

TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE

na sześciu kontynentach, cz. 24



tekst: **dr inż. AGATA ZWIERZCHOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, **inż. NATALIA GIEMZA**, **inż. ANNA ZEMSTA**, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki; 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 41. magazynu „Trenchless International”.

1. 36. Międzynarodowa Konferencja No-Dig w Kapsztadzie w RPA

Od 8 do 9 października 2018 r. przy wsparciu Międzynarodowego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych ISST (International Society for Trenchless Technology) oraz Południowoafrykańskiego Stowarzyszenia Technologii Bezwykopowych (SASTT) została zorganizowana 36. Międzynarodowa Konferencja No-Dig, połączona z wystawą. Wydarzenie to odbyło się w Międzynarodowym Centrum Kongresowym w Kapsztadzie. W konferencji wzięli udział m.in. projektanci, wykonawcy, producenci, dostawcy, a także instytucje publiczne oraz prywatne organizacje działające w różnych sektorach gospodarki. Obecni byli również liczni przedstawiciele świata nauki. Politechnikę Świętokrzyską i Polską Fundację Techniki Bezwykopowych reprezentowali prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski oraz mgr inż. Stanisław Nogaj. Tylko tych dwóch uczestników reprezentowało Polskę na tej konferencji. Przygotowany przez nich referat dotyczył polskich osiągnięć z zakresu bezwykopowej wymiany przewodów podziemnych, począwszy od pierwszej takiej inwestycji, zrealizowanej w 1993 r. Szczególnie dokładnie zaprezentowany został pierwszy polski projekt współautorstwa prof. Andrzeja Kuliczkowskiego i wykonany przez firmę, w której pełnił funkcję wiceprezesa, dotyczący bezwykopowej wymiany betonowych i żeliwnych przewodów

kanalizacyjnych w opcji powiększenia ich przekroju poprzecznego z 200 do 315 mm.

Międzynarodowe konferencje No-Dig organizowane są rokrocznie (co roku w innym kraju) i stanowią miejsce prezentacji najnowszych trendów w branży, a także dają możliwość zapoznania się z ofertą wielu światowych firm. Dodatkowo oferują możliwość wymiany pomysłów i udział w sesjach technicznych. Na wystawie zorganizowanej podczas 36. konferencji No-Dig zaprezentowano wiele nowoczesnych urządzeń, w tym wiertnice HDD, przebijaki, urządzenia do inspekcji rur, kamery CCTV, rury oraz rękawy stosowane w technologiach bezwykopowych.

Podczas konferencji No-Dig przyznawane są także prestiżowe nagrody No-Dig Awards za wybitne osiągnięcia w branży. Wydarzenie to odbyło się 8 października 2018 r. w najstarszym budynku Republiki Południowej Afryki – w Zamku Dobrej Nadziei w Kapsztadzie, liczącym 352 lata. Impreza została poprowadzona przez Południowoafrykańskie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowej, założone w 1992 r. Stowarzyszenie to zrzesza członków promujących technologie bezwykopowe. SASTT prowadzi aktywny dialog z wieloma organizacjami, jak np. Instytut Inżynierii Miejskiej Afryki Południowej, i zachęca Radę Rozwoju Budownictwa RPA do wdrażania technologii bezwykopowych.

2. Nadchodzące wydarzenia

2.1. No-Dig Down Under 2019

10–13 września 2019 r. w Melbourne w Australii odbędzie się XIII Konferencja Naukowo-Szkoleniowa połączona z wystawą No-Dig Down Under 2019. Jest to jedno z największych wydarzeń na świecie poświęcone technologiom bezwykopowym. Gromadzi nie tylko naukowców, firmy wykonawcze, dostawców materiałów technologii z obszaru Australazji, ale również z całego świata.

2.2. ISTT International No-Dig Italy 2019

We Florencji od 30 września do 2 października 2019 r. odbędzie się 37. Międzynarodowa Konferencja No-Dig Italy 2019. Wydarzenie ma na celu przybliżenie najnowszych technologii zarówno bezwykopowej budowy, jak i odnowy. Będzie możliwość pogłębienia wiedzy w czasie sesji z referatami naukowymi i technicznymi, a także wymiany doświadczeń wśród uczestników i wystawców. Konferencja połączona będzie z wystawą innowacyjnych produktów i technologii z zakresu inżynierii bezwykopowej. Ekspozycji towarzyszyć będą również specjalne pokazy na żywo.

2.3. No-Dig Poland 2020

22–24 kwietnia 2020 r. w Krakowie odbędzie się IX Międzynarodowa Konferencja Technologie Bezwykopowe

No-Dig Poland 2020, która w poprzednich ośmiu edycjach odbywała się w Kielcach Cedzynie. Zmiany lokalizacji konferencji dokonano w celu łatwiejszego dotarcia na nią uczestników zagranicznych, w szczególności z innych kontynentów. Konferencja, organizowana w cyklu dwuletnim, stanie się kolejną okazją do spotkań przedstawicieli świata nauki, producentów urządzeń, firm wykonawczych, do wymiany wiedzy i doświadczeń na temat najnowszych osiągnięć i możliwości technologii bezwykopowych. Najlepsze produkty i technologie, wyłonione w drodze konkursu, nagrodzone zostaną statuetkami EXPERT 2020. W trakcie konferencji zostaną także zaprezentowane referaty typowo szkoleniowe. Informacje na temat konferencji dostępne są na stronie www.nodigpoland.pl.

3. Najciekawsze realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

3.1. Projekt wymiany wodociągu azbestowo-cementowego w Tshwane w RPA

W 2017 r. w Tshwane w RPA zakończono projekt wymiany 1300-metrowego odcinka wodociągu, wykonanego z rur azbestowo-cementowych o średnicy DN 800. Inwestycja została zrealizowana z zastosowaniem metody przewiertu sterowanego HDD. W miejsce starego przewodu został wprowadzony nowy z polietylenu o wysokiej gęstości HD-PE o takiej samej średnicy. Budowa wymagała od wykonawców zrobienia przewiertu pod czynnymi przewodami elektrycznymi oraz drewnianymi słupami. Rozwiercenie starego przewodu i wprowadzenie na jego miejsce nowego okazało się rozwiązaniem najbardziej korzystnym ekonomicznie. Realizacja została przeprowadzona we współpracy grupy inżynierów z Aecom z podwykonawcą, firmą Trenchless Technologies.

Bardzo ważnym aspektem tego przedsięwzięcia było bezpieczne usunięcie azbestu. Plan wyeliminowania tego rakotwórczego materiału został zatwierdzony przez Południowoafrykański Departament Pracy. W projekcie zostały wykonane specjalne doły zlewne, wyłożone folią z tworzywa sztucznego, służące do przyjmowania płuczki bentonitowej zawierającej urobek oraz rozkruszone kawałki rur azbestowo-cementowych. Do

usunięcia zanieczyszczeń azbestowych wykorzystano system separacji płynu wiertniczego Kosun KMSR-250. Płyn wiertniczy po separacji od urobionego gruntu oraz odpadów azbestu wracał do obiegu i wspomagał proces wiercenia na każdym jego etapie.

W procesie rozwiercania zastosowano wiertnicę DD10 firmy American Auger oraz 6,1-metrowe żerdzie wiertnicze. Przewód wiertniczy został wprowadzony do wnętrza wodociągu z rur azbestowo-cementowych i osiągnął punkt wyjścia w niewielkim wykopie.

Nowy przewód wodociągowy wykonano z rur polietylenowych o średnicy DN 800, dostarczonych na miejsce budowy w odcinkach o długości 18 m. Rury połączono przez zgrzewanie doczołowe w 150-metrowe odcinki. Były wciągane w trzecim etapie robót i dołączane do przewodu wiertniczego przez specjalną głowicę i krętlik oraz rozwiertak. Wiertnica przeciągała przewód wiertniczy w kierunku do punktu wejścia usytuowanego obok wiertnicy. Rozwiertak rozwierał grunt oraz niszczył stary przewód wodociągowy z azbesto-cementu. Siła wciągania wyniosła 50 t, a moment obrotowy 982 Nm. Projekt ten zdobył nagrodę SASTT Joop van Wamelen 2017 za doskonałość.

3.2. Projekt bezwykopowej budowy kanału sanitarnego w Johannesburgu w RPA

Firma Tracto-Technik wraz z partnerem handlowo-serwisowym, firmą Octopus Electronics, zakończyła swój pierwszy wspólny projekt bezwykopowej instalacji w Johannesburgu w RPA. Przedsięwzięcie to wymagało zbudowania całkowicie nowego kanału sanitarnego ze względu na zły stan obecnej infrastruktury. Naprawa starych, skorodowanych przewodów stalowych, ułożonych wzdłuż ulic Willow i Pine, była całkowicie nieopłacalna, dlatego też zleceniodawca zdecydował o wbudowaniu nowego przewodu o długości 230 m, biegnącego równoległe do istniejącego. Bliskie sąsiedztwo budynków oraz innej infrastruktury uniemożliwiało przeprowadzenie prac w wykopach otwartych.

Za pomocą wiertnicy do przewiertów sterowanych Grundodrill 28N plus wbudowano kanał sanitarny o średnicy 450 mm, przebiegający pośród obszarów mieszkalnych. Otwór pilotowy, wiercony

w zwietrzałym piaskowcu, powstawał aż trzy dni. Kolejne trzy dni zajęło powiększenie średnicy otworu do 400 mm, a jeszcze następne dwa dni – powiększenie średnicy do 600 mm. W efekcie w rozwiercony otwór wprowadzono przewód polietylenowy o średnicy 450 mm. Proces wciągania trwał zaledwie 6 godzin. Cała inwestycja została zrealizowana w ciągu 15 dni wraz z pracami przygotowawczymi oraz końcowymi. Projekt zakończył się pełnym sukcesem.

3.3. Zastosowanie technologii HDD oraz pneumatycznego wbijania rur stalowych pod portem w Tauranga w Nowej Zelandii

W związku ze wzrostem liczby ludności w mieście Tauranga w Nowej Zelandii zaczęła zwiększać się ilość produkowanych ścieków. Miasto to liczy ponad 138 tys. mieszkańców, a ich liczba ciągle rośnie. W związku z tym rozważano rozbudowę istniejącej oczyszczalni ścieków przy Chapel Street lub budowę nowej oczyszczalni. Biorąc pod uwagę nowoczesne technologie bezwykopowej budowy przewodów podziemnych, zdecydowano się wykonać rurociąg obejściowy, który zmieniłby kierunek przepływu ścieków. Inwestycja taka pozwoliłaby na skierowanie nadmiernej ilości ścieków do istniejącej już oczyszczalni Te Maunga, zlokalizowanej w porcie w Tauranga.

Pierwsze fazy budowy rurociągu podziemnego rozpoczęto w 2005 r. Głównym wykonawcą została firma Hammerhead Trenchles. Trasa rurociągu prowadziła z Greerton do Memorial Park, a dalej przez port w Tauranga do Matapihi, gdzie końcowym odbiornikiem jest oczyszczalnia ścieków Te Maunga. Należy wspomnieć, że trasa planowanego rurociągu ma długość 1600 m i przechodzi pod portem, w środowisku morskim, wrażliwym ekologicznie. Bardzo ważne było więc zachowanie istniejącego stanu środowiska naturalnego oraz uniknięcie negatywnych oddziaływań na to środowisko podczas budowy tego odcinka przewodu kanalizacyjnego. W tym celu zaplanowano zastosowanie technologii przewiertu sterowanego HDD, która ograniczyłaby negatywny wpływ planowanej budowy na środowisko.

Realizacja obejmowała wprowadzenie w grunt stalowej obudowy, a następnie wciągnięcie do jej wnętrza rury z polietylenu (ryc. 1). Założono wprowadzenie



Ryc. 1. Widok na plac budowy w czasie przeciskania stalowych rur osłonowych oraz łączenia rur polietylenowych [1]

rur na głębokość 35 m pod dnem portu. Istniejące warunki gruntowe w okolicy punktu wejścia, gdzie rozpoczynano wiercenie, a mianowicie muł, niezagęszczone piaski, żwir, popiół wulkaniczny, a nawet pokłady rozkruszonych muszli, sprawiły wiele problemów z punktu widzenia zastosowania technologii HDD.

Dla stworzenia dogodniejszych warunków do wykonania wiercenia w tak trudnych warunkach gruntowych firma Hammerhead Trenchless zleciła firmie Always Boring wbudowanie stalowych rur osłonowych w miejscu punktów wejścia do wierconych otworów. Rury te wprowadzono w grunt, stosując metodę pneumatycznego wbijania. Always Boring zastosowała własne stalowe rampy do wbijania rur tak, by możliwe było zachowanie odpowiedniego kąta wejścia w zakresie od 10 do 14°, właściwego dla technologii HDD (ryc. 2). Stalowe obudowy były łączone ze sobą przez spawanie.

Przygotowania do zastosowania technologii HDD zajęły ok. dwa tygodnie. Otwory zostały wykonane 30 m od linii

brzegowej w takich miejscach, aby nie stwarzały problemów w komunikacji miejskiej.

Ze względu na fakt prowadzenia budowy w warunkach miejskich prace odbywały się w godzinach dziennych, od 7 do 17. Dodatkowo, by ograniczyć niedogodności dla mieszkańców, prace były prowadzone od poniedziałku do soboty, a poziom hałasu nie przekraczał 110 dB. Zastosowana forma obejścia rurociągu pozwoliła na zaoszczędzenie przez miasto Tauranga aż 35 mln USD (jest to szacunkowy koszt budowy dodatkowej oczyszczalni ścieków).

3.4. Budowa magistrali wodociągowej w technologii mikrotunelowania w Kilmarnock w Szkocji

W okolicach miejscowości Kilmarnock w Szkocji przedsiębiorstwo wodociągowe Scottish Water planowało wybudować magistralę wodociągową pod istniejącą linią kolejową. Mając na względzie liczne korzyści ze stosowania technologii bezwykopowych, zdecydowano się na bu-

dowę w technologii mikrotunelowania. Długość odcinka magistrali wodociągowej wbudowanej w tej technologii wynosiła 132 m. Całkowita długość planowanego rurociągu miała długość 13 km (pomiędzy stacją uzdatniania wody w pobliżu Fenwick a East Ayrshire). Całość projektu miała zostać wykonana ze środków finansowych (120 mln £) przeznaczonych na dostawy wody w ramach drugiej części projektu Scottish Water. Szacuje się, że inwestycja ta umożliwi dostawy wody pitnej do ok. 200 tys. mieszkańców.

Do budowy magistrali wodociągowej pod linią kolejową przedsiębiorstwo Scottish Water wraz z firmą Caledonia Water Alliance wykorzystało głowicę mikrotunelową o średnicy 1500 mm i długości 9 m. Prace ruszyły pod koniec kwietnia 2018 r. Przed rozpoczęciem robót mikrotunelowych wybudowano dwa szyby po obu stronach linii kolejowej. W czasie prac ziemnych przy wykonywaniu wykopów pod szyby usunięto 2500 t gruntu. W związku z ogromną różnicą poziomów terenu po obu stronach linii kolejowej, wykonano szyby startowy i odbiorczy o diametralnie różnych głębokościach: jeden o głębokości 3,5 m, drugi o głębokości 16,0 m (ryc. 3).

Magistralę wodociągową wbudowano z rur żelbetowych o długości 2,5 m i masie 4,9 t każda. Prace mikrotunelowe wykonywane były w tempie od 4 do 9 m tunelu dziennie. Wydobyto 1260 t urobku. W celu kontroli osiadania terenu zespół wykorzystał technologię laserową.

Na uwagę zasługuje fakt, że prace zostały zakończone przed terminem oraz to, że nie doszło do zakłóceń ruchu kolejowego. Zakończenie całego projektu budowy nowej sieci wodociągowej,



Ryc. 2. Wbijanie stalowych rur osłonowych przebijką pneumatycznym [1]



Ryc. 3. Plac budowy – widok na szyb startowy podczas opuszczania głowicy mikrotunelowej [1]

mierzącej łącznie 48 km, planowane jest w 2020 r.

3.5. Zastosowanie technologii bezwykopowych do budowy gazociągu w Albanii

Gazociąg budowany w ramach projektu Trans Adriatic Pipeline m.in. w Albanii okazał się jedną z najdłuższych budowli liniowych na świecie. Gazociąg ten ma transportować gaz z nowych kaspijskich pól naftowych Shah Deniz II w Azerbejdżanie. Planowana długość rurociągu gazowego to 878 km. Dodatkowo projekt ten okazał się nad wyraz skomplikowany, gdyż prace miały być prowadzone w terenie górzystym, a rurociąg poprowadzony pod wieloma rzekami (zaprojektowano 25 przejść pod rzekami). Gazociąg ma dostarczać do Europy 10 mld m³ gazu rocznie.

Z względu na wysoki stopień skomplikowania projektu zdecydowano się wykorzystać metody bezwykopowe. Zastosowano m.in. mikrotunelowanie, przewiertu sterowane, przeciski pneumatyczne rur oraz przeciski hydrauliczne.

Warto wspomnieć, że wykonywane prace były nadzorowane przez specjalistów z branży ochrony środowiska, dzięki czemu ograniczono negatywne oddziaływanie prac na jakość wód rzecznych oraz otaczające środowisko.

3.6. Rekord świata w zakresie długości wbudowanego przewodu w technologii Direct Pipe

Firma McConnell Dowell podjęła się wbudowania nowego rurociągu wylotowego w ramach modernizacji oczyszczalni ścieków Army Bay w miejscowości Whangaparaoa w Nowej Zelandii. Realizacja projektu rozpoczęła się w kwietniu 2018 r., a jego celem było zastąpienie starego ru-

ciągu o długości 2,8 km. Istniejący rurociąg musiał zostać nie tylko odnowiony, ale także powiększony ze względu na ciągle rosnącą populację ludności w tym rejonie, a co za tym idzie – ilość produkowanych ścieków. Nowy, większy rurociąg zwiększył możliwość transportowania oczyszczonych ścieków z 350 do 1400 l/s, zapewniając bezproblemową pracę zakładu.

Przeprowadzono instalację rurociągu o długości 2 km, przeciągając stalowe rury wzdłuż wyznaczonej wcześniej trasy. Zastosowano technologię Direct Pipe, która łączy w sobie elementy mikrotunelowania oraz przewiertów sterowanych. Projekt ten ustanowił nowy rekord świata w długości wbudowanego jednorazowo odcinka w technologii Direct Pipe, pobił 13 lipca 2018 r. poprzedni rekord z Teksasu w USA, wynoszący 1495 m.

3.7. Bezwykopowa odnowa 104-letniego kanału sanitarnego w Geelong w Australii

Część sieci kanalizacyjnej w Geelong, drugim co do wielkości mieście stanu Victoria w Australii, wymagała rehabilitacji. 104-letni kanał tej sieci został wytypowany do odnowy jako najpilniejszy. Kanał ten ułożony był w obszarze centrum handlowego i szpitala. Jego przekrój był jajowy i zmieniał się od 1000 mm wysokości i 650 mm szerokości do 1075 mm wysokości i 740 mm szerokości. Do renowacji wybrano technologię CIPP ze względu na fakt, że odnowa kanału za pomocą rękawa mogła zostać wykonana w bardzo krótkim czasie. Ważne było również, że technologia ta jest znana i stosowana do odnowy przewodów o przekroju jajowym od ponad 45 lat.

Głównym wykonawcą realizacji została firma Insituform Pacific (ryc. 4). Jednym z wyzwań projektu było wykonanie bąpasów przerzucających ścieki do innych



Ryc. 4. Urządzenia do renowacji w technologii CIPP w czasie pracy [1]

części kanału, wyłączających poddawany renowacji kanał z transportu ścieków. Rękawy CIPP o łącznej długości ponad 2000 m wbudowano w pięciu instalacjach. Dodatkową trudnością instalacji była głębokość ułożenia przewodu, która wynosiła od 4 do 30 m, a także fakt, że kanał w czasie ponad stuletniej eksploatacji nigdy nie był czyszczony.

3.8. Trenchless Technology Center przeprowadzi badania nad emisją substancji chemicznych na zlecenie NASSCO

NASSCO (National Association of Sewer Service Companies – Narodowe Stowarzyszenie Firm Obsługujących Sieci Kanalizacyjne) ogłosiło konkurs na opracowanie badań dotyczących emisji substancji chemicznych w czasie instalacji powłok CIPP. Spośród zgłoszonych wniosków wyłoniono opracowanie wstępne przygotowane przez Trenchless Technology Center (TTC – Centrum Technologii Bezwykopowych) działające przy Uniwersytecie Technicznym w Luizjanie i ośrodkowi temu powierzono przeprowadzenie badań szczegółowych w tym temacie. W badaniach będą również uczestniczyli badacze z U.S. Army Engineer Research and Development Center. TTC od prawie 30 lat prowadzi badania naukowe w zakresie technologii bezwykopowych, a przeprowadzone badania dotyczące emisji chemicznej w czasie instalacji powłok CIPP będą miały niewątpliwie ogromny wpływ na bezpieczeństwo prowadzonych prac. Projekt ma na celu określenie poziomu emisji styrenu oraz innych związków organicznych w czasie instalacji powłok na sześciu budowach, różniących się parametrami instalowanych powłok. Pomiary będą wykonywane przed instalacją, w czasie i po instalacji. Zastosowane będzie również modelowanie, które uwzględni różne warunki meteorologiczne i określi potencjalne ryzyko zachorowania przez pracowników.

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

4.1. Aussie Trenchless – spiralnie zwijana uźebrowana taśma SRP EXP oraz metoda PST

Firma Aussie Trenchless opracowała metodę rehabilitacji rurociągów o nazwie SRP EXP. Metoda ta polega na tworzeniu powłoki we wnętrzu odnawianego



Ryc. 5. Urządzenie nawijające [1]

przewodu przez spiralne zwijanie uzbrowowanych taśm z profili PCW. Służy do renowacji przewodów kanalizacyjnych o przekroju kołowym w zakresie średnic od 150 do 1200 mm. Zaletą tej metody jest fakt, że może być stosowana w rurociągach o różnej średnicy. Bardzo łatwy jest też montaż powłoki we wnętrzu odnawianego przewodu, wykorzystuje się tu bowiem urządzenie nawijające (ryc. 5). Warte podkreślenia jest, że metoda SRP EXP nie wymaga wypompowywania ścieków z kanalizacji, a po odnowie poprawia hydraulikę przewodu.

Drugą nowością wprowadzoną na rynek przez firmę Aussie Trenchless jest metoda PST (*pipe segment technology*), która została stworzona z myślą o od-

nowie przewodów kanalizacyjnych grawitacyjnych przełazowych. W metodzie tej stosowane są przezroczyste panele (segmenty) okładzinowe wykonane z polipropylenu (PP). Panele te podawane są ręcznie przez studzienki kanalizacyjne do odnawianego kanału. We wnętrzu kanału z poszczególnych paneli-segmentów składane są przekroje rurowe i łączone za pomocą specjalnych łączników. Dla kanałów ułożonych na znacznych głębokościach lub znacznie obciążonych, np. obciążeniem zmiennym użytkowym od pojazdów kołowych, konstrukcję z segmentów polipropylenowych wzmacnia się elementami stalowymi. Po złożeniu segmentów uzyskiwana jest gładka powierzchnia wewnętrzna, co poprawia

warunki hydrauliczne przepływu ścieków. Do zalet tej metody zalicza się łatwość i krótki czas montażu, możliwość instalacji w trudno dostępnych miejscach. Metodę tę można stosować w przewodach o przekrojach kołowych, kwadratowych oraz jajowych.

4.2. Horizontal Technology – system sterowania i kontroli dla technologii przewiertów sterowanych

Firma Horizontal Technology zaprezentowała nowy system sterowa-

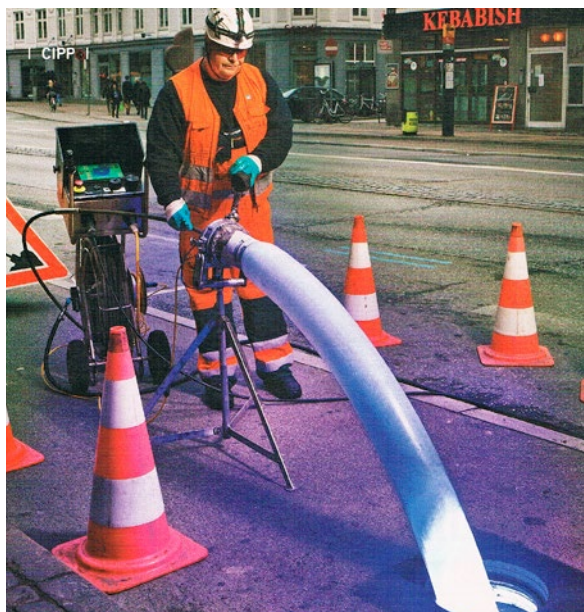
nia i kontroli przewiertów – Data TraX Azimuth while Rotating Tool (DART). System ten wykorzystuje żyrokompas do monitorowania poprawności wykonania otworu pilotowego. Ważną cechą systemu jest też możliwość gromadzenia i analizowania większej liczby danych uzyskiwanych w czasie wiercenia otworu. Algorytm systemu umożliwia wyznaczenie zarówno azymutu, jak i inklinacji trajektorii otworu pilotowego w danym punkcie pomiarowym w czasie obrotu narzędzi urabiających grunt. System pozwala również na pomiar i rejestrację ciśnienia w otworze wiertniczym, sił działających na przewód wiertniczy, a także czasu pracy pomp.

4.3. Bluelight LED – system do renowacji małych średnicowych kanałów i przykanalików

System Bluelight LED jest opatentowaną przez firmę Per Aarsleff technologią CIPP, która wykorzystuje światło emitowane przez diody ledowe do utwardzania rękawów renowacyjnych (ryc. 6). W porównaniu do innych metod utwardzania rękawów, np. parą wodną, jest to bardzo szybki proces. Ośmiometrowy odcinek kanału poddawanego renowacji może być utwardzony w ciągu 10–15 minut. Głównym elementem systemu jest cylindryczna głowica z diodami led, w której zainstalowana jest kamera. Bluelight stosuje się do odnowy przewodów o średnicach od 100 do 250 mm, umożliwia on pokonywanie łuków o kącie do 90°. W technologii tej stosuje się specjalne żywice utwardzane światłem o długości fali 450 nm (światło niebieskie). Tempo prac polegających na utwardzaniu rękawów wynosi od 0,3 do 1,33 m na minutę.

Literatura

- [1] „Trenchless International” 2018 (Autumn), no. 41.
- [2] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. nauk. A. Kulczkowski. Wydawnictwo Seidel – Przywecki Sp. z o.o. Warszawa 2010.
- [3] www.aussietrenchless.com
www.horizontaltech.com
- [4] www.latech.edu/research-enterprise/centers-of-excellence/trenchless-technology-center
- [5] www.nodigdownunder.com
- [6] www.nodigflorence2019.com
- [7] www.nodigpoland.pl



Ryc. 6. Utwardzanie rękawa w technologii Bluelight [1]