



TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE na sześciu kontynentach, cz. 7



tekst: **dr inż. AGATA ZWIERZCHOWSKA**, **mgr inż. DOMINIKA LICHOSIK**,
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki
i Energetyki, Politechnika Świętokrzyska

W cyklu *Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach*, przygotowywanym we współpracy z Polską Fundacją Technik Bezwykopowych, przedstawiamy skrót wybranych artykułów zamieszczonych w 25. numerze „Trenchless International”, który ukazał się w październiku 2014 r.

1. Nowe normy dla sprzętu do wiercenia i fundamentowania

Firmy zajmujące się wdrażaniem technologii bezwykopowych są zobowiązane do przestrzegania nowych norm dotyczących urządzeń oraz standardów bezpieczeństwa, które obowiązują od 31 lipca 2014 r. Redaktorzy czasopisma „Trenchless International” rozmawiali o tych zmianach oraz o ich znaczeniu dla branży z dr. Donaldem Lamontem.

Wszystkie urządzenia do wiercenia i tunelowania sprzedawane w Europie będą musiały spełniać standardy określone w europejskiej normie EN 16228 *Sprzęt do wiercenia i fundamentowania – bezpieczeństwo*, która weszła w życie 31 lipca 2014 r. Tym samym norma EN 16228 zastąpiła poprzednie normy: EN 791 *Wiertnice – bezpieczeństwo* i EN 996 *Sprzęt do palowania – wymagania bezpieczeństwa*. Dr Lamont, dyrektor firmy Hyperbaric and Tunnel Safety, podkreślił, że wspólne standardy zostały wdrożone po to, aby zapewnić spójność działań w zakresie bezpieczeństwa i w konsekwencji usunąć bariery handlowe pomiędzy państwami europejskimi.

Norma EN 16228 uwzględnia wszystkie istotne zagrożenia, sytuacje i zdarzenia niebezpieczne związane z obsługą sprzętu

do wiercenia i fundamentowania – gdy stosowane są zgodnie z ich przeznaczeniem oraz w warunkach nieprawidłowego użytkowania – możliwe do przewidzenia przez producenta. Dr Lamont przypomniał, że pierwsze normy dotyczące bezpieczeństwa maszyn wiertniczych weszły w życie w 1995 r. W 2009 r. została wprowadzona tzw. Europejska Dyrektywa Maszynowa. Nowa dyrektywa nie wprowadziła radykalnych zmian. Niektóre części starej dyrektywy zostały rozwinięte i obszerniej wyjaśnione, a nowe zapisy dotyczą urządzeń stosowanych w technologii horyzontalnych przewiertów sterowanych. Urządzenia do wiercenia i tunelowania zostały znacznie unowocześnione od 1995 r., zwłaszcza w obszarze horyzontalnych przewiertów sterowanych. Metoda ta rozwijała się szybko zarówno pod względem złożoności technologicznej, jak i wydajności. Nowa norma ma dotyczyć najnowocześniejszych maszyn, niemających już nic wspólnego z tymi produkowanymi na początku lat 90. XX w. W przyjętej normie europejskiej najważniejsze są nowe wymagania w stosunku do osłon żerdzi wiertniczych, ale jednocześnie są one najbardziej kontrowersyjne. Pomimo wielu ofiar śmiertelnych producenci niechętnie wprowadzali osłony zabezpieczające na obracające się żerdzie wiertnicze.

Obecnie trwają rozmowy na temat przyjęcia nowej europejskiej normy EN 16228 dla wszystkich typów maszyn budowlanych w ramach Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO). Będzie to oznaczało, że maszyna zaprojektowana zgodnie z wymaganiami normy europejskiej i Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej mogłaby zostać zaakceptowana na całym świecie, co w konsekwencji obniżyłoby koszty.

2. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

2.1. Odnowa wodociągu w Gijón w Hiszpanii

W roku 2012 Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów w Gijón (Empresa Municipal de Aguas de Gijón) odnotowało straty na poziomie 754 224 m³ (15%) na jednym z głównych rurociągów. Były one spowodowane nieszczelnościami w przewodzie wodociągowym. Dzięki zastosowaniu technik bezwykopowych udało się obniżyć koszty oraz zminimalizować uciążliwość prac związanych z odnową sieci wodociągowej.

Rurociąg żeliwny o średnicy DN 500, który biegnie z miejscowości La Camocha do stacji uzdatniania wody w miejscowości Roces w północnej Hiszpanii, został zbudowany w latach 50. XX w.



Ryc. 1. Jeden z pięciu bębnow z powłoką podczas przygotowania do transportu [7]

Przedsiębiorstwo wodociągowe w Gijón stanęło przed wyborem: albo zrezygnuje z przesyłu wody tym przewodem i będzie kupować wodę od innego dostawcy za znacznie wyższą cenę, albo odnowi istniejący przewód wodociągowy. Odcinek, który wymagał rehabilitacji, liczy 2562 m. Wzdłuż trasy jego przebiegu znajduje się wiele domów i gospodarstw, które mogły zostać dotknięte negatywnymi skutkami tradycyjnych (wykopowych) metod odnowy. Duży problem stanowiłoby uzyskanie pozwoleń na budowę od wszystkich zainteresowanych stron, zapewne byłby to długotrwały i kosztowny proces. W związku z tym przedsiębiorstwo w Gijón sięgnęło w tym projekcie po techniki bezwykopowe.

Pod koniec lutego 2014 r. konsorcjum UTE Camocha, w którego skład wchodziły firmy Comsa i Sardesa, zostało wybrane do realizacji tego zadania. W celu zminimalizowania oddziaływania prac budowlanych na otoczenie prace instalacyjne odbywały się głównie przez istniejące studzienki. Konieczne było wykonywanie prac na długich odcinkach. Konsorcjum zdecydowało się na wykorzystanie pochodzącej z Niemiec technologii Primus Line. Powłoki dla odcinków instalacyjnych o długości 558 m, 528 m, 305 m, 458 m oraz 713 m zostały wcześniej złożone i zwinięte na pięciu bębnach przygotowanych do transportu w fabryce w Niemczech (ryc. 1). Instalację powłok rehabilitacyjnych wykonała firma SinzaTec, z prędkością sięgającą 10 m/min. Wcześniej rurociąg został wyczyszczony. Instalacja powłoki rehabilitacyjnej wraz z łącznikami przejściowymi zajęła zaledwie trzy tygodnie. W porównaniu z tradycyjnymi metodami odnowy osiągnięto znaczne oszczędności czasu i kosztów ze względu na szybki montaż, jak również mniejszą liczbę potrzebnego sprzętu budowlanego. Dodatkowo praca mogła być wykonywana niemal niezauważalnie dla mieszkańców ze względu na zastosowanie mało inwazyjnej metody.

2.2. Instalacja ważącego 18 t linera w niskiej temperaturze

W lutym 2014 r. w Helsinkach w Finlandii wykonano rehabilitację 600-metrowego odcinka przewodu kanalizacyjnego przy temperaturze -10°C . Stan kanalizacji wymagał szybkiej rehabilitacji w związku z korozją siarczanową przewodu. Średnica przewodu kanalizacyjnego wynosiła 1000 mm. Wyzwaniem była utrzymująca się w tym czasie temperatura, wynosząca średnio -10°C . Dodatkowo oczekiwano wykonania instalacji na odcinkach o długości do 170 m podczas jednego przejścia, a wymagana grubość ścianki linera wynosiła 14,7 mm.

Odnowa przewodów kanalizacyjnych staje się coraz bardziej palącą kwestią w Finlandii. Jednym z największych od-



Ryc. 2. Bezpośrednie wprowadzanie linera z przyczepy za pomocą przenośnika taśmowego [1]

biorców korzystających z usług rehabilitacyjnych na rynku fińskim jest przedsiębiorstwo Helsinki Water. Do tej firmy należy również 500-metrowy odcinek przewodu wymagający renowacji. Firma Putkistosaneeraus Eerola Oy została wybrana do wykonywania reliningu ze względu na swoje duże doświadczenie w rehabilitacji kanalizacji oraz znajomość technologii ciasno pasowanych. Projekt uwzględnił rehabilitację głównego kolektora odprowadzającego o średnicy DN 1000, który został poważnie uszkodzony w wyniku korozji siarczanowej. W wymaganiach statyczno-wytrzymałościowych podawanych w przetargach na terenie Finlandii przyjmuje się generalnie sztywność obwodową równą SN4. W związku z tym wymagane grubości ścianek są tam bardzo wysokie. Ze względu na parametry techniczne powłoki, takie jak bardzo wysoki moduł sprężystości oraz dodatkowa ochrona zewnętrzna, zdecydowano się na wykorzystanie produktu firmy Brandenburger: powłoki BB^{2.5}. Ponadto ochrona zewnętrzna zapewni rurociągowi o średnicy DN 1000 dodatkową stateczność. Ze względu na

wysoki długotrwały moduł sprężystości powłoki BB^{2.5} na poziomie $11,180\text{ N/mm}^2$ grubość jej ścianki mogła zostać zredukowana do 14,7 mm. Dzięki temu wszystkie odcinki mogły być utwardzane za pomocą promieniowania UV, a co za tym idzie, do ich produkcji nie wykorzystano nadtlenu wodoru. Wskutek mniejszej grubości powłoki zmniejszył się ciężar własny powłoki (110 kg/m), co ułatwiło prace instalacyjne. W ramach przygotowań istniejące studzienki o średnicy 800 mm zastąpiono studzienkami o większej średnicy. Kolektor odprowadzający był zlokalizowany blisko morza i pokryty 15-centymetrową warstwą piasku, który musiał być usunięty. Podczas odnowy najdłuższego, 170-metrowego odcinka wykonano dodatkowy wykop pośredni, dzięki czemu możliwe było przeciągnięcie 18-tonowego linera. Przygotowany system bajpasów o przepustowości 500 l/s i długości 800 m został zbudowany na powierzchni zamrożonego jeziora z wykorzystaniem kładów. Podczas instalacji liner był wciągany bezpośrednio z przyczepy za pomocą przenośnika taśmowego i zwijany przed wprowadzeniem do odnawianego przewodu (ryc. 2). Zaletą tego rozwiązania jest możliwość utrzymania stałej prędkości wciągania powłoki do odnawianego przewodu, jak również zmniejszenie pracochłonności oraz zużycia materiałów. Dzięki temu instalacja stała się prostsza i wzrosło bezpieczeństwo pracowników. Kamera zintegrowana z urządzeniem z lampami UV sprawdzała ułożenie powłoki po wciągnięciu. Powłoka BB^{2.5} była naświetlana przy użyciu dziewięciu lamp o mocy 1000 W z prędkością 25 cm/min, co pozwoliło na zakończenie tego procesu po 12 godzinach. Wykonany przez niezależny instytut monitoring jakości wykazał, że wymagane właściwości mechaniczne pobranej na miejscu próbki nie tylko zostały spełnione, lecz nawet znacznie przekroczone. Prace budowlane trwały sześć tygodni. W tym czasie wykonano pięć instalacji, z czego cztery na odcinkach dłuższych niż 100 m. Wybudowano sześć nowych studzienek kanalizacyjnych oraz wykonano dwa bajpasy.

2.3. Przygotowanie do przetargu na projekt budowy rurociągów w Nowej Zelandii

Rada miasta Tauranga w Nowej Zelandii złożyła wkrótce formalny wniosek o uruchomienie procedury przetargowej na budowę ostatniego odcinka Rurociągu

Południowego, łączącego Matapihi z obszarem Parku Pamięci. Rurociąg Południowy ma długość 14,5 km, a jego wartość szacuje się na 118 mln USD.

Obecnie trwają prace nad opracowaniem wymagań specyfikacji technicznej. Pod uwagę brana jest technologia horyzontalnych przewiertów sterowanych oraz inne technologie bezwykopowej budowy, dzięki którym możliwe będzie bezpośrednie połączenie terenu Parku Pamięci z Matapihi pod półtorakilometrowym odcinkiem portu. Ten etap prac ma zostać zakończony w połowie 2016 r., a wartość inwestycji ma wynieść od 23 do 35 mln USD.

2.4. Rozwój infrastruktury kolejowej Kataru

Katarskie linie kolejowe nadzorują budowę długo oczekiwanej zintegrowanej linii kolejowej w stolicy Kataru – Dauha. Otrzymały one cztery nowe maszyny do tunelowania TBM o nazwach Al Mayeda, Al Khor, Lehwaila i Al Wakra. Urządzenia zostały wyprodukowane przez niemiecką firmę Herrenknecht i będą wykorzystywane na dużą skalę do budowy Podziemnej Czerwonej Linii Kolejowej Północ – Południe. Każda z maszyn mierząca 7 m wysokości i 120 m długości pokona dystans 7–9 km. Budowa ma potrwać dwa lata. Oczekuje się, że średnia prędkość wiercenia wyniesie 12–21 m na dzień, w zależności od warunków gruntowych. Katarskie linie kolejowe czekają na dostawę kolejnych 16 wiertnic, które powinny być dostarczone w ciągu najbliższych miesięcy.

2.5. Przygotowanie do dużej inwestycji dotyczącej bezwykopowej odnowy kanalizacji w Montrealu

W Montrealu ruszyło postępowanie o udzielenie zamówienia publicznego na projekt rehabilitacji kanalizacji. Kanadyjska firma Insituform Technologies Ltd, spółka zależna amerykańskiej Aegion Corporation, otrzymała 13,4 mln USD na projekt rehabilitacji 130-letnich rurociągów, w większości położonych pod dzielnicami mieszkalnymi na terenie miasta Montreal. Zadaniem firmy będzie rehabilitacja 17 km rurociągów ceglanych o jajowym kształcie i średnicy 254–1067 mm. Rurociąg kanalizacji ogólnospławnej zostanie odnowiony za pomocą technologii utwardzanych powłok żywicznych z wykorzystaniem inwersji sprężonym powietrzem



Ryc. 3. Wiertnica z urządzeniami towarzyszącymi, ustawiona na platformie w cieśninie Solent w czasie realizacji drugiej części projektu [3]

oraz utwardzania parą wodną. Ostatnim etapem prac będzie bezwykopowe otwarcie ok. 3400 przyłączy przy użyciu specjalnego robota frezującego. Oczekuje się, że prace nad odnową rurociągu rozpoczną się najszybciej jak to możliwe, a zakończą w maju 2015 r.

2.6. Instalacja przewodów kablowych na wyspie Wight

Wyspa Wight należy do archipelagu Wysp Brytyjskich i znajduje się w jego południowej części. Oddzielona jest od Wielkiej Brytanii cieśniną Solent, jej południowe wybrzeże graniczy z kanałem La Manche. Wyspę zamieszkuje 140 tys. mieszkańców, a ponieważ słynie ona z niezwykłych krajobrazów, m.in. z białych klifów i licznych atrakcji turystycznych, to przez cały rok przyjeżdża tu wielu turystów.

Zrealizowany bezwykopowo projekt obejmował wymianę jednego z trzech podmorskich kabli energetycznych biegnących pod cieśniną Solent. Projekt opiewał na 23 mln USD i realizowały go firmy VolkerInfracore oraz Visser i Smith Marine Contracting, inwestorem zaś był Southern Electric Power Distribution.

Pierwsza część projektu została ukończona w listopadzie 2013 r. Obejmowała przewiert sterowany o długości 930

m z zatoki Thomess na wyspie Wight. Druga część została ukończona w czerwcu 2014 r. i składała się z instalacji kabla energetycznego pomiędzy wyspą a wybrzeżem Hamshire (ryc. 3). Ostatnim etapem projektu jest podłączenie nowo wbudowanego przewodu do sieci.

2.7. Przewiert sterowany na Ibizie

Projekt był częścią budowy nowej linii energetycznej pomiędzy Ibizą i Majorcją. Wykonawcą projektu była firma Catalana de Perforacions. Wiercenia rozpoczęto z zatoki Talamanca (ryc. 4). Planowano wykonać trzy przewiertu sterowane o długości 500 m każdy, jednak po dokładnym przeanalizowaniu warunków zdecydowano się wydłużyć każdy z przewiertów do 700 m. Technologię HDD wybrano z uwagi na fakt, że wody przybrzeżne Ibizy zasiedla gatunek śródziemnomorskiej trawy *Poseidonia prairies*, która jest przyrodniczą atrakcją wyspy. Na podstawie przeprowadzonych badań geotechnicznych określono, że trajektoria przewiertu będzie przebiegała w piaskowcach i wapieniach, w których zaszły procesy krasowe. Należało się więc liczyć z możliwością nawet całkowitej utraty cyrkulacji płynu wiertniczego. Ze względu na prowadzenie prac na terenach turystycznych wiercenia mogły się odbyć



Ryc. 4. Wiertnica w czasie prac przewiertowych [4]



Ryc. 5. Wiertnica w czasie prac przewiertowych [4]

poza sezonem, w ścisłym rygorze czasowym. Prace prowadzono 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu. Ponieważ punkt wyjścia wiercenia znajdował się w morzu (27 m p.p.m.), każdy etap rozwiercania był realizowany poprzez wpychanie rozwiertaka do rozwiercanego otworu z wiertnicy do punktu wyjścia, a nie tak jak w tradycyjnych realizacjach, w których rozwiercanie otworu odbywa się przez przeciąganie rozwiertaka w kierunku do wiertnicy. Średnica rozwiercanego otworu po pierwszym rozwiercaniu wynosiła 500 mm, a po drugim 700 mm. Otwór był przygotowany do instalacji rury osłonowej HDPE o średnicy 500 mm dla kabla energetycznego. Rury polietylenowe łączono przez zgrzewanie i w całej długości niezbędnej do wprowadzenia do rozwiercanego otworu transportowano holownikami w morze, w okolicy punktu wyjścia. Wszystkie wiercenia wraz z odtworzeniem placu budowy zakończono w ciągu trzech miesięcy.

2.8. Wiercenie w skałach w technologii HDD w Finlandii

Trudne wiercenie w skałach przeprowadzono w Nokisenkoski niedaleko miasta Suonenjoki w Finlandii, kraju o niezliczonej liczbie jezior. Projekt obejmował wbudowanie rury osłonowej dla kabli energetycznych, polietylenowej, o średnicy DN 200 mm, pod dnem jeziora. By nie zakłócać tarła, do realizacji projektu wybrano technologię przyjazną środowisku – horyzontalnych przewiertów sterowanych. Wiercenie odbywało się pod dnem jeziora, z jego brzegu, a punkt wyjścia znajdował się na wyspie, dla której wykonywano modernizację sieci elektrycznej (ryc. 5). Długość instalacji wynosiła 294 m. Największym wyzwaniem w realizacji projektu były bardzo trudne warunki gruntowe. Na głębokości wierce-

nia, tj. 10 m, występowały formacje skalne granitu ze sfalerytem o wytrzymałości na ściskanie 300 MPa. Natomiast przewiercane powierzchniowe warstwy gruntu budowały rumosz i grunty morenowe. Wiercenie pilotażowe otworu o średnicy 162,5 mm stanowiło prawdziwe wyzwanie dla brygady roboczej oraz zastosowanych urządzeń. Rozwiercanie otworu obejmowało dwa marsze poszerzające: 250 mm i 300 mm. Zastosowano urządzenie wiertnicze Grundodril 18ACS firmy Tracto-Technik z systemem sterowania i kontroli DCI F5.

3. Wybrane firmy promujące się w czasopiśmie „Trenchless International”

3.1. Firma HammerHead i jej nowy sklep internetowy

Amerykańska firma HammerHead Trenchless Equipment otworzyła nowy sklep internetowy, czynny 24 godziny przez siedem dni w tygodniu, w którym można zakupić niezbędny sprzęt dla technologii utwardzanych powłok żywicznych (CIPP). Nowa strona daje możliwość zakupu w niestandardowych godzinach pracy oraz zapewnia przejrzystość cen. Strona internetowa firmy HammerHead jest pierwszą w Ameryce Północnej świadczącą usługi dla biznesu z zakresu utwardzanych powłok żywicznych na zasadzie sklepu detalicznego online. Firma oferuje żywice epoksydowe, utwardzacze, linery, prelinery, kompozyty, bębny inwersyjne, stoły do nasączania oraz wiele innych produktów, w tym innych producentów, takich jak Picote Cutting Systems i Brawoliner. Jak podkreślił Jason Haas, dyrektor ds. marketingu, filozofią firmy jest przejrzystość cen, klient kupuje to, co widzi, nie ma ukrytych kosztów. Odwiedzający stronę hydralliner.com mogą również skorzystać z telefonicznej pomocy specjalistów.

3.2. Technologia Axis – zastosowania, realizacje i tendencje rozwojowe

Technologia Axis firmy Vermeer, opracowana przez Stuarta Harrisona, została zaprezentowana po raz pierwszy na *No-Dig* w Toronto w marcu 2009 r., gdzie uzyskała tytuł innowacyjnego produktu roku. Technologia ta umożliwia niezwykle precyzyjną budowę przewodów podziemnych z bardzo dużą dokładnością wbudowania. Tę precyzję zapewnia laserowy system sterowania i kontroli. Ze względu na fakt zastosowania próżniowego systemu transportu urobku użycie tej technologii do budowy przewodów podziemnych znacznie zmniejsza koszty związane z przygotowaniem, separacją i utylizacją płuczki wiertniczej stosowanej w innych technologiach bezwykopowej budowy do transportu urobku. Pierwotnie technologia została opracowana do budowy przewodów podziemnych o średnicy do 300 mm, jednak obecnie możliwa jest już bezwykopowa budowa przewodów o średnicach do 900 mm. Stuart Harrison pracuje nad stworzeniem rozwiertaka pozwalającego na wbudowanie przewodu o średnicy 1200 mm. Trwają również prace nad wdrożeniem systemu EPB w tej technologii.

Jedną z ciekawszych realizacji wykonanych w technologii Axis było przekroczenie rzeki Yarra w Australii. Wbudowano 300 m kanału sanitarnego grawitacyjnego o średnicy zewnętrznej 427 mm, przy czym 30 m przebiegało pod rzeką, gdzie poziom wody wynosił 3 m ponad dnem wbudowanego kanału.

Literatura

- [1] *18 tonne liner installed at -10°C*. „Trenchless International” 2014 (October), Issue 25, pp. 32–33.
- [2] *AXIS guides the way*. „Trenchless International” 2014, Issue 25, pp. 52–53.
- [3] *Cable installation completed all 'Wight'*. „Trenchless International” 2014, Issue 25, pp. 46–47.
- [4] *Drilling from Ibiza to Mallorca Islands*. „Trenchless International” 2014, Issue 25, pp. 24–26.
- [5] *New standards get drilled in*. „Trenchless International” 2014, Issue 25, p. 18.
- [6] *Reliable HDD technology in a quiet region*. „Trenchless International” 2014, Issue 25, pp. 48–49.
- [7] *Watermain renewal in Gijón*. „Trenchless International” 2014, Issue 25, p. 28.

