

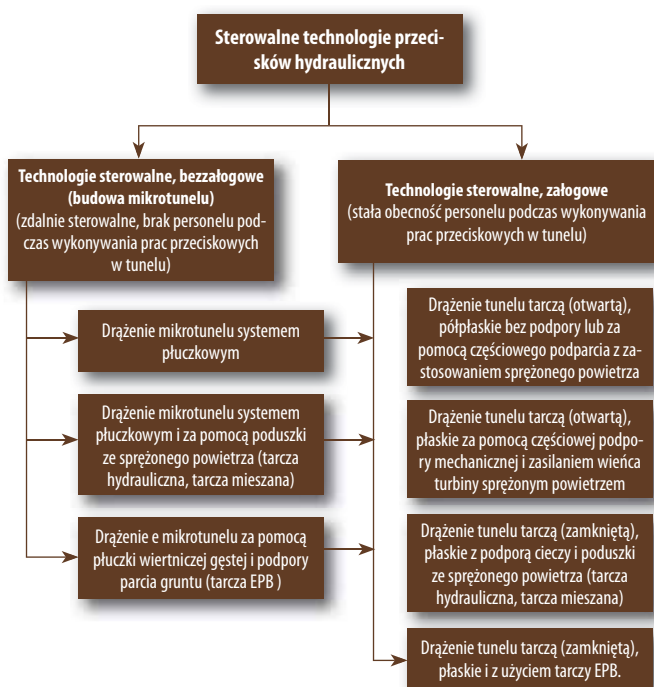
Na przykładzie tunelu w Hamburgu

# Doświadczenia z realizacji wykonanych w technologii przecisków sterowanych

inż. Rolf Bielecki, Hamburg, przewodniczący EFUC (Europejskie Forum Konstrukcji Podziemnych)

Bezwypokowe układanie np. przewodów rurowych można przeprowadzać bez konieczności obniżania poziomu wód gruntowych za pomocą technologii przecisków hydraulicznych, drażnienia tunelu tarczą z tzw. obudową tubingową, jak również technologii wiercenia płuczkowego. Zasadniczo następujące technologie przecisków hydraulicznych nadają się do stosowania poniżej poziomu wody gruntowej bez konieczności obniżania jej zwierciadła.

Tab. 1.



Należy przy tym uwzględnić kryteria podane w tabeli 2

W celu smarowania i tym samym redukcji sił tarcia na powierzchni wbudowywanego rurociągu, w przypadku technologii przecisków hydraulicznych stosowana jest jako ciecz nośna mieszanka wody i bentonitu i/ lub polimerów o zawiesinie np. od 1,05 do 1,1 t/m<sup>3</sup>, ale także bentonit. Im więcej gruntu znajduje się na przewodzie rurowym ułożonym w wodzie gruntowej, tym silniejsze są siły tarcia podczas przeprowadzania prac przeciskowych dla gruntów piaszczystych, a w szczególności dla gruntów drobnopiaszczystych. Należy w tym wypadku uwzględnić założenia ramowe już na etapie przetargowym w celu zabezpieczenia przed tzw. „zatkaniem się” maszyn i zwrócić szczególną uwagę w przypadku udzielenia zlecenia na wykonywanie tych prac, na następujące kryteria:

- dokładną znajomość gruntu budowlanego pod względem jego uziarnienia, pęczniejących minerałów ilastych w wiążącym gruncie budowlanym,
- właściwy wybór i wyposażenie maszyny do drażnienia tunelu (TVM),
- dokładny wybór pierwszego odcinka, na którym będą

przewodzone prace przeciskowe,

- wystarczające wymierzenie i jakość przewodów rurowych przeciskowych o gładkich ściankach zewnętrznych i wewnętrznych,
- w pełni automatyczne smarowanie przewodów rurowych przeciskowych pod stałym ciśnieniem, we właściwym miejscu ciągu rur (np. w co drugiej rurze) i we właściwym zakresie,
- strukturę złącza wciskanego dostosowaną do szczególnych warunków gruntowych oraz wody gruntowej,
- wystarczające rozłożenie sił wciskających i sił w stacjach pośrednich,
- zmotywowany personel, wykonujący prace przeciskowe, uzgodniony ze zlecniodawcą,
- wystarczające zabezpieczenie jakości z pomocą personelu kontrolującego jakość.

Działania mające na celu zmniejszenie oporów tarcia między rurą a gruntem polegają na całkowitym wypełnieniu otoczenia rury zawieszoną bentonitową na całym odcinku począwszy od wykopu początkowego, ciągłym uzupełnianiu ubytków zawiesziny bentonitowej oraz utrzymaniu jej stałego ciśnienia.

Suma sił przeciskowych składa się z:

- oporu wbijania głowicy wiertniczej lub noża obudowy tarczy na czole przodka (wartość doświadczalna w zależności od geologii od 200 do 400 KN, tj. od 20 do 40 t na metr bieżący cięcia),
- ciśnienia podporowego na czole przodka,
- tarcia powierzchniowego w maszynie do wbudowania tunelu i w przewodzie rurowym (normalne krzywe podwyższające wymagane siły wstępnego docisku o ok. 20% bez smarowania siły tarcia wynoszą od 20 do 40 KN (2–4 t/m<sup>2</sup> powierzchni wbudowywanego rurociągu), ze smarowaniem od 2,2 do 10 KN (0,22–1 t/m<sup>2</sup> powierzchni wbudowywanego rurociągu),
- oporu podczas zamykania pośrednich stacji dociskających (pierwsza stacja przeciskowa powinna zachować krótki odstęp ze względu na opór cięcia, np. 30 m za maszyną przeciskająca tunel).

Z uwagi na zróżnicowane szerokości szczeliny pierścieniowej i związane z tym zmiany osiowości ułożenia rur, należy uwzględnić siły zakleszczenia związane z realizowanym przeciskiem.

Długości rur np. żelbetowych wynoszą od 2,00 m do 4,00 m, maksymalnie 5,00 m. Krótkie rury są bardziej sterowne i nadają się z tego względu do wykorzystania przy małych krzywiznach. Podstawową zasadą dla grubości ścian rur żelbetowych jest zachowanie od 12 do 14% średnicy zewnętrznej lub 10% od średnicy zewnętrznej + 5 cm.

Naprężenia ściskające na przekładki drewniane powinny być ograniczone z uwzględnieniem właściwości elastycznych drewna do ok. 7 N/mm<sup>2</sup> (70 kg/cm<sup>2</sup>). Konstrukcja tubingowa jest konieczna gdy z uwagi na wymogi dotyczące ciężkiego transportu rury przeciskowe przekroczyłyby następujące parametry: średnica zewnętrzna 4,70 m, długość budowlana 3,00 m, waga jednostkowa 56 t.

Kanały grawitacyjne stosowane np. w kanalizacji ściekowej, wymagają z powodów ekonomicznych oraz możliwie dłu-

giego okresu użytkowania budowli gwarancji wykonawczej dla podanych tras i niwelet w ramach niewielkiej tolerancji zdefiniowanej przez zleceniodawcę. Zależna jest ona od warunków lokalnych i obciążenia wstępnego gruntu budowlanego, stosowanej technologii budowlanej, maszyn, urządzeń, podstaw geotechnicznych i technologii pomiarowej, jak również wyszkolenia personelu, zarządzania ryzykiem i kontrolą jakości. Przeciski rur o średnicy < 1000 o długości przebicia 300 m i przeciski rur o średnicy > 1000 o długości przebicia > 300 m (w przypadku większych przecisków rurowych, załogowych do 2000 m i więcej), wykonywane z wykopu – także w formie krzywizn o R = 300 do 400 x DZ (w metrach). Przy tym wymagana jest dokładność przebicia z odchyleniami ± 5 cm od położenia zadanego (w przypadku dłuższych przecisków ± 5 do 8 cm). Na końcu ciągu rur średnica na najmniejszym promieniu krzywizny o długości 70 m wyniosła 2400, krzywizna wykonana została za pomocą

spoin na rurze z zakładanym klinem. Pierwsze 50 m rur z wykopu początkowego powinny zostać wykonane jako przecisk prosty, bez krzywizn. Wprowadzenie załogi podczas prac przeciskowych z zastosowaniem sprężonego powietrza regulowane jest przede wszystkim przez minimalną wysokość słuzy w świetle 1,60 m oraz minimalną wysokość komory roboczej 1,80 m. Rury przeciskowe w przypadku zastosowania sprężonego powietrza muszą posiadać minimalną średnicę 1500 mm.

W celu uprzedniego zbadania gruntu budowlanego z poziomu urządzenia drążącego tunel, w ostatnim czasie stosuje się po raz pierwszy na szerszą skalę technologię odbiciową, towarzyszącą pracom przeciskowym, zintegrowaną z nożem krążkowym. Opiera się ona na (sejsmicznych) pomiarach odbicia, znanych z echolokacji. Sygnały akustyczne wysyłane są z nadajników do gruntu i rozchodzą się tam z prędkością fal sejsmicznych skał luźnych. Odbiorniki akustyczne, zamont-

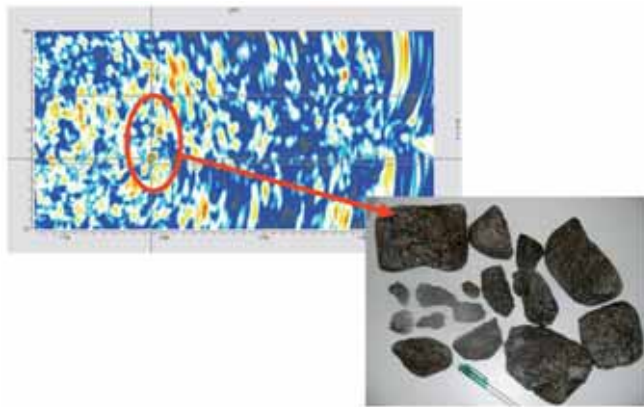
Tab. 2

Kryterium	Slurry (transport cieczowy)	EPB (tarcza parcia gruntu)	Cięcie cząstkowe z użyciem sprężonego powietrza	Cięcie pełne z użyciem sprężonego powietrza
Warianty urządzenia przeciskającego tunel (TVM)	a) tarcza surry b) tarcza hydrauliczna, tarcza mieszana	a) pompa do cieczy gęstych b) wózek		
Usuwanie urobku z czoła przodka	Cięcie pełne z użyciem głowicy wiertniczej	Cięcie pełne z użyciem głowicy wiertniczej	Cięcie cząstkowe z użyciem wysięgnika koparki/ wrębarki	Cięcie pełne z użyciem głowicy wiertniczej
Typ tarczy	Zamknięty	Zamknięty	Otwarty	Otwarty
Usuwanie urobku z komory wybierkowej	Obieg przenośny płuczkowy	Przenośnik ślimakowy	Przenośnik zgrzeblowy/ taśmowy	Przenośnik taśmowy
Usuwanie urobku z komory wybierkowej z obszaru od urządzenia do wykopu początkowego	Obieg przenośny płuczkowy	a) transport z użyciem sprężonego powietrza b) przeładunek materiału, transport wózkowy c) przenośnik taśmowy	Przeładunek materiału, transport wózkowy (lub przenośnik płuczkowy), przenośnik taśmowy	Przeładunek materiału, transport wózkowy
Usuwanie urobku z wykopu początkowego na powierzchnię	Obieg przenośny płuczkowy	a) transport z użyciem sprężonego powietrza b) przeładunek materiału, transport dźwigowy	Przeładunek materiału, transport dźwigowy (lub przenośnik płuczkowy)	Przeładunek materiału, transport dźwigowy
Składowanie urobku	Konieczne urządzenie do oddzielania materiału, oddzielony materiał ew. do ponownego użycia	Z reguły możliwość bezpośredniego składowania	Z reguły możliwość bezpośredniego składowania	Z reguły możliwość bezpośredniego składowania
Podpora czoła przodka (kompensacja parcia ziemi)	Mechaniczna podpora częściowa (głowica wiertnicza) i a) obieg przenośny płuczkowy b) obieg przenośny płuczkowy z poduszką ze sprężonego powietrza	Mechaniczna podpora częściowa (głowica wiertnicza), płyta oporowa jako betonowa obudowa wykopu	Nie możliwa lub możliwa tylko częściowa podpora	Mechaniczna podpora częściowa z użyciem głowicy wiertniczej
Podpora czoła przodka (kompensacja ciśnienia wody)	a) obieg przenośny płuczkowy b) obieg przenośny płuczkowy z poduszką ze sprężonego powietrza	Płyta oporowa jako betonowa obudowa wykopu lub tłok uszczelniający w przenośniku ślimakowym a) dodatkowe zabezpieczenia za pomocą pompy tłokowej	Zastosowanie sprężonego powietrza w komorze roboczej i w całym przewodzie rurowym włącznie z urządzeniem drążącym tunel	Zastosowanie sprężonego powietrza w komorze roboczej i w całym przewodzie rurowym włącznie z urządzeniem drążącym tunel
Wykonanie przecięcia	Głowica wiertnicza	Głowica wiertnicza	Ostrze tarczowe i/ lub urządzenie wybierkowe	Głowica wiertnicza
Montaż kruszarki do kamienia	Możliwy (kruszarka stożkowa)	Nie możliwy lub dopiero za przenośnikiem ślimakowym	Nie wymagane w przypadku bezpośredniego dostępu do czoła przodka	Niemożliwe lub nieuzasadnione za głowicą wiertniczą
Usuwanie przeszkód	Dostęp do czoła przodka poprzez otwór dostępu, usuwanie przeszkód przez urządzenie wybierkowe i/ lub personel		Bezpośredni dostęp do czoła przodka	Bezpośredni dostęp do czoła przodka, ograniczony przez wielkość otworów głowicy wiertniczej
Główny obszar zastosowania zgodnie z właściwościami geologicznymi	a) grunt nie wiązący lub przemiennie ułożony, grunt wiązący uzyskany za pomocą dysz wysokociśnieniowych lub niskociśnieniowych b) grunt trudny; urządzenie przeciskającego tunel DZ ≥ 2m	Grunt wiązący, rozszerzenie klasycznego obszaru zastosowania za pomocą kondycjonowania gruntu	Grunt jednolity i stabilny poniżej zwierciadła wody gruntowej	Grunt skalisty i stabilny a) nad i b) poniżej zwierciadła wody gruntowej
Obszar zastosowania wg średnicy znamionowej (przestrzegać wymaganych minimalnych wymiarów w świetle!)	a) bezzałogowy: ≥ śr. 250 załogowy: ≥ śr. 1000 b) bezzałogowy, załogowy: ≥ śr. 1000	a) bezzałogowy: > śr. 1200 b) załogowy: > śr. 1200	≥ śr. 1500, należy przestrzegać wymagania dla pracy w komorach służ kesonowych i wymagania bezpieczeństwa	≥ śr. 1500, należy przestrzegać wymagania dla pracy w komorach służ kesonowych i wymagania bezpieczeństwa
Sterowanie maszyną	Bezzałogowe (zdalne) lub załogowe	Bezzałogowe (zdalne) lub załogowe	Żałogowe	Żałogowe
Zapotrzebowanie na załogę	Niewielkie	Niewielkie	Podwyższone	Niewielkie
Potencjał zagrożenia	Niewielki	Niewielki	Podwyższony poprzez bezpośrednie prace na czołe przodka, wysoki przy niskim stopniu bezpieczeństwa ze względu na wydmuchy, gazy, grunty skażone, odpady	Ograniczona ochrona głowicy wiertniczej, wysoki przy niskim stopniu bezpieczeństwa ze względu na wydmuchy, gazy, grunty skażone, odpady

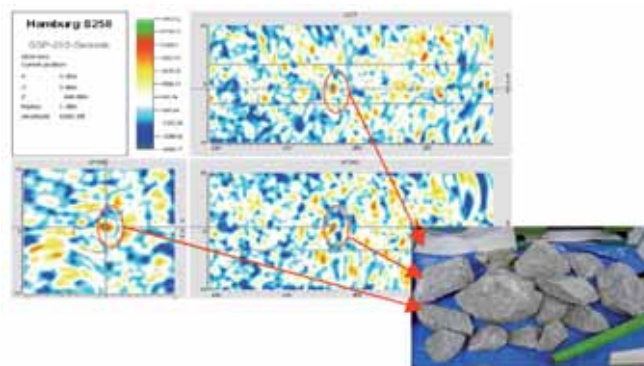
towane w odpowiedniej odległości od nadajników, odbierają zarówno sygnały wysyłane bezpośrednio z nadajników, jak i sygnały sejsmiczne (dyfrakcje lub odbicia) z powierzchni nieciągłej w obszarze przed nożem krążkowym. Obserwatorowi danych graficznych prezentowane są na ekranie ciała zakłócające i zmiany formacji geologicznych w oparciu o ich charakterystyczne właściwości refleksyjne w innym kolorze niż otoczenie i w odpowiednim ułożeniu przestrzennym, na podstawie czego można odczytać dokładne wyniki pomiarowe. Uzyskany pomiar prędkości akustycznej skały luźnej może zostać przyjęty jako wyznacznik stabilności gruntu.

#### Przykłady pomiarów w oparciu o zakończone projekty

W przypadku projektu tunelu w Hamburgu sprawdziła się prognoza wystąpienia narzutowca granitognejsu i granitu, która została uzyskana przez urządzenie drążące tunel, narzutowiec znajdował się na miejscu dokładnie wyznaczonym przez to urządzenie.



Rys. 1. Prognoza i weryfikacja narzutowca 13 m od urządzenia przeciskającego tunel



Rys. 2. Prognoza i weryfikacja narzutowca 22 m od urządzenia przeciskającego tunel; prezentacja 3D w płaszczyźnie równoległej (po lewej stronie), poziomej (na górze) i pionowej (na dole)

Aby uzyskać jasny podział ryzyka ponoszonego przez zleceniobiorcę i zleceniodawcę, każdy oferent powinien przedstawić wraz z ofertą przecisku podziemnego analizę zakłóceń.

W analizie powinien przedstawić wszelkie przypadki zakłóceń, które mogą pojawić się w przypadku danego projektu wykonawczego, wyjaśnić je wraz ze wszystkimi szczegółami, oraz opisać, jak zamierza postąpić w przypadku wystąpienia tych zakłóceń i za jaką cenę wykona pracę. Zakłócenia wymienione w ofercie, ale niezleczone, pozostają w gestii ryzyka zleceniodawcy. Zakłócenia nieujęte w ofercie pozostają w gestii ryzyka zleceniobiorcy, należy ubezpieczyć się od nieprzewidywanych zakłóceń.

Przybliżoną szerokość obszaru przecisku, w którym nadzorowane jest jego podnoszenie lub osiadanie, należy ustalić według warunków lokalnych i gruntowych; w dużym

przybliżeniu może zostać wyliczona według następującego wzoru:

$$B_{Ges} = D_a + 2/3 \times (GOK - RS)$$

Oś obszaru wpływu leży przy tym na osi przecisku:

Co oznacza:

$B_{Ges}$  = całkowita szerokość obszaru wpływu na powierzchni terenu (w metrach)

$D_a$  = zewnętrzna średnica rury (w metrach)

GOK = wysokość górnej krawędzi granicy (w metrach n.p.m.)

RS = wysokość podłoża rury (w metrach n.p.m.)

Rotacją określa się obracanie urządzenia przeciskającego tunel lub rur przeciskowych wokół osi urządzenia (oś przeciskowa). Rotacja wynika z przeniesienia momentu obrotowego z głowicy wiertniczej (urządzenie do cięcia pełnego) ponad płaszczyznę tarczy i rury przeciskowe do gruntu budowlanego. Jeżeli siła zastępcza z momentu obrotowego głowicy wiertniczej jest większa niż siła tarcia powstała pomiędzy urządzeniem przeciskowym/ rurami przeciskowymi i gruntem, urządzenie zostaje wprowadzone w ruch rotacyjny. Proces jest krytyczny w tym zakresie, że na skutek tego ruchu następuje zmiana tarcia statycznego na tarcie rotacyjne, co sprzyja zasadniczo procesowi rotacji, ponieważ zredukowany zostaje udział siły tarcia. Uszczelnienia urządzenia przeciskającego tunel lub rur przeciskowych zostają przy tym poddane działaniu dodatkowych obciążeń mechanicznych. Aby przeciwdziałać występującej rotacji, należy zawsze wyposażać urządzenie przeciskającego tunel w dwa kierunki obrotu napędowego. Należy wskazać operatorowi urządzenia aktualną rotację z dokładnością do 0,1 stopnia. Podczas eksploatacji urządzenia kierunek obrotu jest nieregularny, lecz może być zmieniony, gdy system urządzenia (np.: system nawigacyjny) osiągnie ustaloną rotację, częsta zmiana kierunku obrotowego sprzyja rotacji. Wszelkie przewody rurowe w urządzeniu (włącznie z przegubem tarczy) lub pierwsza, ewentualnie pierwsze rury przeciskowe, należy przymocować do siebie mechanicznie w celu podwyższenia przenoszonego momentu obrotowego. Należy przy tym zapewnić wyrównanie ruchu w kierunku przecisku (np. krzywizna).

Urządzenia drążące tunel należy wyposażać dodatkowo w zabezpieczenia przed nadmierną rotacją. Zabezpieczenia te mają za zadanie, w przypadku osiągnięcia określonej rotacji, przekazanie sygnału ostrzegawczego do stanowiska sterowniczego, jeśli w urządzeniu wmontowany jest agregat napędzający, w celu zapewnienia odłączenia napędu głowicy wiertniczej. Podczas projektowania lub konstruowania urządzenia przeciskającego tunel powinno się zwrócić uwagę na to, aby punkt ciężkości całej instalacji leżał możliwie blisko osi środkowej, aby zminimalizować udział rotacji statycznej. Rotacja statyczna może wystąpić, gdy główna rama przeciskowa w wykopie początkowym nie została dokładnie ustawiona, taka sama sytuacja ma miejsce, gdy cylindry hydrauliczne nie zostaną właściwie ustawione w pośredniej stacji przeciskowej.

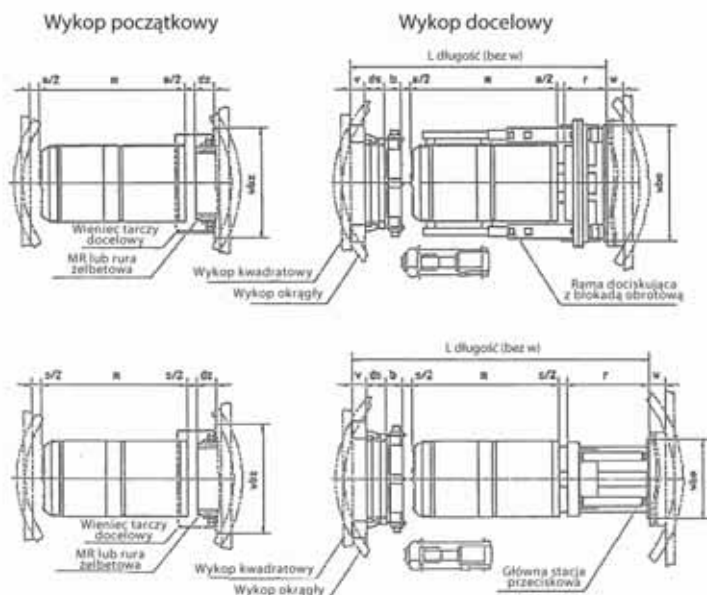
Istotny wpływ na zachowanie rotacyjne w urządzeniu drążącym tunel ma stopniowanie przecięcia, począwszy od głowicy wiertniczej, poprzez przewody urządzenia do pierwszej rury przeciskowej (należy przestrzegać dodatkowo właściwego smarowania rur). Problemem wydaje się nadmierne usunięcie gruntu w stosunku do teoretycznej ilości urobku. Brakujący lub luźny grunt redukuje przenoszony moment obrotowy i sprzyja tym samym rotacji. Z tego powodu należy przeprowadzać ciągle porównanie teoretycznej i usuniętej ilości gruntu (np. w przypadku instalacji transportu płuczkowego w urządzeniu separującym grunt). Usuwanie narzutowców lub gniazd kamieni wymaga szczególnej uwagi. Przeciskowe stacje pośrednie należy wykonywać w odniesieniu do zabezpieczenia rotacyjnego w szczególny sposób np. za pomocą docisku równoległego lub dodatkowej, właściwie wymierzonej konstrukcji nośnej lub podporowej dla cylindrów.



Tab 3. Wbudowywanie tunelu tarczą z transportem płuczkowym

Rura żelbetowa		Transport płuczkowy (Slurry)										
Średnica nominalna (m)	Średnica zewnętrzna (m)	Typ ramy przeciskowej	v [mm]	ds [mm]	b [mm]	s [mm]	m [mm]	r [mm]	wbs [mm]	dz [mm]	wbz [mm]	L ges. ohne w [mm]
1400	1740	blokada obrotowa	500	600	500	600	3500	1200	3100	600	2650	6900
1400	1740	główna stacja przeciskowa	500	600	500	600	3500	3550	2000	600	2650	9250
1600	1960	blokada obrotowa	500	600	500	400	4200	1200	3100	600	2850	7400
1600	1960	główna stacja przeciskowa	500	600	500	400	4200	3550	2300	600	2850	9750
1800	2160	blokada obrotowa	650	600	550	400	4400	1200	3200	650	3100	7800
1800	2160	główna stacja przeciskowa	650	600	550	400	4400	3550	2500	650	3100	10150
2000	2500	blokada obrotowa	650	600	550	400	4700	1400	3900	700	3450	8300
2000	2500	główna stacja przeciskowa	650	600	550	400	4700	3550	2500	700	3450	10450
2200	2700	blokada obrotowa	650	600	650	400	4800	1400	3900	700	3650	8500
2200	2700	główna stacja przeciskowa	650	600	650	400	4800	3550	2700	700	3650	10650
2400	3000	główna stacja przeciskowa	650	600	650	400	4800	3550	2900	750	3950	10650
2600	3200	główna stacja przeciskowa	700	600	650	400	6900	3550	3100	750	4200	12800
2800	3500	główna stacja przeciskowa	700	600	850	400	6000	3550	3400	850	4400	12100
3000	3700	główna stacja przeciskowa	700	600	850	400	7700	3550	3600	900	4600	13800
3200	4000	główna stacja przeciskowa	700	600	850	400	7700	3550	3900	950	4900	13800
3400	4200	główna stacja przeciskowa	700	600	850	400	7700	3550	4100	1000	5100	13800
3600	4400	główna stacja przeciskowa	700	600	850	400	7700	3550	4300	1050	5300	13800

Podane wymiary dostosowane są do urządzeń drążących tunel firmy Herrenknecht, wymiary różnią się w zależności od modelu i projektu; zastrzega się błędy piśmiennicze. Należy przestrzegać podanych warunków ramowych!



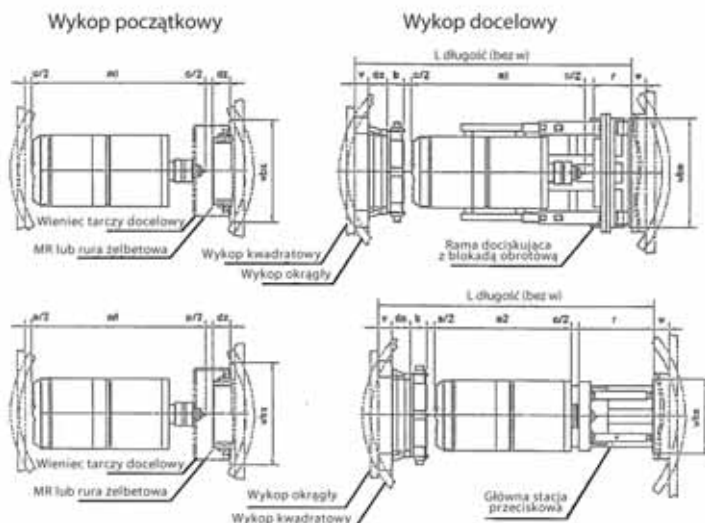
- v = blok rozruchowy
- ds = zabezpieczenie rozruchowe
- b = hamulec rury
- s = luz montażowy
- r = długość pierścienia ścinanego, rozruchowego do tylnej strony płyty oporowej
- wbs = szerokość podpory, wykop początkowy
- L ges. = długość całkowita bez podpory
- w = długość budowlana podpory (ustalici z inwestorem)
- dz = uszczelnienie docelowe
- wbz = szerokość podpory, wykop docelowy

Wymiary wykopu budowlanego – wymagania w przypadku zastosowania urządzenia przeciskającego tunel z transportem płuczkowym

Tab. 4. Wbudowywanie tunelu tarczą, transport urobku z zastosowaniem cieczy gęstej

Rura żelbetowa		Wbudowywanie tunelu tarczą, transport urobku z zastosowaniem cieczy gęstej											
Średnica nominalna (m)	Średnica zewnętrzna (m)	Typ ramy przeciskowej	v [mm]	ds [mm]	b [mm]	s [mm]	m1 [mm]	m2 [mm]	r [mm]	wbs [mm]	dz [mm]	wbz [mm]	L ges. ohne w [mm]
1400	1740	blokada obrotowa	500	600	500	400	4800	—	1200	3100	600	2650	8000
1400	1740	główna stacja przeciskowa	500	600	500	400	—	3800	3550	2000	600	2650	9350
1600	1960	blokada obrotowa	500	600	500	400	4800	—	1200	3100	600	2850	8000
1600	1960	główna stacja przeciskowa	500	600	500	400	—	3800	3550	2300	600	2850	9350
1800	2160	blokada obrotowa	650	600	550	400	5400	—	1200	3200	650	3100	8800
1800	2160	główna stacja przeciskowa	650	600	550	400	—	4200	3550	2500	650	3100	9950
2000	2500	blokada obrotowa	650	600	550	400	6400	—	1400	3900	700	3450	10000
2000	2500	główna stacja przeciskowa	650	600	550	400	—	5200	3550	2500	700	3450	10950
2200	2700	blokada obrotowa	650	600	650	400	6400	—	1400	3900	700	3650	10100
2200	2700	główna stacja przeciskowa	650	600	650	400	—	5200	3550	2700	700	3650	11050
2400	3000	główna stacja przeciskowa	650	600	650	400	[7200]	6000	3550	2900	750	3950	11850
2600	3200	główna stacja przeciskowa	700	600	650	400	[8200]	7000	3550	3100	750	4200	12900
2800	3500	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	[8200]	7000	3550	3400	850	4400	13200
3000	3700	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	[8700]	7500	3550	3600	900	4600	13700
3200	4000	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	[8700]	7500	3550	3900	950	4900	13700
3400	4200	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	[8700]	7500	3550	4100	1000	5100	13700
3600	4400	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	[8700]	7500	3550	4300	1050	5300	13700

Podane wymiary dostosowane są do urządzeń drążących tunel firmy Herrenknecht, wymiary różnią się w zależności od modelu i projektu; zastrzega się błędy piśmiennicze. Należy przestrzegać podanych warunków ramowych!



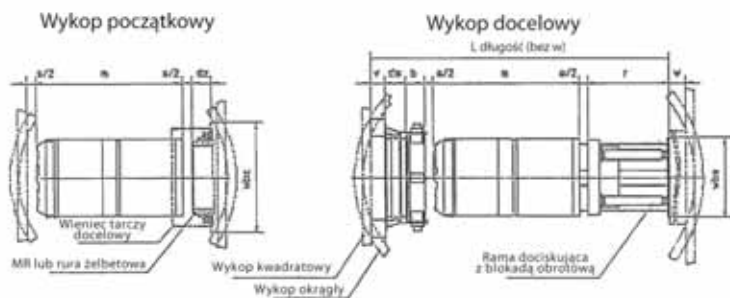
- v = blok rozruchowy
- ds = zabezpieczenie rozruchowe
- b = hamulec rury
- s = luz montażowy
- m1 = długość maszyny ze ślimakiem
- m2 = długość maszyny bez ślimaka
- r = długość pierścienia ścinanego, rozruchowego do tylnej strony płyty oporowej
- wbs = szerokość podpory, wykop początkowy
- L ges. = długość całkowita bez podpory
- w = długość budowlana podpory (ustalić z inwestorem)
- dz = uszczelnienie docelowe
- wbz = szerokość podpory, wykop docelowy

Wymiary wykopu budowlanego – wymagania w przypadku zastosowania urządzenia przeciskającego tunel z transportem urobku z zastosowaniem cieczy gęstej

Tab. 5. Wbudowywanie tunelu tarczą, transport urobku z zastosowaniem wózków

Rura żelbetowa		Wbudowywanie tunelu tarczą wyrównania ciśnień, transport urobku z zastosowaniem wózków										
Średnica nominalna (m)	Średnica zewnętrzna (m)	Typ ramy przeciskowej	v [mm]	ds [mm]	b [mm]	s [mm]	m [mm]	r [mm]	wbs [mm]	dz [mm]	wbz [mm]	L ges ohne w [mm]
1400	1740	główna stacja przeciskowa	500	600	500	400	3800	3550	2000	600	2650	9350
1600	1960	główna stacja przeciskowa	500	600	500	400	3800	3550	2300	600	2850	9350
1800	2160	główna stacja przeciskowa	650	600	550	400	4200	3550	2500	650	3100	9950
2000	2500	główna stacja przeciskowa	650	600	550	400	6000	3550	2600	700	3450	11750
2200	2700	główna stacja przeciskowa	650	600	650	400	6000	3550	2800	700	3650	11850
2400	3000	główna stacja przeciskowa	650	600	650	400	6000	3550	3000	750	3950	11850
2600	3200	główna stacja przeciskowa	700	600	650	400	6800	3550	3200	750	4200	12700
2800	3500	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	6800	3550	3500	850	4400	13000
3000	3700	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	7500	3550	3700	900	4600	13700
3200	4000	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	7500	3550	4000	950	4900	13700
3400	4200	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	7500	3550	4200	1000	5100	13700
3600	4400	główna stacja przeciskowa	800	600	850	400	7500	3550	4400	1050	5300	13700

Podane wymiary dostosowane są do urządzeń drążących tunel firmy Herrenknecht, wymiary różnią się w zależności od modelu i projektu; zastrzega się błędy piśmiennicze. Należy przestrzegać podanych warunków ramowych!



- v = blok rozruchowy
- ds = zabezpieczenie rozruchowe
- b = hamulec rury
- s = luz montażowy
- r = długość pierścienia ścinanego, rozruchowego do tylnej strony płyty oporowej
- wbs = szerokość podpory, wykop początkowy
- L ges = długość całkowita bez podpory
- w = długość budowlana podpory (ustalić z inwestorem)
- dz = uszczelnienie docelowe
- wbz = szerokość podpory, wykop docelowy

Wymiary wykopu budowlanego – wymagania w przypadku zastosowania urządzenia przeciskającego tunel z transportem urobku z zastosowaniem wózków