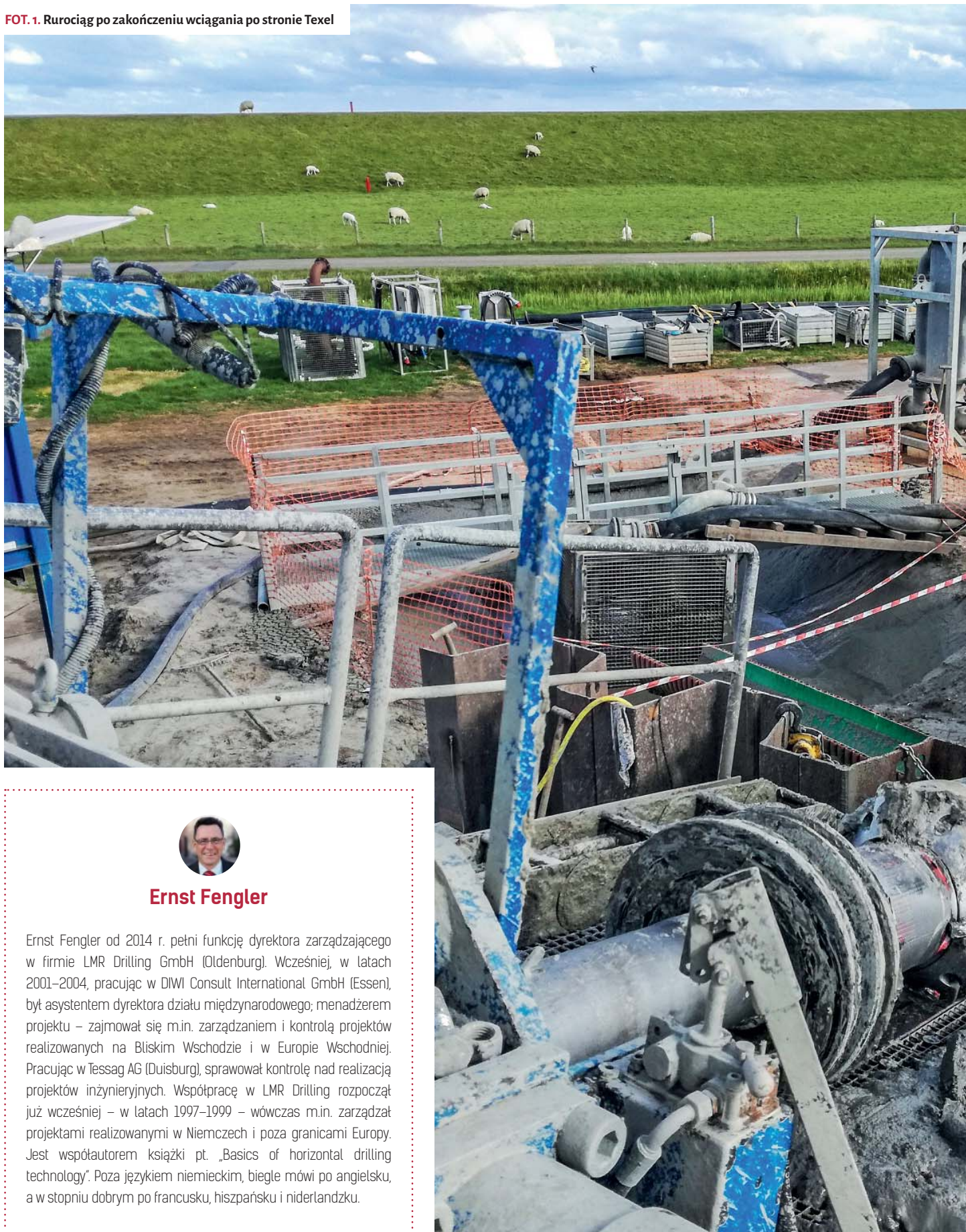


FOT. 1. Rurociąg po zakończeniu wciągania po stronie Texel



Ernst Fengler

Ernst Fengler od 2014 r. pełni funkcję dyrektora zarządzającego w firmie LMR Drilling GmbH (Oldenburg). Wcześniej, w latach 2001–2004, pracując w DIWI Consult International GmbH (Essen), był asystentem dyrektora działu międzynarodowego; menadżerem projektu – zajmował się m.in. zarządzaniem i kontrolą projektów realizowanych na Bliskim Wschodzie i w Europie Wschodniej. Pracując w Tessag AG (Duisburg), sprawował kontrolę nad realizacją projektów inżynieryjnych. Współpracę w LMR Drilling rozpoczął już wcześniej – w latach 1997–1999 – wówczas m.in. zarządzał projektami realizowanymi w Niemczech i poza granicami Europy. Jest współautorem książki pt. „Basics of horizontal drilling technology”. Poza językiem niemieckim, biegle mówi po angielsku, a w stopniu dobrym po francusku, hiszpańsku i niderlandzku.

REKORDOWY **przewiert HDD** pod Marsdiep

Przekroczenie między Den Helder
i Texel **na długości 4608 m**



W Holandii, pomiędzy miastem Den Helder a wyspą Texel, wykonano rekordowo długą w skali świata instalację rurociągu przy użyciu technologii HDD. Prace wiertnicze zrealizowano pod 4-kilometrową cieśniną Marsdiep, której głębokość sięga 32 m. Nowy rurociąg do przesyłu wody zastąpił wcześniej użytkowane wodociągi, które ulegały awariom m.in. ze względu na zbyt płytkie posadowienie pod morskim dnem

Marsdiep to znajdujący się na północy Holandii pas morski pomiędzy miastem Den Helder a wyspą Texel. Szerokość tego ruchliwego szlaku wodnego wykorzystywanego przez statki handlowe to 4 km, a jego maksymalna głębokość wynosi 32 m. Dzięki niemu istnieje dostęp do portu w Den Helder – największego portu holenderskiej marynarki wojennej.

Naprawić, wymienić czy zrekonstruować?

W latach 80. XX w. lokalny dostawca wody pitnej – PWN (Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-

Holland) zapewnił mieszkańcom wyspy Texel dostęp do wody pitnej poprzez ułożenie płytko pod dnem Marsdiep dwóch rurociągów HDPE. Ich instalacja odbyła się w wykorzystaniem specjalistycznych barek. To rozwiązanie służyło lokalnej społeczności przez wiele lat, jednak silna erozja dna, spowodowana wpływem prądów morskich, ostatecznie doprowadziła do odsłonięcia rurociągów. Od tego czasu podejmowano jedynie próby tymczasowego zabezpieczenia przewodów poprzez stabilizowanie ich co roku za pomocą obciążników.

PWN zdawało sobie sprawę z faktu, że wraz upływem lat stan rurociągów będzie się jedynie pogarszał, dlatego w 2011 r. przeprowadzono studia wykonalności dla potencjalnych metod, które pozwolą na opanowanie problemu. Rozważano

a następnie przeprowadzono badania podłoża. Kolejnym krokiem było ogłoszenie przetargu na wykonanie prac wiertniczych. Wraz z badaniami zaproponowano wiercenia testowe na dystansach 1500 oraz 2000 m na różnych głębokościach.

Wiercenia te miały na celu:

- ▶ identyfikację optymalnej technologii do przewiercenia warstwy geologicznej,
- ▶ dostarczenie danych pomocnych w ocenie:
 - najlepszych dla napotkanych warunków gruntowych metod wiercenia,
 - niezawodności systemów płuczkowych,
 - niezawodności systemów pomiarowych,
 - umiejętności wykonawców robót wiertniczych w technologii HDD,
 - wpływu symulowanego zatrzymania operacji wiertniczych na 48 godz.

klucz” dla jednego lub dwóch przewiertów, w zależności od średnicy wybranej przez wykonawcę. Wymagane było też przeprowadzenie wszelkich operacji ziemnych oraz dostarczenie i przygotowanie rurociągu.

Przetarg ograniczony został ogłoszony na przełomie 2015 i 2016 r. Wszyscy oferenci zostali zobowiązani do dostarczenia wraz z ofertą dogłębnej analizy rozpoznanych oraz możliwych ryzyk, jak również metod zaradczych i ich wpływu na czas prowadzenia prac oraz ich koszt. Zidentyfikowane ryzyka, proponowane działania zaradcze oraz ich możliwa eliminacja były głównym kryterium przy wyborze oferty. Firma LMR Drilling przedstawiła realistyczną, szczegółową ofertę, opartą na własnych zasobach, doświadczeniach i możliwościach, proponując



FOT. 2. Rurociąg po zakończeniu wciągania po stronie Texel



różne opcje – naprawę, wymianę i rekonstrukcję. Firma LMR Drilling zaproponowała rozwiązanie uwzględniające zastosowanie kierunkowego przewiertu horyzontalnego HDD (ang. *Horizontal Directional Drilling*). Głównym elementem studium było dokładne zbadanie przewiercanego podłoża, polegające na analizie wszystkich dostępnych baz danych, archiwów oraz na wierceniach testowych. Działania te miały miejsce przed podpisaniem kontraktu na wykonanie przewiertu HDD.

Badanie podłoża i wiercenia testowe

Wiosną 2013 r. jeden z odsłoniętych rurociągów uległ awarii, wymuszając szybkie podjęcie konkretnych działań. Naprawiono uszkodzoną rurę,

Wszystkie prace zostały wykonane wiosną oraz latem 2015 r. przez dwie różne firmy wiertnicze; jedna z nich przeprowadzała działania po stronie Texel, a druga działała w Den Helder. Firmie LMR przypadły w udziale prace w tej drugiej lokalizacji. Zakres przeprowadzonych robót oraz wyniesione z nich doświadczenie zostały przedstawione w szczegółowych raportach.

Przetarg na instalację nowego rurociągu dla wyspy Texel

Po zakończeniu wierceń testowych oraz dogłębnej analizie wyników PWN ogłosiło przetarg na instalację nowego rurociągu dla wyspy Texel. Inwestor oczekiwał rozwiązania „pod

pojedyncze przekroczenie dla rurociągu DN300 (zamiast alternatywnych dwóch przekroczeń DN200). Takie rozwiązanie wykonawca uznał zarówno za wykonalne, jak i ekonomiczne. Oferta została złożona po ośmiu tygodniach intensywnych przygotowań, zaś kilka tygodni później jego przedstawiciele zostali zaproszeni na dodatkowe rozmowy, mające na celu dopracowanie projektu. W czerwcu 2016 r. z ogromną przyjemnością przyjęto informację o pozyskaniu kontraktu.

Przygotowania do prac wiertniczych

Nastąpił okres dość długich i zakrojonych na szeroką skalę przygotowań, w czasie któ-

rych nastąpiło zacieśnienie współpracy między wykonawcą i inwestorem oraz firmami partnerskimi, takimi jak: PPS – wykonawca rurociągu, Drillguide – dostawca żyroskopowego systemu pomiarowego, HEADS – dostawca technologii i materiałów płuczkowych oraz ponad 35 innymi firmami, a także władzami lokalnymi.

W marcu 2017 r. rozpoczęto spawanie pierwszej części rurociągu o długości 2500 m. Na początku kolejnego miesiąca przygotowano place budowy, zainstalowano rury osłonowe – casing oraz zgromadzono wymagany sprzęt. Było to spore wyzwanie logistyczne – na Texel należało przetransportować sprzęt mogący zmieścić się na 50 ciężarówkach. Proces ten koordynowała firma Lubbers, wywiązując się z zadania na czas.

Wiercenie otworów pilotowych nie wymagało zastosowania jakiegokolwiek dostępu z powierzchni ani też używania kabla na dnie. Zresztą, przy 95% dystansu trajektorii zaplanowanej pod dnem morza nie byłoby możliwości zastosowania takich rozwiązań. Przez cały okres wiercenia wnikliwie monitorowano trajektorię otworu w celu zapewnienia jak najniższych wartości dog leg oraz możliwie najniższego współczynnika tarcia w otworze. Ciśnienie w przestrzeni pierścieniowej kontrolowano na bieżąco w czasie rzeczywistym i porównywano z wartościami obliczonymi wcześniej. Gdy obie strony zbliżyły się do planowanego punktu spotkania, uruchomiono urządzenia Drillguide Radar w obu zestawach pilotowych. Systemy te zostały specjalnie zaprojektowane tak, by mie-

dwie sekcje rur i po wciągnięciu pierwszej z nich dokonano przerwy w instalacji, aby wykonać połączenie.

Dobór płuczki wiertniczej

Poza wymagającą operacją intersect kolejnym kluczowym aspektem dla poprawnego wykonania operacji wiertniczych była płuczka wiertnicza. Prognozowany wysoki moment obrotowy generowany przez długi i ciężki przewód wiertniczy musiał zostać zredukowany. W przeciwnym razie wywiercenie na tak długim dystansie nie byłoby możliwe. Trudność stanowiła też sama przewiercana formacja z porami nasyconymi słoną wodą z Morza Północnego. Konieczność utrzymania cyrkulacji i wynoszenia



FOT. 3. Plac budowy w Den Helder

Wiercenie z dwóch stron

10 kwietnia 2017 r. rozpoczęto operacje wiertnicze po obu stronach przekroczenia. Wymagały one bardzo dużej precyzji przy wykonywaniu otworów pilotowych. Po obu stronach wykorzystano system żyroskopowy Drillguide Gyro, umożliwiający precyzyjne sterowanie dolnym zestawem przewodu wiertniczego.

Wymagana była precyzja z dwóch stron wiercenia, ponieważ do połączenia dwóch otworów pilotowych zastosowano metodę intersect. Przewiert o długości 4600 m wykonywano z obu stron jednocześnie, tak aby po wywierceniu 2300 m spotkać się w połowie trasy. Głębokość wiercenia wynosiła 85 m, czyli średnio 60 m poniżej dna w pasie morskim Marsdiep.

rzyć bardzo dokładną odległość między sobą w przestrzeni trójwymiarowej.

Późnym wieczorem 18 kwietnia ustalono dokładne pozycje maszyn, dzięki czemu można było rozpocząć operację precyzyjnego połączenia otworów pilotowych (intersect). Działania te zakończyły się sukcesem wczesnym rankiem 19 kwietnia. W następnej kolejności nastąpiło poszerzenie otworu wiertniczego oraz marsz sprawdzający, który miał na celu potwierdzenie stabilności otworu oraz jego gotowości do instalacji rurociągu. Wyniki marszu pozwoliły podjąć decyzję o instalacji.

Trwała ona od 27 do 28 kwietnia z uwagi na wymóg wykonania złotego spawu. Było ono konieczne ze względu na brak miejsca na ułożenie 4600 m rurociągu w całości. Ułożono zatem

zwiercin była bezdyskusyjna. Płuczka wiertnicza musiała poradzić sobie z tymi problemami oraz zapewnić stabilność otworu przez długi czas, przy jednoczesnym spełnieniu wszelkich wymagań środowiskowych.

Rozważano kilka opcji, począwszy od płuczek biopolimerowych do płuczek opartych na bentonitach o zmiennym składzie. Wszystkie receptury były testowane w warunkach laboratoryjnych dla oczekiwanych poziomów zasolenia. Opracowana ostateczna wersja płuczki została zastosowana podczas wiercenia testowego wykonanego przez wykonawcę po stronie Den Helder. Bazę systemu płuczkowego stanowił bentonit Teqgel Special. Materiał ten cechuje się doskonałymi parametrami reologicznymi, pozwalającymi na transport zwiercin o dużych rozmiarach na bardzo długich

FOT. 4. Zadowolona ekipa wiertnicza po zainstalowaniu rurociągu



FOT. 5. System płczkowy po stronie Den Helder



mające na celu sprawdzenie należytej jakości wykonanych prac oraz jakości izolacji. Wykazały one jedynie pozytywne rezultaty, dzięki czemu niezwłocznie można było podłączyć rurociąg do pozostałej infrastruktury wodociągowej. Dostęp do wody pitnej dla wyspy Texel kolejny raz został zabezpieczony na nadchodzące dziesięciolecie.

Podsumowanie

Trudno podsumować naturę wykonanych prac w kilku zdaniach. Biorąc pod uwagę cały projekt, należy zauważyć, iż z naszej perspektywy prace przebiegły bez zakłóceń. Takie stwierdzenie jednak mogłoby sugerować, że z technicznego punktu widzenia zadanie nie było wymagające. Jednak to mylne spostrzeżenie – było zupełnie inaczej. Co warte również podkreślenia, podczas realizacji projektu nie stwierdzono żadnych potencjalnie niebezpiecznych zdarzeń, wypadków przy pracy czy zagrożeń dla środowiska naturalnego.

Kluczowe dla sukcesu przedsięwzięcia okazało się zarówno rzetelne postępowanie z klientem i firmami partnerskimi, jak i szeroko zakrojone, dalekowzroczne przygotowania do pracy. Patrząc z takiej perspektywy można stwierdzić, że wykonywanie w przyszłości jeszcze dłuższych przekroczeń będzie możliwe. Przeprowadzanie tego typu prac zawsze opierać się będzie na trzech aspektach: warunkach gruntowych, wykonawcy i kontrakcie uzgodnionym między klientem a wykonawcą. ◀

Dziękujemy inwestorowi (PWN) oraz jego zespołowi (m.in. Episcopo) za zaufanie, jakim obdarzyli firmę LMR Drilling; holenderskiej marynarce wojennej za gościnę i współpracę na jej terenie; zespołowi, któremu przewodził Thomas Winkler; Martinowi van der Waal; Bertowi Speelmann; załodze wiertniczej oraz firmom partnerskim zaangażowanym w wykonanie projektu (m.in.: Amsterdam Engineering, PPS, de Romein, Drillguide, HEADS).

dystansach. Unikatowy profil reologiczny redukuje ciśnienia w wierconym otworze, co pozwala uniknąć zaników i przebić płczki. Przeprowadzona analiza ciśnień wgłębnych dla założonych kryteriów geometrycznych zestawu BHA, trajektorii wiercenia oraz warunków geologicznych wykazała, że spodziewane ciśnienia otworowe pozwolą osiągnąć założony dystans wiercenia.

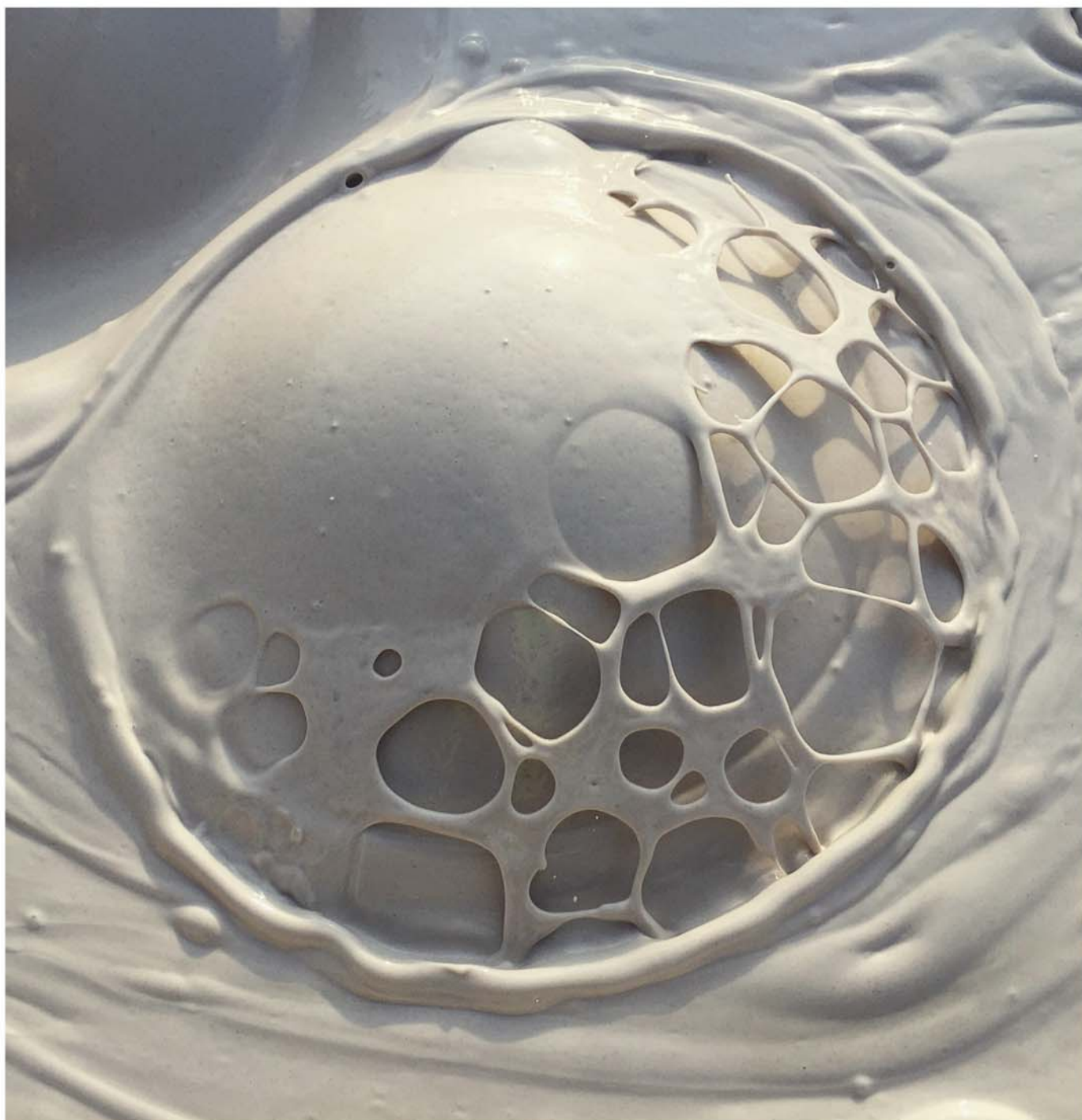
W celu redukcji tarcia w otworze opracowano środek smarny Prime Lube, którego zadaniem było obniżenie momentu obrotowego. Pilotowe testy laboratoryjne wykonane przy pomocy testera smarności pozwoliły opracować recepturę idealnego środka smarnego dla tego zadania.

Przeprowadzane testy dla płczek o zmiennym ciężarze pochodzącym od przewiercanej formacji pozwoliły osiągnąć kluczowy cel – obni-

żenie współczynnika tarcia dla płczki w otworze poniżej 0,2. Innym ważnym wymaganiem dla środka smarnego był brak wpływu na parametry reologiczne płczki opartej na wybranym bentonicie oraz stabilność w czasie w środowisku stonym. Oczywiście było również spełnienie wysokich norm w zakresie ochrony środowiska.

Opracowana receptura płczki oraz program płczkowy wymagał stałej kontroli zapewnionej przez doświadczonych inżynierów płczkowych z firmy HEADS. Zaprojektowana technologia wiercenia oraz szczegółowe procedury wiertnicze, wsparte właściwym płynem wiertniczym, pozwoliły osiągnąć założone współczynniki tarcia, wyeliminować ryzyka oraz skrócić czas operacji wiertniczych i instalacyjnych do minimum. Po wciągnięciu rury wykonano operacje

Zadanie	instalacja rurociągu do przesyłu wody
Lokalizacja	Holandia (połączenie pomiędzy Den Helder i wyspą Texel)
Przeszkoda	cieśnina Marsdiep
Technologia	HDD (ang. <i>Horizontal Directional Drilling</i>)
Średnica instalowanego rurociągu	DN300
Długość instalacji	4608 m
Głębokość wiercenia	max. 85 m (średnio 60 m poniżej dna w pasie morskim Marsdiep)
Przewiercane formacje	głównie zbudowane z piasku i iltu
Czas trwania prac wiertniczych	9 dni
Czas trwania instalacji rurociągu	około 24 godz.
Wykonawca prac wiertniczych	LMR Drilling
Wykonawca rurociągu	PPS
Dostawca żyroskopowego systemu pomiarowego	Drillguide
Serwis płczkowy	HEADS
Materiały płczkowe	Teqgel Special, Prime Lube
Inwestor	PWN (Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland)



PRIMELUBE

jest mieszaniną niejonowych związków, przeznaczony do stosowania we wszystkich rodzajach płuczek na bazie wody. Opracowany do zastosowania w technologii HDD oraz mikrotunelingu. Efektywnie redukuje współczynnik tarcia, obniża moment obrotowy, ogranicza efekt zaciągania w otworze wiertniczym oraz zmniejsz tendencje do oklejania się świda. Znacząco poprawia postęp wiercenia.

