

Wybrane problemy dokumentowania warunków hydrogeologicznych w związku z podziemnym (bezzbiornikowym) magazynowaniem płynnych węglowodorów w złożach soli kamiennej

Mirosław Lidzbarski¹

Hydrogeological issues in selection of location for underground storage of liquid hydrocarbons in salt deposits

Abstract. This paper presents hydrogeological issues important for selection of location of storage of liquid hydrocarbons in caverns in salt deposits. The safety of salt excavation depends on natural features such as an internal salt body structure and hydrogeological setting of salt structure and its surroundings. Hydrogeological conditions of the Mechelinki and Dębogórze salt deposits near the Puck Bay are discussed. This is the area of a major groundwater basin, representing the main reserve of drinking water for the whole region. The following questions are analysed: a) description of the hydrostructural and hydrodynamical conditions, b) type of the groundwater system, c) occurrence and hydrodynamics of the groundwater, d) the presence of the major groundwater basin and groundwater intakes, e) influence of seawater intrusion on groundwater quality, and f) degree of groundwater vulnerability.

Na świecie coraz bardziej popularne staje się bezzbiornikowe magazynowanie ropy naftowej oraz paliw LPG i LNG w kawernach solnych. Również w Polsce istnieją możliwości rozwoju magazynowania paliw tym sposobem. Biorąc pod uwagę takie czynniki, jak stopień rozpoznania złoża, warunki geologiczne, lokalizację względem infrastruktury, możliwość zrztu solanki oraz aktualne zagospodarowanie złoża, najlepszą lokalizacją cechują się złoża w rejonie Zatoki Puckiej, np. złoża Mechelinki, Dębogórze lub Zatoka Pucka.

Ważnym i niezbędnym dokumentem poprzedzającym koncesję na bezzbiornikowe magazynowanie paliw płynnych jest dokumentacja hydrogeologiczna. Wybrane problemy związane z opracowaniem tego typu dokumentacji zostały omówione na przykładzie złoża Dębogórze (Prussak i in., 2007). Niezwykle istotne dla treści dokumentacji oraz wniosków końcowych okazały się następujące zagadnienia: stopień rozpoznania warunków hydrogeologicznych, typ i cechy systemu wodonośnego, obecność głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP), sąsiedztwo dużych ujęć komunalnych i brzegu morskiego. Dokumentacja hydrogeologiczna została opracowana na podstawie dotychczasowego rozpoznania warunków hydrogeologicznych i kontrolnych pomiarów terenowych. Stopień rozpoznania warunków hydrogeologicznych w rejonie badań jest zróżnicowany: dobry w odniesieniu do kenozoicznego kompleksu wodonośnego; słaby w odniesieniu do permsko-mezozoicznego kompleksu wodonośnego; tylko poziom kredowy został rozpoznany w aspekcie regionalnym (dokumentacja i prace badawcze). W rejonie bazy paliw w Dębogórze występują wielopoziomowe systemy wodonośne: w utworach czwartorzędowych (poziomy

pradoliny i międzymorenowy), w utworach neogenu i paleogenu (poziomy wodonośne mioceni i oligoceni) oraz w osadach kredy górnej (tab. 1). Z uwagi na znaczną zasobność pradolinny poziomy wodonośnego wyodrębniono Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP) nr 110 (Lidzbarski, 1994), a w osadach kredy — GZWP 111 (Kreczko, 1996). Poniżej użytkowych poziomów wodonośnych w utworach kompleksu permsko-mezozoicznego mogą występować wody zmineralizowane, zwłaszcza w systemie triasowym (poziomy pstrego piaskowca). Wody te mogą cechować znaczne ciśnienia i wysoki stopień zmineralizowania (Górecki, 2006). Aktualne rozpoznanie nie pozwala na jednoznaczną ocenę warunków hydrogeologicznych tego kompleksu wodonośnego. W obrębie osadów solnych cyklotemu PZ1, gdzie planuje się wykonanie kawern magazynujących, nie stwierdza się występowania wód podziemnych.

Stopień odporności użytkowych poziomów wodonośnych (z wyjątkiem poziomu kredowego) na zagrożenia antropogeniczne z powierzchni terenu jest niski. Izolacja przez utwory nadkładu warstw wodonośnych jest niewystarczająca. Na obecnym etapie rozpoznania hydrogeologicznego nie można jednoznacznie ocenić zagrożeń z głębszych (zmineralizowanych) poziomów wodonośnych. W przypadku występowania tych wód mogą one stanowić potencjalne zagrożenie dla płytszych, użytkowych poziomów wodonośnych, zwłaszcza dla GZWP 110. Główne zagrożenia związane z planowanym bezzbiornikowym magazynowaniem paliw płynnych w osadach cechsztynu mogą pochodzić z:

□ powierzchni terenu w przypadku sytuacji awaryjnej, związanej z przesyłem lub też dystrybucją paliw czy solanki służącej do transportu ropy naftowej;

□ rejonu kawern magazynujących paliwa w przypadku nieprawidłowego wykonania instalacji transportujących ropę w głąb ziemi i na powierzchnię terenu lub wadliwej zabudowy rur eksploatacyjnych;

¹Państwowy Instytut Geologiczny — Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Geologii Morza, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk; mirosław.lidzbarski@pgi.gov.pl

Tab. 1. Parametry hydrogeologiczne poziomów wodonośnych i utworów rozdzielających
 Table 1. Hydrogeological parameters of the aquifers and aquitards

| Nazwa poziomu wodonośnego Nr GZWP Name of the aquifer | Litologia warstw wodonośnych i kompleksów rozdzielających Lithology of the aquifers and aquitard | Parametry hydrogeologiczne Hydrogeological parameters | Uwagi Comments |
|--|---|--|--|
| Strefa aeracji (sucha) Unsaturated zone | piaski drobno-średnioziarniste, gliny zwałowe <i>fine-medium sands, glacial tills</i> | gł. 0–50 m, m max 50 m $k' = 0,0009–0,09$ | warunki hydrogeologiczne kenozoicznego kompleksu wodonośnego są dobrze rozpoznane; |
| Plejstoceno-mioceni (Q–M)* GZWP 110 Pleistocene-Miocene | piaski drobnoziarniste i różnoziarniste ze żwirem <i>fine-medium sands with gravel</i> | gł. 5–95 m, m max 45 m $P = 0, k = 4–35, k' = 0,09$ | w granicach Pradoliny Kaszubskiej w wodonośnych utworach plejstocenu udokumentowano GZWP 110, a w obrębie piaszczystych osadów subnieckiej gdańskiej — GZWP 111 |
| Utwory rozdzielające Aquitard | mułki, iły <i>silts, clays</i> | gł. 50–130 m, m max 35 m $k < 0,0009, k' < 0,000009$ | <i>hydrogeological conditions well recognized, GZWP 110 was documented within the Pleistocene deposits of Kaszuby Paleovalley and GZWP 111 — within sandy sediments of the Gdańsk subbasin</i> |
| Oligoceni (Ol)* Oligocene | piaski drobnoziarniste <i>fine sands</i> | gł. 85–150 m, m max 20 m $P = 780, k = 0,9, k' = 0,09$ | |
| Utwory rozdzielające Aquitard | muły, mułowce, margle, gezy <i>silts, siltstones, marls, gaises</i> | gł. 100–200 m, m max 50 m $k < 0,0009, k' < 0,0009$ | |
| Kredowy* GZWP 111 Cretaceous | piaski drobnoziarniste <i>fine sands</i> | gł. 150–250 m, m max 50 m $P = 1470, k = 0,9, k' = 0,09$ | |
| Utwory rozdzielające kredy i jury Aquitard | mułki, mułki piaszczyste, iły piaszczyste <i>silts, sandy silts, sandy clays</i> | gł. 200–320 m, m max 120 m $k < 0,0009, k' < 0,0009$ | |
| Jurajski, triasu środkowego-dolnego** Jurassic, Middle-Lower Triassic | piaskowce wapniste, słabozwięzłe piaski z przewarstwieniami iłu lub mułowca <i>carbonate sandstones, sands with clay and siltstone interbeds</i> | gł. 320–660 m, m max 340 m, $P = 5060$ (na podstawie otworu HEL IG-1, gdzie zwierciadło zostało nawiercone na głębokości 528 m) (after HEL IG-1 well with water level at depth 528 m) | brak danych, potencjalnie mogą występować wody zmineralizowane <i>lack of data; probable mineralized waters</i> |
| Pstrego piaskowca Buntsandstein | iły, iłowce i mułowce margliste <i>clays, marly claystones and siltstones</i> | gł. 660–900 m, m max 240 m | utwory podścielające <i>underlain rocks</i> |
| Cechsztyński Zechstein | osady cyklotemu solnego: dolomity, wapień, anhydryty, sól kamienna <i>dolomites, limestones, anhydrites, rock salt</i> | gł. 900–1230 m, m max 330 m | strefa proponowanej lokalizacji magazynów <i>location of planned storage caverns</i> |
| Sylurski Silurian | iłowce, iłupki margliste <i>claystones, marly shales</i> | strop na głębokości 1230 m <i>top at depth 1230 m</i> | utwory podścielające <i>underlain rocks</i> |

Objaśnienia, Legend:

gł. — głębokość, depth [m p. p. t.];

m — miąższość, thickness [m];

k — współczynnik filtracji poziomej, horizontal filtration coefficient [m/d];

 k' — współczynnik filtracji pionowej, vertical filtration coefficient [m/d];

P — ciśnienie hydrostatyczne, hydrostatic pressure [KPa];

*użytkowe poziomy wodonośne, useful aquifer;

**wody zmineralizowane, mineralized water.

□ wysoko zmineralizowanych, głębokich poziomów wodonośnych w przypadku wadliwej zabudowy rur eksploatacyjnych transportujących paliwo lub solankę oraz nieprawidłowego zamknięcia głębokich poziomów wodonośnych.

W sytuacji awaryjnej mogą ulec degradacji wody podziemne użytkowych poziomów wodonośnych, zwłaszcza GZWP 110. W przypadku dostania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych może nastąpić ich transport na dal- sze odległości (nawet do Zatoki Puckiej). W celu ograniczenia i zminimalizowania potencjalnych zagrożeń konieczne jest wykonanie licznych przedsięwzięć oraz zorganizowanie systemu monitorowania wód podziemnych. W celu lepszego rozpoznania warunków hydrogeologicznych kompleksu permsko-mezozoicznego niezbędne jest przeprowadzenie prac i badań hydrogeologicznych w trakcie wiercenia otworów badawczo-eksploatacyjnych. Na podstawie uzyskanych wyników należy opracować aneks do dokumentacji hydrogeologicznej i projekt monitoringu wód podziemnych. W trakcie wykonywania otworów eksploatacyjnych i badawczych należy bezwzględnie zadbać o

staranne zamykanie poziomów wodonośnych. Konieczne są również czynności zabezpieczające lub ograniczające możliwość skażeń wód podziemnych substancjami ropopochodnymi lub wodami wysoko mineralizowanymi. Warunkiem uzyskania koncesji jest prowadzenie systemu monitorowania wód podziemnych i kavern magazynujących paliwa płynne.

Literatura

- GÓRECKI W. 2006 — Atlas zasobów geotermalnych na Niziu Polskim. AGH, Kraków.
 KRECKO M. 1996 — Dokumentacja hydrogeologiczna Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 111 — Subniecka Gdańska. Arch. Przeds. Hydrogeol., Gdańsk.
 LIDZBARSKI M. 1994 — Dokumentacja hydrogeologiczna Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 110 — Pradolina Kaszubska i rzeki Redy. Arch. Przeds. Hydrogeol., Gdańsk.
 PRUSSAK W., PASIEROWSKA B. & LIDZBARSKI M. 2007 — Dokumentacja hydrogeologiczna warunków hydrogeologicznych w związku z bezzbiornikowym magazynowaniem ropy naftowej i paliw płynnych w złożu soli kamiennej Dębogórze na terenie województwa pomorskiego. Arch. Państw. Inst. Geol. Oddział Geologii Morza w Gdańsku.