

TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE

na sześciu kontynentach, cz. 17



tekst: **dr hab. inż. prof. PŚk EMILIA KULICZKOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska, Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, **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*, przygotowywanym we współpracy z Polską Fundacją Techniki Bezwykopowych, zrzeszoną w Międzynarodowym Stowarzyszeniu Technologii Bezwykopowych, prezentujemy zakres tematyki, jaka została przedstawiona w 35. numerze czasopisma „Trenchless International” z 2017 r.

1. Wybrane konferencje dotyczące technologii bezwykopowej budowy i odnowy

1.1. Konferencja w Chinach

Od 14 do 16 kwietnia 2017 r. w Jiangsu Sheng odbywała się XXI Międzynarodowa Konferencja Technologii Bezwykopowych. Gospodarzami wydarzenia było Chińskie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych (CSTT) działające we współpracy z Międzynarodowym Stowarzyszeniem Technologii Bezwykopowych (ISTT).

Konferencja od wielu lat cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem, m.in. na skutek szybkiego rozwoju chińskiego rynku technologii bezwykopowych. Jednym z najciekawszych punktów zrealizowanego programu konferencji była wycieczka do lokalnego oddziału firmy Jiangsu Gudeng Engineering Equipment, specjalizującej się w produkcji oraz sprzedaży wiertnic HDD.

1.2. Warsztaty w Anglii

Kolejnym wydarzeniem były jednodniowe warsztaty poruszające tematykę przewiertów sterowanych, zorganizowane przez Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych Wielkiej Brytanii (UKSTT). Wydarzenie odbyło się 4 maja 2017 r. w Narodowym Muzeum Motoryzacji niedaleko Birmingham. Instytucjami, które współuczestniczyły w organizacji, były British Drilling Association (BDA) i Future Water Association (FWA). Warsztaty prowadzili uznani lokalni i światowi eksperci. Główne tematy to adaptacja przewiertów sterowanych do sieci przewodów grawitacyjnych, a także zastosowanie bentonitu i polimerów w tej technologii.

1.3. Światowy Kongres Technologii Bezwykopowych

25–27 września 2017 r. odbyła się w Medellin w Kolumbii organizowana przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych ISTT i Kolumbijski Instytut Technologii

Bezwykopowych (CISTT) 35. Międzynarodowa Konferencja pod nazwą Światowy Kongres Technologii Bezwykopowych, na której prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, reprezentujący Politechnikę Świętokrzyską, wygłosił referat *Bezpieczeństwo konstrukcyjne przewodów wodociągowych*, współautorstwa dr hab. inż. Emilii Kuliczkowskiej i dr inż. Anny Parki. Na kongresie promowana była VIII Międzynarodowa Konferencja *Technologie bezwykopowe No-Dig Poland 2018*, organizowana przez Polską Fundację Techniki Bezwykopowych (PFTT) i ISTT wspólnie z Politechniką Świętokrzyską, która odbędzie się w Kielcach Cedzynie 18 i 19 kwietnia 2018 r. Konferencji towarzyszyć będzie wystawa, a także zostaną wręczone statuetki Expert 2018 firmom z branży technologii bezwykopowych za innowacyjność ich produktów i technologii z zakresu budowy i odnowy sieci podziemnych.

2. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

2.1. Renowacja instalacji wewnątrz budynków metodą CIPP w Wielkiej Brytanii

Stosowanie powłok utwardzanych na miejscu (CIPP) w renowacji wewnętrznych instalacji kanalizacyjnych w budynkach coraz bardziej zyskuje na popularności w ostatnich latach, będąc jednocześnie jedyną metodą powszechnie akceptowaną przez ekspertów z branży. Technologia ta umożliwia renowację całej instalacji w zakresie średnic DN 50–250 i zarazem jednoczesną pracę przy wszystkich pionach instalacyjnych. Pomimo że najczęściej stosowanym w Europie materiałem instalacyjnym jest żeliwo, metoda ta jest równie skuteczna w przypadku innych materiałów.

Przed przystąpieniem do prac konieczne jest sprawdzenie wszystkich przewodów znajdujących się w mieszkaniach pod względem występowania uszkodzeń oraz ich zdokumentowanie.

Proces renowacji rozpoczyna się czyszczeniem rur, począwszy od najniższego piętra, przez przeciąganie przez rury specjalnych łańcuchów umożliwiających mechaniczne usuwanie osadów. Czyszczenie mechaniczne wspomagane jest płukaniem przewodów wodą dla usunięcia zanieczyszczeń. W przypadku ryzyka zalania spowodowanego uszkodzeniami instalacji możliwe jest usuwanie zanieczyszczeń bez użycia wody. Zanieczyszczenia mogą być wtedy usuwane przez wytworzenie podciśnienia. Ostatnim etapem przygotowawczym jest inspekcja CCTV w celu zlokalizowania potencjalnych przeszkód.

Wprowadzanie powłoki renowacyjnej CIPP rozpoczyna się od najwyżej położonego punktu pionu – najczęściej jest wykonywana z poziomu dachu. Po zakończeniu prac powłoka jest pozostawiana na noc do utwardzenia. Metoda ta obecnie jest często stosowana we wszystkich rodzajach budynków.

2.2. Tunele ściekowe pod Mekką w Arabii Saudyjskiej

W związku ze stałym wzrostem liczby mieszkańców oraz ponad 2,5-milionową rzeszą wiernych, którzy co roku pielgrzymują do świętego miasta islamu (ryc. 1), w 2014 r. Narodowa Spółka Wodna Arabii Saudyjskiej zdecydowała się na rozbudowę infrastruktury podziemnej Mekki. Głównym elementem planowanych inwestycji był projekt trzech tuneli ściekowych o łącznej długości 4,5 km, zapewniających bezpieczne usuwanie powstających ścieków. Na potrzeby realizacji założonych celów wykorzystano m.in. dwie maszyny drążące (EPB-TBM) o średnicy 3,51 m każda, dostarczone przez niemiecką firmę Herrenknecht.

Głównymi utrudnieniami była konieczność wykonania ostrych łuków, które niekiedy miały promień rzędu 80 m oraz musiały przebiegać pod ruchliwymi obwodnicami miasta. Najistotniejszym z punktu widzenia zamawiającego aspektem projektu była konieczność respektowania świętości miejsca, z tego powodu wszyscy pracownicy musieli być muzułmanami. Sytuacja ta



Ryc. 1. Sanktuarium w Mekce



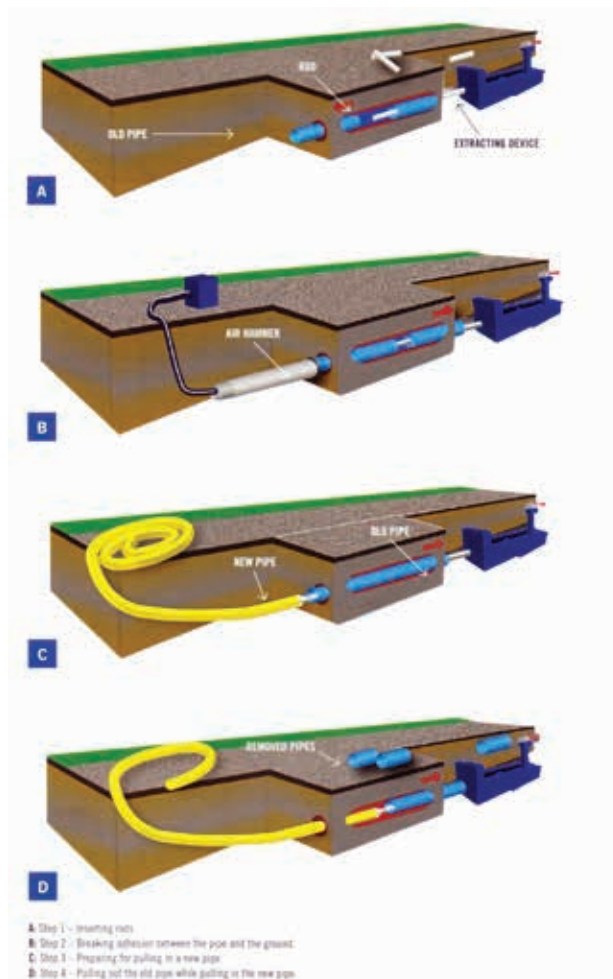
Ryc. 2. Maszyna drążąca EPB-TBM

wymagała intensywnych szkoleń z zakresu obsługi maszyn drążących oraz zapewnienia stałego wsparcia technicznego przez firmę Herrenknecht w trakcie wszystkich najtrudniejszych elementów wierceń. Wsparcie to było realizowane w formie transmisji na żywo z wnętrza kabiny kontrolnej maszyny drążącej do siedziby firmy znajdującej się w Schwanau. Na sfinalizowanie kontraktu w terminie będzie miało również wpływ specjalne zestawienie zastosowanych urządzeń, które składają się z 10 krótkich i elastycznych segmentów ułatwiających pokonywanie łuków (ryc. 2). Na chwilę obecną nie jest znany termin zakończenia prac.

2.3. Bezwykopowa wymiana przewodów w Japonii

Japońska firma Iwashita Sangyo KK opracowała nową metodę bezwykopowej wymiany przewodów polietylenowych i stalowych – HKIM. W odróżnieniu od znanych metod, takich jak Pipe Bursting, technologia HKIM pozwala na całkowite usunięcie przewodu z gruntu i zastąpienie go nowym rurociągiem PE, jednocześnie umożliwiając poszerzenie otworu nawet trzykrotnie.

Opracowanie tej technologii było podyktowane starzeniem się istniejących rurociągów gazowych w Japonii. Ich wymiana tradycyjnymi metodami powodowała pozostawienie w gruncie odpadów w postaci odłamków starych przewodów, które mogłyby stanowić problem w przyszłości. Metoda ta jest rozwijana stale od 1998 r., co pozwoliło na zgłoszenie jej w 2016 r. do nagrody No-Dig Award w kategorii nowa maszyna.



Ryc. 3. Etapy wykonania wymiany przewodów polietylenowych i stalowych metodą HKIM

Proces wydobycia starego przewodu (ryc. 3) polega na wykorzystaniu młota pneumatycznego w celu wypchnięcia starego rurociągu oraz zerwania przyczepności między rurą a gruntem. Pozwala to na bezpieczne usunięcie przewodu przy użyciu minimalnej siły bez powodowania jakichkolwiek uszkodzeń.

2.4. HDD na australijskim Surf Coast

W 2015 r. sukcesem zakończyła się wymiana kanału kanalizacyjnego o długości 700 m (ryc. 4) w oczyszczalni ścieków w Anglesea. Za wykonanie prac odpowiada Dunstons Construction Group, australijski wykonawca przewiertów HDD.

Powodem wykonania wymiany przewodów było zapadnięcie się części klifu, kiedy to spadające fragmenty uszkodziły jedną z rur oczyszczalni, odprowadzającą oczyszczone ścieki do oceanu. Sytuacja wymagała natychmiastowego działania dla zapewnienia stabilnej utylizacji ścieków, a także ze względu na to, że uszkodzony przewód znajdował się na terenie parku narodowego Point Addis Marine National Park. Prace musiały podlegać ścisłemu harmonogramowi, tak samo jak praca oczyszczalni, aby zminimalizować negatywne oddziaływanie na środowisko.

Do realizacji projektu wykorzystano metodę przewiertów strowanych, stosując największą wiertnicę gąsienicową dostępną w Australii. Podczas instalacji nowej 355-milimetrowej rury PE-HD zastosowano innowacyjną metodę zatykania i rozwiercania otworu pilotażowego w celu otwarcia otworu, zapobiegając przy tym przedostaniu się płynu wiertniczego i zwiercin do oceanu w pobliżu parku narodowego. Nowy przewód został przetransportowany drogą morską i wciągnięty od strony oceanu. Firma zaprojektowała i wyprodukowała również 18-metrowy dyfuzor, przymocowany do dna morskiego, na końcu rury HDD, pozwalający na maksymalne rozcieńczenie wody recyrkulacyjnej klasy drugiej, którą produkuje oczyszczalnia.

Rurociąg został uruchomiony po trzech miesiącach od rozpoczęcia projektu.



Ryc. 4. Realizacja projektu wymiany kanału kanalizacyjnego w parku narodowym nad oceanem

2.5. Tunelowanie w Andach

Obecnie trwają prace nad projektem Los Condores, zlokalizowanym 360 km na południe od stolicy Chile, Santiago, obejmującym budowę nowej elektrowni o mocy 150 MW oraz sztolni. Za wykonanie sztolni odpowiada firma Ferrovial Agroman, która już ukończyła dużą część tego 12-kilometrowego obiektu z wykorzystaniem maszyny firmy Robbins (ryc. 5) służącej do

drążenia tuneli. Licząca 4,56 m długości maszyna Double Shield wykonuje dwie części sztolni – pierwszą o długości 6 km i drugą o długości 4,4 km.

Część znajdująca się między dwoma odcinkami tuneli zostanie wykonana przy użyciu robót strzałowych, łącząc tunele i wydłużając ich całkowitą długość do ok. 12 km. Największym wyzwaniem tego projektu jest jego lokalizacja, gdyż realizowany jest na terenie lesistym i skalnym, położonym 2500 m n.p.m. Powoduje to liczne problemy związane z transportem maszyn i pojazdów drogami gruntowymi oraz górkimi.

Podczas wykopu maszyna wykłada tunel betonowymi tubingami o grubości 25 cm i długości 1,2 m na zasadzie cztery plus jeden i obecnie przebiega to w tempie do 1,25 pierścienia na godzinę odwiertu. Załogi pracują na dwie 10-godzinne zmiany, 4 godziny dziennie przeznaczone są na prace konserwacyjne. Do stycznia 2017 r. maszyna ukończyła odwiert 900-metrowej sztolni dojazdowej, jak również dokonała ogromnych postępów przy pierwszej części sztolni ciśnieniowej.



Ryc. 5. Głowica wykorzystana do drążenia tuneli w Andach

2.6. Prezydencki rurociąg w Waszyngtonie

Ostatnio miała miejsce renowacja rękawem (CIPP) połączenia komunikacyjnego w Białym Domu w Waszyngtonie, było to pierwsze zastosowanie metody bezwykopowej w ponad 200-letnim budynku. Za wykonanie odpowiadał certyfikowany instalator Flow-Liner. Naprawa została wykonana pod najbardziej charakterystycznym pomieszczeniem w Białym Domu – gabinetem Ovalnym w Zachodnim Skrzydle budynku. Wykonawca został polecony do tej realizacji przez jednego z największych wykonawców rządowych w USA, który niedawno pracował nad wymianą przewodów podziemnych w morskiej bazie wojskowej USA.

Podczas poszukiwań najlepszej metody nieinwazyjnej naprawy 4-calowego przewodu telekomunikacyjnego o średnicy 101,6 mm wykonawca stwierdził, że nie istnieje możliwość jego wymiany ze względu na lokalizację. Wymiana wiązałaby się z wykonaniem wykopu i wyburzeniem części betonowych podłóg i ścian wzmocnionych blachą stalową w piwnicy i na pierwszym piętrze budynku, bezpośrednio pod gabinetem Ovalnym.

Przed wykonaniem renowacji przeprowadzono diagnostykę przewodu metodą CCTV, na podstawie której określono, że trasa przewodu przebiega ok. 13,7 m pod pierwszym piętrzem Zachodniego Skrzydła, z kilkoma łukami w różnych kierunkach.



Ryc. 6. System Flow-Liner CIPP

Realizacja była utrudniona przez wiele czynników, pierwszym z nich były niekorzystne warunki pogodowe związane z huraganem Sandy, który dotknął teren Waszyngtonu. Kolejną przeszkodą była wzmożona ochrona i procedury bezpieczeństwa, wymagające przejścia przez pracowników specjalnego szkolenia oraz dokładne sprawdzenie samochodu i wykorzystywanego sprzętu. Ochrona Białego Domu nie wyraziła zgody na robienie zdjęć wewnątrz i na zewnątrz budynku. Służby Secret Service udostępniły ekipie osobne aparaty cyfrowe do wykonywania zdjęć instalacji. Wszystkie zdjęcia musiały zostać przez nich sprawdzone przed ich udostępnieniem i uznane za jawne.

Pomimo licznych utrudnień naprawa została zakończona zgodnie z ustalonym terminem. Przewód Flow-Liner CIPP (ryc. 6) został zainstalowany w ciągu jednego dnia. Ściany i podłogi Białego Domu pozostały nienaruszone, wszystko odbyło się bez zakłóceń dla prezydenta i jego pracowników.

2.7. Bezwykopowa odnowa kolektora kanalizacyjnego już wcześniej bezwykopowo odnowionego w Melbourne w Australii

Problem bezwykopowej odnowy przewodów kanalizacyjnych już wcześniej bezwykopowo odnowionych będzie pojawiać się z upływem czasu coraz częściej. Stanowił on przedmiot referatu wygłoszonego na 24. Międzynarodowej Konferencji organizowanej przez ISTT w Brisbane w Australii w 2006 r. przez prof. Andrzeja Kuliczowskiego. Poniżej opisano przykład kolejnej takiej odnowy, który miał miejsce również w Australii – w Melbourne.

Odcinek żelbetowego kolektora kanalizacyjnego o średnicy 750 mm poddano bezwykopowej rehabilitacji przy zastosowaniu rur GRP, ale po pewnym czasie okazało się, że należy go ponownie odnowić. Biorąc pod uwagę wymogi hydrauliczne, zastosowano bezwykopową metodę wymiany, tzw.



Ryc. 7. Rura polietylenowa DN 800 zastępująca istniejący kanał żelbetowy, już wcześniej poddany bezwykopowej rehabilitacji

dynamiczny Pipe Bursting. Istniejący kanał zastąpiono nowym, wykonanym z 12-metrowych rur polietylenowych o średnicy 800 mm. Mimo iż wystąpiło szereg trudnych problemów realizacyjnych, wymiana kolektora na nowy zajęła zaledwie ok. 3 godzin.

3. Firmy promujące się w „Trenchless International”

3.1. HammerHead

Firma HammerHead oferuje swoje urządzenia wykorzystywane w technologiach bezwykopowej wymiany przewodów.

3.2. Grupa Readlinger

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

3.3. MearsHDD

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

3.4. ProKASRO

Firma ProKASRO oferuje „ultrafioletowy pociąg” dla zakresu średnic DN 1000–1600 oraz robota z modułami szlifierskimi i frezarskimi dla średnic DN 130–400.

3.5. Aussie Trenchless Supplies

Firma Aussie Trenchless Supplies oferuje swoją technologię bezwykopowej renowacji przewodów kanalizacyjnych spiralnie zwijanymi uźebrowanymi taśmami SRP EXP. Technologia umożliwia szybkie wykonanie prac, gwarantując wysoką szczelność przed wodami infiltracyjnymi. Zastosowana taśma wykonana jest z PVC niezawierającego ołowiu i może być stosowana do przewodów kanalizacyjnych o średnicy DN 150–1200.

3.6. Prime Drilling

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

