

Krzysztof Dębicki  
HEADS sp. z o.o.

Fot. www.tennetso.de

# Zielone przewierty HDD

**Kierunkowy przewiert sterowany jako jedyne możliwe nieinwazyjne rozwiązanie podczas instalacji kabli do przesyłu energii produkowanej przez farmy wiatrowe na Morzu Północnym**

## PERSPEKTYWICZNIE

Bezustannie zwiększające się zapotrzebowanie na energię elektryczną wymusza ciągły rozwój przemysłu energetycznego na świecie. Obostrzenia związane z dyrektywami Unii Europejskiej dotyczącymi emisji gazów cieplarnianych, mającymi niekorzystny wpływ na zmiany klimatyczne, spychają konwencjonalne źródła energii elektrycznej (elektrownie węglowe) na dalszy plan, promując tym samym źródła alternatywne. Coraz częściej budowane są elektrownie wodne, farmy słoneczne i wiatrowe.

Do 2020 r. udział energii odnawialnej w całkowitym jej zużyciu ma wzrosnąć do 30%, z czego najważniejszy wkład będą miały elektrownie wiatrowe. Zasadniczym jednak problemem, związanym z ich instalacją, jest odpowiednia lokalizacja i wymogi przestrzenne. Niezaprzeczalny jest też niekorzystny wpływ nowych instalacji na krajobraz i otoczenie. Inwestorzy próbują zniwelować to oddziaływanie poprzez usytuowanie nowych projektów z dala od obszarów aglomeracyjnych. Stale kurczące się miejsce na lądzie przenosi nowe projekty w obszary morskie. W ten sposób powstała niemiecka inwestycja na Morzu Północ-

nym, mająca docelowo skupić 21 farm wiatrowych. Głównym inwestorem jak i wykonawcą sieci połączeń kablowych, umożliwiających dostarczenie energii wyprodukowanej na tym obszarze na ląd, jest firma TenneT Offshore GmbH. Na rys. 1. przedstawiono planowane połączenia kablowe farm wiatrowych z terytorium Niemiec. Jak widać, najprostszą drogą dostawy energii z obszarów BorWin oraz DolWin jest trasa łącząca te lokalizacje z północnym wybrzeżem Niemiec. Wiąże się to jednak z przekroczeniem Archipelagu Wysp Fryzyjskich i Morza Wattowego. Ze względu na swoje unikatowe walory przyrodnicze, cały obszar Morza Wattowego



Fot. 1. | Śluza przeciwolejowa

|                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ciężar właściwy                   | 1060 – 1200 kg/m <sup>3</sup> |
| pH                                | 9,5 – 10,5                    |
| lepkość plastyczna                | 7,5 – 10,5 mPa·s              |
| granica płynięcia                 | 25 – 42 lb/100ft <sup>2</sup> |
| odczyt lepkościomierza przy 6 rpm | 25 – 40                       |
| odczyt lepkościomierza przy 3 rpm | 23 – 38                       |

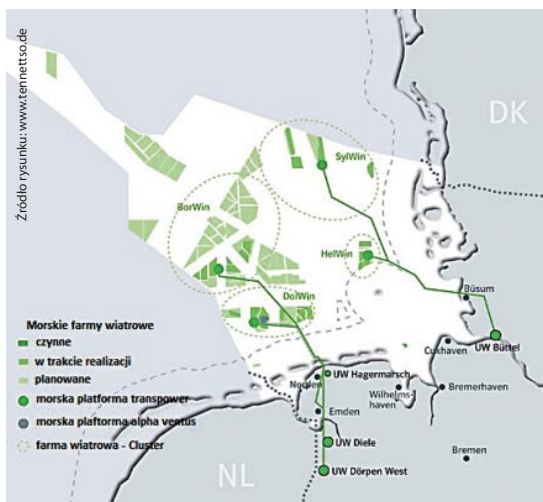
Tab. 1. | Parametry płuczki wiertniczej

jest obecnie objęty ochroną i uznany (na podstawie konwencji ramiarskiej) za „obszar wodno-błotny mający znaczenie międzynarodowe”. W 2009 r. obszar ten został wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Utworzony Park Narodowy Dolnosaksońskiego Morza Wattowego ogranicza do minimum ingerencje w dziewicze tereny, zmuszając inwestora do zastosowania nadzwyczajnych środków ostrożności pod rygorem zablokowania projektu.

## Nowocześnie

Podjęto decyzję o zastosowaniu kierunkowego przewiertu sterowanego jako jedynego możliwego w tych warunkach sposobu na najmniej inwazyjną metodę instalacji kabli. Z uwagi na okres lęgowy pta-

ków, prace na terenie Parku Narodowego mogą się odbywać w okresie od lipca do września, wydłużając tym samym okres całej inwestycji. Od 2006 r. trwają corocznie prace związane z udostępnieniem morskich farm na lądzie. Głównym wykonawcą kierunkowych przewiertów sterowanych jest niemiecka firma LMR Drilling GmbH, która podjęła się w tym roku wykonania w obszarze Parku Narodowego 6 przewiertów w technologii HDD (jako część projektu DolWin) o łącznej długości około 4400 m. Średnica nominalna rur osłonowych PE pod instalację kabli energetycznych wynosiła 455 mm. Przewierty były wykonane w piasku z przewierceniami torfu i drewna, z wyspy/lądu na plażę oraz na teren zalewowy, gdzie fale pływowe zmieniały się dwa razy dziennie. Bliski kontakt z wodą morską podnosił zasolenie obiegowej płuczki wiertniczej (nawet do 3000 mg/l), w związku z czym sterowanie jej parametrami nie należało do najłatwiejszych. Zerowa tolerancja na niekontrolowane przebicie płuczki (tzw. breakout) wymuszała nieustanną kontrolę i utrzymywanie stałych, odpowiednich parametrów płynu wiertniczego,



Rys. 1. | Rozmieszczenie farm wiatrowych na Morzu Północnym



Fot. 2. | Strona rurowa zlokalizowana na plaży

| kategoria | Zwierzyny<br>[mg/kg] |                  |                  |                | Płuczka<br>[µg/l] |                  |                  |                |
|-----------|----------------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|
|           | Z <sub>0</sub>       | Z <sub>1,1</sub> | Z <sub>1,2</sub> | Z <sub>2</sub> | Z <sub>0</sub>    | Z <sub>1,1</sub> | Z <sub>1,2</sub> | Z <sub>2</sub> |
| arsen     | 20                   | 30               | 50               | 150            | 10                | 10               | 40               | 60             |
| ołów      | 70                   | 140              | 300              | 1000           | 20                | 40               | 100              | 200            |
| kadm      | 1                    | 1                | 3                | 10             | 2                 | 2                | 5                | 10             |
| chrom     | 60                   | 120              | 200              | 600            | 15                | 30               | 75               | 150            |
| miedź     | 40                   | 80               | 200              | 600            | 50                | 50               | 150              | 300            |
| nikiel    | 50                   | 100              | 200              | 600            | 40                | 50               | 150              | 200            |
| rtęć      | 0,5                  | 1,0              | 3                | 10             | 0,2               | 0,2              | 1                | 2              |
| tal       | 0,5                  | 1                | 3                | 10             | 1                 | 1                | 3                | 5              |
| cynk      | 150                  | 300              | 500              | 1500           | 100               | 100              | 300              | 600            |
| cyjanid   | 1                    | 10               | 30               | 100            | 10                | 10               | 50               | 100            |
| chlorki   | -                    | -                | -                | -              | 10 mg/l           | 10 mg/l          | 20 mg/l          | 30 mg/l        |
| siarczany | -                    | -                | -                | -              | 50 mg/l           | 50 mg/l          | 100 mg/l         | 150 mg/l       |

Tab. 2. | Dopuszczalne zawartości substancji szkodliwych dla danej kategorii odpadu wg LAGA



Fot. 3. | Skład sypkich materiałów płuczkowych

a codzienna obecność ekologa na terenie budowy nie dopuszczała do popełnienia choćby najmniejszego błędu. Jednak dzięki wysokiej jakości bentonitowi TEQGEL SPECIAL i profesjonalnemu serwisowi płuczkowemu firmy HEADS, każde z sześciu przekroczeń zakończyło się sukcesem.

## PRECYZYJNIE

Wszystkie przekroczenia były wykonywane w podobny sposób, a niewielki dystans dzielący kolejne przekroczenia dawał możliwość ponownego użycia płuczki wiertniczej, co znacznie redukowało nakłady inwestycyjne i późniejszą utylizację płynu wiertniczego. Wiercenie pilotowe odbywało się przy użyciu świdra trójgryzowego połączonego z mało średnicowym przewodem wiertniczym. Usytuowany w pierwszej sekcji zestaw wiertniczego czujnik ciśnienia wgłębnego informował o gwałtownych i niekorzystnych przyrostach ciśnienia dynamicznego płuczki wiertniczej, determinując tym samym bezpieczną długość przewiertu. Przy jej osiągnięciu podłączano nowy zestaw wiertniczy oparty na wielkośrednicowym przewodzie wiertniczym i 23" (58,42 cm) rozwiertaku typu otwartego. Zestaw do poszerzania był nawiercany na małośrednicowy przewód wiertniczy, a otwarcie otworu następowało metodą push reaming (pchanie rozwiertaka). W momencie osiągnięcia zadanej odległości wiertnię podłączano do małośrednicowego zestawu wiertniczego (bez



Fot. 5. | Strona rurowa – barka – obwarowana piaskiem



Fot. 4. | Laguny z wychodniami dla zwierząt

demontażu uprzedniego zestawu) i kontynuowano wiercenie otworu pilotowego do osiągnięcia punktu wyjścia. Następnie, rozwiercenie poszerzaczem pozostałej części otworu stało się już tylko formalnością.

## ĘKOLOGICZNIE

Wymogi ekologiczne były niesłychanie surowe podczas projektu. Żadna kropla oleju, smaru oraz innej ropopochodnej substancji nie mogła znaleźć się w kontakcie z gruntem. Wszystkie maszyny i urządzenia przed dostarczeniem na teren budowy zostały sprawdzone pod kątem wycieków i nieszczelności, a później gruntownie wyczyszczone. Każdy transport kołowy dostarczający materiały przed wjazdem w strefę Parku Narodowego był traktowany w ten sam sposób. Zastosowano specjalne maty służące odizolowaniu i zabezpieczeniu newralgicznych miejsc, takich jak wiertnia, pompy, generatory czy zbiorniki robocze oleju napędowego przed przypadkowym skażeniem. Wydzielono strefę do tankowania maszyn, w której zastosowano wyjątkowe środki ochrony przed skażeniem. W celu zminimalizowania kontaktu płuczki wiertniczej – jako „obcego medium” – z przewiercanym gruntem, płuczka wychodząca z otworu kierowana była rynnami do kopanki (szczelnego zbiornika). Po drodze przepływała poprzez służę, która stanowiła dodatkowy element zabezpieczający przed dostaniem się olejów do obiegu płuczki (fot. 1). Nawet naturalne i niegroźne zapylenie, związane ze standardowo wsypywaniem przez lej płuczkowy bentonitem, zostało wyeliminowane poprzez postawienie namiotu, w którym bentonit był zasysany przez specjalny wąż (fot. 3).

Do profilaktycznych zabiegów należało również patrolowanie powierzchni terenu wzdłuż całej linii przewiertu w poszukiwaniu niekontrolowanych wybić płuczki. Barki po stronie rurowej przy przewiertach prowadzących do morza zostały obwarowane i uszczelnione przez ponad 12 tys. worków z piaskiem, chroniąc bezcenny akwen.

Materiały płuczkowe używane podczas projektu musiały spełniać surowe wymagania higieniczno-sanitarne, potwierdzone odpowiednimi atestami. Pomimo tego były one weryfikowane kilkakrotnie podczas niezapowiedzianych wizyt niezależnego instytutu analiz chemicznych. Pobrane rzeczywiste próbki testowano w laboratorium, a wyniki

były odnoszone do regulacji LAGA – niemieckiej klasyfikacja odpadów, która dzieli odpady na 4 grupy i umożliwia ich użycie pod pewnymi warunkami:  $Z_0$  – nieograniczone zastosowanie w kontakcie z glebą,  $Z_{1,1}$  – ograniczone zastosowanie w obiektach nieprzepuszczających wody,  $Z_{1,2}$  – ograniczone zastosowanie w obiektach przepuszczających wodę,  $Z_2$  – ograniczone zastosowanie w obiektach o podwyższonym stopniu ochrony. W tab. 2. przedstawiono dopuszczalne zawartości metali ciężkich i innych szkodliwych substancji w zwierzcinach i płuczce wiertniczej z podziałem na klasy. Klasa  $Z_0$  jest traktowana, podobnie jak zwykła ziemia, którą można bezpiecznie wywozić i składować na hałdach bez żadnych dodatkowych środków ochrony i związanych z tym opłat. Na podstawie analiz laboratoryjnych zwierzciny powstałe po każdym z przekroczeń, podobnie jak i płuczka wiertnicza, zostały sklasyfikowane jako  $Z_0$  – czyli najmniej szkodliwy i bezpieczny odpad przeznaczony do utylizacji, nie powodujący żadnego ujemnego wpływu na środowisko naturalne.

Na uwagę zasługuje również bezbłędne sterowanie trajektorią przewiertu. Cztery przekroczenia kończyły się w morzu, gdzie punkt wyjścia stanowiła zakotwiczona barka. Tolerancja punktu wyjścia została tym samym ograniczona do 1 m w stosunku do planowanego położenia, co stanowiło nie lada wyzwanie dla inżynierów kierunkowych, zwłaszcza że dwa z tych przewiertów miały dystans ponad 1100 m.

#### ..... I Z HEADS

Obecność firmy HEADS w czasie całego projektu w roku 2011, jako wykonawcy serwisu płuczkowego i dostawcy ma-

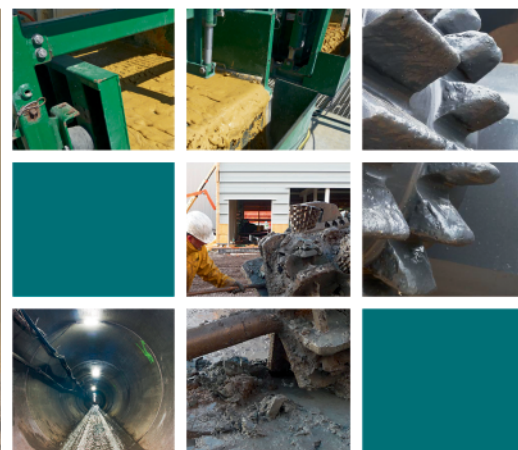
| Informacje dotyczące projektu |                                                   |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Inwestor                      | TenneT Offshore GmbH                              |
| Wykonawca robót wiertniczych  | LMR Drilling GmbH                                 |
| Łączna długość otworów        | 4400 m                                            |
| Ilość przekroczeń             | 6                                                 |
| Czas wykonania projektu       | 30 dni                                            |
| Średnica otworu               | 585 mm                                            |
| Instalowana rura              | PE 455 mm                                         |
| Urządzenie wiertnicze         | PD 800 kN, LMR 3500 kN                            |
| Wiercenie pilotowe            | Jet Bit 4,75" – NMDC                              |
| Schemat poszerzania           | Dowiercanie rozwiertakiem otwartym 23"            |
| Głębokość instalacji          | 25–28 m                                           |
| Warunki geologiczne           | Piasek, torf, drewno                              |
| System sterowania             | ParaTrack 2                                       |
| Serwis kierunkowy             | LMR Drilling / Prime Horizontal                   |
| System płuczkowy              | TEQEL Special                                     |
| Serwis płuczkowy              | HEADS Horizontal Engineering and Drilling Service |

teriałów do sporządzenia płynu wiertniczego, zaowocowała bezproblemowym wykonaniem wszystkich 6 przekroczeń w bardzo dobrym tempie: niecałych 6 tygodni. W roku 2009 wykonanie opisanych zadań (również 6 przekroczeń) powierzono innej, niemieckiej firmie, co doprowadziło do komplikacji przebiegu prac. W ubiegłym roku inwestor postanowił spróbować alternatywnego rozwiązania, wybierając firmę Heads jako wsparcie na 4 z 6 przekroczeń, tworząc tym samym pewnego rodzaju konkurencję między dwoma wiodącymi firmami na rynku materiałów płuczkowych HDD i serwisu płuczkowego. Tegoroczne projekty pokazały, że inwestor w pełni zdał się na krakowską firmę jako jedyne partnera godnego uwagi i, jak czas pokazał, nie zawiodł się. ■

## HORIZONTAL ENGINEERING AND DRILLING SERVICE



PEWNOŚĆ SUKCESU



### SYSTEM BENTONITOWY TEQEL SPECIAL

Wysokiej jakości bentonit wiertniczy znajdujący zastosowanie w wielkośrednicowych przewiertach horyzontalnych i mikrotunelowaniu.

### SYSTEM INHIBITOWANY GESO

System płuczkowy skutecznie stosowany do pęczniejących formacji ilastych zapobiega akumulacji aktywnych zwierzcin w otworze.

### SYSTEM BIOROZKŁADALNY TEQBIO

Modyfikowana mieszanina polimerów biorozkładalnych przeznaczonych dla kierunkowych wierceń horyzontalnych oraz wierceń hydrogeologicznych.

### SYSTEM BENTONITOWY MARINEGEL

Kompozycja bentonitowo-polimerowa do sporządzania płuczek wiertniczych opartych na wodzie morskiej.