

Psv SYLUR w służbie geotechniki na Bałtyku

Mgr Jakub Nocoń – LOTOS Petrobaltic S.A.

Prof. dr hab. inż. Maciej Werno – Geostab Sp. z o.o.

LOTOS Petrobaltic S.A. w 2019 roku wprowadził do geotechnicznych prac badawczych na Bałtyku statek, któremu nadano nazwę *psv* (*platform support vessel*) SYLUR. W historii przedsiębiorstwa jest to już trzecia jednostka o takim przeznaczeniu. Pierwszą jednostką wykonującą badania na morzu była r/v BARAKUDA w czasach, kiedy przedsiębiorstwo było tak zwaną Wspólną Organizacją Polsko-Radziecko-Enerdowską. Drugą jednostką, po przejęciu Wspólnej Organizacji przez stronę Polską i powstaniu Przedsiębiorstwa Poszukiwań i Eksploatacji Złóż Ropy i Gazu PETROBALTIC, była m/v SANTA BARBARA (rys. 1), [3]. Z pokładu tych statków wykonywano i nadal wykonuje się badania geotechniczne, a także pomiary geofizyczne podłoża morskiego na potrzeby posadowienia platform zarówno do celów poszukiwań węglowodorów, jak również do celów eksploatacji odkrytych złóż, a także innych urządzeń. Wśród tych urządzeń są elementy infrastruktury wy-

dobywczej w rejonie dwóch centrów produkcyjnych na morzu w Polskiej Strefie Ekonomicznej oraz rurociągi gazu uzyskanego w procesie odgazowania wydobywanej ropy naftowej, transportowanego na brzeg do elektrociepłowni we Władysławowie.

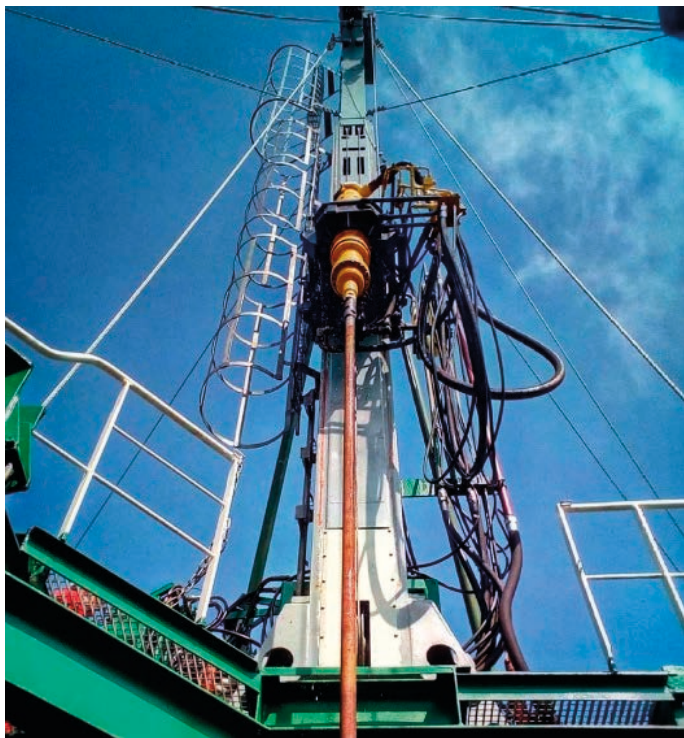
Statek *psv* SYLUR, widoczny na rys. 2, pierwotnie będący wyłącznie jednostką typu *supply vessel*, dostosowano i wyposażono w sprzęt do badań podłoża morskiego, identyczny jak miało to miejsce na pokładzie m/v Santa Barbara [2], lecz w stanie znacznie zmodernizowanym i bardziej zaawansowanym. Statek ten wyróżnia się tym od poprzedników, że wyposażony jest w system precyzyjnego dynamicznego pozycjonowania DP2-2 i utrzymania na pozycji, na której wykonuje się określone badanie, liczonego w dwu wymiarowych współrzędnych. Dokładność utrzymania statku na pozycji zależy od stanu morza i wynosi około 50 cm. Głębokość zanurzenia statku wynosi około 5,8 m.



Rys. 1. Statek badawczy m/v „SANTA BARBARA”



Rys. 2. Jednostka *psv* SYLUR



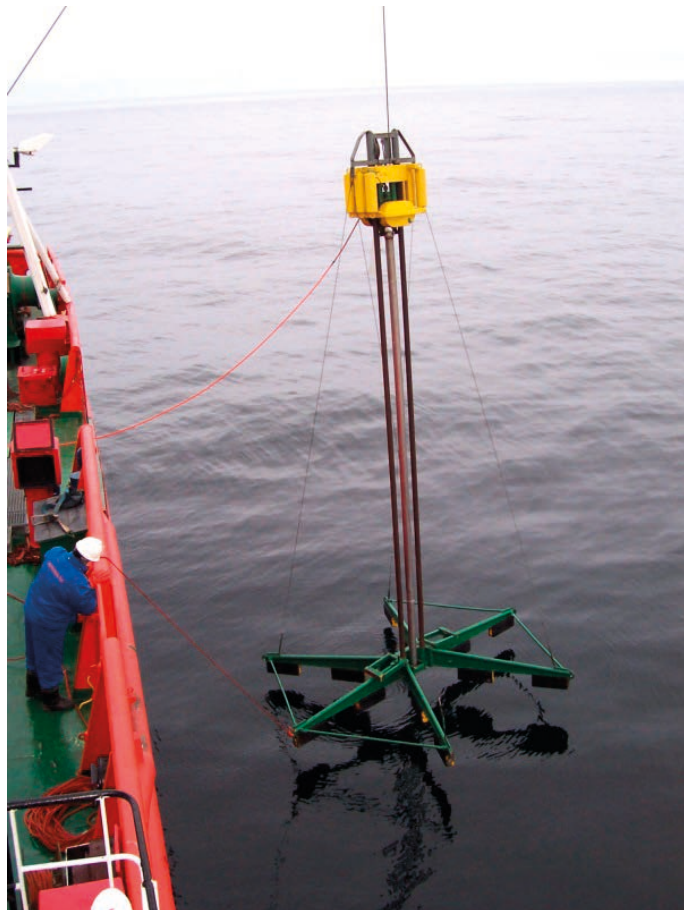
Rys. 3. Głowica wiertnicy H4-1H

W śródkręciu znajduje się polska wiertnica typu H4-1H (rys. 3) dostosowana do wykonywania wierceń geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych w warunkach morskich. Maksymalna głębokość wiercenia poniżej dna morskiego wynosi około 80 m i uzależniona jest od głębokości morza, nieprzekraczającej 100 m, oraz budowy geologicznej w punkcie prowadzenia wiercenia.

Wiertnica wyposażona jest w hydrauliczny system kompensacji pionowego kołysania (nurzenia) statku podczas prac na morzu. W zależności od używanego zestawu podczas wiercenia obrotowego średnica otworu wynosi 131 lub 146 mm. W czasie wiercenia stosowane są potrójne rdzeniówki umożliwiające pobór wysokiej jakości prób gruntu do zaawansowanych badań laboratoryjnych.

Z wiertnicą współpracuje system płuczki służący do szybkiego sporządzania i oczyszczania płuczki wiertniczej o wydajności około 500 l/min wraz z dwiema pompami wysokiego ciśnienia. W przypadku wierceń na obszarach Południowego Bałtyku, charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem geologicznym, płuczka wiertnicza odgrywa kluczową rolę. Jej odpowiedni dobór do spodziewanych warunków geologicznych pozwala na optymalizację procesu wiercenia, zapewnieniu bezpieczeństwa prac, ograniczeniu ryzyka wystąpienia komplikacji wiertniczych i w ostateczności pozyskaniu odpowiednich prób gruntu.

Kolejnym urządzeniem badawczym jest wibrosonda VKG (rys. 4) służąca do poboru prób gruntu z dna morskiego. Średnica rdzenia wynosi 98 mm, a maksymalna długość 6 m. Wibrosonda umieszczona jest na prowadnicy, opierającej się na ramie, którą stawia się na dnie za pomocą dźwigu. Bezpośrednio na rurze wibrosondy znajduje się wibromłot elektryczny zasilany z pokładu statku. Wibrosonda opuszczana jest ze statku za pomocą dźwigu statkowego. Rdzenie gruntowe pobrane za pomocą wibrosondy

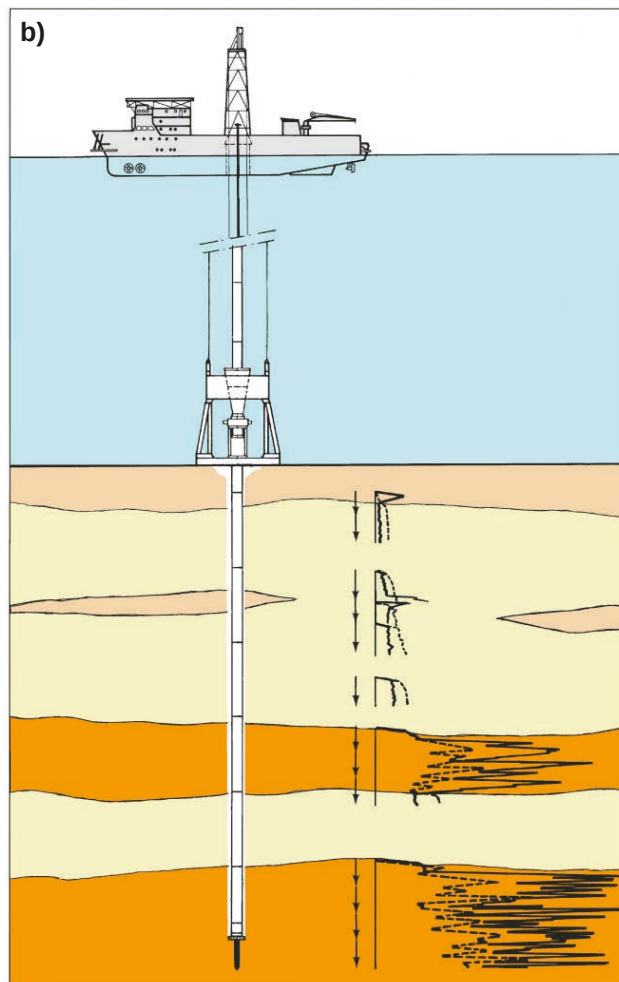
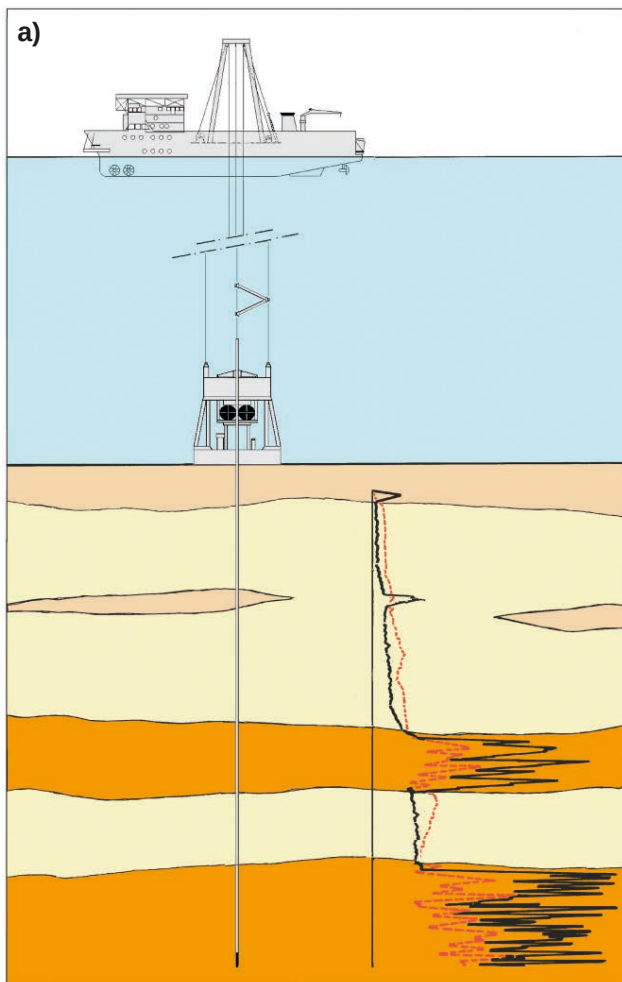


Rys. 4. Wibrosonda VKG

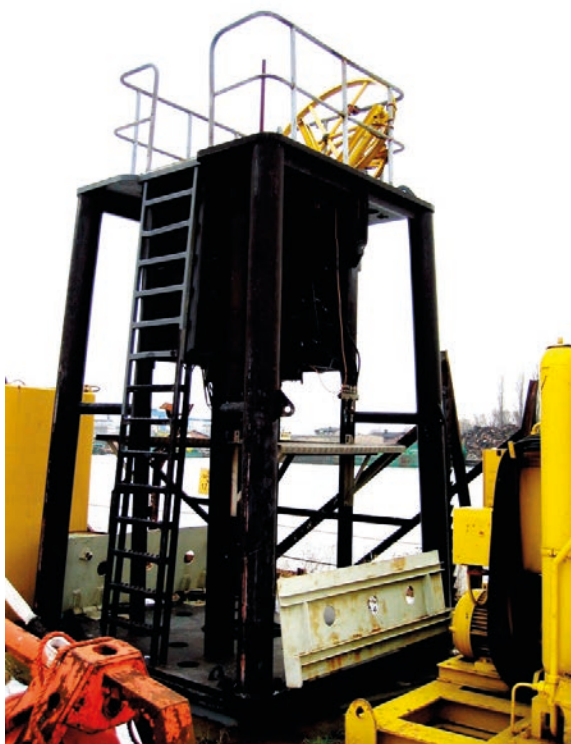
dostarczają cennych informacji na temat uwarstwienia osadów dennych oraz prób do badań laboratoryjnych – przede wszystkim klasyfikacyjnych. Badania wytrzymałościowe wykonane na takich próbkach należy traktować, w przypadku niektórych gruntów, z pewną dozą ostrożności, ze względu na ewentualne naruszenie próbki pod wpływem drgań pochodzących od wibromłota [2]. Wibrosonda jest przydatna do rozpoznania stropowych warstw dna morskiego, szczególnie w przypadku układania rurociągów, kabli lub w celu badań środowiskowych [3].

Z punktu widzenia badań geotechnicznych niezwykle istotne w warunkach morskich są sondowania statyczne z pomiarem oporu na stożku i tarcia na pobocznicę (w skrócie CPT), a także dodatkowo z pomiarem ciśnienia wody w porach gruntu (CPTU). Na pokładzie statku znajdują się dwa systemy sondowania holenderskiej firmy A.P. Van den Berg (rys. 5) [2, 3]:

- system zaburtowy, za pomocą którego wykonuje się sondowania bezpośrednio z powierzchni dna morskiego do ustalonej głębokości, ograniczonej głównie przez maksymalną osiągalną siłę wciskania i dopuszczalne obciążenie czujników pomiarowych oraz techniczne możliwości urządzenia. Pozwala to na ciągłe profilowanie danych charakterystyk, lecz do niewielkich głębokości poniżej dna;
- system otworowy, za pomocą którego wykonuje się sondowania z dna otworu wiertniczego, przy podobnych jak wyżej ograniczeniach, co przy zastosowaniu podwiercania umożliwia prowadzenie badań na dużych głębokościach poniżej dna, lecz w sposób nieciągły.



Rys. 5. Schemat sondowania CPT z dna w systemie zaburtowym (a) i w systemie otworowym (b)



Rys. 6. Rama systemu ROSON 100 kN do wykonywania sondowania statycznego



Rys. 7. Bramownica do wystawiania ramy za rufę statku

Wymienione systemy użytkowane na statku, jak już wspomniano, są rozwiązaniami wykonanymi przez holenderską firmę A.P. Van den Berg. System zaburtowy o nazwie ROSON 100 kN umożliwia sondowania w profilu ciągłym, lecz do ograniczonej głębokości poniżej dna morza, ze względu na masę ramy oporowej, która pod wodą wynosi 10 kN. Rama systemu jest wystawiana za rufę statku, a następnie ustawiana na dnie morskim, a po zakończeniu badania podnoszona przy użyciu zamontowanej bramownicy (rys. 6) oraz wciągarki linowej i kablowej (rys. 7). Wciągarka wyposażona jest w kompensator falowania. Kompensator pozwala na kompensację falowania morza o skoku pionowym do 2,5 m, który podczas wykonywania sondowania zabezpiecza ramę przed „podrywaniem” z dna przez statek. Zmodernizowany ROSON 100 kN dostosowany jest do sondowania penetrometrem stożkowym z końcówką przewodnościową/opornościową (CCPT).

System otworowy o nazwie WISON umożliwia pobieranie prób gruntu w czasie wiercenia oraz wykonanie sondowania statycznego CPT z poziomu dna otworu. W tym rozwiązaniu stosuje się przewód wiertniczy o średnicy 6 cali (około 152 mm), a urządzenie do wciskania żerdzi pomiarowych opcjonalnie o długości 1 m z masą 100 kN lub 3 m z masą 50 kN. WISON jest wyposażony w wciągarkę elektryczną, która napina się sama w celu kom-

pensacji pionowego kołysania się statku. Wciągarka pozwala na przemieszczanie się narzędzia z maksymalną prędkością 2 m na sekundę wewnątrz przewodu wiertniczego. System ten stosuje się zwłaszcza w przypadku występowania na przemian leżących słabych i mocnych warstw gruntu.

Psv SYLUR, oprócz prac badawczych prowadzonych na bieżące potrzeby LOTOS Petrobaltic S.A., gotowy jest do wykonywania prac badawczych na Morzu Bałtyckim, których wyniki niezbędne są do projektowania, budowy i utrzymania innych obiektów *offshore*, w tym również farm wiatrowych.

LITERATURA

1. Werno M.: Warunki posadowienia gazociągu podmorskiego ze złoża B8 do Władysławowa. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 5, 2015, 696-700.
2. Werno M., Juskiewicz-Bednarczyk B.: Przegląd metod i sprzętu do badań geotechnicznych na morzu. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 5, 2009, 61-69.
3. Werno M. i inni: Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 2009, s. 201.