

# PIERWSZE W POLSCE przekroczenia w technologii Direct Pipe



Marcin Firkowski / PPI CHROBOK S.A.



Krzysztof Szypuła / PPI CHROBOK S.A.

## Gazociąg Czeszów–Wierzchowice

PPI CHROBOK SA w ramach budowy gazociągu wysokiego ciśnienia Czeszów–Wierzchowice, łączącego Podziemny Magazyn Gazu (PMC) Wierzchowice z aglomeracją Dolnego i Górnego Śląska wykonała sprzętem marki Herrenknecht AG pierwsze w Polsce przekroczenia w technologii Direct Pipe o łącznej długości 1160 m. Ze względu na topografię terenu, niekorzystne warunki gruntowe oraz występujące tam obszary cenne przyrodniczo, zaprojektowanych zostało aż sześć przekroczeń bezwykopowych o łącznej długości 3,4 km, z czego cztery zostały wykonane w technologii HDD, a dwa w technologii Direct Pipe. Całkowita długość budowanego gazociągu DN 1000 wynosiła 14 km, a projekt współfinansowany był przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

## Technologia Direct Pipe

Direct Pipe łączy w sobie dwie technologie: HDD oraz mikrotunelowanie. Tak, jak w tradycyjnej metodzie mikrotunelowania, głowica wierząca (ang. MTBM – microtunneling boring machine) jest wciskana do górotworu, a na skutek ruchu obrotowego następuje urabianie gruntu, który jest transportowany do systemu separacji. W celu wykonania zaprojektowanej trajektorii przewiertu, operator kontroluje położenie głowicy dzięki systemowi żyrokompasowemu oraz poziomowania hydraulicznego, które określają położenie osi przecisku na zadanych współrzędnych X, Y, Z. Pomiar przeprowadzany jest w sposób ciągły i nie wymaga przestojów związanych z wykonaniem pomiaru położenia. Za pomocą siłowników hydraulicznych możliwa jest zmiana kąta nachylenia głowicy wierzącej, a tym samym kierunku wbudowywania rurociągu. W przypadku Direct Pipe wykorzystywana jest specjalna stacja pchająca, tzw. Pipe Thru-



Dane techniczne	
Nazwa	Gazociąg MOP 8,4MPa DN1000
Lokalizacja	Czeszów–Wierzchowice (woj. dolnośląskie)
Właściciel projektu – Zamawiający	Gaz-System S.A.
Projektant	Tractebel Engineering S.A.
Wykonawca projektu	PGNiG Technologie SA
Wykonawca robót wiertniczych	PPI CHROBOK S.A.
Długość całkowita gazociągu	14 km
Średnica zewnętrzna	1016 mm (40")
Grubość ścianki	22,2 mm
Ilość przekroczeń	6 (4 x HDD, 2 x DP) o łącznej długości 3,4 km

TAB. 1. Dane techniczne gazociągu Czeszów–Wierzchowice

Technologia Direct Pipe zadebiutowała w branży bezwykopowej w 2006 r. w niemieckim Hanowerze i od tamtego czasu zyskuje coraz większą popularność. Długości przewiertów osiągnęte w ramach tego rozwiązania zwiększono do ponad 1,4 km oraz rozszerzono zakres średnic instalowanych rurociągów do 1400 mm. Po 10 latach od pierwszego zastosowania polska firma – PPI CHROBOK SA – wprowadziła ją również na rodzimy rynek i wykorzystwała do wielkośrednicowych instalacji gazowych



FOT. 1. Komora startowa na przekroczeniu Direct Pipe nr 1 z zamontowanym Pipe Thrusterem



FOT. 2. Montaż elementów Pipe Thruster'a / fot. Lukas Landesfeind



FOT. 3. Uzbrojenie (pompa tunelowa) końca instalowanej rury

ster (fot. 5), która wyposażona jest w wymienne szczęki o różnej średnicy dobranej do średnicy rurociągu. Umożliwia ona zaciśnięcie urządzenia na rurociągu i wytwarzanie sił potrzebnych do jego zainstalowania i drążenia otworu. Za głowicą wciskana jest rura przewodowa, która przenosi siły z siłowników Pipe Thruster'a na tarczę tnącą. W porównaniu do metody HDD rurociąg podczas instalacji jest poddawany naprężeniom ściskającym, a nie rozciągającym.

Instalacja rozpoczyna się w komorze startowej wykonanej z grodzic stalowych, w której znajduje się urządzenie Pipe Thruster (fot. 1). W przypadku obu przewiertów komory wykonano z grodzic stalowych, jako swobodnie podparte w gruncie i podparte pośrednio w dwóch poziomach ramą stalową. Z uwagi na bliskie sąsiedztwo istniejącego gazociągu grodzice wbudowano metodą statyczną poprzez wciskanie hydrauliczne, eliminując powstawanie szkodliwych drgań. Rama stalowa w dolnym poziomie została zakotwiona czterema mikropalami kotwiącymi o nośności 485 kN każdy, pracującymi na wyciąganie i częściowo na wciskanie. W analizowanych przypadkach komora była konieczna ze względu na zminimalizowanie overbendu wskutek pierwotnie zaprojektowanej głębokiej trajektorii rurociągu dla przewiertu HDD. Należy podkreślić, że przy zamianie technologii wiercenia z HDD na Direct Pipe można znacznie wyptyścić przewiert, o ile pozwalają na to warunki geologiczne. Za urządzeniem Pipe Thruster ułożona jest lira rurociągu, która może być podzielona na sekcje,

co przy zastosowaniu tradycyjnej metody HDD nie jest rekomendowane. Połączenie głowicy z rurociągiem realizowane jest za pomocą specjalnego łącznika, który umożliwia przenoszenie sił rozciągających oraz ściskających. W celu zmniejszenia oporów tarcia urządzenie Direct Pipe wyposażone jest w dysze połączone z systemem dozującym świeżą płuczkę bentonitową. Odpowiednia ilość płynu smarującego, która jest zależna od warunków gruntowych oraz postępu instalacji, włączana jest do powstałej przestrzeni pierścieniowej. Z powodu niewiele większej średnicy tarczy urabiającej od średnicy instalowanego rurociągu, przestrzeń ta wynosi tylko około 3–4 cm. Przed rozpoczęciem wiercenia rurociąg uzbraja się w instalację

wewnętrzną. W jej skład wchodzi przewody płuczkowe, kable zasilające oraz węże systemu poziomowania hydraulicznego. Cała instalacja montowana jest na wózkach montażowych, wyposażonych w poliuretanowe kółka zapobiegające uszkodzeniu wnętrza rurociągu. Po jej zainstalowaniu pracownicy mogą przemieszczać się wewnątrz rurociągu na specjalnych wózkach serwisowych, poruszających się na zainstalowanych szynach (fot. 4). Głowica wierząca połączona jest z systemem separacji urobku znajdującym się na powierzchni. Tak przygotowany zestaw jest gotowy do tego, by można było rozpocząć instalację.

Tak, jak w przypadku każdej metody bezwykopowej, wiercenie odbywa się po wcześniej za-

Lp.	Urządzenie	Parametry	Komentarz
1	Pipe Thruster HK500PT	siła uciągu i pchnia: 5000 kN	jedynie urządzenie tej klasy w Polsce
2	urządzenie Direct Pipe + głowica AVN800	DN1110 max. moment obrotowy: 90 kNm; prędkość obr.: 7,1 obr/min	trzy cylindry sterujące
3	tarcza tnąca	typ MIX DN1140	najbardziej uniwersalny typ
4	pompa wysokociśnieniowa	wydajność: 88,5 l/min ciśnienie: 300 bar	wykorzystywana przy wierceniu w formacjach ilastych
5	system separacji: Normag NRC 2500C + wirówka dekantacyjna	wydajność: 2500 l/min	system trzymodułowy
6	system przygotowania płuczki: Normag NMX 33C	pojemność: 33 m <sup>3</sup> wydajność: 5000 l/min	najbardziej wydajne urządzenie w swojej klasie
7	system namierzania	Gyro Compass HGO	optyczny żyrokompas do głębokiego pomiaru bez konieczności przerwania wiercenia

TAB. 2. Sprzęt wiertniczy do obsługi Direct Pipe firmy PPI CHROBOK S.A.

**FOT. 4.** Instalacja wewnętrzna montowanego gazociągu / fot. Lukas Landesfeind

**FOT. 5.** Pipe Thruster podczas instalacji rurociągu

**FOT. 6.** Montaż overbend'u

**FOT. 7.** Blok startowy z manszetą

projektowanej trajektorii. Możliwość zmiany położenia Pipe Thrustera determinuje kąt wejścia rurociągu w grunt, wynoszący  $5^{\circ}$ – $15^{\circ}$ . Promienie łuków sprężystych zależne są od rodzaju instalowanego rurociągu. Zaletą tej technologii jest możliwość instalowania rurociągów przy niewielkich głębokościach. Jest to spowodowane transportem urobku poprzez system rurociągów znajdujących się wewnątrz instalowanej rury, a nie poprzez przestrzeń pierścieniową, jak ma to miejsce w technologii HDD. Konstrukcja Pipe Thrustera umożliwia zarówno wciskanie rurociągu, jak i wyciągnięcie go w przypadku napotkania problemów w trakcie instalacji lub konieczności wymiany narzędzi wiertących. Wydrążony otwór wypełniany jest płuczką bentonitową, która zapobiega jego zapadnięciu się. Po wyciągnięciu całego zestawu możliwa jest wymiana czy naprawa głowicy urabiającej, a następnie ponowne wprowadzenie jej do otworu. W technologii tej nie ma konieczności zagospodarowywania terenu od strony wyjścia, co jest jej ogromną zaletą. Roboty od strony wykopu końcowego ograniczają się jedynie do demontażu głowicy wiertącej.

Pierwsze przekroczenie Direct Pipe rozpoczęło się 27 sierpnia 2016 r. i zakończyło po 16 dniach instalacji. Całkowita jego długość wynosiła 460 m, a rurociąg został podzielony na dwa segmenty o długościach 250 m i 214 m. Instalacja w ponad 80% prowadzona była w warstwach ilów plicieńskich, które charakteryzują się bardzo wysokim stopniem pęcznienia. Aby zapobiec oblepaniu tarczy wiertącej, firma PPI CHROBOK SA zdecydowała się na wykorzystanie pompy wysokiego ciśnienia o ciśnieniu maksymalnym 300 bar. Dzięki tłoczeniu pod tak wysokim ciśnieniem czystej wody przez dysze znajdujące się w tarczy wiertącej, nie wystąpiły problemy podczas wiercenia tak długiego interwału w niezwykle trudnych warunkach geologicznych, jakimi są formacje ilaste. Prędkość wiercenia w takich warunkach utrzymywała się na poziomie 45 mm/min.

W trakcie trwania instalacji w ramach przekroczenia nr 6 prowadzono prace montażowe związane z kolejną instalacją. Pozwoliło to na skrócenie okresu przygotowawczego i płynne przejście, po zakończeniu pierwszego przewiertu, do rozpoczęcia kolejnej instalacji w dniu



Zalety	Wady
możliwość wiercenia w niemal każdych warunkach geologicznych	długi okres przygotowania placu wiertniczego
małe ryzyko szczelinowania hydraulicznego	zakres instalowanych rurociągów >700 mm
brak konieczności balastowania rurociągu	ograniczenie długości instalacji do 1,5 km
brak konieczności transportu płynu wiertniczego ze strony rurowej na maszynową	koszty technologii
możliwość wyptycenia trajektorii	
instalacja rurociągu w kilku odcinkach	
prędkość i dokładność wiercenia	

**TAB. 3.** Wady i zalety technologii Direct Pipe

Lp.	Parametr	Wartość
1	Długość otworu	460 m
2	HDI	18 400
3	Przykrycie w najgłębszym punkcie	14 m
4	Kąt wejścia/wyjścia	5°/5,2°
5	Promień łuku sprężystego	2698 m
6	Odcinek horyzontalny	brak
7	Nominalna pojemność otworu	470 m <sup>3</sup>

**TAB. 4.** Parametry przekroczenia Direct Pipe nr 6 (pierwsze przekroczenie)

Lp.	Parametr	Wartość
1	Długość otworu	700 m
2	HDI	28 000
3	Przykrycie w najgłębszym punkcie	30 m
4	Kąt wejścia/wyjścia	6°/10°
5	Promień łuku sprężystego	1500 m
6	Odcinek horyzontalny	52 m
7	Nominalna pojemność otworu	715 m <sup>3</sup>

**TAB. 5.** Parametry przekroczenia Direct Pipe nr 1 (drugie przekroczenie)

26 września. Całkowita długość przekroczenia wynosiła 700 m, co klasyfikuje je jako jedno z najdłuższych zrealizowanych z wykorzystaniem Direct Pipe na świecie. Gazociąg został podzielony na trzy segmenty. Pierwsze 250 m zostało zainstalowane w rekordowym tempie dwóch i pół dnia (jeden z najlepszych światowych wyników). Pozwoliły na to sprzyjające warunki geologiczne. Większość prac przebiegała w warstwach piaszczystych. Kolejny segment o długości 250 m zainstalowano w ciągu ośmiu dni. Instalacja zakończyła się 12 października 2016 r. po montażu ostatniego, 200-metrowego odcinka. Średnia prędkość wiercenia w warstwach ziarnistych dochodziła do 300 mm/min.

## Wnioski

Debiut technologii Direct Pipe w Polsce możemy traktować jako jedno z najważniejszych wydarzeń w branży bezwykopowej w 2016 r. Dzięki wykorzystaniu tej technologii, przekroczenia terenów niedostępnych, takich jak rzeki, jeziora czy tereny przyrodniczo cenne, mogą być wykonywane w bezpieczny i kontrolowany sposób. Ryzyko wpływu na środowisko naturalne poprzez wybita płynu wiertniczego jest ograniczone do minimum. W związku z tym trajektorie przewiertów można prowadzić na znacznie mniejszych głębokościach, a co za tym idzie, często w bardziej korzystnych warunkach geolo-

gicznych, co przekłada się na całkowity czas realizacji projektu. Istotny jest również fakt, że w porównaniu do technologii HDD, nie ma tutaj potrzeby rozłożenia pętli pomiarowej. W technologii Direct Pipe odpowiednio dobrana tarcza wierząca pozwala na kruszenie frakcji skalnych. ◀

## Literatura

- [1] Herrenknecht AG – materiały informacyjne.
- [2] PPI CHROBOK SA – raporty wiertnicze.
- [3] „Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska” – praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Kuliczowskiego, 2010.



**FOT. 8.** Plac montażowy dla przewiertu Direct Pipe nr 1



• WIERTNICTWO

• ŚCIANKI SZCZELNE  
Z GRODZIC STALOWYCH

• ŚCIANKI BERLIŃSKIE  
Z KSZTAŁTOWNIKÓW STALOWYCH

• WBIJANIE PALI RUROWYCH

• MIKROTUNELING, PRZECISKI,  
PRZEWIERTY, RELINING

• PRZEWIERTY HORYZONTALNE HDD

• PRZEWIERTY W TECHNOLOGII DIRECT PIPE

• WZMOCNIENIE GRUNTU

• PALE CFA, FDP, DSM

• INIEKCJE WYSOKOCIŚNIENIOWE JET-GROUTING

• KOTWY, GWOŹDZIE, MIKROPALE

