



TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE

na sześciu kontynentach, cz. 11



tekst: **dr inż. URSZULA KUBICKA**, **mgr inż. MATEUSZ PIOTROWICZ**,
Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki,
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych

W cyklu *Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach*, przygotowanym razem z Polską Fundacją Technik Bezwykopowych, prezentujemy zakres tematyki, jaka została przedstawiona w czwartym numerze magazynu „Trenchless International” w 2015 r.

1. Wybrane konferencje dotyczące technologii bezwykopowej budowy i odnowy w 2016 r.

1.1. Konferencja w Polsce

Od 12 do 14 kwietnia 2016 r. w Kielcach-Cedzynie, w hotelu Uroczysko, odbędzie się VII Konferencja *No-Dig Poland 2016*. Konferencja ta odbywa się w cyklu dwuletnim i jest poświęcona tematyce bezwykopowej budowy i odnowy infrastruktury podziemnej. Zakres poruszanych zagadnień obejmuje: uszkodzenia wodociągów i kanalizacji razem z analizą przyczyn i ich konsekwencjami, ocenę stanu technicznego sieci podziemnych, monitoring i diagnostykę, konserwację rurociągów, bezwykopowe metody budowy rurociągów z przykładami inwestycji, bezwykopową odnowę rurociągów, a także materiały i urządzenia stosowane w bezwykopowej budowie, odnowie oraz diagnostyce sieci podziemnych. Podczas konferencji zostaną przyznane statuetki Expert 2016 (ryc. 1). Nagroda ta przyznawana jest firmom działającym w branży technologii bezwykopowej w trzech kategoriach [3]: bezwykopowa budowa w latach 2014–2015, bezwykopowa odnowa w latach 2014–2015, innowacyjne rozwiązanie w zakresie urządzeń, produktów lub technologii stosowanych w bezwykopowej budowie lub odnowie oraz diagnostyce sieci podziemnych w latach 2014–2015.



Ryc. 1. Nagrody Expert 2016

Organizatorami *No-Dig Poland 2016* są: Politechnika Świętokrzyska, Polska Fundacja Technik Bezwykopowych, Międzynarodowe Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych, Świętokrzyska, Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa, Wodociągi Kieleckie Sp. z o.o., Europejskie Forum Budowli Podziemnych, Uniwersytet Techniczny w Luizjanie, Centrum Technologii Bezwykopowych w Luizjanie, WOD-KAN Consulting Andrzej Kuliczkowski i wydawnictwo **nbi** media.

Platynowymi Sponsorami wydarzenia są Steinzeug Keramo Sp. z o.o., Sekisui SPR Poland Sp. z o.o. i 3M Poland Sp. z o.o. Złotym Sponsorem jest firma Per Aarsleff Sp. z o.o., a Brązowym Sponsorem – firma Teco Sp. z o.o.

Wszelkie informacje dotyczące *No-Dig Poland 2016* dostępne są w biurze konferencji: Anna Karpińska-Rzepa, tel. 12 292 70 70, e-mail: kontakt@nodigpoland.pl i na stronie internetowej www.nodigpoland.pl.

1.2. Konferencja w Rosji

Kolejnym przystankiem na szlaku konferencji technologii bezwykopowych w 2016 r. będzie Rosja. Od 26 do 28 kwietnia stolica tego kraju będzie gospodarzem *No-Dig Moscow*. Wydarzenie to, podobnie jak *No-Dig Poland 2016*, odbywa się w cyklu dwuletnim, począwszy od 2008 r. Poprzednie konferencje cieszyły się bardzo dużym zainteresowaniem osób związanych z branżą technologii bezwykopowych. Sami uczestnicy podkreślają znaczenie *No-Dig*, który stanowi platformę wyszukiwania i dzielenia się pomysłami, nawiązywania kontaktów biznesowych i rozwoju technologii bezwykopowych.

Poprzedni *No-Dig Moscow* odbył się w czerwcu 2014 r. Partnerami tego wydarzenia byli Ecwatech oraz CityPipe. Wspomniane wydarzenie przyciągnęło 810 wystawców z 28 krajów, 12 365 gości, a całkowita powierzchnia wystawieni- nicza liczyła 19 ha.

Głównymi organizatorami *No-Dig Moscow* będą: Rosyjskie Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych RSTT, międzynarodowe Stowarzyszenie Specjalistów HDD, Ecwatech i Niemieckie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych GSTT. Wszelkie informacje dotyczące tego wydarzenia znajdują się na stronie internetowej www.nodig-moscow.ru.

1.3. Konferencja w Malezji

Następną konferencją będzie odbywający się w Azji *Trenchless Asia's 2016*. Jest to dziewiąte tego typu spotkanie na kontynencie azjatyckim, gdzie gospodarzem 8 i 9 maja będzie stolica Malezji, Kuala Lumpur.

Trenchless Asia miało swój początek w 1995 r. w Singapurze. Kolejnymi organizatorami byli Hongkong i Shanghai. W 2010 r. Singapur znów został gospodarzem tego wydarzenia. Czynnikiem decydującym o wyborze Kuala Lumpur jako organizatora *Trenchless Asia 2016* są wielomilionowe inwestycje z zakresu budowy sieci kanalizacyjnych w sąsiadującej miejscowości King Valley. Władze malezji kładą wysoki nacisk na ochronę środowiska i stosowanie metod budowlanych najmniej ingerujących w otoczenie. *Trenchless Asia* będzie doskonałą okazją do przedstawienia szerokiego zakresu technologii bezwykopowej budowy infrastruktury podziemnej. Firmy oraz osoby chcące wygłosić referat mogą nadal zgłaszać się do organizatorów, a wszelkie informacje dotyczące imprezy są dostępne na stronie internetowej www.trenchlessasia.com.

1.4. Konferencja w Pekinie

Kolejną konferencją na kontynencie azjatyckim będzie *No-Dig International* organizowany w Pekinie 10–12 października 2016 r. Organizatorami konferencji są międzynarodowe Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych oraz Chińskie Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych CSTT. Z racji dynamicznie rozwijającego się rynku technologii bezwykopowych w tej części świata konferencja ta, wraz z planowaną wystawą, z pewnością przyciągnie wielu znamienitych gości. Wszelkie informacje dotyczące konferencji dostępne są na stronie www.nodigbeijing.com.

2. Wybrane inwestycje zrealizowane z zastosowaniem technologii bezwykopowych

2.1. Bezwykopowa budowa gazociągu wysokiego ciśnienia w Saraburi (Tajlandia)

Środkowa i wschodnia część Tajlandii stanęła przed wyzwaniem zabezpieczenia dostaw gazu dla tamtejszych zakładów przemysłowych i elektrowni. W tym celu realizowany był projekt budowy 293 km gazociągu wysokiego ciśnienia o średnicy 42" (1050 mm) i przepustowości 28000 m³/d. Gazociąg połączył terminal gazu płynnego Mapthaphut Industrial Estate z gazociągiem Wang Noi Kaeng Khoi w prowincji Saraburi. Najtrudniejszy etap opisanego przedsięwzięcia o nazwie FTP2 obejmował budowę 60 km gazociągu (ryc. 2). Odcinek ten wykonywany był na samym końcu przedsięwzięcia, przy czym



Ryc. 2. Gazociąg o długości 720 m wciągany pod jedną z ulic podczas FTP2 [1, s. 53]



Ryc. 3. Horyzontalny przewiert sterowany u wybrzeży Bałtyku: A – widok wbudowanego rurociągu, B – przewody polietylenowe przygotowane do wciągania [1, s. 50–51]

20 km rurociągu zostało wbudowane za pomocą technologii HDD. Prace realizowane były przy pomocy sześciu wiertnic do horyzontalnych przewiertów sterowanych. Wiertnice wykonały łącznie 26 przewiertów pod 60 drogami.

2.2. Bezwykopowa budowa trzech rurociągów polietylenowych w technologii przewiertu sterowanego HDD u wybrzeża Bałtyku

Niemieckie firmy Helma i Paasch podjęły się wykonania horyzontalnego przewiertu sterowanego na terenach piaszczystych

w pobliżu morza Bałtyckiego (ryc. 3). Inwestycja polegała na jednoczesnym wbudowaniu trzech rurociągów wykonanych z polietylenu. Pierwszy z ciągów rur o średnicy 160 mm przeznaczony był dla przewodów energetycznych średniego napięcia, drugi o średnicy 125 mm jako przewód pusty – rezerwowo, trzecim rurociągiem, również o średnicy 160 mm, był przewód sieci wodociągowej.

Wszystkie przewody zostały dostarczone na plac budowy w postaci nawiniętej na bęben, gdzie po ich rozwinięciu były łączone przez zgrzewanie doczołowe. Długość każdego z przeciąganych przewodów wyniosła 265 m.

Do pierwszego etapu technologii HDD, czyli wiercenia pilotowego, użyto wiertnicy Grundodrill 15N. Żerdzie wiertnicze zostały wprowadzone do gruntu z nachyleniem względem terenu 25% na odcinku o długości 70 m. Poziomy odcinek przewiertu liczył 135 m, a wypływanie nastąpiło z nachyleniem pod kątem 35%. Głowica przewodu wiertniczego lokalizowana była za pomocą fal radiowych, nadawanych przez umieszczoną na niej sondę nadawczą. Ze względu na obecność trudno urabialnych gruntów do płynu wiertniczego dodano specjalne domieszki chemiczne, które zapobiegały przyklejaniu się gruntu do głowicy pilotowej. Płyn wiertniczy podawany był w ilości 250 l/min.

Po wykonaniu pierwszego etapu HDD nastąpiło poszerzenie otworu wiertniczego do 330 mm za pomocą specjalnej głowicy poszerzającej. Ostatnim etapem było wciągnięcie przewodów. Do tego celu zmieniono wiertnicę na Grundodrill 28N, która posiadała większą siłę uciążu. Proces ten został połączony z poszerzeniem otworu do żądanej średnicy, w tym przypadku do 455 mm. Odbyło się to przez przymocowanie przewodów do głowicy poszerzającej (ryc. 3B). Wciąganie rozpoczęło o godzinie 9.15, a zakończono o 16.30. Średnia siła wciągania wyniosła 10 N, a średni moment obrotowy 3000 Nm.

2.3. Bezwykopowa budowa tunelu o średnicy 3,96 m na wyspie Oahu w skałach bazaltowych przy zastosowaniu metody tunelowania (Hawaje), USA

Wczesną wiosną 2015 r. w na wyspie Oahu na Hawajach rozpoczęto budowę tunelu za pomocą metody tunelowania. Tunel docelowo ma pełnić funkcję kolektora kanalizacyjnego i drażony jest przez tarczę maszyny TBM o średnicy 3,96 m, której nadano nazwę Pohakulani. Inwestycja ta jest trudna ze względu na ośrodek gruntowy, w jakim pracuje TBM, gdyż na długości 4,8 km tarcza urabiająca przeciskana jest przez skałę bazaltową. Głębokość komory startowej, z której zaczęto przecisk, wynosiła 23 m. Alternatywą było poprowadzenie tunelu o mniejszej średnicy i na mniejszej głębokości pod Zatoką Kaneohe. Po analizie kosztów inwestycji, ocenie ryzyka i aspektów środowiskowych zdecydowano jednak, że korzystniejszy będzie wybór trasy śródlądowej, mimo konieczności głębokiego posadowienia tunelu.

Ciekawostką związaną z tą budową jest fakt, że trasa tunelu nie jest prostoliniowa, lecz ma postać łuku o promieniu 150 m. Do czerwca 2015 r. udało się wydrążyć 300 m przy dziennym tempie 12–15 m. Przewidywany czas realizacji to dziewięć miesięcy od chwili rozpoczęcia prac.

2.4. Technologie ciasno pasowane na omańskich polach naftowych

Firma Anticorrosion Protective Services Divisional (APS) na czele z kierownikiem Stevenem Latimerem wygrała kontrakt



Ryc. 4. Tunelowanie na Hawajach: A – element tarczy TBM, B – element TBM opuszczany do komory startowej [1, s. 45]

na wykonanie ochrony antykorozyjnej stalowych rur ciągów technologicznych służących do wydobycia ropy naftowej.

Firma APS powstała w 1978 r., prężnie działając na rynkach Bliższego Wschodu, Południowo-Wschodniej Azji i Malezji. APS wyspecjalizował się w renowacji i projektowaniu powłok ochronnych dla rurociągów przesyłających ropę i gaz. Przełomem w dzia-



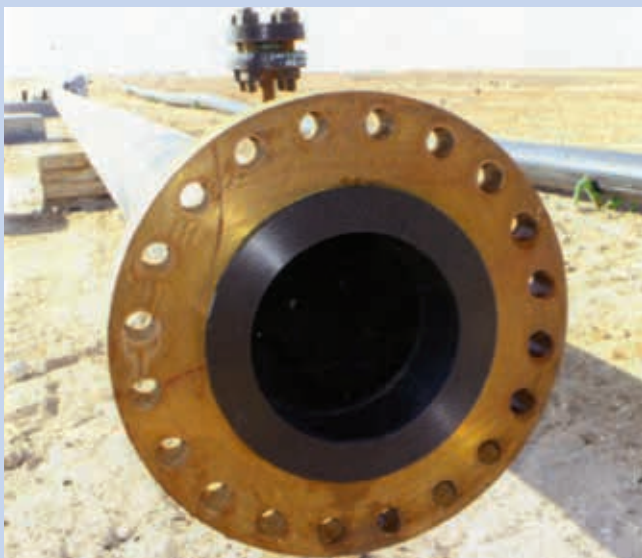
Ryc. 5. Urządzenie służące do redukcji średnicy przewodów polietylenowych [1, s. 46]

fałności firmy było zastosowanie w 1990 r. technologii ciasno pasowanej, która została wykorzystana w opisywanej inwestycji.

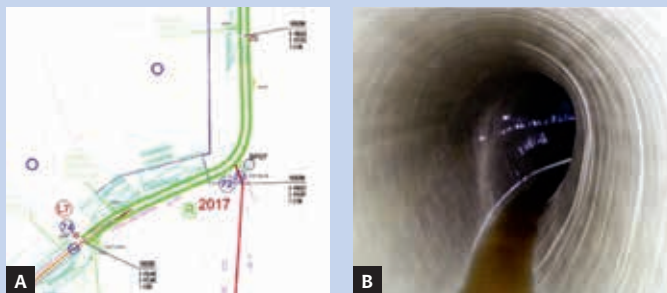
Przewody stalowe używane do wydobycia i przesyłu ropy naftowej narażone są na ciągły kontakt ze związkami chemicznymi siarki i wodoru, które powodują ich korozję. Nieprzewidziane wyłączenie z użytkowania jednej z części całego systemu generuje ogromne koszty, czemu rafinerie starają się przeciwdziałać.

Firma APS przez cztery lata, licząc od 2014 r., ma za zadanie zabezpieczyć przed korozją stalowe rury w zakresie średnic od 4 do 24" (od 150 do 500 mm), należące do Occidental of Oman w Mukhaizna w południowo-centralnej części Omanu. Do tego celu zdecydowano się wykorzystać rury PE-HD 100 w technologii ciasno pasowanej. Rury termoplastyczne na placu budowy zostają ze sobą połączone za pomocą zgrzewania doczołowego, a następnie za pomocą specjalnego urządzenia (ryc. 5) ich średnica jest zmniejszana o 10%.

W procesie tym wykorzystywane jest zjawisko molekularnej pamięci polimerów, gdzie po chwilowym, miejscowym działaniu siły, polimery ulegają przesunięciu, a po określonym czasie wracają na swoje miejsce. Rura termoplastyczna po zredukowaniu średnicy wprowadzana jest do stalowego rurociągu. Po pewnym czasie średnica przewodu z tworzywa sztucznego wraca do



Ryc. 6. Wprowadzona rura PE-HD do przewodu stalowego [1, s. 46]



Ryc. 7. Renowacja kanalizacji sanitarnej w Augsburgu: A – plan jednego z odnawianych odcinków, B – wnętrze odnowionego przewodu [1, s. 27]

pierwotnego wymiaru i szczelnie przylegając do stalowej rury, nadaje jej nową wewnętrzną powłokę (ryc. 6) [4].

Zastosowanie tego rozwiązania nie tylko przeciwdziała korozji, ale także poprawia szczelność i nie generuje dodatkowych strat ciśnienia, dodatkowo przewidywany czas eksploatacji po wbudowaniu rury PE-HD to 25 lat. W ciągu pierwszego roku prac firmie APS udało się zabezpieczyć w ten sposób 75 km stalowych rurociągów.

2.5. Rehabilitacja kanału jajowego w Augsburgu (Niemcy)

Kanalizacja sanitarna w Augsburgu prawie z całości zbudowana jest z przewodów o przekroju jajowym. Tamtejszy układ przewodów różni się od współczesnego, ponieważ składa się z odcinków prostoliniowych połączonych ze sobą łukami w zakresie od 45 do 90°, co generuje trudności w przeprowadzeniu procesu odnowy ze względu na dobór metody i materiałów.

Firma Swietelsky – Faber podjęła się odnowy 102-letniego kolektora kanalizacji sanitarnej o przekroju jajowym DN 700/1200 i DN 800/1200 o łącznej długości 1120 m (ryc. 7). Kolektor umieszczony jest pod ulicami Kornerstrasse i Lutzstrasse w willowej dzielnicy Pfersee w mieście Augsburg.

Cały odcinek został podzielony na 19 części, z których siedem posiadało łuki w przedziale od 45 do 90°, a ich promienie krzywizny mieściły się w zakresie od 12 do 20 m. Po licznych analizach zdecydowano się na użycie powłoki Branderburger GFRP BB2,5 (ryc. 8). Jest to specjalny kompozyt wzmocniony włóknem szklanym. Powłoka ta posiada niską chropowatość i może być stosowana do renowacji kanałów o przekroju kołowym w zakresie średnic 150–1200 mm i dla kanałów jajowych 200/300–900/1350 mm. Grubość ścianki powłoki wynosi od 0,7 do 3,5 mm, moduł sprężystości krótkotrwałej 14200 N/mm², długotrwałej 11180 N/mm², krótkotrwała wytrzymałość na zginanie 240 N/mm², a długotrwała 190 N/mm² [2, 4].

Zastosowana podczas renowacji powłoka została utwardzona za pomocą lamp UV firmy ProKasro 8 x 1000 Wat. Cała inwestycja została wykonana w ciągu 30 dni.

2.6. Rozwój technologii bezwykopowych w Turcji

W Stambule coraz częściej stosowane są różnorodne technologie bezwykopowej budowy oraz odnowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Na inwestycje wódarze dawnego Konstantynopola w najbliższych latach przeznaczą 10 mld USD. Z racji wiekowych zabytków oraz położenia miasta (część europejską i azjatycką dzieli cieśnina Bosfor) w budowie i odnowie sieci podziemnych pierwszeństwo mają technologie bezwykopowe.

Długość sieci kanalizacyjnych oraz wodociągowych miasta wynosi ponad 37 tys. km. Sieci te obsługują jednocześnie



Ryc. 8. Wprowadzanie powłoki Brandenburger do kanału jajowego [1, s. 26]

5,5 mln mieszkańców. Stambuł boryka się jednak z problemem szczelności przewodów infrastruktury podziemnej. Aby temu zapobiec, utworzony został specjalny program inspekcji telewizyjnych oraz badań georadarowych, mających na celu wykrywanie infiltracji i eksfiltracji.

Tylko w pierwszej połowie 2015 r. bezwykopowej odnowie metodą CIPP poddano 17,5 km rurociągów o średnicy 300 mm, 3,25 km o średnicy 400 mm, 1,25 km o średnicy 500 mm i 750 m o średnicy 600 mm. Za pomocą technologii ciasno pasowanej, polegającej na wprowadzeniu fabrycznie zdeformowanego linera, odnowiono ponad 40 km rur o średnicy 300 mm, 7,25 km o średnicy 400 mm, 2,25 km o średnicy 500 mm i 1,25 km o średnicy 600 mm. Przy zastosowaniu technologii HDD wybudowano 2,25 km rurociągów z PE-HD o średnicy 300 mm, 650 m o średnicy 400 mm, 150 m o średnicy 500 mm, 250 m o średnicy 125 mm i 150 m o średnicy 160 mm.

Inne rejony Turcji także inwestują w technologie bezwykopowe. W marcu 2015 r. w prowincji Kars w północno-wschodniej części Turcji ruszyła budowa gazociągu o długości 1840 km. Ma on połączyć azerbejdzańskie złoża gazowe Shah Deniz 2 z europejskimi krajami. Docelowym krajem na Starym Kontynencie są Włochy. Turcja jest tu kluczowym państwem dla opisywanej inwestycji, ponieważ aż 1334 km gazociągu będzie biegło przez jej teren i znajdzie się w granicach aż 20 tamtejszych miast. Koszty bezwykopowej budowy gazociągu na terenie Turcji to ponad 50 mln USD. Dominować będą horyzontalne przewiertki sterowane, których zadaniem będzie pokonanie miejscowych przeszkód terenowych, takich jak drogi, rzeki lub zbiorniki wodne. Inwestycja budzi duże zainteresowanie, ponieważ planuje się wykonanie rekordowego przewiertu HDD do wbudowania rurociągu o średnicy 1420 mm. Koniec inwestycji przewidywany jest na 2018 r. Dzięki tej realizacji dostawy gazu do Europy wzrosną o 31 bln m³.

3. Wybrane firmy promujące się w „Trenchless International”

3.1. Transco

Transco jest australijską firmą powstałą w 1990 r. w Adelajdzie, która głównie zaopatruje sektor górniczy, gazowy i naftowy w osprzęt wiertniczy. Od 1998 r. specjalizuje się w produkcji sprzętu dla horyzontalnych przewiertów sterowanych. W swym asortymencie posiada żerdzie wiertnicze, głowice pilotowe, elementy poszerzające, takie jak głowice rozwiercające, poszerzacze rolkowe i wszystkie inne narzędzia stosowane w technologii HDD. Oprócz rodzimego kraju Transco prowadzi działalność w Niem-

zech, Tajlandii i USA. Poza sprzedażą firma zajmuje się również wypożyczaniem sprzętu i jego serwisowaniem.

3.2. Bessac

Bessac to francuska firma specjalizująca się w bezwykopowej budowie sieci w technologiach tunelowania i mikrotunelowania. Zajmuje się ponadto projektowaniem i produkcją urządzeń, ich naprawą i serwisem (bez względu na źródło ich pochodzenia), wypożyczaniem własnego sprzętu oraz wsparciem i pomocą techniczną dla innych firm z branży. W asortymencie posiada sprzęt wykorzystywany w technologiach tunelowania i mikrotunelowania, taki jak tarcze drążące, siłowniki hydrauliczne, stacje przeciskowe, systemy przygotowania i oczyszczania płuczki oraz elementy służące do ich zasilania. Firma dysponuje 30 urządzeniami do mikrotunelowania (średnica 0,5–3,0 m) i tunelowania (średnica 2,0–5,5 m). Oprócz bezwykopowej budowy zajmuje się czyszczeniem systemów kanalizacyjnych urządzeniami własnej konstrukcji. Bessac, ze względu na silnie rozwinięty dział inżynieryjny, może poszczycić się wieloma innowacyjnymi rozwiązaniami, które zyskały status patentów.

3.3. Aqua Pipe

Aqua Pipe to kanadyjska firma zajmująca się renowacją i rekonstrukcją systemów wodociągowych. Wymienione procesy przeprowadzane są za pomocą linera własnej produkcji, wykonanego z kompozytu poliestrowego wzmocnianego żywicą epoksydową. Po wprowadzeniu powłoki jest ona utwardzana gorącą wodą. Zakres średnic linera waha się w przedziale od 150 do 600 mm, a długość odcinka odnawianego może wynosić do 300 m. Liner firmy Aqua Pipe spełnia normy wymagane dla kontaktu z wodą pitną i charakteryzuje się niską chropowatością. Maksymalne ciśnienie robocze dla powłoki to 150 psi, czyli w przybliżeniu 1 MPa.

3.4. Prime Drilling

Prime Drilling to niemiecka firma działająca od 1999 r. w zakresie horyzontalnych przewiertów sterowanych. Głównym produktem są wiertnice HDD. Obecnie na różnych kontynentach używanych jest ich aż 150. W swoich wyrobach przedsiębiorstwo stosuje proste, a zarazem bardzo wytrzymałe rozwiązania, używane części są łatwe do konserwacji i wymiany ze względu na dostępne w każdym kraju tańsze zamienniki. Największe wiertnice posiadają siłę uciążu rzędu 6000 kN, co umożliwia wbudowanie rurociągu o długości 3000 m i średnicy 1800 mm.

Pracownicy Prime Drilling nadzorują inwestycje na całym świecie oraz prowadzą szkolenia z zakresu stosowania technologii HDD i używanego tam sprzętu. Udzielają również konsultacji w momencie wystąpienia problemów przy określonych inwestycjach. Oprócz wiertnic firma zajmuje się dystrybucją płuczek, pomp i systemów pomiarowych dla horyzontalnych przewiertów sterowanych.

Literatura

- [1] „Trenchless International” 2015, Issue 29.
- [2] www.brandenburger.de [dostęp 01.12.2015].
- [3] www.nodigpoland.pl [dostęp 01.12.2015].
- [4] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. A. Kulickowski. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Warszawa 2010.

