

TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE na sześciu kontynentach, cz. 14



tekst: dr inż. **JUSTYNA LISOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska,
inż. **ANNA OBARSKA**, inż. **MICHAŁ SITARSKI**, Koło Naukowe
Krecik, Politechnika Świętokrzyska

W cyklu *Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach*, przygotowywanym we współpracy z Polską Fundacją Technik Bezwykopowych, przedstawiamy skrót najciekawszych artykułów zamieszczonych w 32. numerze „Trenchless International” (lato 2016).

1. Promowanie technologii bezwykopowych w Ameryce Południowej

W 2015 r. przy wsparciu ISTT (The International Society For Trenchless Technology – Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych) stowarzyszenie ABRATT (The Brazil Association for Trenchless Technology – Brazylijskie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych) zorganizowało 4–6 sierpnia w São Paulo konferencję technik bezwykopowych wraz z wystawą. Wydarzenie to odbyło się w połączeniu z kongresem *Fenasan 2015*. W konferencji *No-Dig Brazil 2015* udział wzięli projektanci, wykonawcy, producenci, dostawcy, a także instytucje publiczne i prywatne organizacje działające w sektorach gospodarki wodnej, kanalizacyjnej, energetycznej, olejowej, gazowej i telekomunikacyjnej. Obecni byli również przedstawiciele świata nauki z wielu brazylijskich szkół wyższych. Podczas konferencji przedstawiono technologie do budowy i odnowy sieci infrastruktury podziemnej: HDD, pipe bursting, pipe jacking, mikrotunelowanie. Omówiono również zagadnienia związane z redukcją kosztów robót ziemnych w technologiach bezwykopowych oraz wpływem technologii bezwykopowych na środowisko. W ramach wystawy przedstawiciele wielu firm zaprezentowali nowoczesne rozwiązania techniczne w zakresie urządzeń stosowanych w bezwykopowej budowie i odnowie.

Było to największe światowe wydarzenie związane z technologiami bezwykopowymi w Brazylii. Wcześniejsza edycja konferencji, 30. międzynarodowa konferencja technik bezwykopowych *No-Dig* połączona z wystawą, gościła w São Paulo 12–14 listopada 2012 r.

2. Promowanie technologii bezwykopowych w Azji

IX coroczna międzynarodowa konferencja technik bezwykopowych *Trenchless Asia* połączona z wystawą odbyła się 9–10 maja

2016 r. w Centrum Kongresowym w Kuala Lumpur w Malezji (ryc. 1). 79 firm zaprezentowało nowoczesne maszyny i technologie bezwykopowe, a 29 prelegentów z 11 krajów omówiło wiele ciekawych rozwiązań z zakresu rozwoju technik bezwykopowych w ostatnich latach. Zorganizowano szereg warsztatów i seminariów, podczas których zaprezentowano m.in. kamionkowe rury do mikrotunelowania oraz utwardzane *in situ* powłoki (CIPP) instalowane w Azji Południowo-Wschodniej, roboty kanalizacyjne oraz nowoczesne techniki inspekcji CCTV. Omówiono zagadnienia dotyczące gospodarki wodno-ściekowej w Malezji.



Ryc. 1. Ceremonia otwarcia IX międzynarodowej konferencji technik bezwykopowych *Trenchless Asia 2016*

3. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

3.1. Projekt Shieldhall Strategic Tunnel – największy tunel ściekowy w Glasgow w Szkocji

Projekt *Shieldhall Strategic Tunnel* w Glasgow to największa w tym mieście inwestycja związana z modernizacją infrastruktury

tury podziemnej. Projekt dotyczy przebudowy koryta rzeki Clyde oraz zwiększenia przepustowości kanalizacji deszczowej, a jego założeniem jest redukcja ryzyka związanego z wystąpieniem powodzi w niektórych dzielnicach Glasgow. Oddanie nowego tunelu do użytku przewidziane jest na 2018 r. Będzie to największa tego typu budowla w Szkocji, a wartość inwestycji szacuje się na ponad 364 mln USD. Za realizację inwestycji odpowiada spółka Scottish Water. Wykonanie tunelu realizuje konsorcjum spółek Vinci Construction Grands Projets oraz Costain. Prace zostaną wykonane z wykorzystaniem maszyny TBM, którą nazwano Daisy the Driller, wyprodukowanej przez niemiecką firmę Herrenknecht, a cały zestaw maszynowy ma 180 m długości i waży ok. 1000 t (ryc. 2).



Ryc. 2. Głowica maszyny TBM wykorzystana w Shieldhall Strategic Tunnel w Glasgow

3.2. Przebudowa infrastruktury ściekowej w Medellin w Kolumbii z wykorzystaniem technologii pipe bursting

W lutym 2016 r. rozpoczęto prace projektowe związane z przebudową infrastruktury ściekowej w dzielnicy Doce de Octubre w mieście Medellin w Kolumbii z wykorzystaniem technologii pipe bursting. Ten warty 4 mln USD projekt był częścią programu prowadzonego przez Przedsiębiorstwo Publiczne miasta Medellin (Empresas Públicas de Medellin), mającego na celu zwiększenie przepustowości miejskich kolektorów ściekowych. Wspólnie z głównym wykonawcą, Ingenieria & Contratos (I&C), do realizacji projektu po raz pierwszy zastosowano urządzenie TRIC Tools.



Ryc. 3. Ręczne dostarczanie wyposażenia na teren budowy

Podczas przebudowy odnotowano pewne utrudnienia związane z dostępem do miejsc realizacji prac ziemnych. Większość studzienek zlokalizowana była na prywatnych posesjach w ciasnej zabudowie miejskiej, gdzie dojazd pojazdów był ograniczony lub wręcz niemożliwy. Warunki te zmusiły wykonawcę do fizycznego przenoszenia sprzętu niezbędnego do wykonania prac. Biorąc pod uwagę zaistniałe utrudnienia, wykonawca zdecydował się na prowadzenie robót krótkimi odcinkami, o długości ok. 30 m, z wykorzystaniem urządzenia M 100. Realizacja inwestycji w technologii pipe bursting w miejscach o ekstremalnie ograniczonym dostępie mimo wielu utrudnień zakończyła się pomyślnie. Na rycinie 3 zaprezentowano ręczne przenoszenie niezbędnego sprzętu.

3.3. Rozbudowa podziemnej infrastruktury kolejowej w Australii z wykorzystaniem technik bezwykopowych

3.3.1. Budowa podziemnego połączenia kolejowego z lotniskiem w Perth

Obecnie realizowany projekt przyciąga uwagę całego świata i dotyczy ośmiokilometrowego podziemnego połączenia kolejowego pomiędzy lotniskiem w Perth a przedmieściami Forrestfield. Inwestycja prowadzona będzie w trudnych warunkach górskich. Wartość projektu szacowana jest na ok. 85 mln USD. Zakończenie prac oraz oddanie do użytku całej inwestycji przewidziane jest na rok 2020. Tunel ma zostać wykonany przy użyciu maszyny TBM wyprodukowanej przez niemiecką firmę Herrenknecht. Głównym projektantem została wyłoniona spośród wielu firm w kwietniu 2016 r. firma typu joint venture Salini Impregilo – NRW (SINRW), która oprócz prac projektowych i wykonawczych będzie odpowiedzialna za utrzymanie infrastruktury przez 10 lat od zakończenia budowy. Badania geotechniczne i geologiczne prowadzone przed przystąpieniem do projektu zakładały wykonanie 150 otworów, w tym 35 monitorowanych otworów oraz pięciu studni pompujących, w celu oszacowania warunków grunto-wodnych na planowanej trasie tunelu. Prace rozpoczęto od przeniesienia trzech głównych gazociągów i światłowodów. Przewody światłowodowe o długości ponad 6 km zostały obecnie zainstalowane i podłączone. Na rycinie 4 widoczny jest przebieg podziemnego połączenia kolejowego przedmieścia Forrestfield z lotniskiem w Perth.



Ryc. 4. Przebieg podziemnego połączenia kolejowego przedmieścia Forrestfield z lotniskiem w Perth

3.3.2. Projekt rozbudowy metra w Melbourne

Projekt rozbudowy metra w Melbourne w Australii zakłada budowę dziewięciokilometrowego tunelu, a w nim pięciu nowych stacji (ryc. 5). Celem projektu jest poprawa stanu technicznego transportu publicznego w Melbourne oraz zwiększenie

jego przepustowości. Połączenie będzie przebiegało pod jedną z głównych ulic – Swanston Street. Prace wyceniane są na ok. 285 mln USD i obejmują identyfikację, przenoszenie i ochronę sieci kanalizacyjnych i wodociągowych, przewodów deszczowych i kabli telekomunikacyjnych.

Prace przygotowawcze realizowano w dwóch etapach. Pierwszy dotyczył badań geotechnicznych pod rzeką Yarra, a jego celem była ocena warunków gruntowo-wodnych na trasie realizacji. Ocena warunków gruntowych była niezbędna do wybudowania głównych tuneli, przez które będą wprowadzone dwie wiertnice.



Ryc. 5. Przebieg trasy projektowanego metra w Melbourne

3.3.3. Projekt rozbudowy metra w Sydney

Projekt rozbudowy metra w Sydney stanowi drugi etap programu rozbudowy sieci kolejowej w tym mieście (ryc. 6). Zakończenie prac projektowych przewiduje się na 2017 r. W projekcie zostaną użyte wiertnice z głowicą TBM do wykonania podwójnych tuneli o długości 15,5 km, średnicy 7 m i wewnętrznej średnicy ok. 6 m. Głębokość tuneli będzie się wahać między 20 a 60 m. Odchylenia są spowodowane topografią terenu i potrzebą omińnięcia zatoki Sydney. Zgodnie z niedawno opublikowanymi sprawozdaniami oddziaływania projektu na środowisko, tunele zostaną pokryte prefabrykowanymi, betonowymi segmentami, produkowanymi w zakładzie koło Marrickville. Najtrudniejszym etapem inwestycji będzie przejście przez zatokę Sydney, w tym celu projekt zakłada wykorzystanie zupełnie nowej, skonstruowanej na potrzeby projektu głowicy TBM. *Sydney Metro City & Southwest* jest jednym z największych projektów dotyczących infrastruktury kolejowej w Australii. Budowa tunelu została zaplanowana na lata 2018–2020, oddanie go do użytku przewidziane jest na 2025 r.



Ryc. 6. Przebieg trasy projektowanego metra w Sydney w Australii

3.4. Projekt bezwykopowej wymiany przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych na wyspie Liberty Island w USA

Przedsiębiorstwo zarządzające siecią wodociągowo-kanalizacyjną na wyspie Liberty Island Jersey City Municipal Utilities Authority (JCMUA) na podstawie umowy z National Park Service (NPS) zakończyło projekt dotyczący wymiany sieci przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych na wyspie Liberty Island, u ujścia rzeki Hudson do Oceanu Atlantyckiego, w rejonie metropolitalnym Nowego Jorku, gdzie znajduje się Statua Wolności.

Z powodu potrzeby przewyższenia ograniczeń terenowych oraz zachowania walorów krajobrazowych Liberty Island i Liberty State Park już w początkowym etapie projektowania zauważono konieczność wymiany przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych metodami bezwykopowymi. Usługi wodociągowo-kanalizacyjne dla Liberty Island były zapewniane przez wodociąg o średnicy 3" (76,2 mm) wykonany z PE-HD oraz przewód kanalizacyjny o średnicy 2,5" (63,5 mm) wykonany z PE-HD, należące do JCUMA. Przewody te posadowione są na trasie z New Jersey przez Liberty State Park i New York Harbour. Wspomniana sieć wodociągowa i kanalizacyjna ułożona była w 1992 r. na dnie portu w rurze osłonowej o średnicy 8" (203,2 mm) z PE-HD i zastępowała nieszczelne przewody z żeliwa szarego. Rozwiązanie to traktowano jako tymczasowe. Kluczowym czynnikiem decydującym o wyborze technologii bezwykopowej było minimalizowanie oddziaływań wpływających na odwiedzających Liberty Island i Liberty State Park. NPS w celu doboru odpowiednich metod budowy wykorzystało proces znany jako VA/CBA (Value Analysis / Choosing by Advantages – Wartość Analiza / Wybór przez zalety). Proces ten zakłada rozważenie różnych czynników przed podjęciem odpowiedniej decyzji. Wyniki procesu CBA wskazały technologię pipe bursting dla przewodów przebiegających przez Liberty State Park i przewiertny HDD obejmujące wymianę przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych przekraczających New York Harbor. Budowa nowych rurociągów obejmowała odcinki o długości 2400 stóp (731,52 m) wodociągu i kanalizacji o średnicach odpowiednio 12" (304,8 mm) i 6" (152,4 mm) instalowanych przy użyciu HDD przez podłoże skalne oraz wymianę przewodów 10" (254,0 mm) i 4" (101,6 mm) o długości po 3000 stóp (914,4 m) przy wykorzystaniu technologii pipe bursting. Tę ostatnią uznano za powodującą możliwie najmniejsze zakłócenia w Liberty State Park. W zamierzeniach było rozbudowanie istniejącego przewodu wodociągowego z 8" (203,2 mm) do 10" (254 mm) i zastąpienie istniejącej sieci kanalizacyjnej o średnicy 2,5" (63,5 mm) rurą osłonową 6" (152,4 mm) DN 150 oraz rurą przewodową 4" (101,6 mm).

Warunki występujące podczas realizacji odbiegały od tych przyjętych w projekcie. Napotkano na zmienny kierunek ułożenia kielichów rur, występowanie opasek naprawczych oraz zmienne zagłębienie przewodu, co nie było przewidziane w projekcie. Efektem było zmniejszenie tempa prac z zaplanowanych 90m/h do 30–48 m/h przy użyciu maszyny o sile ok. 890 kN. Po wykonaniu ok. 600 m z planowanych 914,4 m pipe bursting wodociągu (ryc. 7) napotkano na przeszkodę w postaci zakrętu, który uniemożliwił instalację pozostałego odcinka. Po przeanalizowaniu ryzyka i zmiany w kosztach ostateczne pozostały odcinek o średnicy 10" (254 mm) i długości ok. 300 m został wykonany przy użyciu technologii HDD. Wymiana

przewodów sanitarnych obsługujących Liberty Island wykazała, że planowane metody i parametry budowy mogą ulec zmianie na skutek rzeczywistych warunków występujących na placu budowy, które nie zostały rozpoznane i uwzględnione w projekcie. Pokazano również, że istnieje wiele możliwości prowadzących do osiągnięcia założonego celu.



Ryc. 7. Widok przewodu wodociągowego przygotowanego do realizacji na wyspie Liberty Island

3.5. Rehabilitacja kanału ściekowego w Badenii-Wirtembergii

W kwietniu 2016 r. w gminie Nufringen w Badenii-Wirtembergii filia firmy Umweltechnik und Wasserbau GmbH z Frankfurtu (U&W) zainstalowała największy jak dotychczas rękaw Alphaliner firmy RelineEurope AG (ryc. 8). Rehabilitacji został poddany odcinek kanału ogólnospławnego o długości 48 m i średnicy DN 1400, który stanowi część 613-metrowego kanału zbudowanego z rur betonowych. Podczas inspekcji telewizyjnej przeprowadzonej w 2012 r. stwierdzono liczne nieszczelności na złączach rur, co prowadziło do infiltracji wody gruntowej do kanału, zwiększając tym samym ilość ścieków trafiających do oczyszczalni. Ze względu na położenie kanału w strefie o zmiennym poziomie wód gruntowych możliwa była również eksfiltracja, co potęgowało konieczność renowacji kanału. Wybór technologii bezwykopowej związany był z krótkim czasem realizacji oraz minimalnym wpływem technologii bezwykopowej na zakłócenia ruchu ulicznego. Biorąc pod uwagę powyższe ograniczenia, zdecydowano się na rehabilitację za pomocą rękawów wzmocnionych włóknem szklanym utwardzanych promieniami UV. Wybrany rękaw Alphaliner firmy RelineEurope to pierwsza realizacja wykonana w kanale o tak dużej średnicy.

Aby sprostać temu wyzwaniu, firma RelineEurope sprowadziła na miejsce budowy personel odpowiedzialny za wsparcie techniczne podczas trwania projektu. Zespół U&W zgromadził niezbędny sprzęt o odpowiedniej mocy i parametrach, dzięki któremu prace wykonane były bez opóźnień. Po wciągnięciu do kanału rękawa o całkowitej grubości ścianki 9,8 mm zostały założone pakery firmy RelineEurope, opracowane specjalnie do kanałów o dużych przekrojach. Paker składa się z trzech części kołowych oraz specjalnej wciągarki, która usprawnia montaż jego górnej części. Kolejne elementy są łączone za pomocą stalowych sworzni. Do utwardzania użyto urządzenia UV RE 4000. W tej realizacji prędkość utwardzania wynosiła

0,5 m/min, a utwardzanie 48-metrowego odcinka zostało zakończone po upływie ok. 1,5 godziny. Cały proces utwardzania był kontrolowany za pomocą kamer. Całkowity czas realizacji wyniósł 7 godzin.



Ryc. 8. Instalacja rękawa w gminie Nufringen w Badenii-Wirtembergii

3.6. Innowacyjne zastosowanie powłok CIPP w Thanet w hrabstwie Kent w Wielkiej Brytanii

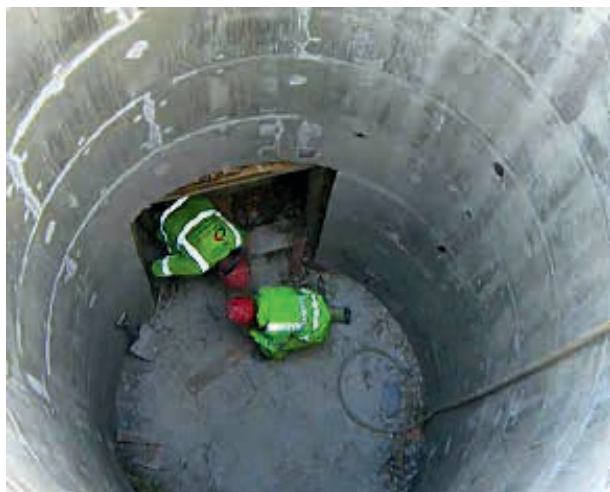
W lipcu 2014 r. Southern Water zajęła się naprawą i uszczelnieniem ponad 20-kilometrowej unikatowej, bo 100-letniej, sieci kanalizacyjnej, wybudowanej w wyrobiskach tunelowych znajdujących się w obrębie wapiennych warstw wodonośnych. Prace, które miały miejsce w okresie od lipca 2014 do marca 2015 r., obejmowały rehabilitację zarówno istniejących kanałów ściekowych, jak i wyłożenie przełazowych tuneli w celu ochrony warstwy wodonośnej. Prace obejmowały wyłożenie 5,5 km istniejących tuneli, rehabilitację 12 km kanalizacji przy zastosowaniu zaawansowanych technicznie wykładzin i napraw miejscowych, budowę 2 km nowego rurociągu, modernizację 98 studni włączowych, budowę 15 nowych studni, uszczelnienie wejść do kanałów w 92 istniejących studzienkach (ryc. 9).

Pracami przygotowawczymi zajęli się górnicy wyszkoleni do pracy w głębokich tunelach. Przygotowując pozycje dla instalacji nowych wykładzin, usunięto gruz i zawaliska wapienne, zainstalowano podpory tunelowe, naprawiono i usunięto uszkodzone odcinki rur kanalizacyjnych i ułożono betonową podstawę dla wykładziny CIPP.

Innowacją techniczną w omawianym projekcie było opracowanie rękawów CIPP jako samodzielnych konstrukcji instalowanych w tunelach przełazowych, wydrążonych w pokładach wapiennych. Dobry rękaw składa się z włókien poliestrowych oraz wzmocnienia w postaci włókien szklanych i jest on fabrycznie nasączony nienasyconymi żywicami poliestrowymi z dodatkiem fotoinicjatorów procesu utwardzania. Rękaw ten został wyposażony w zewnętrzną i wewnętrzną polietylenową folię ochronną (PE-HD), które chronią go przed zarysowaniami od skał wapiennych oraz zapewniają szczelność również podczas rozdmuchiwania. Rękaw został zaprojektowany tak, aby mógł być konstrukcją zdolną do przeniesienia wszelkich obciążeń. Został poddany rygorystycznym badaniom wytrzymałościowym. Przeanalizowano obciążenia statyczne od parcia nadkładu, obciążenia udarowe oraz uderzenia spadających odłamków skalnych ze stropu wapiennego tunelu.

Realizacja ta była pierwszym użyciem rękawa CIPP jako samodzielnej rury. Zastosowanie tego innowacyjnego rozwiązania w połączeniu z utwardzaniem promieniami UV oraz brakiem konieczności stosowania wypełnienia zaprawą pozwoliło zminimalizować wpływ na otaczające pokłady wapienne. Program ochrony wód gruntowych w Thanet wykazał, że dzięki współpracy

z dostawcą technologii możliwe jest pokonanie wielu złożonych problemów z jednoczesnym spełnieniem wymagań programu i budżetu. Innowacje techniczne opracowane w ramach projektu przyczyniły się do oszczędności 10% całkowitych kosztów projektu oraz ok. 30-procentowej redukcji czasu realizacji programu.



Ryc. 9. Prace związane z uszczelnieniem studni połączeniowej posadowionej na znacznej głębokości

4. Wybrane rozwiązania i realizacje wykorzystywane w bezwykopowej budowie

4.1. Wodne i powietrzne wykonywanie wykopów przy użyciu maszyn firmy Vac-Tron

Wodne i powietrzne wykonywanie wykopów przy użyciu maszyn firmy Vac-Tron to metoda urabiania próżniowego wykorzystująca wodę lub powietrze pod ciśnieniem, aby rozluźnić glebę i wykopać otwór (ryc. 10). Stosowanie wody pomaga zmniejszyć siłę przyciągania cząstek gleby, przyczyniając się tym samym do przełamania gleby i łatwego jej zasysania z otworu. Metodę tę stosuje się do usuwania błotnistego urobku. Podczas kopania zamrożonego gruntu gorąca woda może być używana do rozmrożenia i przecinania zamrożonej ziemi. Próżnia unosi luźną glebę i przenosi urobek do zbiornika. Wodne urabianie pozwala na bezpieczniejsze wydobywanie gruntu, ponieważ możliwości powstania uszkodzeń po stronie wykopu są niewielkie.

Korzyści wynikające z zastosowania metody wodnego urabiania gruntu to m.in.:

- mniej inwazyjny charakter w porównaniu z innymi tradycyjnymi metodami kopania;
- wysoka precyzja, co prowadzi do mniejszego zużycia materiałów;
- wykorzystanie mniejszej liczby osób w porównaniu do konwencjonalnych metod kopania;
- urobek jest przechowywany w odpowiednim do tego celu zbiorniku, utrzymując teren w czystości, co prowadzi do minimalnych zakłóceń w ruchu;
- nie powoduje uszkodzeń uzbrojenia;
- może być stosowana w przypadku wszystkich mediów (gaz, woda, systemy termiczne itp.);
- małe otwory dostępu, zazwyczaj 12 x 12" (300 x 300 mm);
- brak niepotrzebnych zakłóceń ruchu drogowego;
- powietrze jest odnawialnym źródłem, nie ma konieczności jego uzupełniania w maszynach próżniowych.



Ryc. 10. Urządzenie Vac-Tron do próżniowego wykonywania wykopów

4.2. Mały system z dużymi korzyściami firmy DitchWitch

Mały system firmy DitchWitch to urządzenie do recyklingu płynu wiertniczego firmy DitchWitch wykazujące wiele zalet:

- system mikro jest wystarczająco mały, aby pracować w obszarach miejskich;
- wykazuje mniejsze zapotrzebowanie na wodę niż większe tego typu rozwiązania;
- całkowite koszty utylizacji płynów są minimalne;
- recykling redukuje również ciągłe działanie systemu próżniowego, aby utrzymać miejsce pracy wolne od płynu wiertniczego wyciekającego z otworu wiertniczego;
- zmniejsza emisję dwutlenku węgla;
- ze względu na małe wymiary zajmuje mniejszą powierzchnię użytkową w porównaniu do innych maszyn;
- system ten zapewnia ponowne wykorzystywanie płuczki oraz usuwanie urobku;
- mniejsze zapotrzebowanie na liczbę pracowników potrzebnych do prac przy urządzeniu;

Na rycinie 11 pokazano urządzenie do recyklingu płynu wiertniczego firmy DitchWitch.



Ryc. 11. Urządzenie do recyklingu płynu wiertniczego firmy DitchWitch

5. Wybrane firmy promujące się na łamach czasopisma „Trenchless International”

5.1. Firma RelineEurope

Firma RelineEurope jest wiodącym na rynku producentem technologii do bezwykopowej renowacji przewodów kanalizacyjnych. Oferuje systemy rękawów wzmacnianych wykładziną z włókna szklanego, utwardzanych promieniowaniem UV, urządzenia do utwardzania promieniowaniem UV, roboty, niezbędne wyposażenie, a także obsługę klientów na całym świecie.

5.2. Firma HammerHead

HammerHead oferuje urządzenia i maszyny zaprojektowane do wykorzystania w technologiach pipe bursting oraz HDD.

5.3. Firma American Augers

Firma American Augers oferuje zupełnie nową wiertnicę DD-110, która charakteryzuje się wartością momentu obrotowego o wielkości 15 000 ft. Lbs. (20337 Nm), podwójnymi joystickami oraz przegubową kabiną, która zapewnia doskonałą widoczność i komfort. Wiertnica ta posiada nowe silniki rotacyjne i wzdłużne, promieniowe, tłokowe do zasilania, obudowa silnika Metal zapewnia dostęp do silnika i trwałość, silnik Cummins 260 wersja ostateczna HP T4 (lub Tier 3 w zależności od kraju zakupu).

5.4. Firma Herrenknecht

Herrenknecht jest wiodącym dostawcą całościowych rozwiązań technicznych w mikrotunelowaniu. Oferuje wykonywanie prac dla wszystkich średnic, w każdych warunkach geologicznych oraz we wszystkich obszarach zastosowań. Narzędzia HDD są mocne, elastyczne, łatwe w utrzymaniu i obsłudze.

5.5. Firma Elgin

Firma Elgin oferuje urządzenie do separacji i recyklingu płynu wiertniczego Solutions Kemtron 200HD2. Urządzenie to charakteryzuje się największą – w porównaniu do konkurencji – pojemnością zbiornika i ma najwyższą pojemność czyszczenia.

5.6. Firma Normag

Firma Normag oferuje wysokiej jakości systemy do technologii HDD i mikrotunelingu. Systemy te są kompaktowe, posiadają dużą pojemność oraz modułową konstrukcję, są mobilne, bezpieczne, łatwe w użyciu, a co najważniejsze, wiążą się z niskimi kosztami eksploatacji.

5.7. Firma Mears HDD

Firma Mears oferuje usługi HDD, które obejmują przejścia drogowe, kolejowe oraz przejścia pod rzeką, standardowe projekty z wykorzystaniem technologii HDD, usługi geotechniczne, projektowanie oraz wykonawstwo.

5.8. Firma HOBAS

Firma HOBAS oferuje wysokiej jakości rury żywiczne, poliestrowe, wzmacniane włóknem szklanym (GRP), które znajdują zastosowanie w technologiach bezywkopowych.

Literatura

- [1] http://www.waterprojectsonline.com/case_studies/2015%20Virtual/Southern_Thanet_Sewer_2015.pdf (dostęp 1 listopada 2016).
- [2] http://www.relineurope.com/pl/aktuelles/news/index.php?we_oid=607 (dostęp 1 listopada 2016).
- [3] „Trenchless International” (Summer 2016) nr 32.



XVII MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA TECHNICZNEJ KONTROLI ZAPÓR

BUDOWLE PIETRZĄCE - EKSPLOATACJA I MONITORING

BESKIDZKI RAJ

19-22 września 2017 r.

ORGANIZATORZY:

- Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
- Ośrodek Technicznej Kontroli Zapor IMGW-PIB
- Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej Sp. z o. o.
- Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN – Sekcja Konstrukcji Hydrotechnicznych

PATRONAT:

Mariusz Gajda

Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Środowiska

Iwona Koza

Prezes Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej

Andrzej Roch Dobrucki

Prezes Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

TEMATYKA KONFERENCJI:

- Bezpieczeństwo zapór – problemy formalno-prawne
- Eksploatacja, utrzymanie i remonty budowli hydrotechnicznych
- Kontrola stanu technicznego i stanu bezpieczeństwa budowli piętrzących
- Hydroenergetyka; Zbiorniki zaporowe, Składowiska odpadów mokrych



Informacje oraz karta zgłoszenia do pobrania: www.is.pw.edu.pl, www.ibs.pw.edu.pl, www.imgw.pl.