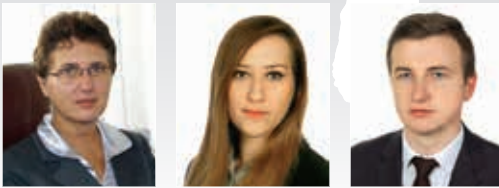




TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE

na sześciu kontynentach, cz. 13



tekst: **dr inż. EMILIA KULICZKOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska, **inż. KATARZYNA KOTWICA**, **inż. STANISŁAW NOGAJ**, 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 31. numerze „Trenchless International” (wiosna 2016).

1. Chińskie Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych (CSTT) gospodarzem 34. międzynarodowej konferencji *No-Dig*

W dniach 10–12 października 2016 r. odbyła się 34. międzynarodowa konferencja technik bezwykopowych połączona z wystawą, podczas której Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych ISTT (International Society for Trenchless Technology) zaprezentowało laureatów rozdawanych corocznie nagród.

Do kryteriów, według których są oceniane zgłoszenia, należą m.in. wpływ na rozwój technologii bezwykopowych, przyczynianie się do ochrony środowiska i obniżania kosztów robót, stopień innowacyjności projektu oraz względy komercyjne i ekonomiczne.

Zgłoszenia mogą dotyczyć osiągnięć m.in. w zakresie zwiększania konkurencyjności budowy bezwykopowej, długości i szybkości budowy, wymiany lub odnowy sieci, dokładności lub wielkości wbudowywanych przewodów, zastosowanych materiałów, powodzenia prac w trudnych warunkach gruntowych, podziemnej detekcji, nagrywania i mapowania przeszkód, zdrowia i bezpieczeństwa pracowników.

Wszyscy laureaci zostają zaprezentowani na gali, gdzie otrzymują statuetkę *No-Dig Award*. Będą również przedstawieni na łamach „Trenchless International”. Ponadto będą upoważnieni do korzystania z logo ISTT na materiałach promujących nagrodzone przedsięwzięcie. Pod uwagę brane są tylko aplikacje dotyczące prac bezwykopowych zakończonych w latach 2015/2016. Warunkiem przystąpienia do konkursu jest złożenie wniosku w języku angielskim, którego długość nie powinna przekraczać 1000 słów. Zgłoszenia należy nadsyłać do Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych; www.pftt.pl.

Wśród dotychczasowych polskich laureatów statuetki *No-Dig Award* (ryc. 1) są firmy: Per Aarsleff Polska Sp. z o.o. (nagroda za bezwykopową rehabilitację kolektorów tłocznych na warszawskim Powiślu), HOBAS System Polska Sp. z o.o. (nagroda za wyprodukowanie rur żywicznych DN 3000 zastosowanych w bezwykopowej budowie kolektora do oczyszczalni „Czajka” w Warszawie) i prof.



Ryc. 1. Statuetka *No-Dig Award*

Andrzej Kuliczkowski, prezes zarządu Polskiej Fundacji Technik Bezwykopowych (nagroda za zorganizowanie na Politechnice Świętokrzyskiej pierwszego na świecie Studium Podyplomowego z zakresu technologii bezwykopowych).

W trakcie 34. konferencji *No-Dig* w Pekinie został wygłoszony referat autorstwa prof. Andrzeja Kuliczkowskiego, dr inż. Emilii Kuliczkowskiej i mgr inż. Joanny Mazur *Cracks and deformations of concrete sewer pipes as the criterion for their prioritisation in trenchless rehabilitation* (Pęknięcia i deformacje betonowych przewodów kanalizacyjnych jako kryterium planowania ich bezwykopowej rehabilitacji), opracowany w Katedrze Sieci i Instalacji Sanitarnych na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej.

2. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

2.1. Wdrażanie technologii powłok utwardzanych na miejscu (CIPP) we Włoszech

Technologia powłok utwardzanych na miejscu (CIPP), pomimo swojej długiej historii, we Włoszech została uznana za innowacyjną i nowatorską dopiero niedawno. Była ona stosunkowo mało znana większości projektantów oraz zarządców sieci kanalizacyjnych i wodociągowych, aż do czasu awarii akweduktu, która spowodowała brak wody w Mesynie na Sycylii.

Rozwiązaniem problemu zajęł się zespół techników z Reggio Emilia na czele z inż. Arnoldem Cekodhimą. Przekonał on odpowiednie władze, że zastosowanie technologii CIPP mogłoby w szybki i bezpieczny sposób rozwiązać problem transportu wody do pustych zbiorników retencyjnych w Mesynie.

Ekipa zajmująca się rehabilitacją zaproponowała odnowę przewodów dostarczających wodę do miasta przy użyciu rękawów z powłoką polietylenową, wzmocnionych włóknami syntetycznymi o wysokiej wytrzymałości (ryc. 2). Wybór ten był podyktowany faktem, że mogą być one wprowadzane w bardzo krótkim czasie i oddawane do użytku stosunkowo szybko.



Ryc. 2. Relining przy zastosowaniu powłoki polietylenowej, zbrojonej włóknami syntetycznymi o wysokiej wytrzymałości

Pomyślne zakończenie projektu w Mesynie dowiodło, że rękawy utwardzane na miejscu są skutecznym rozwiązaniem dla naprawy rurociągów, w związku z czym powinny być brane pod uwagę przez projektantów oraz urzędników zaangażowanych w zarządzanie i poprawę stanu sieci wodociągowej na terenie Włoch.

Jednak pomimo pomyślnego zastosowania technologii CIPP i innych technik w całym kraju, Włochy nadal

wykazują poważne opóźnienie we wdrażaniu technologii bezwykopowych, zwłaszcza w porównaniu do pozostałej części Europy. Wynika to głównie z braku wystarczającej wiedzy w tym zakresie.

Jedynym sposobem na zmianę sytuacji jest zachęcenie firm i instytucji do współpracy przy tworzeniu klasy specjalistów z zakresu metod bezwykopowych, która będzie pracować nad nowymi technologiami i materiałami ułatwiającymi rehabilitację istniejących rurociągów bez konieczności stosowania kosztownych wykopów.

2.2. Hydrodynamiczne czyszczenie przewodów kanalizacyjnych w Wiltshire w Anglii

Po zapadnięciu decyzji o otwarciu uczelni na terenie dawnej bazy lotniczej Ministerstwa Obrony (Ministry of Defence) w Lyneham konieczna okazała się rehabilitacja znajdującej się tam sieci kanalizacyjnej. Inspekcją i odnową odcinka sieci o długości



Ryc. 3. Urządzenie do hydrodynamicznego czyszczenia przewodów kanalizacyjnych

500 m zajęła się firma Wessex Water, będąca jej właścicielem.

Zespół Wessex Water rozpoczął swój program prac od inspekcji kanału ściekowego. Badanie to wykazało, że w kolektorze o średnicy 225 mm, wykonanym z żeliwa szarego, znajduje się kalcyt, który utworzył na ścianach rur warstwę o wytrzymałości zbliżonej do wytrzymałości betonu konstrukcyjnego. Osad powstał

w następstwie rozpuszczania przez wody podziemne i opadowe

połkadów wapieni, przez co spowodował ograniczenie przepływu ścieków w strefie dna kanału.

Zadaniem pracowników firmy Wessex Water było całkowite usunięcie warstwy kalcytu i przywrócenie odpowiedniej przepustowości przewodu. W celu zrealizowania inwestycji użyto robota UHP unit (Ultra High Pressure unit) firmy Underground Visions, który łączy w sobie system wysokociśnieniowego czyszczenia cienkim strumieniem wody oraz zdalnie sterowaną jednostką inspekcyjną CCTV, dzięki czemu możliwe było dotarcie do dowolnego miejsca w przewodzie. Robot UHP unit (ryc. 3) wykorzystuje ciśnienie do 24 tys. psi (ok. 165 MPa), stąd możliwe było precyzyjne odrywanie twardych przeszkód, takich jak drewno, beton i metale, czyli materiałów trudnych do usunięcia konwencjonalnymi technikami.

Podsumowując, przedsięwzięcie zakończyło się sukcesem, a ekipa czyszcząca usunęła 16 t kalcytu, nie uszkadzając materiału konstrukcyjnego rur. Projekt został zrealizowany bez żadnych komplikacji, a wykorzystanie technologii czyszczenia hydrodynamicznego, zamiast odkrywkowej wymiany sieci, pozwoliło na zaoszczędzenie ponad 400 tys. £.

2.3. Klimatyzacja dla centrum Honolulu

Projekt klimatyzacji zasilanej wodą morską w Honolulu (ryc. 4) jest częścią trwających prac mających na celu zapewnienie śródmieściu Honolulu przyjaznego środowisku systemu chłodzącego.

Inwestycja rozpoczęła się w 2011 r., a głównym wykonawcą została firma Kiewit-Mortenson JV. Do tej pory w projekcie używano mikrotunelowania do zainstalowania ujęć głębinowych, które będą przepompowywać chłodną wodę morską do stacji chłodzącej na wybrzeżu Kakaako. Od tego miejsca woda morska będzie przechodziła przez wymiennik ciepła, schładzając czystą wodę. Zimna woda trafi do sieci budynków w śródmieściu Honolulu, gwarantując w ten sposób system klimatyzacyjny niezależny od energii pozyskiwanej z paliw kopalnych do zasilania agregatów chłodniczych, pomp kondensacyjnych i wież chłodniczych.

Dużą rolę w realizacji tego projektu odegrała również firma Hawaii Geophysical Services (HGS), oferująca radarową

penetrację gruntu (GPR), lokalizację infrastruktury podziemnej wraz z nanoszeniem jej na mapy oraz wykonywanie wąsko-średnicowych wykopów w drodze za pomocą koparek ssących. Zgodnie z kontraktem, miała ona zlokalizować ok. 40 sieci podziemnych, które potencjalnie mogłyby zostać uszkodzone przez instalację okręgowej sieci klimatyzacyjnej. Dzięki połączeniu technologii oferowanych przez HGS udało się ustalić głębokość, rozmiar oraz odległość sieci od znanych punktów geodezyjnych. Na tej podstawie firma HGS sporządziła mapy z zaznaczoną zidentyfikowaną infrastrukturą podziemną.



Ryc. 4. Honolulu

Firma HGS korzysta z technologii bezwykopowych od 2006 r. i dostrzega wiele pozytywnych aspektów ich wykorzystywania, np. minimalne ograniczenia w ruchu ulicznym w porównaniu do technologii tradycyjnych, zmniejszenie wpływu realizacji na wygląd istniejącej infrastruktury, minimalizacja wpływu prowadzonych prac na środowisko naturalne, a przede wszystkim czystsze, bezpieczniejsze i szybsze wykonywanie prac.

Koszt całej inwestycji to ok. 250 mln USD, z czego prace firmy HGS pochłonęły ok. 160 tys. USD. Zakończenie wszystkich projektowanych prac przewidywane jest na rok 2017.

2.4. Projekt Thames Tideway Tunnel

Thames Tideway Tunnel, inaczej zwany Superkanałem, jest największym projektem dotyczącym infrastruktury wodnej w dziejach Wielkiej Brytanii. Prace rozpoczęto w grudniu 2015 r., kiedy na Tamizę wpłynęła pierwsza barka podtrzymująca dźwig (ryc. 5). Barka została ustawiona w miejscu docelowym przez dwie łodzie i do tej pory została użyta do przygotowania nowego mola, które będzie wykorzystywane w trakcie realizacji projektu. Drugim ważnym wydarzeniem dotyczącym tego projektu było otwarcie przez mera Londynu tunelu Lee, pierwszego skończonego unowocześnionego odcinka sieci kanalizacyjnej Londynu. Chociaż tunel Lee nie jest bezpośrednio związany z projektem Superkanału, to docelowo będzie włączony do jego infrastruktury i razem z nim będzie pełnił ważną funkcję. Dodatkowo na uwagę zasługuje fakt, że tunel Lee, znajdując się 75 m pod powierzchnią ziemi, jest najgłębiej wbudowanym tunelem w historii Londynu.



Ryc. 5. Transport barki podtrzymującej dźwig na miejsce budowy

Projekt Thames Tideway Tunnel (ryc. 6) obejmuje prace na 24 placach budowy w 14 dzielnicach Londynu, przejścia pod 1301 budynkami, budowę 75 mostów, 20 km ścian bocznych i 50 innych obiektów na rzece, 45 tuneli, 24 km gazociągów, 15 km wodociągów oraz 18 km kanalizacji. Na rycinie 7 pokazano tarczę do budowy tunelu Lee. Na jego trasie zostanie wybudowanych pięć komór o średnicach 17–25 m i głębokościach do 72 m.



Ryc. 6. Schemat tunelu Thames Tideway



Ryc. 7. Urządzenie tarczowe o przekroju kołowym wykorzystane do budowy tunelu Lee

Projekt Superkanału ma na celu zmniejszenie ilości ścieków trafiających do Tamizy. W tej chwili do tej głównej rzeki Londynu trafia 39 mln t nieoczyszczonych ścieków rocznie, natomiast dzięki inwestycji liczba ta zmniejszy się do ok. 2,5 mln t, a ilość ścieków ogólnospławnych docierających do rzeki zostanie zredukowana z obecnych 10 tys. do ok. 1000 t. Inwestycja Thames Tideway Tunnel wpłynie również na system londyńskiej komunikacji. Liczne mosty i tunele w 14 dzielnicach Londynu dadzą mieszkańcom i przedsiębiorcą większe możliwości logistyczne.

Tak ogromny projekt wymaga dużych nakładów finansowych. Przy realizacji inwestycji zatrudnienie już w tej chwili znalazło 800 osób, a inwestor przewiduje, że przy całym projekcie pracować będzie ok. 20 tysięcy. Całość prac ma się zakończyć w 2023 r., choć władze Londynu liczą na to, że inwestycja będzie gotowa minimum dwa lata wcześniej.

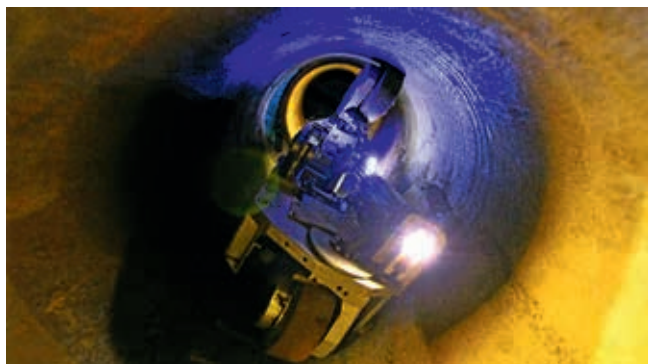
2.5. Odnowa magistrali gazowej w Edynburgu

Niedawno okazało się, że pilnej odnowy wymaga odcinek żeliwnego gazociągu o długości 1965 stóp (ok. 600 m) w Edynburgu. Magistrala ta jest częścią sieci dostarczającej gaz do przedsiębiorców i ludności zamieszkującej turystyczną część miasta.

Właściciel infrastruktury – firma SGN – zatrudniła firmę ULC Robotics do przeprowadzenia naprawy przy użyciu robota CISBOT (Cast Iron Joint Sealing Robot). Był to pierwszy raz, kiedy robot ten został wykorzystany w Edynburgu.

W związku z prowadzeniem projektu na gęsto zaludnionym obszarze istotne było, aby praca robota CISBOT nie zakłócała dostaw gazu do pobliskich przedsiębiorstw. Poza tym zajmowana przez urządzenie przestrzeń musiała być niewielkich rozmiarów, tak aby umożliwić nieprzerwany ruch pojazdów przez cały sześciotygodniowy okres trwania prac.

Wykorzystując tylko dwa punkty dostępu oraz wykonując 96% prac bezwykopowo, robotowi CISBOT udało się odnowić ponad 200 złączy na magistrali gazowej, która pozostała w użyciu przez cały czas trwania projektu.



Ryc. 8. Robot CISBOT w trakcie pracy

CISBOT (ryc. 8) wstrzykiwał beztlenowy środek uszczelniający do złączy w magistrali gazowej, tworząc uszczelnienie, które przedłuży żywotność przewodów o co najmniej 50 lat. Z jednego punktu wejścia robot był w stanie odnowić do 110 złączy.

Choć odnowa przewodu została pomyślnie zakończona, nie obyło się bez problemów. Jedną z głównych trudności była praca na terenie o gęstej zabudowie, z dużą liczbą restauracji, sklepów i firm. Niedogodnością był również wymóg klienta, że magistrala przez cały czas trwania robót rehabilitacyjnych miała pozostać w użyciu. Mimo to, dzięki zastosowaniu robota

CISBOT udało się uniknąć kosztownej i uciążliwej odkrywkowej wymiany przewodu.

2.6. Technologia HDD w Dreźnie

W związku z szybko rosnącą liczbą mieszkańców Drezno wymaga rozbudowy infrastruktury podziemnej. Na etapie jej projektowania w dzielnicy Lobtau nie wzięto pod uwagę doprowadzenia do niej szerokopasmowego przyłącza internetowego w postaci światłowodów. Duże zagęszczenie sieci podziemnych uniemożliwiło instalację przewodu metodą wykopową, dlatego zdecydowano się na wykorzystanie technologii bezwykopowej w postaci horyzontalnych przewiertów sterowanych (HDD). Do realizacji inwestycji użyto wiertnicy HDD Grundodrill 11XP firmy Tracto-Technik (ryc. 9).



Ryc. 9. Urządzenie Grundodrill 11XP

Największym wyzwaniem w trakcie realizacji projektu było przejście pod przewodem kanalizacyjnym o średnicy 600 mm, jednak dzięki zastosowaniu technologii lokalizacyjnej Digitrak F5 udało się ominąć zarówno tę przeszkodę, jak i cały szereg innych. Do wykonania inwestycji zastosowano specjalnie zaprojektowaną głowicę wiertniczą do gruntów spoistych o średnicy 80 mm. Charakterystyka wykorzystanej głowicy oraz dobre przygotowanie płynu wiertniczego pozwoliły na wciągnięcie przewodu bez rozwiercania wcześniej wykonanego przewiertu.

Wykorzystanie technologii bezwykopowej – horyzontalnych przewiertów sterowanych (HDD) – umożliwiło wykonanie 365 m przewodów w niespełna 30 godzin ze średnią prędkością 12,16 m/h. Całość prac związanych z inwestycją trwała tylko trzy dni.

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

3.1. Firma Applied Felts

Firma Applied Felts oferuje najwyższej jakości powłokę CIPP AquaCure PS® (ryc. 10) dla rur kanalizacji ciśnieniowej oraz ciśnieniowych przewodów wodociągowych transportujących wody nieprzeznaczone do spożycia. Powłoka charakteryzuje się bardzo wysoką odpornością na ciśnienie wewnętrzne przy zachowaniu najlepszych możliwych parametrów hydraulicznych i konstrukcyjnych.



Ryc. 10. Przekrój przez przewód z zastosowaną powłoką AquaCure PS®

3.2. Firma American Augers

Firma American Augers promuje swoją nową wiertnicę HDD o nazwie DD-110 (ryc. 11). Wiertnica dysponuje mocą 20 337 Nm momentu obrotowego, a przegubowo zainstalowana kabina operatora daje wyjątkową widoczność i komfort. Wprowadzono też nowe rozwiązania wspomagające przejście przez wszystkie rodzaje gruntu, np. tłok obrotowy oraz metalową obudowę silnika, umożliwiającą łatwy dostęp i trwałość.



Ryc. 11. Wiertnica HDD, The DD-110, firmy American Augers

3.3. Herrenknecht Tunnelling Systems

Firma Herrenknecht poleca swoje urządzenia do mikrotuningu AVN, pozwalające na wbudowywanie rur o średnicach 0,4–4 m i długości ponad 1 km w każdych warunkach gruntowych, zarówno pod naporem wód gruntowych, jak i przy małych promieniach krzywizny.

3.4. Grupa Raedlinger

Grupa Raedlinger oferuje swoją technologię Primus Line do odnowy przewodów magistralnych infrastruktury podziemnej. Technologia ta pozwala wykonywać powłoki przy łukach o odchyleniu nawet do 45° na długości do 2,5 km z prędkością 200 m/h oraz uzyskiwać oszczędność nawet do 50% kosztów w porównaniu do odnowy przewodu metodą tradycyjną.

3.5. Firma Channeline

Firma Channeline specjalizuje się w rekonstrukcyjnej odnowie przewodów kanalizacyjnych w formie modułów z żywicy polimerowych wzmocnionych włóknem szklanym (GRP). Na szczególną uwagę zasługuje fakt wykonywania modułów o wszystkich przekrojach, nawet nietypowych. Zastosowanie technologii firmy Channeline gwarantuje polepszenie parametrów hydraulicznych odnawianego przewodu, odporność na korozję, uderzenia, ścieranie oraz wydłużenie czasu eksploatacji przewodu o 50 lat.

3.6. Firma Mears

Firma Mears zajmuje się projektowaniem i wykonawstwem konwencjonalnych przewiertów HDD, przewiertów w litej skale oraz wbudowywaniem przewodów technologią Direct Pipe.

3.7. Firma KRE Engineering Services

Firma KRE Engineerin Services oferuje robota z frezem (ryc. 12), zasilanego silnikiem na sprężone powietrze, z głowicą umożliwiającą obrót o 360°, mogącego pracować w średnicach 150–300 mm.



Ryc. 12. Robot z frezem firmy KRE Engineering Services

3.8. Firma Transco MFG Australia PTY. Ltd.

Pierwszym z promowanych przez firmę Transco MFG Australia PTY. Ltd. urządzeń jest poszerzacz typu hole opener o wielkości 28" (711 mm), który został wykorzystany do wykonania otworu w skale bazaltowej dla wbudowania magistrali wodociągowej o długości 1450 m w Hongkongu. Poszerzacz przedstawia rycina nr 13.



Ryc. 13. Poszerzacz o wielkości 28" firmy Transco MFG Australia PTY. Ltd.

Drugim urządzeniem jest świder gryzowy, produkowany w dwóch nowych wielkościach, tj. 9-7/8" oraz 12-1/4". Świder gryzowy przedstawiono na rycinie 14.



Ryc. 14. Świder gryzowy firmy Transco MFG Australia PTY. Ltd.

3.9. Wiertnica D23x30 S3 Navigator firmy Vermeer

Firma Vermeer prezentuje wiertnicę HDD S3 Navigator (ryc. 15), która powstała z myślą o wbudowywaniu światłowodów w miastach, dzielnicach biurowych oraz innych obszarach o dużej gęstości zabudowy. Sprzęt ten ma za zadanie podołać nowym wyzwaniom stawianym wykonawcom. Wiertnice serii S3 umożliwiają szybsze i efektywniejsze wciąganie przewodów



Ryc. 15. Wiertnica D23x30 S3 Navigator firmy Vermeer

światłowodowych. Posiadają silnik Tier 4 Final, spełniający normy emisji zanieczyszczeń zarówno w Ameryce Północnej, jak i Europie, a ich układ hydrauliczny zapewnia możliwie największą wydajność i optymalne wykorzystanie mocy silnika. Aby spełnić wymagania w zakresie wysokiej wydajności przy mniejszych wymiarach urządzenia, średniej wielkości wiertnica Vermeer D23x30 Navigator 11DD S3 oferuje szybkość wciągania 62,8 m/min (206 stóp/min) i prędkość obrotową rzędu 219 obr./min, co odpowiada parametrom uzyskiwanym przez większe wiertnice tej samej klasy. Wiertnica Vermeer D23x30 S3 ma gwarantowany poziom mocy akustycznej równy 99 dB i poziom mocy akustycznej odbieranej przez operatora wynoszący ok. 78,7 dB, co czyni ją jednym z najcichszych urządzeń wiertniczych na rynku. Redukcja hałasu ma za zadanie

nie zmniejszyć zmęczenie operatora, a także zminimalizować zakłócenia, na które narażeni są mieszkańcy i przedsiębiorstwa w sąsiedztwie placu budowy.

W odpowiedzi na zapotrzebowanie na łatwe w obsłudze wiertnice, Navigator 11DD S3 jest wyposażony w joysticki, które w przyszłości staną się standardem we wszystkich urządzeniach firmy Vermeer. Zastosowanie joysticków pomoże zredukować czas szkolenia operatorów, którzy będą mogli obsługiwać różne urządzenia z tej serii bez dodatkowego przygotowania. System sterowania bazujący na CAN (Controller Area Network) oferuje mniejszą ilość okablowania i połączeń, a co za tym idzie, większą niezawodność. Wyświetlacze cyfrowe wiertnicy mogą być dostosowane tak, aby przedstawiać różne dane w zależności od wykonywanej aktualnie pracy.



Make things happen. **HOBAS**®

Profile niekołowe **HOBAS**®

- Produkt zgodny ze standardami międzynarodowymi.
- Najwyższa jakość potwierdzona przez instytucje niezależne.
- Możliwość wykonywania prac w czynnym kanale.
- Polepszenie parametrów wytrzymałościowych kanału.
- Poprawa właściwości hydraulicznych kanału.
- Renowacja odcinków łukowych.
- Trwałość, szczelność, niezawodność.

Naszym celem jest - zapewnić możliwie najlepsze rozwiązania, aby Twój projekt odniósł sukces!

www.hobas.com