



Terminal LNG w Świnoujściu na finiszu

tekst: **MARIAN KOWACKI**, zdjęcia: **POLSKIE LNG SA, URZĄD MORSKI w SZCZECINIE**

Budowany w Świnoujściu terminal LNG jest typowym terminalem lądowym – skroplony gaz ziemny jest pompowany z metanowców do zbiorników znajdujących się na lądzie w pobliżu portu. Tam LNG poddawany jest regazyfikacji w instalacjach lądowych, a następnie wtłaczany do systemu gazowniczego. Jak wynika z raportu przedstawionego przez wykonawcę, stan zaawansowania prac wyniósł we wrześniu 2014 r. 93,7%. Inwestycja będzie gotowa do odbioru komercyjnych dostaw gazu w 2015 r.

Instalacje terminalu LNG, czyli część lądowa inwestycji, są cofnięte 750 m w głąb lądu, a połączenie z brzegiem zapewnia im wąska estakada o szerokości ok. 10 m. Łącznie zajmują powierzchnię ok. 48 ha. W części morskiej falochron zlokalizowany jest na wschód od wcześniej istniejącego falochronu, stanowiącego część infrastruktury Portu Świna, i wchodzi w Morze Bałtyckie na odległość ok. 3 km. Gazociąg łączący terminal z krajową siecią przesyłową prowadzi do Goleniowa, gdzie znajduje się tłocznia gazu [1].

Falochron osłonowy dla terminalu LNG

Na mocy uchwały Rady Ministrów nr 167/2007 z 20 września 2007 r. został zainicjowany projekt *Budowa falochronu osłonowego dla portu zewnętrznego w Świnoujściu*. Na Urzędzie Morskim w Szczecinie, inwestorze odpowiedzialnym za realizację tego

zadania, spoczęła odpowiedzialność za zapewnienie niezbędnej ochrony i dostępu do planowanego portu od strony morza. Nowo ukształtowany zewnętrzny basen portowy jest wystarczający do zlokalizowania w nim nowego nabrzeża do przyjmowania jednostek LNG, a w przyszłości jest możliwość dobudowania ewentualnych dodatkowych pięciu stanowisk cumowniczych [2].

Falochron, którego całkowita długość wynosi ok. 3 km, składa się z odcinka głowicowego (ok. 900 m), odcinka środkowego (ok. 1250 m) i odcinka nasadowego (ok. 800 m). Na poszczególnych odcinkach falochron ma różniące się między sobą przekroje poprzeczne (konstrukcyjne), co wynika m.in. z głębokości po obu stronach falochronu i przewidywanej funkcji w ostatecznym zagospodarowaniu portu zewnętrznego [3].

Budowa falochronu dla basenu nowego portu zewnętrznego rozpoczęła się w sierpniu 2010 r. Uroczysty odbiór budowy miał

miejsce 17 maja 2013 r. Stworzenie infrastruktury falochronu osłonowego pozwala na obsługę większych jednostek niż miał możliwość dotychczasowy port. Natomiast dzięki wydzieleniu w ramach portu zewnętrznego miejsca schronienia dla jednostek pływających poprawi się bezpieczeństwo żeglugi w południowym regionie Morza Bałtyckiego [4].

Strategiczna inwestycja

Plany stworzenia terminalu do regazyfikacji LNG na wybrzeżu Bałtyku w Polsce były rozważane od wielu lat zarówno przez polskie władze, jak i firmy energetyczne. Ostatecznie decyzja w sprawie lokalizacji terminalu LNG w Świnoujściu została podjęta w 2006 r. Rada Ministrów 19 sierpnia 2008 r. przyjęła uchwałę, w której budowę terminalu LNG uznano za inwestycję strategiczną dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego Polski. 24 kwietnia 2009 r. została przyjęta ustawa o inwestycjach w zakresie terminalu regazyfikacyjnego skroplonego gazu ziemnego w Świnoujściu, zwana odtąd specustawą. Definiowała ona m.in. podmioty odpowiedzialne za jego realizację, zakres ich właściwości, proces wdrożenia oraz koordynację projektu [2]. Zgodnie z ustawą, podmiotami odpowiedzialnymi za poszczególne elementy inwestycji stały się: Polskie LNG SA (budowa i eksploatacja terminala LNG), Urząd Morski w Szczecinie (budowa i utrzymanie infrastruktury w celu zapewnienia dostępu do portu zewnętrznego, w tym budowa nowego falochronu dla portu zewnętrznego oraz ogólny nadzór ruchu jednostek pływających), Zarząd Morskich Portów Szczecin i Świnoujście SA (budowa infrastruktury portowej, w tym specjalnego nabrzeża dla infrastruktury obsługi metanowców LNG i ich obsługa w obrębie nowego portu i nabrzeża), Gaz-System SA (budowa i eksploatacja ok. 6 km gazociągu przyłączeniowego oraz gazociągu



Parametry infrastruktury portu zewnętrznego:

Długość falochronu osłonowego: 3000 m
 Długość toru podejściowego do portu zewnętrznego: 1742,10 m
 Szerokość toru: 200 m
 Głębokość techniczna toru: 14,50 m
 Średnice obrotnicy (elipsa): 1000 m i 630 m
 Długość ostrogi, która zostanie dobudowana do istniejącego falochronu wschodniego: 255,80 m
 Kubatura prac pogłębiarskich związanych z budową falochronu osłonowego, ostrogi, obrotnicy i toru podejściowego: 8 610 000 m³

przesyłowego o długości ok. 74 km, łączącego terminal z siecią przesyłową, a także koordynacja realizacji całego projektu LNG).



Falochron wschodni w Świnoujściu



Terminal LNG dużej skali w Świnoujściu, przeznaczony do odbioru i regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego (LNG), to jedna z największych polskich inwestycji energetycznych ostatnich lat



Inwestycja umożliwi odbiór gazu ziemnego drogą morską praktycznie z dowolnego kierunku na świecie. Uzyskując dostęp do globalnego rynku LNG, Polska zacznie realnie dywersyfikować dostawy surowca



Początkowa zdolność regazyfikacyjna instalacji wyniesie 5 mld m³ i odpowiadać będzie ok. 1/3 polskiego zapotrzebowania na gaz ziemny. Istnieje możliwość rozbudowy terminalu o kolejny, trzeci zbiornik do 7,5 mld m³ rocznie

Beton w roli głównej

LNG jest paliwem produkowanym z gazu ziemnego przez zmianę jego stanu skupienia pod wpływem ciśnienia i bardzo niskiej temperatury (w granicach -160 °C). Objętość skroplonego gazu jest 600 razy mniejsza niż w stanie gazowym, co czyni go bardziej ekonomicznym w magazynowaniu i transporcie. Aby ponownie przeistoczyć gaz w jego stan naturalny, poddaje się go regazyfikacji, czyli ogrzewa surowiec w stanie ciekłym.

W ramach inwestycji zaprojektowano zbiorniki na ciekły gaz. Ich konstrukcja składa się z dwóch warstw: zbiornika właściwego, wykonanego ze specjalnej stali (warstwa wewnętrzna), z przeznaczeniem do magazynowania gazu, oraz żelbetowego zbiornika osłonowego (warstwa zewnętrzna). Zbiorniki magazynowe są dobrze izolowane – należą do kategorii powszechnie dziś stosowanych w Unii Europejskiej magazynów typu *full containment*.

W zakresie projektu budowy terminala LNG w Świnoujściu mieściło się wykonanie ścian zbiorników na płynny gaz ziemny w technologii ślizgowej. Tzw. *slip forming*, czyli betonowanie ciągłe za pomocą szalunku ślizgowego, zapewnia zdecydowanie szybsze tempo betonowania niż w technologii tradycyjnej. Proces ten, trwający nieprzerwanie przez 24 godziny na dobę, wiązał się m.in. z ciągłym hydraulicznym unoszeniem szalunków, zbrojeniem i przygotowaniem do wzmocnienia konstrukcji strunami sprężającymi [5].

Wymiary ściany zbiornika zewnętrznego to 42 m wysokości i 0,8 m grubości. Oprócz zwykłych obciążeń objętych projektem w tym przypadku uwzględniono także wymagania odnoszące się do obciążeń wyjątkowych. Niezbędne były więc dodatkowe badania, które pozwoliłyby ocenić wytrzymałość na ściskanie po jednym cyklu zanurzania próbek betonowych w temperaturze -196 °C w ciekłym azocie oraz wartość współczynnika rozszerzalności cieplnej próbek betonowych. Ponadto wykonano badania oceny dynamicznego modułu sprężystości, odporności na zamrażanie i rozmrażanie betonu metodą klasyczną, uwzględniającą 250 cykli, oraz zmiany wytrzymałości na ściskanie w czasie [6]. W pierwszej kolejności wbudowano ją w makiety ściany, będącą przygotowaniem do właściwego betonowania, które nastąpiło w październiku i listopadzie 2011 r. Ściany obu zbiorników, należących do największych w Europie, powstały w ciągu dwóch miesięcy, w dwóch czterogodniowych i 24-godzinnych cyklach roboczych [7].

Nowoczesne technologie

Przy podnoszeniu dwóch stalowych kopuł zbiorników ważących po 600 t zastosowano technologię sprężonego powietrza. Tego typu operacja przeprowadzona została po raz pierwszy nie tylko w Polsce, ale także w całej Europie Środkowej. Dach zbiornika LNG został podniesiony metodą poduszki powietrznej. Metoda ta polega na kontrolowanej zmianie ciśnienia powietrza wytworzonego pod kopułą dachu. Całość operacji zajęła dokładnie 188 minut, a prędkość podnoszenia dachu wyniosła ok. 20 cm/min. Kontrola prędkości była możliwa na dwa sposoby. Pierwszy z nich polegał na regulacji zaworów na dmuchawach, drugi – na regulowaniu przepływu dzięki dospawaniu do dachu zaworowi upustowemu powietrza. Aby utrzymać dach w poziomie, w trakcie podnoszenia zastosowano system poziomujący, na który składało się 26 stalowych lin o średnicy 16 mm. Przed podniesieniem dach został

wyważony, co polegało na umieszczeniu specjalnego obciążenia niwelującego różnice w ciężarze podwieszono do dachu (od spodu) wyposażenia.

Po osiągnięciu przez dach pozycji docelowej na wysokości 42 m przez system uchwytów montażowych z klinami został on zamontowany do pierścienia ściskającego, a następnie przyspawany. Dmuchawy zostały wyłączone po wykonaniu spoiny na 90% obwodu dachu [7]. Betonowanie kopuły na pierwszym zbiorniku odbyło się za pomocą pięciu pomp z równoczesnym betonowaniem z pojemników przy wykorzystaniu dwóch lub trzech żurawi. Ostatni etap przebiegał przy użyciu samych żurawi (z koszy), ponieważ tylko one sięgały w rejon wierzchołka kopuły. W operację betonowania kopuły, które było procesem ciągłym i odbywało się bez przerw technologicznych aż do zabetonowania całej kopuły, bezpośrednio zaangażowanych było ok. 80 pracowników.

Podobnie jak podczas podnoszenia dachu, także i w czasie betonowania zostały włączone dmuchawy powietrza. W zamkniętej przestrzeni zbiornika wytworzyły ciśnienie 40 milibarów, które podtrzymywało kopułę dachu, równoważąc ciężar mieszanki betonowej i gwarantując tym samym stabilność całej konstrukcji zarówno podczas betonowania dachu, jak i w okresie dojrzewania betonu, aż do czasu uzyskania jego właściwej wytrzymałości.

Próba wodna

Ważnym egzaminem dla zbiorników LNG była próba wodna, której poddano zbiorniki we wrześniu 2014 r. W celu sprawdzenia zachowania konstrukcji pod obciążeniem do każdego ze zbiorników

wtłoczono ok. 100 tys. m³ wody morskiej, a więc ok. 100 mln l. Tego, że konstrukcja zbiorników jest wykonana prawidłowo, dowodzi pomyślnie zdana próba wodna – konstrukcja pod obciążeniem 100 tys. t zachowała wszystkie parametry projektowe. Zarówno badania geodezyjne, jak i liczne testy pomiarowe, których dokonano w trakcie wtłaczania cieczy, jej obecności w zbiorniku w czasie badań, a także opróżniania konstrukcji dowiodły, że parametry mieszczą się we wszystkich normach, tak pod względem osiadania obiektu, jak i przechyłów. Badanie pierwszego zbiornika zajęło ok. dwa tygodnie. Codziennie przybywało od 8 do 10 tys. m³ wody, przy czym lustro wody podnosiło się o ok. 2 m na dobę. Ponieważ woda jest cięższa od skroplonego gazu, zbiornik został finalnie wypelniony do wysokości 22 m, czyli w ok. 60% jego całkowitej pojemności [4].

Literatura

- [1] „Wpływ terminalu LNG na rozwój społeczno-gospodarczy w Polsce i w województwie zachodniopomorskim”. Ernst & Young Global Ltd. Warszawa 2013.
- [2] „Projekt terminalu LNG. Świnoujście, Polska”. Streszczenie nietechniczne, 2010.
- [3] Mazurkiewicz B.: *Podstawy wyboru rozwiązań konstrukcyjnych aktualnie realizowanych budowli morskich*. XXVI Konferencja Naukowo-Techniczna *Awarie budowlane 2013*. Szczecin–Świnoujście 2013.
- [4] www.ums.gov.pl
- [5] www.lng.edu.pl
- [6] Grzesiak K.: *Wykonanie ścian zbiorników na płynny gaz ziemny w technologii ślizgowej*. „Materiały Budowlane” 2013, nr 11.
- [7] www.polskielng.pl

AARSLEFF



® Roboty palowe i wzmacnianie gruntu

- Żelbetowe pale prefabrykowane wbijane
- Fundamenty palowe pod słupy sieci trakcyjnej
- Pale stalowe i drewniane
- Pale formowane w gruncie
- Mikropale iniekcyjne
- Kolumny cementowe i cementowo-gruntowe
- Jet-grouting

Prace pomiarowe i projektowe

- Badania nośności i ciągłości pali
- Pomiary wibracji i pomiary inklinometryczne
- Prace projektowe realizowane we własnej pracowni projektowej
- Doradztwo poprzez sieć biur regionalnych
- Serwis projektowy - www.aarsleff.com.pl

Zabezpieczenia wykopów i konstrukcje oporowe

- Stalowe ścianki szczelne - wciskane, wibrowane i wbijane
- Ścianki berlińskie
- Palisady
- Iniekcyjne kotwy gruntowe
- Roboty ziemne i odwodnieniowe

Roboty hydrotechniczne

- Konstrukcje hydrotechniczne na wodach morskich i śródlądowych
- Przesłony przeciwfiltracyjne



www.aarsleff.com.pl

WARSZAWA KATOWICE GDAŃSK SZCZECIN RZESZÓW POZNAŃ