

STAN ROZPOZNANIA GEOLOGICZNEGO STRUKTUR SOLNYCH REGIONU SZCZECIŃSKIEGO POD KĄTEM OCENY MOŻLIWOŚCI BUDOWY W ICH OBRĘBIE KAWERNOWYCH MAGAZYNÓW I SKŁADOWISK

CURRENT GEOLOGICAL KNOWLEDGE ON SALT STRUCTURES FROM THE SZCZECIN REGION (NW POLAND) FOR PERSPECTIVE LOCATION OF CAVERN STORAGE AND DEPOSITORIES

GRZEGORZ CZAPOWSKI¹, HANNA TOMASSI-MORAWIEC¹

Abstrakt. Konieczność zróżnicowania źródeł dostaw gazu i związana z tym decyzja o budowie gazoportu w Świnoujściu wymusza poszukiwanie nowych przestrzeni magazynowych, szczególnie w formie magazynów podziemnych (np. opresyjne magazyny kawernowe w utworach solnych). Na terenie niecki szczecińskiej udokumentowano badaniami geofizycznymi bądź wierceniami 14 wysadów i 10 poduszek solnych, spośród których najlepiej obecnie rozpoznaną strukturą jest wysad solny Goleniów. Pozostałe wysady: Międzyzdroje/Przytór, Wolin–Wicko–Wapnica, Wolin 2, Nowogard, Grzęzno, Oświno oraz poduszki solne: Stargard Szczeciński–Maszewo, Szczecin i Trzebież są stosunkowo słabo rozpoznane geologicznie. Wymienione struktury solne, w świetle dotychczasowych informacji o ich budowie, mogą okazać się przydatne jako miejsca lokalizacji kawernowych magazynów węglowodorów lub składowisk niebezpiecznych odpadów, jednak wymagają dokładnych badań geologicznych przed podjęciem decyzji o ich zagospodarowaniu. Możliwość bezpośredniego zrzutu solanek lądowniczych do Zalewu Szczecińskiego lub Bałtyku (testowana obecnie przy budowie kawernowego magazynu gazu Kosakowo) zwiększa atrakcyjność tych struktur.

Słowa kluczowe: geologia struktur solnych, kawernowe magazyny i składowiska, region szczeciński.

Abstract. Government conception of diversity of gas and oil deliverers and accompanied decision of construction of the gas terminal at Świnoujście involved the urgent necessity to look for the new storage space, also in the salt rocks as the operating underground cavern storages. Hitherto discovered 14 salt diapirs and 10 pillows in the Szczecin Trough, composed of the Zechstein (Upper Permian) salt deposits and in some of them the operating safety salt cavern storages for hydrocarbons could be constructed with underground leaching. Review of geological information on these structures, located and documented with geophysical and well data indicated that the best explored form is the Goleniów salt diapir. Other diapirs of this region: Międzyzdroje/Przytór, Wolin–Wicko–Wapnica, Wolin 2, Nowogard, Grzęzno and Oświno, as well as salt pillows: Stargard Szczeciński–Maszewo, Szczecin and Trzebież seem to be possible locations of such cavern storages or hazard waste depositories although their current geological recognition is generally insufficient and they require intensive complex studies before the decision on future management. Possible output of leaching brines directly to the Szczecin Embayment or to the Baltic Sea (now tested during leaching of the Kosakowo gas cavern storage) makes these salt structures very attractive.

Key words: geology of salt structures, cavern storage and depository, Szczecin region.

WSTĘP

Szeroko pojmowany region szczeciński, od Świnoujścia i Kołobrzegu na północy po okolice Pyrzyc i Drawna (fig. 1), obfituje w głęboko ukryte pod pokrywą utworów keno-

zoicno-mezozoicznych struktury solne, zbudowane z ewaporatów późnopermskich (cechszyńskich). Formy te, rozpoznane w drugiej połowie ubiegłego wieku i tworzące północno-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;
e-mail: grzegorz.czapowski@pig.gov.pl, hanna.tomassi-morawiec@pgi.gov.pl

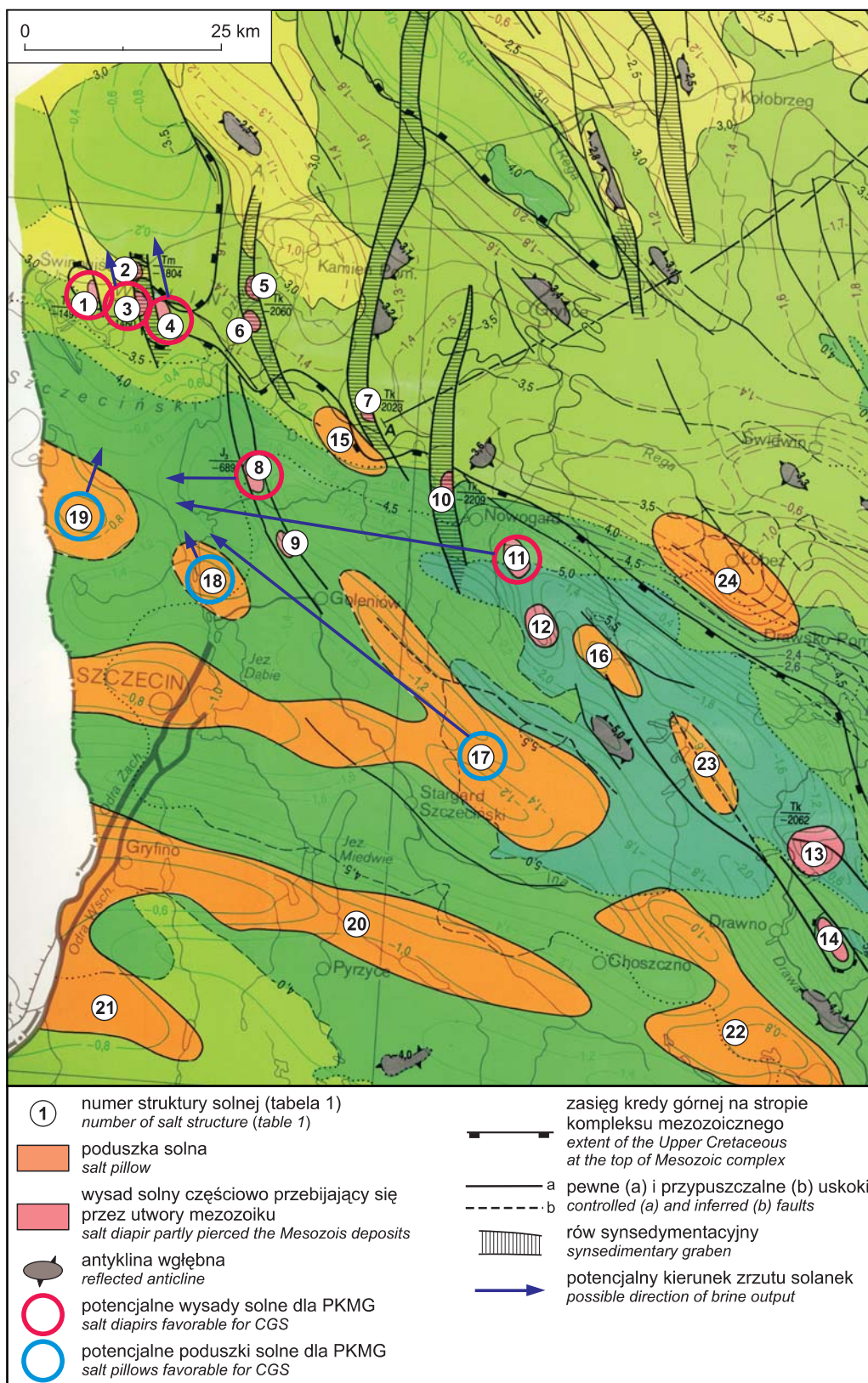


Fig. 1. Lokalizacja struktur solnych w regionie szczecińskim na tle wycinka mapy geologicznej kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego w skali 1:500 000 (wg Dadleza, 1998) ze wskazaniem form korzystnych do budowy PKMG

Struktury solne oznaczono kolejnymi numerami (patrz tabela 1)

Location of salt structures in the Szczecin region on the *Tectonic Map of the Zechstein–Mesozoic complex in the Polish Lowlands, 1:500,000* (after Dadlez, 1998) with forms favorable for CGS indicated

Structures indicated by following numbers (see Table 1)

-zachodnią część pasma wystąpień struktur solnych w obrębie polskiego basenu permiego (Dadlez, 1974, 1980; Dadlez, Marek, 1974), dotychczas nie były rozważane w kategoriach surowcowych i sporadycznie (np. Mazur i in., 1994; Nowicki, 1993) pojawiały się opinie o ich zagospodarowaniu jako podziemne magazyny gazu. Nastawienie to zmieniła planowana budowa gazoportu w Świnoujściu (w ramach zróżnicowania źródeł dostaw gazu) i konieczność stworzenia nowych przestrzeni magazynowych, zaspokajających rosnące krajowe zapotrzebowanie na gaz i paliwa (np. Ślizowski i in., 2006).

Optymalną formą podziemnego magazynowania paliw ciekłych i gazowych, cechującą się bezpieczeństwem, wysoką wydajnością i szybkością uruchamiania zgromadzonych rezerw (np. Czapowski, 2006; Karnkowski, Czapowski 2007; Brańka, 2008, 2009; Maciejewski, 2008; Stopa i in., 2008), właściwą dla magazynów operacyjnych, są odpowiednio wytworzone (wyługowane) pustki w ciałach solnych (tzw. kawerny solne). Najlepszymi obiektami geologicznymi są miąższe wystąpienia w miarę jednorodnej soli kamiennej o stosunkowo prostej budowie wewnętrznej i nikłym udziale niekorzystnych domieszek (sole potasowo-magnezowe, skały nierozpuszczalne w wodzie, np. siarczany i węglany czy substancja ilasta – Kunstman i in., 2002, 2009). Kawerny magazynowe gazu lokuje się zwykle w przedziale głębokości od kilkaset do 2000 metrów (optymalna głębokość to 1,2–1,4 km – Ślizowski i in., 2007). Kawerny dla paliw płynnych umieszczane są płycej ze względu na niższe ciśnienia konieczne dla odebrania paliwa z kawerny (Kunstman i in., 2009; Maciejewski, 2008), minimalna zaś miąższość serii solnej to 100 m. Niebagatelnym atutem kawernowych magazynów gazu jest brak medium wytłaczającego zmagazynowany gaz (tzw. solanka operacyjna niezbędna w kawernach paliw ciekłych – Kunstman i in., 2002, 2009; lub gaz buforowy/operacyjny w wykorzystanych jako magazyny wyeksploatowanych złożach ropnych i gazowych). Głównym problemem przy budowie kawernowych magazynów jest zutyliżowanie ogromnych ilości solanki, uzyskanej podczas ługowania. Wykorzystywana jest ona do pozyskiwania soli w zakładach warzelniczych, np. solanki z funkcjonujących kawernowych magazynów gazu i paliw na wysadach solnych Mogilno i Góra w centralnej Polsce są utylizowane w zakładzie warzelniczym koło pobliskiego Inowrocławia (np. Gąska, 2000; Jasiński, 2004), bądź do zabezpieczenia wyrobisk w likwidowanych kopalniach soli. Ze względu na lokalizację wspomnianych struktur solnych regionu szczecińskiego (pobliski Zalew Szczeciński i otwarte wybrzeże Bałtyku ze swobodną cyrkulacją wód) w przypadku budowy w nich kawern magazynowych rozważać można bezpośredni zrzut solanek ługowniczych do wysłodzonego Bałtyku. Zrzut taki byłby możliwy, gdy tylko brak negatywnego oddziaływania solanek na środowisko zostałby potwierdzony podczas budowanego obecnie kawernowego magazynu gazu w złożu soli Mechelinki nad Zatoką Pucką (Maciejewski, 2008; Laskowska i in., 2009; Pieńkowski, 2009). Zbliżone wymogi geologiczne stawiane

są podziemnym składowiskom niebezpiecznych odpadów lokowanym w solnym górotworze (Ślizowski i in., 2004).

Na omawianym obszarze zdefiniowano dotychczas (Dadlez, 1998) 24 struktury solne, z których 14 form to wysady solne przebijające się częściowo przez nadkład mezozoiczny, natomiast 10 to poduszki solne (fig. 1, tab. 1). Otoczenie i nadkład tych obiektów stanowi miąższy (kilkaset metrów – kilka kilometrów) kompleks osadów mezozoiczno-kenozoicznych (od triasu po plejstocen i holocen), o miąższości często zredukowanej bezpośrednio nad strukturami.

Omawiane struktury solne budują głównie ewaporaty późnego permu (cechsztynu), wśród których najważniejszymi w kontekście lokowania kawern magazynowych są następujące wydzielenia soli kamiennych (terminologia i symbo-

Tabela 1

Lista struktur solnych w regionie szczecińskim

List of salt structures in the Szczecin region

Nr struktury	Nazwa struktury solnej
Wysady solne	
1	Międzyzdroje / Przytór
2	Wolin 1
3	Wolin–Wicko–Wapnica
4	Wolin 2
5	Kamień Pomorski 1
6	Kamień Pomorski 2
7	Wysoka Kamińska 1
8	Goleniów 1
9	Goleniów 2
10	Nowogard
11	Grzęzno
12	Oświno
13	Drawno
14	Dominikowo
Poduszki solne	
15	Wysoka Kamińska 2
16	Chociwel
17	Stargard Szczeciński–Maszewo
18	Szczecin
19	Trzebież
20	Gryfino–Choszczno
21	Widuchowa–Swobodnica
22	Suliszewo–Radęcin
23	Ińsko–Recz
24	Łobez

lika wg Wagnera, 1994): najstarsza sól kamienna (Na1), starsza sól kamienna (Na2), starsza sól kamienna kryjąca (Na2r), młodsza sól kamienna (Na3) (często z podziałem na: młodszą sól kamienną dolną (Na3d) i młodszą sól kamienną górną (Na3g)), najmłodsza sól kamienna podścielająca (Na4a0) i najmłodsza sól kamienna dolna (Na4a).

Wybitnie niesprzyjającymi utworami do budowy kavern magazynowych są występujące wśród soli kamiennych dwa wydzielenia soli potasowych: starsza sól potasowa (K2)

i młodsza sól potasowa (K3) oraz dwa wydzielenia skał zubrowych: zubru brunatnego (Na3t) i zubru czerwonego/hematytowego (Na4t), występujące dość powszechnie w obrębie struktur wysadowych Niżu Polskiego.

Prezentowana praca ukazuje obecny stan rozpoznania geologicznego dotychczas stwierdzonych w regionie szczecińskim struktur solnych, a także wstępnie ocenia ich przydatność do wykorzystania pod budowę kavernowych magazynów węglowodorów.

STAN ROZPOZNANIA GEOLOGICZNEGO WYSADÓW SOLNYCH

Spośród 14 stwierdzonych struktur wysadowych najlepiej obecnie rozpoznaną geologicznie formą jest wysad Goleniów (Goleniów 1; fig. 1; tab. 1), ze względu na prowadzone w latach 2008–2009 przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo badania sejsmiczne rejonu Goleniowa.

W rejonie na NW od Goleniowa dotychczas (Dadlez, 1998) przedstawiano 2 małe diapiry solne (Goleniów 1 i 2; fig. 1; tab. 1, 2), stanowiące kulminacje w obrębie większej struktury ułożonej w rowie tektonicznym, częściowo przebijające się przez utwory mezozoiku. Diapir północny (Goleniów 1), o wymiarach szacowanych na $4,5 \times 2,0$ km i orientacji osi NNW–SSE, rozpoznano w 1962 r. otworem Goleniów IG 1 (Kicman, 1993), odwierconym w północnej części wysadu solnego. Wysad ten według Dadleza (2001) jest asymetrycznym słupem solnym o dość regularnych ścianach, w świetle wyników badań grawimetrycznych ma on kształt elipsy o osiach ok. 11 i ok. 4 km. Znaczne nachylenie wysadu ku południowi wzdłuż strefy uskokowej dokumentują przekroje sejsmiczne (fig. 2) (Krzywiec, 2009). Położony na południu wysad Goleniów 2, o szacowanych wymiarach $1,5 \times 3,5$ km, jest praktycznie nierozpoznany geologicznie.

W świetle danych uzyskanych z otworu Goleniów IG 1 seria ewaporatowa cechsztynu grubości $>2761,0$ m występuje

na głębokości 888,0 m i przykrywa ją czapa gipsowa o grubości 185,8 m (tab. 2). Profil ewaporatów obejmuje dwa wydzielenia soli kamiennych: młodszą (Na3) i starszą (Na2) sól kamienną o łącznej miąższości $>2,7$ km, przedzielone utworami niesolnymi o łącznej miąższości >37 m oraz serią starszej soli potasowej (K2) miąższości 20 m. Brak w profilu utworów najmłodszego (PZ4) cyklu cechsztynu może sugerować silne zaburzenia tektoniczne w strukturze solnej i jej aktywność po triasie a przed jurą (usunięcie utworów triasu z nadkładu; Czapowski i in., 2005).

Korzystna głębokość – ok. 900 m – występowania stropu serii soli kamiennej (wydzielenie Na3) grubości ponad 2 km oraz możliwość ewentualnego zrzut solanek ługowniczych do pobliskiego Zalewu Szczecińskiego bądź Bałtyku, stwarzają wstępne, dogodne warunki do lokowania w wysadzie kavern magazynowych (PKMG). Również obiektem korzystnym dla budowy PKMG – ze względu na możliwe analogie w budowie do pobliskiego wysadu Goleniów 1 – może okazać się pobliski wysad Goleniów 2.

Wysad solny Międzyzdroje/Przytór (fig. 1, 3; tab. 1, 2) został rozpoznany dotychczas czterema otworami wiertniczymi (Kicman, 1993). Wysad w przekroju poziomym przypomina owal o wymiarach $2 \times 2,5$ km i wysokości

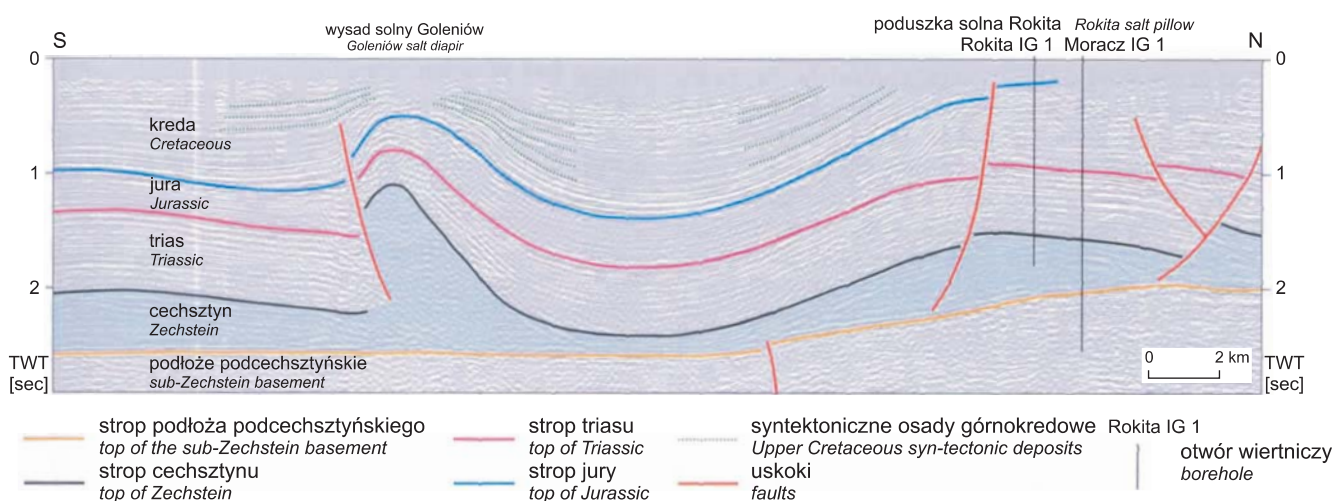


Fig. 2. Czasowy przekrój sejsmiczny przez wysad solny Goleniów (wg Krzywca, 2009)

Time seismic section through the Goleniów salt diapir (after Krzywiec, 2009)

Tabela 2

Wybrane dane geologiczne diapirów solnych w regionie szczecińskim
Selected geological data of salt diapirs in the Szczecin region

Nr struktury	Nazwa struktury solnej	Szacowane wymiary (wg Dadleza, 1998) [km]	Stwierdzone solne wydzielenia litostratygraficzne	Głębokość występowania zwierciadła solnego/strop pokładu soli [m]	Głębokość występowania spagu ciała solnego [m]	Grubość czapy wysadu [m]	Liczba odwierconych w najbliższym rejonie struktury głębokich otworów wiertniczych	Stopień rozpoznania geologicznego budowy i otoczenia struktury solnej
1	Międzyzdroje/Przytór	2,0 × 2,5	Na1, Na2, K2, Na3, K3, Na4a	1502,1–1830,0	>3058,0	0	4	słabe
2	Wolin 1	1,0 × 3,0	Na1, Na2, K2, Na3, K3, Na4a	1919,0–2263,2	>2897,2	0	8	słabe
3	Wolin–Wicko–Wapnica	1,5 × 3,0	Na1, Na2, K2, Na3, K3, Na4a	1325,01–1846,0	>3010,0	0	3	słabe
4	Wolin 2	1,5 × 3,0	Na1, Na2, K2, Na3, Na4a	1490,5–2624,5	>3005,0	0	4	słabe
5	Kamień Pomorski 1	1,5 × 3,0	Na1, Na2, K2, Na3, Na4a	2322,5–2458,5	2891,0–3105,0	0	4	słabe
6	Kamień Pomorski 2	1,5 × 3,0	Na1, Na2,	2067,0	3033	0	2	słabe
7	Wysoka Kamińska 1	1,5 × 2,0	Na4a	2132,5–2690,5	3051,0–3299,0	0,0–850,0	12	słabe
8	Goleniów 1	2,0 × 4,5	Na2, K2, Na3	888,0	>3649,0	185,8	1	dobrze
9	Goleniów 2	1,5 × 3,5	?	?	?	?	0	brak
10	Nowogard	1,5 × 3,5	?	?	?	?	0	brak
11	Grzęzno	2,0 × 5,0	Na2	1432,5	>3503,1	0	5	słabe
12	Oświno	3,5 × 5,5	?	?	?	?	0	brak
13	Drawno	6,5 × 7,0	?	2095,0	?	>1133,2	5	brak
14	Dominikowo	2,0 × 6,0	?	?	?	?	0	brak

? – brak danych; ? – lack of data

1300–1400 m (*op. cit.*), a jego położenie sugeruje, iż obecny kształt zawdzięcza inwersji stref uskokowych obecnych w SW części Bałtyku, szczególnie strefy uskokowej Adler–Kamień Pomorski (por. Krzywiec, 2002). Od strony SW ogranicza go uskoki w utworach permsko-mezozoicznych (fig. 3; Kicman, 1993); podobny uskoki rysuje Dadleza (1998) od strony wschodniej. Na mapie kompleksu permsko-mezozoicznego Dadleza (1998) struktura ta oznaczona jest jako diapir solny o wymiarach 3 × 1 km i osi NNW–SSE.

Seria solna cechsztynu została nawiercona w trzech otworach na gł. 1502,1–1830,0 m i jej przewiercona grubość sięga 1192,0–1299,5 m. Ponad wysadem występują następujące utwory: czwartorzędu (grubości 20–38 m), kredy (0,0–186,5 m), jury (482,5–1204,0 m) i triasu (296,0–1206,0 m). Na profil serii solnej składają się cztery powtarzające się tektonicznie wydzielenia soli kamiennych: najmłodsza (Na4), młodsza (Na3), starsza (Na2) i najstarsza (Na1) sól kamien-

na o sumarycznej grubości >1,4 km. Sole kamienne przedzielone są utworami niesolnymi o łącznej grubości do ok. 88 m oraz występują dwa poziomy soli potasowych: młodszej (K3) oraz starszej (K2) soli potasowej łącznej grubości do 97 m. Stosunkowo pełna sukcesja wydzieleni litostratygraficznych w profilu może sugerować względnie słabe zaburzenia tektoniczne w strukturze solnej, mimo jej znacznego podniesienia (brak utworów paleogenu i neogenu oraz lokalnie kredy w jej nadkładzie).

Występowanie stropu obu wydzieleni soli kamiennych (Na3 i Na2) na głębokości 1,6–2,0 km oraz ich grubość mieszcząca się w przedziale 100–1200 m, a także możliwy zrzut solanek ługowniczych do pobliskiego Bałtyku pozwalają uznać ten wysad za potencjalnie korzystny dla lokalizacji kawernowych magazynów.

Zespół wysadów solnych Wolina występuje we wschodniej części wyspy Wolin (fig. 1; tab. 1, 2) i na mapie kompleksu permsko-mezozoicznego Dadleza (1998) ozna-

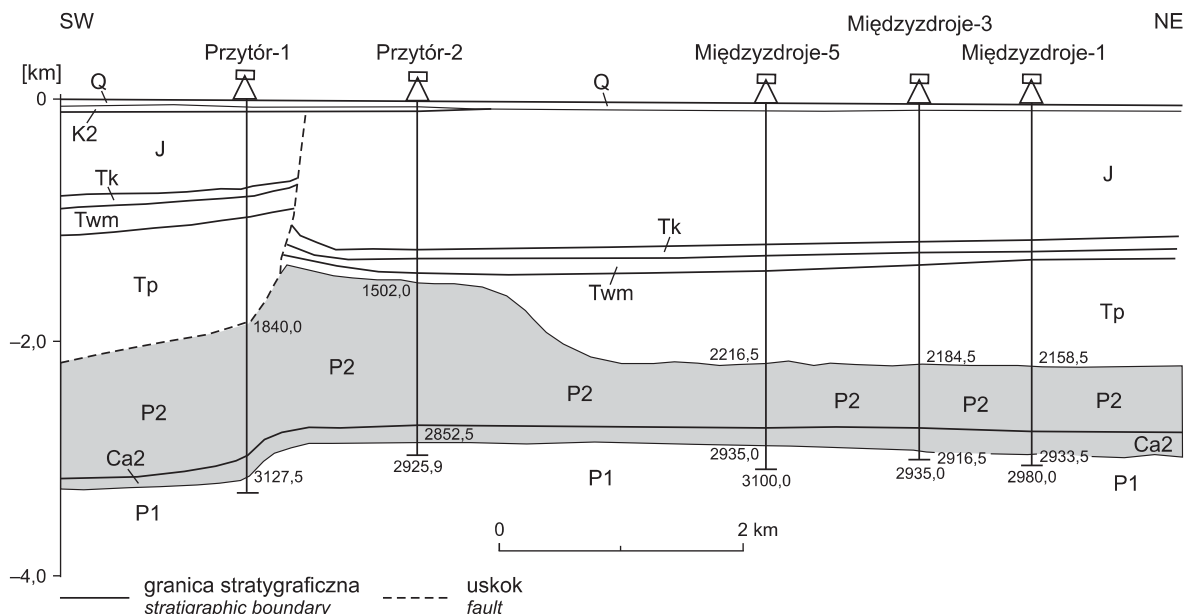


Fig. 3. Uproszczony przekrój geologiczny przez wysad solny Międzyzdroje/Przytór (wg Kicmana, 1993)

Objaśnienia: P₁ – czerwony spągowiec, P₂ – cechsztyń; Ca₂ – wapień cechsztyński, Tp – pstry piaskowiec, Twm – wapień muszlowy, Tk – kajper, J – jura, K₂ – kreda górna, Q – plejstocen i holocen; 3280,0 – głębokość spagu otworu w metrach

Simplified section of the Międzyzdroje/Przytór salt diapir (after Kicman, 1993)

Legend: P₁ – Rotliegend, P₂ – Zechstein; Ca₂ – Zechstein Limestone, Tp – Buntsandstein, Twm – Muschelkalk, Tk – Keuper, J – Jurassic, K₂ – Upper Cretaceous, Q – Pleistocene and Holocene, 3280.0 – well bottom depth [m]

czony jest jako zespół trzech diapirów solnych o osiach NNW–SSE, częściowo przebiegających się przez utwory mezozoiku, przeciętych dwoma uskokami formującymi nad nimi rów sedimentacyjny. Dwa diapiry (Wolin 1 i 2, o wymiarach: 3 × 1 km i 3,5 × 1,5 km) występują na terenie rowu, jeden (Wolin–Wicko–Wapnica) o wymiarach 3 × 1,5 km, przylega doń od wschodu, obcięty uskokiem ściany rowu. Podobnie jak w przypadku formy Międzyzdroje/Przytór ich położenie sugeruje, że obecny kształt zawdzięczają inwersji stref uskokowych, szczególnie strefy Adler–Kamień Pomorski (Krzywiec, 2002).

Na obszarze wysadów i w bliskim ich otoczeniu odwiercono 15 głębokich otworów (tab. 2), w których serię ewaporatową cechsztynu nawiercono na gł. 1325,01–2626,5 m; sięga ona do gł. 3010,0 m. W wysadzie Wolin 1 strop serii solnej stwierdzono na gł. 1919,0–2263,2 m, w formie Wolin 2 – na gł. 1490,5–2624,5 m i w wysadzie Wolin–Wicko–Wapnica – na gł. 1325,0–1846,0 m. Ponad wysadami, pozbawionymi czapy gipsowej, występują następujące utwory: czwartorzędu (grubości 20,0–115,0 m), kredy (0,0–147,5 m), jury (858,0–1428,0 m) i triasu (470,0–1096,0 m).

W profilu serii solnej występują cztery powtarzające się tektonicznie wydzielenia solne: najmłodsza (Na₄), młodsza (Na₃), starsza (Na₂) i najstarsza (Na₁) sól kamienna o sumarycznej grubości ok. 2,5 km. Sole kamienne przedzielone są utworami niesolnymi o łącznej grubości do ok. 157 m oraz występują dwa poziomy soli potasowych: młodszej (K₃) oraz starszej (K₂) soli potasowej, o łącznej grubości do 130 m.

Występowanie stropu wydzieleni soli kamiennych (Na₄, Na₃ i Na₂) na gł. 1,3–2,0 km oraz ich grubość mieszcząca się w przedziale 100–1200 m, a także możliwy zrzut solanek ługowniczych do pobliskiego Bałtyku pozwalają uznać wysady Wolin 2 i Wolin–Wicko–Wapnica za potencjalnie korzystne dla lokalizacji kawern magazynowych.

Wysady solne w rejonie Kamienia Pomorskiego występują w SE części wyspy Wolin (fig. 1; tab. 1, 2), na SW od Kamienia Pomorskiego i na mapie kompleksu permsko-mezozoicznego Dadleza (1998) występują jako dwa diapiry solne (Kamień Pomorski 1 i 2), o wymiarach 3 × 1,5 km i osiach NNW–SSE, częściowo przebiegające się przez utwory mezozoiku, ułożone w obrębie rowu sedimentacyjnego. Wysady te występują ponad inwersyjną strefą uskokiową Adler–Kamień Pomorski (Krzywiec, 2002).

W bliskim otoczeniu obu wysadów odwiercono 6 głębokich otworów wiertniczych (tab. 2). Seria ewaporatowa cechsztynu została nawiercona na gł. 2067,0–2563,0 m i sięga do gł. 3105,0 m. W wysadzie Kamień Pomorski 1 strop serii solnej stwierdzono na gł. 2322,5–2458,5 m, w strukturze Kamień Pomorski 2 – na gł. 2067,0 m.

Profil serii solnej budują cztery powtarzające się tektonicznie wydzielenia solne: najmłodsza (Na₄), młodsza (Na₃), starsza (Na₂) i najstarsza (Na₁) sól kamienna, o sumarycznej grubości ok. 1,1 km. Sole kamienne przedzielone są utworami niesolnymi o łącznej grubości do ok. 142 m oraz występują dwa poziomy soli potasowych: młodszej (K₃) oraz starszej (K₂) soli potasowej łącznej grubości do 34 m.

Powyższa sukcesja – liczne powtórzenia i lokalne braki pewnych ogniw może wskazywać na silne zaburzenia tekto-

niczne w strukturze solnej i jej plejstoceno-holocenojską aktywność, prowadzącą do usunięcia utworów kredy oraz paleogenu i neogenu nadkładu struktury (Czapowski i in., 2005).

Pomimo znacznej miąższości pewny ogień solnych (np. starsza sól kamienna osiąga grubość ponad 780 m) i możliwego zrzutu solanek ługowniczych do Bałtyku, głębokość występowania stropu soli kamiennych ponad 2 km eliminuje oba wysady jako potencjalne lokalizacje PKMG.

Wysad solny Wysoka Kamieńska 1 występuje na SW od Kamienia Pomorskiego (fig. 1; tab. 1, 2) i na mapie kompleksu permsko-mezozoicznego Dadleza (1998) jako mały diapir solny (wymiary: 2,0 × 1,5 km, oś NW–SE) w obrębie rowu sedymentacyjnego. Wysad jest ulokowany ponad uskokową strefą inwersyjną w podłożu podcechsztyńskim. Regionalny profil sejsmiczny w interpretacji Dadleza (2001) przecinający tę strukturę pokazuje słabo wysklepioną poduszkę solną Wysoka Kamieńska 2 (nawierconą otworem Rokita IG 1 i przewierconą otworem Moracz IG 1) oraz rów tektoniczny Wysokiej Kamieńskiej (Czapowski i in., 2005).

Na obszarze struktury i bliskim jej otoczeniu odwiercono 12 głębokich otworów wiertniczych (tab. 2). Seria ewaporatowa cechsztynu została nawiercona na głębokości 2132,5–2690,5 m i sięga do głębokości 3033,0 m, osiągając grubość do 998,0 m. Ponad ewaporatami występuje czapa gipsowa grubości 0,0–850,0 m, zaś nadkład wysadu tworzą utwory: czwartorzędu (grubości 10,0–85,5 m), kredy

(0,0–156,3 m), jury (969,5–1792,5 m) i triasu (238,0–1302,5 m) (Czapowski i in., 2005).

Profil ewaporatów cechsztynu tworzą 4 powtarzające się tektonicznie wydzielenia solne: najmłodsza (Na4), młodsza (Na3), starsza (Na2) i najstarsza (Na1) sól kamienna o sumarycznej grubości ok. 1,96 km. Sole kamienne przedzielone są utworami niesolnymi o łącznej grubości do ok. 360 m oraz występują 2 poziomy soli potasowych: młodszej (K3) oraz starszej (K2) soli potasowej łącznej grubości do 75 m. Powtórzenia i częste lokalne braki pewnych ogniw mogą wskazywać na silne zaburzenia tektoniczne w strukturze solnej (Czapowski i in., 2005).

Pomimo znacznej miąższości pewny ogień solnych (np. starsza sól kamienna osiąga grubość blisko 1000 m, zaś młodsza – ponad 700 m) i możliwego zrzutu solanek ługowniczych do Bałtyku to głębokość występowania stropu soli kamiennych ponad 2 km eliminuje wysad jako potencjalną lokalizację PKMG.

Wysad solny Grzęzno występuje na NW od Nowogardu (fig. 1; tab. 1, 2) i na mapie kompleksu permsko-mezozoicznego Dadleza (1998)znaczono ją jako mały diapir solny, o wymiarach 3,5 × 1,5 km i osi N–S, ulokowany w obrębie sedymentacyjnego rowu tektonicznego i obcięty od E uskokiem. Wysad należy do słabo rozpoznanych struktur, w latach 1967–1968 (Kicman, 1993) wykonano na nim otwór Grzęzno 1 (fig. 4), łącznie w bliskim sąsiedztwie wysadu odwierco-

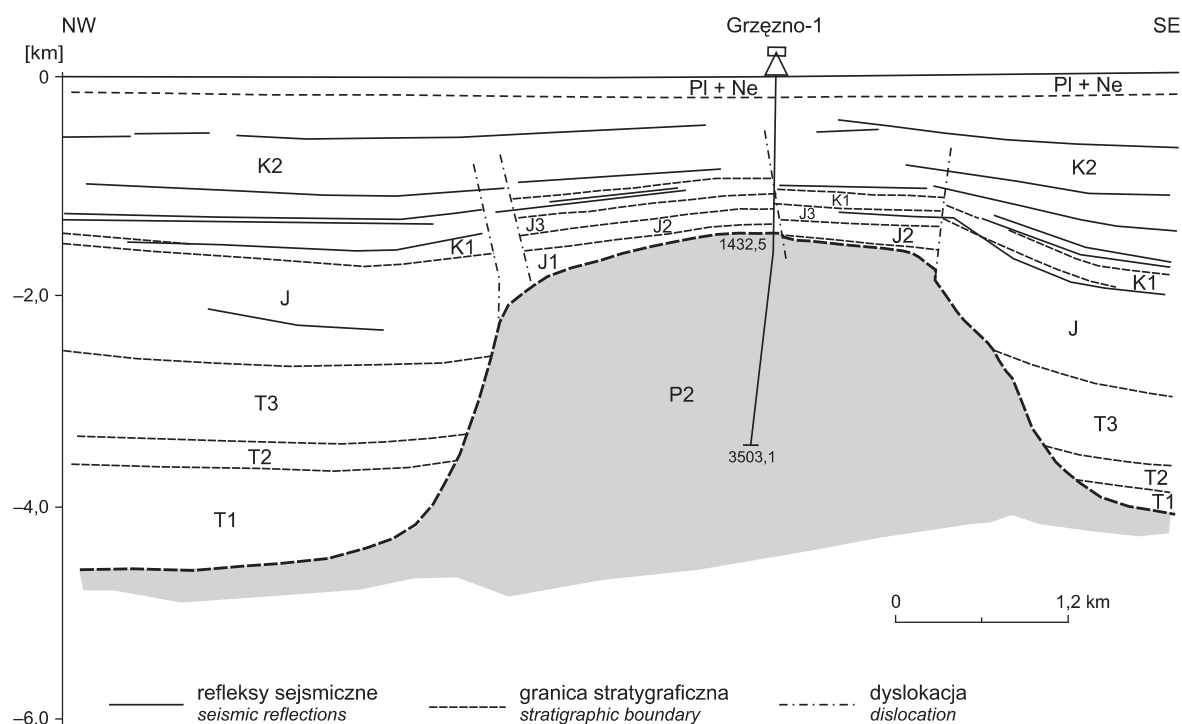


Fig. 4. Uproszczony przekrój geologiczny przez wysad solny Grzęzno (wg Kicmana, 1993)

Objaśnienia: P₂ – cechsztyń; T₁ – pstry piaskowiec, T₂ – wapień muszlowy, T₃ – kajper i retyk, J₁ – jura dolna, J₂ – jura środkowa, J₃ – jura górna, K₁ – kreda dolna, K₂ – kreda górna, Pl + Ne – paleogen i neogen; 3503,1 – głębokość spagu otworu w metrach

Simplified section of the Grzęzno salt diapir (after Kicman, 1993)

Legend: P₂ – Zechstein; T₁ – Buntsandstein, T₂ – Muschelkalk, T₃ – Keuper & Rhaetian, J₁ – Lower Jurassic, J₂ – Middle Jurassic J₃ – Upper Jurassic, K₁ – Lower Cretaceous, K₂ – Upper Cretaceous, Pl + Ne – Paleogene and Neogene, 3503.1 – well bottom depth [m]

no pięć głębokich otworów wiertniczych (tab. 2). Zdaniem Kicmana (1993) wysad ma kształt stosunkowo regularnego wału, o rozmiarach 2×5 km, osi NNW–SSE i wysokości przekraczającej 3 km. Forma ta stanowi NW kraniec systemu struktur solnych Oświno–Drawno–Człopa, na jej rozwój zaś wpłynęła kompresyjna reaktywacja, analogicznie jak w przypadku wysadu Oświno (Krzywiec, 2002).

Nawiercona w otworze Grzędno 11 na gł. 1432,5 m seria ewaporatowa cechsztynu zbudowana ze starszej soli kamiennej (Na₂) i ma grubość >2070,6 m. Nadkład wysadu stanowią utwory: czwartorzędu (grubości 74,0–110,0 m), paleogenu i neogenu (86,0–138,0 m), kredy (952,0–1657,0 m), jury (168,0–1092,5 m) i triasu (0–> 74,5 0 m) (Czapowski i in., 2005).

Korzystna głębokość (nieco ponad 1,4 km) występowania stropu soli (ogniwo Na₂), grubość serii solnej szacowana na ponad 2 km oraz możliwy zrzut solanek ługowniczych do pobliskiego Zalewu Szczecińskiego – te cechy pozwalają uznać wysad za obiekt potencjalnie korzystny dla lokalizacji PKMG, choć wymagający dokładnego rozpoznania.

Wysad Drawno należy do bardzo słabo rozpoznanych struktur i występuje na NNE od Drawna. Na mapie kompleksu permsko-mezozoicznego Dadleza (1998) obrazuje go spory, niemal kolisty w planie diapir solny ($7 \times 6,5$ km), przecięty niemal na pół uskokiem biegnącym od struktury Człopa (fig. 1).

Wysad Drawno rozpoznano w 1956 r. przy pomocy odwiertu Drawno 1, który w głębokości 2095 m nawiercił osady cechsztynu i nie przebił ich do głębokości końcowej 3228,2 m (Kicman, 1993). W świetle ówczesnej interpretacji wysad miał formę nieregularnego wału o osi NNW–SSE, wymiarach 4×5 km i wysokości ponad 2 km. Południowy skłon wysadu jest bardziej łagodny i podnosi się do głębokości 1500 m od powierzchni, by ostro zapadać w kierunku północnym (fig. 5).

Na obszarze i w bliskim sąsiedztwie struktury odwiercono pięć głębokich otworów wiertniczych (tab. 2). Seria ewaporatowa, odpowiadająca czapie gipsowej wysadu, została nawiercona we wspomnianym otworze Drawno 1 na gł. 2095,0 m, a jej grubość przekracza 1133,2 m. Utworów solnych nie nawiercono.

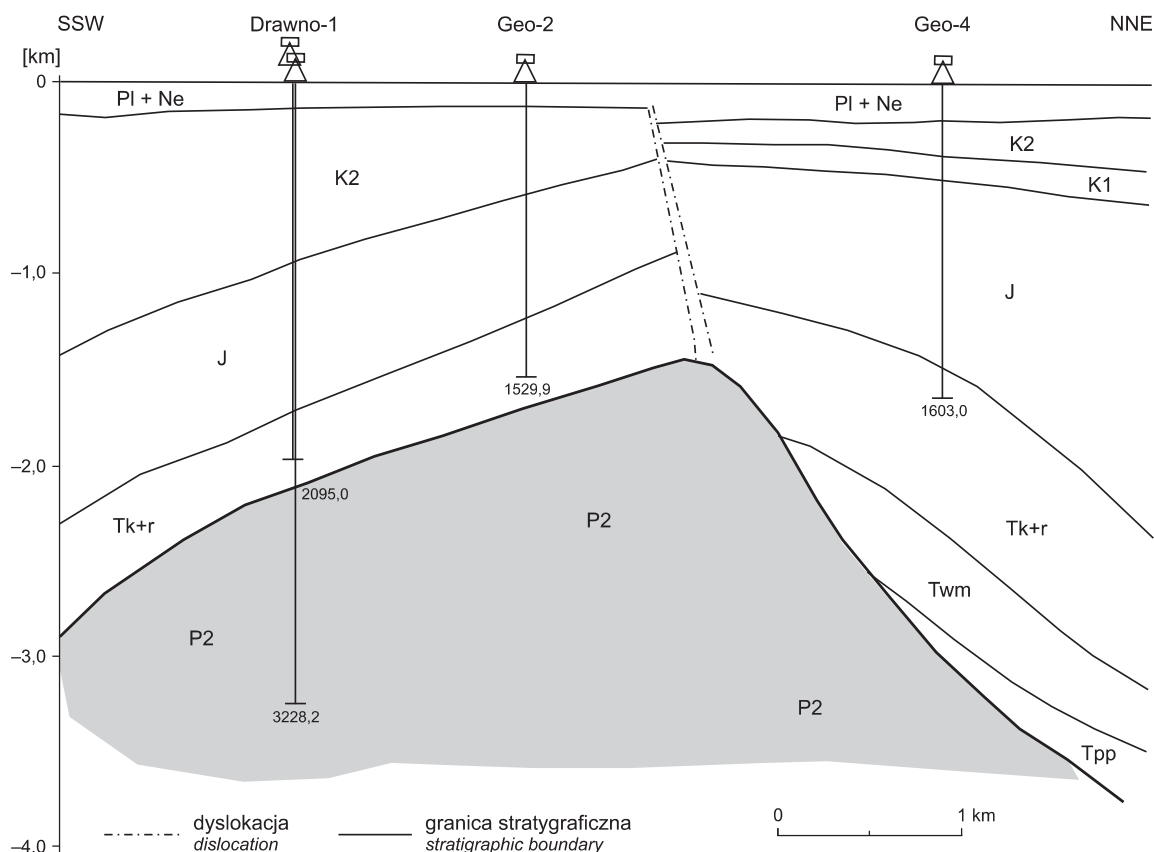


Fig. 5. Uproszczony przekrój geologiczny przez wysad solny Drawno (wg Kicmana, 1993)

Objaśnienia: Tpp – pstry piaskowiec, Twm – wapień muszlowy, Tk+r – kajper i retyk, J – jura, K₁ – kreda dolna, K₂ – kreda górna, PI + Ne – paleogen i neogen, 1603,0 – głębokość spągu otworu w metrach, obszar zakreskowany – ewaporaty cechsztynu

Simplified section of the Drawno salt diapir (after Kicman, 1993)

Legend: Tpp – Buntsandstein, Twm – Muschelkalk, Tk+r – Keuper & Rhaetian, J – Jurassic, K₁ – Lower Cretaceous, K₂ – Upper Cretaceous, PI + Ne – Paleogene and Neogene, 1603.0 – well bottom depth [m], squared area – Zechstein evaporites

Nad wysadem występują utwory: czwartorzędu (grubości 82,0–120,0 m), paleogenu i neogenu (0,0–73,0 m), kredy (313,0–764,0 m), jury (660,0–985,0 m) i triasu (0,0–> 337,0 m) (Czapowski i in., 2005).

Duża głębokość występowania czapy wysadu (ponad 2 km), brak rozpoznania serii solnej i możliwości utylizacji solanek ługowniczych nie pozwalają ocenić przydatności tego wysadu dla lokalizacji PKMG.

Pozostałe trzy wysady solne w regionie szczecińskim (fig. 1; tab. 1, 2): Nowogard (szacowane wymiary: 3,5 × 1,5 km), Oświno (3,5 × 5,5 km) i Dominikowo (6,0 × 2,0 km) zostały zlokalizowane podczas badań sejsmicznych. Na ich terenie

i w bliskim otoczeniu nie wykonano głębokich otworów wiertniczych, stąd brak jakichkolwiek bliższych informacji o parametrach występowania i typie soli, budowie geologicznej struktur i ich otoczenia oraz warunkach hydrogeologicznych. Wysady Nowogard i Oświno można uznać w chwili obecnej za obiekty potencjalnie korzystne dla lokalizacji PKMG jedynie ze względu na możliwy zrzut solanek ługowniczych do pobliskiego Zalewu Szczecińskiego. Wymagają one rozpoznania geologicznego od podstaw. Z kolei wysad Dominikowo ze względu na brak tych możliwości i rozpoznania geologicznego nie kwalifikuje się do podobnej oceny użyteczności.

STAN ROZPOZNANIA GEOLOGICZNEGO PODUSZEK SOLNYCH

W regionie szczecińskim zlokalizowano dotychczas (Dadlez, 1998) na podstawie badań geofizycznych 10 poduszek solnych (fig. 1; tab. 1, 3), z których najlepiej poznana jest po-

duszka solna Wysoka Kamieńska 2, leżąca w pobliżu wysadu solnego Wysoka Kamieńska 1.

Tabela 3

Wybrane dane geologiczne poduszek solnych w regionie szczecińskim

Selected geological data of salt pillows in the Szczecin region

Nr struktury	Nazwa struktury solnej	Szacowane wymiary (wg Dadleza, 1998) [km]	Stwierdzone solne wydzielenia litostratygraficzne	Głębokość występowania zwierciadła solnego/śropek pokładu soli [m]	Głębokość występowania spągu ciała solnego [m]	Grubość czapy wysadu [m]	Liczba odwierconych w najbliższym rejonie struktury głębokich otworów wiertniczych	Stopień rozpoznania geologicznego budowy i otoczenia struktury solnej
15	Wysoka Kamieńska 2	4,5 × 11,5	Na4a	2301,0–2435,0	2603,0–3422,0	0	2	słabe
16	Chociwel	4,0 × 11,0	?	?	?	?	0	brak
17	Stargard Szczeciński–Maszewo	42,0–70,0 × 6,0–13,0	?	?	?	?	3	brak
18	Szczecin	6,5 × 12,5	?	?	?	?	1	brak
19	Trzebież	11,5 × 14,0	?	?	?	?	6	brak
20	Gryfino–Choszczno	6,0–10,0 × 6,6	?	?	?	?	4	brak
21	Widuchowa–Swobodnica	8,5 × 20,5	?	?	?	?	1	brak
22	Suliszewo–Radęcin	8,5 × 3,0–14,0	?	?	?	?	5	brak
23	Ińsko–Recz	4,5 × 14,0	?	?	?	?	0	brak
24	Łobez	8,0 × 22,5	?	?	?	?	0	brak

? – brak danych; ? – lack of data

Poduszka ta, o szacowanych wymiarach $11,5 \times 4,5$ km (tab. 3) i osi NW–SE, przylega od SW do rowu ze strukturą wysadową. Została wstępnie rozpoznana dwoma otworami wiertniczymi, nieprzewiercone utwory najmłodszej soli kamiennej dolnej (Na4a) grubości 59,09–64,60 m stwierdzono na gł. 2301,0–2435,0 m. Zbyt mała miąższość soli kamiennej, duża głębokość występowania i słabe rozpoznanie formy pozwalają uznać ją za nieprzydatną dla lokalizacji PKMG pomimo możliwego zrzutu solanek ługowniczych do Bałtyku.

Pozostałe dziewięć poduszek, o niekiedy szacowanych dużych wymiarach (fig. 1; tab. 1, 3), np. poduszka Gryfino–Choszczno ($6,0\text{--}10,0 \times 66,0$ km) czy Suliszewo–Radę-

cin ($3,0\text{--}14,0 \times 85,0$ km), jest praktycznie pozbawione rozpoznania geologicznego. Odwiercone na ich terenie i w pobliżu otwory wiertnicze nie natrafiły na skały solne. Brak informacji geologicznej i możliwości utylizacji solanek ługowniczych powoduje, że w stosunku do sześciu poduszek (tab. 3) nie można dokonać oceny przydatności dla lokalizacji PKMG. Tylko trzy poduszki: Stargard Szczeciński, Szczecin i Trzebież, można wstępnie uznać za obiekty potencjalnie korzystne jedynie dzięki możliwości zrzutu solanek ługowniczych do pobliskiego Zalewu Szczecińskiego.

POSUMOWANIE

Budowa w regionie szczecińskim kawernowych magazynów gazu jest celowa ze względu na potrzeby magazynowania gazu dla potrzeb powstającego gazportu w Świnoujściu, jak i – w dalszej perspektywie – jako buforowych operacyjnych magazynów dla lokowania ewentualnych zakupów gazu z Niemiec, zaopatrywanych poprzez Nord Stream I. Warto tu podkreślić, że tuż za polską zachodnią granicą w 2012 r. Grupa EWE planuje rozpoczęcie ługowania wielkiego kawernowego magazynu gazu (dla dostaw z NSI) w wysadzie Moeckow, zrzucając solanki ługownicze do Zatoki Greiswaldzkiej (www.ewe.com/english/company/moecckow.php).

Przegląd stanu znajomości stwierdzonych dotychczas w regionie szczecińskim 24 struktur solnych (14 wysadów i 10 poduszek solnych), pozwala stwierdzić, że obecny zasób wiedzy o ich formie oraz budowie geologicznej wraz z najbliższym otoczeniem jest wyjątkowo skąpy. Przyjmując za przydatne do budowy podziemnych kawernowych magazynów gazu (PKMG) struktury solne, w których zwierciadło solne występuje na gł. <2000 m, a seria solna osiąga grubość >150 m i istnieje możliwość bezpiecznego zrzutu solanek ługowniczych, dokonano wstępnej selekcji omówionych struktur.

Spośród czternastu wysadów tylko pięć form (Międzyzdroje/Przytór; Wolin–Wicko–Wapnica, Wolin 2, Goleniów i Grzęzno – fig. 1, tab. 2) spełnia kryterium głębokości, w pozostałych strop soli zalega głębiej lub jego pozycja nie jest znana. Najlepiej rozpoznany geologicznie, dzięki podjętym w ostatnich trzech latach przez Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. badaniom, jest wysad solny Goleniów. Spełnia on podstawowe kryteria geologiczne do budowy obiektów magazynowych, możliwy jest zrzut solanek do bliskiego Zalewu Szczecińskiego, należy jednak podkreślić, że zagospodarowanie wysadu wymaga wykonania dalszych kompleksowych badań (w tym wykonania wierceń) dla lepszego rozpoznania budowy wewnętrznej struktury i parametrów budujących ją serii solnych. Jest to absolutnie niezbędne dla prawidłowej lokalizacji i wyługowania kawern magazynowych.

Wśród pozostałych wysadów solnych za nieprzydatne do lokalizacji PKMG ze względu na niespełnienie kryte-

riów geologicznych uznano wysady: Wolin 1, Kamień Pomorski 1 i 2 oraz Wysoka Kamieńska 1. Potencjalnie korzystnymi w świetle posiadanych danych geologicznych i dzięki lokalizacji, która umożliwi ewentualny zrzut solanek ługowniczych do pobliskiego Bałtyku lub Zalewu Szczecińskiego, są wysady: Międzyzdroje/Przytór, Wolin 2, Wolin–Wicko–Wapnica i Grzęzno. Możliwość zrzutu solanek, pomimo braku jakiegokolwiek rozpoznania geologicznego, pozwala wskazać też jako potencjalne wysady Nowogard i Oświno.

Spośród dziesięciu stwierdzonych poduszek solnych jedynie poduszka Wysoka Kamieńska 2 posiada jakąkolwiek informację geologiczną (tab. 3), eliminując ją jednak jako obiekt pod lokalizację PKMG. W przypadku trzech poduszek: Stargard Szczeciński, Szczecin i Trzebież, można je wstępnie uznać za obiekty potencjalnie korzystne jedynie dzięki możliwości zrzutu solanek ługowniczych do Zalewu Szczecińskiego (fig. 1). Brak tej możliwości i danych geologicznych w przypadku pozostałych sześciu poduszek nie pozwala ocenić ich przydatności.

Wymienione wysady, zarówno te potencjalnie przydatne pod budowę kawernowych magazynów gazu, jak i obiekty o głębszym zaleganiu zwierciadła solnego, mogą służyć także jako ew. składowiska odpadów niebezpiecznych. Lokowanie głębokich składowisk można też rozważyć w przypadku poduszek solnych, jednak większość wymienionych struktur ma niewystarczające rozpoznanie geologiczne lub jest go wręcz pozbawiona.

Podsumowując, w regionie szczecińskim istnieje kilka struktur solnych potencjalnie korzystnych do lokalizacji PKMG bądź kawernowego magazynu paliw, jednak obecny stan ich rozpoznania geologicznego jest powierzchowny i niewystarczający do podjęcia decyzji o budowie podobnych obiektów. Podobnie kształtuje się wiedza geologiczna o innych dotąd niezagospodarowanych strukturach solnych w Polsce (Czapowski, Ślizowski, 2008). Przed podjęciem decyzji o lokalizacji ewentualnego magazynu czy składowiska, konieczne jest kompleksowe rozpoznanie geologiczne potencjalnej struktury.

LITERATURA

- BRĄŃKA S., 2008 — Analiza potrzeb magazynowych gazu ziemnego w Polsce. *Gosp. Sur. Miner. (Prz. Solny 2008)*, **24**, 3/2: 25–38.
- BRĄŃKA S., 2009 — Ekonomiczne uwarunkowania lokalizacji podziemnych magazynów gazu na przykładzie Polski. *Geologia (Prz. Solny 2009)*, **35**, 3: 447–459.
- CZAPOWSKI G., 2006 — Możliwości bezpiecznego podziemnego magazynowania węglowodorów (paliw) w strukturach geologicznych na obszarze Polski. *Prz. Geol.*, **54**, 8: 658–659.
- CZAPOWSKI G., ŚLIZOWSKI K., 2008 — Stan rozpoznania niezagospodarowanych wysadów solnych w Polsce: optymizm czy problem? *Gosp. Sur. Miner. (Prz. Solny 2008)*, **24**, 3/2: 299–303.
- CZAPOWSKI G., KASIŃSKI J., KRZYWIEC P., POLECHOŃSKA O., TOMASSI-MORAWIEC H., WRÓBEL G., BUR-LIGA S., WILKOSZ P., 2005 — Ocena złóż solnych w rejonie Pomorza i Kujaw pod kątem ich przydatności do eksploatacji metodą otworową. Arch. IKS Solino S.A.
- DADLEZ R., 1974 — Types of local tectonic structures in the Zechstein-Mesozoic complex of northwestern Poland. *Biul. Inst. Geol.*, **274**: 149–177.
- DADLEZ R., 1980 — Tektonika wału pomorskiego. *Kwart. Geol.*, **24**, 4: 741–767.
- DADLEZ R. (red.), 1998 — Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na Niżu Polskim w skali 1:500 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- DADLEZ R., 2001 — Przekroje geologiczne przez bruzdę śród-polską. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- 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.
- DADLEZ R., KHUBLIDIKOV A., MODLIŃSKI Z., POKORSKI J., SAKALAUSKAS K., WAGNER, R. ZDANAVICIUTE O., 2007 — Geological Map of the Western and Central Part of the Baltic Depression without Permian and Younger Formations, 1: 750 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- GĄSKA K., 2000 — Kawernowy Podziemny Magazyn Gazu „Mogilno”. *Tech. Posz. Geol. Geosynopt. i Geotermia*, **42**, 223: 33–35.
- JASIŃSKI Z., 2004 — Podziemny system magazynowania paliw w kawernach solnych. *Górnictwo Odkrywkowe*, **3/4**: 62–69.
- KARNKOWSKI P.H., CZAPOWSKI G., 2007 — Underground hydrocarbons storages in Poland: actual investments and prospects. *Prz. Geol.*, **55**, 12/1: 1068–1074.
- KICMAN W., 1993 — Wybrane struktury solne NW Polski. *W: Wykorzystanie wysadów solnych jako magazynów gazu ziemnego na przykładzie kawernowego podziemnego magazynu gazu Mogilno*. Mat. konf. nauk.-tech.: 14–16. Piła. STInżiTPNiG.
- KRZYWIEC P., 2002 — Mid-Polish Trough inversion – seismic examples, main mechanisms and its relationship to the Alpine – Carpathian collision. *W: Continental Collision and the Tectono-sedimentary Evolution of Forelands* (red. G. Bertotti i in.). *European Geosciences Union Stephan Mueller Special Publication Series*, **1**: 151–165.
- KRZYWIEC P., 2009 — Geneza i ewolucja wybranych struktur solnych z obszaru Nizu Polskiego w świetle danych sejsmicznych. *Prz. Geol.*, **57**, 9: 812–818.
- KUNSTMAN A., POBORSKA-MŁYNARSKA K., URBAŃCZYK K., 2002 — Zarys otworowego ługownictwa solnego. Aktualne kierunki rozwoju. Wyd. AGH, Kraków.
- KUNSTMAN A., POBORSKA-MŁYNARSKA K., URBAŃCZYK K., 2009 — Geologiczne i górnicze aspekty budowy magazynowych kawern solnych. *Prz. Geol.*, **57**, 9: 819–828.
- LASKOWSKA T., SZCZEBYŁO J., GĄSKA K., WILKOSZ P., 2009 — Polskie magazyny gazu ziemnego – od Mogilna do Kosakowa. *Prz. Geol.*, **57**, 9: 755–756.
- MACIEJEWSKI A., 2008 — Podziemne magazynowanie paliw płynnych. *Gosp. Sur. Miner. (Prz. Solny 2008)*, **24**, 3/2: 39–53.
- MAZUR M., MIERZWA L., GRABANIA A., 1994 — Perspektywy lokalizacji podziemnych magazynów w złożach soli w Polsce. *Prz. Górn.*, **50**, 10: 11–14.
- NOWICKI M., 1993 — Możliwości budowy podziemnych magazynów gazu w północnych i zachodnich regionach Nizu Polskiego. *W: Wykorzystanie wysadów solnych jako magazynów gazu ziemnego na przykładzie kawernowego podziemnego magazynu gazu Mogilno*. Mat. konf. nauk.-tech.: 9–13. Piła. STInżiTPNiG.
- PIEŃKOWSKI G., 2009 — Podziemne magazynowanie węglowodorów w kawernach solnych w Polsce – wymiar strategiczny i możliwości poprawy stanu środowiska naturalnego. *Prz. Geol.*, **57**, 9: 791–797.
- STOPA J., RYCHLICKI ST., KOSOWSKI P., 2008 — Rola podziemnego magazynowania gazu w kawernach solnych. *Gosp. Sur. Miner. (Prz. Solny 2008)*, **24**, 3/2: 11–23.
- ŚLIZOWSKI K., KÖHSLING J., LANKOF L., 2004 — Uwarunkowania podziemnego składowania odpadów niebezpiecznych w Polsce. *Studia, Rozprawy, Monografie*, **129**: 1–264. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- ŚLIZOWSKI K., BRĄŃKA S., JAWOR E., LANKOF L., ŚLIZOWSKI J., MACIEJEWSKI A., MAZUR M., NEY R., PI-SIEWICZ T., ROGOWSKA E., URBAŃCZYK K., WIŚNIEWSKA M., 2006 — Ocena możliwości magazynowania substancji w złożach soli kamiennej. IGSMiE PAN, Kraków. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- ŚLIZOWSKI J., LANKOF L., WOJTUSZEWSKA K., 2007 — Geomechaniczna ocena optymalnej głębokości komór magazynowych gazu ziemnego w polskich złożach soli kamiennej. *WUG, Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, **6**, 154: 50–61.
- WAGNER R., 1994 — Stratygrafia i rozwój basenu cechsztyńskiego na Niżu Polskim. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **146**: 1–71.

SUMMARY

Leaching of operating gas salt caverns in the Szczecin region is the urgent storage project for gas delivered from the currently under-construction Świnoujście gas terminal, as well as for possible – in future – gas bought in Germany from the Nord Stream I gaspipe (in 2012 the EWE Group

planned to start leaching of gas salt caverns in the Moeckow diapir in Greiswald, near the gaspipe outlet).

Review of geological information on hitherto detected 24 salt structures in the Szczecin region (14 diapirs and 10 salt pillows – Fig. 1, Tab. 1) evidenced the very limited geologi-

cal knowledge of their form, internal structure and geology of surrounding area. The discussed structures were ranked after: a) geological recognition, b) possibility of safety output of leaching brines, and c) geological limits for salt cavern construction (a salt mirror depth <2000 m and a salt body thickness >150 m).

Among 14 diapirs only five structures (Międzyzdroje/Przytór; Wolin–Wicko–Wapnica, Wolin 2, Goleniów and Grzęzno – Figs. 1–5, Tab. 2) have the salt mirror at the required depth limit, in the others it locates deeper or its depth is unknown. The best recognized form is the Goleniów salt diapir (last seismic studies of the Polish Oil and Gas Company), with both a salt mirror depth and salt thickness in limits for caverns projecting and the possible brine output to the nearby Szczecin Embayment but leaching of the projected cavern ought to be preceded by more complex geological recognition (with cored drills) of its internal geological structure.

Geological parameters out of limits characterized the following diapirs: Wolin 1, Kamień Pomorski 1 and 2 and Wysoka Kamieńska 1. Such forms as: Międzyzdroje/Przytór,

Wolin 2, Wolin–Wicko–Wapnica and Grzęzno have positive geological parameters for gas cavern construction and possible output of leaching brines directly to the Szczecin Bay or to the Baltic Sea. The latter option favours also Nowogard and Oświno diapirs without any geological recognition

Among the 10 structures, some geological data (Tab. 3) are available only for the Wysoka Kamieńska 2 salt pillow, but they eliminated it as a potential cavern storage. Only location nearby the Szczecin Bay as possible reservoir of leaching brines could consider other three pillows: Stargard Szczeciński, Szczecin and Trzebież as future storage sites (Fig. 1). Most of these structures are hardly recognized geologically.

The listed salt diapirs, both selected as potential cavern storages and these negative, as well as the salt pillows could be regarded also as localities for the safety waste depositories (especially for hazardous wastes), but most of them required better geological recognition because the actual geological knowledge is insufficient for any project of their future management.