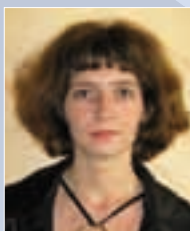


# Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach, cz. 3



tekst: dr inż. **MARIA GIERCZAK**, Politechnika Świętokrzyska w Kielcach,  
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych  
zdjęcia: „TRENCHLESS INTERNATIONAL”

W naszym cyklu *Technologie bezwykopowe na sześciu kontynentach*, przygotowywanym we współpracy z Polską Fundacją Technik Bezwykopowych, przedstawiamy skrót najciekawszych materiałów zamieszczonych w 20. numerze „Trenchless International”, który ukazał się w maju 2013 r.

## 1. Międzynarodowe konferencje poruszające tematykę technologii bezwykopowych

W bieżącym roku zorganizowano wiele interesujących konferencji poświęconych tematyce technologii bezwykopowych. 19–21 kwietnia 2013 r. w Suzhou odbyła się 17. Międzynarodowa Konferencja Technik Bezwykopowych (*International Trenchless Technology Conference*), która została zorganizowana przez Chińskie Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych. Konferencja była połączona z wystawą zewnętrzną. W imprezie wzięło udział 975 gości z Chin i dziewięciu z innych krajów. W sumie wystawę obejrzało 3147 osób.

23–26 kwietnia 2013 r. w stolicy Niemiec miała miejsce konferencja *No-Dig Berlin 2013*, której organizatorem było Niemieckie Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych (GSTT). Jedną z atrakcji programu konferencyjnego był wyjazd terenowy w celu prezentacji interesujących realizacji bezwykopowej budowy i odnowy rurociągów na terenie Niemiec.

28–29 maja 2013 r. w Bangkoku odbyła się konferencja *No-Dig Thailand Summit 2013*. Przybyło na nią ponad 100 delegatów. Niedługo po konferencji w Bangkoku, 31 maja 2013 r., na Filipinach miała miejsce konferencja *No-Dig Manila Summit*. 18–20 czerwca

2013 r. w Paryżu zorganizowano *Vile Sans Tranche Conference*, którą przygotowało Francuskie Stowarzyszenie Technik Bezwykopowych. Konferencja była połączona z wystawą, na której zaprezentowało się wiele firm, m.in. Tracto-Technik, Hobas France, RISA (Vermeer), Sade, CSM Bessac, ReliningEurope, Seba KMT i Herrenknecht.

Najbliższa polska konferencja *NO-DIG* odbędzie się 8–10 kwietnia 2014 r. w Cedzynie (7 km od Kielc, w hotelu Uroczysko). VI Międzynarodowa Konferencja *Technologie Bezwykopowe No-Dig Poland 2014* będzie połączona z wystawą wewnętrzną i zewnętrzną oraz pokazami technologii. Konferencja odbywa się w cyklu dwuletnim, a w każdej z jej poprzednich edycji brało udział liczne grono uczestników krajowych i zagranicznych (także spoza Europy), w tym przedstawicieli środowiska naukowego, przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, firm projektowych i wykonawczych oraz producentów materiałów i urządzeń stosowanych w technologiach bezwykopowych. Konferencja jest organizowana z inicjatywy prof. Andrzeja Kuliczковского. Organizatorami tej konferencji są: Politechnika Świętokrzyska, Polska Fundacja Technik Bezwykopowych (członek Międzynarodowego Stowarzy-

szenia Technologii Bezwykopowych), Świętokrzyska Izba Inżynierów Budownictwa, Wodociągi Kieleckie Sp. z o.o., Izba Gospodarcza „Wodociągi Polskie”, Europejskie Forum Budowli Podziemnych, Centrum Technologii Bezwykopowych Louisiana oraz Wod-Kan Consulting Andrzej Kuliczkowski.

## 2. Ciekawe realizacje z zastosowaniem technologii bezwykopowych

### 2.1. Budowa kolektora deszczowego odciążającego Sekwanę z zastosowaniem technologii mikrotunelowania

Francuska firma CMC Bessac ukończyła prace przy budowie kolektora do odprowadzania wód deszczowych o średnicy 1800 mm, wykonanego z rur przeciskowych z GRP firmy Hobas. Jest to największa średnica rurociągu z GRP, który został dotychczas wbudowany we Francji. Prace przebiegały z zastosowaniem technologii mikrotunelowania. Inwestycja ma na celu ochronę Sekwany przez zmniejszenie ilości wód opadowych odprowadzanych do niej podczas silnych opadów, powodujących jej znaczne zanieczyszczenie. W odległości kilku kilometrów od Paryża zbudowano zbiornik do gromadzenia wód opadowych o pojemności 9500 m<sup>3</sup>. Firma

CMS Bessac zbudowała kolektor o długości 380 m i średnicy 1800 mm, który doprowadza wody opadowe do zbiornika. Utrudnieniem dla prowadzonych prac były trudne warunki geotechniczne (wapienie, osady rzeczne) i hydrogeologiczne (posadowienie rurociągu 10 m poniżej zwierciadła wód gruntowych) oraz zakrzywienie trasy kolektora zarówno w pionie, jak i poziomie. Kanał został wbudowany na głębokości od 12 do 15 m. Stacja przeciskowa znajdowała się wewnątrz studni o średnicy 25 m, której ściana oporowa z płytą betonową miała zapewnić odpór przy przeciskaniu rur, przenosząc obciążenia rzędu 8000 kN ze stacji przeciskowej na konstrukcję studni. Na rycinie 1 przedstawiono maszynę do mikrotunelowania, zaś na rycinie 2 widok placu budowy kolektora odciążającego Sekwanę z pokazaniem komory startowej. Fakt, że zwierciadło wody gruntowej znajdowało się 10 m powyżej instalowanego rurociągu, powodował, że na tarczce do mikrotunelowania działała siła rzędu 300 kN, co oznaczało, że po przecisku pierwszych segmentów rur ciąg rur mógł zostać z powrotem wypchnięty podczas załadunku nowego segmentu. W celu uniknięcia tego problemu zdecydowano się na zastosowanie systemu przeciwpowrotnego (ang. *non-return system*) firmy CSM Bessac. W skład systemu wchodziły dwie szczęki hydrauliczne, które mocno zaciskały i trzymały rurociąg w odpowiednim położeniu. Odcinek o długości 380 m, który był zakrzywiony w kształcie litery S, stanowił formę sprawdzenia parametrów rur GRP. Okazało się, że rurociągi te przeniosły siły pchania 8000 kN i mogą być z powodzeniem instalowane na zakrzywionych trasach o promieniu do 680 m.



Ryc. 1. Maszyna do mikrotunelowania podczas wykonywania prac [1]



Ryc. 2. Plac budowy kolektora odciążającego Sekwanę z widoczną komorą startową [1]

## 2.2. Bezwykopowa budowa wylotu kanału ściekowego z zastosowaniem technologii mikrotunelowania w Paryżu

Technologię mikrotunelowania zastosowano również do budowy wylotu kanału ściekowego o średnicy wewnętrznej 2000 mm, wykonanego z rur przeciskowych z GRP firmy Hobas. Technologia ta została wybrana z uwagi na wysoki stopień zurbanizowania obszaru i duże zagęszczenie elementów infrastruktury podziemnej i nadziemnej miasta. Instalacja przebiegała na głębokości 8–10 m pod Ivry dock, na długości 205 m. Różnice poziomu wody gruntowej wynosiły 0–5 m. Trasa tunelu była zakrzywiona w rzucie poziomym w dwóch miejscach oraz w rzucie pionowym. Pierwszy promień krzywizny wynosił 500 m, drugi 400 m (ryc. 3), a ostatnie zakrzywienie było przejściem z 0,5 do 1% nachylenia. Grubość ścian rur przeciskowych wynosiła 79 mm. Zastosowano maszynę AVN1.600 z tarczą zamkniętą o średnicy zewnętrznej 2200 mm. Tarczę dostosowano do warunków geotechnicznych na trasie mikrotunelu (grunty piaszczyste i żwirowe, gliny). Głowica została wyposażona w wiertła rolkowo-stożkowe oraz noże skrawające. Na rycinie 4 przedstawiono komorę startową z widocznymi rurami przeciskowymi położoną pomiędzy gazociągiem i mostem drogowo-kolejowym Pont Natio-

nal. Z uwagi na fakt, że miejsce w studni docelowej było ograniczone, głowica wierząca została zdemontowana przed wydobyciem 25-tonowej tarczy. Urządzenie do mikrotunelowania pokonało zakrzywioną trasę dzięki wyposażeniu w system sterowania VMT SLS. System ten może być stosowany przy pokonywaniu tras zakrzywionych w przestrzeni trójwymiarowej. W celu ochrony i zapobiegania uszkodzeniu istniejących elementów infrastruktury podziemnej i naziemnej zastosowano system monitoringu osiadań. W tym wypadku dopuszczalne osiadanie wynosiło 10 mm dla nawierzchni drogowych, 5 mm dla gazociągu, który znajdował się 6 m powyżej mikrotunelu. Maksymalny poziom wibracji został określony jako 50 mm/s. Pomiary wykazały, że przecisk rur GRP spowodował osiadanie rzędu 2 mm i wibracje rzędu 20 mm/s. Prace przy mikrotunelowaniu trwały dwa tygodnie. Pracowano na zmiany przez 24 godziny. Maksymalna siła przecisku wynosiła 1600 kN.



Ryc. 3. Widok wnętrza rury GRP o średnicy 2000 mm na zakrzywieniu o promieniu 400 m [1]



Ryc. 4. Widok komory startowej [1]

## 2.3. Bezwykopowa budowa gazociągu i kabla światłowodowego z zastosowaniem technologii HDD we Francji

Celem inwestycji było wbudowanie gazociągu o średnicy 900 mm niedaleko Bordeaux pod rzeką la Douze. Prace prze-

biegały w obszarach objętych ochroną raków. Wiercenie przebiegało w wapieniach i glinach przykrytych warstwą twardego piaskowca, nad którą znajdowały się gleby namułowe. Długość przewiertu wynosiła 650 m. Wykonano dwa otwory pilotażowe. Przy wierceniu zastosowano silniki wgłębne i wiertła trójgryzowe. W pierwszym otworze zainstalowano kabel światłowodowy, a drugi poszerzono do średnicy 1200 mm (48") z zastosowaniem poszerzaków typu hole opener. Pierwszy rozwierzony otwór o średnicy 101,6 mm (4") służył do transportu powrotnego płynu wiertniczego ze strony punktu wejścia do wyjścia. Pozwoliło to na utrzymanie cyrkulacji płynu wiertniczego podczas wiercenia.

#### 2.4. Bezwykopowa budowa linii wysokiego napięcia w rurach osłonowych w Pirenejach z zastosowaniem technologii HDD

Projekt zakładał wykonanie 48 horyzontalnych przewiertów sterowanych w celu wbudowania linii napięcia 320 kV. Długość wbudowywanych odcinków wynosiła od 80 do 745 m. Wiercenie przebiegało w zróżnicowanych warunkach gruntowych, pod różnymi przeszkodami (autostradami, torami kolejowymi i rzekami). Zastosowano wiertnice kompaktowe DD8, DD10 oraz HK 100. Przewody zainstalowano w rurach osłonowych o średnicy 250 mm, wykonanych z HDPE. Na rycinie 5 przedstawiono widok placu budowy z widoczną wiertnicą HK 100. Prace trwały sześć miesięcy.

#### 2.5. Bezwykopowa budowa kanalizacji tłocznej w Unken w Niemczech z zastosowaniem technologii HDD

Technologia HDD została zastosowana przy bezwykopowej budowie przewodu kanalizacji tłocznej w Unken w Niemczech.

Średnica wbudowywanego rurociągu PE-HD wynosiła 140 mm. Długość instalacji wynosiła 236 m. Teren nad trajektorią przewiertu był trudno dostępny, bowiem znajdowały się tam pionowe ściany skalne. Głębokość posadowienia rurociągu wynosiła od 2 do 7 m p.p.t. Wiercenie przebiegało w twardych skałach dolomitowych. Zastosowano wiertnicę Grundodrill 18ACS firmy Tracto-Technik (ryc. 6). Z uwagi na fakt, że szerokość wiertnicy wynosiła jedynie 2,3 m, można było ją ustawić na wąskiej (2,5–3 m) drodze pomiędzy ścianami skalnymi. Przy wierceniu pilotowym zastosowano wiertło przeznaczone do wiercenia w skałach o średnicy 170 mm. Na rycinie 7 pokazano wiertło w punkcie wyjścia pod koniec wiercenia pilotowego. Otwór pilotowy został poszerzony do średnicy 250 mm, następnie przeprowadzono marsz czyszczący, przy którym zastosowano rozwiertak baryłkowy o średnicy 230 mm.



Ryc. 6. Wiertnica Grundodrill 18ACS podczas wiercenia pilotowego ustawiona na wąskiej drodze pomiędzy pionowymi ścianami skalnymi [1]



Ryc. 7. Wiertło w punkcie wyjścia pod koniec pierwszego etapu przewiertu [1]



Ryc. 5. Widok na plac budowy z widoczną wiertnicą HK 100

#### 2.6. Bezwykopowa budowa ropociągów i gazociągów z zastosowaniem technologii HDD w Rosji

W ramach projektu *Sachalin-2* z zastosowaniem technologii HDD przeprowadzono 12 przewiertów HDD o długości od 500 do 1000 m, wbudowując rurociągi o średnicach 508 mm (20"), 609,6 mm (24") i 1219,2 mm (48"). Zastosowano system ochrony katodowej rurociągów (CP), który pozwalał na zmianę polaryzacji rurociągów ułożonych w gruncie. Rurociągi pokryto trójwarstwową izolacją. Ponieważ Sachalin jest obszarem znajdującym się w strefie aktywności sejsmicznej, zastosowano własny system monitoringu aktywności sejsmicznej, który był zlokalizowany wzdłuż trajektorii przewiertu.

#### 2.7. Przygotowania do rozpoczęcia budowy tunelu komunikacyjnego w Nowej Zelandii

W fabryce firmy Herrenknecht w Guangzhou w Chinach odbyła się uroczystość zaakceptowania 10. co do wielkości tarczy TBM na świecie. Maszyna o średnicy 14,5 m została specjalnie przystosowana do warunków geotechnicznych panujących na trasie projektowanego tunelu komunikacyjnego w Nowej Zelandii. W czerwcu 2013 r. maszyna miała być dostarczona do Auckland, a rozpoczęcie prac zaplanowano na początek października.

### 3. Wybrane firmy promujące się w czasopiśmie „Trenchless International”

#### 3.1. System pneumatyczny Roughneck R400

Firma Hammer-Head wyprodukowała nowy system pneumatyczny Roughneck R400. System ten został zaprojektowany do wykonywania wierceń z prędkością 48,72 m/h (150 stóp/h) i został wyposażony w udoskonalony system sterowania. Posiada 133,35 mm (5,25") wiertła, opatentowany zestaw do wyciągania rurociągu, stację kontroli, zestaw do zmiany ustawień wierceń oraz obudowę do wykonywania wierceń DD w skałach. Umożliwia wykonywanie DD w bardzo trudnych warunkach bez konieczności zmiany obudowy. Na rycinie 8 przedstawiono stację kontroli i zdalnego sterowania systemu pneumatycznego Roughneck R400. Stacja kontroli może być instalowana za pomocą zaworu trójdrogowego i kulowego po stro-

nie wysokociśnieniowej pompy płuczkowej. Zapewnia to kierowanie przepływającego powietrza do przewodu podającego płyn wiertniczy. W ten sposób pompa płuczkowa jest wykorzystana do efektywnego dostarczania powietrza i płynu wiertniczego do otworu wiertniczego, co powoduje zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> podczas wykonywania instalacji.



Ryc. 8. Stacja kontroli i zdalnego sterowania systemu pneumatycznego Roughneck R400 [1]

### 3.2. Dwustopniowy poszerzacz typu hole opener

Firma Transco MFG Australia Pty. Ltd oferuje dwustopniowy poszerzacz typu hole opener, który przy jednym marszu poszerzającym poszerza otwór wiertniczy od 12¼", przez 28", do 42" (od 311,15 mm, przez 711,19 mm, do 1066,8 mm). Na rycinie 9 został przedstawiony jednoetapowy dwustopniowy poszerzacz.



Ryc. 9 Jednoetapowy dwustopniowy poszerzacz firmy Transco MFG Australia Pty. Ltd [1]

### 3.3. Technologia Pipe Express

Niemiecka firma Herrenknecht poleca technologię Pipe Express. Jest to półbezwykopowa technologia budowy rurociągów, która zastała zaprezentowana podczas *Bauma Innovation Award 2013*. Z zastosowaniem tej technologii zainstalowano ponad 1000 m rurociągów o średnicy od 800 mm do 1500 mm. Przy jej użyciu poziom zwierciadła wód podziemnych nie ulega obniżeniu, a wy-

kopy są węższe o 70% w stosunku do technologii wykopowej. Wykorzystując tę metodę, można wbudowywać rurociągi w tempie 1,2 m/min.

### 3.4. Rurociągi Hobas o niskiej emisji dwutlenku węgla

Firma Hobas Australia oferuje rurociągi o obniżonej emisji CO<sub>2</sub>. Firma Hobas oceniła ślad węglowy produkowanych rurociągów z zastosowaniem analizy gazów cieplarnianych, która została zweryfikowana przez Australian Carbon Reduction Institut. Ślad węglowy jest definiowany jako całkowita suma emisji gazów cieplarnianych wywołanych przez analizowany produkt. Badania śladu węglowego zostały przeprowadzone według PAS 2050:2011. Jest to metodologia oceny śladu węglowego podczas tzw. „całego cyklu życia produktu”. Na rycinie 10 pokazano rurociągi Hobas o niskiej emisji dwutlenku węgla, które zostały zastosowane w zachodniej Australii.

### 3.5. Maszyny firmy Tracto-Technik

Firma Tracto-Technik, oferuje wiertnice do wykonywania horyzontalnych przewiertów sterowanych typu Grundodrill, maszyny do wbijania rur stalowych Grundoram, urządzenia do renowacji rurociągów Grundoburst, urządzenia przeciskowe Grundomat do wykonywania niesterowanych przejść instalacyjnych w zakresie średnic od 45 do 180 mm oraz wiertnice hydrauliczne Geodrill do wykonywania odwiertów geotermalnych.

### 3.6. Systemy sterowania HDD firmy Horizontal Technology Inc.

Firma Horizontal Technology Inc. oferuje systemy sterowania w technologii

HDD, rozwiertaki i wiertła do wykonywania wierceń w skałach, silniki węglbene, różnego typu poszerzacze, niemagnetyczne obudowy oraz krętliki. W ofercie tej firmy znajdują się również narzędzia i urządzenia stosowane przy przewiertach sterowanych, w których wykonuje się dwa otwory pilotażowe z przeciwnymi stronami z zastosowaniem metody Intersect.

### 3.7. Nowa wiertnica firmy American Augers

Amerykańska firma American Augers, działająca na rynku od 1970 r., oferuje nową wiertnicę o średnim rozmiarze typu DD-155T o sile uciążu 700 kN, momencie obrotowym 40674 Nm i kącie pochylecia lawety wiertniczej od 12 do 22°. Wiertnica ta jest szczególnie polecana do stosowania w terenach mocno zurbanizowanych.

### 3.8. Maszyny do tunelowania firmy mts Perforator

Niemiecka firma mts Perforator GmbH, kontynuująca ponad stuletnią tradycję grupy Schmidt Kranz, oferuje maszyny do tunelowania o średnicach tarczy od 200 mm do 3000 mm.

### 3.9. Wiertnice firmy Guilin Huali Heavy Industries Co., Ltd

Chińska firma Guilin Huali Heavy Industries Co oferuje wiertnice o sile uciążu od 120 kN (HL512B Horizontal Directional Drilling) do 800 kN (HL580A Horizontal Directional Drilling).

### Literatura

[1] „Trenchless International” 2013, Issue 20, p. 66.



Ryc. 10. Rury firmy Hobas o niskiej emisji dwutlenku węgla, które zostały zastosowane w zachodniej Australii [1]