

Bezwykopowa budowa sieci podziemnych

Część II

Przewierty sterowane i przeciski pneumatyczne



dr inż. Agata Zwierzchowska*

1. PRZEWIERTY STEROWANE

1.1. Uwagi wstępne

Początki metody przewiertów sterowanych (Horizontal Directional Drilling, HDD) datują się na lata 60. ubiegłego wieku, kiedy to jednostka badawczo – rozwojowa AT&T Bell Laboratories w USA opracowała pierwszą wiertnicę udarową napędzaną sprężonym powietrzem. Technologię tę zastosowano do wbudowania gazociągu stalowego o średnicy 100 mm i długości 182 m pod rzeką Pajero w Kalifornii. Była to wówczas jeszcze metoda niesterowalna. Instytuty Electric Power Research Institute i Gas Research Institute udoskonaliły tę technologię wdrażając płuczkę wiertniczą, świdry hydromonitorowe, system kontroli oraz udar w systemach sterowalnych [17]. Pierwszy przewiert sterowany w Polsce wykonano w 1991 r. Było to przejście gazociągiem stalowym pod Wisłą w okolicach Włocławka.

1.2. Technologia przewiertu sterowanego

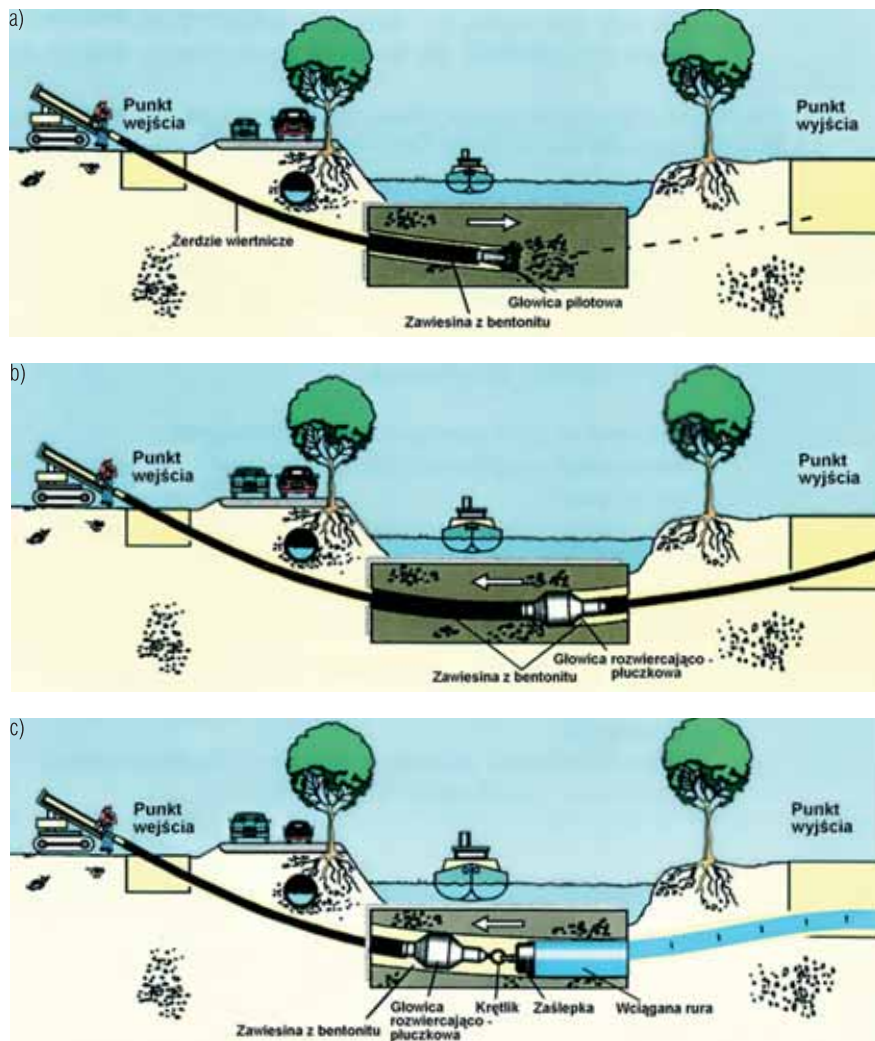
Technologia przewiertu sterowanego obejmuje trzy etapy (rys. 1):

- wiercenie pilotowe,
- rozwiercanie gruntu,
- wciąganie rurociągu.

W etapie pierwszym, w zaplanowanej osi rurociągu, wykonuje się otwór pilotowy. Otwór ten zaczyna się drażnić ukośnie w dół pod kątem od 11° do 20°, zwanym kątem wejścia. Następnie na projektowanej głębokości zmienia się kierunek na poziomy. Drażnienie otworu pilotowego polega na wciskaniu w grunt żerdzi wiertniczych z jednoczesnym ich obracaniem. Żerdzie wiertnicze (połączone ze sobą zazwyczaj połączeniami gwintowanymi), wciskane w grunt tworzą przewód wiertniczy. Na początku przewodu wiertniczego znajduje się głowica pilotowa (rys. 2), skośnie ścięta (ukształtowana ekscentrycznie), a bezpośrednio za nią w specjalnej obudowie umieszczona jest sonda nadawcza. Tylko w pierwszym etapie robót możliwe jest sterowanie przewiertem. Przy jednoczesnym wciskaniu w grunt i obracaniu głowicy pilotowej oraz przewodu wiertniczego, trajektoria przewiertu jest prostoliniowa. Jeżeli natomiast głowica pilotowa wraz z przewodem wiertniczym jest tylko wciskana w grunt, bez obracania, następuje skręt w kierunku zależnym od poło-

żenia głowicy pilotowej. Średnica otworu pilotowego jest uzależniona od użytej głowicy pilotowej oraz średnicy żerdzi. Natomiast średnica głowicy pilotowej zależy od rodzaju gruntu. Czym grunt jest miększy, tym średnica większa.

Urabianie gruntu głowicą pilotową wspomagane jest zazwyczaj płuczką wiertniczą (w większości przypadków na bazie bentonitu), podawaną przewodem wiertniczym do głowicy pilotowej.



Rys. 1. Wbudowywanie rurociągu metodą przewiertu sterowanego
a) etap I – wiercenie pilotowe, b) etap II – rozwiercanie, c) etap III – wciąganie [2]



Rys. 2. Głowice pilotowe z dyszami do podawania płuczki bentonitowej [9]

W gruntach skalistych oraz skałach wiercenie pilotowe odbywa się zazwyczaj przy pomocy zestawu silnika wglębnego typu naporowego oraz świdra trójgryzowego z zębami frezowanymi lub słupkowymi z węglików spiekanych (TC). Przy czym zastosowanie silnika wglębnego wiąże się z koniecznością zapewnienia odpowiednich parametrów strumienia płuczki wiertniczej, gdyż silnik ten napędzany jest płuczką. W gruntach średniozwięzłych stosuje się pośrednie rozwiązanie, a mianowicie świder trójgryzowy w kombinacji z krzywym łącznikiem (rys. 3).



Rys. 3. Świder trójgryzowy z krzywym łącznikiem [9]

W technologii przewiertu sterowanego zazwyczaj nie wykonuje się wykopów początkowych ani docelowych. Urządzenie do wbudowywania rurociągów tą metodą – wiertnicę – umieszcza się na poziomie terenu. Punkt, w którym głowica pilotowa wraz z przewodem wiertniczym wprowadzana jest w grunt, nazywa się punktem wejścia. Analogicznie punkt, w którym głowica pilotowa wychodzi z gruntu na powierzchnię terenu, to punkt wyjścia. W celu skrócenia długości przewiertu możliwe jest wykonanie wykopu docelowego, w którym odbierana jest głowica pilotowa oraz wykop początkowego dla umieszczenia w nim wiertnicy.

Po osiągnięciu punktu wyjścia przez głowicę pilotową rozpoczyna się drugi etap prac – rozwiercanie (rys. 1b). Głowicę pilotową wymienia się wówczas na odpowiedniej wielkości głowicę rozwiercającą, zwaną rozwiertakiem (rys. 4 i 5). Stosowane są różne rodzaje głowic rozwiercających, dobierane w zależności od rodzaju gruntu na trasie rozwiercanego otworu.



Rys. 4. Głowica rozwiercająca typu zamkniętego z wymiennymi zębami urabiającymi (rozwiertak barylkowy – barrel reamer) [3]



Rys. 5. Głowica rozwiercająca typu otwartego (fly cutter) [3]

Do poszerzania otworu w gruntach skalistych, kamienistych lub zwartych o dużej wytrzymałości mechanicznej stosuje się poszerzacze rolkowe (tzw. hole opener) (rys. 6).



Rys. 6. Poszerzacz rolkowy [9]

Bezpośrednio do głowicy rozwiercającej, od strony punktu wyjścia mocuje się żerdzie wiertnicze. Następnie rozwiertak wraz z przewodem wiertniczym przeciąga się w kierunku do wiertnicy. W czasie rozwiercania otworu pilotowego poprzez żerdzie wiertnicze do rozwiertaka podaje się płuczkę wiertniczą, która wspomaga urabianie gruntu. Od strony punktu wyjścia systematycznie dokłada się żerdzie wiertnicze, tak aby na całej długości rozwierconego otworu znajdował się zawsze przewód wiertniczy. Jednocześnie wyciągane żerdzie wiertnicze odbierane są w punkcie wejścia, w wiertnicy. Po osiągnięciu przez rozwiertak punktu wyjścia jest on demontowany, żerdzie wiertnicze są ze sobą łączone, a w punkcie wyjścia montuje się rozwiertak większej średnicy. W zależności od wymaganej średnicy rozwierconego otworu, rozwiercanie może być jednokrotne lub wielokrotne.

Bezpośrednio za rozwiertakiem, który wykonuje ostatnie poszerzenie lub tzw. marsz czyszczący, montuje się zespawany lub zgrzany w całości rurociąg. Podczas rozwiercania i przeciągania rozwiertaka w kierunku do wiertnicy, następuje równoczesne wciąganie rurociągu. Jest to ostatni, trzeci etap robót (rys. 1c). W celu zmniejszenia oporów wciągania rurociągu, poprzez przewód wiertniczy do rozwiertaka podaje się płuczkę bentonitową. W przypadku rurociągów większych średnic dodatkowo, w celu zmniejszenia oporów wciągania, układa się je na specjalnych prowadnicach – rolkach (rys. 7). Na rys. 8 przedstawiono przygotowany w całości rurociąg do wciągania, oparty na specjalnej konstrukcji wsporczej zmniejszającej opory wciągania, zaopatrzonej w prowadnice rolkowe ułatwiające prowadzenie rurociągu.



Rys. 7. Prowadnice rolkowe (zdjęcie własne z budowy kolektora kanalizacyjnego w Szczecinie, dzięki uprzejmości firmy JT – Zakład Budowy Gazociągów)



Rys. 8. Rurociąg przygotowany do wciągania ułożony na specjalnej konstrukcji wsporczej [1]

Rurociąg mocuje się do głowicy rozwiercającej za pomocą łącznika obrotowego, tzw. krętlika, który zapobiega obracaniu się wciąganego rurociągu. Na rys. 9 przedstawiono wciąganie kilkunastu przewodów kablowych za rozwiertakiem.



Rys. 9. Wciąganie kilkunastu przewodów kablowych za rozwiertakiem [4]

W celu zmniejszenia sił tarcia wciąganego rurociągu o wewnętrzne powierzchnie rozwierconego otworu, oprócz działań omówionych wcześniej, a mianowicie: podawania płuczki bentonitowej, podwieszenia rurociągu, umieszczenia go na prowadnicach rolkowych; stosuje się również balastowanie wciąganego rurociągu, poprzez napełnianie go w czasie wciągania wodą lub inną cieczą.

1.3. Płuczka wiertnicza

Istotne zadania w tej technologii pełni płuczka wiertnicza, która podawana jest

zarówno podczas wykonywania wiercenia pilotowego, rozwiercania (rys. 10), jak również w trakcie wciągania rurociągu. Jej zadaniem jest rozmywanie i urabianie gruntu, transport urobku, chłodzenie głowicy, umacnianie wykonanego odwiertu, redukcja tarcia gruntu o zewnętrzną powierzchnię rurociągu, zabezpieczenie wciąganego rurociągu, a także napędzanie wglębnych silników płuczkowych.



Rys. 10. Płuczka bentonitowa wypływająca pod ciśnieniem z dysz rozwiertaka - rozpoczęcie II etapu robót rozwiercania (zdjęcie własne)

Zwyczaj w przewiertach sterowanych jako płuczkę wiertniczą stosuje się płuczkę bentonitową czystą lub modyfikowaną syntetycznymi polimerami.

Płuczkę wiertniczą przygotowuje się w polietylenowych lub stalowych zbiornikach wyposażonych w lej strumieniowy ze zwężką Venturiego oraz pompy wirowe. Podawanie płuczki do wiertnicy następuje w małych urządzeniach za pomocą pomp nurnikowych, natomiast w urządzeniach średnich i dużych za pomocą pomp typu tłokowego.

Płuczki bentonitowe są nietoksyczne wobec środowiska. Przy małych ilościach używanej płuczki i jednocześnie małych ilościach urobku zmieszanego z płuczką, na terenach pól, łąk i innych niezainwestowanych obszarach nie stosuje się separacji płuczki od urobionego gruntu. Natomiast przy większych ilościach użytej płuczki, urobku oraz na terenach zurbanizowanych stosuje się specjalne urządzenia do odzysku płuczki od urobku (rys. 11). Urządzenia te są zróżnicowane wielkością w zależności od ilości urobku poddawanego separacji.



Rys. 11. Zespół urządzeń służących do separacji płuczki [7]

1.4. Systemy sterowania i kontroli wykonywane w technologii przewiertu sterowanego

Sterowanie procesem w budowywania rurociągu w technologii przewiertu

sterowanego jest możliwe tylko w czasie pierwszego etapu robót. Zasadniczym elementem systemu sterowania jest specjalnie ukształtowana (skośnie ścięta) głowica pilotowa. Jeśli przewód wiertniczy wraz z głowicą pilotową jest wciskany w grunt i jednocześnie obracany dookoła jego osi, to otrzymuje się prostoliniową trajektorię otworu pilotowego. Natomiast jeśli przewód jest wciskany w grunt bez obrotu, to trajektoria otworu odchyła się w kierunku ścięcia głowicy pilotowej. Do określenia ustawienia głowicy pilotowej często używa się określenia godzinowego na tarczy zegara, np. ustawienie głowicy pilotowej na godzinę 12 oznacza, że po jej wciśnięciu bez obrotu nastąpi odchylenie trajektorii otworu pilotowego w górę [12].

Do kontroli parametrów wykonywanego otworu pilotowego stosuje się najczęściej systemy: radiolokacji, magnetyczny i elektromagnetyczny. Sporadycznie wykorzystuje się systemy oparte na śledzeniu wypływu płuczki bentonitowej z głowicy pilotowej. W fazie prac badawczych i wdrożeniowych jest wykorzystanie systemu żyroskopowego do kontroli wykonania otworu pilotowego w technologii przewiertów sterowanych.

Zasadnicze elementy systemu radiolokacji to: sonda (nadajnik), przenośny lokalizator, monitor dla operatora wiertnicy. Sonda emitująca sygnał radiowy, umieszczona jest bezpośrednio za głowicą pilotową. Sygnał ten jest odbierany przez przenośny lokalizator, który musi znajdować się nad nadajnikiem (rys. 12). Lokalizator odbiera informacje dotyczące m.in. położenia sondy; głębokości, kąta pochylenia i kąta obrotu głowicy pilotowej. Informacje te wyświetlane są na monitorze lokalizatora, a następnie przekazywane na stanowisko operatora wiertnicy. Najnowsze rozwiązania systemów radiolokacji, w szczególności lokalizatorów, pozwalają na odbieranie sygnału z nadajnika i przetwarzanie informacji bez konieczności bezpośredniego usytuowania lokalizatora nad nadajnikiem. Jest to szczególnie ważne przy przekroczeniach żeglownych rzek, węzłów kolejowych, autostrad, lotnisk, gdzie lokalizator nie zawsze może znajdować się bezpośrednio nad nadajnikiem. Jednakże uzyskane informacje obarczone są większym błędem odczytu.



Rys. 12. Namierzanie sondy i odczyt parametrów przewiertu [9].

W przypadku znacznych zakłóceń magnetycznych bądź elektromagnetycznych, jako systemy sterowania i kontroli w przewiertach sterowanych stosuje się systemy magnetyczne i elektromagnetyczne. Zasadą działania systemu magnetycznego jest wykorzystanie naturalnego ziemskiego pola magnetycznego. Układ czujników magnetycznych i grawitacyjnych wbudowanych w sondę pomiarową, znajdującą się również bezpośrednio za głowicą pilotową, umożliwia orientację sondy pod powierzchnią ziemi. System elektromagnetyczny działa natomiast na zasadzie lokalizacji sondy w polu magnetycznym, wytworzonym przez przepływ prądu stałego w odpowiednio ułożonej na powierzchni terenu i umiejscowionej względem osi przewiertu pętli z przewodu elektrycznego.

Sporadycznie w przewiertach sterowanych wykorzystuje się systemy tzw. MWD oraz EMWD, stosowane dość powszechnie w wierceniach naftowych. W systemach tych stosuje się podobne układy czujników magnetycznych i grawitacyjnych, wbudowanych w sondę pomiarową, jak w systemach magnetycznych i elektromagnetycznych. Inny jest natomiast sposób przesyłania uzyskanych danych. Do transmisji danych systemy te wykorzystują stałą obecność płuczki wiertniczej w otworze pilotowym. Przy czym dane te przesyłane są przy pomocy krótkich różnic ciśnienia, wytwarzanych w otworze przez urządzenie hydrauliczne. Różnice ciśnienia odczytywane są na powierzchni przez specjalny czujnik ciśnienia, a następnie przetwarzane.

Systemy żyroskopowe mierzą prędkość obrotową ziemi na danej szerokości geograficznej i na tej podstawie określany jest bieżący kierunek wiercenia. Natomiast wartość inklinacji określana jest przy pomocy czujników grawitacyjnych (mierzących siłę grawitacji).

2. PRZECISKI PNEUMATYCZNE

2.1. Uwagi wstępne

Jest to jedna z najwcześniejszych stosowanych w Polsce metod bezwykopowej budowy sieci podziemnych. Początki jej przypadają na lata 60. ubiegłego wieku, a za twórców urządzenia zwanego przebijakiem, stosowanego w pneumatycznym przeciskaniu, uważa się Polaków. Przeciski pneumatyczne obejmują dwie grupy metod, a mianowicie: przecisk pneumatyczny przebijakiem, tzw. kretem, oraz wbijanie rur stalowych

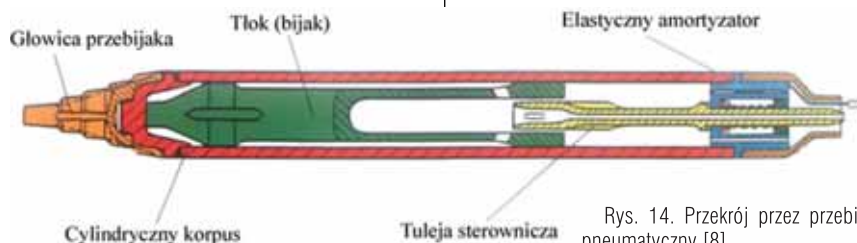
2.2. Niesterowany przecisk pneumatyczny przebijakiem tzw. kretem

W metodzie tej grunt jest rozpychany i zagęszczany poprzez przemieszczający się w nim przebijak pneumatyczny (tzw. kret), napędzany sprężonym powietrzem [15]. Przebijak pokonuje drogę poprzez grunt wciągając jednocześnie rury z PVC, PE lub rury stalowe. Możliwe jest również wciąganie rur po wykonaniu przecisku, z wykopu docelowego jednocześnie z wyciąganiem kabli zasilających przebijak. W pierwszej fazie przecisku przebijak ustawiany jest w wykopie początkowym na tzw. łożu (ławecie startowej) pod zadany kąt przecisku oraz w planowanej osi rurociągu (rys. 13). Do poprawnego ustawienia przebijaka często stosuje się tzw. celownik optyczny.



Rys. 13. Przebijak pneumatyczny umieszczony w łożu [9]

Przebijak pneumatyczny składa się z trzech zasadniczych części: cylindrycznego korpusu, tłoka (bijaka) oraz tulei sterowniczej wraz z elastycznym amortyzatorem. Na rys. 14 przedstawiono przekrój przez przebijak pneumatyczny. Zarówno tłok, jak i tuleja sterownicza wraz z amortyzatorem umieszczone są w cylindrycznym korpusie urządzenia. Wewnątrz korpusu znajduje się cylindryczna gładź, po której porusza się tłok. Przednia, wewnętrzna część korpusu jest ukształtowana w tzw. kowadło, w które uderza tłok. Natomiast w tylnej części gładzi cylindrycznej wykonany jest rowek, w którym osadzone są pierścienie zabezpieczające elastyczny amortyzator przed wysunięciem się na zewnątrz korpusu. Tłok posiada wewnątrz również cylindryczną gładź, w której znajduje się tuleja sterownicza. W tylnej części tłoka wykonane są otwory. Poruszający się wewnątrz tłok zasłania je i odsłania, regulując w ten sposób przepływ sprężonego powietrza. Zewnętrzna część tłoka posiada wyfrezowane rowki, które umożliwiają przepływ powietrza wewnątrz korpusu urządzenia. Sprężone powietrze doprowadzane jest do tłoka poprzez tuleję sterowniczą, która pełni również funkcję przesłony otworów tłoka. Tuleja ustawiona jest centralnie w bloku elastycznym, absorbującym energię tłoka podczas ruchu powrotnego. Blok elastyczny wykonany jest z tworzywa sztucznego, odpornego na uderzenia, posiada otwory, przez które odprowadzane jest powietrze na zewnątrz urządzenia.



Rys. 14. Przekrój przez przebijak pneumatyczny [8]

Sprężone powietrze doprowadzone przez tuleję sterowniczą wypełnia wnętrze tłoka i powoduje ruch tłoka do przodu, który uderza w kowadło korpusu. Wraz z przesuwanym tłokiem odsłonięte zostają otwory i sprężone powietrze przedostaje się do komory w okolicy kowadła, wspomagając w ten sposób ruch tłoka do tyłu. Przy podejściu tłoka do skrajnego

tylnego położenia uderza on w elastyczny amortyzator tłumiący uderzenie i jednocześnie następuje wydmuch powietrza do atmosfery poprzez otwory w amortyzatorze.

Niektóre przebijaki posiadają możliwość poruszania się do tyłu, tzw. rewers (tryb retrakcji). Realizowane jest to poprzez przestawienie tulei sterowniczej maksymalnie w tylnym położeniu. Wówczas otwory w tłoku odsłaniają się wcześniej i przepływ powietrza do komory w okolicach kowadła następuje wcześniej, dlatego też tłok nie uderza w kowadło. Uderza zaś w amortyzator z większą siłą, powodując wsteczny ruch urządzenia. Zmiana kierunku posuwu przebijaka dokonywana jest zazwyczaj poprzez zawór sterujący, znajdujący się w olejarni (olejarni), która to zapewnia przede wszystkim smarowanie wewnętrznych elementów przebijaka.

W zależności od rodzaju gruntu stosuje się różne rodzaje głowic przebijaków (rys. 15). Głowice mogą być nieruchome względem korpusu przebijaka lub ruchome, generujące dodatkowe uderzenia niezależnie od korpusu.



Rys. 15. Rodzaje głowic przebijaków pneumatycznych [8]

W metodzie tej grunt nie jest usuwany na zewnątrz, a tylko zagęszczany, stąd można nią wbudowywać rurociągi o średnicy zewnętrznej maksymalnie tylko do 200 mm. W celu zwiększenia średnicy wykonywanego otworu względem średnicy przebijaka możliwe jest zastosowanie specjalnych poszerzaczy, które nasuwają się na przebijak. Z powodu małego tarcia powierzchniowego gruntu o przebijak, metoda ta może być nieefektywna w gruntach nawodnionych.

Prędkość przesuwu przebijaka zależy od rodzaju gruntu oraz jego zagęszczalności i waha się od 3 do 30 m/h. Dokładność wbudowania sieci tą metodą zależy w dużej mierze od prawidłowego ustawienia przebijaka w wykopie początkowym, warunków gruntowych, a przede wszystkim

od długości przecisku. Przyjmuje się, iż dokładność wbudowania zarówno w pionie, jak i w poziomie wynosi od 1% do 2% długości przecisku. Przy czym przez dokładność wbudowania sieci w pionie rozumie się odchylenie spadku wbudowanej sieci od projektowanej (różnicę pomiędzy rzędnymi sieci wbudowanej a projektowanej) natomiast dokładność

wbudowania sieci w poziomie jest to odchylenie w planie osi wbudowanej sieci od projektowanej [13].

Przebijaki pneumatyczne stosowane do końca ubiegłego wieku to urządzenia niesterowalne. Możliwe jest jednak śledzenie przebijaka z powierzchni terenu poprzez zastosowanie popularnego systemu lokalizacji radiowej. W rozwiązaniu tym w głowicy przebijaka umieszczona jest sonda nadawcza emitująca sygnał radiowy odbierany przez lokalizator, który znajduje się na powierzchni terenu nad głowicą przebijaka. Lokalizator przemieszczany jest przez operatora w miarę postępu przecisku.

2.3. Precisek sterowany przebijakiem pneumatycznym, tzw. kretem

Do początku lat 90. XX w. metoda przecisku przebijakiem pneumatycznym była metodą niesterowalną, dopiero prace prowadzone przez Instytut Badawczy Gazu Stanów Zjednoczonych (US – Gas Research Institute) doprowadziły do opracowania sterowalnego przebijaka pneumatycznego, umożliwiającego sterowanie procesem wbudowywania sieci tą metodą [17].

Podobnie jak w poprzedniej metodzie, grunt jest rozpychany i zagęszczany poprzez przemieszczający się w gruncie przebijak pneumatyczny, napędzany sprężonym powietrzem. W korpusie przebijaka znajduje się nadajnik (sonda), który służy do lokalizowania położenia przebijaka za pomocą standardowego systemu lokalizacji radiowej. Sonda ta emituje sygnał radiowy odbierany na powierzchni terenu przez lokalizator. Na ekranie lokalizatora wyświetlane są informacje dotyczące m.in.: pochylenia i obrotu głowicy sterującej oraz głębokości, na której znajduje się przebijak. Sterowanie procesem przecisku zapewnia nastawna głowica przebijaka oraz wąż sterujący, będący jednocześnie przewodem zasilającym (rys. 16). Jeżeli głowica przebijaka ustawiona jest współosiowo do korpusu (tryb „na wprost”) uzyskiwana jest prostoliniowa trajektoria przecisku. Dopiero po przekręceniu korpusu przebijaka w prawą stronę o 180°, za pomocą węża sterującego, można zmieniać ustawienie głowicy. Od tego momentu dalsze obracanie głowicy i korpusu jest synchroniczne. Powrót do współosiowego ustawienia głowicy i korpusu przebijaka następuje po przekręceniu korpusu o 180° w lewo. Sterowanie głowicą realizowane jest przez operatora przebijaka poprzez ręczny napinacz zainstalowany na wężu zasilającym (rys. 17). Moment obrotowy przenoszony jest na przebijak dzięki dużej sztywności obwodowej węża.



Rys. 16. Sterowany przebijak pneumatyczny firmy Tracto Technik umieszczony w łożu (urządzenie na pierwszym planie)



Rys. 17. Wąż zasilający – sterujący umożliwiający sterowanie przeciskiem [9]

Minimalny promień skrętu urządzenia wynosi 30 m. Długości jednorazowo wykonywanych przecisków dochodzą nawet do 70 m. Wbudowywanie rur odbywa się tak jak w poprzednio opisanej metodzie poprzez ich wciąganie za przebijaćkami lub po wykonaniu przecisku, jednocześnie z wyciąganiem kabli zasilających przebijaćki. Metodą tą można wbudowywać sieci uzbrojenia podziemnego o średnicy do 63 mm.

2.4. Wbijanie rur stalowych

Metoda ta polega na wbijaniu w grunt rur stalowych przy pomocy przebijaćek pneumatycznych. W technologii tej wykorzystuje się takie same przebijaćki jak w poprzednio omawianej lub o większych wymiarach i większej mocy, lecz o takiej samej budowie. Przebijaćki umieszczone jest cały czas w wykopie początkowym, w specjalnym łożu (zwanym również kołyską lub lawetą) i nie przemieszcza się w gruncie [16].

Dla rur stalowych o średnicy zewnętrznej nie większej niż 200 mm, wbijane rury są zamknięte od czoła głowicą stożkową (zazwyczaj dospawany na początku pierwszej rury stalowy element w kształcie stożka). Grunt jest rozpychany i zagęszczany wokół wbijanej w grunt rury, nie ma usuwania urobku.

Rury stalowe o średnicy zewnętrznej większej od 200 mm wbijane są jako otwarte od czoła, przy czym na początek pierwszej rury nakłada się tuleję tnącą, zwaną również nożem tnącym, ewentualnie rura w tym miejscu jest specjalnie szlifowana.

Przebijaćki pneumatyczne ustawiane jest w wykopie początkowym, w łożu tak jak w przypadku wbijania rur stalowych zamkniętych od czoła. Przy czym prawidłowe ustawienie przebijaćki wspomagane jest często, przy większych średnicach wbijanych rur i tym samym przy zastosowaniu cięższych przebijaćek o większej mocy, przy pomocy poduszek pneumatycznych. Siła udarowa przekazywana jest na wbijane rury poprzez specjalne pierścienie pośrednie, zwane również stożkami redukcyjnymi, dzięki czemu

nie następuje deformacja ścianek rur. Przy dużej różnicy pomiędzy średnicą przebijaćki a średnicą wbijanej rury, między tymi elementami stosuje się adapter, zwany również kołnierzem (rys. 18).



Rys. 18. Wbijanie rur stalowych. Na pierwszym planie przebijaćki pneumatycznej umieszczonej w łożu, na drugim planie pierścienie pośrednie (stożki redukcyjne), adapter, wbijana rura stalowa [9]

Poszczególne odcinki rur łączy się ze sobą zazwyczaj poprzez spawanie. Po wbiciu w grunt rur na całą długość odcinka, wewnątrz rur pozostaje rdzeń gruntowy. Usuwanie rdzenia gruntowego z wbijanych rur może odbywać się np. przy pomocy sprężonego powietrza, wody pod ciśnieniem, wiertnicy ślimakowej lub miniładowarki. Przy usuwaniu rdzenia gruntowego przy pomocy sprężonego powietrza do wnętrza rury od strony wykopu początkowego wkłada się korek poliuretanowy o odpowiedniej średnicy. Koniec rury zabezpiecza się stalową płytą (w kształcie koła o średnicy nieco mniejszej od średnicy wewnętrznej rury stalowej) z uszczelką umieszczoną na jej obwodzie. Płytę zabezpiecza się przed wypchnięciem prętami stalowymi. W przestrzeni pomiędzy korkiem a płytą stalową wprowadza się sprężone powietrze, które naciskając na korek powoduje przemieszczanie się go do przodu rury i jednocześnie wypychanie rdzenia gruntowego do wykopu docelowego (rys. 19). W przestrzeni pomiędzy korkiem a płytą stalową można również podawać wodę pod ciśnieniem. Należy jednak liczyć się z wpływem wody nie tylko do wykopu docelowego, ale również do wykopu początkowego, co powoduje utrudnienia wykonawcze.

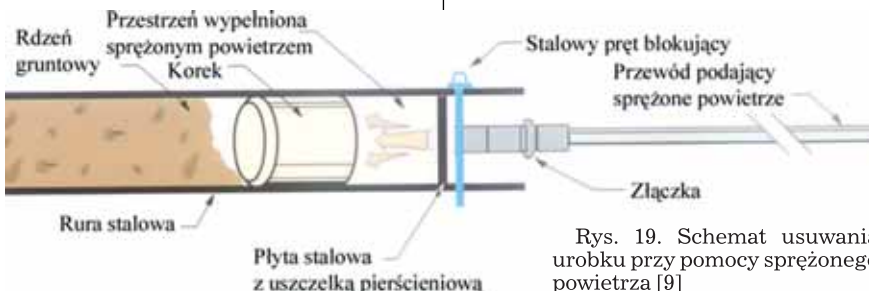
Długości wbudowywanych jednorazowo rurociągów tą metodą wynoszą od

20 do 50 m w zależności od ich średnicy (przy czym w sprzyjających warunkach gruntowych oraz dla wybranych średnic rurociągu o długości nawet do 100 m [8]). Zakres średnic wbudowywanych rurociągów wynosi od 110 do 2000 mm [8]. Metoda ta należy do niesterowalnych, toteż dokładność wykonania rurociągu maleje wraz z długością wbudowywanych odcinków. Przyjmuje się, że dokładność wykonania rurociągu w pionie i w poziomie wynosi od 1% do 2% długości wykonywanych jednorazowo rurociągów [11].

PODSUMOWANIE

Przewiercane sterowane są stosowane w Polsce na szerszą skalę do budowy sieci podziemnych od połowy lat 90. XX w. W chwili obecnej jest to często stosowana technologia bezwykopowej budowy sieci podziemnych, szczególnie w przypadku tzw. przekład terenowych, m.in. rzek, kanałów, dróg, autostrad, pasów startowych lotnisk, torów kolejowych. Technologię tę można stosować właściwie w każdym rodzaju gruntów, stosując odpowiednie narzędzia urabiające i odpowiednio dobraną płuczkę wiertniczą. Wbudowywanie sieci podziemnych może odbywać się poniżej poziomu wody gruntowej. Imponujące są parametry techniczne rurociągów wbudowywanych tą metodą, bowiem długości jednorazowo wbudowywanych odcinków sieci przekraczają 2 km, a średnice wbudowywanych rurociągów dochodzą nawet do 1500 mm. Stosując metodę przewiertów sterowanych można wciągać jednocześnie, w jednej wiązce, nawet kilkadziesiąt przewodów kablowych. Pomimo faktu, iż technologia przewiertu sterowanego należy do grupy metod sterowalnych, to dokładność wbudowania rurociągów tą technologią nie jest wysoka. Dlatego też nie zaleca się stosowania jej do budowy grawitacyjnych sieci kanalizacyjnych. Pewne problemy może stwarzać również utylizacja używanej w tej metodzie płuczki wiertniczej lub jej separacja od urobku.

Przeciski pneumatyczne przebijaćkami to prosta i tania metoda bezwykopowej budowy sieci podziemnych, wykorzystywana w Polsce od prawie pół wieku. Jednakże jej stosowanie jej niesie za sobą pewne ograniczenia. Przede wszystkim tą metodą można stosować w gruntach dających się zagęszczać, jako że grunt jest tu tylko przemieszczany i zagęszczany wokół przebijaćki pneumatycznej. W metodzie tej nie ma usuwania urobku. Kolejnym ograniczeniem stosowania przecisków pneumatycznych kretem jest maksymalna średnica zewnętrzna wbudowywanych sieci. Wynosi ona 200 mm, a przy zastosowaniu tzw. poszerzacza, w sprzyjających warunkach gruntowych maksymalnie 300 mm. Długości jednorazowo wbudowywanych odcinków sieci są stosunkowo niewielkie i dochodzą do 35 m, a w metodzie sterowalnej do 70 m. Pomimo iż jest to metoda sterowalna, co prawda od niedawna, to dokładność wbudowania sieci podziemnych przeciskiem pneumatycznym sterowanym, a tym bardziej niesterowanym, nie zapewnia wymaganej dokładności wbudowania dla grawitacyjnych sieci podziemnych, np. kanalizacji grawitacyjnej. Dlatego też najczęściej wbudowywane są w tej technologii sieci kablowe, sieci wodociąg-



Rys. 19. Schemat usuwania urobku przy pomocy sprężonego powietrza [9]

gowe, gazowe, kanalizacja ciśnieniowa oraz przyłącza tychże sieci. Warto również nadmienić, iż efektywność w budowywania sieci w gruntach nawodnionych tą metodą może być niewielka (bardzo małe tempo robót). Mimo wymienionych powyżej licznych ograniczeń stosowania tej metody jest ona bardzo często stosowana w Polsce do budowy sieci podziemnych o niewielkich średnicach i niewielkich długościach w budowywanych odcinków, a szczególnie do w budowywania sieci kablowych pod przeszkodami terenowymi, takimi jak drogi i ulice.

Metoda wbijania rur stalowych wykorzystywana jest przede wszystkim do pokonywania przeszkód terenowych, np. dróg oraz torów kolejowych prowadzonych na nasypach. Niewątpliwą jej zaletą są niskie koszty robót oraz prosta obsługa urządzeń. Niestety, jest to metoda niestrawna, to znaczy taka, w której w trakcie w budowywania rurociągu nie mamy wpływu na ewentualną zmianę (korektę) kierunku w budowywanego rurociągu zarówno w pionie, jak i w poziomie. Dlatego też dokładność w budowywanego odcinka rurociągu zależy od właściwego ustawienia początkowego: łoża, przebijaka w łożu, wbijanej rury oraz współosiowego ułożenia rury i przebijaka w trakcie całego przecisku. Dokładność w budowywanego odcinka zależy również od przeszkód, które mogą pojawić się na trasie wbijanych rur i spowodować ewentualną zmi-

nę kierunku. Do takich przeszkód można zaliczyć: przewarstwienia gruntu, gazy narzutowe, większe kamienie, pozostałości starych fundamentów i wiele innych. Ze względu na fakt braku możliwości sterowania w tej metodzie, powinno się ją stosować do w budowywania rurociągów ciśnieniowych oraz rur osłonowych dla przewodów kablowych, dla których to dokładność w budowywania nie jest tak istotna jak dla rurociągów grawitacyjnych.

Bibliografia

1. A – HAK – materiały informacyjne.
2. HALBERG – materiały informacyjne.
3. IDS – materiały informacyjne.
4. MELFRED BORZAL – materiały informacyjne.
5. R. Nowotka, J. Ziąja, *Budowa, zasada działania oraz dobór maszyn przeciskowych typu Grundoram*, „TTB” 2003, nr 2, s. 24–33.
6. R. Osikowicz, J. Ziąja, *Rozwój kierunkowych wierceń horyzontalnych w Polsce*, „NTTB” 2000, nr 2, s. 46–54.
7. SCHAUBENBURG MAB – materiały informacyjne.
8. TERRA – materiały informacyjne.
9. TRACTO TECHNIK – materiały informacyjne.
10. VERMEER – materiały informacyjne.
11. A. Zwierzchowska, *Optymalizacja doboru metod bezwykopowej budowy rurociągów podziemnych*, „Monografie,

studia, rozprawy” nr 38, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2003.

12. A. Zwierzchowska, *Systemy sterowania i kontroli wykorzystywane w metodach bezwykopowej budowy sieci podziemnych*, „Inżynieria Bezwykopowa” 2004, nr 1, s. 31–37.
13. A. Zwierzchowska, *Parametry techniczne metod bezwykopowej budowy sieci podziemnych w kontekście wyboru optymalnej technologii*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Świętokrzyskiej” nr 44, seria „Budownictwo”, Kielce 2005, s. 391–402.
14. A. Zwierzchowska, *Przewierci sterowane i wiercenia kierunkowe*, „Przegląd Budowlany” 2005, nr 10.
15. A. Zwierzchowska, *Przeciski pneumatyczne*, „Przegląd Budowlany” 2006, nr 1.
16. A. Zwierzchowska, *Wbijanie rur stalowych*, „Przegląd Budowlany” 2006, nr 2.
17. A. Zwierzchowska, *Technologie bezwykopowej budowy sieci gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych*, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2006 – w druku.

*Katedra Wodociągów i Kanalizacji
Politechniki Świętokrzyskiej
Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
tel. 041 34 24 473
e-mail: agataz@tu.kielce.pl

Vermeer



Biuro Handlowe RUDA
ul. Zegadłowicza 10
40-555 Katowice
tel. fax: (032) 251 25 53
Wiertnice horyzontalne
Żerdzie wiertnicze FIRESTICK I, II
Narzędzia wiertnicze
Głowice do wiercenia w skałach
Systemy mieszalnicze płuczki
Przyrządy do sterowania i kontroli
Kraking

www.bh-ruda.pl