



Rozwój technologii układania instalacji **metodą bezwykopową w Polsce**

■ Hobas System Polska Sp. z o.o.

Technologie układania instalacji metodą bezwykopową przynoszą liczne korzyści ekonomiczne, ekologiczne i społeczne przy realizacji szerokiej gamy podziemnych konstrukcji i projektów renowacyjnych, dlatego też ciągle rośnie ich popularność na całym świecie. W Polsce stosuje się je od początku lat 90. w sytuacjach, gdy inwestorzy w branży drogowej zmuszeni są prowadzić tunele pod drogami i torami kolejowymi lub w zatłoczonych obszarach miejskich. Unikają w ten sposób dezorganizacji i szkód wywołanych prowadzeniem prac wykopowych.

Wpływ na wzrost popularności technologii bezwykopowych miał również rozwój urządzeń do zdalnie kontrolowanego wiercenia oraz zastosowanie do budowy wykopów metody hydraulicznej. Obecnie istnieje szeroka gama opcji prowadzenia prac bezwykopowych do budowy lub renowacji prawie wszystkich elementów podziemnej infrastruktury, takich jak instalacje ściekowe, instalacje wodne, gazowe, linie energetyczne i telekomunikacyjne, tunele i przejścia podziemne, instalacje odwadniania dróg i szlaków kolejowych, hydrotechniczne przepusty drogowe i ekologiczne przepusty drogowe, łącznie z przejściami podziemnymi dla zwierząt.

Przeciski hydrauliczne i mikrotunelowanie

Duża liczba dostępnych metod oraz urządzeń do wiercenia doprowadziła do podziału technologii bezwykopowych na różne kategorie. W zależności od rodzaju i zakresu robót oraz ich zastosowania, technologie te można podzielić na stosowane przy projektach renowacyjnych lub przy wykonywaniu nowych konstrukcji. Powszechnie przyjęta jest klasyfikacja opracowana

przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych (ISTT), zgodnie z którą wymienione są następujące techniki, zdefiniowane jako technologie bezwykopowe stosowane przy wykonywaniu nowych konstrukcji:

- przeciski pneumatyczne wykonywane tzw. kretem lub pneumatyczne wbijanie rur
- przewiertki sterowane i wiercenia kierunkowe
- przeciski hydrauliczne i mikrotunelowanie.

Podczas przeciskania rury poddawane są silnym poziomym i pionowym obciążeniom. Dlatego też wytrzymałość mechaniczna, połączenia rurowe i współczynnik chropowatości zewnętrznej powierzchni rury mają decydujące znaczenie przy ustalaniu, czy są one zdadne do danego rodzaju instalacji. Gdy instalacja rurowa zostanie wykonana, materiał ponownie poddawany jest próbom obciążeniowym, gdyż wymagane jest, aby wytrzymał nacisk hydrodynamiczny pochodzący ze spłukiwania. W kraju wydatkuje się duże kwoty na badania technologii bezwykopowych, wykonywane przez liczne instytucje techniczne, szkoły wyższe i laboratoria, których wyniki badań są



niezwłocznie wprowadzane w praktyce. Niedawno przeprowadzone badania przez Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej zostały przedstawione na Światowym Kongresie Tunelowym w Vancouver w 2010 r.



Rury w technologii CC-GRP – odlewane odśrodkowo tworzywa sztuczne, wzmocnione włóknem szklanym, rury żelbetowe, jak również rury z polimerobetonu oraz rury kamionkowe – są powszechnie stosowane w mikrotunelowaniu w Polsce. Technologia CC-GRP jest szczególnie polecana. Rury z kompozytów termoutwardzalnych są dostępne w dużej gamie średnic (do DN 3000 mm), charakteryzuje je wysoka sztywność i wysoka odporność na korozję. Są względnie cienkościennie, dostępne do zastosowań w instalacjach bezciśnieniowych i hydrostatycznych,

idealnie dopasowane do sił działających podczas przeciskania. Charakterystyka procesu produkcyjnego rur sprawia, że ich zewnętrzne i wewnętrzne ścianki są bardzo gładkie, co powoduje, że powstają względnie małe tarcia w trakcie instalacji oraz zapewnione są doskonale właściwości hydrauliczne, przyczyniając się tym samym do ich optymalnego działania.

W Polsce obliczenia wytrzymałości statycznej rur montowanych metodą mikrotunelowania wykonywane są zgodnie z wytycznymi ATV-A 161. Są one przeprowadzane przez inżynierów zajmujących się metodą mikrotunelowania, czasami w konsultacji z dostawcami rur. W szczególnych przypadkach, gdy niezbędne jest skorzystanie z modelowania komputerowego, obliczenia mogą być zlecane wyspecjalizowanym instytutom badawczym lub wyższym uczelniom technicznym.

Wytyczne AVT-A 161 pozwalają ustalić maksymalną grubość ściany rury dla projektowanej długości przewiertu. Dane obliczenia obejmują współczynniki bezpieczeństwa, parametry materiałowe i projektowaną technologię ich montażu. Jest to zwykle stosowana metoda, która stanowi podstawę do obliczania kanałów wykonywanych metodą mikrotunelowania bez względu na zastosowany materiał. W przypadku rur CC-GRP standardowa odporność na ściskanie wynosi 90 MPa. Z uwagi na dużą gamę dostępnych grubości ścianek rur (do 12 rodzajów dla każdej średnicy), obliczenia pozwalają na wybranie optymalnej grubości, stanowiącej najbardziej uzasadnione ekonomicznie rozwiązanie. Duża odporność materiału na ściskanie (wspomniane wyżej 90 MPa) skutkuje względnie mniejszą grubością ścianki, a zatem także mniejszymi zewnętrznymi średnicami przy zakładanej średnicy wewnętrznej. Wymagane są zatem niższe siły przeciskania, a koszty związane z procesem montażu oraz użycia dźwigów i komór roboczych są niższe. Mniej



materiału pochodzącego z wykopów obniża koszty transportu, przekłada się na redukcję emisję zanieczyszczeń itd.

Dzięki dużej odporności materiału (względnie niski moduł Younga przy dużej odporności na ściskanie) nie ma konieczności stosowania drewnianych przekładek (mikrotunelowanie odcinków prostoliniowych) pomiędzy rurami. Oprócz wcześniej wspomnianej typowej odporności na ściskanie, materiał charakteryzuje względnie wysoki współczynnik odkształcenia wzdłużnego (0,7%). Próby przeprowadzane w ciągu ostatnich 25 lat na uniwersytetach w Bochum, Dortmundzie i Illinois potwierdziły te właściwości. W praktyce wielu wykonawców przeprowadziło szereg pomyślnych realizacji instalacji za pomocą rur CC-GRP metodą mikrotunelowania na odcinkach prostych i łukowych.

Pierwsze prace metodą mikrotunelowania, kładące podwaliny pod stosowanie rur GRP metodą bezwykopową w Polsce, zostały przeprowadzone w Toruniu w latach 1997–1998. Po pomyślnym montażu kolektora o długości 973 m i średnicy DN 1600, kompozyty z włókien szklanych znalazły coraz szersze zastosowanie w pracach metodą mikrotunelowania w całym kraju. Wkrótce potem zostały wykonane tak imponujące prace, jak kolektor Ślęza we Wrocławiu, a po nim kolektor pod ul. Prymasa Tysiąclecia w Warszawie. Ten drugi projekt, realizowany w latach 2001–2003, był w tamtym okresie największym projektem wykonywanym metodą przeciskania w Europie i stanowił kluczowy etap w rozwoju tej technologii. Prace prowadzono na głębokości 9–11 m w piasku wodonośnym i glinie, którą było bardzo trudno oddzielić od płynu wiertnicznego. Całkowita długość sześciokilometrowej trasy rurociągu została podzielona na pięć odcinków, z których najdłuższy (470,5 m) wykonano z trzema pośrednimi stacjami przeciskania. Środek smarny

został zastosowany do zmniejszenia tarcia po obwodzie rury, utrzymując tym samym wymagane siły przeciskania poniżej 6500 kN. Pomimo stanowiących wyzwanie warunków, rurociąg CC-GRP o średnicy DN 2400 o sztywności nominalnej 32 000 N/m² i grubości ścianki 76 mm mógł zostać przecięnięty z niezwykłą precyzją, z odchyleniem od osi mniejszym niż 1 cm.

Jeszcze większemu wyzwaniu z technicznego punktu widzenia sprostano przy kolejnym projekcie w Warszawie, podczas którego kolektor o średnicy zewnętrznej 3000 mm został wykonany metodą mikrotunelowania w celu połączenia zachodniej części Warszawy z oczyszczalnią ścieków „Czajka” w 2010 r. Rura o długości 7,1 km została położona w ramach dwóch oddzielnych inwestycji. Warto tutaj wspomnieć o mierzącym 840 m długości pierwszym odcinku, gdzie rury miały zostać przecięnięte z dwóch końców, a następnie spotkać się pośrodku. Dotychczasowe doświadczenia oraz duża dokładność metody mikrotunelowania umożliwiły połączenie odcinków i wykonanie całego odcinka z jednej komory. Wykonawca, trzymając się projektu, co 100 m wykonał stację pośrednią. Żadne z nich nie zostały wykorzystane oprócz ostatniej, która miała zagwarantować, że ostatni przewiert przebiegnie bez żadnych zakłóceń. W drugiej fazie projektu rury zostały przecięnięte pod główną drogą dzielnicy Białołęka. Otwarty wykop nie był tutaj możliwy, ponieważ prace budowlane spowodowałyby ogromne utrudnienia w ruchu na tej trzypasmowej drodze. Jednorazowy przewiert wynoszący ponad 910 m oznaczał pobicie rekordu najdłuższego przewiertu w projekcie.

Renowacja

Metody prowadzenia renowacji metodą bezwykopową były wdrażane jednocześnie z procesem instalacji metodą przeciskania i wiercenia w Polsce. Są one zwyczajowo stosowane

w przypadku miejskich sieci podziemnych, szczególnie trudno dostępnych. Ogólnie technologie te można podzielić na kilka grup:

- FFP – rura elastyczna lub renowacja metodą ciasnego pakowania
- CIPP – renowacja rurociągu metodą CIPP (z użyciem rękawa nasączonego termoutwardzalną żywicą)
- powłoki nakładane na miejscu – nie poprawiają odporności strukturalnej rurociągu, ale zwiększają jego trwałość i szczelność
- wsunięcie paneli lub rur w istniejący rurociąg.

W Polsce rury GRP są chętnie wykorzystywane do tych instalacji, szczególnie do renowacji kanałów o dużej średnicy. Pierwszym dużym projektem była renowacja kolektora Podwale we Wrocławiu w latach 1992–1998. Kolejnym ważnym projektem był trzykilometrowy kolektor o średnicy 1600 mm z rurami GRP, który został przebudowany we Wrocławiu w 1999 r.

Sukces tego przedsięwzięcia i doświadczenie zdobyte podczas jego realizacji spowodowały, że wdrożono kolejne projekty renowacyjne w innych polskich miastach. Dla renowacji konstrukcji niekołowych profile GRP są często jedynym rozwiązaniem technicznym, które nie tylko przywraca, ale nawet poprawia pierwotną efektywność rurociągu pod względem szczelności i właściwości hydraulicznych, a także zwiększa jego odporność strukturalną, czego przykładem jest renowacja systemu kolektorów (ponad 5 km) ścieków w Krakowie w 2009 r. Profile GRP zostały dopasowane do danej konstrukcji, aby utrzymać wydajność hydrauliczną kanału. Obejmowało to produkcję półki – rozwiązanie unikatowe nie tylko w Polsce.

Plany infrastrukturalne

W programie rozbudowy i modernizacji infrastruktury drogowej (zaktualizowany program został wdrożony do realizacji na mocy rozporządzenia Rady Ministrów z 15 maja 2004 r.)

założono, że prawie każda nowo zainstalowana lub poddana modernizacji podziemna konstrukcja będzie wykonana metodą bezwykopową.

Rząd planuje zwiększyć sieć autostrad z 850 do 2000 km, 812 km autostrad zostało ukończonych do końca kwietnia 2009 r., 337 km jest obecnie w budowie. Zaplanowano ukończenie i oddanie do użytkowania 1633 km autostrad na Euro 2012. Zamierzenia te obejmują całą południową autostradę A4, odcinki A1 i A2 pomiędzy granicą z Niemcami a Warszawą.

Plany jednakże dotyczą także zwiększeniem sieci dróg szybkiego ruchu z 560 m do 5300 km. Obecnie istnieje ok. 600 km dróg ekspresowych i obwodnic na różnych etapach budowy. W przypadku kolei, związanej umowami międzynarodowymi, sytuacja przedstawia się podobnie. Są one poddawane modernizacji, aby zagwarantować ich dostosowanie do transeuropejskiej sieci szybkiej kolei.

Program zbudowania szybkich linii kolejowych do 2030 r. został opracowany w 2005 r. Obejmuje on budowę nowej linii z Warszawy przez Łódź z rozgałęzieniami do Wrocławia i Poznania, z włączeniem istniejącej już Centralnej Sieci Kolejowej. Zaprojektowane szyny pozwolą na rozwijanie prędkości do 250 km/h. Jednocześnie budowana jest nowa linia z Krakowa w rejon Tymbarka, włączająca południowo-wschodnią Polskę do krajowej sieci połączeń szybkiej kolei. Wszystkie te inwestycje w oczywisty sposób będą wymagały zastosowania technik bezwykopowych w tym sektorze.

ARTYKUŁ OPACOWANY NA PODSTAWIE REFERATU PROF. DR. HAB. INŻ. CEZAREGO MADRYASA Z POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ, PROF. UZ, DR. HAB. INŻ. ADAMA WYSOKOWSKIEGO Z UNIwersYTETU ZIELONOGÓRSKIEGO ORAZ LECHA SKOMOROWSKIEGO, DYREKTORA NACZELNEGO HOBAS SYSTEM POLSKA SP. Z O.O., WYGŁOSZONEGO NA MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI NO-DIG W SINGAPURZE, 8–10 LISTOPADA 2010 R.

