

TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE

na sześciu kontynentach, cz. 25



tekst: dr inż. ANNA PARKA, Politechnika Świętokrzyska, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych

W cyklu *Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach*, przygotowywanym we współpracy z Polską Fundacją Techniki Bezwykopowych, przedstawiamy pierwszą część skrótu najciekawszych artykułów zamieszczonych w 43. numerze czasopisma „Trenchless International”.

1. Ciekawostki ze świata

1.1. Renowacja przewodów kanalizacyjnych w Missouri

Przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne w Columbii w stanie Missouri zaangażowało lokalną firmę o nazwie Ace Pipe Cleaning do przeprowadzenia renowacji przewodów kanalizacyjnych o łącznej długości 16,8 km. Zgodnie z założeniami projektowymi, renowacja miała być przeprowadzona z wykorzystaniem powłok żywicznych typu CIPP, utwardzanych za pomocą pary wodnej. Całkowity koszt realizacji inwestycji oszacowano na ok. 2,7 mln USD. Zakończenie inwestycji zaplanowano na sierpień 2019 r.

1.2. Renowacja przewodów instalacji kanalizacyjnej w historycznym budynku w Dallas

W związku ze złym stanem technicznym instalacji kanalizacyjnej w historycznym budynku Preston Tower w Dallas w Teksasie podjęto decyzję o jej modernizacji. Przeprowadzona inspekcja CCTV instalacji wykazała, że większość z zastosowanych tam rur żeliwnych wykazuje ślady zużycia, w tym także liczne uszkodzenia. Aby uniknąć bardziej kosztownej wymiany metodą wykopową, zdecydowano się na zaangażowanie firmy Advanced Pipe Repair i poddanie całej instalacji renowacji z zastosowaniem powłok żywicznych typu CIPP nasączonych żywicą epoksydową. Dzięki zastosowaniu powłok żywicznych instalacja mogła być oddana do ponownej eksploatacji w krótszym czasie, aniżeli miałyby to miejsce w przypadku tradycyjnej wymiany przewodów. Uniknięto też naruszenia lub uszkodzenia historycznych elementów budynku Preston Tower.

1.3. Bezwykopowa wymiana kolektora kanalizacyjnego na Florydzie

Z uwagi na podwyższone ryzyko zaważenia się ciśnieniowego kolektora kanalizacyjnego o średnicy 30” (ok. 762 mm) zdecydowano się na jego natychmiastową wymianę z zastosowaniem technologii HDD. Za realizację inwestycji, której łączny koszt oszacowano na 15 mln USD, odpowiadała firma Murphy Pipelines. W wyniku podjętych działań wymieniono ponad 6,4 km kolektora ciśnieniowego, zbierającego ścieki głównie z rejonu śródmieścia Fort Lauderdale. Całkowity czas realizacji inwestycji wyniósł 45 dni. Chcąc wyjść naprzeciw oczekiwaniom inwestora, któremu bardzo zależało na jak najszybszym ukończeniu prac, firma Murphy Pipelines podjęła decyzję o tym, aby trzy z czterech etapów inwestycji było realizowanych równocześnie.

1.4. Southern Water inwestuje w program rehabilitacji przewodów kanalizacyjnych

Souther Water zdecydowało się zainvestować 34,5 mln £ w trzyetapowy program modernizacji sieci kanalizacyjnej w miejscowości Thanet w Wielkiej Brytanii. Zgodnie z założeniami, większość prac ma być zrealizowana z wykorzystaniem technologii bezwykopowych, co pozwoli uniknąć rozbierania nawierzchni ulicznych i szeregu zakłóceń w życiu lokalnej społeczności. Obecnie wykonywane są prace w ramach drugiego etapu. Potrważą one do 2020 r. i obejmą blisko 170 ulic.

1.5. Budowa gazociągu w technologii HDD w Vaduz w Liechtensteinie

Projekt zakładał wbudowanie gazociągu w technologii HDD z wykorzystaniem rur

żywiczych wzmocnionych włóknem szklanym (rury GRP). Całkowita długość gazociągu przewidzianego do wbudowania w tej technologii wyniosła 656 m, przy czym rury ułożono 15 m poniżej poziomu terenu. Założenie innej niż podana głębokości ułożenia rur nie wchodziło w grę ze względu na konieczność zachowania wymaganej odległości (ok. 30 m) od lokalnego stadionu piłkarskiego Rheinpark Stadion.

1.6. Renowacja przewodu kanalizacyjnego w Wessex

Wessex Water podjęło decyzję o przeprowadzeniu rehabilitacji przewodu kanalizacyjnego w samym centrum miejscowości Calne w Wielkiej Brytanii. Zgodnie z projektem, rehabilitacja przewodu miała być zrealizowana z wykorzystaniem powłoki żywicznej wykonanej z włókniny filcowej i nasączonej żywicą oraz nie trwać dłużej niż 10 dni. Aby nie zakłócać ruchu drogowego, zdecydowano się na tymczasowe zainstalowanie sygnalizacji świetlnej.

1.7. Modernizacja sieci kanalizacyjnej w Melbourne

Przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne w Melbourne świętowało ostatnio zakończenie dwuletniego programu modernizacji sieci kanalizacyjnej, którego całkowity budżet wyniósł 25 mln dolarów australijskich. W wyniku realizacji programu udało się m.in. 25-krotnie zwiększyć przepustowość istniejącego kolektora kanalizacyjnego, eksploatowanego od niemal 122 lat. Oprócz tego wbudowano nowy kolektor kanalizacyjny o długości 700 m. Ze względu na to, że trasa kolektora przebiegała przez samo centrum mia-

sta, a głębokość jego ułożenia dochodziła do 11 m, projektanci zdecydowali się na zastosowanie do jego budowy technologii mikrotunelowania.

Zrealizowane w ramach programu projekty stanowią jedynie niewielką część większego planu inwestycyjnego przewidzianego dla Melbourne. Dalsza modernizacja infrastruktury podziemnej, w tym w szczególności sieci kanalizacyjnej, jest niezbędna ze względu na ciągle rosnącą liczbę ludności w mieście. Według danych szacunkowych, zmodernizowana sieć kanalizacyjna w Melbourne będzie miała zapewnioną rezerwę przepustowości na następne 35 lat.

1.8. Rozbudowa sieci kanalizacyjnej na terenie Singapuru

Firma McConnell Dowell została wytypowana do realizacji projektu modernizacji oczyszczalni ścieków Tuas Water Reclamation Plant w Singapurze. W ramach projektu zaplanowano m.in. budowę wylotu z oczyszczalni, rozwiązanie sposobu połączenia kolektorów ściekowych bezpośrednio przed oczyszczalnią oraz zapewnienie szeregu udogodnień mających na celu ułatwienie obsługi i ochrony obiektu.

Modernizacja oczyszczalni ścieków, której podjęła się firma McConnell Dowell, stanowi kluczową część programu rozbudowy sieci kanalizacyjnej w Singapurze o łącznej wartości 7,3 mln USD. W wyniku realizacji tego programu powstanie sieć głęboko ułożonych tuneli, za pośrednictwem których ścieki z zachodniej i południowej części Singapuru będą odprowadzane do centralnie położonej oczyszczalni ścieków. Zakończenie realizacji programu zaplanowano na rok 2025.

2. Centrum Doskonałości w zakresie technologii pipe bursting

W 2017 r. Amerykańskie Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych (NASTT) ogłosiło powstanie Centrum Doskonałości, tj. pojedynczej struktury organizacyjnej o charakterze non profit, która swoją działalnością ma przyczynić się do rozwijania technologii bezwykopowych i późniejszego ich popularyzowania na świecie. Z kolei w 2018 r. powstało Centrum Doskonałości w zakresie technologii pipe bursting, którego celem stało się zapewnienie edukacji, szkoleń praktycznych i standardów pozwalających na realizację projektów w tej technologii.

Jedną z pierwszych inicjatyw Centrum Doskonałości w zakresie technologii pipe bursting było opracowanie wytycznych dotyczących planowania, projektowania i wykonawstwa inwestycji, w których miała być zastosowana wspomniana technologia. Trzecia edycja wytycznych ukazała się w 2019 r. pod tytułem *Pipe bursting Good Practices Guidelines* i była dostępna na targach *No-Dig Show*, które odbyły się w marcu 2019 r. w Chicago.

Kolejną inicjatywą podjętą przez Centrum Doskonałości w zakresie technologii pipe bursting było utworzenie forum dla przedstawicieli przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, projektantów, wykonawców itp., na którym mogą oni wymieniać się informacjami oraz doświadczeniami związanymi z tą technologią.

3. Modernizacja przepustów kolejowych w okolicach Ferrisburgha w stanie Vermont i New Haven w stanie Connecticut

W 2018 r. Federalna Agencja Zarządzania Kryzysowego podjęła decyzję o sfinansowaniu szeregu projektów w okolicach Ferrisburgh w stanie Vermont i New Haven w stanie Connecticut, których celem była m.in. stabilizacja gruntu oraz modernizacja istniejących tam przepustów kolejowych. O realizację projektów wnioskowała Agencja Transportowa z Vermont (V-Trans), tłumacząc m.in., że modernizacja infrastruktury kolejowej pozwoli w przyszłości uniknąć ogromnych zniszczeń w związku z wystąpieniem na tych terenach zjawisk o charakterze ekstremalnym, w tym w szczególności huraganów o sile zbliżonej do huraganu Irena z 2011 r. Obawy pracowników V-Trans co do bezpieczeństwa infrastruktury podziemnej na analizowanym obszarze nie były bezpodstawne, zważywszy na fakt, że huragan Irena spowodował w 2011 r. trwałe uszkodzenia mostu White River Railway w Vermont i sparaliżował tamtejszy transport kolejowy na ponad miesiąc (od 29 sierpnia do 1 października).

Do wykonania wszystkich projektów zaangażowano firmę Engineers Construction (ECI), posiadającą wieloletnie doświadczenie w obszarze szeroko rozumianego budownictwa lądowego. Zakres prac obejmował wymianę dwóch przepustów w pobliżu Ferrisburgha, o długości odpowiednio 14,9 i 15,2 m, jak również budowę nowego przepustu w New Haven, o długości równej 30 m. Przepusty

wykonano w zasadzie w dwóch etapach. Jako pierwsze zostały zainstalowane specjalne obudowy o średnicy równej 72" (ok. 1829 mm), a następnie do ich wnętrza wprowadzono rury o średnicy równej odpowiednio 42, 48 i 52" (ok. 1066, 1220 i 1321 mm), które to miały pełnić rolę właściwych przepustów. Początkowo przepusty planowano wbudować, stosując technologię przecisku hydraulicznego, ale z uwagi na brak odpowiednio dużego miejsca, które można byłoby wykorzystać jako przestrzeń roboczą do ich instalacji, zrezygnowano z tego rozwiązania. Ostatecznie podjęto decyzję o wykonaniu przepustów przy użyciu technologii pipe ramming (technologia wbijania rur stalowych) oraz przewiertu sterowalnego HDD. Metody tradycyjnej wykonania przepustów, tj. z zastosowaniem wykopów otwartych, w ogóle nie brano pod uwagę z uwagi na konieczność podtrzymania ciągłości ruchu kolejowego w miejscu realizacji inwestycji oraz dalsze ograniczenia wynikające z występowania w okolicach Ferrisburgha obszaru chronionego krajobrazu (obszar występowania mokradeł). Ciekawostką jest to, że większość prac instalacyjnych zrealizowano w technologii przecisku hydraulicznego za pomocą wiertnic Akermanna (GBM). Instalację rozpoczęto od wykonania przecisku pilotażowego, podczas którego wbudowano stalowe rury osłonowe o średnicy 24" (ok. 609,6 mm), a dopiero później wprowadzono właściwe rury osłonowe o średnicy 72" (ok. 1829 mm). Wiertnicę HDD wykorzystano tu jedynie do wprowadzenia w grunt rur o średnicy 5" (ok. 127 mm) w celu wyznaczenia spadku i azymutu na trasie wbudowanych przepustów. Aby uniknąć destabilizacji konstrukcji, wstępnie założono wprowadzenie iniektu w wolne przestrzenie pomiędzy rurą osłonową o średnicy 72" a otaczającym ją ośrodkiem gruntowym. W trakcie inspekcji prowadzonej przez V-Trans okazało się jednak, że doszło do samoczynnego zagęszczenia występującego tu gruntu gliniastego wokół zewnętrznych ścian rur osłonowych, co automatycznie wyeliminowało wolne przestrzenie wokół konstrukcji i w rezultacie pozwoliło uniknąć iniektowania. Z kolei wolne przestrzenie powstałe między rurami osłonowymi a rurami stanowiącymi przepusty wypełniono iniektem na bazie polimerów. W miejscu zakończenia przepustów rurowych zastosowano ścianki czołowe i skrzydłowe. Oba elementy zostały wykonane z prefabrykatów betonowych (ryc. 1).



Ryc. 1. Przepust pod torami kolejowymi na etapie wbudowania

Całkowity czas realizacji inwestycji wyniósł ok. pół roku. Wszystkie prace zostały wykonane zgodnie z harmonogramem i bez jakiegokolwiek przekroczenia budżetu zaplanowanego na ten cel. Dzięki zastosowaniu technologii bezwykopowych udało się uniknąć zakłóceń w ruchu kolejowym na ważnym pod względem strategicznym odcinku sieci. Trwałość wszystkich wykonanych przepustów oszacowano na blisko 100 lat, przy czym zastosowane w nich rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne mają zapewnić im podwyższoną odporność na oddziaływanie żywiołów, w tym w szczególności huraganów o sile zbliżonej do huraganu Irena.

4. ProKASRO kontynuuje globalną ekspansję

ProKASRO Services USA (PSU) działa od lat w branży technologii bezwykopowych, oferując m.in. roboty do bezwykopowej naprawy przewodów kanalizacyjnych wraz z przyłączami, systemy inspekcyjne do oceny stanu technicznego przewodów czy systemy UV do utwardzania produkowanych przez firmę powłok typu CIPP. Pod koniec 2018 r. firma ogłosiła powstanie nowego centrum serwisowego w stanie Kolorado. Z kolei na rok 2019 zaplanowano rozbudowę zakładu produkcyjnego w Karlsruhe w Niemczech. W ramach świadczonych usług PSU służy swoim klientom merytorycznym i technicznym wsparciem. Specjalnie dla nich prowadzi również kompleksowe szkolenia z zakresu obsługi urządzeń przez nią oferowanych, połączone z demonstracjami ich działania na żywo w ramach *live show*.

Roboty kanalizacyjne PSU, o których wspomniano wcześniej, znajdują zastosowanie w przewodach kanalizacyjnych o średnicy nominalnej od DN 100 do DN 1000. W zależności od potrzeb i rodzaju zastosowanych akcesoriów roboty te służą do frezowania, szlifowania, wy-

pełniania, modelowania, jak również wtryskiwania. Można je wykorzystywać do instalacji kształtek kapeluszowych w przyłączach kanalizacyjnych. W ofercie firmy znajduje się także kompaktowy robot o nazwie KASRO smART Robot, który sterowany jest za pomocą joysticka i napędzany elektrycznie. Wyposażony jest m.in. w dwie szerokokątne kamery, które są zamontowane w części przedniej urządzenia, jedną kamerę tylną oraz lampy LED.

PSU jest również producentem systemu IKARUS w postaci łańcucha UV wraz z niezbędnym osprzętem. System ten znajduje zastosowanie w naprawach przewodów kanalizacyjnych o średnicy nominalnej od DN 150 do DN 500. Źródłem światła UV są w tym przypadku lampy o mocy 200 W każda.

Firma oferuje też pełne systemy UV do utwardzania powłok żywicznych typu CIPP, przeznaczonych do bezwykopowej rehabilitacji przewodów kanalizacyjnych o średnicy nominalnej od DN 150 do DN 1600. W systemie tym stosowane są specjalnie zaprojektowane lampy bezcieniowe.

W ofercie znajduje się również system inspekcyjny o nazwie KASRO Pro Look, który służy do oceny stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych o średnicy nominalnej od DN 100 do DN 1000. W skład systemu CCTV wchodzi kolorowa kamera zamontowana na wózku, oświetlenie, kabel łączący i odrębna jednostka sterująca. System wyposażony jest również w moduł do pomiaru owalizacji rur oraz laser umożliwiający pomiar szczelin, przemieszczeń i innych nieprawidłowości.

5. Bezwykopowa rehabilitacja gazociągu z zastosowaniem powłoki Primus Line w trudno dostępnych okolicach Adamova w Czechach

W 2017 r. czeski sprzedawca energii Inogy wraz z lokalnym dystrybutorem gazu

GasNet zainteresowali się możliwością wykorzystania technologii bezwykopowych do rehabilitacji gazociągu wysokiego ciśnienia, którego trasa przebiegała przez miasto Adamov niedaleko Brna. Przewidywany do rehabilitacji gazociąg został wykonany z rur stalowych o średnicy nominalnej DN 250 i klasie ciśnienia PN 25. Łączna długość gazociągu do rehabilitacji wyniosła 1581 m.

Planowane przedsięwzięcie okazało się sporym wyzwaniem, zwłaszcza z punktu widzenia późniejszego wykonawstwa. Wpływ na to miało przede wszystkim specyficzne ukształtowanie terenu w miejscu ułożenia gazociągu. Jak się bowiem okazało, gazociąg został w dużej mierze ułożony w wąskim pasie ziemi, oddzielającym lokalną rzekę od znajdującej się w pobliżu leśnej ścieżki. Co więcej, jedna z sekcji gazociągu o długości niemal 400 m została zainstalowana w niedostępnym obszarze leśnym, charakteryzującym się stromymi zboczami (ryc. 2).

Po zapoznaniu się z całą dokumentacją i po zasięgnięciu opinii ekspertów przedstawiciele działu technicznego GasNetu zdecydowali się ostatecznie na zastosowanie systemu Primus Line. Prace związane z przeprowadzeniem rehabilitacji gazociągu rozpoczęły się w 2018 r., przy czym ich zakres obejmował zapewnienie dojazdu do miejsc, w których miały być wykonane wykopy punktowe, umożliwiające wprowadzenie powłoki do wnętrza gazociągu, wykonanie wspomnianych już wykopów punktowych, ułożenie bajpasu, oczyszczenie gazociągu, w tym usunięcie zniekształconych złączy spawanych, wystających do jego wnętrza. Bezpośrednio przed instalacją właściwej powłoki rehabilitacyjnej do wnętrza rury wprowadzono urządzenie kalibracyjne.

W sumie w ramach zaplanowanej inwestycji poddano rehabilitacji trzy odcinki gazociągu o długości równej odpowiednio 602 m, 608 m i 371 m. Na wszystkich zainstalowano powłokę Primus Line o średnicy nominalnej DN 150 i klasie ciśnienia PN 35. Dodatkowo wykonano sześć połączeń z zastosowaniem powłoki Primus Line o średnicy nominalnej DN 150 i klasie ciśnienia PN 25. Po zainstalowaniu powłoki we wnętrzu gazociągu przeprowadzono na koniec próbę ciśnienia. Próba ta została wykonana przy ciśnieniu o wartości 33 b i zakończyła się sukcesem. Całkowity czas realizacji inwestycji wyniósł trzy tygodnie. Ciekawostką jest, że przedstawiciele cze-



Ryc. 2. Przeprowadzenie rehabilitacji gazociągu w trudno dostępnym obszarze leśnym

skiego wykonawcy przeszli certyfikowane szkolenie z zakresu instalacji powłoki Primus Line, które odbyło się w siedzibie firmy na terenie Niemiec. Zostali oni również poinstruowani odnośnie sposobu przeprowadzenia inspekcji CCTV wnętrza przewodów poddawanych rehabilitacji, czyszczenia przewodów czy planowania i nadzorowania inwestycji, w których wykorzystuje się powłoki Primus Line.

Zastosowana na potrzeby omawianej inwestycji powłoka Primus Line jest powłoką wielowarstwową. Oprócz warstwy zewnętrznej, wykonanej z odpornego na ścieranie polietylenu, oraz warstwy wewnętrznej, dostosowanej do transportowanego medium, posiada również powłokę środkową, która jest wykonana z bezszwowej tkaniny z włókien typu Kevlar, pełniącej w niej funkcję warstwy nośnej statycznie. Powłoka ta jest produkowana w zakresie średnic od DN 150 do DN 500 wyłącznie na terenie Niemiec. Maksymalna długość przewodu, który może być jednorazowo poddany rehabilitacji z jej zastosowaniem, wynosi 1000 m, przy czym średnia prędkość instalacji powłoki we wnętrzu przewodu może dochodzić nawet do 600 m/h. Sama powłoka jest dość elastyczna i może pokonywać łuki o kącie do 45°.

6. Szybka i bezpieczna wymiana przewodów gazowych z zastosowaniem technologii bezwykopowych w Arizonie

Firma wykonawcza Underground Construction Company z siedzibą w Benicia w Kalifornii podjęła się realizacji inwestycji polegającej na wykonaniu głównego przewodu gazowego wraz z przyłączami w miejscowości Sun City West w Arizonie. W sumie w ramach inwestycji zaplanowano wbudowanie ok. 3 km gazociągu o średnicy 51 mm oraz 120 przyłączy gazowych o średnicy 25 mm i długości zawierającej się w przedziale od 15 do 38 m. Do tego

celu przewidziano zastosowanie wyłącznie technologii bezwykopowych, tj. technologii HDD i technologii przecisku pneumatycznego. Pozwoliło to nie tylko zwiększyć tempo prac w warunkach ograniczonej przestrzeni roboczej, ale również zminimalizować niekorzystny wpływ na najbliższe otoczenie. Dzięki przyjętym rozwiązaniom udało się np. uniknąć zdewastowania pięknego i unikatowego krajobrazu o dużych walorach przyrodniczych.

Część prac związanych z wbudowaniem przewodów gazowych zrealizowano z wykorzystaniem urządzenia przeciskowego typu kret o nazwie Grundomat. Urządzenie to jest dostępne w wersji standardowej i krótkiej oraz w zakresie średnic od 45 do 180 mm. Wyróżnia się na tle innych obecnością ruchomej głowicy, która pracuje w tzw. systemie dwuetapowym, co oznacza, że najpierw następuje niszczenie przeszkody, a dopiero później przemieszczenie korpusu. Urządzenie jest napędzane za pomocą kompresora.

Zgodnie z życzeniem inwestora, proces wbudowania przewodów przebiegał dwuetapowo: w pierwszej kolejności wykonano otwór wiertniczy i osadzono w nim rury osłonowe DN 76 i DN 38, a następnie wprowadzono do ich wnętrza właściwe rury przesyłowe PE-HD o mniejszej średnicy – DN 51 i DN 25. O wyborze urządzenia Grundomat dla potrzeb inwestycji zadecydowały m.in. możliwość zainstalowania przewodów wykonanych z różnych materiałów i to nawet w trudnych warunkach gruntowo-wodnych, większa długość odcinka przewodu, który może być jednorazowo zainstalowany za jego pomocą, znaczna oszczędność czasu i pieniędzy w przeliczeniu na 1,0 m wykonanego przewodu, mniejsze zapotrzebowanie na miejsce w związku z instalacją przewodu. Za celowością zastosowania urządzenia przemawiał również fakt, że gwarantowało ono wykonanie precyzyjnych otworów wiertniczych o długości od

15 do 46 m. Aby skrócić całkowity czas realizacji inwestycji, wykonawca zdecydował się na zastosowanie wielu urządzeń Grundomat jednocześnie. Z uwagi na dość trudne warunki gruntowe w miejscu realizacji inwestycji wykonanie niektórych przyłączy trwało od jednej do trzech godzin.

Do wbudowania dłuższych odcinków przewodów, w tym również przyłączy gazowych o długości dochodzącej do 38 m, zastosowano natomiast kompaktową wiertnicę HDD o sile uciążu równej 44 kN (lekkie wiertnice o sile uciążu mniejszej od 90 kN można uznać już za kompaktowe). Ze względu na specyficzny układ posesji względem siebie przyłącza te były wykonywane na dwa sposoby: od strony budynku mieszkalnego w kierunku gazociągu w ulicy lub odwrotnie.

Z uwagi na stosunkowo niewielkie gabaryty wiertnicy nie napotkano na większe problemy podczas pokonywania wąskich przejść pomiędzy posesjami lub na terenie samych posesji. Całkowity czas wbudowania przyłączy z użyciem wiertnicy wyniósł ok. godziny.

Realizacja inwestycji przez firmę Underground Construction Company trwała dokładnie trzy i pół miesiąca. Firma zobowiązała się przy tym do przywrócenia terenu do stanu pierwotnego, w tym również do odtworzenia nawierzchni ulicznej. Dzięki zastosowaniu urządzeń Grundomat oraz kompaktowej wiertnicy HDD możliwe było zredukowanie kosztów inwestycji o niemal 30–50%.

7. Przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne z USA znów na czołowej pozycji

Miejskie przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne z Oregonu – Clean Water Services – podjęło decyzję o zainwestowaniu prawie 70 mln USD w 10-letni program, który ma doprowadzić do zmodernizowania infrastruktury podziemnej m.in. w Beaverton, Tigard, Tualatin, Sherwood. Program ten zainicjowano latem 2018 r., przy czym jedna z pierwszych inwestycji przewidzianych w jego ramach dotyczyła wymiany kolektora zbiorczego i syfonu w miejscowości Tualatin. Za celowością przeprowadzenia wymiany kolektora zbudowanego w 1974 r. przemawiał nie tyle jego zły stan techniczny, ile konieczność zwiększenia jego przepustowości, co wynikało bezpośrednio z potrzeby rozwoju urbanistycznego miejscowości położonych



Ryc. 3. Wprowadzenie głowicy MTBM do wykopu początkowego

w obszarze zlewni West Durham Basin. Duży wpływ na decyzję o wymianie miały również względy bezpieczeństwa związane z aktywnością sejsmiczną na analizowanym obszarze – chodziło o zwiększenie odporności ogólnej systemu kanalizacyjnego na oddziaływania sejsmiczne. Całkowity budżet zadania wyniósł prawie 30 mln USD.

W wyniku realizacji inwestycji dotychczasowy kolektor o średnicy 24–42" (610–1067 mm) został zastąpiony nowym o średnicy 48–66" (1220–1677 mm), który zapewnia jednocześnie podwyższoną odporność na korozję i oddziaływania sejsmiczne. Należy przy tym podkreślić, że wskutek przeprowadzonej wymiany przepustowość kolektora zwiększyła się do ok. 75,7 mln dm³/d, co z kolei zapewnia rezerwę przepustowości do roku 2040.

Inwestycja obejmowała również wybudowanie dwóch syfonów kanalizacyjnych, których trasę zaplanowano bezpośrednio pod dnem rzeki Tualatin. Aby zminimalizować niekorzystny wpływ inwestycji na najbliższe otoczenie, zdecydowano się na zastosowanie technologii bezwykopowych, przy czym do budowy pierwszego syfonu o nazwie King City Siphon wykorzystano technologię mikrotunelowania, natomiast drugiego syfonu, Cook Park Siphon, technologię horyzontalnego przewiertu sterowanego.

Budowa King City Siphon przebiegała w dwóch etapach, tj. najpierw wykonano tunel z rur żelbetonowych osłonowych

o średnicy zewnętrznej 82,7" (2100 mm), a następnie wprowadzono do jego wnętrza przewody wykonane z rur polietylenowych o średnicach równych odpowiednio 30" (762 mm), 16" (407 mm) i 14" (356 mm). W trakcie prac nad King City Siphon inżynierowie pod wodzą Wade'a Denny'ego napotkali jednak na wiele utrudnień i musieli się zmierzyć z licznymi wyzwaniami, które ostatecznie zadecydowały o jego wyjątkowości. Problematyczne okazało zwłaszcza wykonanie po łuku tunelu o tak dużej średnicy i to w dość złożonych warunkach hydrogeologicznych. Trasa King City Siphon miała przebiegać w formacjach typowych dla dolin rzecznych, obejmujących głównie aluwia zdeponowane na warstwie osadów facji powodziowej Missoula i formacji geologicznej Hillsboro, przy poziomie wód gruntowych w miejscu realizacji inwestycji sięgającym do ok. 1,5 m poniżej poziomu terenu. Sporym utrudnieniem z punktu widzenia późniejszej realizacji projektu było na pewno to, że nie dysponowano wówczas dokładnymi danymi geologicznymi dla strefy znajdującej się bezpośrednio pod dnem rzeki, a układ warstw w profilach geologicznych po obu stronach rzeki okazał się niespójny.

Kolejnym wyzwaniem, z którym musieli zmierzyć się inżynierowie z zespołu Wade'a Denny'ego, było zapewnienie odpowiednich rur przeciskowych, niezbędnych do wykonania konstrukcji tunelu. Żelbetowe rury przeciskowe sto-

sowane powszechnie w USA nie były w stanie przenieść tak dużych naprężeń powstających pod wpływem działającej siły przeciskającej z zachowaniem wymaganego współczynnika bezpieczeństwa. Wskutek zaistniałych ograniczeń, w tym wysokiego ryzyka uszkodzenia tradycyjnych rur żelbetonowych w trakcie ich instalowania, zdecydowano się ostatecznie na rury przeciskowe stalowe o wzmocnionych złączach. Z uwagi jednak na ich niedostępność w USA konieczne było ich zamówienie poza granicami, a następnie dostarczenie do Oregonu drogą morską, co podniosło znacznie koszty realizacji całej inwestycji. Do wykonania tunelu zastosowano głowicę do mikrotunelowania firmy Herrenknecht AVN 1800 MTBM o długości 10,4 m i średnicy 2,155 m. Głowica ta była wyposażona w automatyczny system sterowania i kontroli (ryc. 3).

Co istotne, prace związane z realizacją projektu miały przebiegać na terenach podlegających pod różne jurysdykcje. W rezultacie wymusiło to prowadzenie szeroko zakrojonej kampanii informacyjnej i konsultacji społecznych, które ostatecznie podjęto rok przed rozpoczęciem omawianego projektu. Więcej szczegółowych informacji o projekcie dostępnych jest na stronie internetowej www.cleanwaterservices.org.

8. Raport CGA w sprawie rosnącej liczby uszkodzeń infrastruktury podziemnej spowodowanych pracami ziemnymi w ich bezpośrednim sąsiedztwie

CGA, czyli Common Ground Alliance, jest organizacją działającą na kontynencie północnoamerykańskim, do której należy obecnie 1700 członków, a wśród nich różnego rodzaju organizacje, sponsorzy i osoby prywatne związane bezpośrednio z budownictwem podziemnym. Organizacja ta została utworzona w 2000 r., jej głównym celem stało się dążenie do ograniczenia liczby poważnych uszkodzeń elementów infrastruktury podziemnej, które mogłyby doprowadzić do utraty zdrowia lub życia osób postronnych. Temu celowi zostały podporządkowane liczne działania ze strony CGA, w tym prowadzone przez tę organizację kampanie informacyjne, połączone z promowaniem nowych, bezpiecznych technologii. Dzięki CGA można było również zaobserwować upowszechnienie się dobrych praktyk w zakresie wykonawstwa. Co więcej, CGA

stało się wiarygodnym źródłem danych o uszkodzeniach elementów infrastruktury podziemnej.

Z ostatnio opublikowanego przez CGA raportu wynika jednoznacznie, że odsetek uszkodzeń infrastruktury podziemnej na terenie USA i Kanady spowodowanych robotami ziemnymi wzrósł w 2017 r. przeciętnie o ok. 5%, przy czym łączna liczba zdarzeń w analizowanym okresie wyniosła w przybliżeniu ok. 439 tys. Wprowadzie tendencja wzrostowa w odniesieniu do zdarzeń niepożądanych nadal się utrzymała, to jednak sytuacja okazała się dużo korzystniejsza w porównaniu z rokiem poprzednim, kiedy to zanotowano wzrost odsetka uszkodzeń infrastruktury podziemnej o niemal 20%.

Spośród wszystkich zarejestrowanych zdarzeń większość, tj. 52,2%, spowodowanych było błędami wykonawczymi popełnianymi w trakcie realizacji innych budów lub instalacji. Jak można było się też spodziewać, najwięcej uszkodzeń, tj. ok. 50%, miało miejsce w okresie od czerwca do września 2017 r. Dotyczyły one przede wszystkim kabli telekomunikacyjnych (49%), gazociągów (28%) i kabli telewizji kablowej (11%). W niektórych regionach kraju zaobserwowano przy tym odwróconą zależność pomiędzy liczbą zarejestrowanych zdarzeń, które doprowadziły do uszkodzeń elementów infrastruktury podziemnej, a liczbą inwestycji zgłaszanych za pomocą usługi Call Before You Dig.

CGA udostępniło cały raport za pośrednictwem specjalnej platformy umieszczonej na swojej stronie internetowej. Osoby zainteresowane tematem mają możliwość nie tylko zapoznania się z danymi zamieszczonymi w raporcie, ale również generowania zestawień w zależności od wprowadzonych ustawień. Tym sposobem użytkownik może np. uzyskać informacje o uszkodzeniach z podziałem na ich lokalizację lub przyczynę wystąpienia. Platforma umożliwi również tworzenie różnego rodzaju wizualizacji, co pozwala z kolei na typowanie obszarów, dla których ryzyko wystąpienia tego typu uszkodzeń infrastruktury podziemnej jest szczególnie wysokie. Można również porównać wyniki z różnych stanów, a także tworzyć linie trendu w zakresie awaryjności infrastruktury podziemnej. Wskutek działań podejmowanych przez CGA znacząco zmalała liczba uszkodzeń infrastruktury podziemnej.

9. BC zatwierdza rewolucyjny system handlu uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla dla przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych

W 2011 r. organizacja BC's Green Communities Committee (GCC) opracowała wytyczne dla prowincji i władz lokalnych, które pozwoliłyby na ograniczenie emisji dwutlenku węgla przy jednoczesnym zwiększeniu wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Zgodnie z zaleceniami GCC, działania zabiegające zmianom klimatycznym powinny być podejmowane już na szczeblu lokalnym i obejmować cztery kroki podstawowe: pomiar, redukcję i zrównoważenie emisji dwutlenku oraz przygotowanie raportu. W ramach programów regionalnych zaproponowanych przez GCC mogłyby być realizowane zarówno projekty predefiniowane (grupa 1), jak i typowo wdrożeniowe (grupa 2). Te drugie wymagałyby jednak zaangażowania władz lokalnych i musiałyby przejść procedury weryfikacji i walidacji z udziałem niezależnych podmiotów. Z informacji przekazanych przez przedstawicieli GCC wynika, że do tej pory organizacja opracowała i zatwierdziła łącznie pięć projektów predefiniowanych.

W wyniku realizacji jednego z projektów z grupy 1 powstał m.in. prototyp aplikacji informatycznej w formie kalkulatora ułatwiającego handel uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla. Jedną z pierwszych wersji tej aplikacji została zaprezentowana m.in. podczas północnoamerykańskich targów poświęconych technologiom bezwykopowym *No-Dig Show*, które odbyły się kolejno w latach 2011 i 2012 r., a następnie podczas konferencji zorganizowanych w 2013 i 2016 r. przez British Columbia Water & Waste Association. Przedstawiono ją również innym organizacjom działającym na terenie Kanady. Prace nad udoskonaleniem aplikacji trwały nieprzerwanie aż do roku 2018. Wtedy to aplikacja uzyskała ostateczną aprobatę, wydaną przez GCC. Aktualnie wykorzystuje się ją przy planowaniu inwestycji na terenie prowincji Kolumbia Brytyjska. Twórcy aplikacji planują jednak dalszą jej modyfikację w celu późniejszego wykorzystania w innych regionach Kanady.

Proponowana aplikacja umożliwi oszacowanie wielkości redukcji emisji dwutlenku węgla w wyniku stosowania technologii bezwykopowych, takich jak przewiert sterowany, sliplining, pipe bursting, technologia utwardzanych powłok

życicznych typu CIPP, naprawa punktowa oraz technologia natryskowa. Generuje przy tym trzy różne parametry wyjściowe, tj. ilość emitowanego dwutlenku węgla w przypadku stosowania jednej z wymienionych technologii bezwykopowych, ilość emitowanego dwutlenku węgla w przypadku zastosowania tradycyjnej wymiany przewodu w wykopie oraz ilość dwutlenku węgla odpowiadająca różnicy pomiędzy nimi. Uzyskana różnica traktowana jest jako podstawa do późniejszego rozliczenia przez daną firmę lub instytucję tzw. podatku węglowego na terenie Kolumbii Brytyjskiej.

10. Kto nie marnuje, temu nie brakuje, czyli nowe podejście do recyklingu

Dwanaście firm będących członkami Plastics Pipe Institute (PPI) przystąpiło do organizacji non profit Alliance to End Plastic Waste (AEPW), której celem jest ograniczenie ilości odpadów z tworzyw sztucznych w środowisku naturalnym. Organizacja AEPW, wspierana m.in. przez amerykański rząd, społeczeństwo i przedstawicieli kręgów finansowych, zrzesza obecnie 30 firm. W swojej działalności AEPW skupia się przede wszystkim na upowszechnianiu idei recyklingu i dążeniu do rozwoju infrastruktury technicznej pozwalającej na racjonalne gospodarowanie odpadami z tworzyw sztucznych. Oprócz tego angażuje się w różnego rodzaju akcje charytatywne oraz związane z oczyszczaniem z plastiku rejonów, w których doszło do jego nagromadzenia.

Sposobem na wyeliminowanie przynajmniej części odpadów z tworzyw sztucznych jest ich wykorzystanie do produkcji rur, np. stosowanych w kanalizacji deszczowej. Pomysł ten, choć wcale nie nowy, wydaje się obiecujący, biorąc pod uwagę fakt, że do wyprodukowania jednej rury PE-HD o średnicy 48" (ok. 1220 m) i długości jednostkowej 6,0 m potrzebnych jest od 1600 do 2200 zużytych butelek plastikowych, co w przeliczeniu daje w sumie 40% materiału z recyklingu.

Literatura

- [1] „Trenchless International” 2019, issue 43 (Spring).
- [2] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. nauk. A. Kulickowski. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Wyd. 2. Warszawa 2019.

