

Opracowanie autorskie dla klientów firmy MARPOL

Waldemar Wiejak
MARPOL Technologie Bezwykopowe i Maszyny Budowlane

WARSAW, August 1995

Technologie budowy przepustów metodami bezwykopowymi

Budowa przepustów pod drogami, autostradami, liniami kolejowymi, placami i innymi przeszkodami metodami bezwykopowymi może być realizowana za pomocą różnych metod, które różnią się między sobą ze względu na następujące czynniki:

1. Rodzaj rury nośnej (rura osłonowa stalowa, rura jednocześnie osłonowa i przewodowa, np. żelbetowa).
2. Metoda pracy (systemy na sucho, systemy wykorzystujące płuczkę wiertniczą).
3. Dokładność instalacji (bez kontroli spadku i kierunku, z kontrolą spadku, z kontrolą spadku i kierunku).
4. Zasięg (małe odległości do 20-30 m, średnie odległości 30-50 m, duże odległości do 100 m, bardzo duże odległości powyżej 100 m, np. 100-200-300 m).
5. Średnica (małe średnice do 500-600 mm, średnie średnice do 1200 mm, duże średnice do 1500 mm, bardzo powyżej 1500 mm, np. 2000 mm, 2400 mm, 3000 mm, itp.).
6. Kształt przekroju poprzecznego przepustu (przekrój w kształcie okrągłym, prostokątnym / kwadratowym, owalnym).

W zależności od potrzeby inwestora / wykonawcy oraz warunków technicznych każde zadanie budowy przepustu może być wykonane metodą bezwykopową. Poniżej przedstawiamy kilka przykładów technologii, które mogą być przedmiotem dostawy dla klienta w Polsce.

Na kolejnych stronach przedstawimy Państwu kilka propozycji.

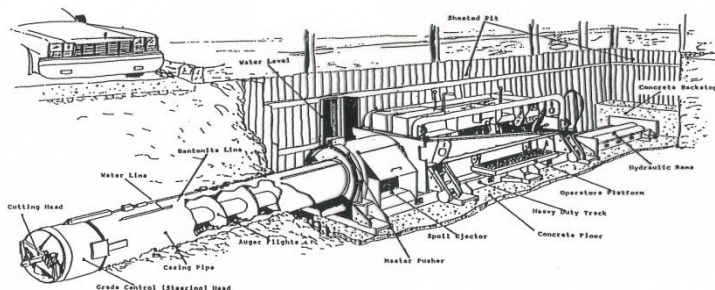
1. Przewierty rurą stalową do 1500 mm

Dobrym reprezentatem tej metody budowy przepustów jest wiertnica hydrauliczna do średnic max. do 1500 mm.



Oferowana technologia jest dostępna w wersji bez kontroli spadku i kierunku oraz z kontrolą bezpośrednio na rurze stalowej.

Budowa przepustu przebiega w trzech etapach. Pierwszy etap polega na instalacji rury stalowej osłonowej (najczęściej z kontrolą spadku a dla dłuższych przewiertów również z kontrolą kierunku). W drugim etapie do wnętrza rury wsuwana jest rura przewodowa, zazwyczaj z takiego materiału, jak rury pod przepusty występujące w technologiach tradycyjnych. Rury przewodowe mogą być instalowane bezpośrednio albo na ślizgach. Trzeci etap budowy przepustu ta metodą może zawierać, ale nie musi, wypełnienie przestrzeni pierścieniowej wypełniaczem, bardzo często rzadkim betonem. Firma Marpol posiada w ofercie systemy iniekcji do wypełniania przestrzeni pierścieniowej wypełniaczami. Wydajność do 100-300 m tygodniowo.



Wiertnica hydrauliczna pozioma na budowie

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

Dane techniczne wiertnicy hydraulicznej

- silnik turbo diesel o mocy 160 KM, chłodzony powietrzem
- pompa hydrauliczna 182 l/min przy 2500 obr/min, max. ciśnienie 345 bar
- zalecany zakres średnic \varnothing 400 ÷ 1500 mm (w opcji po doposażeniu do 1800 mm)
- zalecane maksymalne długości^A \varnothing 800 mm/240 m, 1100/210, 1200/180, 1400/150, 1500/120 m
- zasilanie agregat hydrauliczny zintegrowany z wiertnicą z silnikiem turbo diesel o mocy 160 KM
- max. moment obrotowy około 250 000 Nm (dla 1-go biegu)
- przekładnia pięć biegów przy pchaniu i jeden bieg wsteczny
- max. siła pchania około 4 500 kN / 350 bar
- wymiary wiertnicy {l x s x h} 3800 x 1880 x 1630 mm
- masa wiertnicy 7400 kg (moduł pchający 3 300 kg, wózek 3 400 kg, adapter 700 kg)



Urządzenie wiertnicze jest dwudzielne, co ułatwia transport i podanie maszyny do komory startowej.

- masa ramy nośnej głównej 700 kg
- masa ramy nośnej dodatkowej 500 kg
- masa płyty pchającej 200 kg
- masa wiertnicy całkowita 7400 + 700 + 500 + 200, razem około 9 100 kg
- wysokość osi nad dnem komory około 800 mm
- zalecane wymiary komory {długość x szerokość} = około {10 m x 5 m}

^A długość przewiertu zależy od warunków geologicznych, zaleca się stosowanie systemów smarowania rury płuczką

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

Małe wiertnice hydrauliczne serii LS



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

2. Przewierty rurą mikrotunelową do 4200 mm

Reprezentatem tej metody budowy przepustów jest technologia TBM firmy Akkerman. Możliwy dla tej technologii zakres pracy to średnice od 1200 mm do 4200 mm i odległości do 300 m. Metoda TBM należy do rodziny technik tunelowych (z transportem urobku na sucho za pomocą kuwet / wagoników, obecnością operatora wewnątrz kabiny, z pełną kontrolą laserową spadku i kierunku).

Technologia TBM to obecnie najbardziej popularna metoda budowy przepustów rurami żelbetowymi. W Polsce oprócz rur żelbetowych stosuje się rury mikrotunelowe z innych materiałów, np. żywic. Należy tu jednak podkreślić, że maszyny TBM nie są w Polsce popularne; dominują systemy mikrotunelowe tarczowe na mokro (stabilizacja przodka i transport urobku odbywa się za pomocą płuczki / wody).

Elementy technologii TBM:

- Stacja pchająca hydrauliczna o sile pchania około 300-400 ton.
- Agregat prądowórczy o mocy około 300 KW.
- Maszyna TBM (osobna maszyna do każdej średnicy).
- System transportu urobku do komory roboczej.
- Stacja płuczkowa do smarowania rur.
- Laserowy system kontroli kierunku i azymutu.



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND

Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90

**NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198**

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

Elementy technologii TBM (prezentacja w formie zdjęć)

1. Maszyna TBM z laserem



2. Stacja pchająca



1. Urządzenia dodatkowe (system wentylacja, generator prądowłrczy, system smarowania rur)



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

MARPOL Technologie Bezwykopowe i Maszyny Budowlane

Autoryzowany przedstawiciel firm Universal, Akkerman i Barbco. Producent wiertnic sterowanych i pionowych.



Autor opracowania na tle sprzedanej maszyny TBM 1600 mm (maszyna TBM ma długość około 5 m, masę około 6-10 ton)



Maszyna TBM-1600 od środka (sprzedana przez firmę Marpol w 2003 roku)

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND

Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90

**NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198**

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl



Wjazd do maszyny TBM-1200 na odległość około 120 m



Operator systemu wewnątrz maszyny TBM (zdjęcie własne wykonane przez autora na odległości 120 m od komory)

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

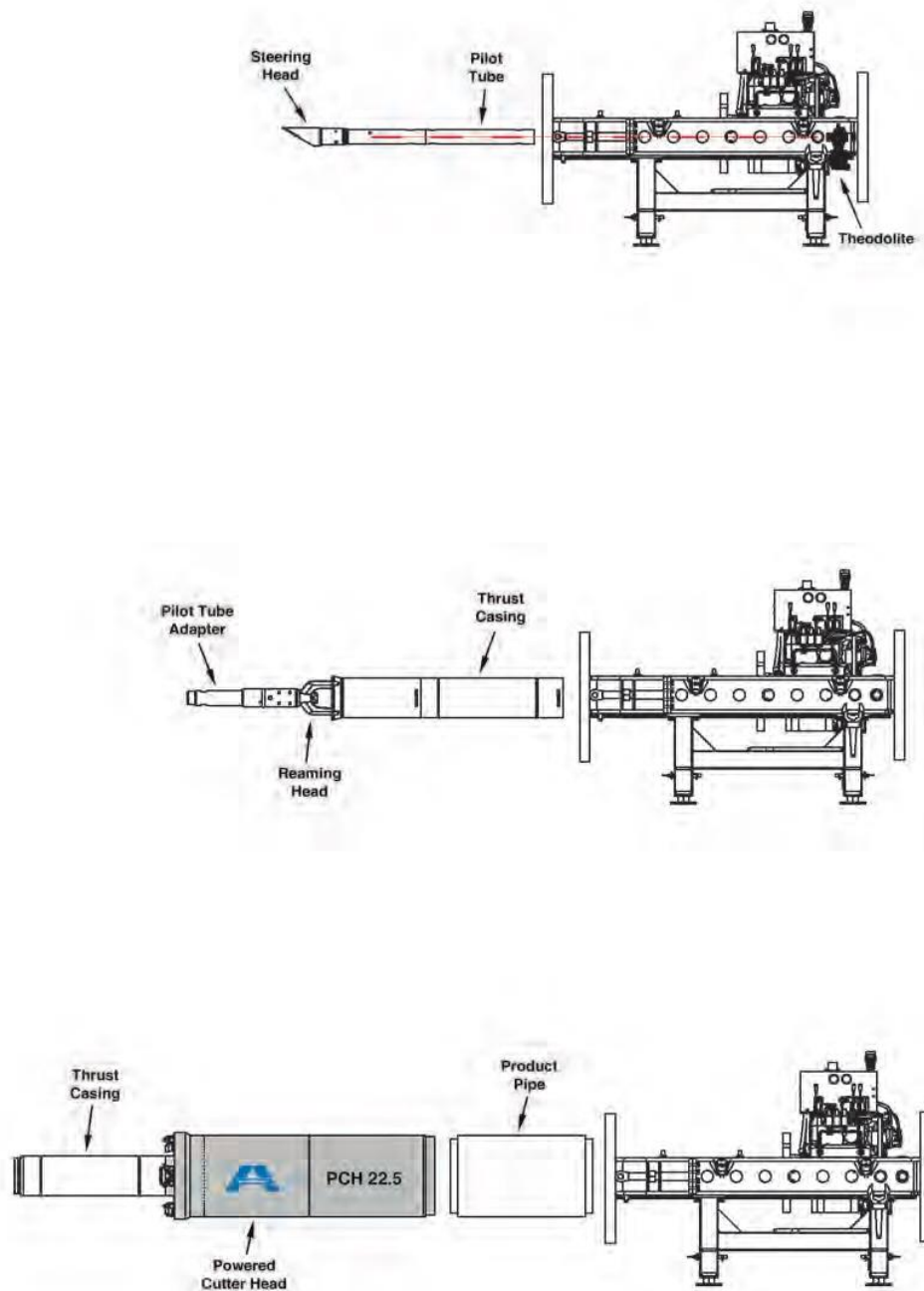
3. Budowa tuneli metodą przecisku sterowanego hydraulicznego – systemy serii GBM do 150 m



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

Schemat ideowy wykorzystania maszyn PCH do instalacji rur DN 500÷1000 (OD 1200 mm)



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

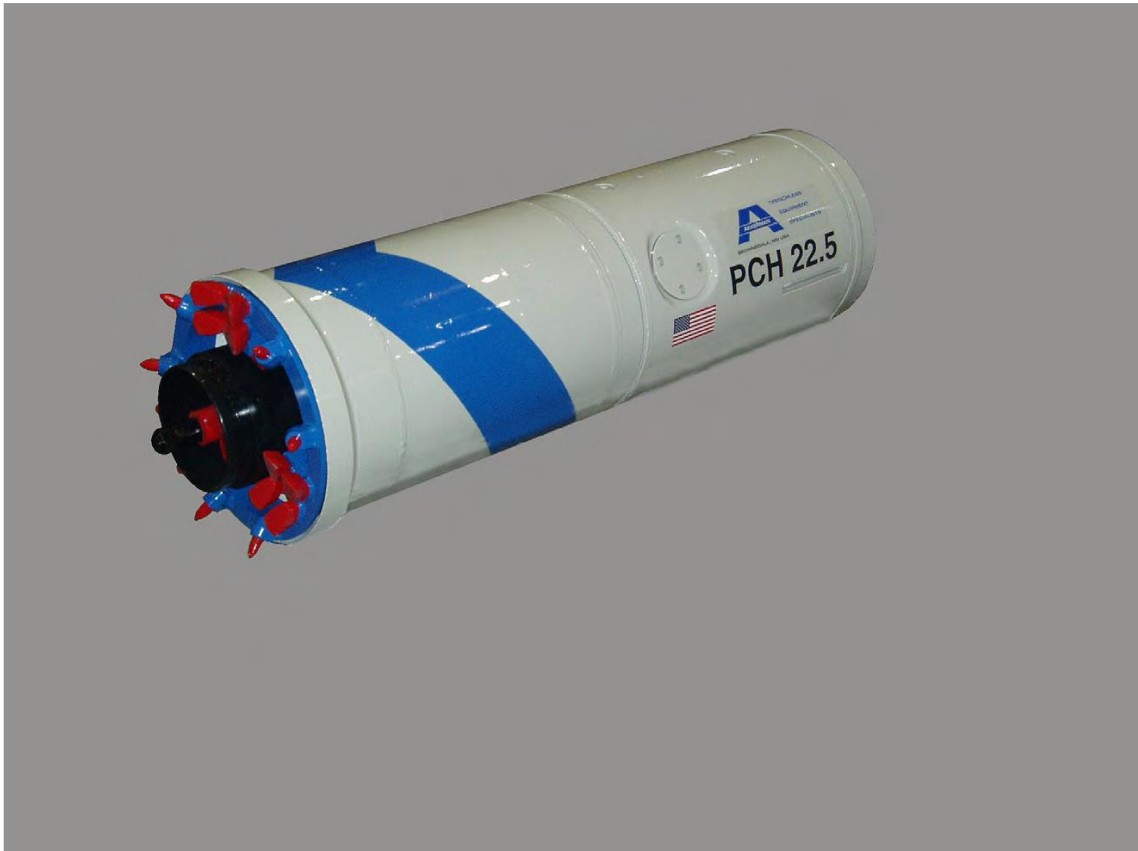
W skałach pilot zostanie wykonany metodą teleoptyczną z wykorzystaniem młota pneumatycznego



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

**Maszyny mikrotunelowe PCH do wiertnic GBM
DN 500-600 (dla maszyny GBM-339A)
DN 500-1000 (dla maszyny GBM-4812A)**



Jeśli sytuacja tego wymaga, to w skałach będą użyte maszyny PCH z tarczami do skał

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

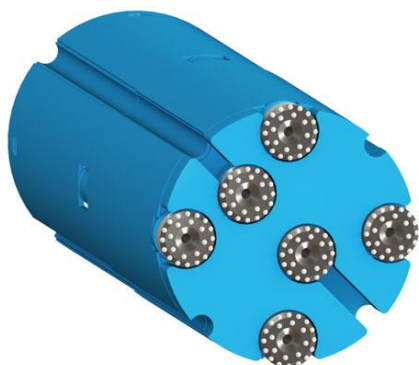
4. Budowa przepustów w gruntach skalistych

Technologie prezentowane w punktach 1÷3 znajdują zastosowanie w gruntach miękkich i średnio-zwięzłych (szczegóły mogą być przedstawione klientowi na dalszym etapie rozmów). W gruntach cięższych stosowane są narzędzia wiertnicze (głowice, zawierki, tarcze) wyposażone w elementy skrawające do wiercenia w takich ciężkich gruntach. W gruntach luźnych, w przypadku technologii wymagających obecności człowieka wewnątrz rury (np. BMTA albo TBM), stosuje się np. komory przymykające (w maszynach TBM) i niezależnie należy rozważyć lokalne odwodnienie terenu w strefie pracy maszyny za pomocą studni depresyjnych. Firma Marpol oferuje kilka technologii i maszyn do wykonywania studni depresyjnych.

W przypadku gruntów twardych albo skalistych oferujemy dwie technologie wspomagające proces budowy przepustu metodą bezwykopową:

1. Metoda pneumatyczna do średnicy 600 mm.

W metodzie pneumatycznej na czole przewiertu pracuje młot pneumatyczny poziomy albo zintegrowany system pneumatyczny z wbudowanym układem kilku mniejszych młotów rozmieszczonych centrycznie na obwodzie maszyny roboczej (patrz zdjęcie poniżej). Sprężone powietrze dostarczane jest za pośrednictwem ślimaków zabudowanych na wałku przelotowym zapewniającym szczelność a urobek transportowany jest do komory startowej za pomocą ślimaków. Jest to metoda zdalna, kontrolowana z komory startowej. Powietrze podawane jest ze sprężarki powietrza albo układu sprężarek wysokociśnieniowych o ciśnieniu w zakresie 20-30 bar o dużej wydajności. Jednocześnie rura stalowa jest wpychana za pomocy maszyny wiertniczej hydraulicznej -np. McL-50/54 albo urządzenia o mniejszej. Oferowana metoda pracy gwarantuje bardzo dużą skuteczność i wydajność; ograniczeniem są średnice przepustów – ze względu na szybko rosnące zapotrzebowanie na ogromne ilości powietrza zalecamy tę metodę do 600 mm (w USA stosuje się do 1000 mm).



System DDS-600 z kilkoma małymi koronkami



System ABD-600 z pojedynczą koronką 600 mm

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND

Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90

**NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198**

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

2. Metoda mechaniczna RSS (dla średnic od 600 mm do 1800 mm)

Metoda RSS występuje na rynku od około 5 lat. Cechą charakterystyczną tej metody jest możliwość jej zastosowania w każdym przypadku, kiedy klient dysponuje wiertnicą hydrauliczną poziomą o odpowiedniej mocy – zalecana siła pchania to 200-400 ton (zazwyczaj wiertnice tej klasy służą do przewiertów rurami 900-1800 mm).

Urządzenie RSS to pewnego rodzaju przystawka do wiercenia w skałach metodą wiercenia tarczowego. Tarcza robocza znajdująca się na przodku jest przystosowana do wiercenia w skałach o bardzo dużym współczynniku wytrzymałości na ściskanie.

Urządzenia RSS mogą być stosowane w projektach o długości do około 150 m w skałach o współczynniku wytrzymałości na ściskanie 25÷170 MPa. Jedną z interesujących cech tej stosunkowo prostej technologii jest możliwość sterowania w pierwszy odcinku do 10 m. Po ustabilizowaniu kierunku wiercenia dalsze wiercenie odbywa się jednak bez kontroli kierunku i spadku.

Urządzenie RSS jest na początku łączone z pierwszą rurą za pomocą spawania a następnie po przyspawaniu kierowana do ziemi:



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

Jednocześnie rura stalowa jest pchana z dużą siłą przez wiertnicę hydrauliczną poziomą:



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl



Przewiert rurą stalową osłonową zakończony...



Instalacja rury przewodowej (najczęściej centrycznie na ślizgach) i ewentualne wypełnienie przestrzeni pierścieniowej wypełniaczem.

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl



Maszyna TBM o dużej średnicy do tunelowania w skałach (tunele o średnicy do 15 m)

(Autor opracowania Waldemar Wiejak ze swoim zespołem inżynierów-specjalistów na tle maszyny TBM-15000 / 15 m, sprzedanej w 2005 roku)

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

5. Budowa przepustów metodą pośrednią

Technologia budowy przepustów metodą pośrednią polega na wykonaniu w pierwszym etapie tymczasowej obudowy tunelu / przepustu z rur stalowych, np. o średnicy 200-600 mm. Ten pierwszy etap jest realizowany za pomocą młotów pneumatycznych poziomych, wiertnic poziomych hydraulicznych niesterowanych, wiertnic poziomych hydraulicznych sterowanych mechanicznie albo teleoptycznie (tzw. systemy GBM) lub nawet maszyn mikrotunelowych na mokro sterowanych laserowo. Wszystkie wymienione tu techniki znajdują się w ofercie techniczno-handlowej firmy Marpol.



Obudowę stanowią stykne do siebie rury stalowe rozmieszczone na obwodzie przyszłego przepustu. Rury nośne stalowe w ten sposób instalowane są wypełnione betonem i pozostają w gruncie.

W drugim etapie budowy przepustu, w trakcie wybierania gruntu stateczność obudowy zapewnia się poprzez montaż sztywnej ramy stalowej.

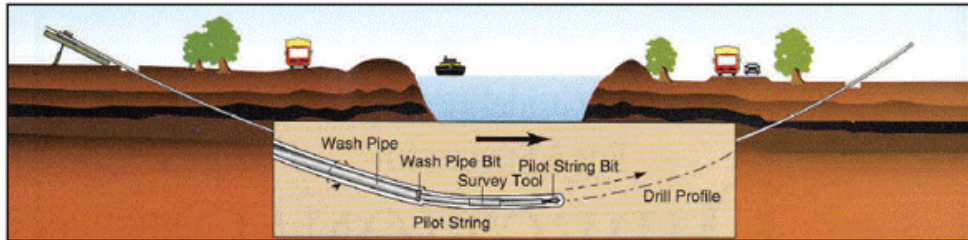
W trzecim etapie budowy przepustu wykonuje się zasadniczą, żelbetową konstrukcję tunelu.

Prezentowana metoda znajduje zastosowanie w budowie przepustów i tuneli drogowych / kolejowych. Jedną z zalet tej metody jest możliwość wykonania metodą bezwykopową przepustu / tunelu o dowolnym przekroju poprzecznym i o dowolnej wielkości pod względem wymiarów. Stosując odpowiednio wydajne metody przewiertów, prezentowane w rozdziałach 1 ÷ 4 niniejszego opracowania nie ma również ograniczeń, jeśli chodzi o odległość i warunki geologiczne. Firma Marpol oferuje kompleksową obsługę, która obejmuje wybór technologii i kompletację dostaw.

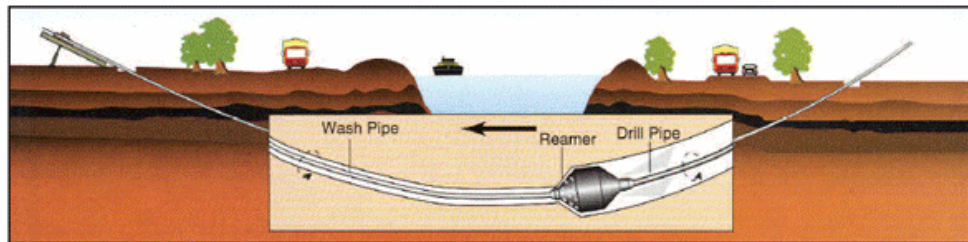
MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

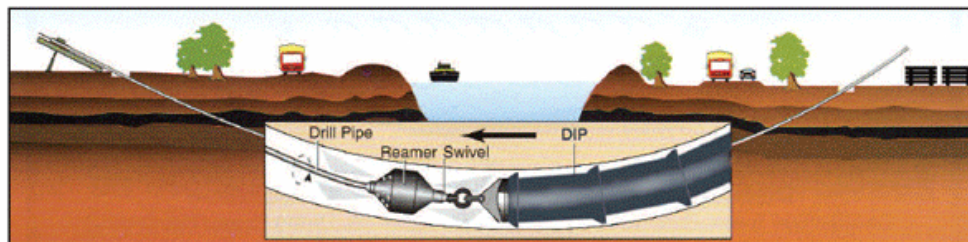
6. Budowa przepustów metodą horyzontalnych przewiertów sterowanych HDD



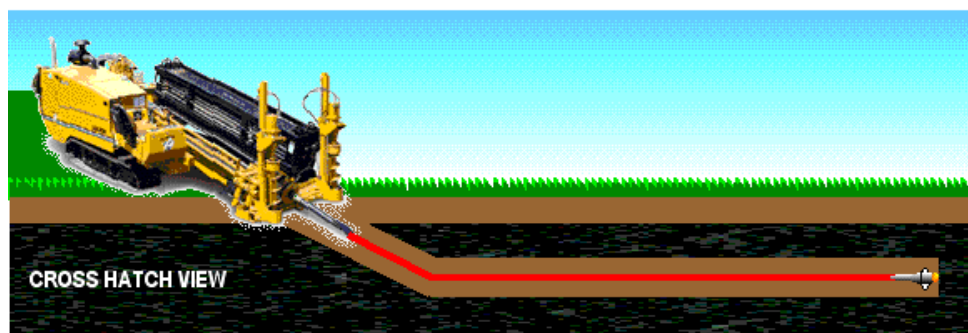
PILOT HOLE



PRE-REAMING



PULL-BACK



CROSS HATCH VIEW

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND

Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90

NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

MARPOL Technologie Bezwykopowe i Maszyny Budowlane

Autoryzowany przedstawiciel firm Universal, Akkerman i Barbco. Producent wiertnic sterowanych i pionowych.

Technika horyzontalnych przewiertów sterowanych, która jest metodą na mokro, polega na wykonaniu pilota żerdzią stalową z kontrolą kierunku i spadku, rozwierceniu otworu wiertniczego na średnicą nieco większą od średnicy rury przepustowej i instalację rury do ziemi. W praktyce instaluje się albo rury stalowe osłonowe albo bezpośrednio rury HDPE, które pełnią rolę rury osłonowej dla przepustu albo od razu rury przewodowej. Technika HDD może być stosowana do bardzo dużych odległości a dla długości do około 100 m można planować jej wykorzystanie dla średnic do około 1000 mm.

Zaletą technologii HDD jest możliwość wykonania zadania w terenie o ograniczonym dostępie oraz w warunkach geologicznych silnie nawodnionych bez konieczności odwadniania terenu. Do wad można zaliczyć trudności w utrzymaniu spadku oraz nasiąkanie gruntu w okolicy otworu wiertniczego płuczką wiertniczą /wodą i z tej racji nie jest to metoda wiertnicza, którą można zalecać przy przewiertach na małych głębokościach, szczególnie pod torami kolejowymi / tramwajowymi.

Budowa przepustów w tej technologii wymaga zastosowania dużych urządzeń wiertniczych klasy 50-150 ton siły ciągu.



Krzysztof Kalisiewicz z firmy Marpol na tle dostarczonej wiertnicy HDD o sile ciągu 160 ton siły ciągu



Waldemar Wiejak, autor opracowania na tle wiertnicy HDD klasy 80 ton siły ciągu przekazanej do klienta w 2008 roku.

MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

Wiertnice sterowane i pionowe produkcji firmy MARPOL z Nadarzyna



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl

MARPOL Technologie Bezwykopowe i Maszyny Budowlane

Autoryzowany przedstawiciel firm Universal, Akkerman i Barbcó. Producent wiertnic sterowanych i pionowych.



MARPOL Trenchless Technology, WARSAW POLAND
Tel. +48 506 160 094; +48 22 798 34 90
NIP 571-136-46-44, REGON 130282489, rok założenia 1996, kapitał zakładowy 2 000 000 zł
Bank Pekao S.A. XIV O/Warszawa, konto 74124010791111000001964198

Strona internetowa: www.marpol.com.pl E-mail: marpol@marpol.com.pl