

# WIERCENIE W TECHNOLOGII

# Direct Pipe

## na budowie gazociągu

## Trans Adriatic Pipeline (TAP) AG



**Marcin Firkowski** / PPI CHROBOK S.A.



**Robert Musiał** / PPI CHROBOK S.A.

Na potrzeby budowy gazociągu Trans Adriatic Pipeline (TAP) na terytorium Grecji polska firma PPI CHROBOK S.A. wykonała dwa przekroczenia bezwykopowe w technologii Direct Pipe (DP). Wiercenia przebiegały w trudnych warunkach geologicznych, a ich realizacja innymi metodami bezwykopowymi została zakwestionowana. Projekt zakończył się sukcesem dzięki niestandardowemu podejściu do realizacji wierceń

### Gazociąg Trans Adriatic Pipeline

Gazociąg Transadriatycki to europejski odcinek tzw. Południowego Korytarza Gazowego. Przebiega on od granicy Turcji przez Grecję, Albanię do Włoch, gdzie połączony zostanie z włoską siecią przesyłową. Transportowany będzie nim gaz ze złóż Szah Deniz w Azerbejdżanie do Europy. Całkowita długość gazociągu od Morza Kaspijskiego do Europy wynosi 3500 km, a jego średnica jest równa 48" (1200 mm) na terenie Grecji i Albanii oraz 36" (900 mm) na dnie morza Adriatyckiego i Włoch. Początkowa przepustowość gazociągu ma osiągnąć 10 mld m<sup>3</sup> rocznie.

Grecki odcinek gazociągu TAP ma około 550 km długości i jest najdłuższą sekcją całego rurociągu. Rozpoczyna się w miejscowości Kipoi na granicy turecko-greckiej, a kończy się na granicy z Albanią na północnym zachodzie kraju. Na trasie gazociągu znajdują się łącznie 1693 drogi, 722 rzeki i 20 tras kolejowych [1]. W celu bezpiecznego ułożenia rurociągu część z wymienionych przeszkód została ominięta dzięki zaprojektowanym przekroczeniom w technologiach bezwykopowych, rozpoczynając od

prosty metod przeciskowych, przewiertów poziomych, a kończąc na zaawansowanych metodach, takich jak horizontalne wiercenia kierunkowe HDD (ang. *Horizontal Directional Drilling*) czy Direct Pipe.

### Metoda Direct Pipe

Direct Pipe definiuje się jako technologię jednoetapowego układania rurociągów pod przeszkodami terenowymi, która łączy w sobie technologię mikrotunelowania i HDD. Głównymi założeniami do opracowania Direct Pipe było stworzenie jednoetapowej metody przeciskania rur, zapewnienie wydajnej alternatywy dla istnie-

jących metod, redukcja powierzchni potrzebnej do ułożenia rurociągu i minimalizacja zagrożeń geologicznych.

W metodzie Direct Pipe spawanie i testowanie rurociągu odbywa się po stronie maszynowej. Maszyna mikrotunelowa jest zamontowana z przodu rurociągu. Pipe Thruster jest jednostką pchającą rurociąg i maszynę. Ściana tunelu jest zwiercana przez maszynę drążącą, podobnie jak w przypadku metody mikrotunelowania. Tarcza skrawająca może być wyposażona w narzędzia tnące dostosowane do specyficznych warunków geologicznych. W przeciwieństwie do technologii HDD, w przypadku DP większe głazy, twarde skały, a także



**RYS. 1.** Przebieg tzw. Południowego Korytarza Gazowego



**FOT. 1.** Wiercenie Direct Pipe nr 1 – rurociąg ułożony w jednym, 600-metrowym odcinku

miękkie gleby (żwir) nie stanowią przeszkody i mogą być przekraczane. Powierzchnia tunelu jest podtrzymywana przez zawieszinę bentonitową. Zwiercony materiał jest transportowany za pomocą płuczki wiertniczej na powierzchnię, gdzie jest odseparowywany, a płyn wiertniczy jest ponownie zatłaczany na tarczę maszyny. Opisywane rozwiązanie sprawdza się w przypadku średnic w zakresie od 30 do 60" (od 800 do 1500 mm) poprzez prostą wymianę zespołu zaciskowego. Pipe Thruster składa się z dwóch

cyldrów pchających o skoku 5 m oraz maksymalnej sile ciągnięcia i pchnięcia wynoszącej 5000 kN. Do tej pory na świecie w technologii Direct Pipe wykonano około 70 projektów [3].

### Koncepcja projektu

Wiosną 2017 r. firma PPI CHROBOK S.A. została poproszona przez włosko-greckie konsorcjum Bonatti J&P AVAX Srl o zaprezentowanie technicznych rozwiązań wykonania dwóch przewier-

tów pod rzeką Aliakmonas w Grecji. Pierwotnie wiercenia te zostały zaprojektowane w technologii HDD, lecz po przeprowadzeniu dodatkowych badań geologicznych ich wykonalność zakwestionowano, głównie z powodu warunków geologicznych. Długie sekcje żwirowe z zawartością frakcji żwirowej przekraczającą 70%, występujące na przemian skały twarde i miękkie przewarstwione iłom uniemożliwiały zachowanie stabilnego otworu, szczególnie podczas etapów jego rozwiercania.



FOT. 2. Stacja Pipe Thruster w komorze startowej – wiercenie nr 1

Firma PPI CHROBOK S.A. zaproponowała wykonanie przekroczeń w alternatywnej technologii Direct Pipe. Przeprowadzona została analiza wykonalności przewiertów. Koncepcja wiercenia zakładała zmianę stron wejścia i wyjścia. Plac maszynowy zlokalizowany został po stronie rurociągu. Przeprojektowano trajektorię otworu, zwiększając promień ugięcia rury (brak konieczności projektowania prostej sekcji horizontalnej w technologii DP) oraz kątów wejścia i wyjścia. W obu przewiertach wykonane zostały projekty komór startowych, co pozwoliło na obniżenie wysokości, na jaką należy podnieść instalowany rurociąg przed wejściem do otworu. Wspólnie z producentem urządzenia – firmą Herrenknecht AG – zaprojektowano tarczę wiertniczą dedykowaną pod występujące warunki gruntowe. W celu dodatkowej ochrony rurociągu podczas instalacji zaproponowano wykonanie dodatkowej izolacji GRP na rurociągu.

Analiza wykonalności i plan realizacji wierceń zaproponowane przez polskiego wykonawcę zostały zaakceptowane przez Inwestora. Z końcem ubiegłego roku rozpoczęto etap planowania projektu.

## Planowanie projektu

Planowanie projektu rozpoczęto wykonaniem wnikliwej analizy ryzyka i metod jego zarządzania. Wyodrębnione zostały główne ryzyka projektu.

- Pierwsze wiązało się z koniecznością dołożenia wszelkich starań w związku z ochroną samego

rurociągu podczas instalacji. W celu zmniejszenia prawdopodobieństwa jego uszkodzenia wykonano dodatkową izolację GRP, która zabezpieczyła rurociąg.

- Kolejnym ryzykiem było wysokie prawdopodobieństwo uszkodzenia narzędzi tarczy wiertniczej przy wierceniu długiego interwału

w trudno zwiercalnych formacjach. Wraz z firmą Herrenknecht AG przystąpiono do analizy warunków geologicznych pod kątem doboru narzędzi skrawających. Zdecydowano się na zastosowanie tarczy typu „mix” podczas wiercenia pierwszego przekroczenia oraz zmodyfikowanej tarczy typu „soft” dla drugiego przekroczenia.

- Wysokim ryzykiem obarczona była operacja wyciągania rurociągu z otworu w celu wykonania ewentualnych napraw maszyny. W związku z wierceniem głównie w formacjach zwirowych utrzymanie stabilnego otworu o średnicy ponad 1200 mm wiązało się z koniecznością zastosowania dedykowanego płynu wiertniczego, zaprojektowanego specjalnie do tego zadania. Wraz z partnerem technicznym, firmą CETCO, przeprowadzono analizę dostępnych materiałów i zdecydowano się oprócz programu płuczkowy o wysoko wydajny materiał strukturotwórczy z dodatkami tlenków metali MMO.

Wymienione metody zarządzania ryzykiem pozwoliły na ograniczenie niepowodzenia realizacji do minimum, a po ich wprowadzeniu, pod

Wybrane dane projektu	
Projekt	Trans Adriatic Pipeline (TAP) AG
Długość greckiej części gazociągu	550 km
Projektant przewiertów	PPI CHROBOK S.A./BONATTI J&P AVAX SRL
Podwykonawca	PPI CHROBOK S.A.
Ilość przekroczeń	2 x Direct Pipe
Średnica zewnętrzna rurociągu	1219 mm (48")
Grubość ścianki	24,9 mm
Izolacja	3LPE + GRP
Generalny wykonawca	Konsorcjum BONATTI J&P AVAX SRL (LOT 2, 3)
Właściciel projektu	TAP AG

TAB. 1. Wybrane dane projektu

Parametr	Aliakmonas 1	Aliakmonas 2
Długość otworu	540,4 m	612 m
Średnica rurociągu	48" (1219 mm)	48"
Średnica tarczy	52" (1321 mm)	52"
Ilość rurociągów	1 x 600 m	3 x 200 m
Komora	częściowo zabezpieczona palisadą z pali	komora z grodzic stalowych
Czas projektu	444 godz. (18,5 dni)	576 godz. (24 dni)
Czas wiercenia (netto)	377 godz. (15,5 dni)	217 godz. (9 dni)
Procent czasu wiercenia	85%	38%

TAB. 2. Dane techniczne przewiertów Direct Pipe z uwzględnieniem czasu realizacji



[www.chrobok.com.pl](http://www.chrobok.com.pl)

PPI CHROBOK SA  
43-220 Bojszowy Nowe,  
ul. Kowola 11  
+48 32 218 98 88  
[ppi@chrobok.com.pl](mailto:ppi@chrobok.com.pl)



**PPI CHROBOK S.A.**  
wykonuje roboty w zakresie:

**GEOINŻYNIERII:**

- tymczasowe i trwałe zabezpieczenia wykopów z grodzic stalowych, kształtowników oraz palisad;
- mikropale, kotwy gruntowe, iniekcja jet-grouting, pale i kolumny betonowe CFA, FDP, kolumny DSM, zagęszczanie impulsowe RIC.

**INŻYNIERII BEZWYKOPOWEJ:**

- przewiertki sterowane w technologiach: DIRECT PIPE, HDD, mikrotuneling, przewiertki metodami tradycyjnymi oraz przeciski.



Parametr	Aliakmonas 1	Aliakmonas 2
Średni postęp liniowy	1,43 m/godz.	2,84 m/godz.
Średni postęp na zmianę	14,7 m	25,5 m
Ilość zatłoczonej płuczki smarnej	340 m <sup>3</sup>	150 m <sup>3</sup>
Zakres sił przeciskowych	700–1500 kN	500–3300 kN
Średnie obciążenie jednostkowe	310–660 N/m <sup>2</sup>	213–1400 N/m <sup>2</sup>

TAB. 3. Wskaźniki wiertnicze przewiertów Direct Pipe

koniec 2017 r., przystąpiono do mobilizacji sprzętu na terytorium Grecji.

## Realizacja projektu

Do wykonywania pierwszego przewiertu w Grecji (Aliakmonas 1) przystąpiono na początku 2018 r. Wiercenie prowadzone było pod rzeką Aliakmonas w górzystym terenie na 528 kilometrze trasy gazociągu. W przypadku tego wiercenia możliwe było zespawanie całego 600-metrowego odcinka rurociągu w całości na powierzchni terenu i jego prostoliniowe ułożenie (prostoliniowość rurociągu jest obligatoryjna dla tej metody). Prawdopodobnie po raz pierwszy w Europie dokonano instalacji tak długiego odcinka w technologii Direct Pipe w jednym odcinku. Wiązało się to z koniecznością ułożenia wzdłuż wykonywanego rurociągu drogi dla samochodu ciężarowego, który przemieszczał się wraz z instalowanym przewodem. Ułożona była na nim stacja PowerPack, zasilająca maszynę przewiertową. Komora startowa została częściowo zabezpieczona palisadą z pali betonowych (fot. 2).

Do realizacji zadania przystąpiono 11 lutego 2018 r., a wiercenie otworu trwało prawie 19 dni. Głównym problemem realizacyjnym okazał się niski postęp wiercenia, spowodowany występo-

waniem trudno zwiercalnej formacji skalistej. Wiercenie odbywało się w sposób kontrolowany i bezpieczny, nie odnotowano żadnych problemów wykonawczych. Dnia 28 lutego głowica osiągnęła punkt wyjścia i przystąpiono do jej demontażu oraz transportu na miejsce drugiego przekroczenia.

Drugie wiercenie w Grecji (Aliakmonas 2) prowadzone było również pod rzeką Aliakmonas na 535 kilometrze trasy gazociągu. W tym przypadku ukształtowanie terenu uniemożliwiało ułożenie rurociągu w jednym odcinku – podzielono go na trzy 200-metrowe sekcje. Z powodu występowania wysokiego poziomu wód gruntowych zdecydowano się na wykonanie komory z grodzic stalowych, ograniczając dopływ wody do wykopu.

Wiercenia rozpoczęto 28 marca i zakończono 21 kwietnia, po 24 dniach instalacji. Głównym czynnikiem wpływającym na tak długi czas trwania instalacji była konieczność dokładania kolejnych sekcji gazociągu, jego spawanie, nakładanie izolacji i postój technologiczny. Czas wiertniczy netto na tym projekcie wynosił dziewięć dni, co stanowi 38% całkowitego czasu wykonywania przewiertu.

W przypadku drugiego przewiertu (Aliakmonas 2) firma PPI CHROBOK S.A., po raz pierwszy od momentu wprowadzenia do oferowanych

usług nowoczesnej technologii Direct Pipe, zmuszona została do wyciągnięcia rurociągu wraz z maszyną z otworu podczas wiercenia. Było to spowodowane koniecznością wymiany narzędzi w tarczy wiertniczej. Do tej operacji doszło podczas wiercenia pierwszej sekcji rurociągu. Cała operacja przebiegła bez problemów technologicznych, a otwór udało się zachować stabilny w ponad 60%. Po wykonaniu przewiertów przeprowadzono badanie stanu izolacji. W obu przypadkach stwierdzono bardzo dobry jej stan, co świadczy o prawidłowym doborze technologii wiercenia oraz wysokiej jakości wykonania instalacji.

## Podsumowanie

Firma PPI CHROBOK S.A. podjęła się realizacji skomplikowanego technicznie zadania. Poprzez wprowadzenie zamiennej technologii Direct Pipe na budowie gazociągu Transadriatyckiego w Grecji projekt został zakończony z sukcesem. Dzięki zastosowaniu ponadnormatywnych technik, wnikliwej analizie projektu i ryzyka związanego z jego realizacją, wiercenia prowadzone były bezproblemowo w sposób kontrolowany. Spółka wiertnicza odnotowała kolejny sukces wykonawczy i przyczyniła się do rozwoju technologii Direct Pipe. <

## Literatura

- [1] TRANS ADRIATIC PIPELINE AG, materiały informacyjne.
- [2] PPI CHROBOK S.A., raporty wiertnicze.
- [3] Lang G.: Latest Trends in Slurry Microtunneling, NASTT's 2017 No-Dig Show, Washington, DC, 2017.



FOT. 3. Stacja Pipe Thruster w komorze startowej – wiercenie nr 2



FOT. 4. Głowica Direct Pipe po zakończeniu wiercenia nr 2