

Ocena stabilności pokładów soli cechsztyńskiej na wyniesieniu Łeby pod kątem lokalizacji magazynów paliw płynnych

Marek Jarosiński¹

Perspectives of Zechstein salt stability on the Łeba Elevation and location of liquid fuel storage

Abstract. Three fundamental factors have to be taken into account in considering stability of the salt seams for location of liquid fuel storage: (1) tectonic structure, (2) recent geodynamics and (3) salt rheology under given conditions of pressure and temperature. The first tectonic factor is pretty favorable for salt deposits in the Łeba Elevation area. In an interior of the East European Craton, far from the Teisseyre-Tornquist fault zone, there is lack of faults that might cross-cut the salt complex. Minor tectonic dislocations as well as salt thickness do not favor halokinetic movements. Also minimal degree of compressive deformation in the Laramide phase of Mid-Polish Trough inversion cause the structure of salt seams to be relatively simple.

Present-day geodynamics is also in favor of the salt stability. In accordance with the existing record of recent and historical earthquakes the discussed area is aseismic. Also the recent tectonic stress (differential stress) in the sedimentary cover seems to be small. This is indicated by scarcity of so-called borehole breakouts (compressive failures due to concentration of stress at the borehole wall) as well as the results of numerical simulation. Negligible rate of craton deformation predicted by thermomechanical modeling ($< 10^{-18} \text{ s}^{-1}$) suggests that tectonic stress in rock salt should be less than 1 MPa.

Rheological properties of the rock salt depend on pressure and temperature, which, in turn, are a function of depth and lithospheric structure. Salt deposits in the Łeba Elevation are at a depth of approximately 1.000 m, where there are physical conditions in which salt is deforming primarily by dislocation creep mechanism. Only with the participation of free water content additional mechanism of dissolution and precipitation under pressure is triggered. Because of the expected minimal size of tectonic stress in salt complex, differential stress at the wall storage chamber results mainly from the difference between lithostatic load and hydrostatic pressure in the chambers. Laboratory tests of dislocation creep of the rock salt indicate that the strain at the edge of the salt chambers may attain a rate from 10^{-10} s^{-1} to 10^{-9} s^{-1} . These are the rates at which 1% strain is attained in 0.3 to 3 years, which should provide sufficient stability of the salt chambers.

Preliminary estimations indicate that the salt deposits located in Łeba Elevation area offer optimal conditions for the construction of liquid fuel storages. Further progress in assessing the geomechanical suitability of the salt complex for the purpose of storage will be possible using numerical simulation models, when the structure is characterized by high quality of seismic images, and rheological salt parameters are determined by mean of laboratory tests of the real core samples from the salt layers.

Rozpatrując stabilność pokładów soli w aspekcie lokalizacji w nich magazynów paliw płynnych należy uwzględnić 3 czynniki:

- 1) strukturę tektoniczną;
- 2) współczesną geodynamikę;
- 3) reologię soli w danych warunkach ciśnienia i temperatury.

Pierwszy z czynników — tektoniczny, jest wyjątkowo sprzyjający w syneklizie perybałtyckiej. Z dala od strefy krawędziowej kratonu wschodnioeuropejskiego nie występują strefy tektoniczne rozcinające pokłady soli. Zarówno miąższość soli, jak i deniwelacje o genezie tektonicznej są na tyle niewielkie, że nie destabilizują pokładów soli, która na tym obszarze nie tworzy struktur halokinetycznych. Znikomy jest również stopień deformacji kompresyjnych w fazie laramijskiej inwersji bruzdy śródpolskiej, co sprawia, że pokłady soli mają stosunkowo prostą budowę.

Stabilności pokładów soli sprzyja także współczesna geodynamika badanego obszaru. Zgodnie z istniejącym zapisem współczesnych i historycznych trzęsień ziemi badany obszar jest asejsmiczny. Wielkości współczesnych naprężeń tektonicznych (diferencjalnych) w pokrywie osadowej są niewielkie. Świadczą o tym zarówno sporadycznie występujące struktury zniszczeniowe ścian otworów wiertniczych (*breakouts*), jak też wyniki symu-

lacji numerycznych. Znikome tempo deformacji kratonu ($< 10^{-18} \text{ s}^{-1}$) sugeruje, że tektoniczne naprężenia dyferencjalne w soli powinny być mniejsze niż 1 MPa.

Właściwości reologiczne soli są zależne od ciśnienia i temperatury, które z kolei są funkcją głębokości i struktury litosfery. Na obszarze wyniesienia Łeby pokłady soli występują na głębokości ok. 1000 m, gdzie panują warunki fizyczne, w których sól jest odkształcana głównie przez pełzanie mikrodyslokacyjne. Jedynie przy udziale wody może zachodzić rozpuszczanie pod ciśnieniem i precypitacja. Ze względu na spodziewane znikome wielkości naprężeń tektonicznych w soli, naprężenia dyferencjalne w ścianach komór magazynów będą wynikały z różnicy pomiędzy obciążeniem litostatycznym a hydrostatycznym ciśnieniem w komorach. Przegląd wyników pomiarów laboratoryjnych pełzania mikrodyslokacyjnego soli wskazuje, że na krawędzi komór zbiorników sól będzie się odkształcała w tempie od 10^{-10} s^{-1} do 10^{-9} s^{-1} . Są to tempa, w których 1% odkształcenia zachodzi w przeciągu od 0,3 do 3 lat, co powinno zapewniać dostateczną stabilność zbiorników.

Dane szacunkowe wskazują, że w badanym obszarze panują warunki optymalne do budowy magazynów. Dalszy postęp w ocenie przydatności pokładów soli do magazynowania paliw płynnych będzie możliwy po przeprowadzeniu symulacji numerycznych na modelach, których struktura zostanie scharakteryzowana za pomocą zdjęć sejsmicznych, a parametry mechaniczne zostaną określone na podstawie badań laboratoryjnych rdzenia wiertniczego.

¹Państwowy Instytut Geologiczny — Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; marek.jarosinski@pgi.gov.pl