów perspektywicznych soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych. Informacje o bieżących zmianach wielkości zasobów złóż już udokumentowanych były raportowane w corocznej edycji *Bilansu zasobów kopalni Polski*, przygotowywanej przez pracowników PiG od blisko 30 lat. Na początku lat 90.ub.w. przeprowadzono pierwszą próbę przedstawienia szacunkowej ilości zasobów perspektywicznych na podstawie dostępnej wówczas informacji geologicznej i ustalonych kryteriów (Bąk, Przeniosło, 1993). Po 16 latach dokonano ponownej analizy posiadanych danych i przedstawiono nowe wyliczenia (np. Wołkowicz i in., 2011; Czapowski, Bukowski, 2012, 21013). Były to z konieczności szacunki bardzo ogólne, bo obszary wystąpień perspektywicznych wskazano na mapach szkicowych w skali 1 : 1 mln. Dopiero w latach 2013–2015 przeprowadzono (Mikulski i in., 2015, 2016) szczegółowe obliczenia zasobów przewidywanych (z rozróżnieniem na prognostyczne i perspektywiczne, szacowane do głębokości 2 km), wskazując dokładne kontury ich wystąpień na arkuszach mapach topograficznych Polski w skali 1 : 200 000. Zasoby przewidywane soli kamiennej w Polsce oszacowano na ponad 4 bln Mg, zaś soli potasowo-magnezowych – na powyżej 3,6 mld Mg (np. Czapowski i in., 2015; Czapowski, Bukowski, 2016; Czapowski, 2017). Wraz z zasobami geologicznymi udokumentowanych złóż: ok. 85,3 mld Mg soli kamiennej i ok. 0,69 mld Mg soli K-Mg (Szuflicki i in., 2018), Polska posiada ponad 4,1 bln Mg soli kamiennej i blisko 4,3 mld Mg soli potasowo-magnezowych w postaci zasobów osiągalnych obecnymi technikami górnictwymi.

Dodatkowym atutem ostatniej oceny zasobów przewidywanych było określenie – w formie kartograficznej – możliwego stopnia konfliktowości ze strony infrastruktury terenu i wymogów środowiskowych na wskazanych obszarach wystąpień perspektywicznych obu kopalin. Jest to informacja kluczowa dla potencjalnego inwestora. Zasięgi



Ryc. 1. Lokalizacja obszarów wystąpienia zasobów przewidywanych oraz udokumentowanych złóż soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych w Polsce

Fig. 1. Localization of areas of mineral resource potential and identified economic reserves of rock salt and potash salt deposits in Poland

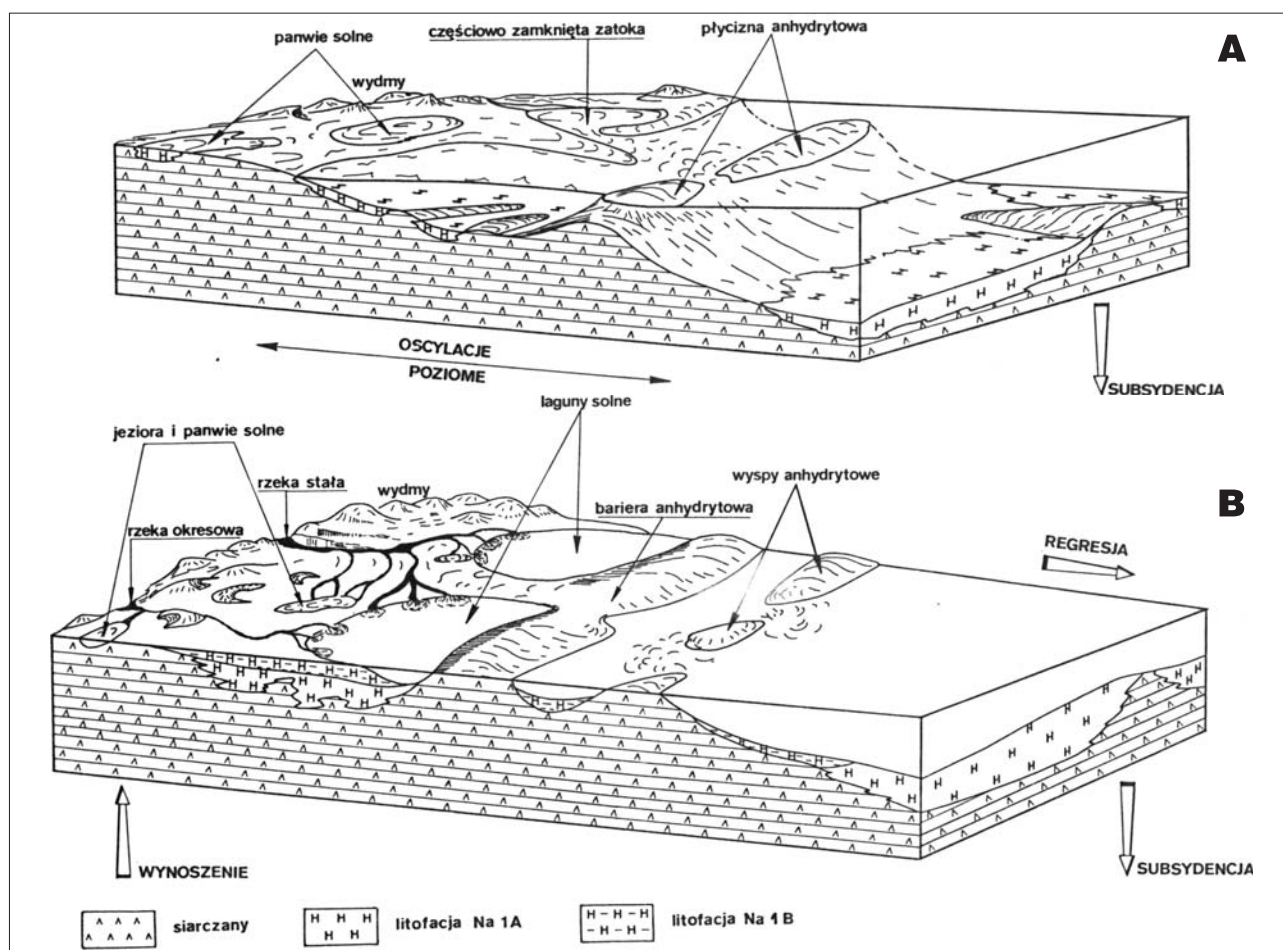
występowania zasobów przewidywanych oraz lokalizację udokumentowanych złóż solnych przedstawiono na rycinie 1.

Oprócz szacunków zasobów perspektywicznych przeprowadzono także ocenę stanu rozpoznania dotychczas udokumentowanych krajowych wystąpień soli i złóż solnych wraz opiniami o możliwości ich zagospodarowania w przypadku złóż dotychczas nieeksploatowanych (np. Orska, Werner, 1987; Czapowski, 1994, 2006a; Czapowski i in., 2008a, b, 2012; Czapowski, Bukowski, 2009, 2010). Na uwagę zasługuje też podjęcie próby oceny zawartości niektórych pierwiastków śladowych w wystąpieniach ewaporatów w Polsce (Garlicki i in., 1991).

Kolejny kierunek wykorzystania danych geologicznych to wizualizacja rozwoju solnych basenów depozycyjnych i budowy złóż solnych. Opracowano pierwszy model rozwoju basenu solnego, w którym powstały zarówno siarczany, jak i chlorki cyklotemu PZ1 w rejonie Zatoki Puckiej (np. Peryt i in., 1984, 1985; Peryt, 1991, 1994, 1995). Model ten (ryc. 2) ukazuje stopniowe wypełnianie chlorka-

mi zróżnicowanego batymetrycznie zbiornika salinarnego (Czapowski, Tomassi-Morawiec, 1985; Czapowski, 1987) i powstanie dyskusyjnych tzw. soli decendentnych (por. Poborski, 1975, 1980), jako odmiany facjalnej (Czapowski i in., 1984) w schyłkowym etapie jego rozwoju.

Opracowana metodyka wykonania wizualizacji budowy złóż osadowych (Czapowski i in., 2007) zaowocowała pierwszym modelem 3D budowy pokładowego złoża soli kamiennej na przykładzie złoża Mechelinki nad Zatoką Pucką. Model ten, odpowiednio modyfikowany (ryc. 3), pozwala ukazać w sposób przestrzenny zarówno budowę litologiczno-stratygraficzną danego złoża (ryc. 3A), jak i zmiany zawartości istotnych surowcowo składników kopaliny, np. zawartość NaCl (ryc. 3B) czy siarczanów (ryc. 3C), co ułatwia wybór optymalnych stref eksploatacji. Budowa tego modelu była odpowiedzią na podjęcie decyzji o rozpoczęciu budowy w tym złożu podziemnego kawernowego magazynu gazu przez PGNiG.



Ryc. 2. Model rozwoju depozycji utworów najstarszej soli kamiennej (Na1) w chechsztyńskim basenie salinarnym w rejonie Zatoki Puckiej (Peryt i in., 1984). **A** – początek depozycji chlorków, **B** – schyłek depozycji chlorków; litofacja Na1A – tzw. sól czysta, litofacja Na1B – tzw. sól zailona (descendentna)

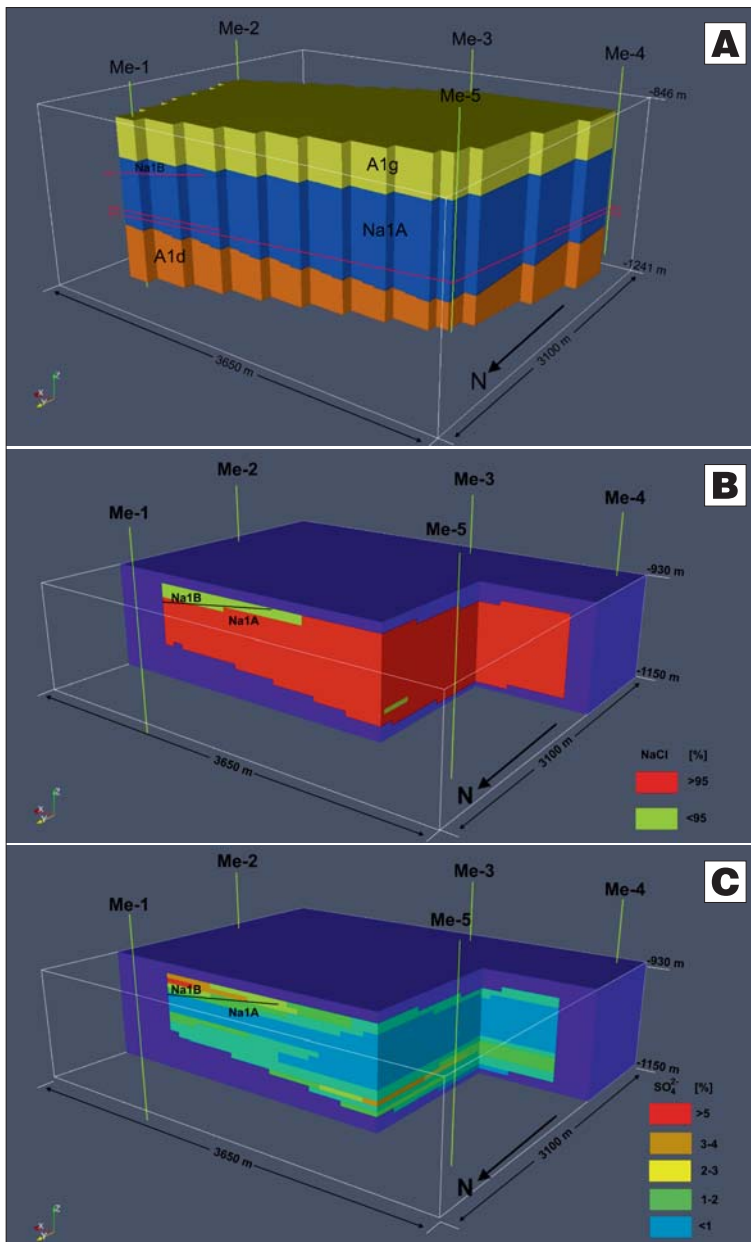
Fig. 2. Model of the Oldest Halite (Na1) unit deposition in the Zechstein salinary basin in the Puck Bay area (Peryt et al., 1984). **A** – onset stage of chloride deposition, **B** – final stage of chloride deposition; Na1A – lithofacies of “pure” rock salt, Na1B – lithofacies of clayey (descendent) rock salt

Przykładem modelu 3D wewnętrznej budowy geologicznej struktur wysadowych jest opracowany przez zespół pracowników PIG-PIB (Chelmiński i in., 2016) model dotychczas niezagospodarowanego, ale posiadającego dokumentację geologiczną, wysadu solnego Łanięta (ryc. 4). Ponieważ jest to potencjalnie korzystny obiekt do eksploatacji górniczej, stąd wiedza o przestrzennym rozmieszczeniu warstw solnych i skał płonych jest bardzo cenna przy podejmowaniu decyzji o lokalizacji przyszłych robót geologicznych i górniczych.

Podobne modele można konstruować dla złóż już zagospodarowanych, czego przykładem są próby stworzenia modeli 3D dla wybranych części eksploatowanego złoża soli kamiennej Kłodawa 1 w kłodawskim wysadzie solnym (Chelmiński i in., 2008). Uwzględniają one przestrzenne rozmieszczenie wyrobisk kopalni i głównych urabianych serii solnych oraz zarejestrowanych zagrożeń wodnych w przestrzeni 3D (ryc. 5) i tym samym są pomocne we wskazaniu potencjalnych stref zagrożeń wodnych bądź gazowych, poprzez powiązanie ich występowania z wewnętrzną budową geologiczną rozcinanego złoża. Takie prognozy zwiększają bezpieczeństwo robót górniczych, pozwalając ominąć wyrobiskami potencjalnie niebezpieczne strefy.

Utwory ewaporatowe chechsztynu (sole i siarczany) są praktycznie pozbawione kopalnej fauny i flory o znaczeniu

stratygraficznym, stąd też ich rozdzielenie wiekowe bazuje na cechach makroskopowych i normalnej sukcesji cyklotemowej w wystąpieniach typu pokładowego. W przypadku zaburzeń tektonicznych tego następstwa i możliwych lukach w profilu, np. w wysadach solnych, oraz podobieństwa wykształcenia serii ewaporatowych zdefiniowanie wieku poszczególnych kompleksów ewaporatów jest utrudnione, co skutkuje często dyskusyjnym obrazem budowy wewnętrznej badanej struktury solnej. W przypadku soli kamiennej po raz pierwszy zastosowano metody chemostratygrafii i opracowano metodę chemostratygrafii bromowej (Tomassi-Morawiec, Czapowski, 2005; Tomassi-Morawiec i in., 2007, 2009; Bornemann i in., 2008), w której utworom solnym określonego cyklotemu chechsztynu przypisano specyficzne przedziały i tendencje zmian zawartości bromu. Metoda ta pozwoliła np. rozdzielić wiekowo utwory zubrowe chechsztynu w kłodawskim wysadzie solnym (Tomassi-Morawiec, Czapowski, 2006) i potwierdzić obecność w płytszej części tego wysadu utworów najstarszej soli kamiennej (Czapowski, Tomassi-Morawiec, 2018), a także udokumentować serię powtórzeń tektonicznych w kompleksie starszej soli kamiennej w wysadzie solnym Góra (Czapowski i in., 2009a, b). Metoda bromowa może być z powodzeniem stosowana w dalszym wiertniczym rozpoznaniu kolejnych



Ryc. 3. Model 3D budowy pokładowego złoża soli kamiennej Mechelinki w rejonie Zatoki Puckiej (wg Czapowski i in., 2007). **A** – model budowy litologiczno-stratygraficznej: A1d – utwory anhydrytu dolnego, Na1A – utwory najstarszej soli kamiennej tzw. czystej, Na1B – utwory najstarszej soli kamiennej tzw. zailonej, A1g – utwory anhydrytu górnego, Me-2 – otwór wiertniczy. **B** – zmiany zawartości NaCl w utworach solnych. **C** – zmiany zawartości siarczanów (jon siarczanowy) w utworach solnych

Fig. 3. 3D image of internal structure of the Mechelinki stratiform rock salt deposit at the Puck Bay (after Czapowski et al., 2007). **A** – lithological-stratigraphic model: A1d – Lower Anhydrite unit, Na1A – lithofacies of “pure” rock salt of the Oldest Halite unit, Na1B – lithofacies of clayey rock salt of the Oldest Halite unit, A1g – Upper Anhydrite unit, Me-2 – borehole. **B** – distribution of NaCl content within rock salts. **C** – distribution of sulphate ion content within rock salts

wysadów solnych w Polsce, umożliwiając rozdzielenie wiekowe serii solnych.

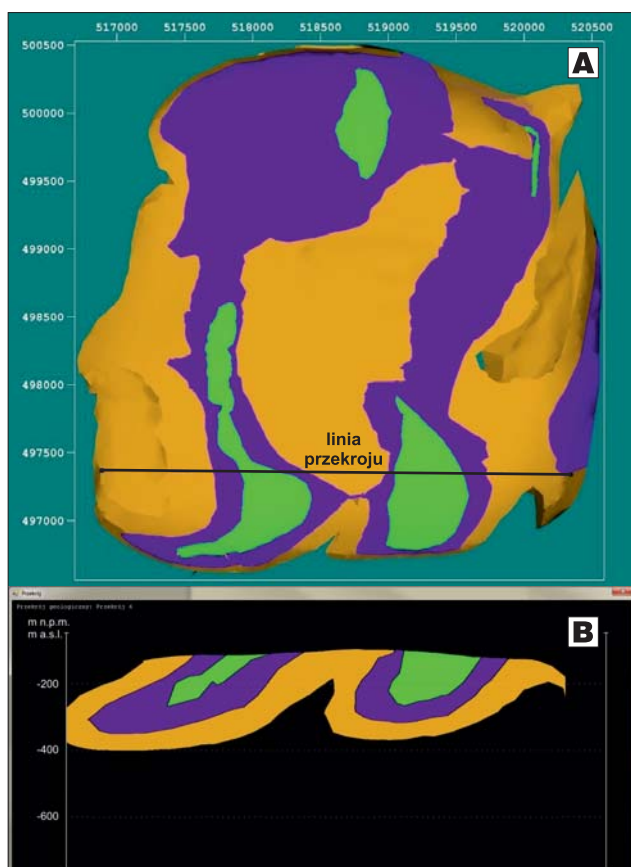
Dynamiczny rozwój technik geofizycznych, np. sejsmiki o wysokiej rozdzielczości czy metod geoelektrycznych, zaowocował nowymi danymi, umożliwiającymi lepsze rozpoznanie kształtu struktur solnych (np. Krzywiec, 2004, 2009, 2012) i budowy geologicznej ich nadkładu (np. Krzywiec i in., 2000; Twarogowski i in., 2002). Z kolei

badania mezostruktur tektonicznych, prowadzone w wyrobiskach kopalń soli (Inowrocław, Kłodawa, Wieliczka) i na rdzeniach wiertniczych pozwoliły określić główne kierunki tektoniczne w budowie wewnętrznej tych złóż solnych (Tarka i in., 1988; Tarka, 1992).

Określenie skali oddziaływania struktur wysadowych, szczególnie eksploatowanych górniczo, na powierzchnię terenu jest rejestrowane zwykle przez powtarzalne szczegółowe pomiary geodezyjne, bazujące na ustabilizowanych punktach pomiarowych. Zastosowana nowa technika pomiarów interferometrycznych umożliwiła wskazanie obszarów o różnym stopniu deformacji powierzchni nad wysadem solnym w Inowrocławiu (Piątkowska i in., 2012, 2013), w którym istnieje zlikwidowana 30 lat temu podziemna kopalnia soli. Deformacje te są wynikiem procesów subrozji w nadkładzie wysadu i stanowią zagrożenie dla zabudowy miasta, położonego bezpośrednio nad wysadem. Wiedza o strefach zagrożeń jest kluczowa zarówno w celu zabezpieczenia istniejących budynków, jak i dla rozmieszczenia nowych obiektów. Metoda ta, nie wymagająca żmudnych terenowych pomiarów geodezyjnych, może być wykorzystana do oceny stopnia degradacji terenu nad wysadem solnym w Wapnie, gdzie istnieje zlikwidowana podobna kopalnia.

Wiedza o zróżnicowanym wykształceniu utworów solnych w Polsce, zależnym od warunków paleofacjalnych i paleogeografii ówczesnych zbiorników salinarnych, pozwoliła powiązać cechy litofacjalne i charakterystyki geochemiczne tych osadów (Czapowski i in., 2001) z ich właściwościami surowcowymi i zdefiniować pojęcie solnych facji surowcowych (Czapowski i in., 2004). Wyróżniono cztery typy tych facji o różnej przydatności dla eksploatacji soli i/bądź wykorzystania ich wystąpień do celów magazynowania i składowania oraz wskazano obszary ich lokalizacji w solnych utworach cechsztyńskich w Polsce (op. cit.). Podobnie ustalenie przestrzennego rozmieszczenia stosunków miąższościowych utworów ewaporatowych (soli i siarczanów) na obrzeżach zbiornika cechsztyńskiego w Polsce umożliwiło wskazanie regionów, w których należy oczekiwać występowania serii solnych o dużej miąższości, przy odpowiednio cienkich nad- i niżejleżących utworach siarczanowych (Czapowski, Tomaszczyk, 2014). Ma to istotne znaczenie podczas poszukiwań lokalizacji przyszłych kopalń, magazynów czy składowisk.

Kompleksowa, regionalna wiedza o solach w Polsce okazała się przydatna w nowym podejściu do zagospodarowania wystąpień solnych, w którym bardziej pożądane są objętości wyrobisk górniczych z przeznaczeniem na magazyny bądź składowiska niż pozyskana z nich sól (np. Czapowski, 2006b; Karnkowski, Czapowski, 2007). Wiedza ta umożliwiła wykonanie szeregu analiz wystąpień i złóż solnych w Polsce pod kątem oceny ich przydatności do



Ryc. 4. Wybrane elementy modelu 3D budowy wewnętrznej wysadu solnego Łanięta (Geo3D viewer, Chełmiński i in., 2016). **A** – rzut na powierzchnię stropu zwierciadła solnego, kolorem oznaczono utwory cyklotemów cechsztynu: PZ2 – beżowy, PZ3 – fioletowy, PZ4 – zielony, czarna linia – przekrój geologiczny. **B** – przekrój przez górną część wysadu

Fig. 4. Selected elements of 3D model of the Łanięta salt diapir (Geo3D viewer, Chełmiński et al., 2016). **A** – projection onto the top surface of the salt diapir: deposits of the Zechstein cyclothems: PZ2 – beige, PZ3 – purple, PZ4 – green. **B** – cross-section through the upper diapir part

lokowania przyszłych kawernowych magazynów węgłowodórów – także dla rezerw paliwowych w ramach struktur NATO (Pieńkowski, 2007, 2009) – i składowisk odpadów (np. Pieńkowski i in., 2007; Urbańczyk i in., 2011a, b; Czapowski, Tomassi-Morawiec, 2012). Ostatnio dokonano także przeglądu wysadów solnych w Polsce, celem określenia ich przydatności do ulokowania przyszłych kawernowych magazynów wodoru, rozpatrywanego jako swoiste źródło czystej i odnawialnej energii (np. Czapowski, Tarkowski, 2018; Tarkowski, Czapowski, 2018).

WSPÓLPRACA Z GÓRNICTWEM

Ważną formą działalności była bezpośrednia współpraca pracowników instytutu z pracownikami zakładów górniczych, eksploatujących złoża soli. Wyraziła się ona prowadzeniem badań w kopalniach czy na materiale wiertniczym oraz wspólnymi publikacjami (np. Tarka i in., 1988; Tomassi-Morawiec i in., 2007; Czapowski i in., 2009a, b, 2012). Przykładem działań na rzecz górnictwa solnego było wyróżnienie typów tzw. soli różowej, stosowanej w Kopalni Soli Kłodawa S.A. do produkcji „galantarii solnej”, opisanie ich własności i warunków występowania

(Czapowski i in., 2005a; Sadowski i in., 2007) oraz projekt wykorzystania walorów turystycznych tej kopalni, jej infrastruktury wydobywczej oraz unikalnych profili geologicznych (Czapowski i in., 2005b). Projekt ten wykorzystano podczas tworzenia w kopalni trasy turystycznej, która funkcjonuje i cieszy się dużym powodzeniem.

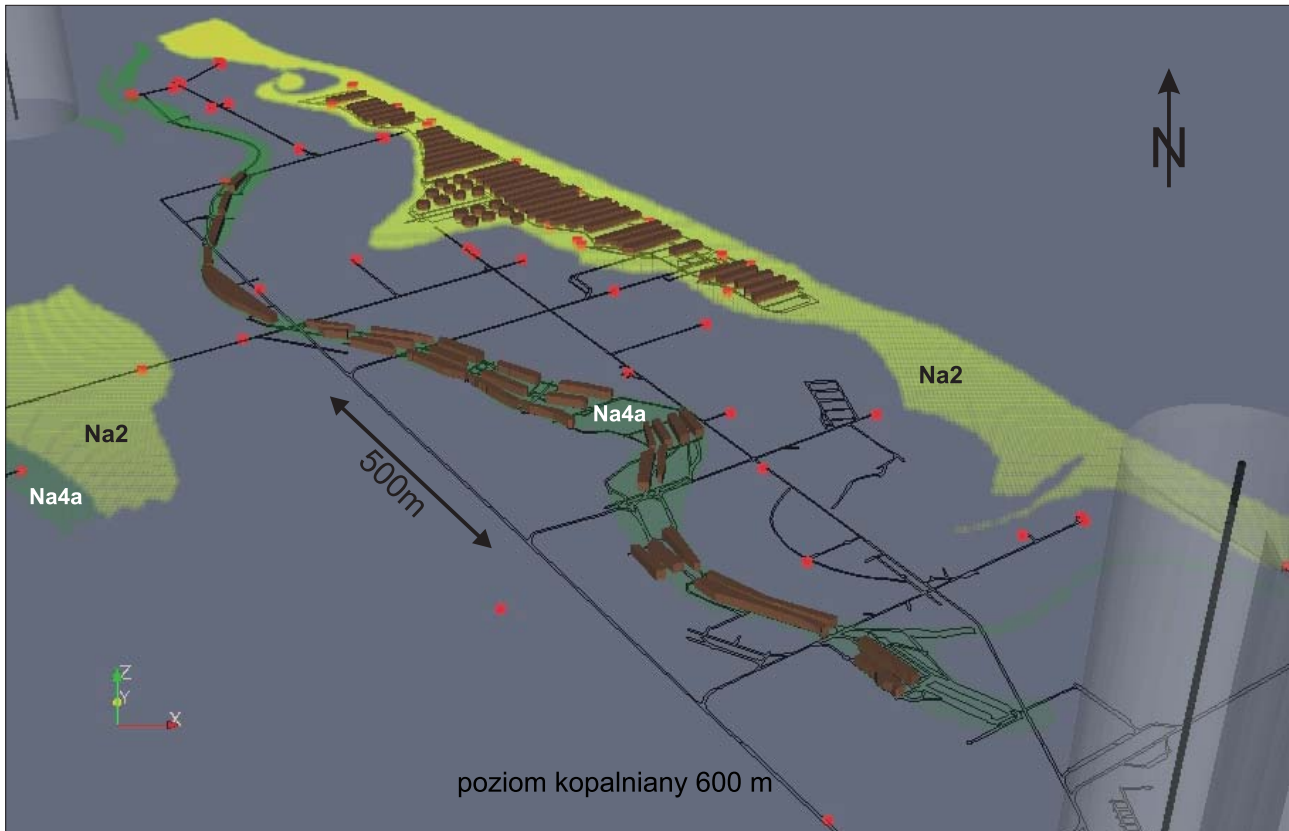
Cytowane w tym artykule wybrane publikacje i opracowania archiwalne prezentowały wyniki badań prowadzonych głównie podczas realizacji przez IG i PIG projektów w ramach działań służby geologicznej, projektów i grantów naukowych oraz projektów komercyjnych, zleczanych przez różne podmioty gospodarcze. Pominięto tu streszczenia dziesiątków wystąpień na konferencjach i sympozjach krajowych oraz międzynarodowych, zamieszczone w materiałach konferencyjnych, ponieważ lista tych prac byłaby zbyt długa.

PODSUMOWANIE

Przedstawiony przegląd powojennej działalności Państwowego Instytutu Geologicznego w budowaniu wiedzy geologicznej o utworach solnych w Polsce dowodzi, że pomimo różnych zawirowań politycznych, zmian w strukturze instytutu i jednostkach nadzorujących (reprezentujących często różne podejście do gospodarki surowcami), a także zmieniający się zespół pracowników o różnych specjalnościach (stratygrafia, sedimentologia, geochemia, petrografia, geologia złożowa, geofizyka) realizował prace badawcze, w pełni wykorzystując wiedzę swoich poprzedników. Zasoby archiwalne uzupełniano na bieżąco informacjami z prowadzonych badań i robót geologicznych, zaś badania rdzeni wiertniczych i wyrobisk górniczych pozwalały opracować i zastosować nowe metody badawcze, dostarczając nowych danych.

Niekwestionowanym dorobkiem instytutu jest rozpoznanie i udokumentowanie większości dotychczas znanych złóż solnych, stała aktualizacja ich zasobów, stworzenie bogatej bazy informacyjnej o wystąpieniach soli w Polsce oraz wykonanie na potrzeby gospodarki szacunków ich zasobów perspektywicznych o niebagatelnej wielkości ponad 4 bln Mg. Zastosowanie innowacyjnych technologii, jak np. modelowanie cyfrowe czy interferometria, pozwoliło stworzyć po raz pierwszy modele 3D złóż solnych i ocenić skalę oddziaływań na powierzchnię terenu procesów zachodzących w wysadach solnych i ich nadkładzie.

Przedstawiony dorobek jest dowodem, że zasób podstawowej wiedzy geologicznej, pozyskany podczas prac prospekcyjnych i badań podstawowych, może być praktycznie wykorzystany i skutecznie przełożony na wyniki przydatne gospodarczo. Bez wiedzy nie ma postępu w żadnej dziedzinie, zatem kwestionowanie przydatności prowadzenia badań podstawowych, inicjujących powstanie nowych metodologii i koncepcji interpretacyjnych, przez służby geologiczną i hydrogeologiczną jest kardynalnym błędem i prowadzi do stopniowej utraty innowacyjności tych służb i możliwości sprostania nowym wyzwaniom. Ekspertyzy na rzecz gospodarki, przygotowywane przez pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego, muszą pozostać obiektywne, oparte na faktach i najnowszej metodologii, niezależne od różnych „mód” politycznych. Dewiza Państwowego Instytutu Geologicznego *Mente et Maleo (Umysłem i młotkiem)*, łącząca kreatywność umysłu



Ryc. 5. Wizualizacja elementów infrastruktury i niektórych ciał solnych na poziomie kopalnianym 600 m w kopalni „Kłodawa” (wg Chełmińskiego i in., 2008). Czerwone kropki – zarejestrowane zjawiska wodne, poziome czarne linie – chodniki i szyby transportowe, kolor brązowy – komory eksploatacyjne, zasięg wydzieliń starszej (Na2 – kolor żółty) i najmłodszej (Na4a – kolor zielony) soli kamiennej

Fig. 5. 3D image of mine infrastructure and some salt bodies at the mining level 600 m of the “Kłodawa” salt mine (after Chełmiński et al., 2008). Red dots – registered outflows, horizontal black lines – galleries and transportation shafts, brown – exploitation chambers, extent of the Older Halite (Na2 – in yellow) and the Lower Youngest Halite (Na4a – in green) salt bodies

badacza z obiektywnymi danymi geologicznymi, musi pozostać naczelną zasadą działania służb geologicznej i hydrogeologicznej.

LITERATURA

- BAK B., PRZENIOSŁO S. (red.), 1993 – Zasoby perspektywiczne kopalni Polski wg stanu na 31 XII 1990 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUKOWSKI K. 1997a – Zawartość bromu w solach badenijskich Bochni. *Prz. Geol.*, 45 (8): 819–821.
- BUKOWSKI K. 1997b – Sedimentation of clastic strata associated with Miocene salts in Wieliczka (Southern Poland). *Slovak Geol. Mag.*, 3 (2): 157–163.
- BUKOWSKI K., SZARAN J. 1997 – Zawartość izotopów tlenu i siarki w anhydrytach z serii solonożnej Wieliczki i Bochni. *Prz. Geol.*, 45 (8): 816–818.
- BORNEMANN O., SCHRAMM M., TOMASSI-MORAWIEC H., CZAPOWSKI G., MISIEK G., KOLONKO P., JANIÓW S., TADYCH J. 2008 – Wzorcowe profile bromowe cechsztyńskich soli kamiennych w Polsce i w Niemczech na przykładzie kopalni soli w Kłodawie i w Görleben. *Geologos*, 14 (1): 73–90.
- CENDÓN C.I., PERYT T.M., AYORA C., PUEYO J.J., TABERNER C. 2004 – The importance of recycling processes in the Middle Miocene Badenian evaporite basin (Carpathian foredeep): palaeoenvironmental implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 212: 141–158.
- CHEŁMIŃSKI J., CZAPOWSKI G., MAŁOLEPSZY Z., NOWACKI Ł., ROSOWIECKA O., STĘPIEŃ U. 2016 – Integracja węglębnych danych geologicznych i geofizycznych w celu uszczegółowienia budowy geologicznej wysadów solnych na przykładzie wysadu Łanięta. *Prz. Solny*, 12: 51–55.
- CHEŁMIŃSKI J., TOMASZCZYK M., SŁODKOWSKI M., CZAPOWSKI G., MISIEK G. 2008 – Informatyczny system rejestracji zagrożeń wodnych w Kopalni Soli Kłodawa w Kłodawskim Wysadzie Solnym (Centralna Polska). *Gosp. Sur. Min.*, 24 (3/2): 185–195.
- CZAPOWSKI G. 1983 – Zagadnienia sedymentacji soli kamiennej cyklotemu PZ1 na wschodnim skłonie wyniesienia Łęby. *Prz. Geol.*, 31 (5): 278–284.
- CZAPOWSKI G. 1986 – “Internal lamination” in the halite rocks. *Prz. Geol.*, 34 (4): 202–204.
- CZAPOWSKI G. 1987 – Sedimentary facies in the Oldest Rock Salt (Na1) of the Łęba elevation (northern Poland). *Lecture Notes of Earth Sci.*, 10: 207–224.
- CZAPOWSKI G. 1989 – Środowiska sedymentacji soli kamiennych cyklotemów PZ2 PZ3 w syneklizie perybałtyckiej. *Prz. Geol.*, 37 (4): 209–212.
- CZAPOWSKI G. 1990 – Kontynentalne osady chlorkowe w górnym cechsztynie Polski. *Prz. Geol.*, 38 (9): 370–374.
- CZAPOWSKI G. 1993 – Facies characteristics and distribution of the Zechstein (Upper Permian) salt deposits of PZ3 (Leine) Cycle in Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 41 (4): 229–237.
- CZAPOWSKI G. 1994 – The Middle Badenian rock salts in the Carpathian Foredeep characteristics, origin and economic value. *Geol. Quart.*, 38 (3): 513–526.
- CZAPOWSKI G. 1995b – Upper Permian (Zechstein) salt deposits on the Żary Pericline characteristics, origin and economic value. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 150: 35–60.
- CZAPOWSKI G. 1995a – Salt facies of the Upper Permian. XIII International Congress on Carboniferous-Permian, Guide to Excursion A3: 85–96. *Wydaw. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- CZAPOWSKI G. 2006a – Cechsztyńskie sole potasowo-magnezowe na obszarze centralnej i południowo-zachodniej Polski. *Prz. Geol.*, 54 (4): 317.
- CZAPOWSKI G. 2006b – Możliwości bezpiecznego podziemnego magazynowania węglowodorów (paliw) w strukturach geologicznych na obszarze Polski. *Prz. Geol.*, 54 (8): 658–659.
- CZAPOWSKI G. 2007 – Ocena głębokości zbiornika solnego i czasu depozycji chlorków sodu na przykładzie utworów najstarszej soli ka-

- miennej (Na1) cyklu PZ1 cechsztynu w rejonie Zatoki Puckiej. *Prz. Geol.*, 55 (7): 573–581.
- CZAPOWSKI G. 2017 – Potencjał zasobowy soli kamiennej i soli potasowo-magnezowych obszaru przedśudeckiego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 469: 105–128.
- CZAPOWSKI G., ANTONOWICZ L., PERYT T. 1991 – Facies and paleogeography of the Zechstein (Upper Permian) Older Halite (Na2) in Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 38 (1–4): 45–55.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K. 2009 – Złoże soli w Polsce: stan aktualny i perspektywy zagospodarowania. *Prz. Geol.*, 57 (9): 798–811.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K. 2010 – Geology and resources of salt deposits in Poland: the state of the art. *Geol. Quart.*, 54 (4): 509–518.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K. 2012 – Salt resources in Poland at the beginning of XXI century. *Geol., Geoph., Environ.*, 38 (2): 189–208.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K. 2013 – Potencjał zasobowy soli kamiennej i soli potasowych w Polsce a perspektywy jego wykorzystania. *Gór. Odkryw.*, 54 (2): 74–84.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K. 2016 – Mapy wystąpień zasobów perspektywicznych soli w Polsce jako narzędzie w projektowaniu przyszłego zagospodarowania złóż kopalni. *Prz. Solny*, 11: 5–31.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., GIENKA M. 2008a – Aktualny stan rozpoznania geologicznego złóż soli kamiennej w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 429: 27–36.
- CZAPOWSKI G., BUKOWSKI K., GAŚIEWICZ A., SADŁOWSKA K. 2015 – Obszary perspektywiczne wystąpień i zasoby przewidywane surowców chemicznych Polski na mapach w skali 1 : 200 000 – sól kamienna, sole potasowo-magnezowe i siarka. *Prz. Geol.*, 63 (9): 561–571.
- CZAPOWSKI G., CHEŁMIŃSKI J., TOMASZCZYK M., TOMASSI-MORAWIEC H. 2007 – Metodyka modelowania przestrzennego budowy geologicznej osadowych złóż pokładowych na przykładzie cechsztyńskiego złoża soli kamiennej „Mechelinki” nad Zatoką Pucką. *Prz. Geol.*, 55 (8): 681–689.
- CZAPOWSKI G., DĘBSKI J., KASPRZYK A., KIEŻEL W., LANGIER-KUŹNIAROWA A., PERYT T.M. 1992 – Monografia anhydrytu i soli kamiennej na monoklinie przedśudeckiej (rejon LGOM). *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 20/93.
- CZAPOWSKI G., LANGIER-KUŹNIAROWA A., TOMASSI-MORAWIEC H. 1984 – Geneza soli „descendentnych” na wyniesieniu Leby. *Materiały Sympozjum nt. „Górnictwo surowców chemicznych”, listopad 1984*, Kraków: 79–93.
- CZAPOWSKI G., MISIEK G., POBORSKA-MŁYŃNARSKA K., TOMASSI-MORAWIEC H. 2005a – Różowa sól kamienna do produkcji galanterijnych wyrobów solnych – geologiczne warunki występowania, własności i metody pozyskania w kopalni soli „KŁODAWA”. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, 31 (2): 167–188.
- CZAPOWSKI G., PERYT T.M., ANTONOWICZ L. 1993 – Facies and paleogeography of the Zechstein (Upper Permian) Oldest Halite (Na1) in Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 41 (4): 217–227.
- CZAPOWSKI G., PERYT T.M., RAU O.B. 1992 – Carbonate anhydrite halite cycles in the Roet (Lower Triassic) of western Poland. *Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 40 (2): 1–4.
- CZAPOWSKI G., SADOWSKI A., MISIEK G., KOLONKO P. 2005b – Możliwości niekonwencjonalnego wykorzystania waloarów przyrodniczych i technicznych kopalni soli Kłodawa. *Tech. Posz. Geol., Geosynoptyka i Geotermia*, 234–235 (4/5): 35–47.
- CZAPOWSKI G., TARKOWSKI R. 2018 – Uwarunkowania geologiczne wybranych wysadów solnych w Polsce i ich przydatność dla budowy kavern do magazynowania wodoru. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 472: 53–82.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H. 1985 – Sedymentacja i geochemia najstarszej soli kamiennej w rejonie Zatoki Puckiej. *Prz. Geol.*, 33 (12): 663–670.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H. 2012 – Stan rozpoznania geologicznego struktur solnych regionu szczecińskiego pod kątem oceny możliwości budowy w ich obrębie kavernowych magazynów i składowisk. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 448 (1): 145–156.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H. 2016 – Baseny solne triasu na obszarze Polski. *Prz. Solny*, 12: 98–113.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H. 2018 – Wykształcenie i geochemia bromu utworów solnych pogranicza cyklotemów PZ1 i PZ2 cechsztynu w kłódawskim wysadzie solnym (środkowa Polska). *Prz. Geol.*, 66 (5): 303–308.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., BUKOWSKI H. 2001 – Charakterystyka geochemiczna różnowiekowych facji solnych z obszaru Polski. *Tech. Posz. Geol., Geosynop. Geoter.*, 40 (1): 19–42.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., BUKOWSKI K. 2004 – Analiza facjalna soli kamiennych jako metoda oceny możliwości zagospodarowania formacji solnych. *Tech. Posz. Geol., Geosynop. Geoter.*, 225–226 (1/2): 43–58.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., CHEŁMIŃSKI J., TOMASZCZYK M. 2008b – Stopień rozpoznania i perspektywy zagospodarowania cechsztyńskich złóż soli w rejonie Zatoki Gdańskiej. *Gór. Odkryw.*, 49/2 (2–3): 47–55.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., TADYCH J., GRZYBOWSKI L., SZTYRAK T. 2009a – Wykształcenie i tectonika utworów solnych cechsztynu w wysadzie solnym Góra koło Inowrocławia w świetle wyników kompleksowych badań geochemiczno-litologicznych w wybranych otworach wiertniczych. *Prz. Geol.*, 57 (6): 494–503.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., TADYCH J., GRZYBOWSKI L., SZTYRAK T. 2009b – Geochemia bromu i wykształcenie utworów solnych cechsztynu w wybranych otworach wiertniczych w wysadzie solnym Góra koło Inowrocławia. *Geologia*, 35 (3): 287–305.
- CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., TOBOŁA T., TADYCH T. 2012 – Geology, geochemistry and petrological characteristics of potash salt units from PZ2 and PZ3 Zechstein (Late Permian) cycles in Poland. *Geol., Geoph. Environ.*, 38 (2): 153–188.
- CZAPOWSKI G., TOMASZCZYK M. 2014 – Baseny ewaporatowe cykli PZ1, PZ2 i PZ3 cechsztynu (górnym perm) w Polsce – studium miąższościowe. *Prz. Solny*, 10: 49–64.
- DADLEZ R. (red.) 1980 – Mapa tektoniczna cechsztyńsko mezozoicznego kompleksu strukturalnego na Niżu Polskim w skali 1 : 500 000. Warszawa.
- DADLEZ R., MAREK S. 1969 – Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko mezozoicznego na niektórych obszarach Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, 13 (3): 545–565.
- DADLEZ R., MAREK S. 1974 – General outline of the tectonics of the Zechstein-Mesozoic complex in central and northwestern Poland. *Biul. Inst. Geol.*, 274: 111–148.
- DADUSZYŃSKI J. 1961 – Dokumentacja soli potasowych występujących w profilu odwiertu Nowa Sól Geo-1 (z próbą obliczenia zasobów K₂O przypadających na 1 km²). *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4121/142: 1–18.
- DĄBROWSKA Z. 1978 – Cechsztyński wysad solny Dębiny jako dowód tektoniki salinarnej w południowej części niecki Łódzkiej. *Biul. Inst. Geol.*, 309 (13): 121–137.
- DAWIDOWSKI S. 1976 – Obecne rozpoznanie koncentracji soli potasowych młodszych (K3) w okolicy Nowej Soli i perspektywy ich gospodarczego zastosowania. *Prz. Geol.*, 24 (9): 545–546.
- DĘBSKI J. 1963 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej w wysadzie solnym Łanięta, gmina Łanięta, pow. Kutno, woj. Łódź. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 3928/413.
- DĘBSKI J. 1983 – Zarys stratygrafii cechsztynu we wschodniej części wyniesienia Leby. *Prz. Geol.*, 31 (4): 293–299.
- DĘBSKI J., WERNER Z., PODEMSKI M., SZANIAWSKI H. 1963 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej w wysadzie solnym Rogoźno. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4129/375.
- DOMAGAŁA J. 1982 – Polihalit w cechsztynie Zatoki Puckiej w świetle nowych danych. *Prz. Geol.*, 30 (9): 463–467.
- EASTOE C.J., PERYT T.M. 1999 – Stable chlorine isotope evidence for non-marine chloride in Badenian evaporites, Carpathian mountain region. *Terra Nova*, 11: 118–123.
- GAJEWSKA I., PERYT T.M., TOMASSI-MORAWIEC H. 1985 – Bromine content of the Keuper (Upper Triassic) salts in Central Poland indicates their marine (mainly second cycle) origin. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 6: 349–356.
- GALAMAY A.R., BUKOWSKI K., CZAPOWSKI G. 2003 – Chemical composition of brine inclusions in halite from clayey salt (zuber) facies from the Upper Tertiary (Miocene) evaporite basin (Poland). *J. Geochem. Exp., Spec. Issue*, 78 (9): 509–511.
- GARLICKI A. 1960 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej Łęzkowice–Siedlec. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4930/167.
- GARLICKI A. 1961a – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej Łęzkowice–Siedlec (aneks). *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4930/187.
- GARLICKI A. 1961b – Dokumentacja geologiczna zasobów złoża soli kamiennej w Bochni. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4931/285.
- GARLICKI A. 1964 – Dokumentacja geologiczna zasobów złoża soli kamiennej Łęzkowice–Siedlec. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4930/194.
- GARLICKI A. 1968a – Z rozważań sedymentologicznych nad profilem autochtonicznej formacji solonożnej okolic Wieliczki i Bochni. *Rocz. PTG*, 38 (2–3): 219–223.
- GARLICKI A. 1968b – Autochtoniczna seria solna w miocenie Podkarpacia między Skawiną a Tarnowem. *Biul. Inst. Geol.*, 12 (215): 5–78.
- GARLICKI A. 1970 – Złoże soli kamiennej Moszczenica–Łapczyca na zachód od Bochni. *Kwart. Geol.*, 14 (2): 350–360.
- GARLICKI A., SZYBIST A., KASPRZYK A. 1991 – Badania pierwiastków śladowych w złożach soli i surowców chemicznych. *Prz. Geol.*, 39 (11/12): 520–527.

- JAWORSKI A. 1961 – Kartowanie wierceniami zwierciadła solnego wysadu w Rogoźnie, poz. pl. SHR-8. Sprawozdanie roczne 1961. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 14760/62.
- JAWORSKI A. 1962 – Opracowanie dokumentacji geologicznej zasobów wysadu solnego w Rogoźnie, poz. pl. SH-1c. Sprawozdanie roczne 1962 r. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 16240/63.
- KARNKOWSKI P.H., CZAPOWSKI G. 2007 – Underground hydrocarbons storages in Poland: actual investments and prospects. *Prz. Geol.*, 55 (12/1): 1068–1074.
- KOWALEWICZ W.M. 1992 – Fizykochemiczne warunki powstawania cechsztyńskich utworów solnych regionu bałtyckiego. *Prz. Geol.*, 40 (12): 721–726.
- KOWALEVICH V.M. 1997 – Inkluzje fluidalne w soli kamiennej w Bochni. *Prz. Geol.*, 45 (8): 822–825.
- KOWALEVICH V.M., CZAPOWSKI G., HAŁAS S., PERYT T.M. 2000 – Chemiczna ewolucja solanek cechsztyńskich basenów ewaporatowych Polski: badania inkluzji fluidalnych w halicie z poziomów soli Na1-Na4. *Prz. Geol.*, 48 (5): 448–454.
- KOWALEVICH V., PERYT T.M., BEER W., GELUK M., HAŁAS S. 2002 – Geochemistry of Early Triassic seawater as indicated by study of the Röt halite in the Netherlands, Germany, and Poland. *Chem. Geol.*, 182: 549–563.
- KOWALEVICH V.M., PERYT T.M., SHANINA S.N., WIĘCŁAW D., LYTVYNIUK S.F. 2008 – Geochemical aureoles around oil and gas accumulations in the Zechstein (Upper Permian) of Poland: analysis of fluid inclusions in halite and bitumens in salt. *J. Petrol. Geol.*, 31: 245–262.
- KRZYWIEC P. 2004 – Triassic evolution of the Kłodawa salt structure: basement-controlled salt tectonics within the Mid-Polish Trough (Central Poland). *Geol. Quart.*, 48 (2): 123–134.
- KRZYWIEC P. 2009 – Geneza i ewolucja wybranych struktur solnych z obszaru Niżu Polskiego w świetle danych sejsmicznych. *Prz. Geol.*, 57 (9): 812–818.
- KRZYWIEC P. 2012 – Mesozoic and Cenozoic evolution of salt structures within the Polish basin: An overview. [W:] Alsop G.I., Archer S.G., Hartley A.J., Grant N.T., Hodgkinson R. (red.), *Salt Tectonics, Sediments and Prospectivity*. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 363: 381–394.
- KRZYWIEC P., JAROSIŃSKI M., TWAROGOWSKI J., BURLIGA S., SZEWCZYK J., WYBRANIEC S., CZAPOWSKI G., ZIENTARA P., PETECKI Z., GARLICKI A. 2000 – Geofizyczne-geologiczne badania stropu i nadkładu wysadu solnego Damasławek. *Prz. Geol.*, 48 (11): 1005–1014.
- MAKOWSKA J. 1982 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej w kat. C2 w rejonie WOJNICZA (woj. Tarnów, gm. Wojnicz). *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 4932/250.
- MAREK S. 1971 – Przegląd cechsztyńskich struktur solnych na Niżu Polski środkowej. *Mat. z kolokwium nt. Geologii salinarniej w rejonie kujawskim, Inowrocław-Kłodawa, 10–12 listopada 1971*: 9–18.
- MAREK S. 1988 – Mapy paleomiąższości i facji oraz mapy paleotektoniczne epikontynentalnego permu i mezozoiku. *Kwart. Geol.* 32 (1): 1–14.
- MAREK S., ZNOSKO J. 1972 – Historia rozwoju geologicznego Kujaw. *Kwart. Geol.*, 16 (2): 233–248.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S., CZAPOWSKI G., SĄDŁOWSKA K., GAŚIEWICZ A., MARKOWIAK M., STRZELSKA-SMAKOWSKA B., SZTROMWASSER E., KOŹMA K., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., PAULO A., CHMIELEWSKI A., RADWANIEK-BAK B., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., MICHNIEWICZ M., BUKOWSKI K., KUĆ P., BLIŹNIUK A., KOSTRZ-SIKORA P., PIOTROWSKA M. 2015 – Mapy obszarów perspektywicznych wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową i ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 1714/2015.
- MIKULSKI S.Z., OSZCZEPALSKI S., CZAPOWSKI G., GAŚIEWICZ A., SĄDŁOWSKA K., MARKOWIAK M., SZTROMWASSER E., BUKOWSKI K., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., MĄDRY S., STRZELSKA-SMAKOWSKA B., PAULO A., MICHNIEWICZ M., RADWANIEK-BAK B., CHMIELEWSKI A., KUĆ P., SIKORSKA-MAJKOWSKA M., KOŹMA J., BLIŹNIUK A., PIOTROWSKA M., KOSTRZ-SIKORA P. 2016 – Obszary i zasoby perspektywiczne wystąpień rud metali i surowców chemicznych w Polsce na mapach w skali 1 : 200 000 wraz z ich oceną surowcową oraz ograniczeniami środowiskowymi i zagospodarowania przestrzennego. *Prz. Geol.*, 64 (9): 657–670.
- ORSKA J. 1958 – Ocena jakościowa soli kamiennej wysadu solnego w Lubieniu. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 3928/376.
- ORSKA J. 1962 – Projekt geologiczno-rozpoznawczych robót wiertniczych na wysadzie solnym Damasławek. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 3725/168.
- ORSKA J. 1972 – Opracowanie budowy geologicznej, stratygrafii i genezy złoża polihalitu w rejonie Zatoki Puckiej. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 3027/217.
- ORSKA J. 1979 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej w kat. C1 w wysadzie solnym Lubień, gm. Lubień Kujawski, woj. Włocławek. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 12952.
- ORSKA J. 1980 – Dodatek do dokumentacji złoża polihalitu i soli kamiennej „Chłapowo-Mieroszyno”, gm. Władysławowo, Puck, woj. Gdańsk. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 7790.
- ORSKA J., DĘBSKI J. 1977 – Dokumentacja geologiczna z oceną perspektyw dla poszukiwań złóż soli potasowo-magnezowych w rejonie Nowej Soli. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 421/452.
- ORSKA J., WERNER Z. 1987 – Rock and potassium salt. [W:] *Geology of Poland. Mineral Deposits*, 6: 197–205.
- OSIKA R. (red.) 1984 – Mapa złóż surowców mineralnych Polski, 1 : 500 000. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- PERYT T.M. 1983 – Modele sedimentacji ewaporatów cechsztyńskich. *Prz. Geol.*, 31 (5): 273–277.
- PERYT T.M. 1991 – Lower and Upper Werra Anhydrite in Leba Elevation area (northern Poland). *Lithofacies and paleogeography*. *Zb. Geol. Palaont.*, 1 (4): 1189–1200.
- PERYT T.M. 1994 – The anatomy of a sulphate platform and adjacent basin system in the Leba sub-basin of the Lower Werra Anhydrite (Zechstein, Upper Permian), northern Poland. *Sedimentology*, 41 (1): 83–113.
- PERYT T.M. 1995 – Geneza złóż polihalitu w cechsztyńskim rejonu Zatoki Puckiej w świetle badań sedimentologicznych i geochemicznych. *Prz. Geol.*, 43 (12): 1041–1044.
- PERYT T.M., CZAPOWSKI G., DĘBSKI J., PIZON A. 1985 – Model sedimentacji ewaporatów cechsztyńskich na wyniesieniu Łeby. *Prz. Geol.*, 33 (4): 204–211.
- PERYT T.M., CZAPOWSKI G., GAŚIEWICZ A. 1992 – Facje i paleogeografia cechsztyńskich zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. *Prz. Geol.*, 40 (4): 223–233.
- PERYT T.M., CZAPOWSKI G., DĘBSKI J., GAŚIEWICZ A., HERBICH E., PIZON A. 1984 – Poszukiwania złóż soli cechsztyńskich polihalitu na wyniesieniu Łeby. Część I. Analiza geologicznych warunków występowania i genezy polihalitu i soli cechsztyńskich na wyniesieniu Łeby. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 33/177.
- PERYT T.M., GALAMAY A.R., KOVALEVICH V.M., VOVNYUK S.V. 2006 – Temperature and nature of halite-precipitating solutions in Crystal Caves (Wieliczka salt mine, southern Poland). *Proceedings of the XVIIIth Congress of the Carpathian-Balkan Association*, Belgrade: 464–468.
- PERYT T.M., KOVALEVICH M. 1996 – Origin of anhydrite pseudomorphs after gypsum crystals in the Oldest Halite (Werra, Upper Permian, Northern Poland). *Zb. Geol. Palaont.*, 1 (1/2): 337–356.
- PERYT T.M., ORTI F., ROSELL L. 1993 – Sulfate platform basin transition of the Lower Werra Anhydrite (Zechstein, Upper Permian), western Poland: facies and petrography. *J. Sedim. Petrology*, 63 (4): 646–658.
- PERYT T.M., PIERRE C., GRYNIV S.P. 1998 – Origin of polyhalite deposits in the Zechstein (Upper Permian) Zdrada platform (northern Poland). *Sedimentology*, 45 (4): 565–578.
- PIĄTKOWSKA A., CZYRYŁOWICZ K., PRZYŁUCKA M., NOWACKI L., CHEŁMIŃSKI J., TOMASSI-MORAWIEC H. 2013 – Przetworzony model 3D wysadu solnego Inowrocław wraz z oznaczeniem przemieszczeń powierzchni terenu przy wykorzystaniu badań interferometrycznych. *Prz. Solny*, 9: 117–119.
- PIĄTKOWSKA A., SURAŁA M., PERSKI Z., GRANICZNY M. 2012 – Application of the SAR interferometric methods to identify the mobility of the area above the salt diapir in Inowrocław and the regional salt structures in central Poland. *Geologia*, 38 (2): 209–220.
- PIEŃKOWSKI G. 2007 – Short-term project on: Storage of petroleum in salt caverns and the use of salt brine as a medium for improvement of environment. *Summary Final Report*. 1–6. Document SPS STP 982185, NATO Unclassified.
- PIEŃKOWSKI G. 2009 – Podziemne magazynowanie węglowodorów w kawernach solnych w Polsce – wymiar strategiczny i możliwości poprawy stanu środowiska naturalnego. *Prz. Geol.*, 17 (9): 791–797.
- PIEŃKOWSKI G., WAGNER R., CZAPOWSKI G., TOMASSI-MORAWIEC H., PRUSSAK W., LIDZBARSKI M., CHEŁMIŃSKI J., TOMASZCZYK M. 2007 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska – część geologiczna. Podziemny magazyn ropy i paliw płynnych „DĘBOGORZE”, miejscowość: Dębogórze, gmina Kosakowo, powiat Puck, województwo pomorskie. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Gdańsk, nr arch. 850.
- PIZON A., PERYT T.M., DĘBSKI J. 1985 – Środowisko powstania polihalitów cechsztyńskich w rejonie Zatoki Puckiej. *Prz. Geol.*, 33 (12): 659–663.
- POBORSKI J. 1947 – Nowsze materiały do geologii złóż solnych w Wielkopolsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 36: 5–31.
- POBORSKI J. 1952 – Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy. *Biul. Inst. Geol.*, 78: 1–160.
- POBORSKI J. 1955 – Zestawienie i opracowanie materiałów dla całości struktury solnej Izbica–Łęczycza. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa, nr arch. 3927/203.

- POBORSKI J. 1957 – Wykształcenie czapy gipsowej i rozwój zjawisk krasowych na wysadzie solnym w Inowrocławiu. Arch. Górnictwa, 2 (4): 225–246.
- POBORSKI J. 1965 – Perspektywy poszukiwań i eksploatacji soli potasowych w Polsce. Pr. Geol., 13 (5): 189–191.
- POBORSKI J. 1960 – Cechsztyńskie zagłębienie solne Europy środkowej na Ziemiach Polskich. Pr. Inst. Geol., 30 (2): 355–366.
- POBORSKI J. 1961a – System permski na tzw. wyniesieniu Łeby i związane z nim możliwości górnicze. Pr. Geol., 9 (7): 346–349.
- POBORSKI J. 1961b – Główne kierunki poszukiwań soli potasowo-magnezowych w Polsce. Pr. Geol., 9 (11): 570–573.
- POBORSKI J. 1964 – Stosunki facjalne w zagłębieniu cechsztyńskim w Polsce. Kwart. Geol., 8 (1): 111–121.
- POBORSKI J. 1975 – O halogenicznych zjawiskach krasowych w permie górnym na wyniesieniu Łeby. Pr. Geol., 23 (5): 325–328.
- POBORSKI J. 1980 – Discontinuity in Upper Permian (Zachstein), Succession of Evaporites in Eastern Pomerania, Poland. 5th Symp. on Salt, the North. Ohio Geol. Society, 2: 153–157.
- POBORSKI J., PROHAZKA K., WALA A. 1956 – Sole potasowo-magnezowe w złożach Inowrocławia i Wapna. Acta Geol. Polon., 6 (3): 337–370.
- PODEMSKI M. 1964 – Zagadnienie sedimentacji chemicznej cechsztytnu na monoklinie przedsudeckiej. Kwart. Geol., 8 (4): 920–921.
- PODEMSKI M. 1965 – Rozwój sedimentacji utworów cechsztytnu w rejonie Lubin Legnicki – Sieroszowice. Kwart. Geol., 9 (1): 115–130.
- PODEMSKI M. 1967 – Wpływ tektoniki na sedimentację cechsztyńską w okolicy Nowej Soli. Kwart. Geol., 11 (2): 424–425.
- PODEMSKI M. 1966 – Sole potasowe cechsztyńskiego poziomu starszej soli potasowej (K2) z okolicy Nowej Soli. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 4121/191.
- PODEMSKI M. 1968 – Kilka uwag o sedimentologicznych podstawach stratygrafii cechsztytnu. Kwart. Geol., 12 (4): 875–883.
- PODEMSKI M. 1970 – Perspektywy poszukiwań złóż soli potasowych na peryklinie Żar w świetle wyników badań sejsmicznych przeprowadzonych przez Program Rozwoju ONZ. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 52/100.
- PODEMSKI M. 1971 – Perspektywy poszukiwań złóż soli potasowych na peryklinie Żar w świetle wyników badań sejsmicznych, przeprowadzonych przez Program Rozwoju ONZ. Kwart. Geol., 15 (4): 990–991.
- PODEMSKI M. 1972a – Cechsztyńskie sole kamienne i potasowe cyklotomów Z2, Z3 w okolicach Nowej Soli. Biul. Inst. Geol., 260 (2): 5–62.
- PODEMSKI M. 1972b – Poziom soli potasowej starszej w rejonie Zielonej Góry. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 4121/401.
- PODEMSKI M. 1973a – Podsumowanie wyników dotychczasowych badań geofizycznych i geologicznych zachodniej części niecki północno-sudeckiej w aspekcie poszukiwań złóż soli kamiennej i potasowej. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. DS/259.
- PODEMSKI M. 1973b – Sedimentacja cechsztyńska zachodniej części monokliny przedsudeckiej na przykładzie okolic Nowej Soli. Pr. Inst. Geol., 71: 1–101.
- PODEMSKI M. 1974a – Stratygrafia utworów cechsztyńskich zachodniej części niecki północno-sudeckiej. Kwart. Geol., 18 (4): 729–748.
- PODEMSKI M. 1974b – Wyniki dotychczasowych badań soli potasowych w strefie przedsudeckiej. Pr. Geol., 21 (1): 7–12.
- PODEMSKI M. 1974c – Nowa interpretacja budowy tektonicznej struktury Rybaki. Kwart. Geol., 18 (1): 190–208.
- PODEMSKI M. 1975 – Sole cechsztyńskie w rejonie struktury Rybaki. Biul. Inst. Geol., 286 (3): 5–63.
- SADOWSKI A., POBORSKA-MŁYNARSKA K., CZAPOWSKI G., 2007 – Koncepcja wykorzystania i zagospodarowania wyrobisk poeksploatacyjnych Kopalni Soli „Kłodawa”. WUG, 6 (154): 12–15.
- SĘKIEWICZ J. 1960 – Wysad solny okolicy Izbicy Kujawskiej ze szczególnym uwzględnieniem litologii cechsztytnu. Praca dypl. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 3927/243.
- SOKOŁOWSKI J. 1966a – O możliwościach odkrywania i dokumentowania złóż soli potasowo-magnezowych metodami geofizycznymi. Geofizyka i Geologia Naftowa, 1–2 (109–110): 1–13.
- SOKOŁOWSKI J. 1966b – Rola halokinezy w rozwoju osadów mezozoicznych i kenozoicznych struktury Mogilna i synklinorium mogileńsko-lódzkiego. Prace Inst. Geol., 50: 1–112.
- STĘPNIEWSKI M. 1973 – Niektóre pierwiastki śladowe w cechsztyńskich minerałach solnych z rejonu Zatoki Puckiej. Biul. Inst. Geol., 272 (10): 7–68.
- SZANIAWSKI H. 1964 – Cechsztytn na Pomorzu Gdańskim. Kwart. Geol., 8 (4): 922–923.
- SZANIAWSKI H. 1966 – Rozwój facjalny i paleogeografia cechsztytnu w rejonie wyniesienia Łeby. Acta Geol. Polon., 16 (2): 229–244.
- SZANIAWSKI H. 1970 – Stratygrafia, sedimentacja i paleogeografia cechsztytnu na obszarze Pomorza. Acta Geol. Polon., 20 (3): 485–538.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.) 2018 – Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych Polsce wg stanu na 31 XII 2017 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TARKA R. 1992 – Tektonika wybranych złóż soli w Polsce na podstawie badań mezostrukturalnych. Prace Państw. Inst. Geol., 147: 1–47.
- TARKA R., WIEWIÓRKA J., RARMUTA P., BRUDNIK K. 1988 – Wieliczka – mezostrukturalne świadectwa tektogenezy. Pr. Geol., 36 (10): 572–577.
- TARKOWSKI R., CZAPOWSKI G. 2018 – Salt domes in Poland – potential sites for hydrogen storage in caverns. Inter. J. Hydrog. Ener., 43: 21414–21427.
- TOMASSI H. 1983 – Rozkład bromu w najstarszej soli kamiennej w wybranych otworach wiertniczych na wyniesieniu Łeby. Pr. Geol., 31 (5): 284–289.
- TOMASSI-MORAWIEC H. 1990 – Geochemia bromu w utworach najstarszej soli kamiennej w rejonie Zatoki Puckiej. Biul. Państw. Inst. Geol., 364: 31–59.
- TOMASSI-MORAWIEC H. 2001 – Brom i stront w najstarszej soli kamiennej (Na1) na wyniesieniu Łeby (na przykładzie otworu wiertniczego Orle ONZ-1). Pr. Geol., 49 (5): 384–388.
- TOMASSI-MORAWIEC H. 2003 – Charakterystyka geochemiczna najstarszej soli kamiennej (Na1) w rejonie Zatoki Puckiej. Pr. Geol., 51 (8): 693–702.
- TOMASSI-MORAWIEC H., CZAPOWSKI G. 2005 – Chemostratygrafia cechsztyńskich soli kamiennych w Polsce – wstępne wyniki i perspektywy. Tech. Posz. Geol., Geosnoptyka i Geotermia, 234/235: 82–85.
- TOMASSI-MORAWIEC H., CZAPOWSKI G. 2006 – Brom w skałach ilasto-solnych cechsztytnu Polski. Pr. Geol., 54 (6): 488–495.
- TOMASSI-MORAWIEC H., CZAPOWSKI G., BORNEMANN O., SCHRAMM M., MISIEK G. 2009 – Wzorcowe profile bromowe dla solnych utworów cechsztytnu w Polsce. Gosp. Sur. Min., 25 (2): 75–143.
- TOMASSI-MORAWIEC H., CZAPOWSKI G., BORNEMANN O., SCHRAMM M., TADYCH J., MISIEK G., KOŁONKO P., JANIÓW S. 2007 – Wzorcowe profile bromowe utworów solnych cechsztytnu Polski: sole cyklu PZ2 (Z2) w kopalni soli Kłodawa. Gosp. Sur. Min., 23 (1): 103–115.
- TWAROGOWSKI J., BRUSZEWSKA B., CZAPOWSKI G., DĄBROWSKA B., ZIENTARA P. 2002 – Kompleksowe badanie budowy geologicznej struktur przypowierzchniowych z zastosowaniem analizy danych geologiczno-geofizycznych na przykładzie rozpoznania wysadu solnego „Damasławek” i jego otoczenia. Pr. Geol., 50 (12): 1169–1176.
- URBAŃCZYK K., CZAPOWSKI G., LANKOF L., ŚLIZOWSKI K., TOMASZCZYK M. 2011a – Analiza zdolności magazynowej wybranych pokładów soli. [W:] Ślizowski J., Urbańczyk K. (red.), Możliwości magazynowania gazu ziemnego w polskich złożach soli kamiennej w zależności od warunków geologiczno-górnictwowych. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków: 49–89.
- URBAŃCZYK K., ŚLIZOWSKI J., CZAPOWSKI G., LANKOF L., 2011b – Zdolność magazynowa wysadów solnych. [W:] Ślizowski J., Urbańczyk K. (red.), Możliwości magazynowania gazu ziemnego w polskich złożach soli kamiennej w zależności od warunków geologiczno-górnictwowych. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków: 91–119.
- VOVNYUK S., CZAPOWSKI G. 2007 – Generation of primary sylvite: the fluid inclusion data from the Upper Permian (Zechstein) evaporites, SW Poland. Geol. Soc., Spec. Publ., 285: 275–284.
- VOVNYUK S., KOVALEVYCH V., CZAPOWSKI G., SYDOR D. 2004 – Geochemical peculiarities of formation of Upper Permian Sealts in eastern part of the Central European Basin (w j. ukraińskim, streszcz. angielskie). Geol. Geochem. Combust. Min., 2: 119–136.
- WACZKOWSKA B. 1958 – Wysad solny w Lubieniu. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa, nr arch. 3928/388.
- WAGNER R. 1976 – Cechsztytn. [W:] Dadlez R. (red.), Perm i mezozoik niecki pomorskiej. Prace Inst. Geol., 79: 18–39.
- WAGNER R. 1981 – Some problems of the Zechstein stratigraphy in Poland. Proc. Intern. Symp. Central Europ. Permian: 398–399.
- WAGNER R. 1986 – Problemy formalnej litostratygrafii cyklotomów ewaporatowych na przykładzie cechsztytnu. Pr. Geol., 34 (5): 250–254.
- WAGNER R. 1987a – Stratygrafia i charakterystyka litologiczna – cechsztytn. [W:] Raczyńska A. (red.), Budowa geologiczna wału pomorskiego i jego podłoża. Pr. Inst. Geol., 69: 64–81.
- WAGNER R. 1987b – Stratigraphy of the Uppermost Zechstein North Western Poland. Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci., 35 (3): 265–273.
- WAGNER R. 1988 – Ewolucja basenu cechsztyńskiego w Polsce. Kwart. Geol., 32 (1): 33–52.
- WAGNER R. 1990 – Cechsztytn w zachodniej części polskiego akwenu Bałtyku. Kwart. Geol., 34 (1): 93–112.
- WAGNER R. 1991 – Stratigraphie des höchsten Zechstein in Polnischen Zentralbecken. Zbl. Geol. Paläont., 1 (4): 883–892.
- WAGNER R. 1994 – Stratygrafia i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. Pr. Państw. Inst. Geol., 146: 1–71.

- WAGNER R., PERYT T.M. 1997 – Possibility of sequence stratigraphy subdivision of the Zechstein in the Polish Basin. *Geol. Quart.*, 41 (4): 457–474.
- WAGNER R., PERYT T.M. 1998 – O możliwościach podziału cechsztynu w sekwencji stratygraficznej w basenie polskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, 165: 129–146.
- WAGNER R., PIĄTKOWSKI T.S., PERYT T.M. 1978 – Polski basen cechsztyński. *Prz. Geol.*, 26 (12): 673–786.
- WAGNER R., POKORSKI J., DADLEZ R. 1980 – Paleotektonika basenu permu na Niżu Polskim. *Kwart. Geol.*, 24 (3): 553–569.
- WERNER Z. 1953 – Złoże soli kamiennej Rybnik-Żary-Orzesze. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 4827/113.
- WERNER Z. 1954 – Badanie zawartości boru w cechsztynie solonośnym oraz badanie zawartości bromu w solach potasowych. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3928/239.
- WERNER Z. 1956 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej w Lubieniu, powiat Włocławek, woj. bydgoskie. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3928/355.
- WERNER Z. 1958 – Opracowanie geologiczne wydaju solnego w Lubieniu. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3928/365.
- WERNER Z. 1959a – Metody poszukiwania i rozpoznania wydajnych złóż solnych. *Instrukcje i metody badań geologicznych. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. R/701.
- WERNER Z. 1959b – Dokumentacja geologiczna złoża soli potasowo-magnezowych i soli kamiennej w Kłodawie. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3928/370, 13226.
- WERNER Z. 1962 – Dokumentacja geologiczna złoża soli potasowo-magnezowych i soli kamiennej w kłodawskim wydajnym solnym. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3927/209, 1919.
- WERNER Z. 1967 – Dokumentacja geologiczna złoża polihalitu i soli kamiennej „Chłapowo-Microszyno”. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 2973/32.
- WERNER Z. 1969 – Złoże polihalitu w rejonie Swarzewa, pow. Puck, woj. Gdańsk. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 2926/87.
- WERNER Z. 1970 – Poszukiwanie złóż soli potasowych w syneklizie perybałtyckiej, rejon wyniesienia Łeby. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 2925.
- WERNER Z. 1971 – Dokumentacja geologiczna złoża polihalitu „Swarzewo”, pow. Puck. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3027/213.
- WERNER Z. 1972a – Dokumentacja geologiczna złoża polihalitu „Zdrada”, pow. Puck. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3026/113/36.
- WERNER Z. 1972b – Złoże soli potasowych w rejonie Zatoki Puckiej. *Przew. 54 Zjazdu PTG, Cetniewo*: 37–46.
- WERNER Z. 1972c – Dokumentacja geologiczna zasobów złoża soli kamiennej Kopalni Soli „Kłodawa” w Kłodawie, woj. konińskie. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3928/542.
- WERNER Z. 1973 – Dokumentacja geologiczna złoża polihalitu „Zdrada”, pow. Puck. *Oprac. uzup. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3026/113/36.
- WERNER Z. 1974a – Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża polihalitu „Swarzewo”, pow. Puck. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 2927/40.
- WERNER Z. 1974b – Projekt badań rozpoznawczych wydaju solnego Damasławek, pow. Żnin, woj. bydgoskie. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 440/74.
- WERNER Z. 1974c – Projekt geologicznych badań rozpoznawczych wydaju solnego Bełchatów (Dębina), pow. Bełchatów, woj. łódzkie. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 10719.
- WERNER Z. 1975 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej „Mechelinki”, woj. Gdańsk. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 1637 CUG.
- WERNER Z. (red.), 1979 – Dokumentacja geologiczna złoża soli kamiennej w kat. C1 w rejonie Zatoki Puckiej. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 13050 CUG.
- WERNER Z., DAWIDOWSKI J.S. 1976 – Poszukiwanie złóż soli potasowych na monoklinie przedsudeckiej. A/73 Podsumowanie wyników I etapu i projekt dalszych prac poszukiwawczych soli potasowych w rej. Nowej Soli. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 4121/140.
- WERNER Z., POBORSKI J., ORSKA J., BĄKOWSKI J. 1960 – Złoże solne w Kłodawie w zarysie geologiczno-górnictwym. *Pr. Inst. Geol.*, 30: 467–512.
- WERNER Z., PODEMSKI M. 1971 – Wyniki dotychczasowych badań soli potasowych w Polsce i program dalszych poszukiwań. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 060/1265.
- WOŁKOWICZ S., SMAKOWSKI T., SPECZIK S. (red.) 2011 – Bilans perspektywicznych zasobów kopalni Polski wg stanu na 31 XII 2009 r. *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- WOYCIECHOWSKA B. 1958 – Opracowanie geochemiczne starszej soli potasowej w kopalni w Kłodawie, z wnioskami górnictwymi. *Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*, nr arch. 3928/372.

PRZEGLĄD GEOLOGICZNY



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



PAŃSTWOWY
INSTYTUT
GEOLOGICZNY

Cena 12,60 zł (w tym 5% VAT)

TOM 67 Nr 4 (KWIECIEŃ) 2019

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

Geometryzacja form
zjawisk krasowych

Aktywność neotektoniczna
Pasma Lubania (Gorce)

Rola PIG w badaniach genezy
i określeniu wielkości
polskich zasobów solnych

Zdjęcie na okładce: Zrost kryształów halitu, kopalnia Solno II, Inowrocław. Coll. J. Wachowiak, 1986 r. Foto J. Wachowiak (patrz artykuł G. Czapowskiego na str. 241)

Cover photo: Halite crystal intergrowth from the Solno II mine (Inowrocław). Coll. J. Wachowiak, 1986. Photo by J. Wachowiak (see article by G. Czapowski on p. 241)