

Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach, cz. 6



tekst: **mgr inż. MICHAŁ FUJAWA**, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Politechnika Świętokrzyska



Kontynuując cykl Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach, przygotowywany we współpracy z Polską Fundacją Technik Bezwykopowych, omawiamy najciekawsze artykuły zamieszczone w 23. numerze tego rocznego „Trenchless International”.

1. Aula Sław Technologii Bezwykopowych 2014

Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych w Ameryce Północnej (The North American Society for Trenchless Technology, NASTT) oficjalnie ogłosiło nazwiska członków Auli Sław 2014 (Hall of Fame Class). Wśród nich znalazł się poprzedni przewodniczący ISTT, Raymond Sterling. Dr Sterling jest emerytowanym profesorem Uniwersytetu Technicznego w Luizjanie, gdzie w latach 1995–2009 pracował jako dyrektor Centrum Technologii Bezwykopowych. Jest byłym przewodniczącym zarówno ISTT, jak i NASTT, laureatem nagrody Bechtel Pipeline ASCE, a także pierwszego złotego medalu ISTT. Innymi członkami Auli Sław zostali Robert Affholder, założyciel firmy Affholder Inc, pionier przemysłu bezwykopowego, oraz lobbysta Joseph Loiacono, który jest zaangażowany w promowanie technologii bezwykopowych od 1989 r., kiedy uczestniczył w pierwszej konferencji o technologiach bezwykopowych w Londynie. Nagrody Auli Sław zostały zaprezentowane na konferencji *No-Dig NASTT 2014* w Orlando na Florydzie.

2. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

2.1. Tunelowanie w Nowej Zelandii

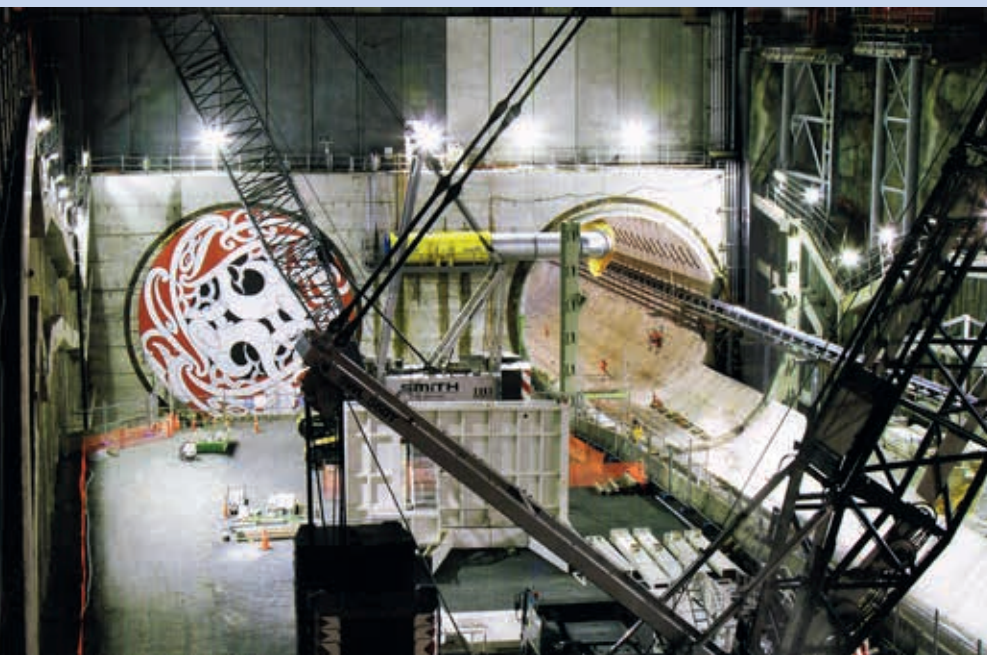
Projekt połączenia komunikacyjnego *Waterview Connection* jest jedną z naj-

ważniejszych dotychczasowych inwestycji w Nowej Zelandii. Połączenie to będzie stanowiło uzupełnienie dotychczasowej obwodnicy Auckland, największego miasta w Nowej Zelandii. Projekt *Waterview Connection* przewiduje powstanie pięciokilometrowego, trójpasowego ciągu komunikacyjnego, łączącego autostrady stanowe 16 i 20, przebiegającego częściowo pod zachodnimi przedmieściami Auckland. Inwestycja obejmuje m.in. budowę dwóch tuneli o długości 2,4 km każdy, przez które zostaną poprowadzone ciągi jezdne w kierunkach północnym i południowym, oraz budowę autostrady łączącej tunele z obwodnicą, co pokazano na rycinie 1. Trasa *Waterview Connection* została wytyczona pod obszarem obejmującym cenne tereny zielone, zabudowę mieszkaniową oraz istotną infrastrukturę drogową i kolejową. Na zachowanie wyżej wymienionych obiektów i redukcję wpływu na życie mieszkańców okolicy pozwoliło zastosowanie urządzenia do tunelowania (TBM), które nazwano Alicją.

Urządzenie to skonstruowano w fabryce Herrenknecht w Chinach, na miejscu zostało przetestowane, a następnie po rozmontowaniu przewieziono do Nowej Zelandii. Wymiary Alicji to 87 m długości i 14,5 m średnicy, co plasuje ją na 10. miejscu wśród największych urządzeń TBM na świecie; ciężar urządzenia to 3102 t. Przygotowania do projektu obejmowały kilka ważnych i skomplikowanych zadań, wykonywanych przez różnych podwykonawców, jak: pozyskanie, zaprojektowanie, wyprodukowanie, dostarczenie i montaż urządzenia do tunelowania (TBM), zaprojektowanie i wybór fabryki do prefabrykacji segmentów obudowy tuneli, wykop i konstrukcja południowego wejścia do tunelu, przygotowanie powierzchni autostrady pomiędzy południowym wejściem i południowo-wschodnią autostradą zapewniające dostęp ciężkiego sprzętu na teren budowy, zaprojektowanie i położenie infrastruktury pomocniczej, np. zasilania w wodę, zagospodarowanie 27 ha terenu na skład materiałów.



Ryc. 1. Schemat obwodnicy Auckland



Ryc. 2. Ukończony tunel wybudowany przez urządzenie tarczowe TBM Alicja

Umowę podpisano we wrześniu 2011 r., a prace rozpoczęto w styczniu 2012 r. Budowę pierwszego tunelu Alicja rozpoczęła w październiku 2013 r. i wydrążyła już swój pierwszy ćwierćkilometrowy tunel, pokazany na rycinie 2. W pojedynczym najlepszym dniu tunelowania z zastosowaniem TBM wybudowano 22 m tunelu i uformowano ściany przez zainstalowanie prefabrykowanych pierścieni betonowych. Wykonawcy są zobowiązani do zakończenia budowy z zastosowaniem TBM do końca 2015 r., natomiast ruch uliczny w tunelach zostanie otwarty w 2017 r.

2.2. Rekordowe tunelowania z zastosowaniem urządzeń TBM

Firma Robbins Main Beam TBM ukończyła jeden z najdłuższych i najgłębiej posadowionych tuneli dostarczających wodę w Azji. Maszyna o średnicy 6,25 m osiągnęła niesamowity wynik, budując 8,3 km tunelu. Wyzwaniem podczas projektu realizowanego przez 21 miesięcy były trudne warunki gruntowe – obecność skał bazaltowych oraz infiltracja wody do wykopu.

W Adanie w Turcji w ramach projektu hydroelektrycznego *Yamanli II* za pomocą podwójnego urządzenia tarczowego TBM Robbins wykonano tunel o długości 9,3 km służący do transportu wody. Budowę przeprowadzono w gruncie skalistym z dużą ilością wapieni i spękań wypełnionych gliną. Urządzenie obsługiwane przez kontrahenta NTF Construction Co. osiągnęło średnią miesięczną wydajność 472,7 m w ciągu 14-miesięcznego pro-

jektu (największa miesięczna wydajność wyniosła 782,8 m).

2.3. Rekordowe przewierthy sterowane w Bangladeszu

Firmy specjalizujące się w przewiertach sterowanych Coe Drilling i Mears Group ukończyły ostatnio sześć rekordowych przejść przez rzeki podczas budowy gazociągu Siddhirganj o długości 60 km i średnicy 760 mm, zaprojektowanego do obsługi kilku elektrowni gazowych w Bangladeszu. Przewierthy wykonano pod rzeką Gomti o długości 1,992 m, Kajla – 850 m, Meghna – 1,650 m, Asariar Char – 750 m, Stara Brahmaputra – 550 m, Shitalakhya – 550 m. Przejście przez rzekę Gomti jest obecnie najdłuższym przejściem wykonanym w technologii HDD w Bangladeszu.

2.4. HDD na „zimnym wybrzeżu”

Na norweskiej wyspie Spitsbergen podczas prowadzenia kabli telekomunikacyjnych łączących wyspę z kontynentem zastosowano wiertnicę HDD. Wykonano cztery wiercenia z łądu do morza o długości 202, 110, 79 i 76 m i wciągnięto rury osłonowe dla kabli w celu połączenia wybudowanego pod dnem morskim kabla telekomunikacyjnego. Na rycinie 3 pokazano rozładunek urządzenia ze specjalnej łodzi transportowej, natomiast na rycinie 4 wiertnicę podczas pracy.

2.5. Renowacje sieci kanalizacyjnych w Niemczech

W niemieckim mieście Chociebuż została przeprowadzona renowacja sieci kanalizacyjnej, obejmującej 900 km rur i osiem oczyszczalni na potrzeby 130 tys.



Ryc. 3. Rozładunek wiertnicy HDD na wyspie Spitsbergen



Ryc. 4. Wiercenie na wybrzeżu Spitsbergenu

mieszkańców. Naprawa betonowego rurociągu kanalizacyjnego z XIX w., usytuowanego pod Bautzener Strasse, była konieczna z uwagi na zniszczenia strukturalne rur spowodowane spękaniami i korozją. Rury te służyły jako główny kanał drenażowy dla południowej części miasta i są ulokowane w gęsto zaludnionym i zatłoczonym terenie. Budżet inwestycji wynosił 1,7 mln USD. Ze względu na stan rurociągu odrzucono inne metody i zastosowano rury GRP (żywice poliestrowe wzmacniane włóknem szklanym) produkcji firmy Hobas. Głównymi argumentami przemawiającymi za wyborem rur GRP jest ich wysoka odporność na korozję, dobre właściwości hydrauliczne oraz brak konieczności późniejszych konserwacji, a w konsekwencji oszczędność kosztów. Zastosowanie wykopu do rehabilitacji rurociągu zostało wykluczone z uwagi na wysokie koszty oraz ogromne zakłócenia ruchu ulicznego wywoływane przez tę metodę. W celu bezwykopowej naprawy rurociągu wykonano dwa relatywnie małe szyby o wymiarach 2 x 3,5 m, które posłużyły jako drogi dostępu do kanalizacji i pozwoliły na opuszczenie do niej sekcji rur GRP. Nowe rury były wciągane w stary rurociąg najpierw w jednym kierunku, a potem w drugim. Niski ciężar produktów GRP umożliwił szybki i łatwy montaż rur



Ryc. 5. Renowacja rurociągu w Chociebużu



Ryc. 6. Renowacja rurociągu kanalizacyjnego w Ansbach

o kształcie jajowym, pokazanych na rycinie 5. Rehabilitacji poddano 140 m rurociągu o wymiarach 930/1510 mm oraz 660 m o wymiarach 800/1330 mm, a także ośmiu studni kanalizacyjnych, również z zastosowaniem materiału GRP, bez usuwania starych studni betonowych.

Kolejną inwestycję przeprowadzono w mieście Ansbach w południowych Niemczech, z 1250-letnią historią oraz wielką liczbą ważnych historycznie budynków, jak również rozbudowaną infrastrukturą podziemną, zawierającą sieci wodociągowe, kanalizacyjne i ener-



Ryc. 7. Urządzenie łączące profile SPR w trakcie pracy

tyczne dla 40 tys. mieszkańców. Z uwagi na wysoką koncentrację budynków mieszkalnych w mieście przy realizacji rehabilitacji starej sieci kanalizacyjnej, wykonanej z cegieł w 1936 r., nie było możliwe wykorzystanie ani tradycyjnych metod wykopowych, ani konwencjonalnych metod bezwykopowych. Sekcja rur, która wymagała renowacji, znajdowała się pod często uczęszczaną promenadą w centrum miasta, na której prowadzono inne prace konstrukcyjne, w związku z czym na realizację projektu przewidziana została bardzo mała powierzchnia, co pokazano na rycinie 6. Zdecydowano się na zastosowanie technologii SPR, polegającej na wprowadzeniu do rurociągu odpowiednio profilowanej taśmy z tworzywa sztucznego, której pierścienie są ze sobą łączone. Przestrzeń pomiędzy starą rurą

a zwiniętym profilem SPR jest cementowana, co tworzy rurę kompozytową w połączeniu z istniejącym rurociągiem. Możliwość instalacji bez wstrzymania przepływu w rurze zredukowała czas konstrukcji, koszty, wpływ na mieszkańców oraz środowisko naturalne. Do zalet użytej technologii należy również zaliczyć brak wpływu na historyczne zabudowania – wprowadzenie materiałów rur przez studzienki kanalizacyjne przy jednoczesnym zminimalizowaniu prac naziemnych oraz emisji zanieczyszczeń, a także możliwość stosowania przy dużych i niekołowych kształtach przekroju oraz w przypadku zakrętów.

Po inspekcji i wyczyszczeniu 220 m rurociągu kanalizacyjnego przez studzienkę wprowadzono urządzenie instalacyjne do wnętrza rury. Zwój profilowanej taśmy z PVC został ulokowany dokładnie obok studzienki, aby w sposób ciągły zapewniać materiał do budowy. Na rycinie 7 pokazano urządzenie dopasowujące profil do wymaganego kształtu jajowego o średnicy 1200/1500 mm. Z każdym owinięciem pasek profilu był przyłączany do nowej, jajowej, wodoodpornej rury, a kiedy jedna szpula profilu była pusta, zgrzewano nowy profil aż do osiągnięcia 12 tys. m profilowanej taśmy. Po procesie owijania i łączenia zamierzona przestrzeń pierścieniowa pomiędzy starą i nową rurą została wypełniona spoiną o dużej wytrzymałości, co zapewniło jej wymagane właściwości statyczne. Nowa rura pracuje ze zwiększonymi właściwościami hydraulicznymi i zapobiega zniszczeniu rurociągu. Projekt ukończono w lipcu 2013 r., po trzech miesiącach pracy.

2.6. Renowacja rurociągu metodą Primus Line we Włoszech

Rafineria w południowych Włoszech wyznaczyła do renowacji rurociąg o średnicy 250 mm i długości 830 m. Oprócz lokalizacji 15 m pod powierzchnią wody, dodatkowym utrudnieniem były dwa zagięcia pod kątem 45° i jedno pod kątem 30°. Do wykonania prac można było użyć ograniczonego sprzętu z uwagi na prowadzenie operacji pod wodą. Inwestor wymagał także minimalizacji czasu robót. Rehabilitację rurociągu wykonano metodą reliningu Primus Line, polegającą na bezwykopowej renowacji instalacji ciśnieniowych do przesyłania różnego rodzaju mediów przez wprowadzenie do środka rurociągu odpowiednio wykonanego, elastycznego rękawa, pokazanego



Ryc. 8. Rękaw Primus Line podczas instalacji pod wodą



Ryc. 9. Rurociąg po renowacji rurami GRP w Leuven

na rycinie 8. Powłokę zewnętrzną rękawa wykonano z odpornego na ścieranie polietylenu, natomiast wewnętrzną powłokę dostosowano do transportowanego przez rurociąg płynu. Założone ciśnienie w rurociągu wynosiło 10 b, natomiast nominalna wytrzymałość powłoki Primus Line – 9 b. Prace wykonano w ciągu dwóch dni, rurociąg poddano próbie ciśnieniowej 15 b, która zakończyła się powodzeniem, jego wytrzymałość określono na kolejne 50 lat. Oszacowano koszt inwestycji na 50% kosztów w przypadku wymiany rurociągu.

2.7. Renowacja rurociągu w Belgii

W Leuven, 25 km na wschód od Brukseli, wykonano rehabilitację rurociągu o przekroju jajowym. Renowacji wymagało 160 m rur o wymiarach 2500/1650 mm, dodatkowym utrudnieniem były liczne zakręty. Rurociąg był odkształcony w górnych sekcjach, wy-

stępowały podłużne spękania w wielu miejscach, co wskazywało na możliwe zawalenie się budowli w najbliższym czasie. Do renowacji zastosowano rury GRP, które dostarczono w dwóch segmentach, złożono na powierzchni, a następnie wprowadzono przez wykop do rurociągu. Każdy następny odcinek rury łatwo łączył się z wcześniej zainstalowanymi odcinkami za pomocą połączeń kielichowych, w które aplikowano klej epoksydowy. Po instalacji segmentów rur GRP w lukę pierścieniową pomiędzy starym rurociągiem a nową rurą GRP wprowadzona została spoina o wysokiej wytrzymałości i małej lepkości. Na rycinie 9 pokazano ukończoną inwestycję, której okres eksploatacji został wydłużony o kolejne 50 lat. Projekt został zrealizowany z minimalnymi utrudnieniami w ruchu na głównej ulicy handlowej w Leuven.

3. Wybrane firmy promujące się w „Trenchless International”

3.1. Nowe urządzenie do inspekcji

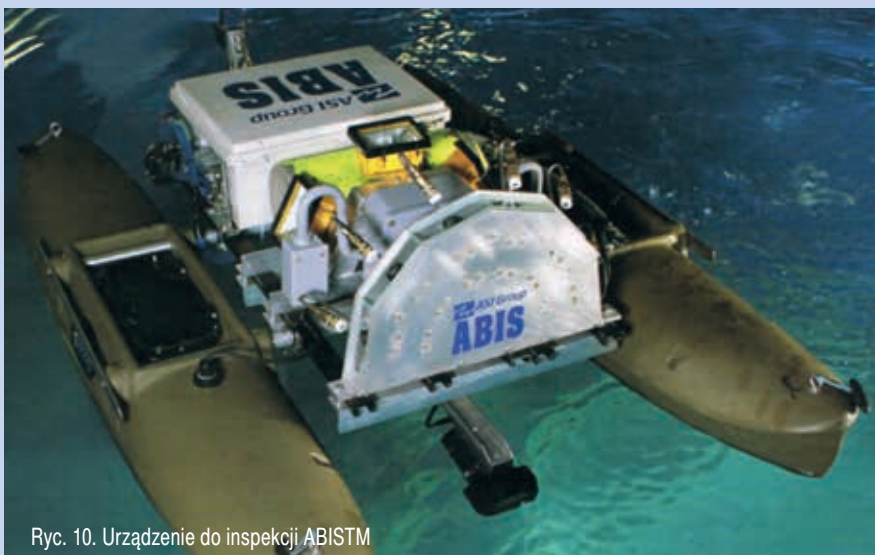
Firma ASI Marine zaprezentowała nowy pojazd do inspekcji rurociągów i tuneli ABISTM (Above & Below Inspection System), pokazany na rycinie 10, pozwalający na inspekcję rurociągów częściowo wypełnionych cieczą. Podczas inspekcji ABSITM zbiera informację z górnych części tuneli za pomocą skanowania laserowego i jednocześnie przeprowadza inspekcję powierzchni poniżej linii wody przy użyciu sonaru. Urządzenie z zebranych przez podzespoły danych tworzy pełny trójwymiarowy obraz badanego obiektu. Ponadto dostarcza film w jakości HD oraz inne informacje (temperatura, stężenie metanu i siarkowodoru). System pozwala na dostosowanie ustawień według indywidualnych wymagań klienta.

3.2. Budowa dwóch rurociągów metodą Pipe Bursting

Skandynawskie Centrum Technik Bezwykopowych (Scandinavian No-Dig Center) promuje technologię Pipe Bursting umożliwiającą wprowadzenie dwóch rurociągów w miejsce starego przewodu, co pokazano na rycinie 11. Stara rura jest niszczona przez specjalną głowicę, za którą wciągane są dwa nowe rurociągi, instalowane równolegle. Przyłącza można wykonać tym samym sposobem, stosując w piwnicy głowicę micro-bursting.



Ryc. 11. Instalacja dwóch rurociągów polietylenowych za pomocą technologii Pipe Bursting



Ryc. 10. Urządzenie do inspekcji ABISTM

Literatura

- [1] „Trenchless International” 2014, Issue 23.
- [2] <http://www.hobas.pl/>
- [3] <http://www.sekisuispr.com/>
- [4] <http://infra-sa.pl/>
- [5] <http://www.primusline.com/pl/start/>

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW.

Profesjonalne maszyny przeciskowe.

WYJĄTKOWA CELNOŚĆ // WYSOKA SKUTECZNOŚĆ // ŁATWA OBSŁUGA



TERMA Sp. z o. o. // Czaple 100 // 80-298 Gdańsk // tel.: +48 58 694 05 15 // kret@terma-max.com

Największa tak ściśle branżowa impreza targowa
zlokalizowana w południowo-wschodniej Polsce



TIWS

VII Międzynarodowe Targi Infrastruktury
Wodno-Ściekowej, Odwodnień i Melioracji

8-9.10.2014, Kielce

- TIWS jest imprezą, w której uczestniczą fachowcy z branży wodociągowo-ściekowej. Podczas sześciu edycji TIWS swoje produkty zaprezentowały setki firm z Polski, Niemiec, Włoch, Wielkiej Brytanii, Słowacji i Słowenii.
- Targi TIWS to także spotkania branżowe - od pierwszej edycji odbywają się konferencje, prezentacje, spotkania, konsultacje techniczne oraz prawne organizowane przez Forum Dyskusyjne Wodociągów Polskich.

FORUM DYSKUSYJNE
WODOCIĄGÓW POLSKICH

TargiKielce
EXHIBITION & CONGRESS CENTRE



www.tiws.targikielce.pl

Targi Kielce SA. Kontakt: Małgorzata Młynarczyk,
tel.: 41 365 12 94, 696 084 207, fax: 41 365 13 15,
e-mail: mlynarczyk.m@targikielce.pl