

TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE

na sześciu kontynentach, cz. 20



tekst: **dr inż. AGATA ZWIERZCHOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, **inż. PAULINA MASTERNAK**, **inż. PIOTR MICHNO**, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Studenckie Naukowe Koło Inżynierów Środowiska „Krecik”

W cyklu *Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach*, przygotowanym wraz z Polską Fundacją Techniki Bezwykopowych, prezentujemy zakres tematyki, jaka została przedstawiona w numerze 38. magazynu „Trenchless International”.

1. Trenchless World Congress w Medellín

We wrześniu 2017 r. miało miejsce największe wydarzenie związane z branżą technologii bezwykopowych – Trenchless World Congress 2017 (Światowy Kongres Technologii Bezwykopowych) w Medellín w Kolumbii. W kongresie uczestniczyło ponad 800 uczestników z całego świata, w tym 61 prelegentów. Wyjątkowym punktem programu było Forum Latinoamerykańskie, podczas którego przedstawiciele z całego regionu dyskutowali na temat możliwości wdrażania technologii bezwykopowych. W trakcie gali zostały wręczone nagrody The International Society for Trenchless Technology (ISTT, Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych) w czterech kategoriach: projekt roku – bezwykopowa budowa, projekt roku – bezwykopowa odnowa, nowe urządzenie oraz kategoria akademicka.

1.1. Nagroda ISTT w kategorii projekt roku – bezwykopowa budowa: Grupa Mears

Nagroda za najlepszą realizację w bezwykopowej budowie trafiła do brytyjskiej firmy Mears Group za wbudowanie dwóch, równoległe prowadzonych, 30-calowych (762 mm) przewodów osłonowych dla kabli elektroenergetycznych. Przewody osłonowe wykonano ze zgrzewalnego polichlorku winylu. Instalacja powstała w ramach projektu unowocześnienia elektrowni jądrowej na Florydzie, który obejmował m.in. budowę 22 km przewodów elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Największym wyzwaniem, jakiego musiał sprostać wykonawca, był 2133-metrowy odcinek przecinający rzekę Indian, znajdującą się na zachód od elektrowni. Ponadto w pobliżu miejsca inwestycji znajduje się objęty ochroną las namorzynowy, który ograniczał plac budowy. Prefabrykowane elementy przewodu osłonowego były ustawione wzdłuż pobocza autostrady A1A, gdzie zostały połączone w przewód o masie 385 tn. Następnie gotowe przewody wciągnięto do rozwierconych otworów. Przewiert wykonano 18 m poniżej dna rzeki. Użyto wiertnicy 590-tonowej,

ustawionej przy punkcie wejścia, i wiertnicy 63-tonowej, przy punkcie wyjścia.

Przewód wbudowano, stosując podwieszenie do dźwigów na specjalnych prowadnicach (ryc. 1). Przewody osłonowe wbudowano zimą, na przełomie lat 2015 i 2016, natomiast przewody elektroenergetyczne zostały umieszczone wiosną 2016 r. [1].



Ryc. 1. Konstrukcje wsporcze w czasie wciągania przewodu [8]

1.2. Nagroda ISTT w kategorii projekt roku – bezwykopowa odnowa: SADE STS

Francuska firma SADE Service Travaux Spéciaux zdobyła nagrodę w kategorii bezwykopowa odnowa za projekt rehabilitacji 6,4-kilometrowego kolektora ściekowego Cap Sicié w Tulonie we Francji. Ponadto w ramach kontraktu została zobowiązana do obsługi eksploatacyjnej kolektora przez 20 lat od zakończenia inwestycji.

Największym utrudnieniem dla wykonawcy były skomplikowane warunki gruntowe i lokalizacja odnawianego kanału. Punkty dostępu były od siebie oddalone od 660 do 1666 m, natomiast głębokość posadowienia poszczególnych odcinków wahała się od 40 do 105 m. Nie mniej istotnym aspektem było znaczne uszkodzenie kanałów, spowodowane obecnym w ich wnętrzu wysokim stężeniem H_2S , który stwarzał również zagrożenie dla personelu prowadzącego prace. Uwzględniając wymienione czynniki, francuska firma opracowała unikatowe rozwiązanie systemu transportu wewnątrz kolektora w postaci



Ryc. 2. Wprowadzanie paneli GRP do kanału [8]

pojazdów i wózków poruszających się po torach oraz specjalnie wykonanych wind do transportu materiałów i robotników. Sama struktura kanału została odnowiona z zastosowaniem paneli GRP, zaprojektowanych i dostarczonych przez firmę HOBAS.

Projekt był zrealizowany w czterech etapach. Przez pierwszy rok trwania inwestycji prace skupiały się na przygotowaniu systemu transportowego. Pod koniec 2015 r. rozpoczęto właściwy montaż paneli GRP (ryc. 2), zaczynając od końca odnawianego kolektora. Na tym etapie ekipy montażowe pracowały całodobowo. W listopadzie 2016 r. rozpoczęto łączenie ze sobą poszczególnych odcinków oraz wypełnianie przestrzeni pomiędzy panelami a konstrukcją kanału [2].

1.3. Nagroda ISTT w kategorii nowe urządzenie: Herrenknecht

Propozycja integracji nowej pompy DHJP (Downhole Jet Pump) firmy Herrenknecht z obecnymi rozwiązaniami technologii HDD oraz przecisków hydraulicznych i mikrotunelowania została nagrodzona w kategorii nowe urządzenie. W przypadku przewiertów sterowanych urządzenie pozwala zminimalizować ryzyko penetracji płynu wiertniczego i zwiercin w warstwy gruntu, a w dalszej konsekwencji zabezpiecza przed naruszeniem stateczności otworu. Umożliwia również lepsze oczyszczanie otworu wiertniczego ze zwiercin.

DHJP umieszczone za rozwiertakiem ma za zadanie oczyszczać otwór wiertniczy, zmniejszając jednocześnie zużycie płuczki wiertniczej (ryc. 3). Odbywa się to przez zasysanie urobku z dna rozwiercanego otworu i transportowanie go za pośrednictwem przewodu wiertniczego [3].

Producent przedstawił również rozwiązanie łączące DHJP z istniejącym już systemem mikrotunelowania własnej produkcji AVNS, tworząc nowy system E-Power Pipe. Technologia ta umożliwia szybką i bezpieczną budowę przewodów podziemnych

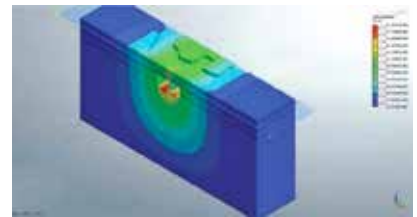


Ryc. 3. Pompa DHJP umieszczona za rozwiertakiem [8]

o małej średnicy i długości od 1 km do nawet 1,5 km. Ponadto minimalne zagłębienie wbudowanego przewodu wynosi tylko 2 m. Technologia E-Power Pipe została po raz pierwszy zaprezentowana w grudniu 2016 r. Pierwsze pilotażowe zastosowanie urządzenia odbyło się w lutym 2017 r. w Niemczech [4].

1.4. Nagroda ISTT w kategorii akademickiej: Tomáš Urbánek

Ostatnią z przyznanych nagród – w kategorii akademickiej – otrzymał Tomáš Urbánek za publikację dotyczącą możliwości wykorzystania technologii przecisków hydraulicznych do wbudowania tunelu metra pod budynkami oraz stacji metra w Pradze z wykorzystaniem modelowania 3D. Stacja ma się



Ryc. 4. Trójwymiarowy model odkształceń [8]

znajdować pod placem

Bratří Synků oraz rzędem domów położonych przy sąsiedniej ulicy. Ze względu na istniejące warunki gruntowe projekt zakłada dostosowanie ich właściwości pod względem wytrzymałości oraz odkształceń. Proponowane rozwiązania obejmują zamrażanie lub zastosowanie chemicznego cementowania. W celu zminimalizowania tarcia pomiędzy przeciskanymi sekcjami tunelu metra a ośrodkiem gruntowym autor zaproponował zastosowanie systemu Ropkins, polegającego na zamontowaniu specjalnego układu wykonanego ze stalowych lin.

Na potrzeby projektu wykonano kompletny model 3D środowiska gruntowego, wykorzystując oprogramowanie MIDAS GTS NX (ryc. 4). Model umożliwił wyznaczenie wartości naprężeń normalnych na ścianach konstrukcji. Jako wynik otrzymano zestawienie obciążeń w każdym punkcie modelu we wszystkich etapach budowy, dzięki czemu ostatecznie wyznaczono całkowite obciążenie konstrukcji podczas procesu przeciskania. Maksymalna wartość obciążenia wyniosła 319 520 kN. Dodatkowo autor wstępnie oszacował czas wymagany do realizacji proponowanego rozwiązania. Wyniósł on 820 dni, co jest całkowicie zgodne z planowanym harmonogramem prac.

2. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

2.1. Budowa systemu ropociągów w Kanadzie z wykorzystaniem technologii HDD

W kanadyjskiej Albercie zaprojektowano i zbudowano system rurociągów TransCanada Grand Rapids Pipeline, transportujący ropę naftową i rozcieńczalnik. Do instalacji rurociągu użyto metody przewiertu sterowanego HDD w celu przekroczenia ponad tuzina dróg wodnych wzdłuż trasy, w tym siedmiu wzdłuż rzeki Athabaska. Pięć lat pracy w hrabstwie Strathcona doprowadziło do powstania 460-kilometrowego 20-calowego (508 mm) systemu rurociągów Grand Rapids, który rozpoczął działanie pod koniec sierpnia 2017 r. Jest to najnowszy system rurociągów ropy naftowej firmy TransCanada w Kanadzie od czasu systemu Keystone, który zaczął działać w 2010 r. Rurociąg umożliwia dostarczanie 900 tys. baryłek ropy naftowej i 330 tys. baryłek rozcieńczalnika dziennie, jak również łączy obszary produkcji w Fort McMurray w Albercie z rynkami w regionach Edmonton i Heartland. Grand Rapids to

pierwszy rurociąg, który łączy region zachodniej Athabaski z tymi rynkami. Rurociąg został zbudowany przez firmy TransCanada i PetroChina Canada [5].

2.2. Przeciski w Nowym Jorku

Firma Kandey Company wbudowała kolektor kanalizacyjny z bardzo dużą dokładnością przy użyciu wiertnicy ślimakowej wyposażonej w system sterowania i kontroli McLaughlin On Target. Budowa ta była realizowana na obszarze o trudnych warunkach geologicznych z licznymi przeszkodami podziemnymi. Projekt Rush Creek Interceptor obejmował modernizację sieci kanalizacyjnej w mieście Hamburg w stanie Nowy Jork. Ryzykiem dla realizacji projektu były nie tylko skomplikowane warunki geologiczne. Jeden z budowanych przewodów kanalizacyjnych miał długość ponad 2,6 km, a jego trasa przebiegała pod czterema przejazdami kolejowymi, kilkoma drogami, a także pod nieużytkowanymi terenami przemysłowymi. W niektórych miejscach prowadzono wiercenia przez luźne, nawodnione grunty, a w niektórych pojawiły się takie przeszkody, jak resztki fundamentów. W celu pokonania trudności i wbudowania stalowej obudowy przewodów kanalizacyjnych wybrano wiertnicę z systemem sterowania McLaughlin On Target. System daje operatorowi możliwość zmiany kierunku wbudowanego przewodu w pionie i w poziomie przy użyciu tzw. klap hydraulicznych, znajdujących się w głowicy. Możliwość sterowania i kontroli głowicy urządzenia pozwala na dłuższe wiercenie i wbudowanie stalowego przewodu w jednym etapie robót, w zakresie średnic od 16 do 20" (od 406 do 1,524 mm). 102-metrową instalację 48-calowej obudowy stalowej firmie Kandey Company udało się ukończyć z dużą dokładnością w budowania [6].

2.3. Mikrotunelowanie w Szwajcarii

Skomplikowany projekt hydroenergetyczny, polegający na budowie kanału doprowadzającego wodę do turbin w szwajcarskiej elektrowni wodnej KW Rufi, z pewnością poszerzył pole zastosowań technologii mikrotunelowania. Realizacja została przeprowadzona z wykorzystaniem urządzenia Herrenknecht MTBM (ryc. 5), wyposażonego w Jackcontrol Hydraulic Joint [9] i system VMT SLS-Microtunnelling LT. Planowany kanał miał kształt litery S, o małych promieniach odcinków przebiegających po łukach (280 m), o średnicy zewnętrznej 3800 mm. Dodatkowo jego trasa przebiegała w pobliżu linii kolejowej i kanalizacji. Urządzenie do mikrotunelowania AVND3000 MTBM zostało specjalnie przygotowane do warunków gruntowych na zaprojektowanej trasie. Na początkowym etapie wiercenia wystąpiło kilka zapadnięć gruntu, spowodowanych niewielkim przekryciem gruntu nad głowicą mikrotunelową. W czasie przekraczania linii kolejowej zbyt wysoki poziom wód gruntowych spowodował opóźnienia, co ostatecznie nie wpłynęło na termin realizacji projektu.



Ryc. 5. Głowica mikrotunelowa MTBM [8]

3. Firmy promujące się w „Trenchless international”

3.1. Herrenknecht

Firma Herrenknecht oferuje wiertnice o sile ciągnięcia i pchania w zakresie od 100 do 600 t wraz z dodatkowym wyposażeniem i wsparciem serwisu. Ponadto oferuje system czujników umożliwiających kontrolowanie w czasie rzeczywistym i analizę online zbieranych danych.

3.2. Grupa Readlinger

Grupa Raedlinger poleca swoją technologię Primus Line do rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych. Technologia umożliwia wykonywanie powłok na długości do 2500 m z prędkością do 400 m/h, a także prowadzenie prac nawet przy łukach o kącie do 45°, przy oszczędnościach do 40% w porównaniu z metodami tradycyjnymi.

3.3. Prime Drilling

Firma Prime Drilling oferuje szeroki wybór wiertnic HDD oraz żerdzi wiertniczych i pomp.

3.4. RelineEurope

Producent oferuje systemy renowacji utwardzonymi powłokami żywicznymi z wykorzystaniem promieni ultrafioletowych. Proponowane urządzenia umożliwiają manipulację natężeniem promieni UV, kamery służące do nadzoru nad renowacją, zasięg do 350 m oraz możliwość stosowania w przewodach o średnicy do DN 1800.

3.5. Mears HDD

Firma Mears HDD oferuje swoje usługi w zakresie projektowania, wykonawstwa i wsparcia logistycznego konwencjonalnych przewiertów HDD, przewiertów podmorskich, przewiertów w litej skale, a także w budowywania przewodów z wykorzystaniem technologii Direct Pipe.

Literatura

- [1] Williams J., Mueller M., Halderman R., Marti T., Maloney S.: *Record Setting Dual Casing Crosses Indian River by HDD*. NASTT's 2017 No-Dig Show. Washington, D.C., April 9–12, 2017.
- [2] *Spotlight on renovating the Cap Sicié collector: saison 4*. SADE (online). Dostępny w Internecie: <http://www.sade-cgth.fr/fr/en/news/focus-on/the-cap-sicie-collector-saison-4.html> (dostęp 14 kwietnia 2018).
- [3] *HDD Downhole Tools: Katalog*. Herrenknecht AG.
- [4] *Direct Pipe®: Katalog*. Herrenknecht AG.
- [5] *Grand Rapids Pipeline System*. Trans Canada (online). Dostępny w Internecie: <https://www.transcanada.com/en/operations/oil-and-liquids/grand-rapids/> (dostęp 15 kwietnia 2018).
- [6] *Massive Pipeline Project Poses Unknown Obstacles*. McLaughlin Boring Systems, May 25, 2016 (online). Dostępny w Internecie: <https://mclaughlinunderground.com/massive-pipeline-project-poses-unknown-obstacles/> (dostęp 15 kwietnia 2018).
- [7] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. A. Kuliczkowski. Warszawa 2010.
- [8] „Trenchless International” 2018, No. 38.
- [9] Zwierzchowska A., Pałys L.: *Hydrauliczne złącze rur przeciskowych*. „Inżynieria Bezwykopowa” 2009, nr 5, s. 44–46.