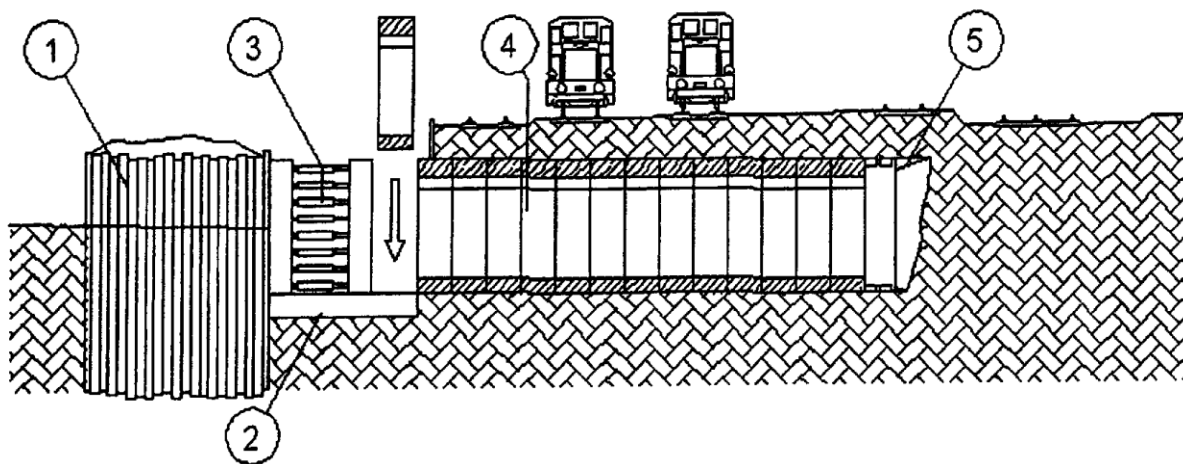




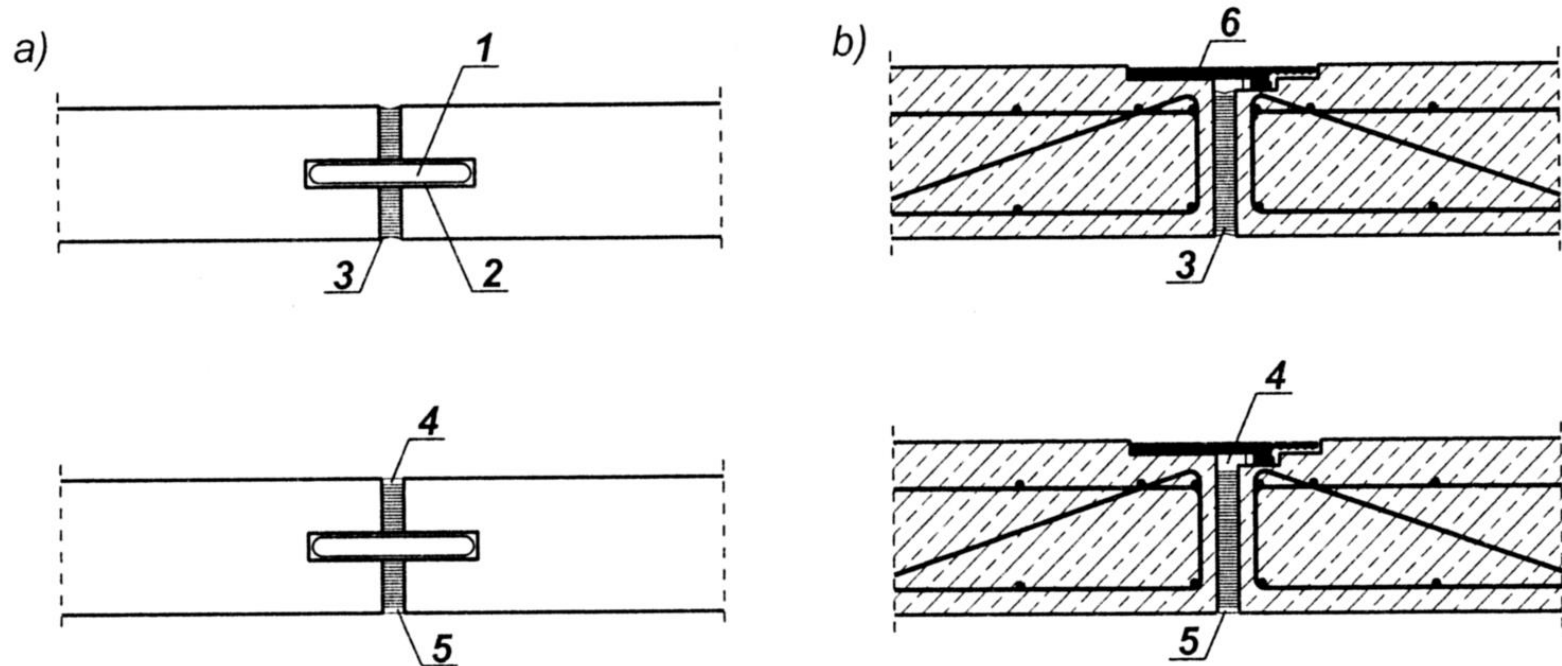
Budowa tunelu metodą przecisku hydraulicznego

Elementy instalacji do przeciskania tuneli

- blok oporowy, którego zadaniem jest przejęcie reakcji poziomych z siłowników i przekazanie ich na grunt,
 - płytę denną, której zadaniem jest umożliwienie instalacji sprzętu, w tym prowadnic (torowiska) zapewniających prawidłowe nakierowanie wciskanego elementu,
 - zespół siłowników hydraulicznych, których zadaniem jest wciskanie w grunt obudowy wykonywanego tunelu lub przewodu,
 - sztywny pierścień dystansowy, którego zadaniem jest równomierne przekazanie obciążeń z siłowników na czoło przeciskanych prefabrykatów,
 - urządzenie kontroli kierunku przeciskania (zazwyczaj laserowe).
-
- nóż zainstalowany na pierwszym prefabrykacie,
 - wózki lub inny system poziomego transportu urobku,
 - dźwig do pionowego transportu urobku.

Etapy realizacji przecisku

- wykonanie komór,
- zainstalowanie urządzeń instalacji „przeciskowej”,
- wycięcie w obudowie komory „okna-portalu”, tzn. otworu o wymiarach dostosowanych do przekroju poprzecznego wciskanego elementu,
- wprowadzenie do komory noża i zainstalowanie go na czole pierwszego elementu,
- ułożenie prefabrykatu na torowisku nadającym prefabrykatowi żądany kierunek ruchu,
- zainstalowanie pomiędzy siłownikami a tylnym licem prefabrykatu pierścienia dystansowego,
- wydobywanie gruntu z wnętrza prefabrykatu, tak aby przodek wyrobiska nie znalazł się poza obrębem noża,
- wydobywanie gruntu z komory (transport pionowy),
- wprowadzenie urządzeń do poziomego transportu gruntu,
- wprowadzenie do komory następnego prefabrykatu,
- połączenie prefabrykatów,
- wprowadzenie do wnętrza przewodu instalacji energetycznej i ewentualnie wentylacyjnej oraz do transportu lubrykatu,
- wepchnięcie kolejnego prefabrykatu.

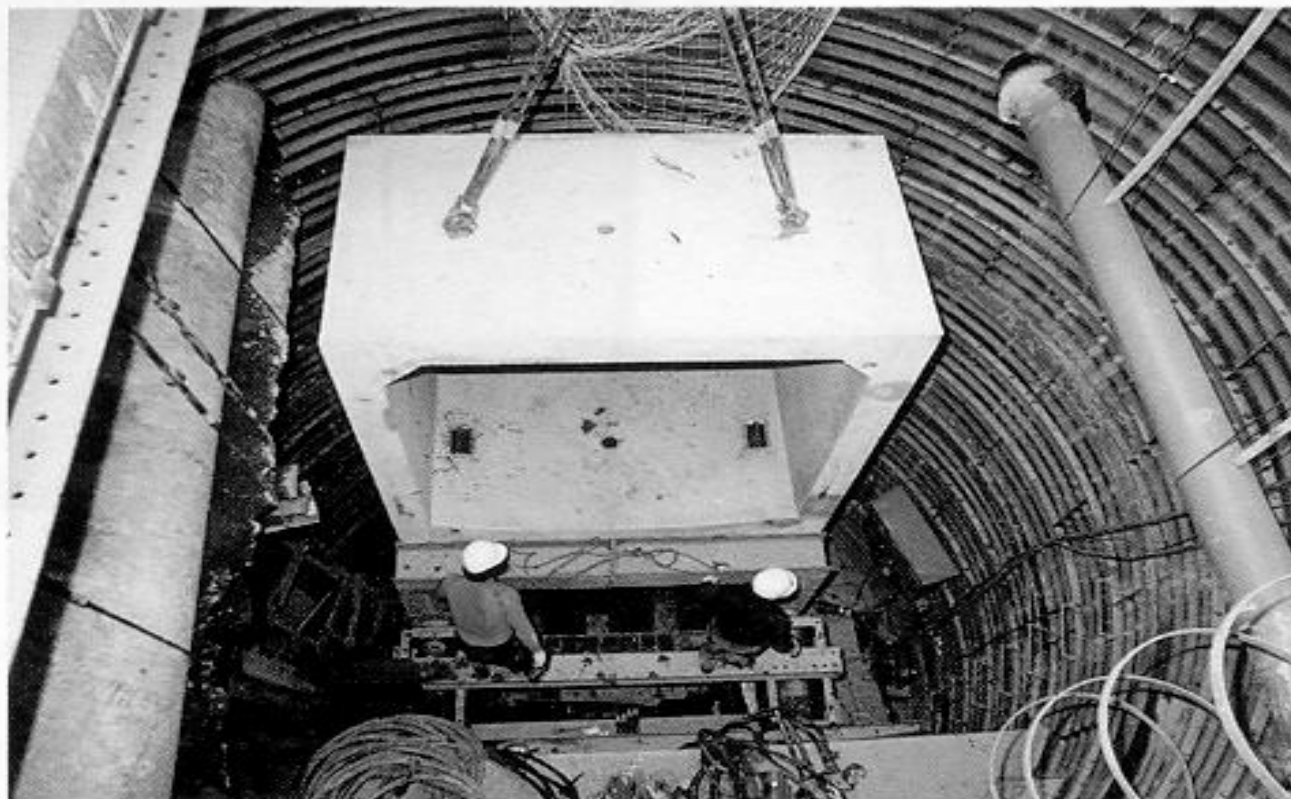


Schematy połączeń elementów żelbetowych przystosowanych do przepychania: a) na bolce, b) na kołnierz zewnętrzny; 1 – sworzeń, 2 – tuleja, 3 – podkładka przekazująca nacisk, 4 – uszczelnienie zewnętrzne, 5 – uszczelnienie wewnętrzne, 6 – kołnierz zewnętrzny

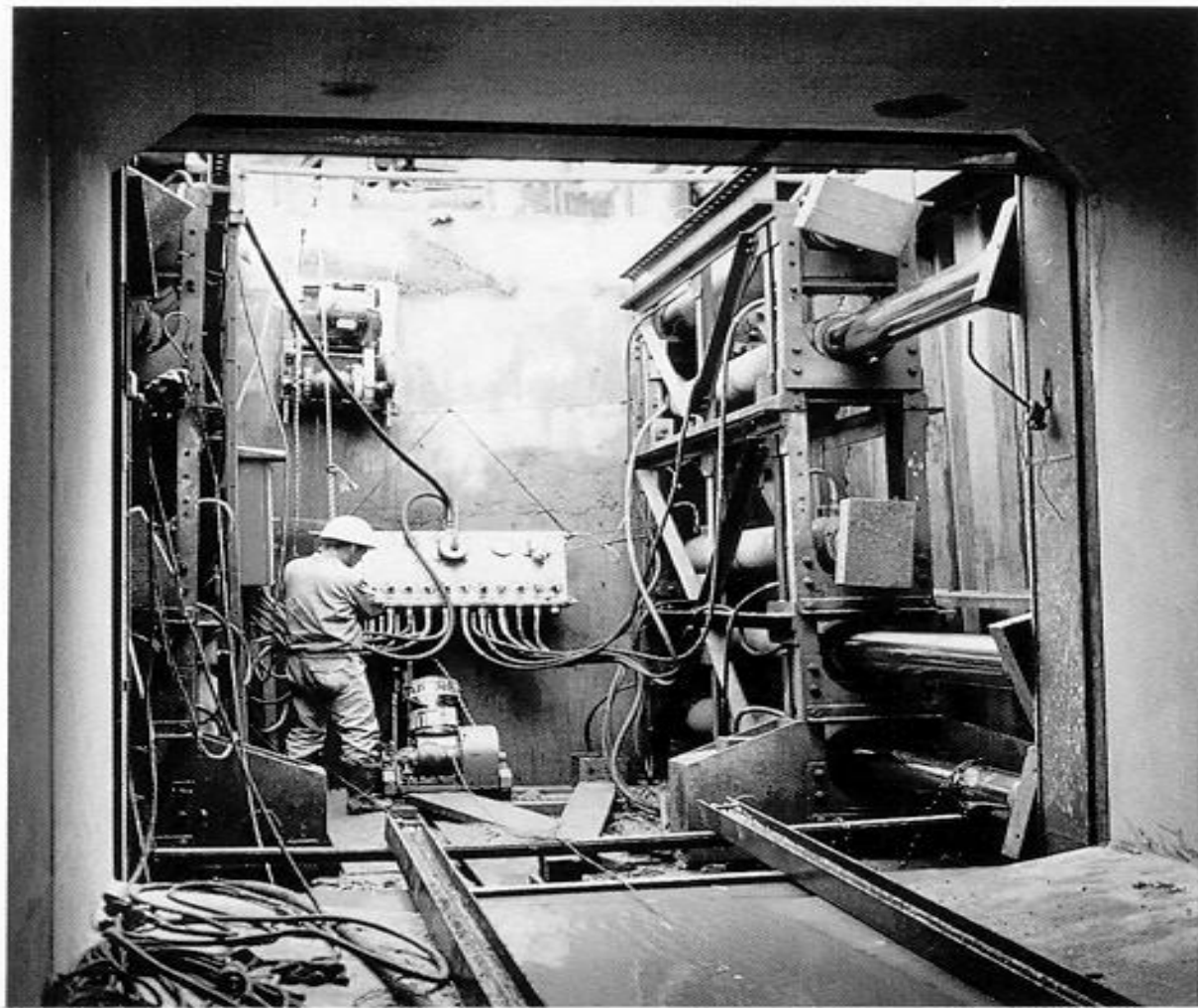
(3) Shaft top



(4) Lifting down of product



Jacking source hydraulic unit



Discharge of soil by belt conveyor



(2) Discharge of soil



(1) Excavation of front section





Budowa przejścia podziemnego metodą przecisku hydraulicznego pod al. Powstańców w Warszawie; konstrukcja żelbetowa monolityczna wykonywana na placu budowy

Dzięki uprzejmości firmy Hobas, Dąbrowa Górnicza

E65 Gdańsk

- *Pierwszy DN3600 przepust pod koleją*
- *L=31m*
- *SN 40.000 N/m²*
- *Przecisk prowadzony po „starym” śladzie, konieczność wyburzenia istniejącego przepustu*





HOBAS

29/10/2013



29/10/2013



29/10/2013





pierwsze rozwiązanie tego typu w Polsce

WYBRANE DANE PROJEKTU	
Zadanie	tunel dla pieszych i rowerzystów pod torami kolejowymi
Lokalizacja	Parczew, woj. lubelskie
Całkowita długość rur	53 m
Rodzaj rur	CC-GRP Hobas
Średnica	OD3600
Sztywność	SN64 000
Klasa ciśnienia	PN1
Zakres dostaw	rury, połączenia
Metoda instalacji	przecisk
Czas instalacji rur	~1 miesiąc
Rok realizacji projektu	2019
Wykonawca	Strabag sp. z o.o. / Intop Tarnobrzeg sp. z o.o. / Motyl Przedsiębiorstwo Przewiertowe
Producent rur	Amiblu Poland sp. z o.o.
Firma projektowa	Transprojekt Gdańsk sp. z o.o.
Inwestor	PKP PLK S.A.

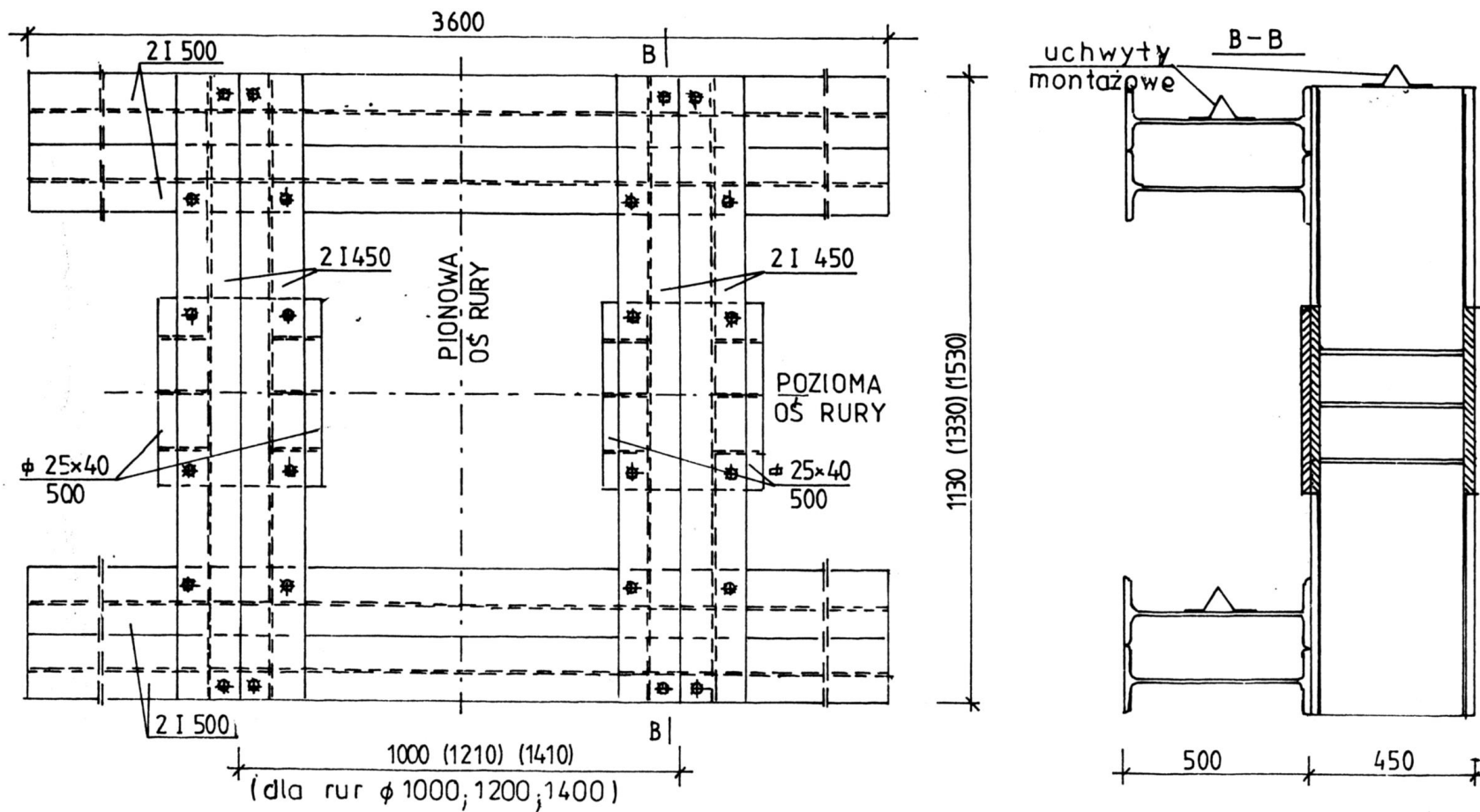
*wylewka betonowa i
kostka betonowa
na piasku
stabilizowanym.
cementem*



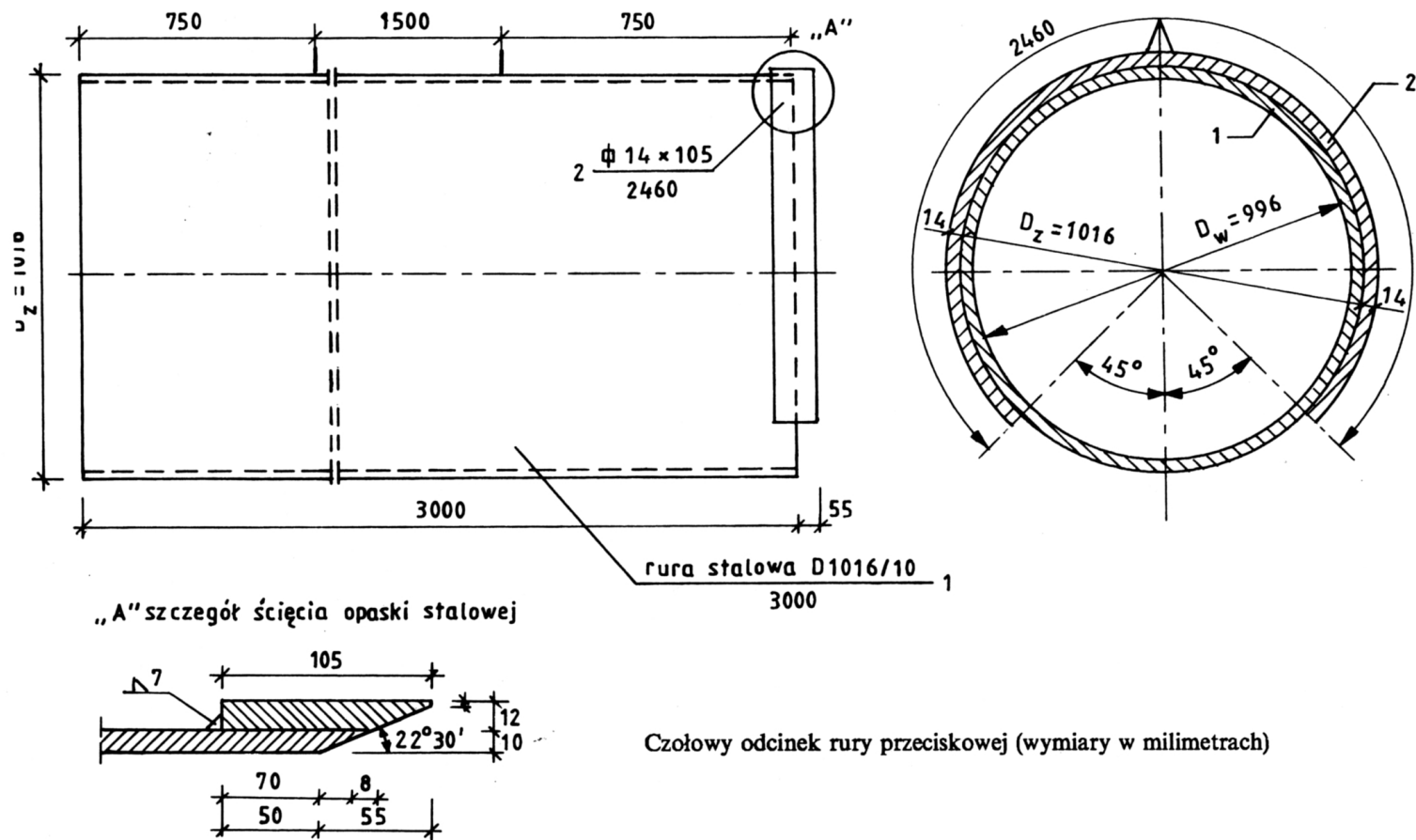








Blok oporowy (wymiały w milimetrach)



Czołowy odcinek rury przeciskowej (wymiary w milimetrach)

literatura podstawowa do wykładu:

Madryas C., Kolonko A., Szot A., Wysocki L., *Mikrotunelowanie*, DWE, Wrocław, 2006,

Madryas C., Kolonko A., Wysocki L., *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław, 2002,

Kuliczkowski A., Madrys C., *Tunele wieloprzewodowe dawniej i współcześnie*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2014

czasopisma branżowe (niezależne wydawnictwa):

Inżynieria bezwykopowa,

Nowoczesne budownictwo inżynieryjne,

EN 12889: Bezwykopowa budowa i badanie przewodów kanalizacyjnych

Wytyczna ATV - DVWK A 161: Obliczenia statyczne rur przeciskanych

Wydanie I – 1990

Wydanie II (zmienione i uzupełnione) - marzec 2014

DWA-
Regelwerk

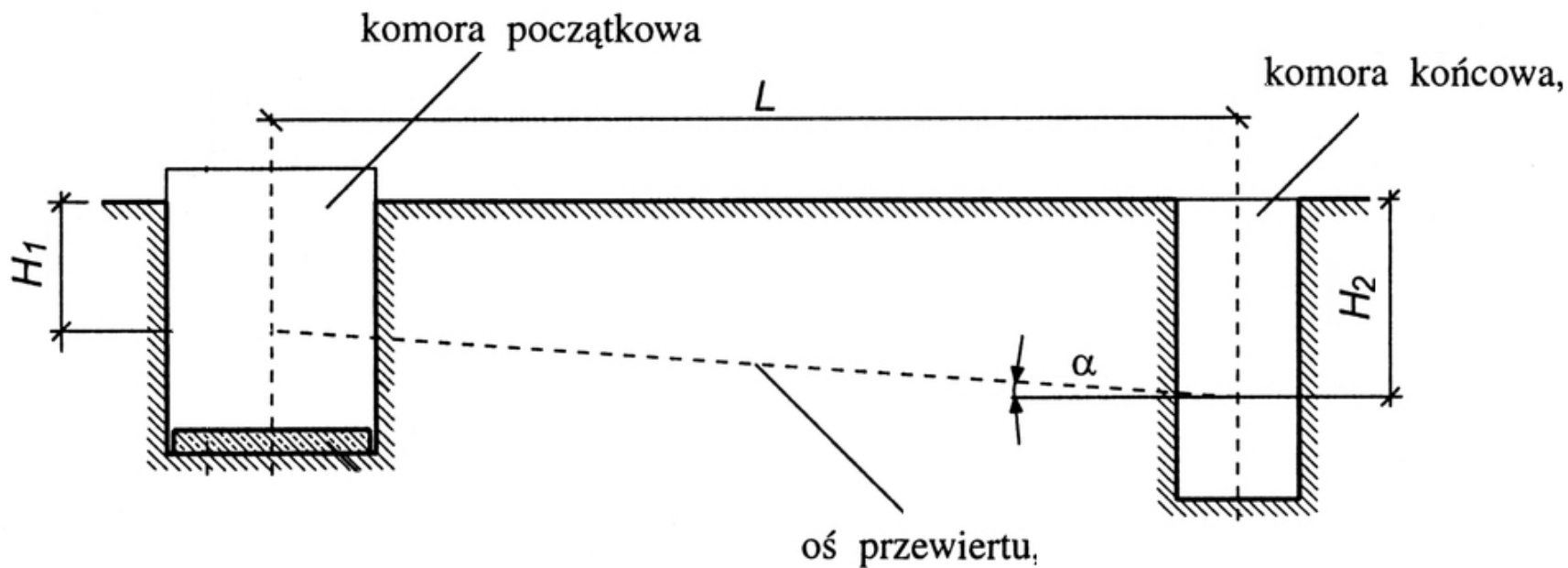


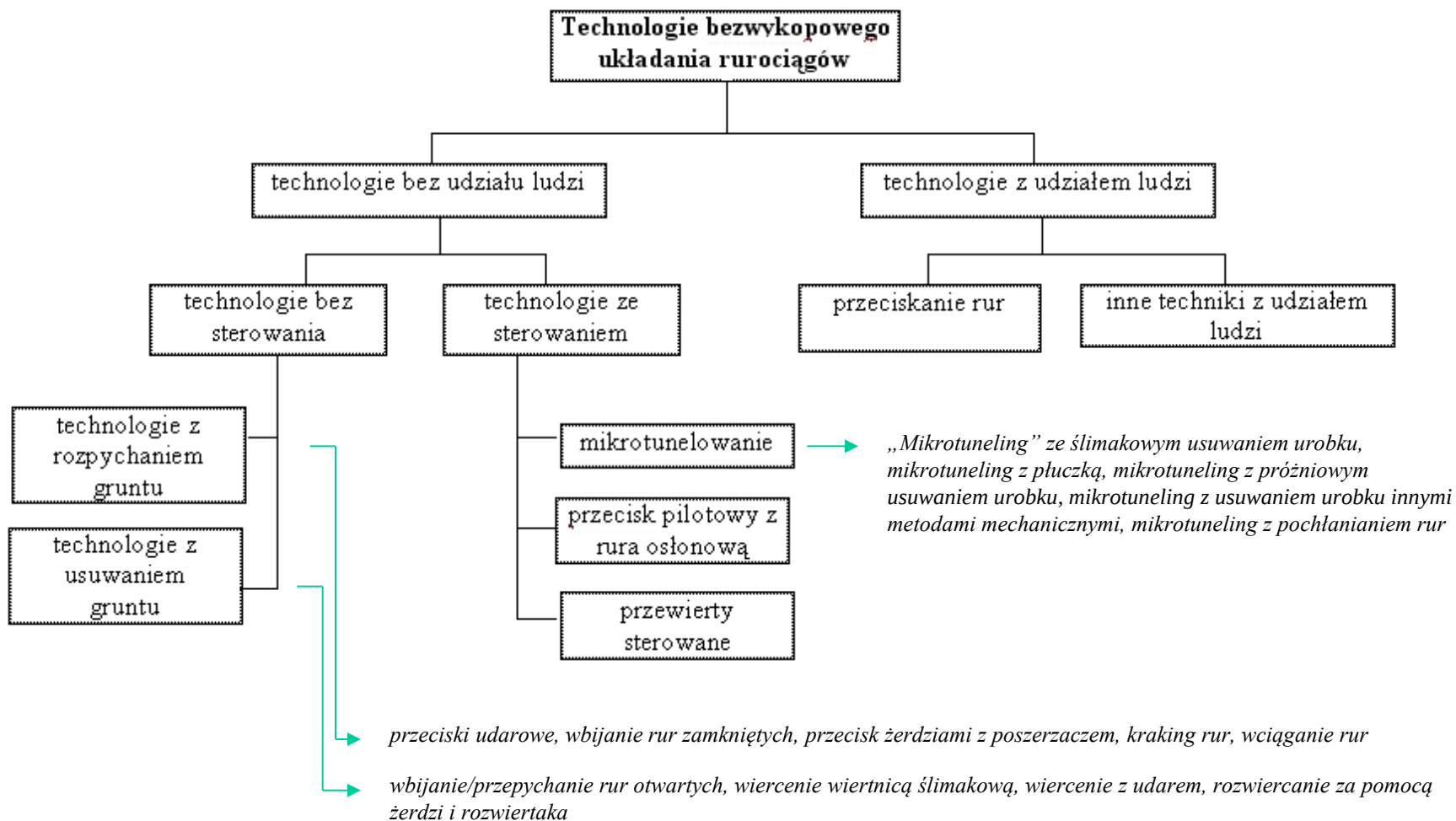
Arbeitsblatt DWA-A 161
Statische Berechnung von Vortriebsrohren

März 2014

NO-DIG i TRENCHLESS TECHNOLOGIES

rozumiane jako techniki realizacji podziemnych budowli liniowych (rurociągów, kanałów, przewodów) bez wykonywania wykopów w trasie ich przebiegu, za wyjątkiem niezbędnych wynikających z wymagań (specyfiki) danej techniki.





Podział bezwykopowych metod budowy sieci podziemnych wg. ISTT

(International Society for Trenchless Technology – Międzynarodowe Stowarzyszenie Technologii Bezwykopowych)

- *przeciski pneumatyczne przebijakiem – tzw. kretem (Impact Moling),*
- *pneumatyczne wbijanie rur stalowych (Impact Ramming),*
- *przeciski hydrauliczne (Pipe Jacking),*
- *przewierty i przewierty sterowane (Boring and Guided Boring),*
- *mikrotunelowanie (Microtunnelling),*
- *wiercenia kierunkowe (Directional Drilling, Horizontal Directional Drilling),*

nowe technologie (często bazujące na starych) – Direct Pipe, Axis, Front Steer, Überbohr – verfahren

...

Techniki bezwykopowe stosowane są w obszarach porównywanej efektywności w zestawieniu z realizacjami „klasycznymi” – tj. w przeciwstawieniu ich realizacjom w wykopach;

niezależnie - techniki bezwykopowe stosowane w warunkach gdzie brak alternatywnych rozwiązań lub występuje poważna bariera technologiczna lub prawna.

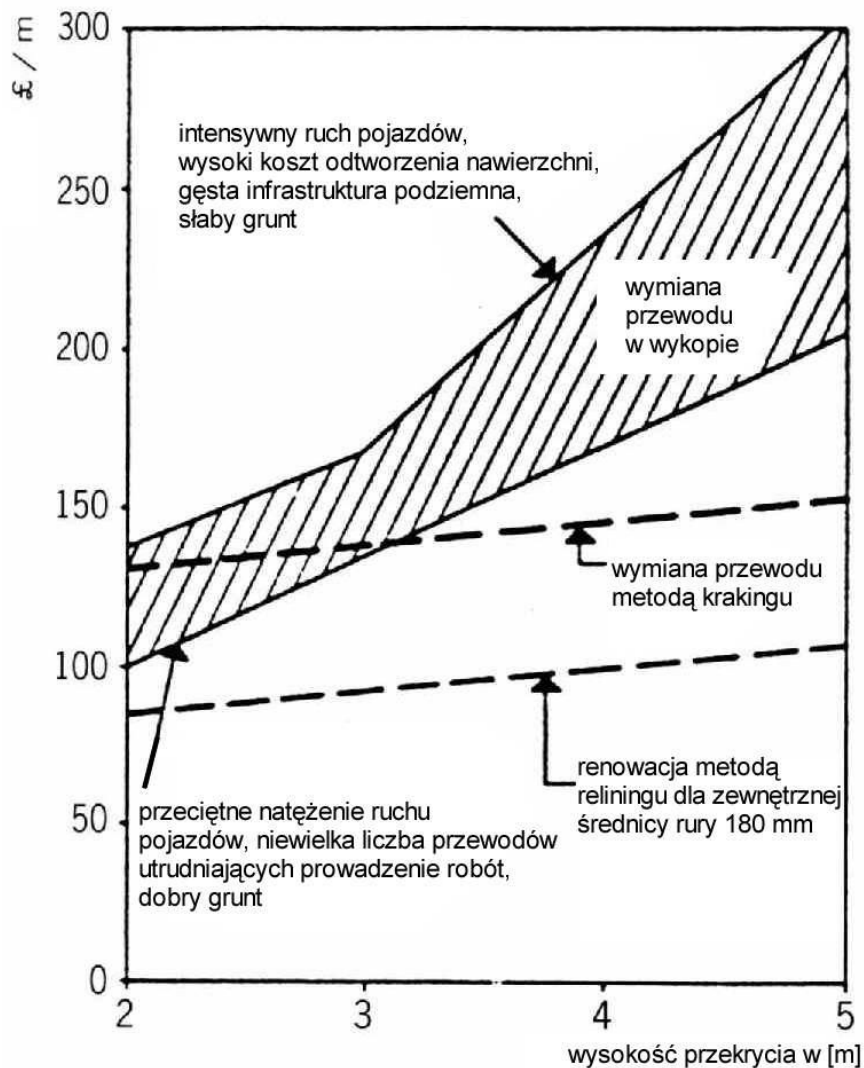
(przekraczanie rozległych przeszkód terenowych, rozwiązania w warunkach nasycenia przestrzeni podziemnej infrastrukturą, przekraczanie obszarów chronionych)

Zalety technik bezwykopowych (jako skutki braku wykopów):

- *zbędne środki techniczne dla zabezpieczenia skarp wykopów,*
- *zbędne obniżanie poziomu wód gruntowych,*
- *zmniejszone ryzyko uszkodzeń istniejących obiektów budowlanych,*
- *brak uszkodzeń nawierzchni drogowych,*
- *ograniczenie uszkodzeń roślinności,*
- *ograniczenie emisji spalin i hałasu,*
- *brak ograniczeń w dostępie do obiektów usługowych, urzędów itp.,*
- *krótszy czas budowy przewodów,*
- *mniej liczba zatrudnionych pracowników,*
- *brak konieczności zamykania dróg komunikacyjnych pod którymi przeprowadzane są prace*
- *możliwość realizacji zadań, które przy użyciu innych technologii były by technicznie bardzo trudne do zrealizowania*

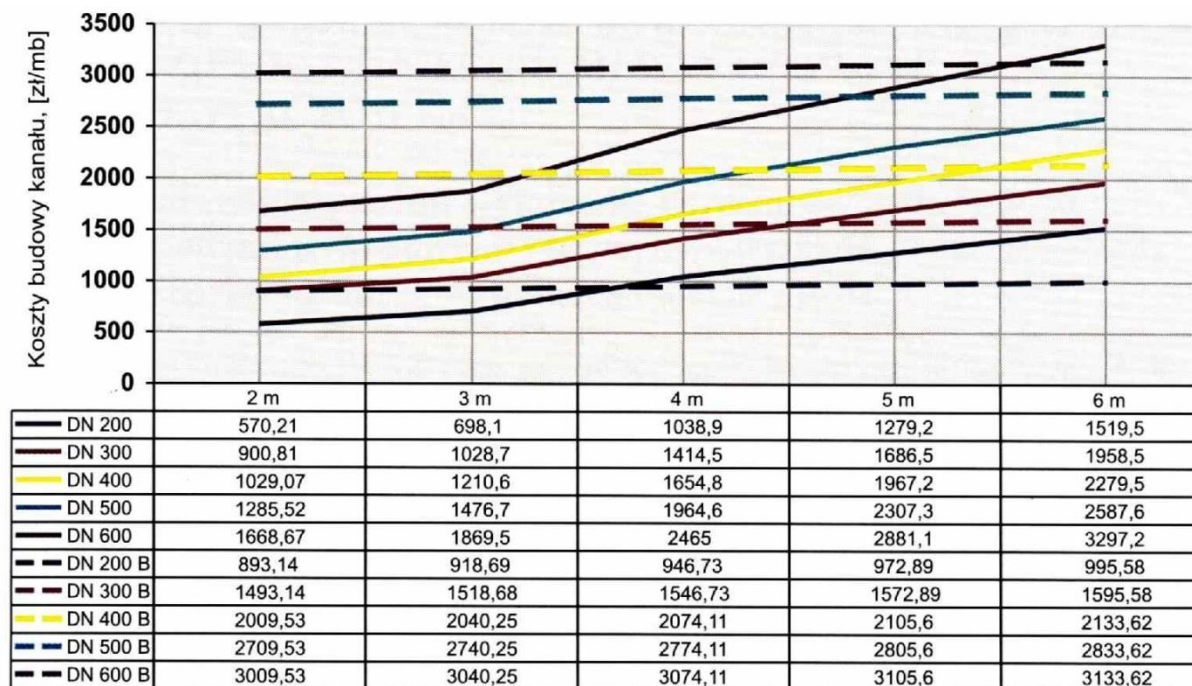
wady

- konieczność stosowania wysoko wyspecjalizowanego, kosztownego sprzętu,
- przy budowie nowych przewodów konieczność stosowania rur o odpowiednich właściwościach,
- potencjalnie mniejsze dokładności przy układaniu przewodów,
- istotne konsekwencje wystąpienia zdarzeń nieprzewidywalnych
- decydujące znaczenie procesu planowania/projektowania realizacji



Porównanie kosztów wymiany kanału w wykopie otwartym i bezwykopowo oraz rekonstrukcji metodą reliningu

Model AZ -02 (A. Zwierzchowska, Politechnika Świętokrzyska, 2003 r.)
rozwiązanie dla kosztów bezpośrednich



Koszty budowy kanału w zależności od głębokości ułożenia
oraz jego średnicy, [zł/mb]

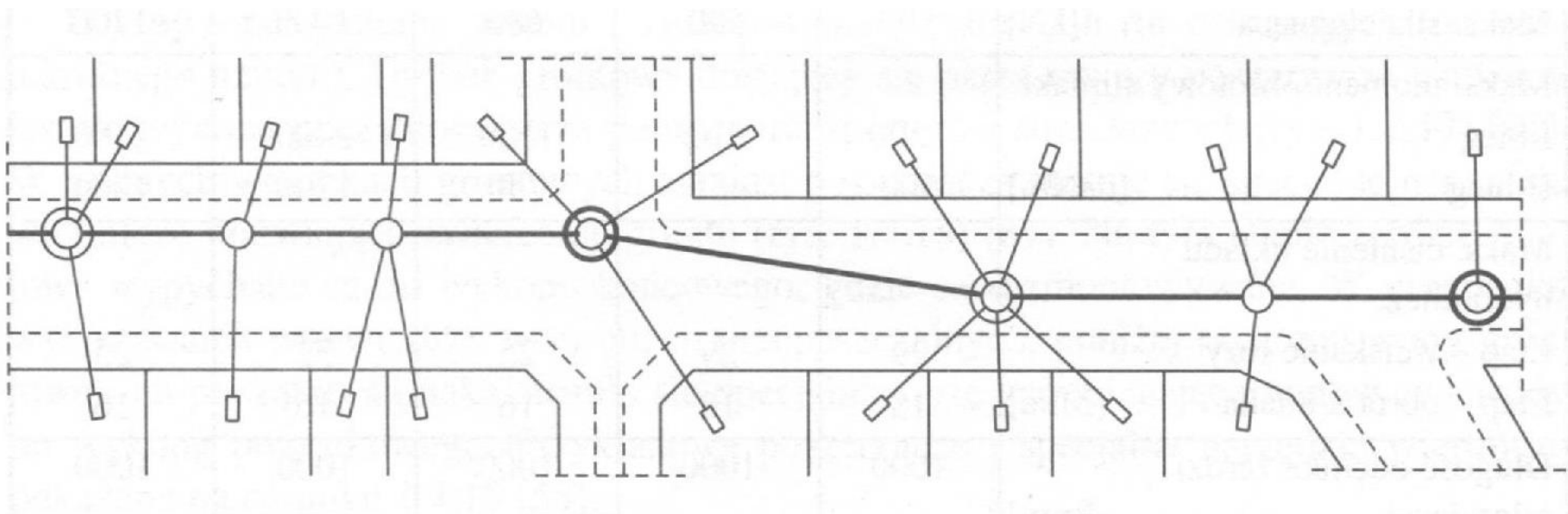
Porównanie kosztów wykonania przewodów kanalizacyjnych układanych pod
nawierzchnią gruntową dla metody wykopowej i bezwykopowej (średnice
oznaczone literą B)

Efektywność ekonomiczna - uwzględnienie kosztów dodatkowych (pośrednich)

Koszty dodatkowe (i społeczne) :

- *Koszty wynikłe ze zmiany organizacji ruchu ulicznego (wzrost kosztów eksploatacji pojazdów, koszty czasu podróży, zwiększonej liczby wypadków),*
- *Koszty redukcji trwałości dróg i chodników,*
- *Rekompensaty dla właścicieli posesji i uszkodzonych terenów,*
- *Rekompensaty za tzw. „straty biznesu”,*
- *Straty środowiska przyrodniczego i zdrowia społeczeństwa (hałas, wibracje, zanieczyszczenie powietrza, uszkodzenia roślinności)*





bezwykopowa realizacja kolektora ściekowego i przyłączy domowych (metoda berlińska)



Droga krajowa A4, odcinek Kraków – Tarnów, 2007, przepust pod drogą dla przeprowadzenia cieku wodnego, przecisk hydrauliczny.

Odcinek długości 65 m, rury stalowe DN 2800 spawane – rury osłonowe

*Wewnętrzna rura stalowa karbowana „Tubosider” (ViaCon), przekrój dzwonowy
– rura medialna*



rury do realizacji bezwykopowych (przeciskowych)

przeciski hydrauliczne (Pipe Jacking),

przewierty i przewierty sterowane (Boring and Guided Boring),

mikrotunelowanie (Microtunnelling),





- polimerobeton
PRC (*polyester resin concrete*)
- rury z betonu modyfikowanego
polimerami – PCC *concrete*
(*beton cementowy z domieszką polimeru*)
- betony cementowe z
natryskiem polimerowym









Projekt	modernizacja gospodarki podziemnej i drenażowej wraz ze wzmocnieniem gruntów w Elektrociepłowni Gdyńskiej
Czas realizacji zadania	2015–2016
Medium	ścieki deszczowe, wody gruntowe
Zakres dostaw	895 modułów VipLiner przeciskowych typu drenarskiego VL-PD DN630 L = 1 m ze szczelinami prostopadłymi do osi modułu
Dostawca	Uponor Infra
Inwestor	EDF Polska S.A. Elektrociepłownia Gdyńska



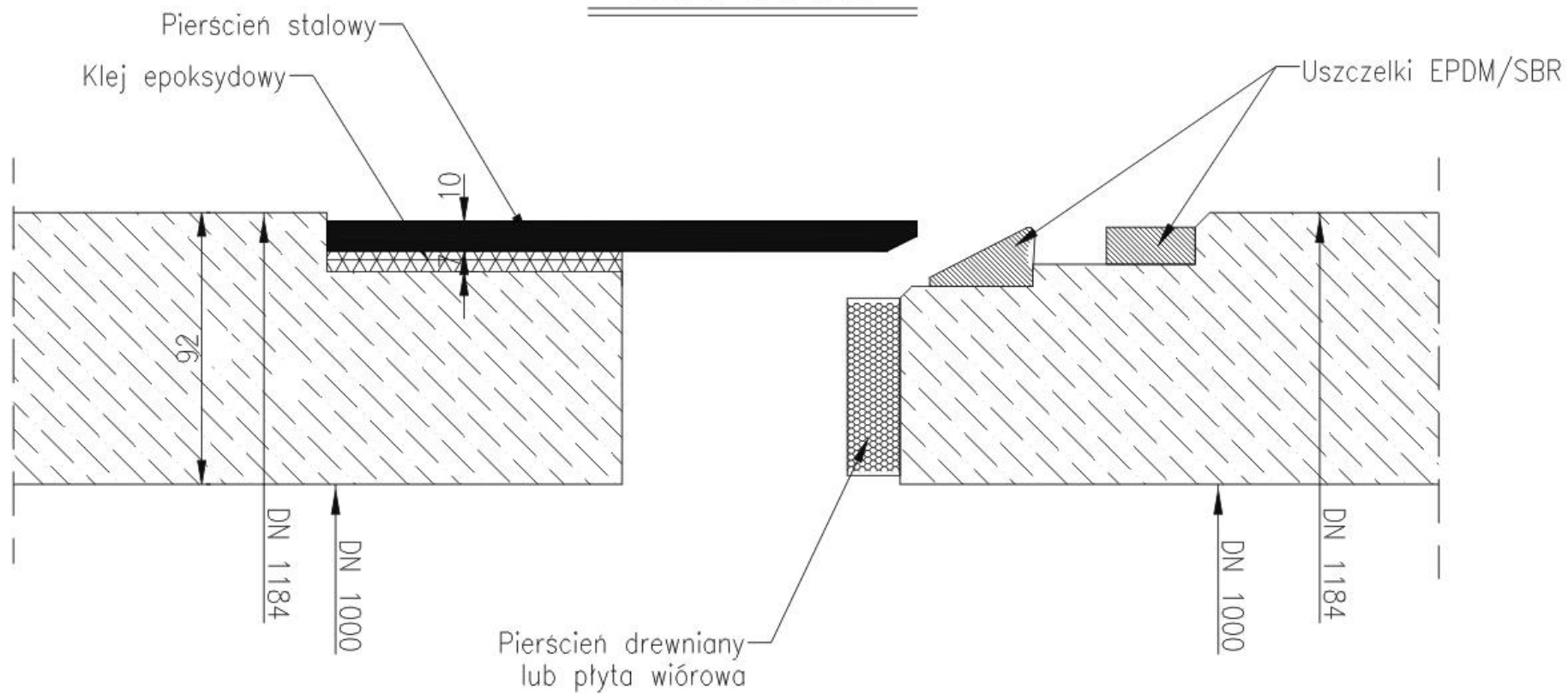
rury z kinetą klinową





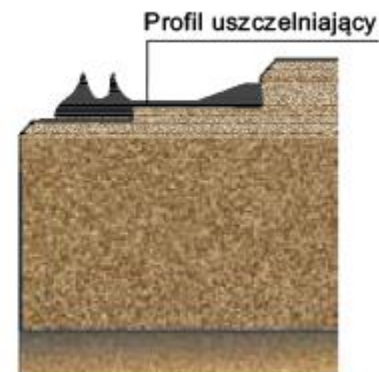
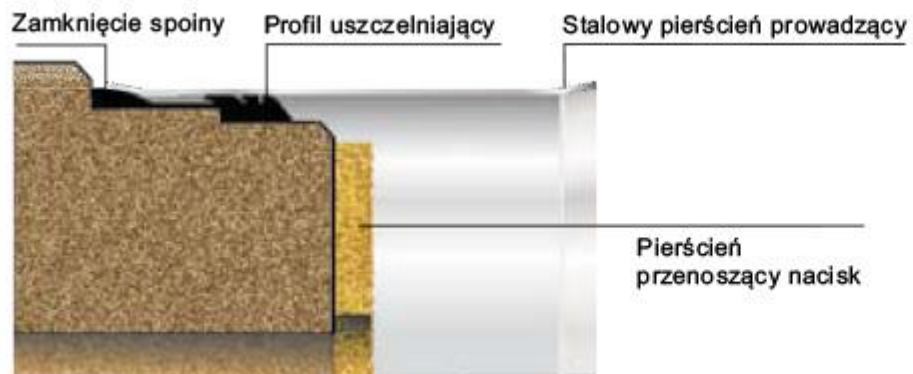
polimerobeton , profil jajowy, „Policrete” (przecięta rura)

DN 1000

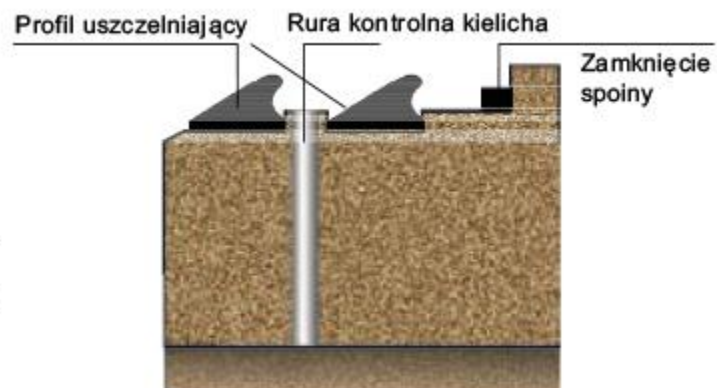
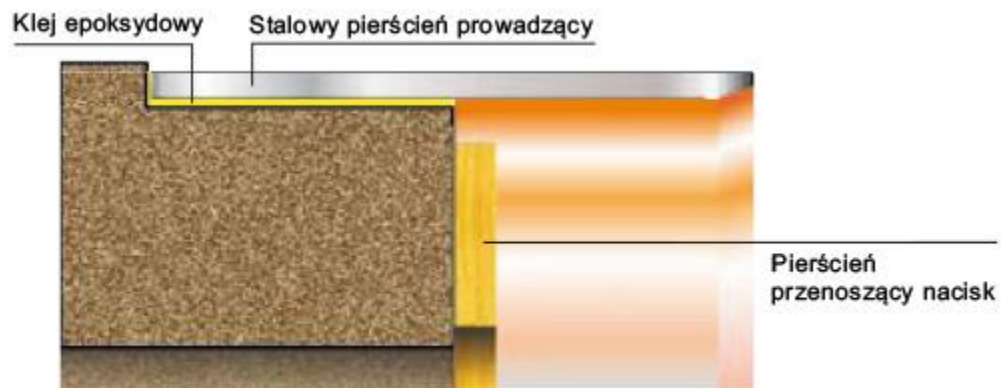


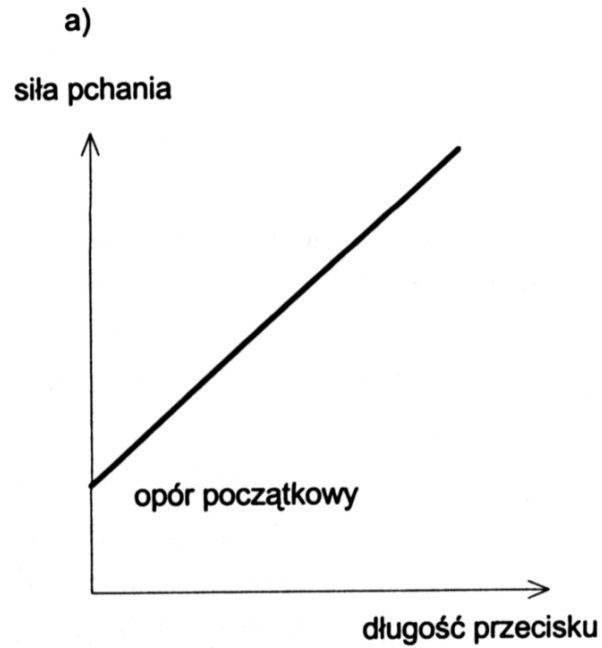
mniejsze i większe średnice – możliwości różnych rozwiązań

RURY PRZECISKOWE POLYCRETE DN250 - DN1000



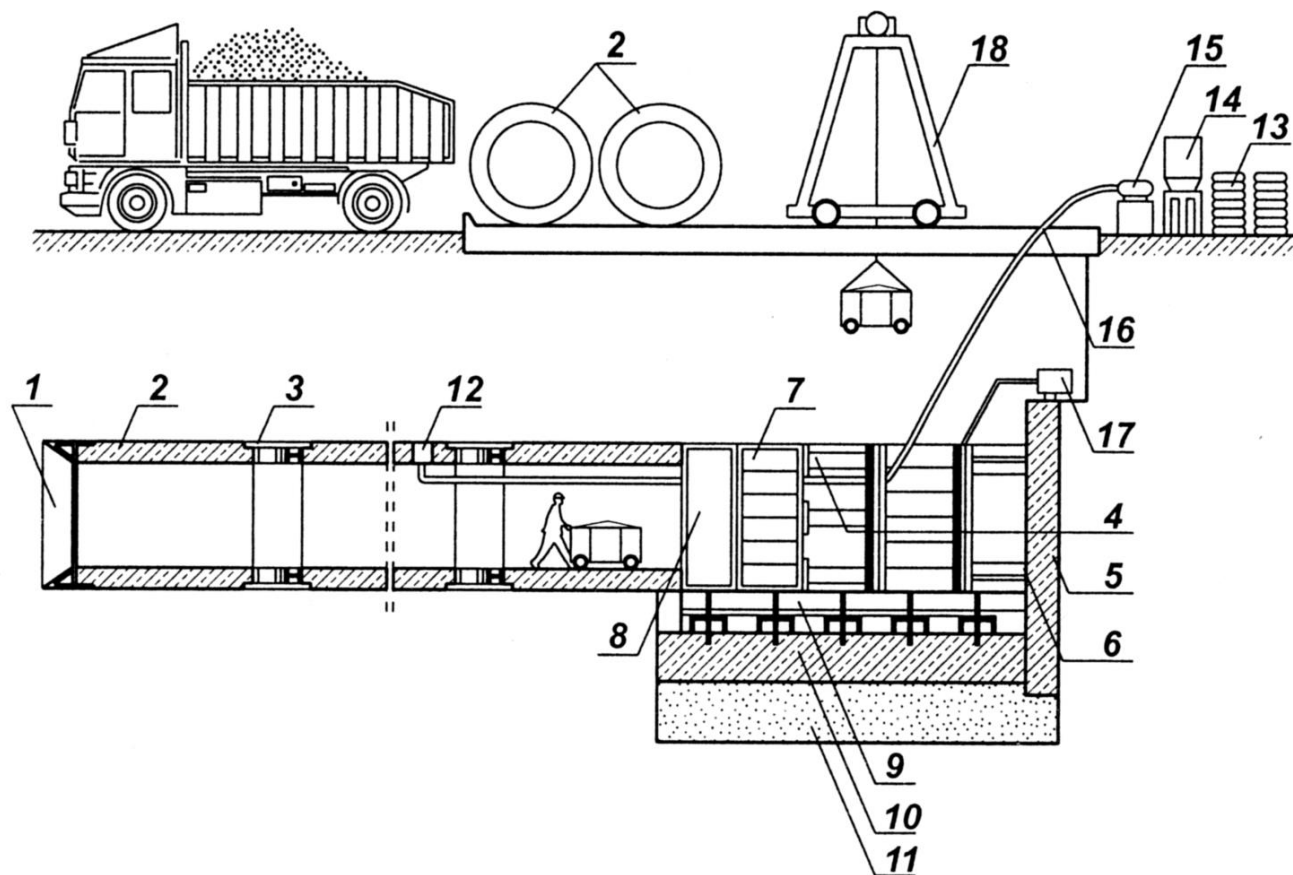
RURY PRZECISKOWE POLYCRETE® DN2200 – DN2600



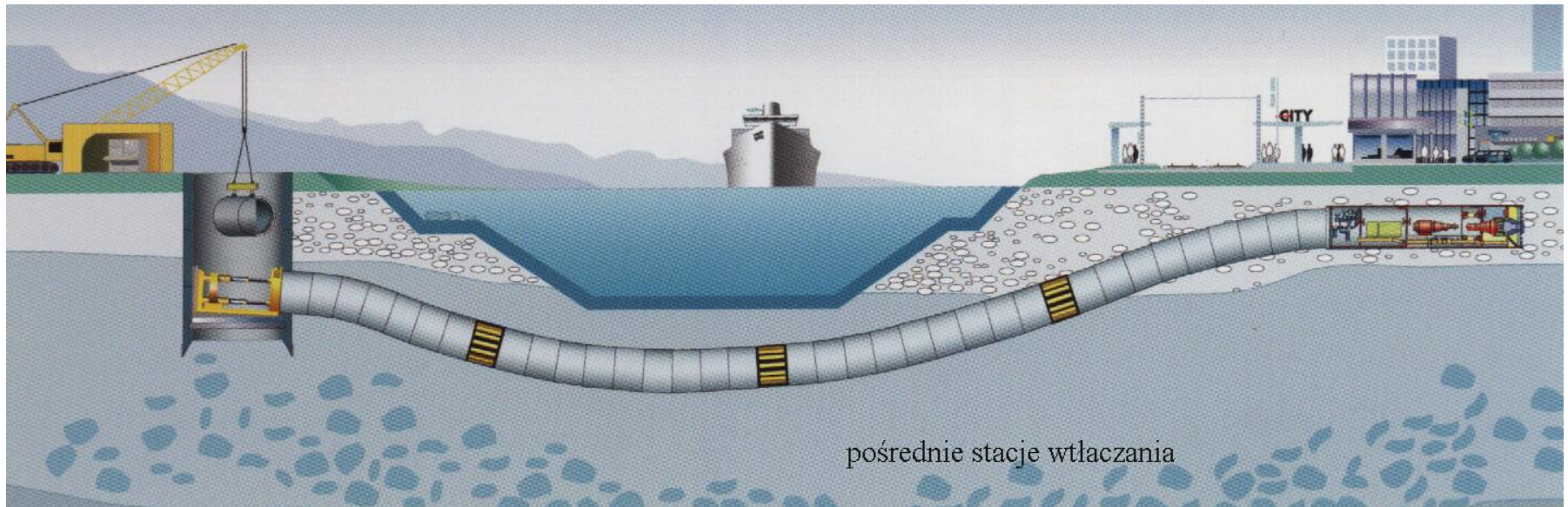


Wykresy zmian siły przeciskającej: a) bez zastosowania stacji pośrednich,

1. *dobór stacji siłowników i ew. stacji pośrednich,*
2. *rozwiązanie smarowania (podawanie i rodzaj lubrykatu),*
3. *kontrola kierunku (prostoliniowości) i ciągłości realizacji przecisku,*



Schemat technologii przecisku hydraulicznego: 1 – nóż (może być wyposażony w siłowniki do korekty kierunku pchania), 2 – przepychane prefabrykaty (rury), 3 – stacja pośrednia siłowników, 4 – stacja główna siłowników, 5 – blok oporowy, 6 – konstrukcja wsporcza siłowników, 7 – sztywny pierścień z adapterem, 8 – pierścień dystansowy (występujący w przypadku prefabrykatów o różnych długościach), 9 – torowisko, 10 – płyta żelbetowa, 11 – podsypka (warstwa odsączająca), 12 – otwór do iniekcji materiału smarnego (lubrykatu), 13 – worki z lubrykatem (np. bentonitem), 14 – urządzenie do przygotowania lubrykatu, 15 – pompa do iniekcji lubrykatu, 16 – przewód do tłoczenia lubrykatu, 17 – pompa siłowników, 18 – dźwig

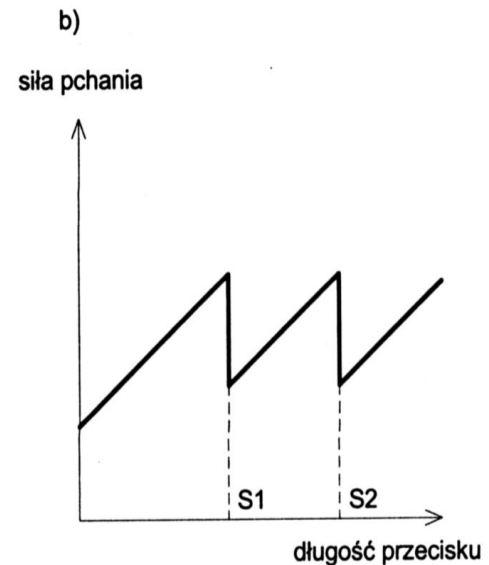


Pośrednie stacje przeciskowe

Tunele o długości $> \sim 130$ m

Średnice > 800 mm

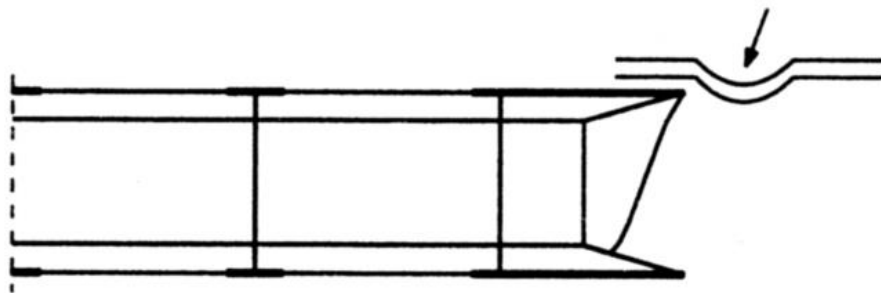
Stacje rozmieszczamy co 100 m



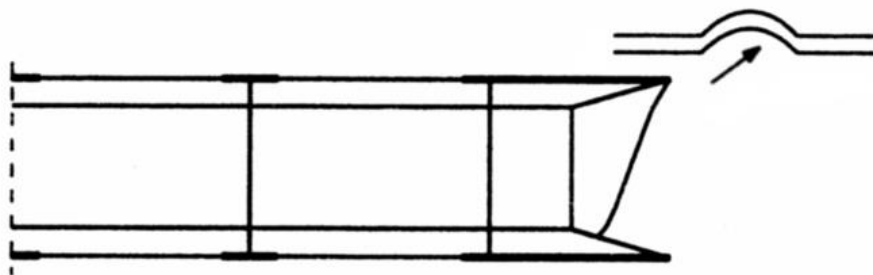
b) z zastosowaniem stacji pośrednich; S1, S2 – stacje pośrednie

W przypadku przecisków płytkich:

- *obsypanie się wyrobiska może sięgać powierzchni terenu;*
- *zapadnięcie może wynikać z rozluźnienia gruntu za nożem;*
- *w czasie wciskanie noża może nastąpić wypiętrzenie gruntu przed nożem z towarzyszącym obniżeniem za nim.*



*zawsze występuje przed nożem
zagęszczenie gruntu a za nim
rozluźnienie,*



*wyróżnia się więc strefy parcia
biernego, spoczynkowego i
czynnego*

Surmacz A., Popielski P., Analiza bezwypukowych metod budowy rurociągów i tuneli w warunkach zwartej zabudowy na przykładzie zrealizowanych obiektów, czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej, 1-Ś/2007

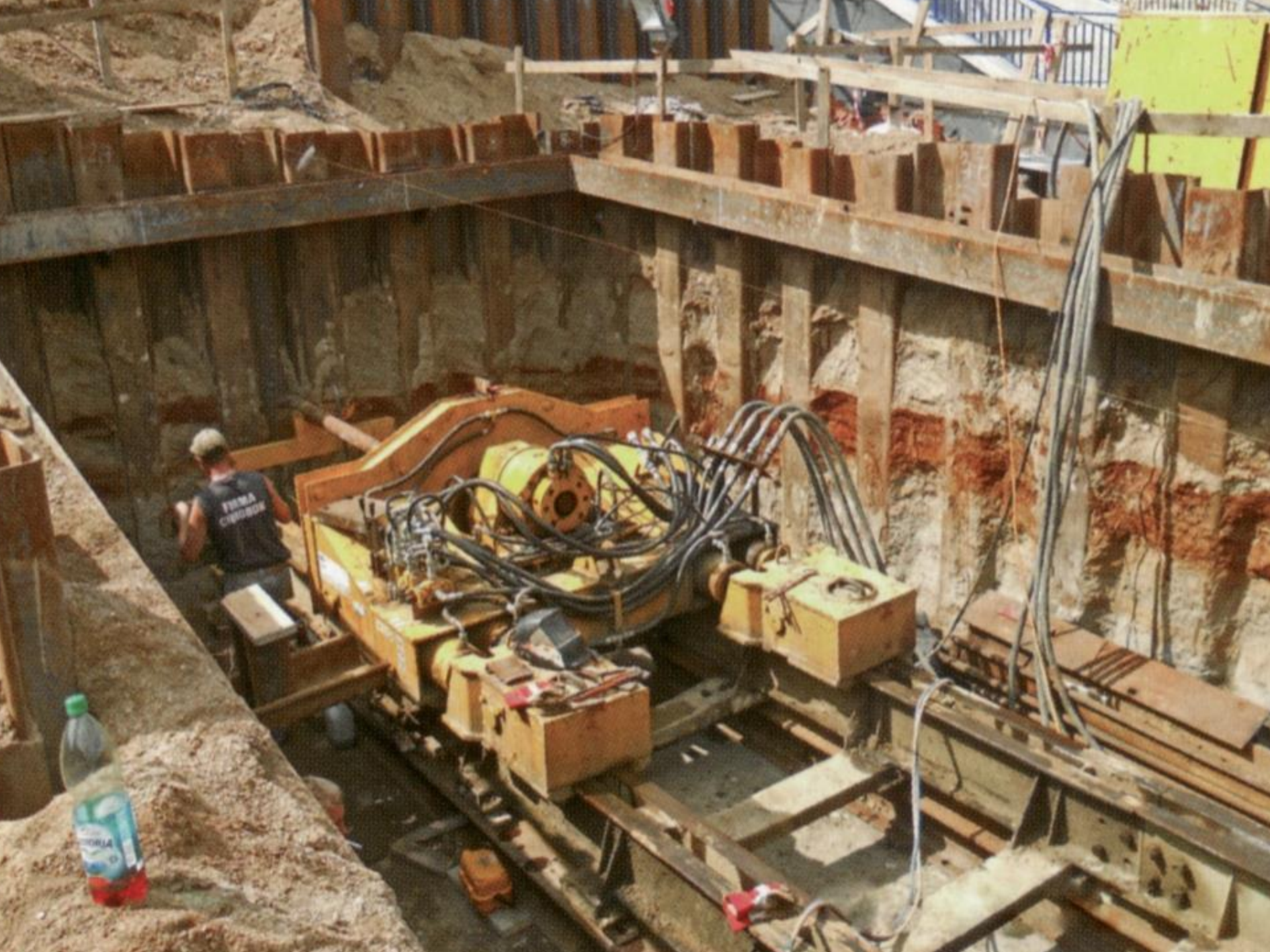


**Zapadnięta powierzchnia terenu wzdłuż osi kanału za komorą startową (z lewej).
Zniszczona trawa w niecce nad kanałem (z prawej)**

przewierty poziome



Realizacja przepustu pod torami (komora nadawcza)



*głowica urabiająca grunt i przenośnik ślimakowy
(wiertnica ślimakowa – ang. auger)*



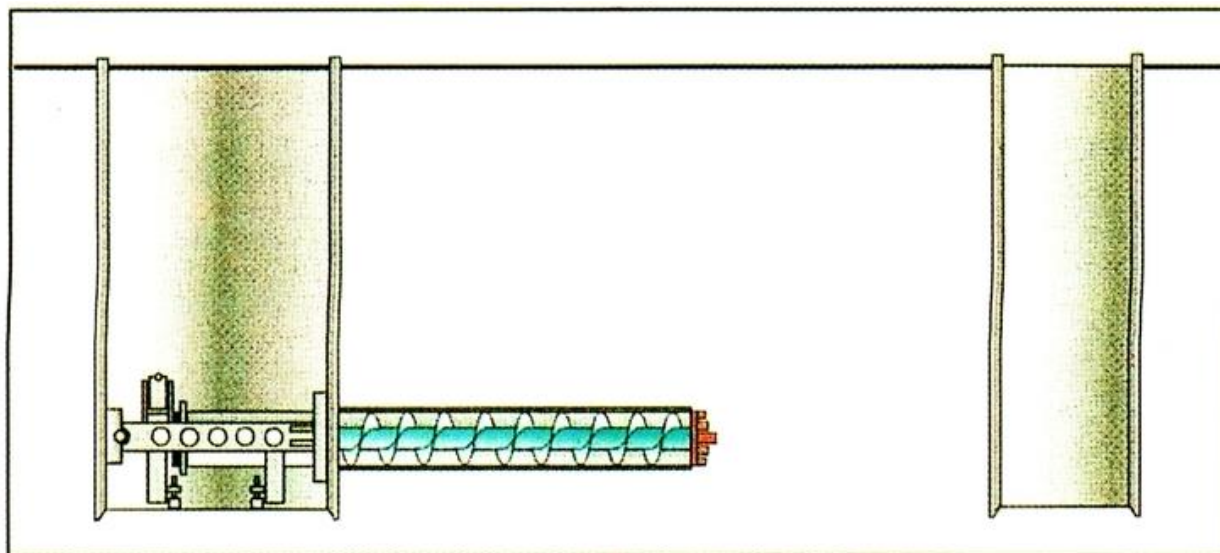
przewiert poziomy niesterowany (auger boring) – zestaw

przewiert poziomy niesterowany (auger boring) – zestaw cd.

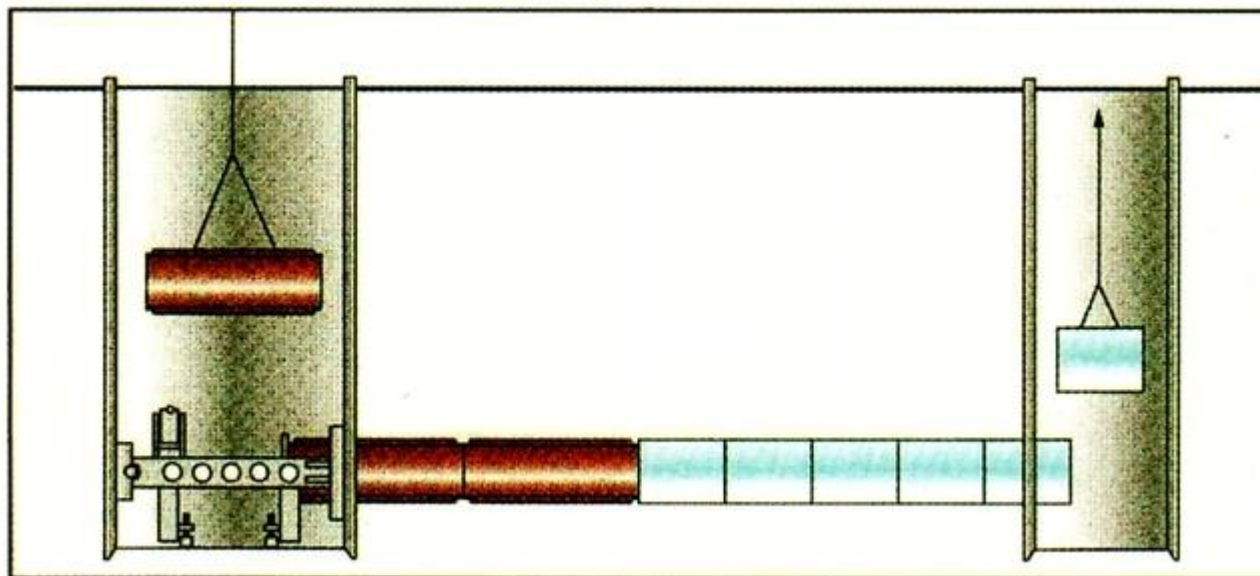


*stalowe rury osłonowe z założonymi elementami przenośnika hydraulicznego
(do pracy w warunkach wys. poziomu wód gruntowych stosuje się przenośniki z systemem grodzi*

a)



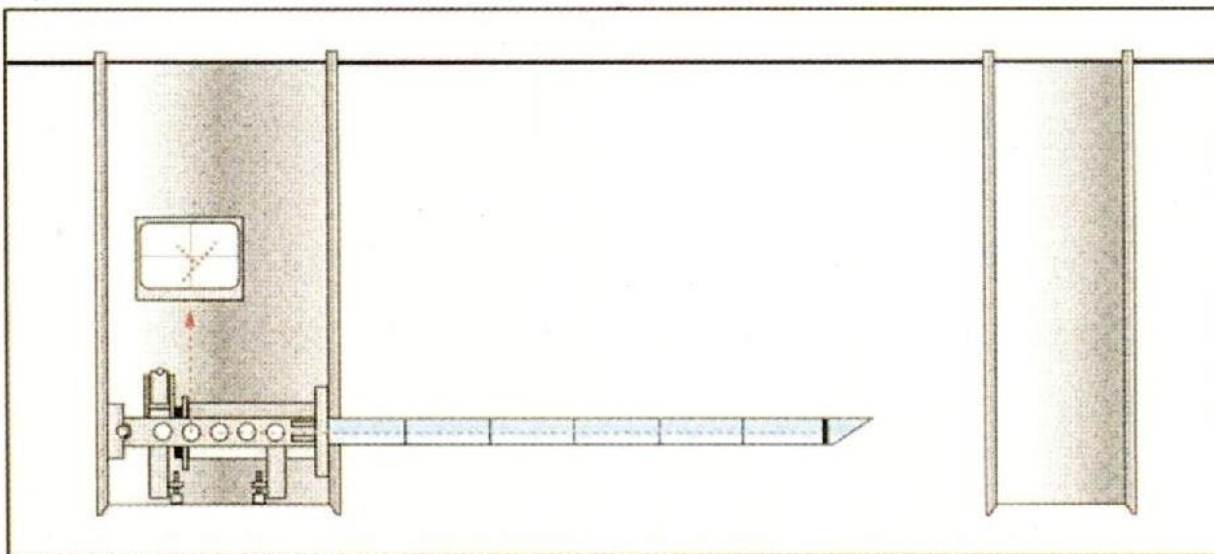
b)



Wbudowywanie rurociągu metodą przecisku hydraulicznego, niesterowanego z transportem urobku przenośnikiem ślimakowym: a) etap I – wiercenie niesterowane z jednoczesnym przeciskiem hydraulicznym stalowych rur osłonowych, b) etap II – przecisk hydrauliczny rur przewodowych

Wbudowywanie rurociągu metodą przecisku hydraulicznego z wierceniem pilotowym

Etap I – wiercenie pilotowe (żerdzie pilotowe (wiertnicze) i głowica pilotowa)

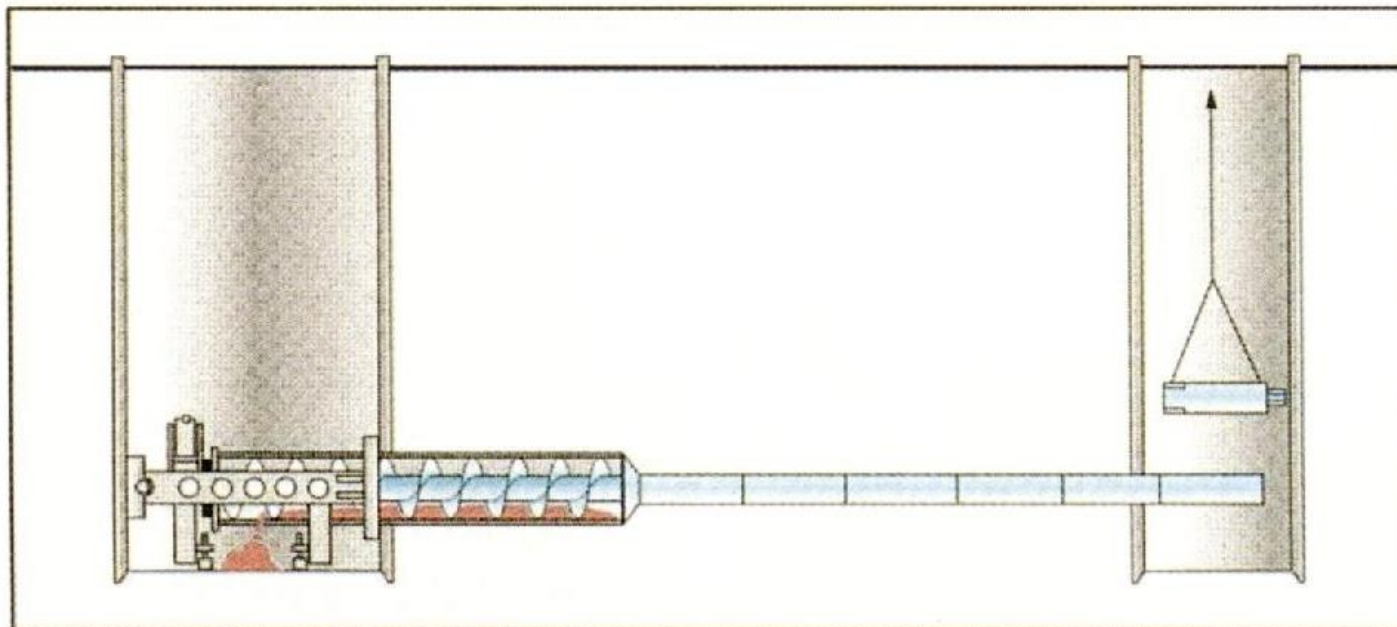




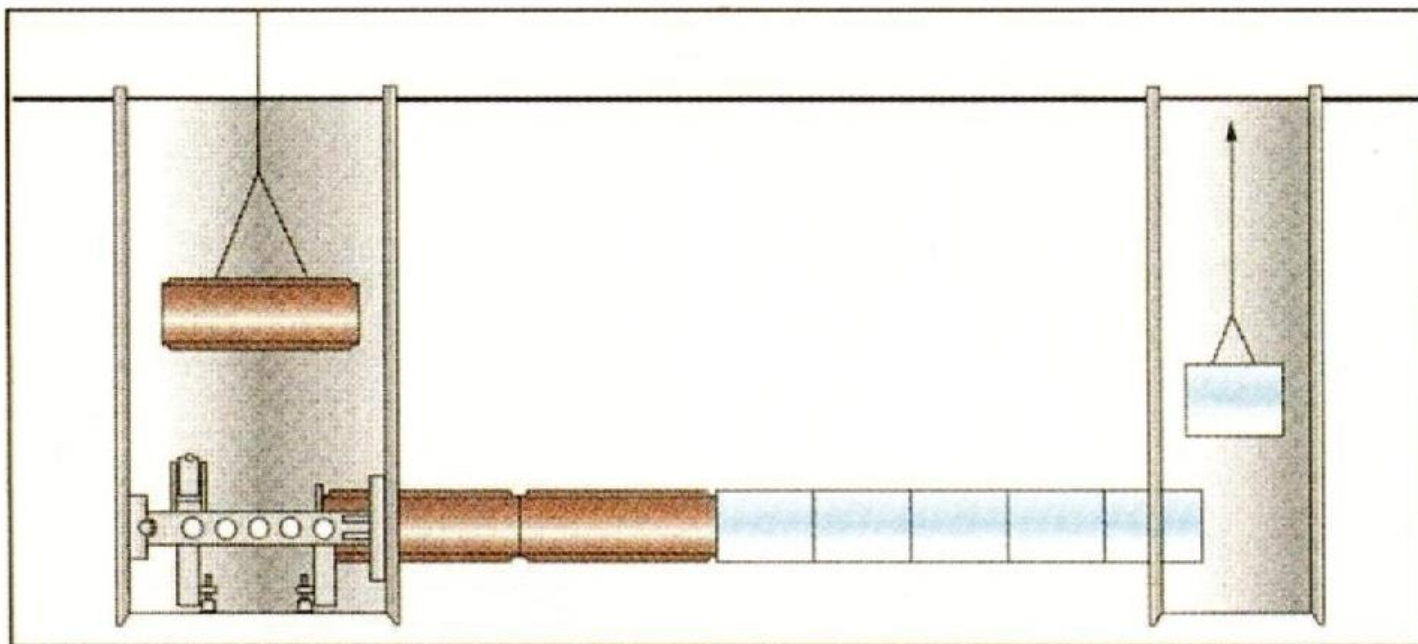
żerdzie wiertnicze do wiercenia pilotowego

*podwójny przewód wiertniczy – wewnętrzna część służy do obracania głowicy pilotowej
zewnętrzna część jest nieruchoma i służy do przekazywania siły osiowej*

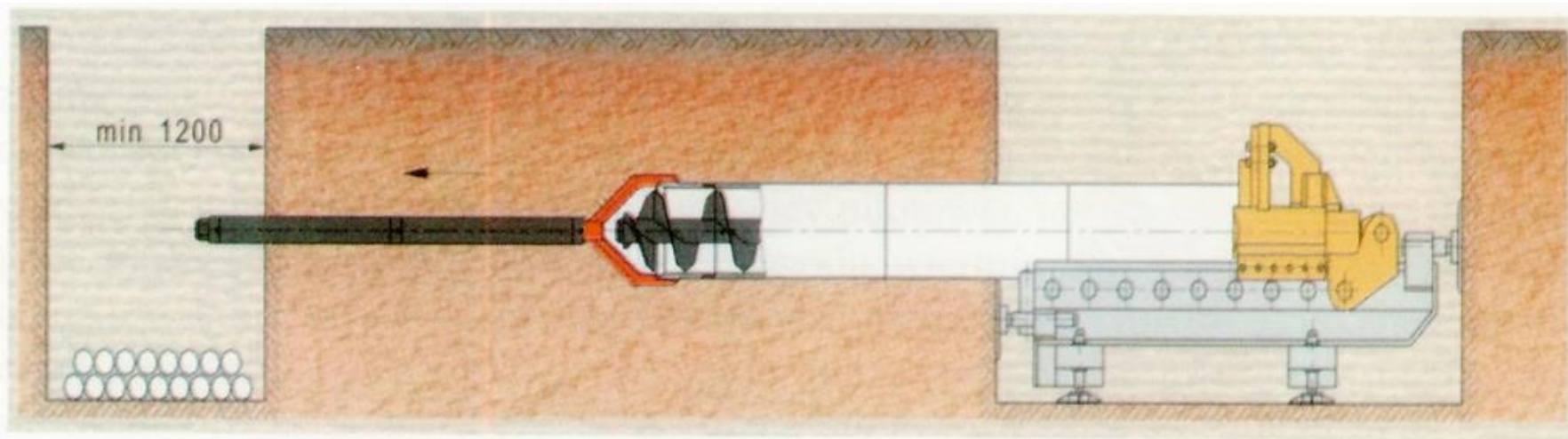
*Etap II - rozwiercanie z jednoczesnym
przeciskiem rur osłonowych*



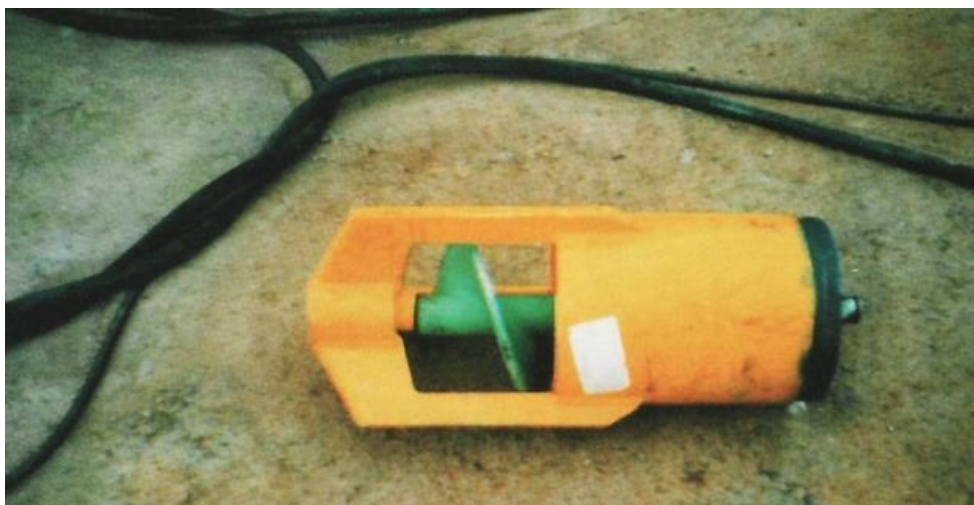
Etap III – przecisk hydrauliczny rur przewodowych



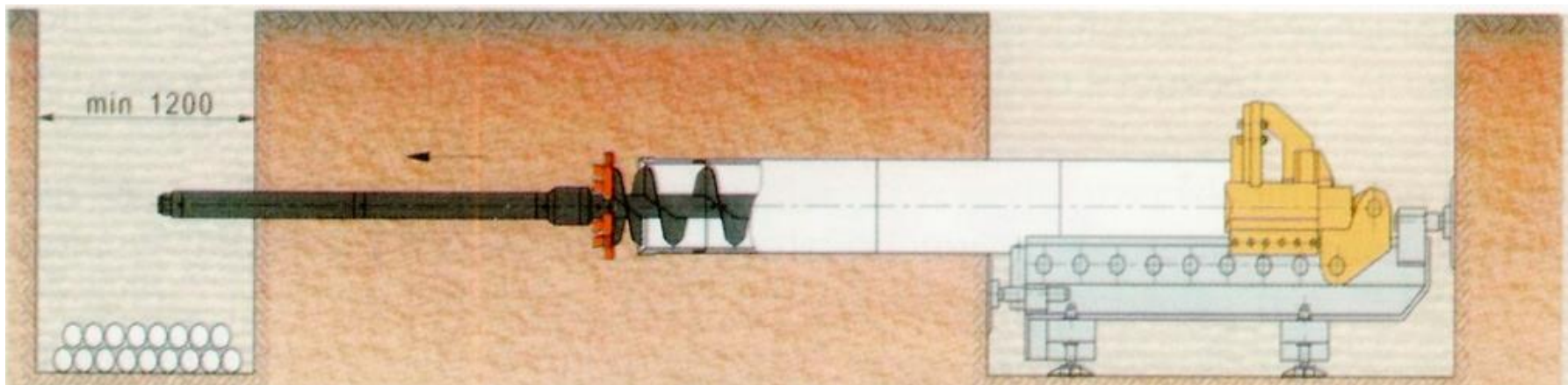




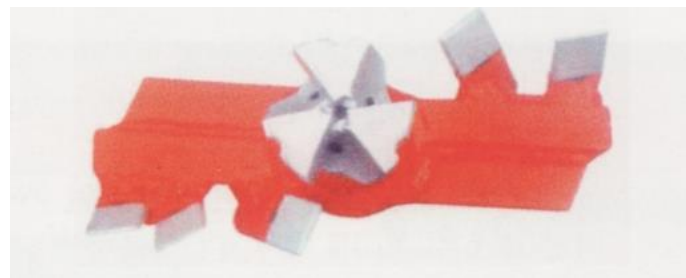
II etap – rozwiercanie gruntu niespoistego za pomocą poszerzacza

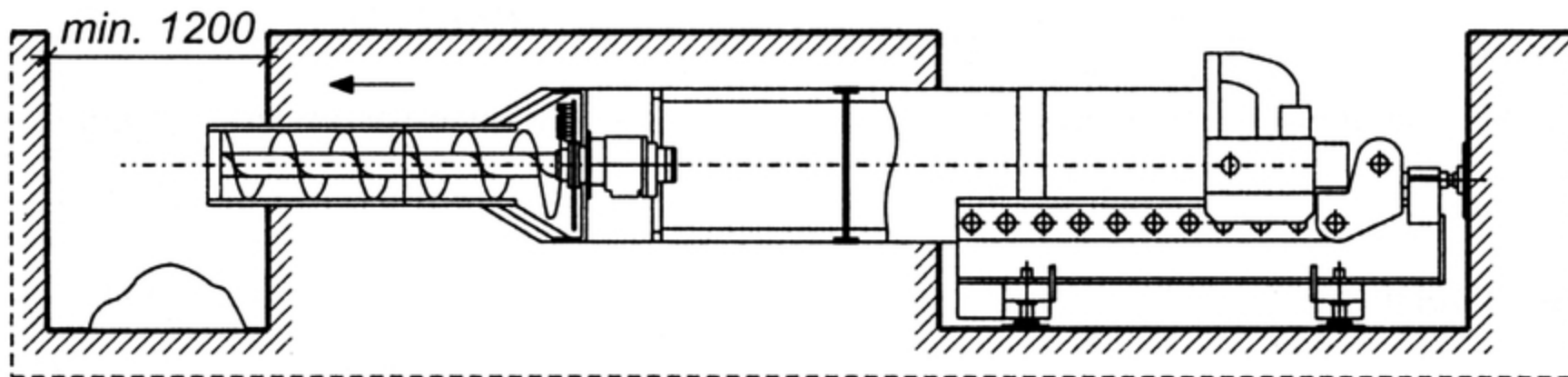


Rozwiertak (poszerzacz) z elementem przenośnika ślimakowego

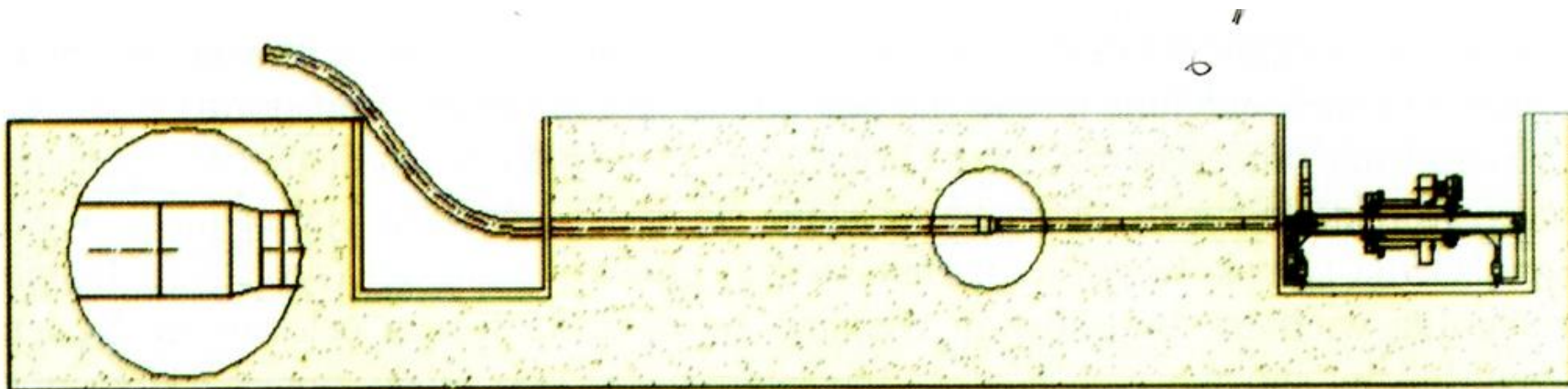


II etap – rozwiercanie gruntu spoistego za pomocą głowicy wielonożowej

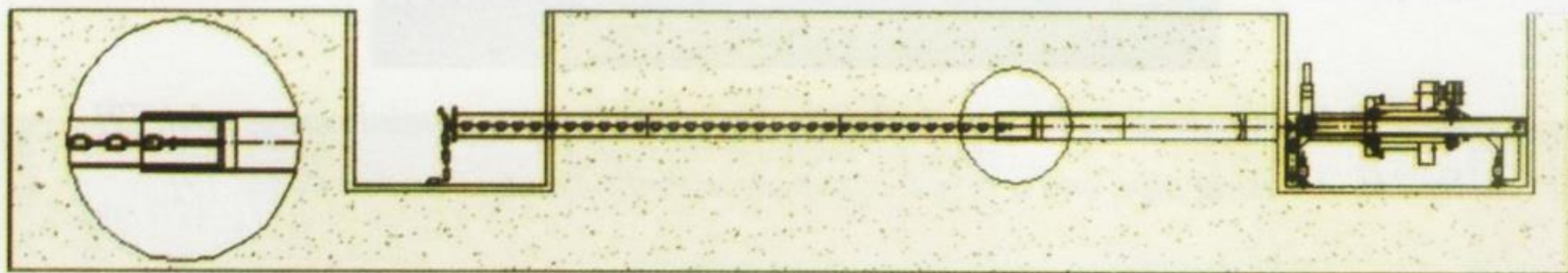




Wiercenie poszerzaczem z własnym napędem hydraulicznym: I etap – wypychanie stalowej rury osłonowej o średnicy DZ 508 mm, II etap – wciskanie technologicznych rur przeciskowych o średnicy DZ700–1000 mm



Wciąganie rur polietylenowych po zakończeniu wiercenia pilotowego



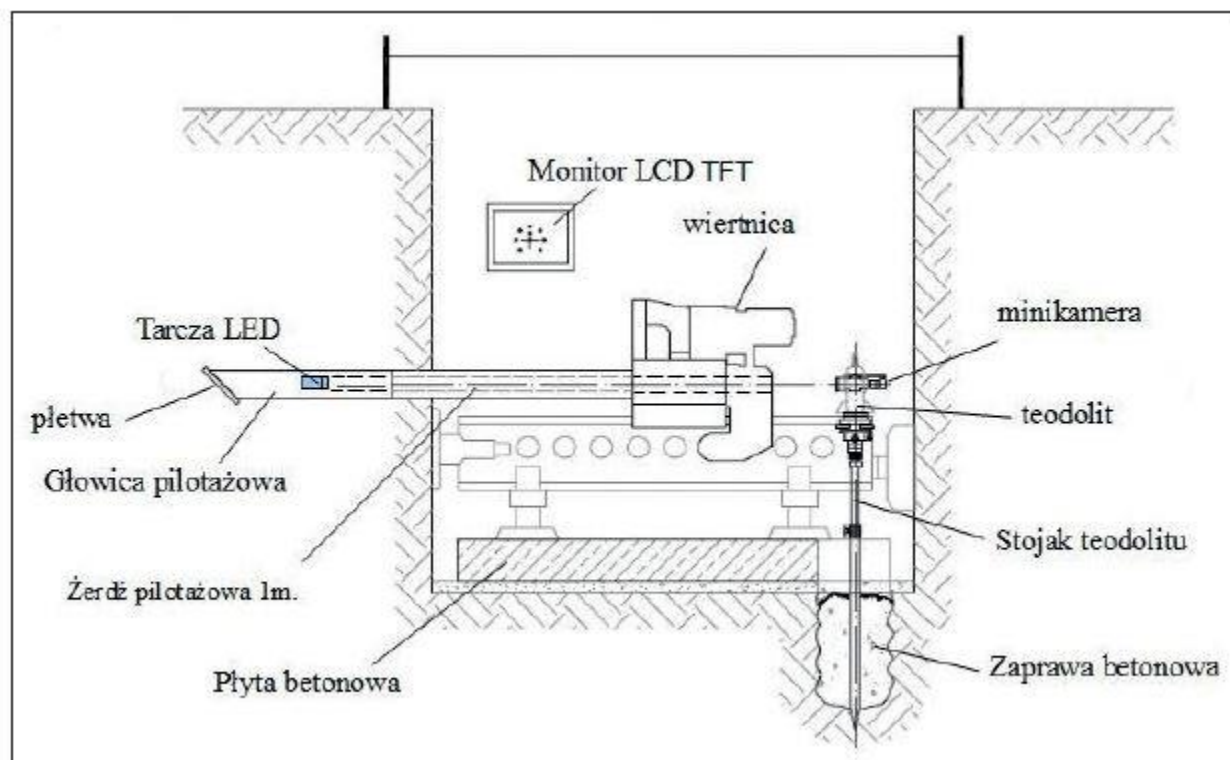
Wciąganie rur z PVC po zakończeniu II etapu robót,

Wybrane parametry techniczne	Przecisk hydrauliczny niesterowany	Przecisk hydrauliczny z wierceniem pilotowym
Maksymalne długości wbudowywanych jednorazowo rurociągów, m	60	80
Zakres średnic wbudowywanych rurociągów, mm	100 – 1500	100 – 600
Rodzaj gruntu, w którym możliwa jest budowa daną metodą	1 – 6	1 – 6
Możliwość wykonania rurociągu w gruncie nawodnionym, maksymalna wysokość zwierciadła wody gruntowej, m	tak 3	tak 3
Materiał wbudowywanych rur	wszystkie przeciskowe	wszystkie przeciskowe oraz PVC i PE
Możliwe odchylenie spadku oraz odchylenie osi przewodu w planie od przewidzianego w dokumentacji	1-2% długości wbudowywanego odcinka rurociągu	±20 mm w pionie ±25 mm w poziomie

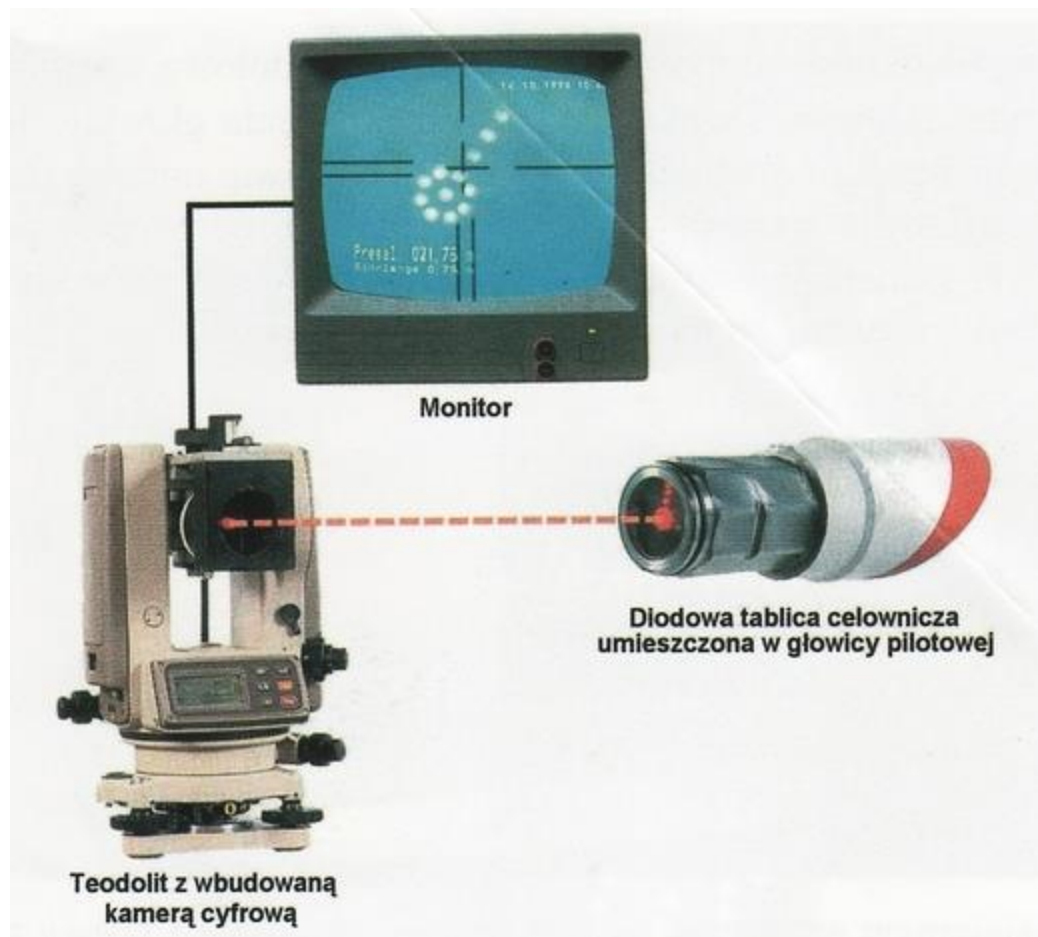


*J. Zielińska, Studium najciekawszych polskich projektów bezwypukowej budowy rurociągów i kanałów, Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Świętokrzyska za
Energoterm sp. z o.o. – materiały informacyjne*

Rys. 7.
Schemat pracy
Nawigacji tele-
optycznej [6]
Fig. 7. Scheme
of teleoptic
navigation ope-
ration [6]







Elementy teleoptycznego systemu sterowania i kontroli





Rys. 8.
Zestaw Nawigacji teleoptycznej TSP [6]
Fig. 8. TSP teleoptic navigation kit

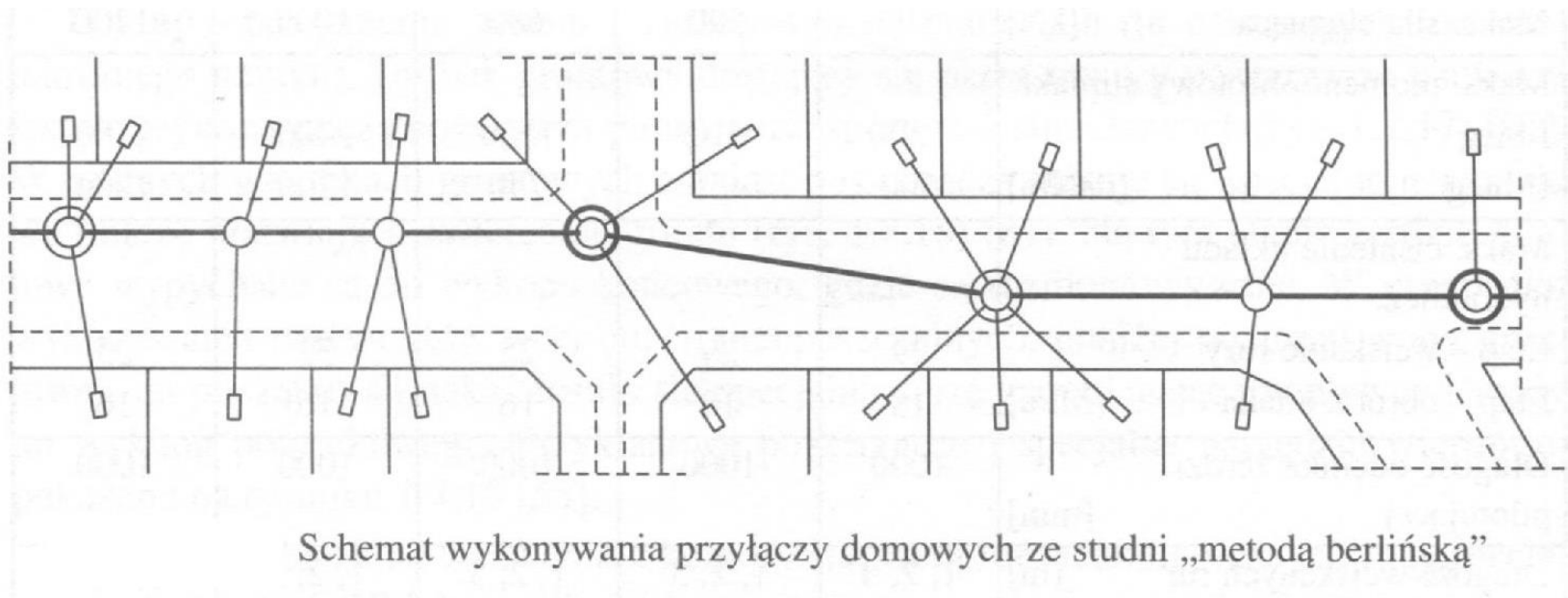


Budowa przykanalika z kolektora murowanego o przekroju jajowym

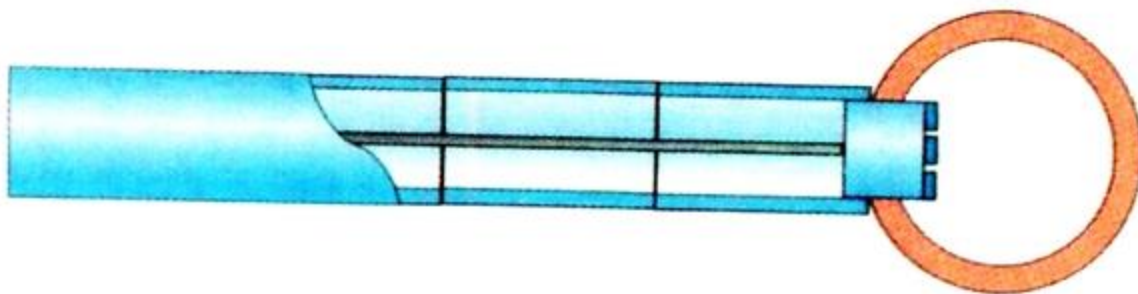
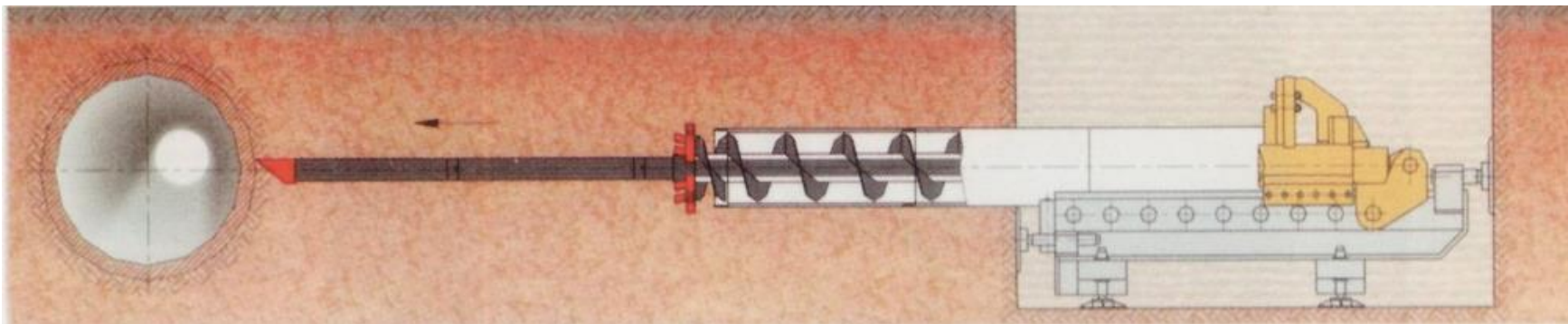
zobacz Bhortec



Budowa przykanalika w technologii przewiertu sterowanego ze studzienki kanalizacyjnej [8]



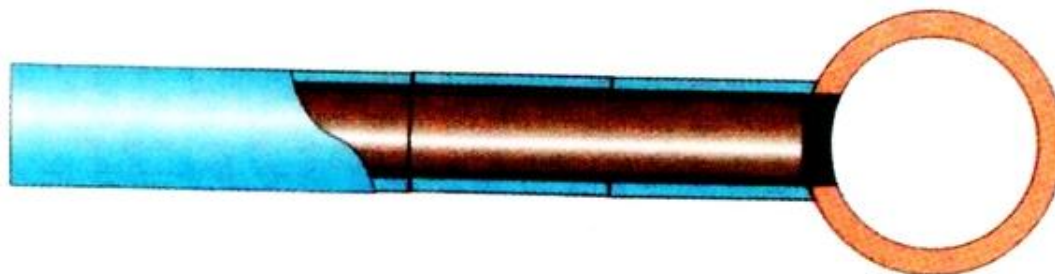
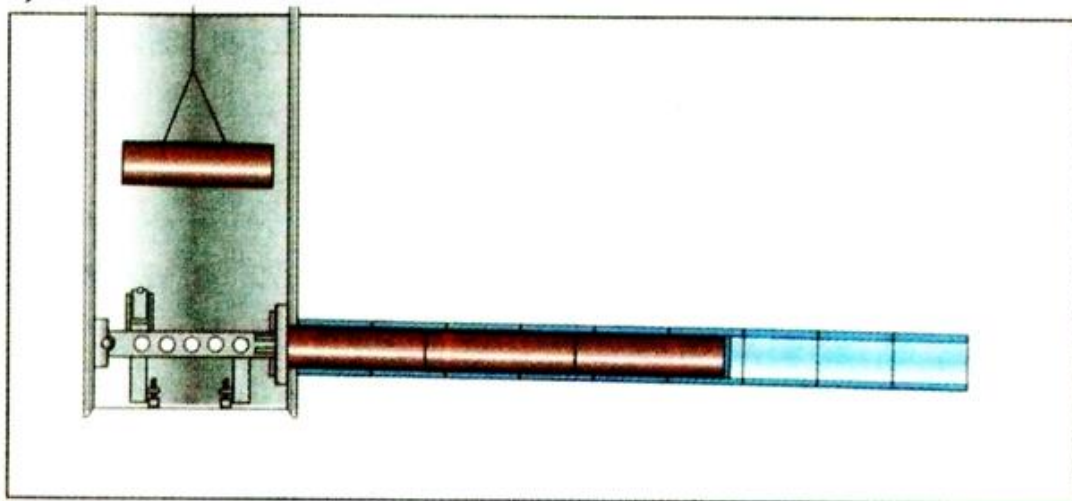
Wbudowywanie przykanalika w kierunku do kanału



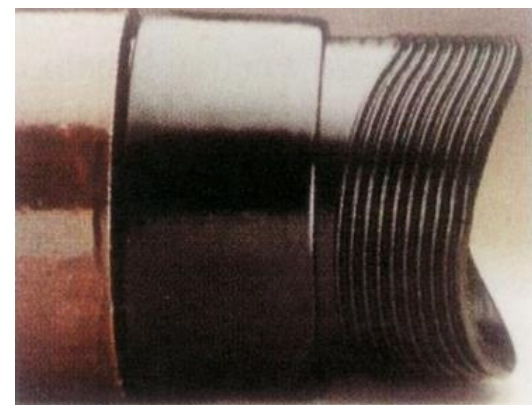
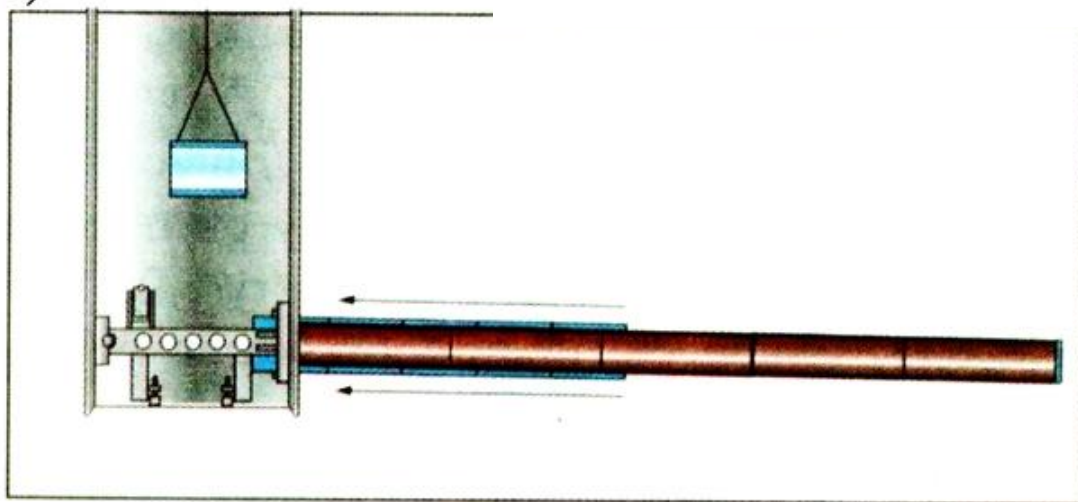
Nawiercanie otworu koronką wiertniczą w kanale



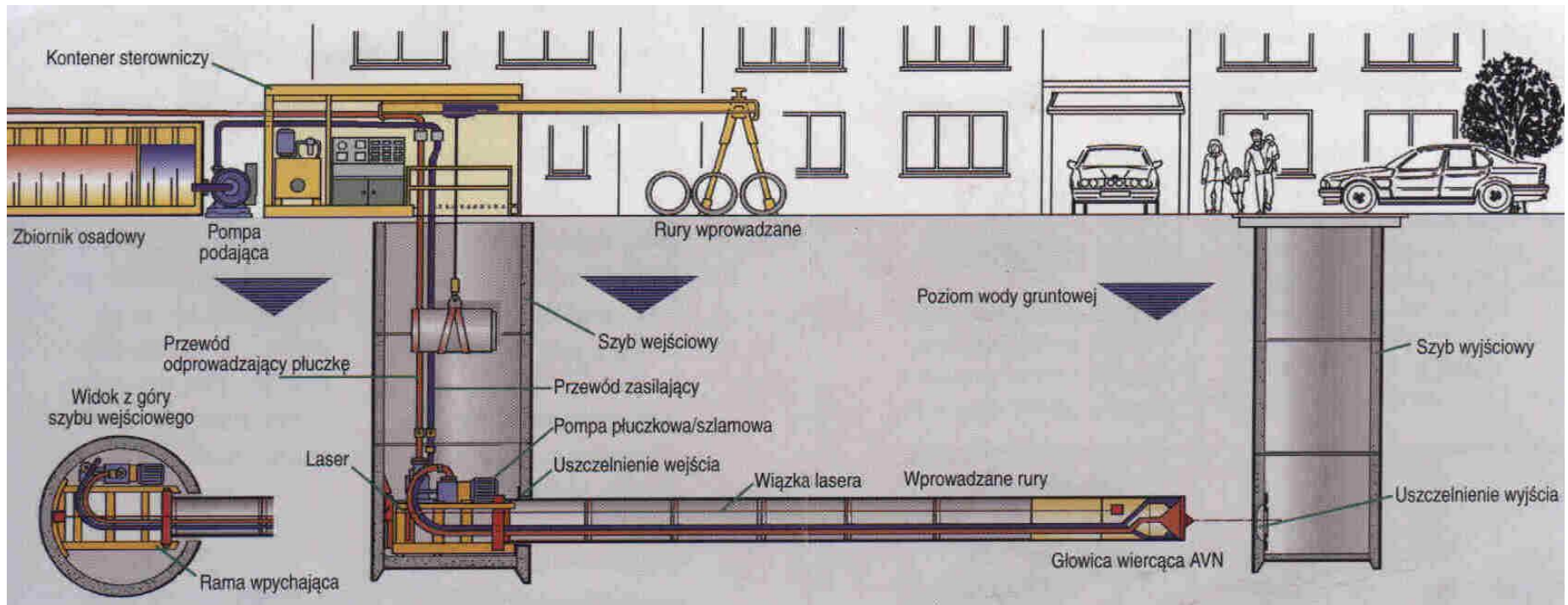
a)



b)



Na czym polega mikrotunelowanie ?



Zakres stosowanych średnic: ~ 250 - 3600 mm (obecnie powyżej 4000 mm)

Maksymalna długość przecisku: ~ 800 m (obecnie powyżej 900 m)

pierwszy europejski w pełni zautomatyzowany przecisk: 1984, Berlin Zach.,

zestaw do mikrotunelowania firmy Soltau

- *technologia została opracowana w podobnym czasie przez firmy japońską Iseki Poly-Tech i American Thrustboring Corporation w latach 70-tych XX wieku,*
- *skonstruowana w 1976 roku przez firmę Iseki maszyna umożliwiała mechaniczne i hydrauliczne równoważenie parcia gruntu oraz podtrzymywanie przodka wyrobiska (a tym samym prowadzenie robót w słabych gruntach),*
- *produkcją głowic zajmuje się szereg firm, np.: Iseki, Soltau, Herrenknecht, Robbins*

głowica do mikrotunelowania (mikrotarcza) – Microtunnel Boring Machine (MTBM)

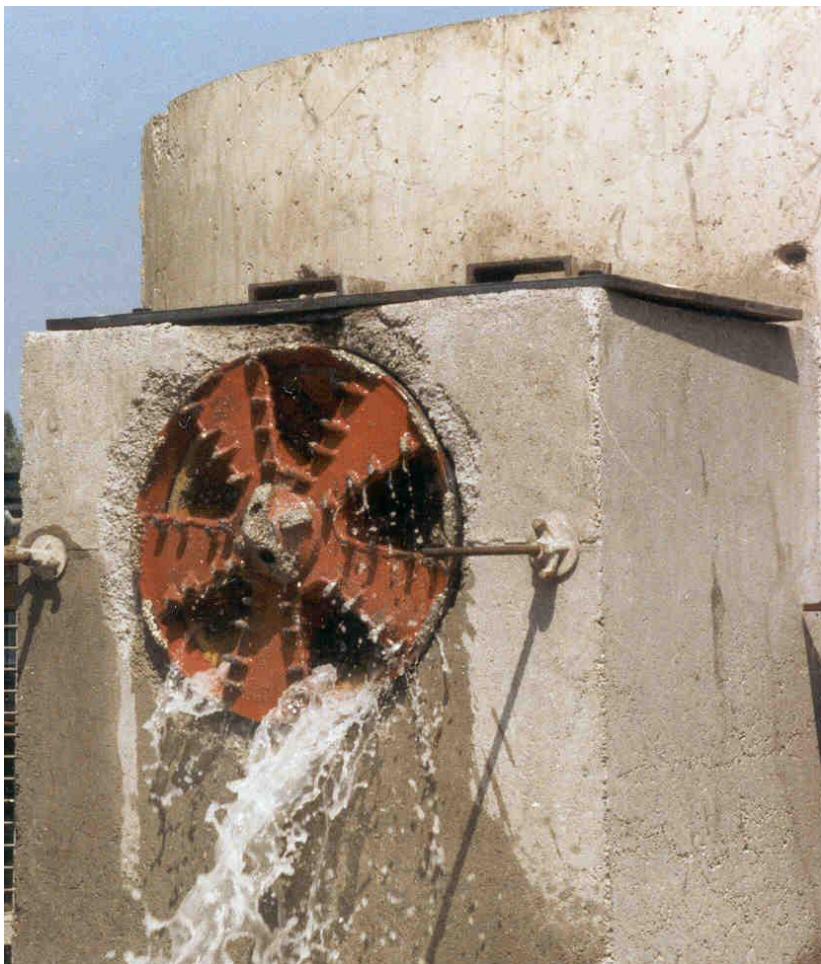


Pierwszy polski zestaw – 2004 r.

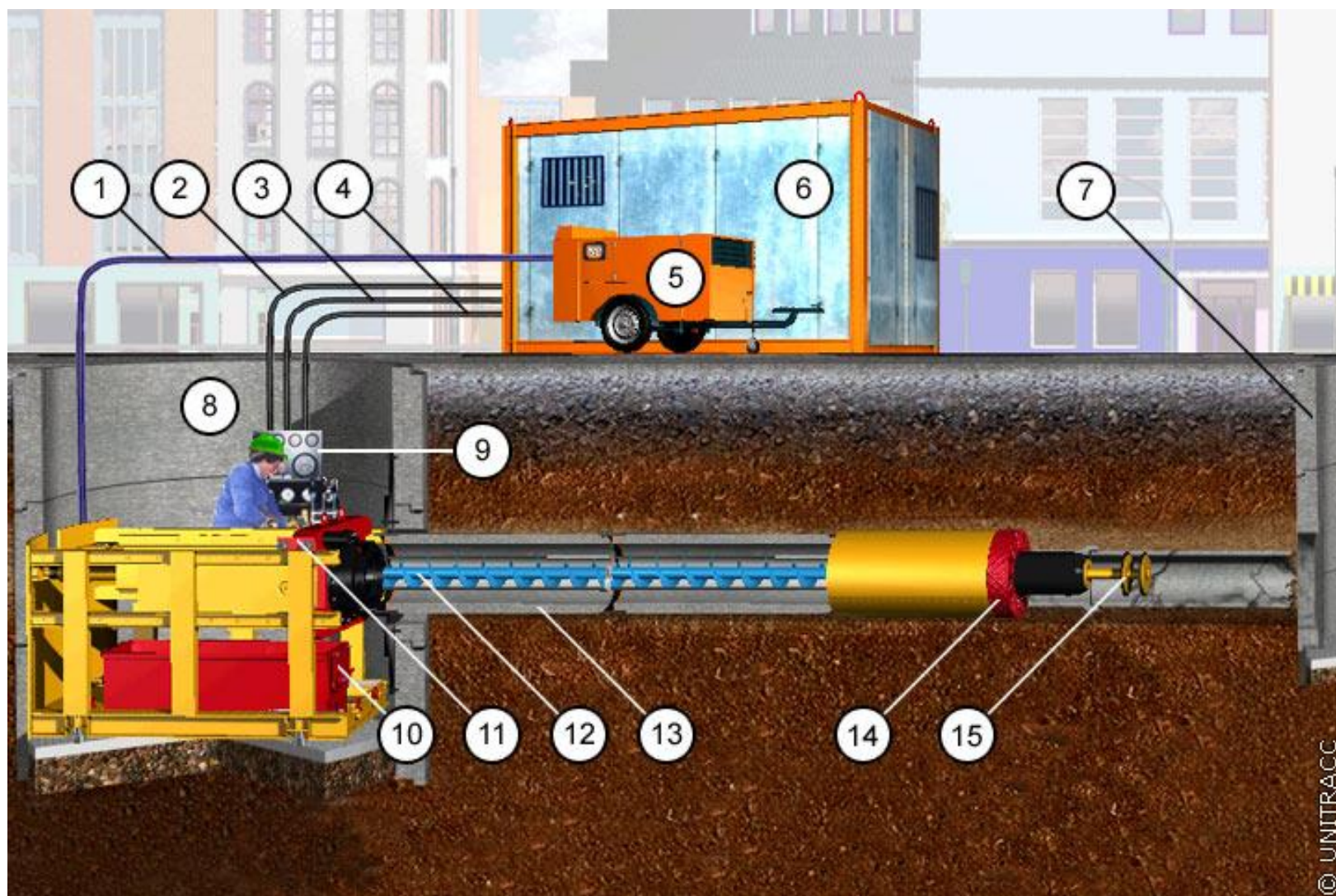
*07.2004 – realizacja odcinka kolektora „Śleza we Wrocławiu”
Rury przeciskowe GRP firmy Hobas, 960 mm,*

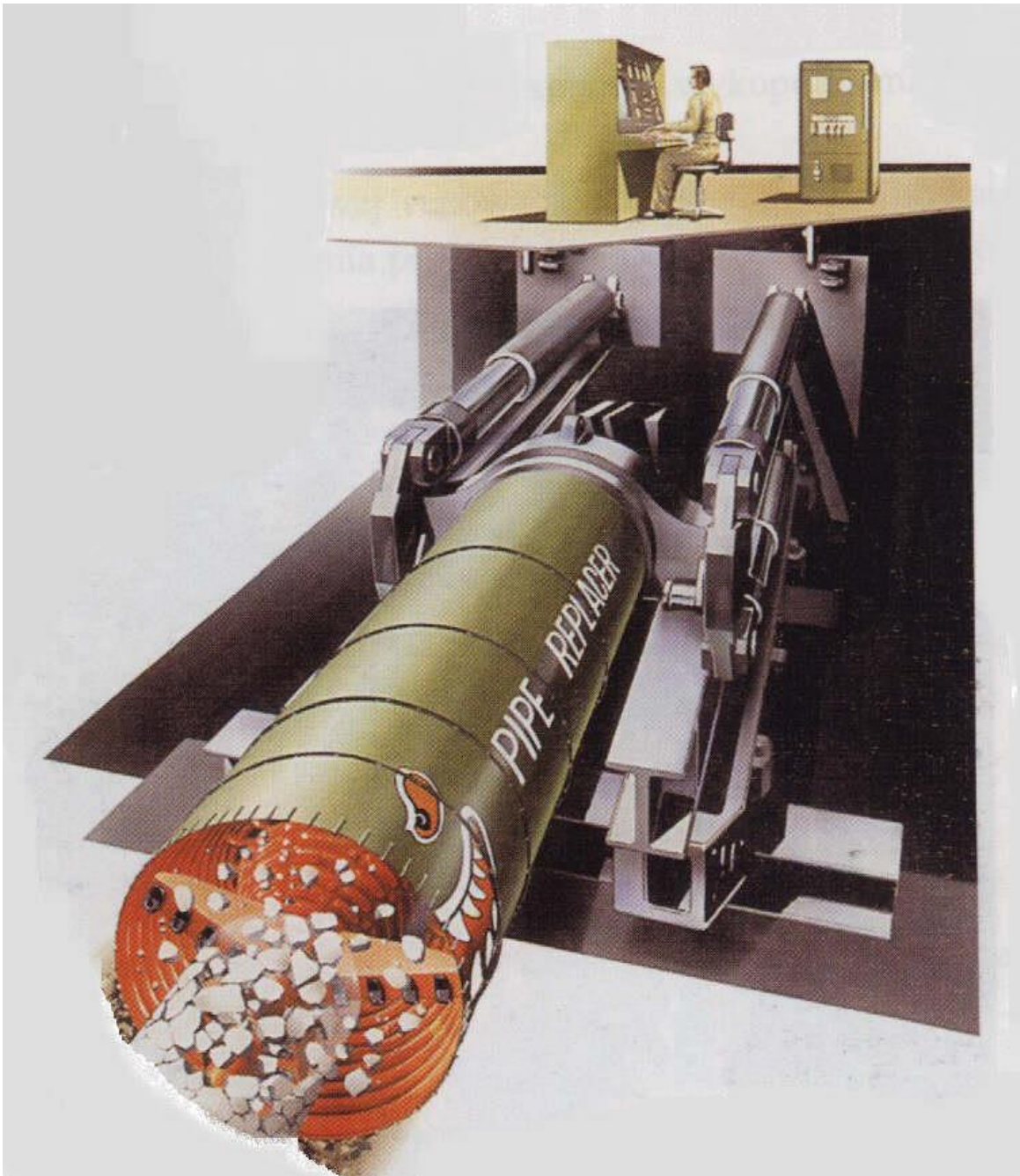


*Pierwsze zastosowanie zestawu do
mikrotunelowania polskiej produkcji -
„WAMET” z Bydgoszczy*



*Głowica stosowana w metodzie
pipe replacement (pipe eating) –
mikrotunelowanie z pochłanianiem rur
(bezwykopowa wymiana starych przewodów na
nowe o większej średnicy)*





*Iseki –Japan,
pipe-replacer*

Mikrotuneling w Polsce – pierwsze realizacje

Kolektor ogólnospławny A + B w Toruniu.

Długość: 973 m, średnica 1600 mm, cztery odcinki o długościach 98, 225, 330, 350 metrów.

Czas realizacji XII 1997 – VIII 1998.

Kolektor “Śleza V” we Wrocławiu.

Długość: 221 m, średnica DN 1600 mm, trzy odcinki o długościach 50, 103, 68 metrów.

Czas realizacji : II 1999 – V 1999.

Przekroczenie rzeki Warty mikrotunelem dla gazociągu Jamał – Europa Zachodnia.

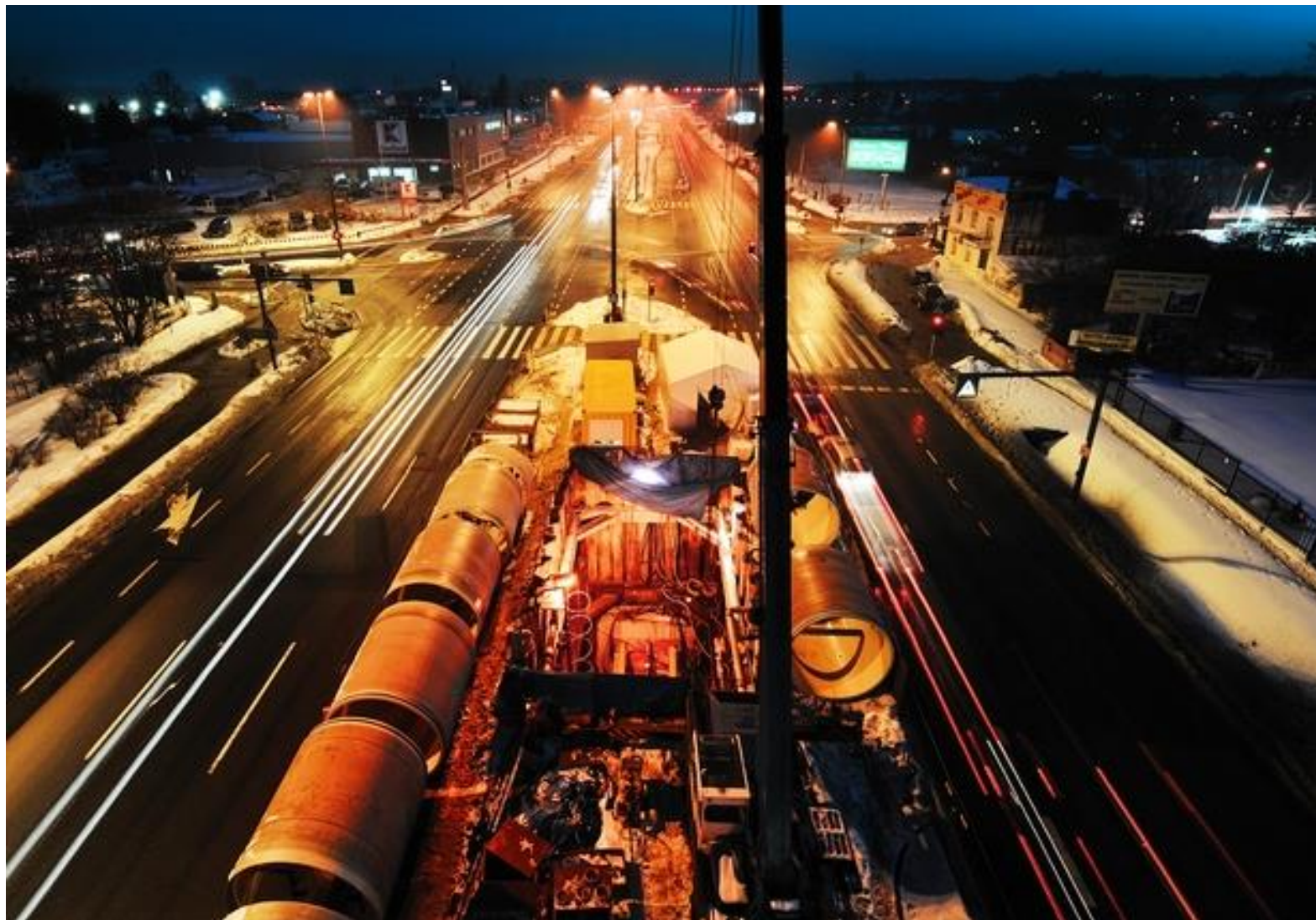
Długość: 105 m, średnica DN 2000 mm, dwie nitki rurociągu.

Czas realizacji : XI 1998 – I 1999.

*Zielona Góra, 2000 r., centrum, kanalizacja ogólnospławna, DN 1100, GRP,
łuk o promieniu 350 m, długość łuku 111,5 m, rury 1 m długości na łuku, 3 m pozostałe*

*Kolektor dosyłowy do oczyszczalni ścieków „Czajka” w Warszawie, 2011, DN 2800 (CC-GRP), rekordowa długość pojedynczego odcinka 930 m (Kolektor Burakowski-BIS).
maszyny AVN 2000 i AVN 2400, o zewnętrznej średnicy noża 3065 mm i sile nacisku 1800 ton*

Plac budowy



Plac budowy



Podstawowe podzespoły technologiczne

zespół gospodarowania
płuczką

pompa podająca

zespół wtłaczania rurociągu
w komorze startowej

pompa płuczkowo-szlamowa

zespół usuwania urobku

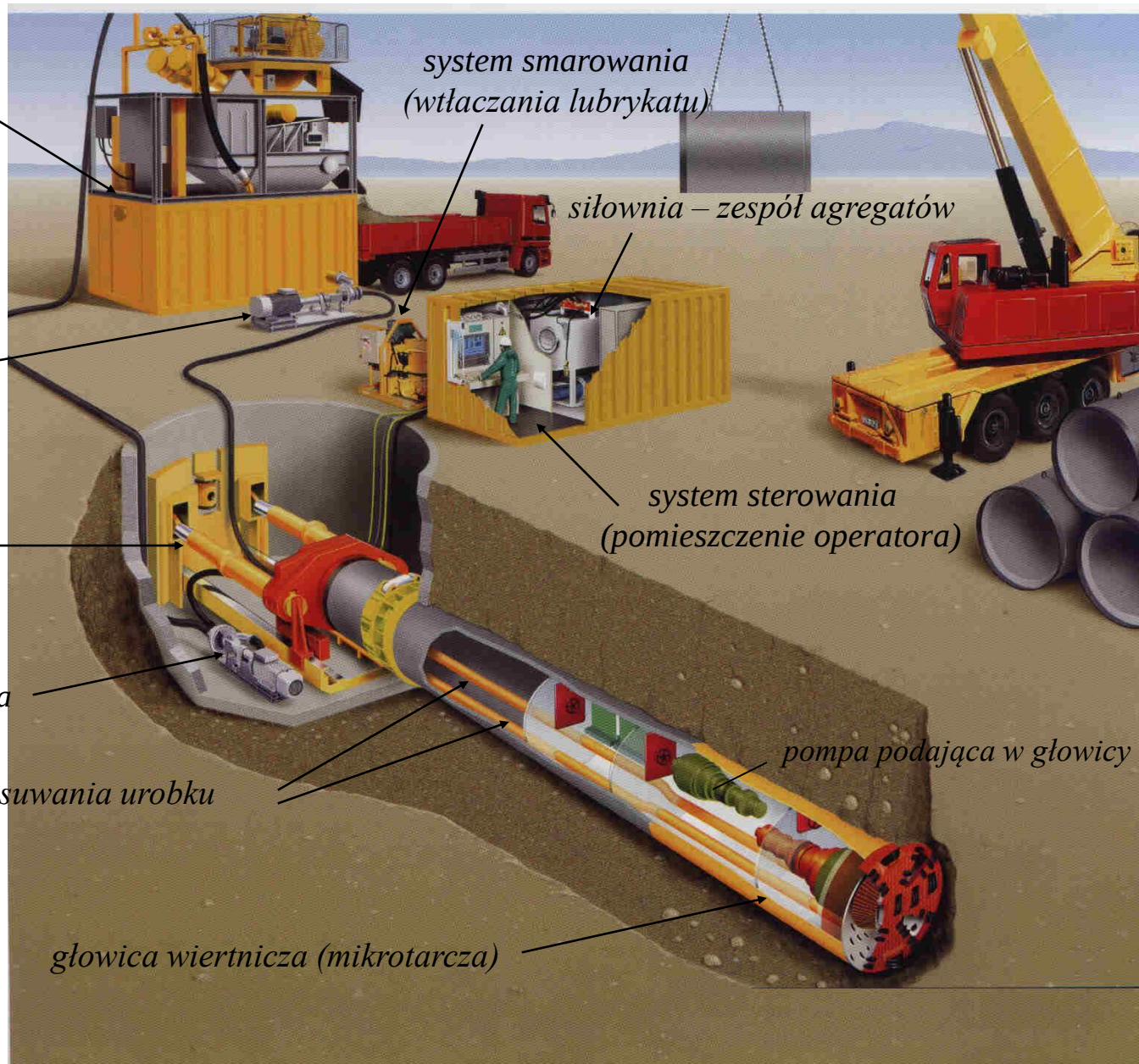
głowica wiertnicza (mikrotarcza)

system smarowania
(wtłaczania lubrykatu)

siłownia – zespół agregatów

system sterowania
(pomieszczenie operatora)

pompa podająca w głowicy





Fels



Grobkies
Mittelkies
Feinkies

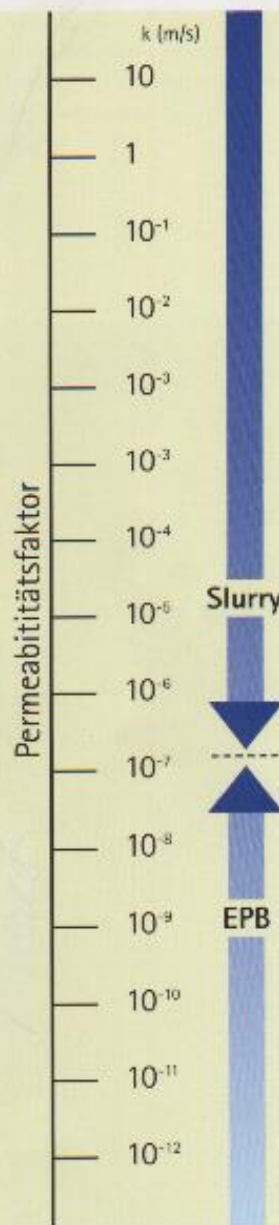


Grobsand
Mittelsand
Feinsand



Schluff

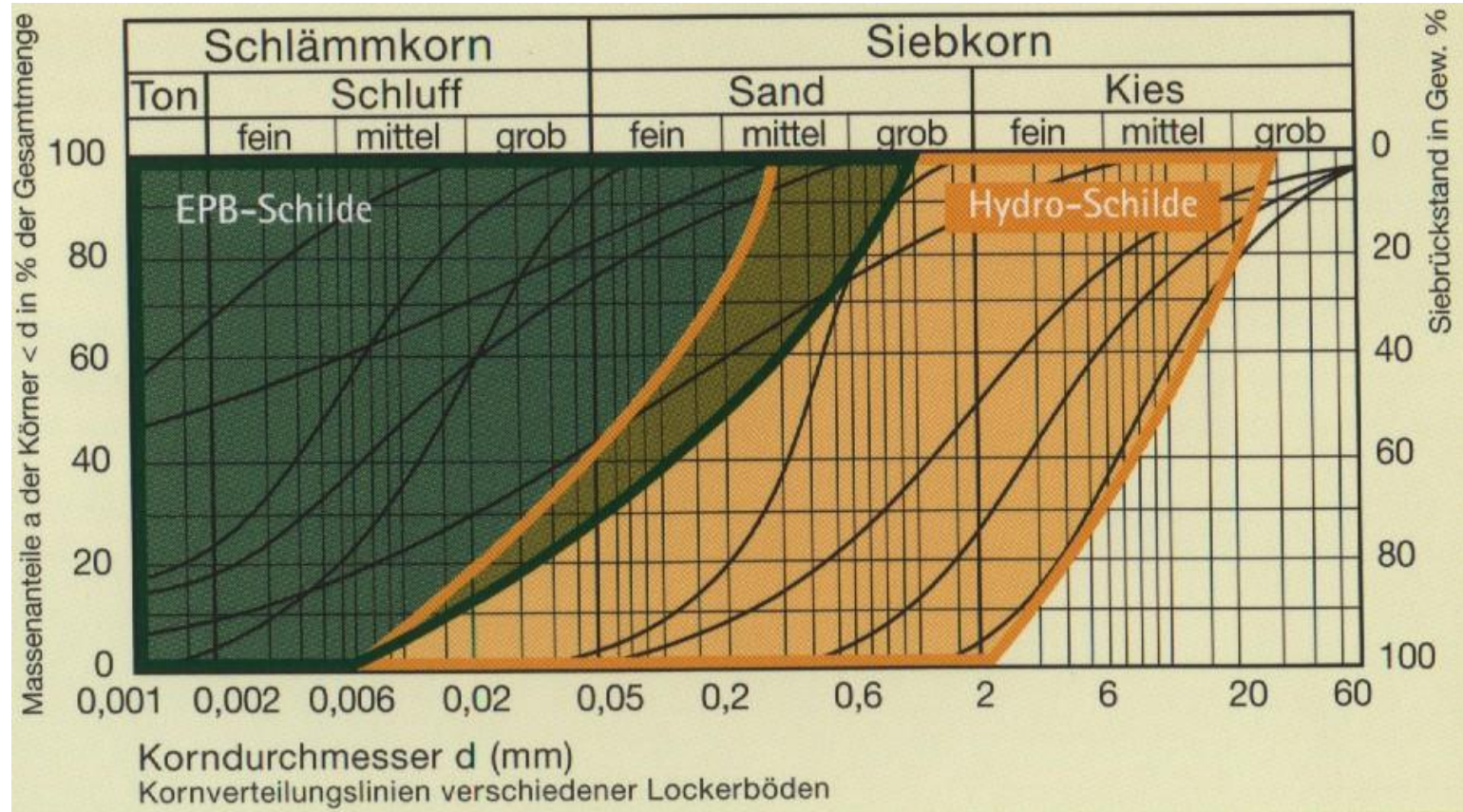
Ton



*Podstawowe czynniki
wpływające na wybór
tarczy:*

- rodzaj gruntu
(krzywa uziarnienia,
wodoprzepuszczalność,
jednorodność)
- poziom wody gruntowej
- długość przecisku
- średnica przecisku

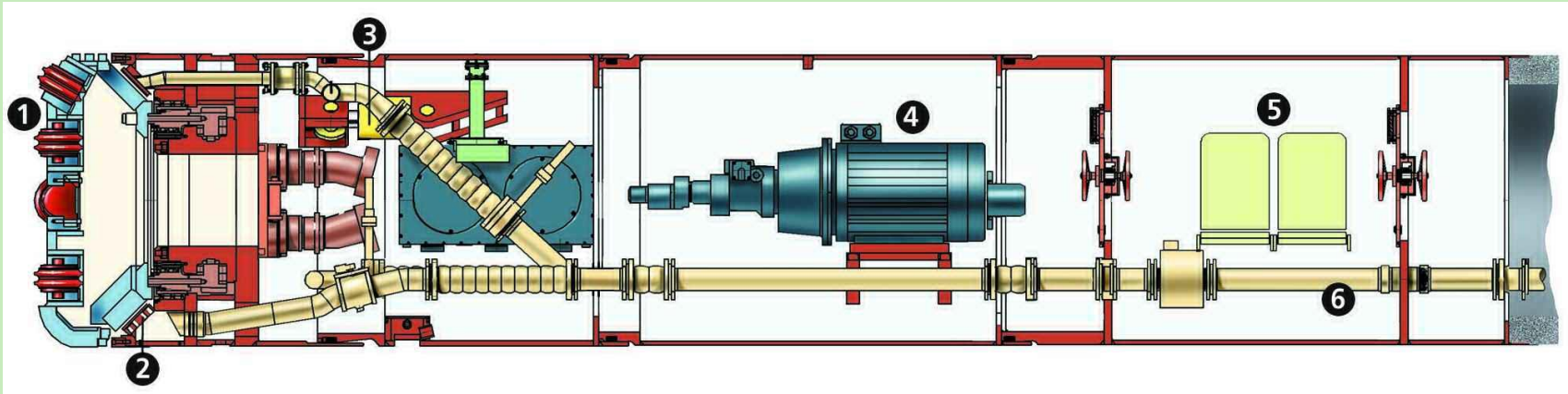
Wykresy krzywych uziarnienia,



EBP (Earth Pressure Balance) - tarcze o szybkości urabiania dostosowanej do parcia gruntu (między spoczynkowym a czynnym)

Slurry - hydrotarcze

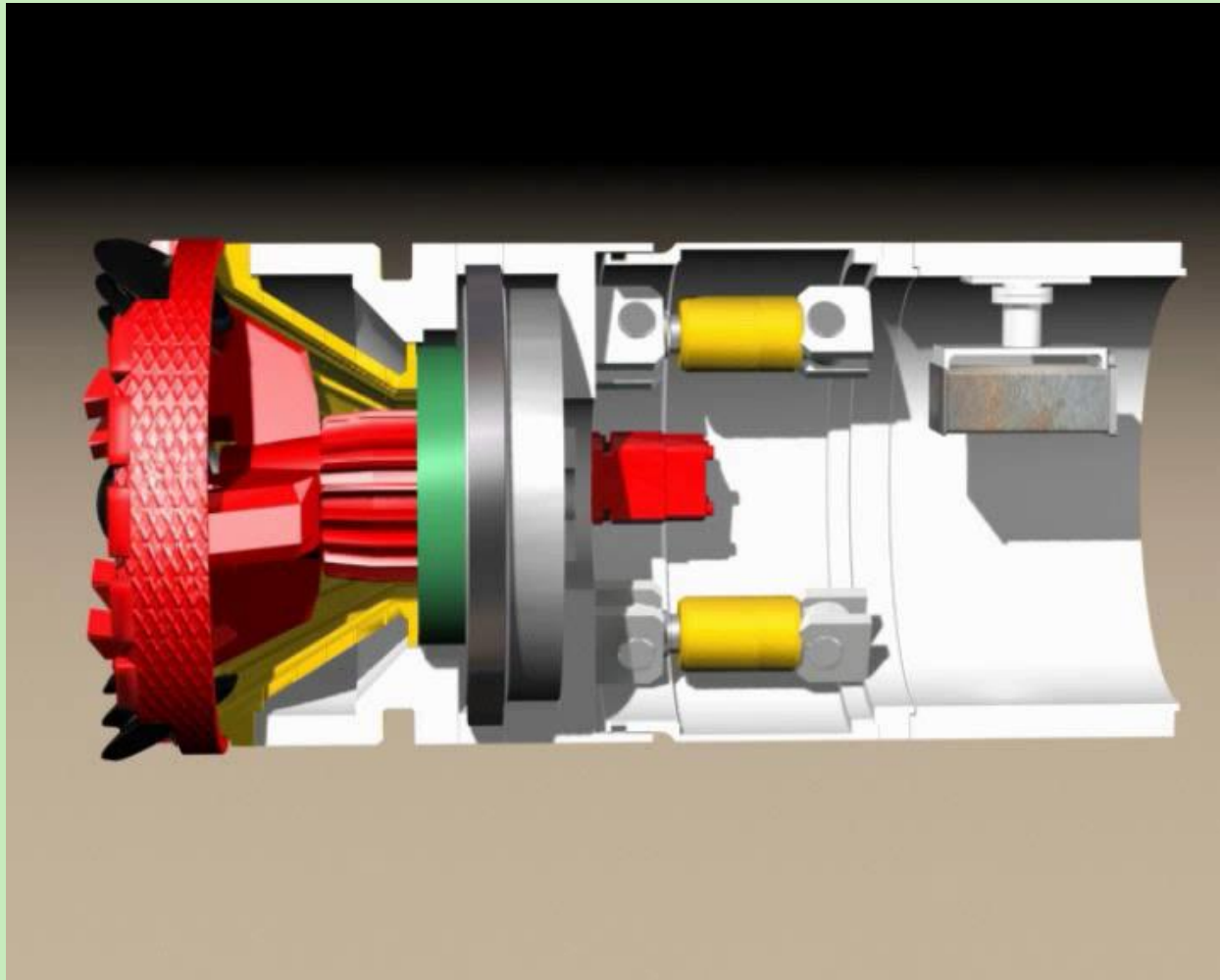
Mikrotuneling - systemy AVN



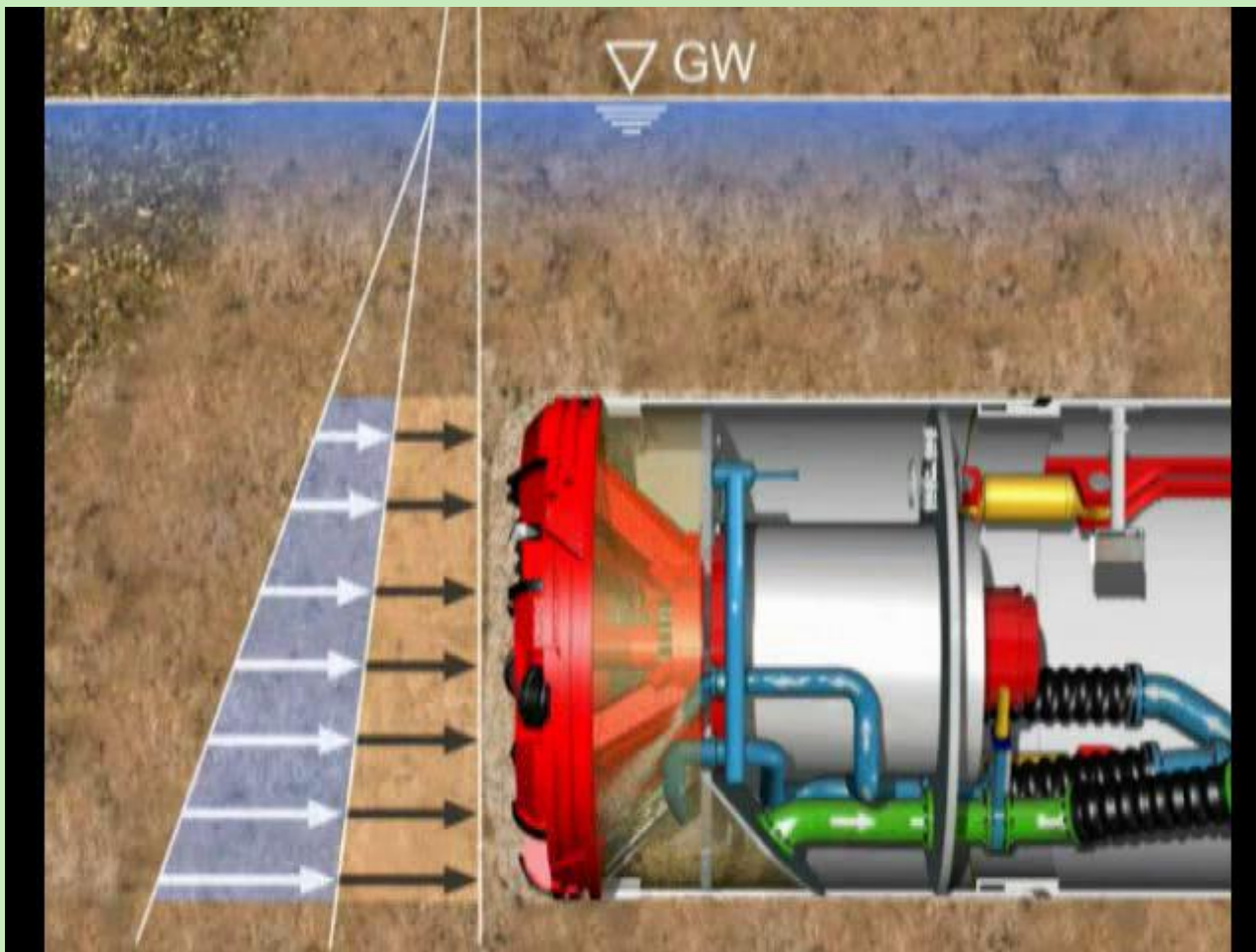
- 1. Tarcza skrawająca
- 2. Kruszarka
- 3. Siłowniki sterujące

- 4. Silnik napędowy
- 5. Śluza powietrzna
- 6. Przewody płuczkowe

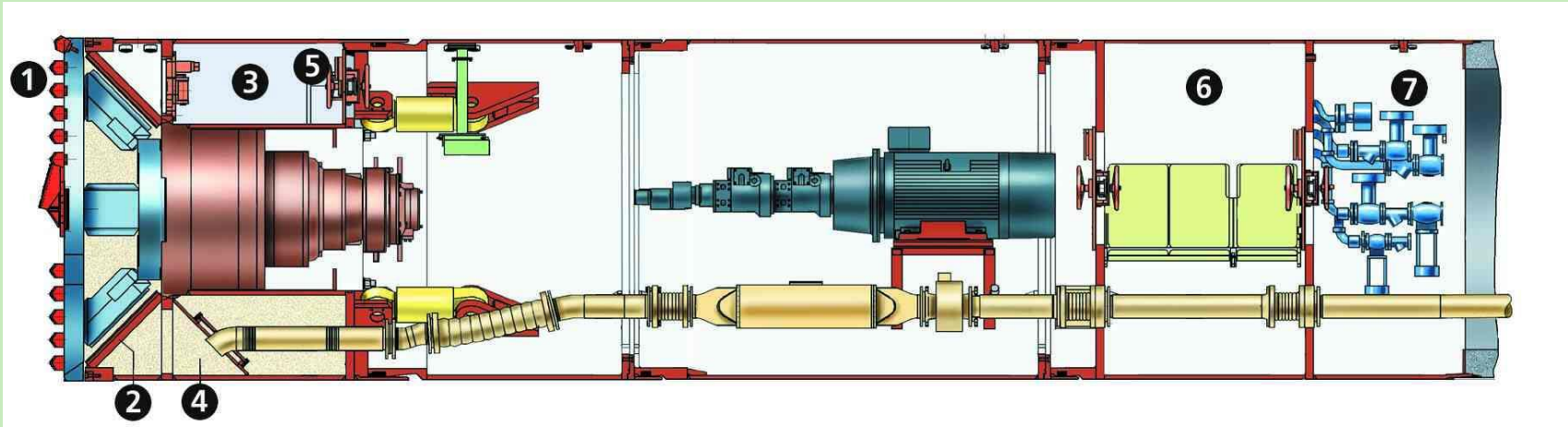
Mikrotunneling - systemy AVN – uniwersalny system płuczkowy.



Mikrotuneling - systemy AVND – system z komorą powietrzną

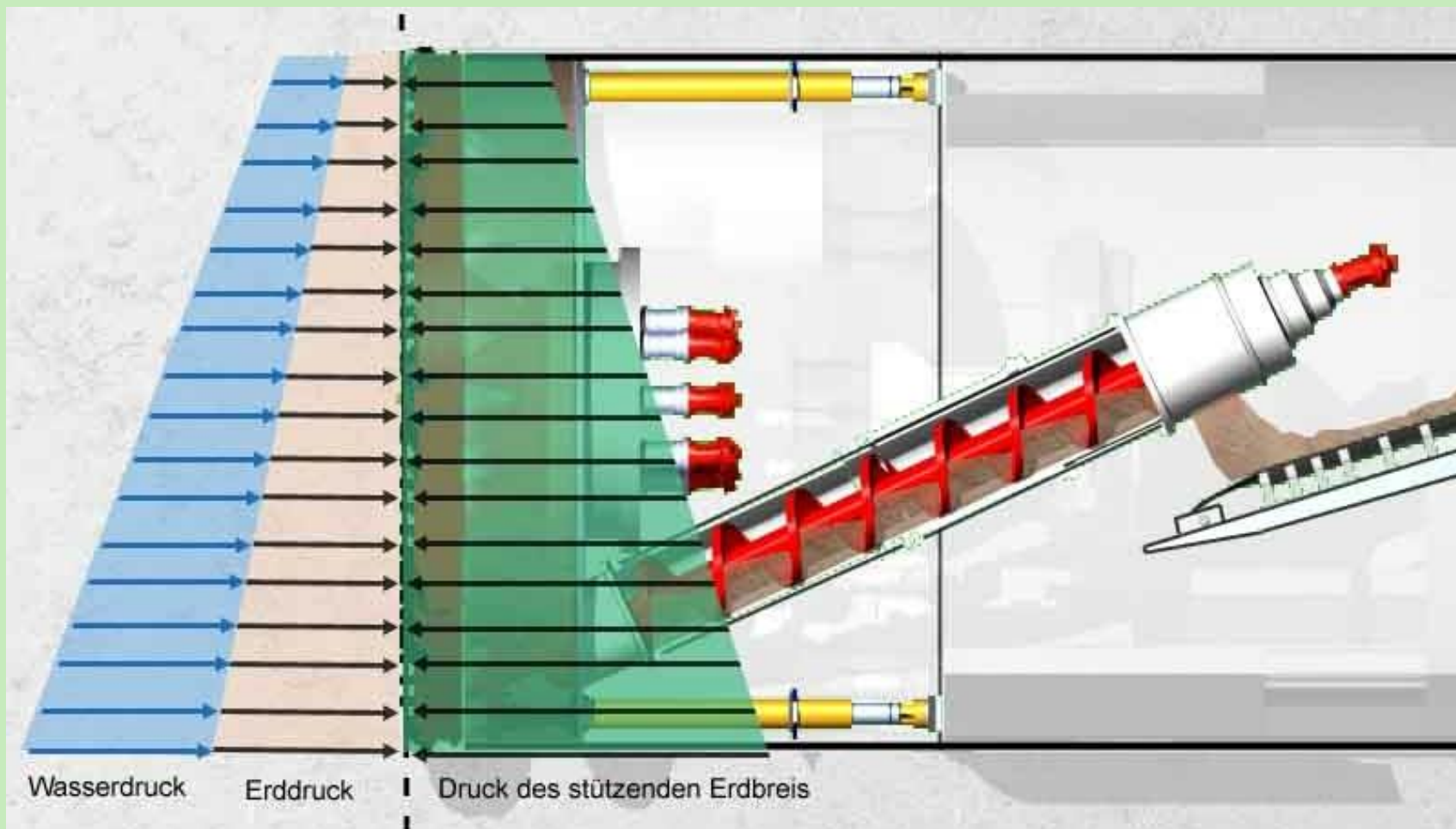


Mikrotuneling - systemy AVND.

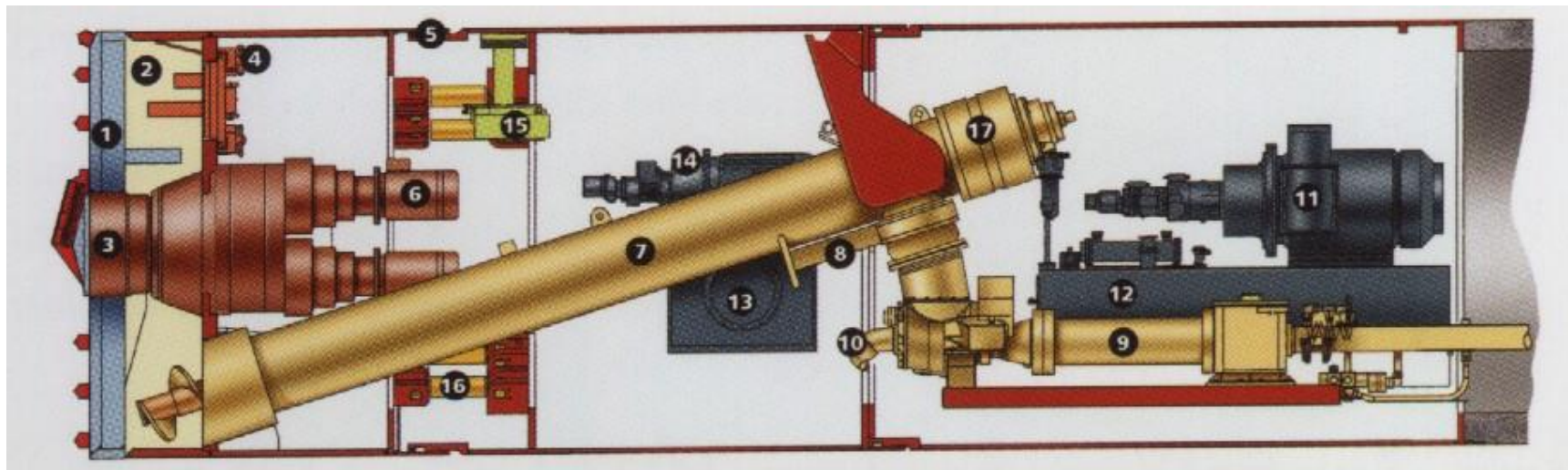


- 1. Tarcza skrawająca
- 2. Krusząka
- 3. Komora powietrzna
- 4. Zawieszina bentonitowa
- 5. Właz czołowy
- 6. Śluza powietrzna
- 7. System zaworów sterujących sprężonego powietrza

Zasada działania systemu EPB (Earth Pressure Balance)



EBP (z transporterem ślimakowym i pompą ciecży gęstych)



Technologia MH - z otwartą tarczą





Tarcze głowic mikrotunelinguowych są łatwo wymienne.



Dostęp do przodka tunelu.

Inspekcja przodka tunelu

Inspekcja narzędzi tarczy

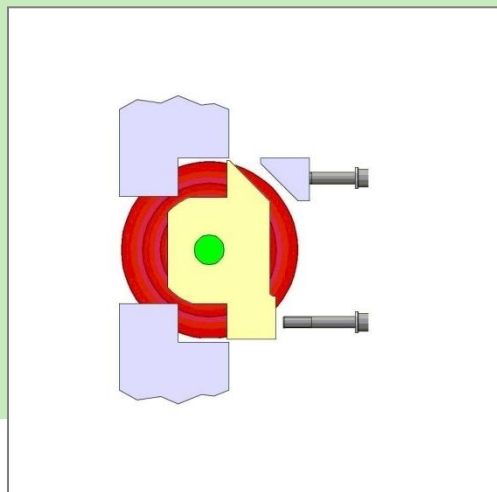
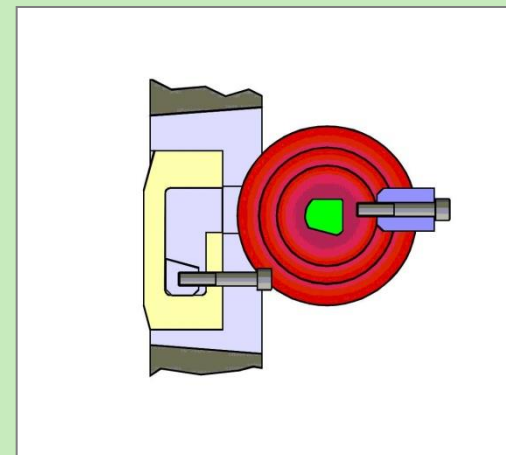
Wymiana narzędzi

Prace serwisowe

Usuwanie przeszkód

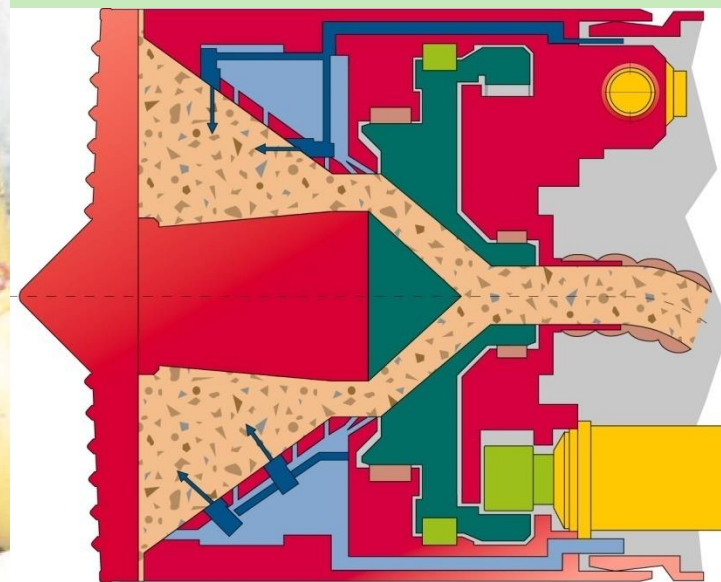


Wymiana narzędzi skrawających. Możliwość wymiany narzędzi w tunelu.



dzięki uprzejmości firmy Herrenknecht

Dysze wysokociśnieniowe dla gruntów spoistych (gлина, іły).



*Dysze wysokociśnieniowe
zabezpieczają przed obklejaniem się głowicy.*



Szyb startowy



Szyb startowy



Szyb startowy - okrągły

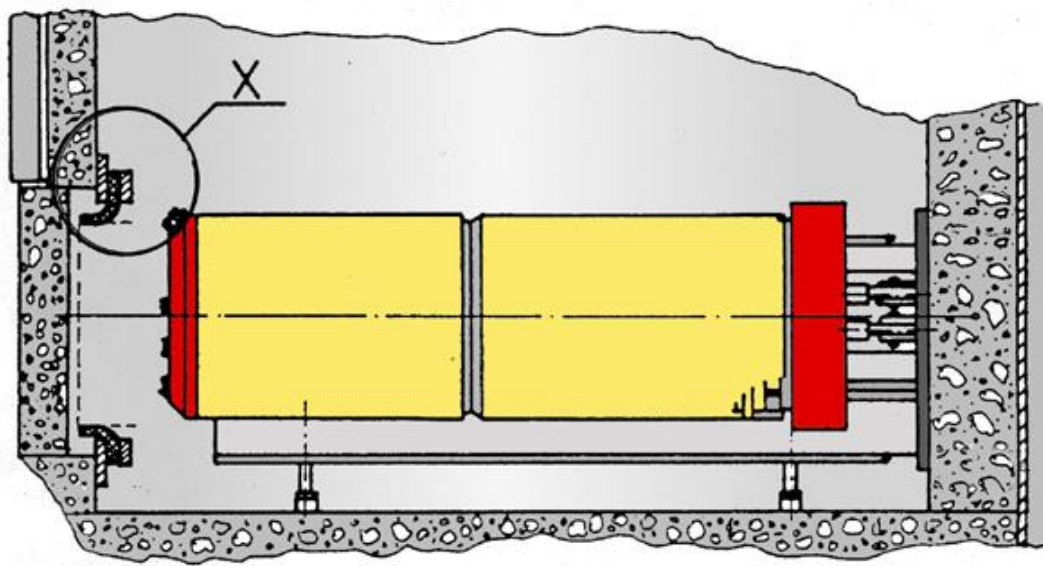
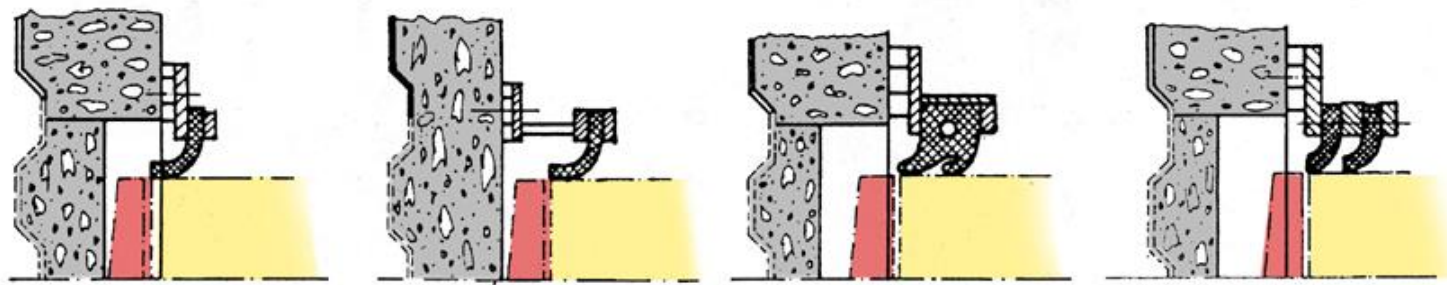




Konstrukcja szybu



Uszczelka wejściowa





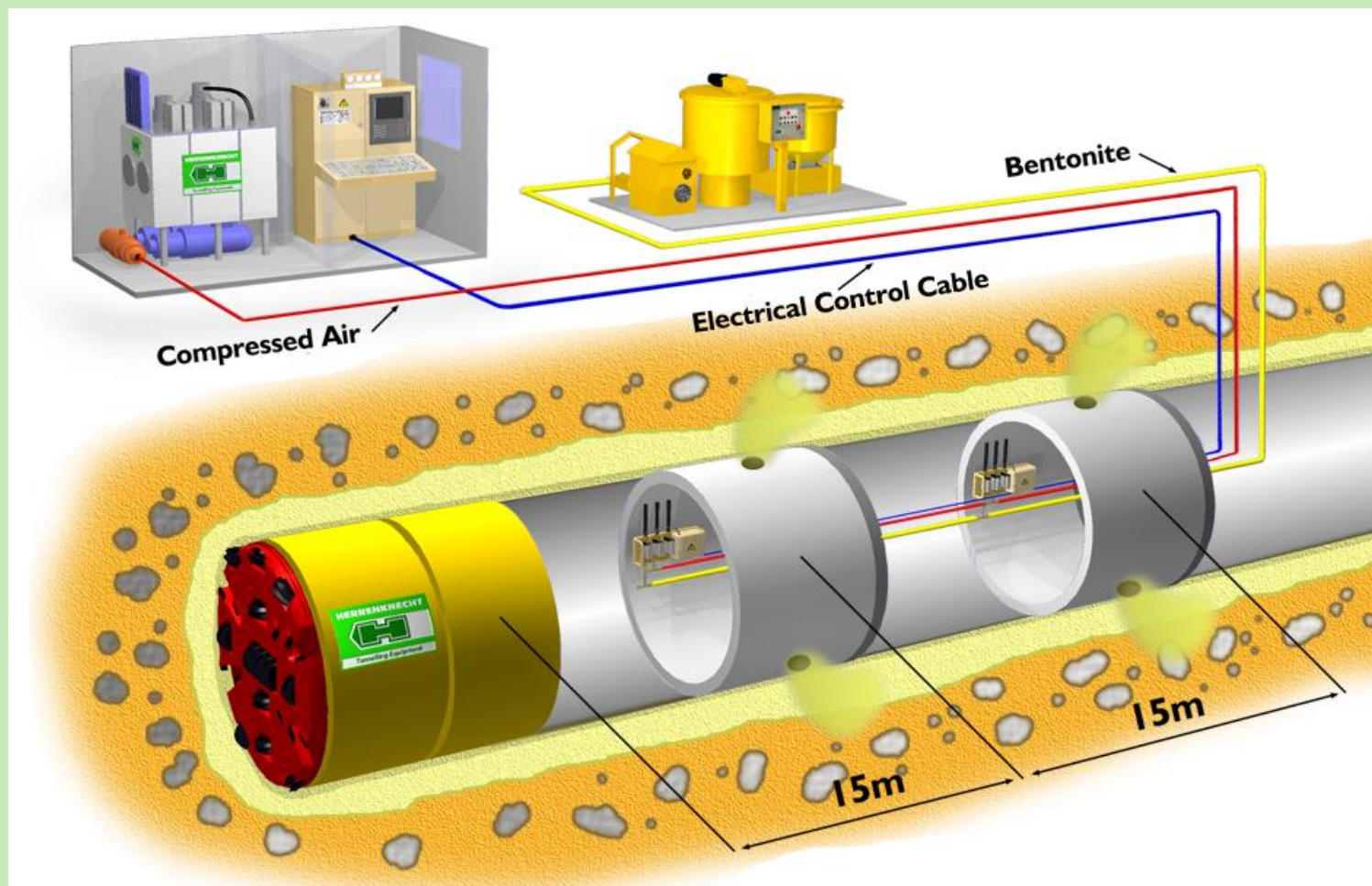




Szyby startowe – wymiary standardowe

<i>DN 250 – 700 mm</i>	<i>3,0 – 3,2 m okrągły</i>
<i>DN 800 – 1000 mm</i>	<i>4,57 m okrągły</i> <i>4,5 x 3,5 m prostokątny</i>
<i>DN 1200 – 1500 mm</i>	<i>5.5 x 4.5m prostokątny</i>
<i>DN 1600 – 2400 mm</i>	<i>9.5 x 5.0m prostokątny</i>
<i>DN 2500 – 3000 mm</i>	<i>11.5 x 6.0m prostokątny</i>

Automatyczny system smarowania rur



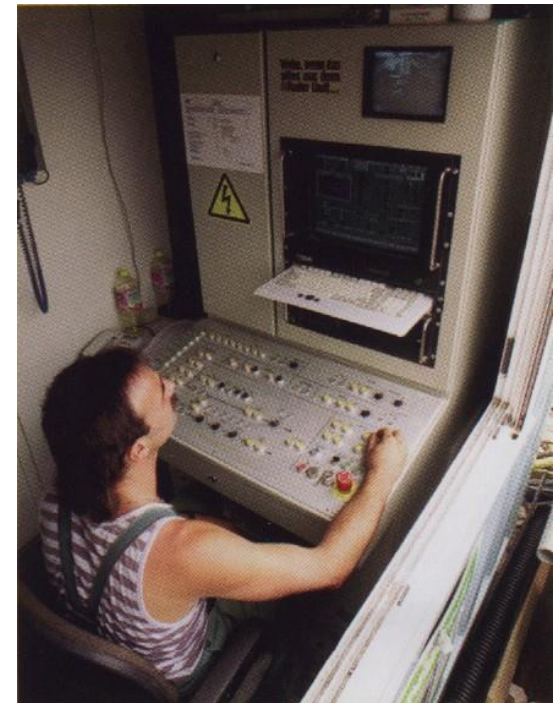
Smarowanie bentonitem co 3-5 rur – ok. 9-15 m



Wnętrze mikrotunelu.

Wnętrze budowanego kanału z przewodami transportującymi płuczkę bentonitową i urobiony grunt

System kontroli



Promień lasera pozwala na bieżąco kontrolować położenie głowicy wierzącej

*Możliwe jest sterowanie głowicą -
uzyskuje się odchylenia rzędu 1,5 - 2 stopnie na metrze*

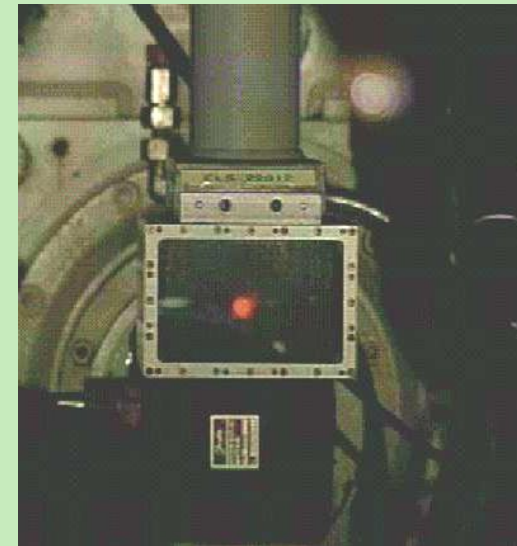
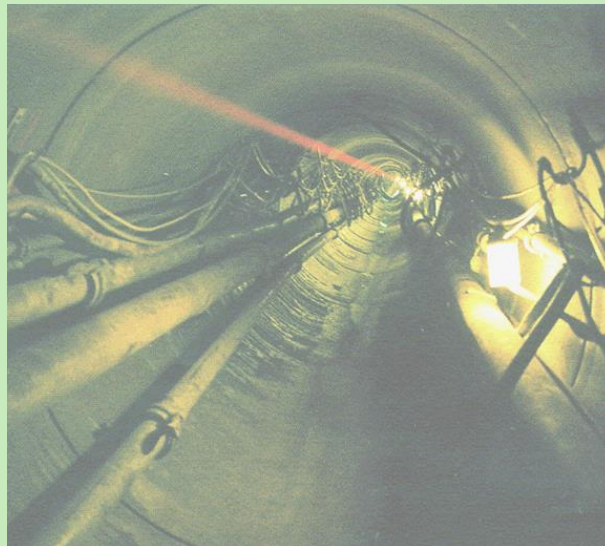
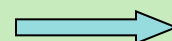
System E L S



Komora startowa

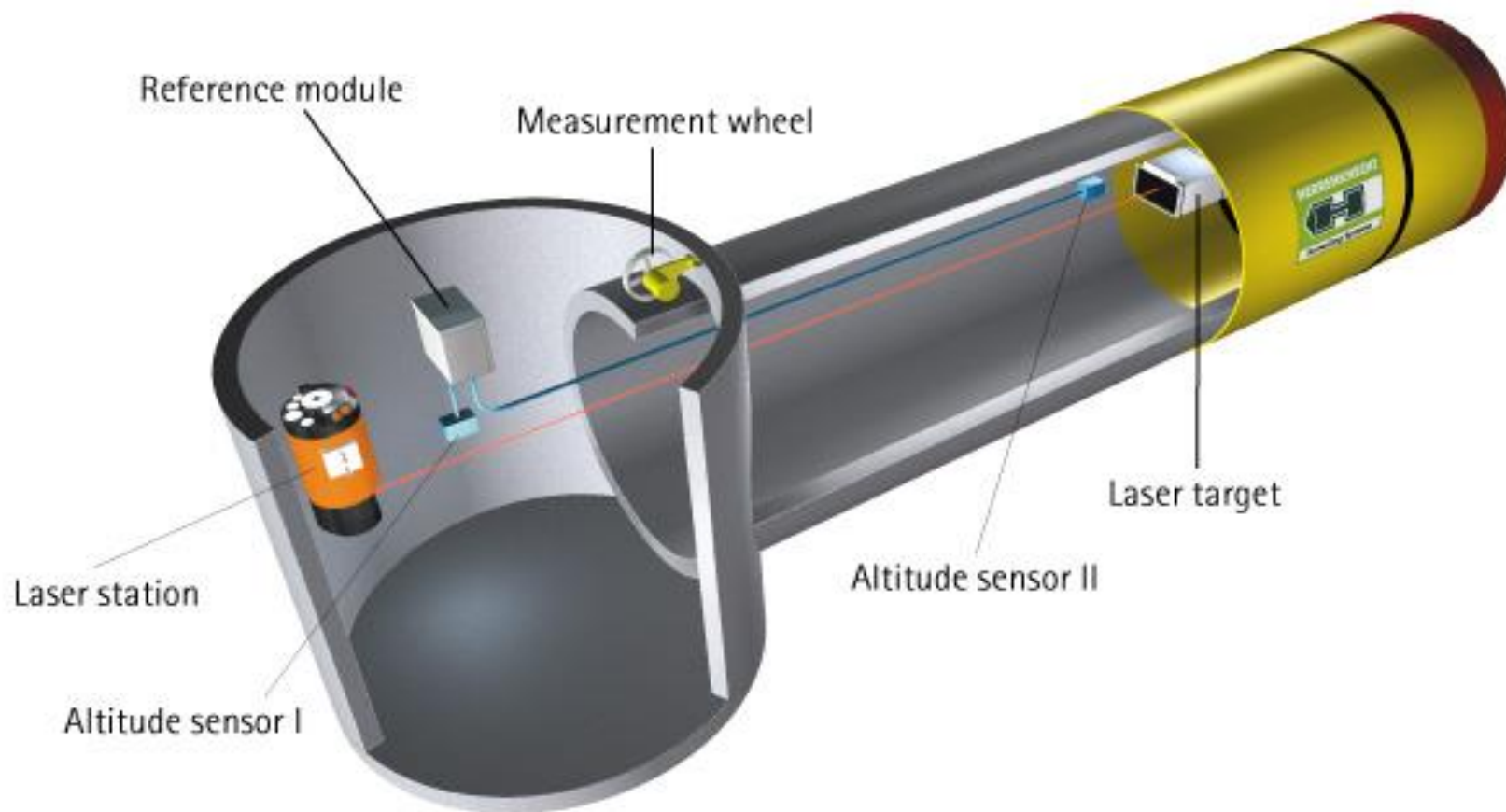


Promień lasera

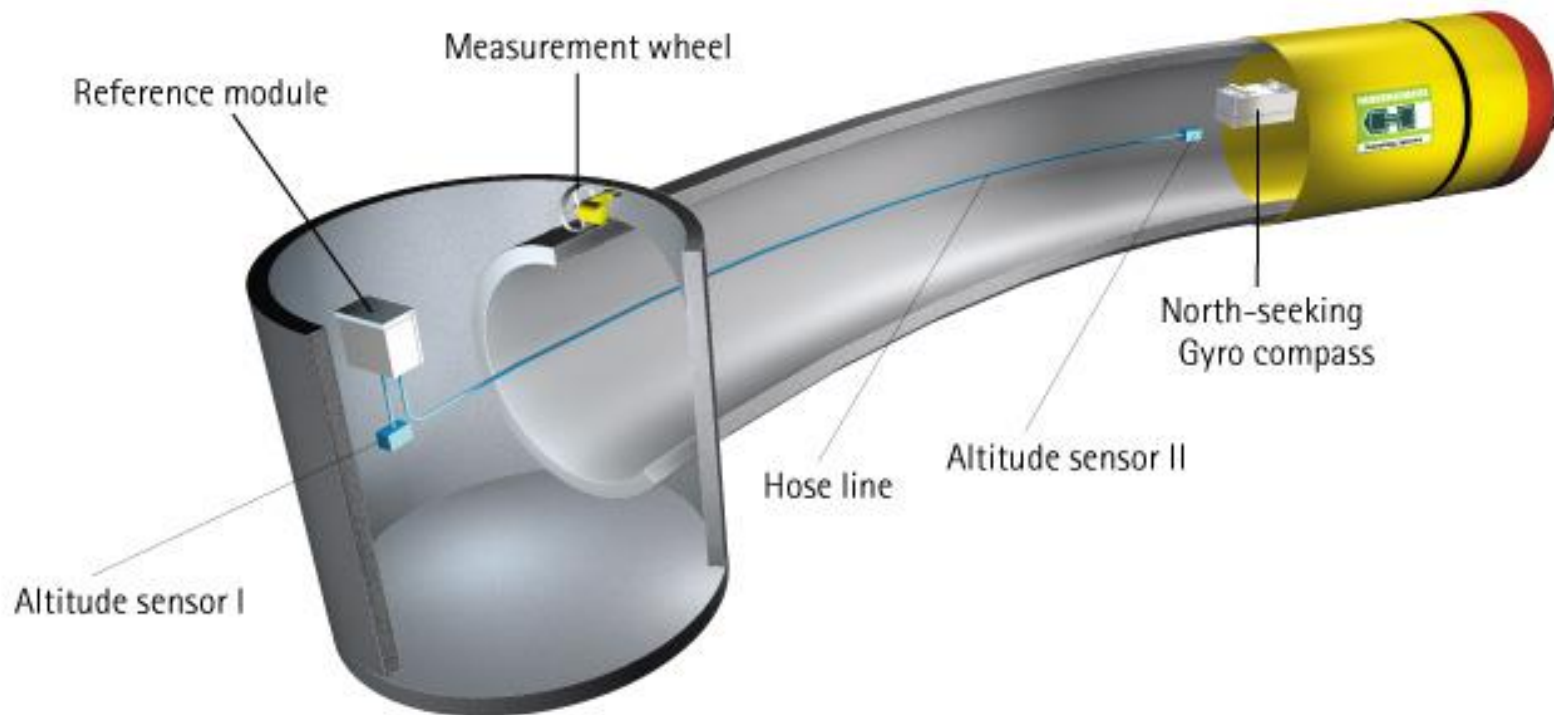


***Elektroniczna
Tarcza Laserowa***

ELS z poziomowaniem hydrostatycznym (HWL).

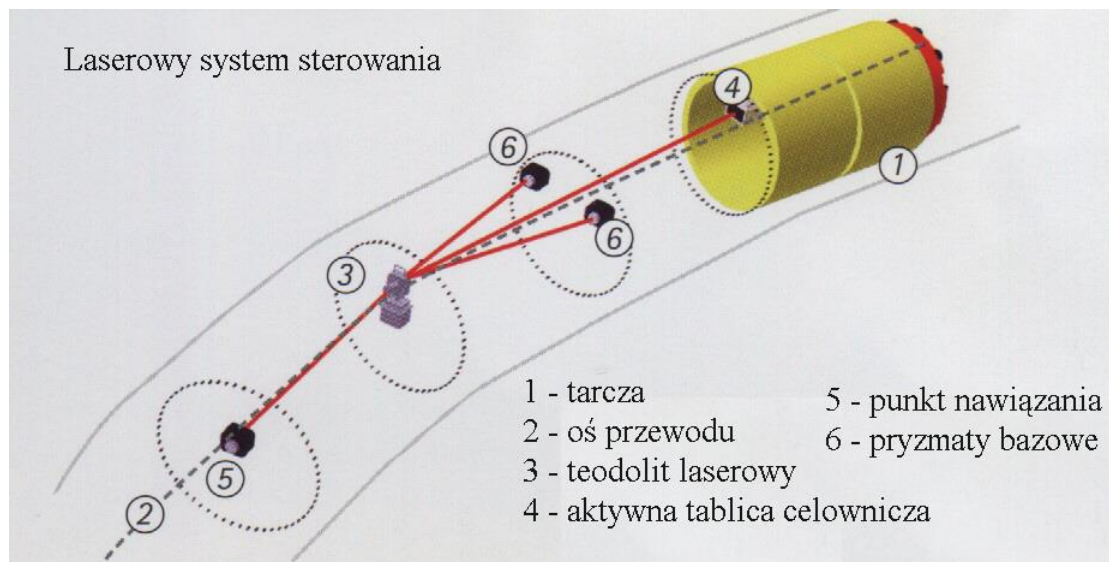


GNS-P tunele po łuku.

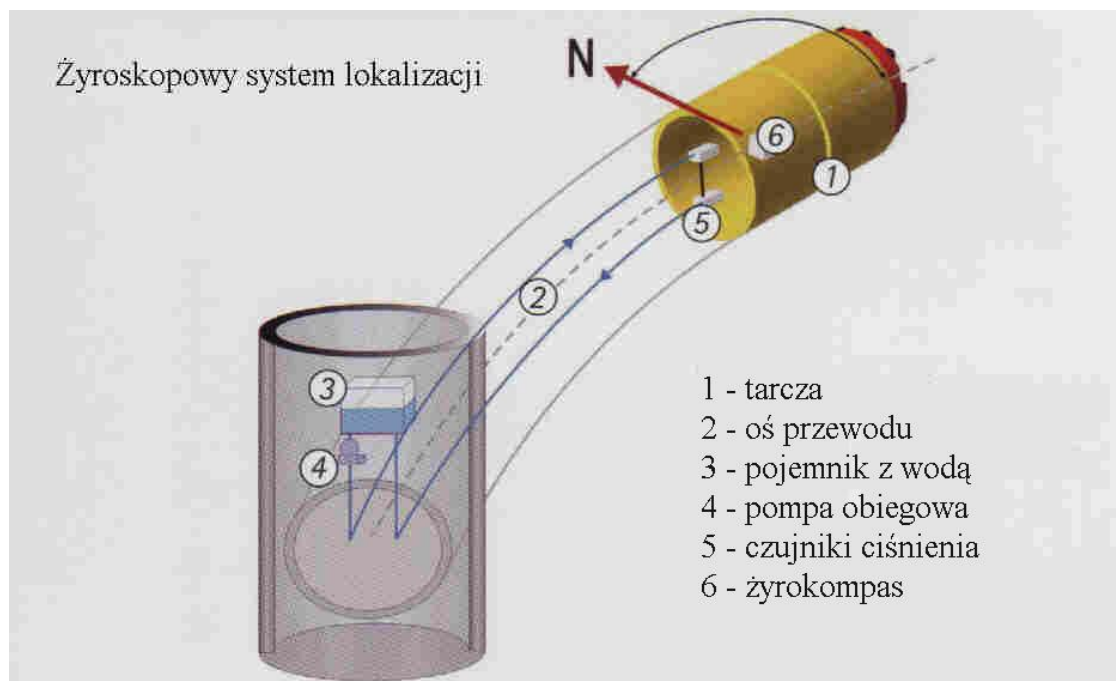


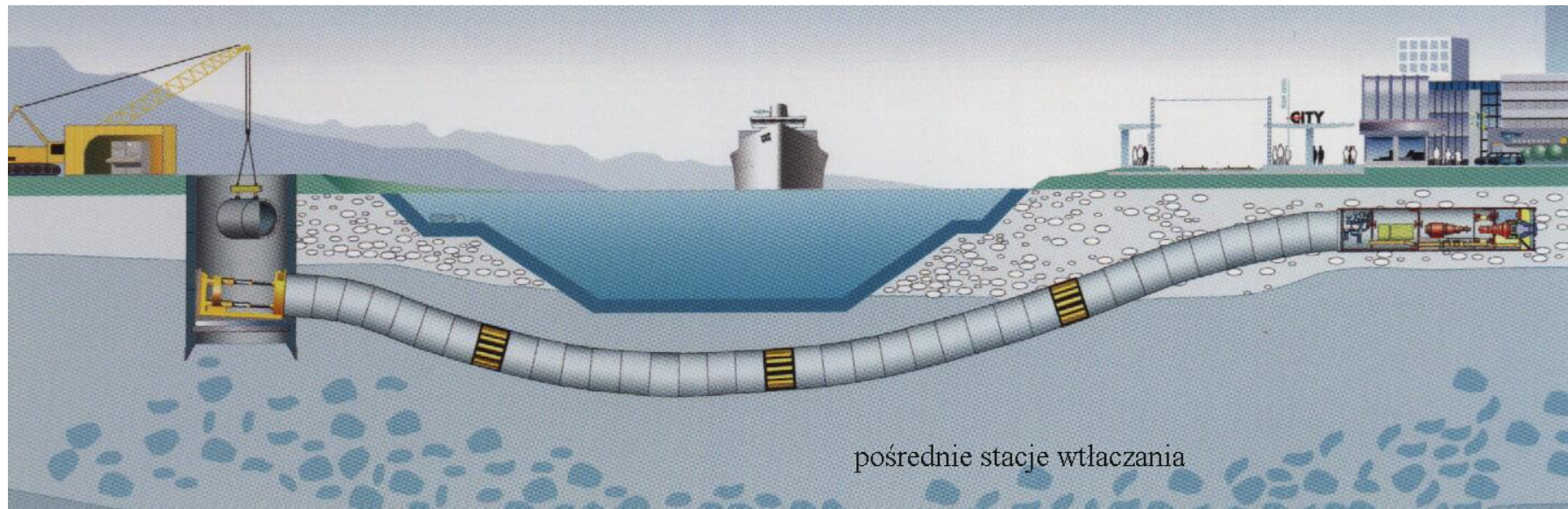
- *Bez lasera.*
- *Naprowadzanie żyrokompasem.*
- *Średnice rury $DN > 800$ mm.*

Laserowy system sterowania



Żyroskopowy system lokalizacji





Pośrednie stacje przeciskowe

Tunele o długości $> \sim 130$ m

Średnice > 800 mm

Stacje rozmieszczamy co 100 m

Przeciski po łuku

DWA-A 125: *Przecisk rur i inne technologie bezwykopowej budowy przewodów*

W przypadku przecisków po zakrzywionej trasie muszą być zachowane minimalne promienie uzależnione od długości rur, konstrukcji złącza i średnicy zewnętrznej rur.

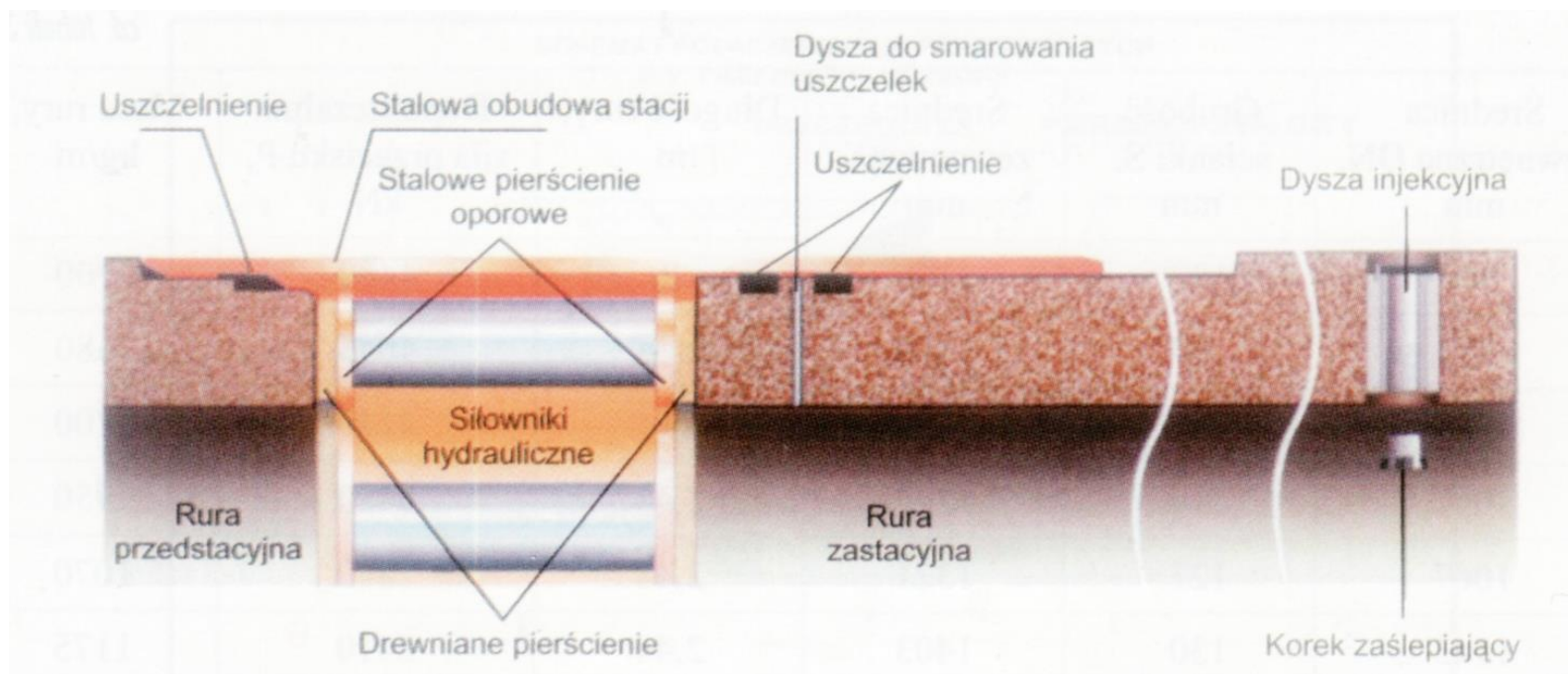
Jako pierwsze zgrubne oszacowanie dla rur przeciskowych o długości 3,00 m można przyjąć dla kierunku w poziomie i w pionie minimalny dopuszczalny promień

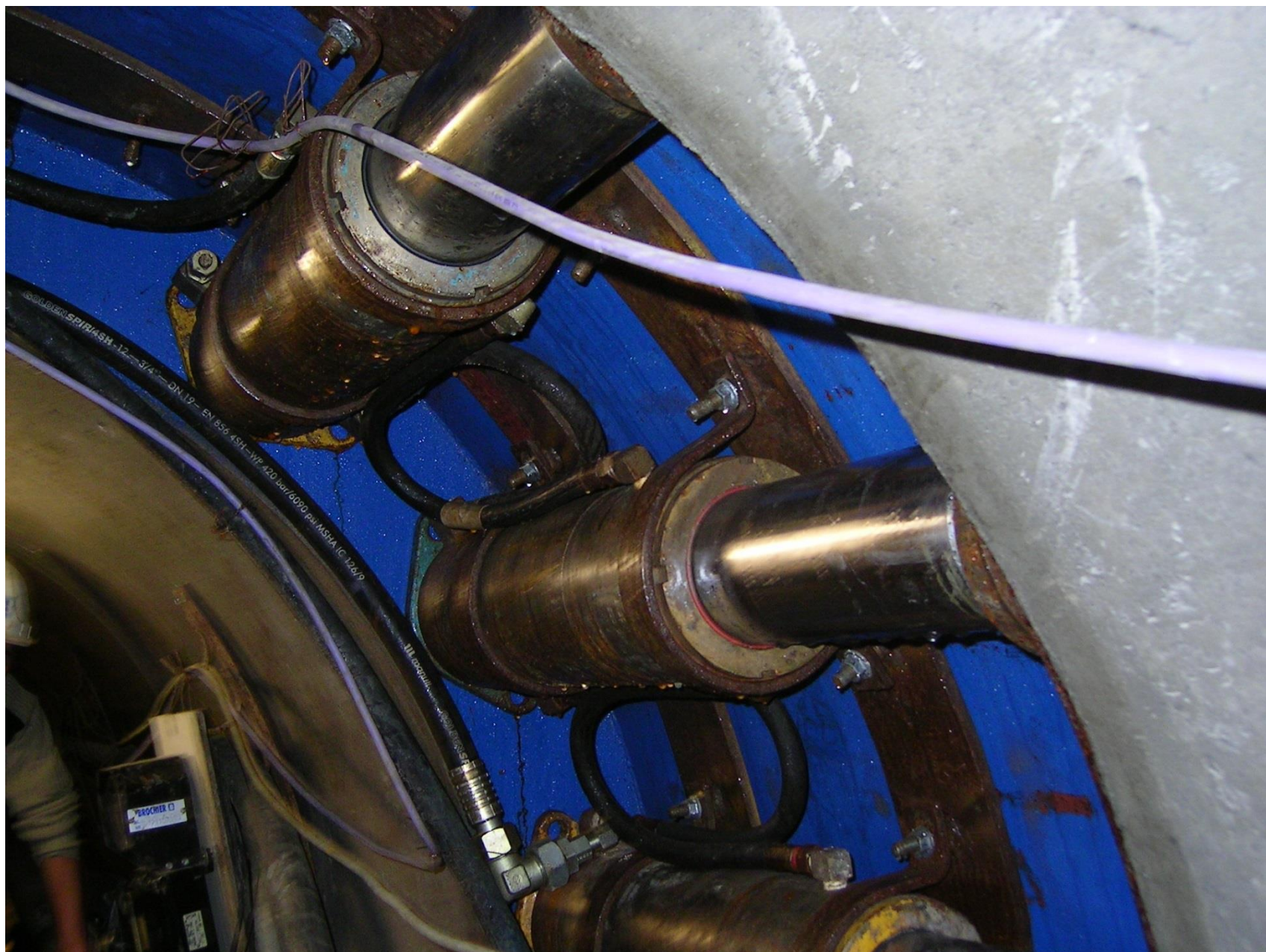
$$R_{\min} \geq 200 \times D_a.$$

Odległość między komorą startową i początkiem łuku powinna wynosić co najmniej $8 \times D_a$.

Prosty odcinek o tej długości należy stosować również w przypadku zmieniających się promieni oraz pomiędzy łukiem a łukiem skierowanym w przeciwną stronę.

Należy zaplanować rozwiązanie przejścia między odcinkiem prostym a w łuku.



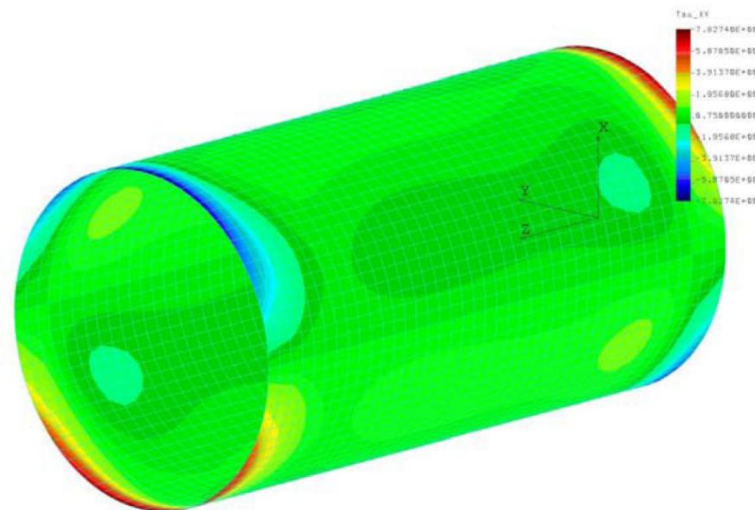




Problem uszkodzenia rur w strefach połączeń w sytuacji prowadzenia przewodu po łuku (koncentracje naprężeń)



[1] materiały informacyjne firmy Jackcontrol AG



Pierwsze próby złączy w 2004 r.

Możliwość ponad trzykrotnego zmniejszenia promienia krzywizny wbudowanego rurociągu w porównaniu z połączeniami standardowymi (Zwierzchowska A.)

*Najmniejszy promień krzywizny zrealizowany w przedziale lat 2004 – 2009 - 110 m.
Dla porównania realizacja w Zielonej Górze - - 350 m*



- montaż złączy na placu budowy przed instalacją rury,

- montuje się czujniki rejestrujące ciśnienie płynu hydraulicznego w złączu oraz jego deformację w określonych punktach,

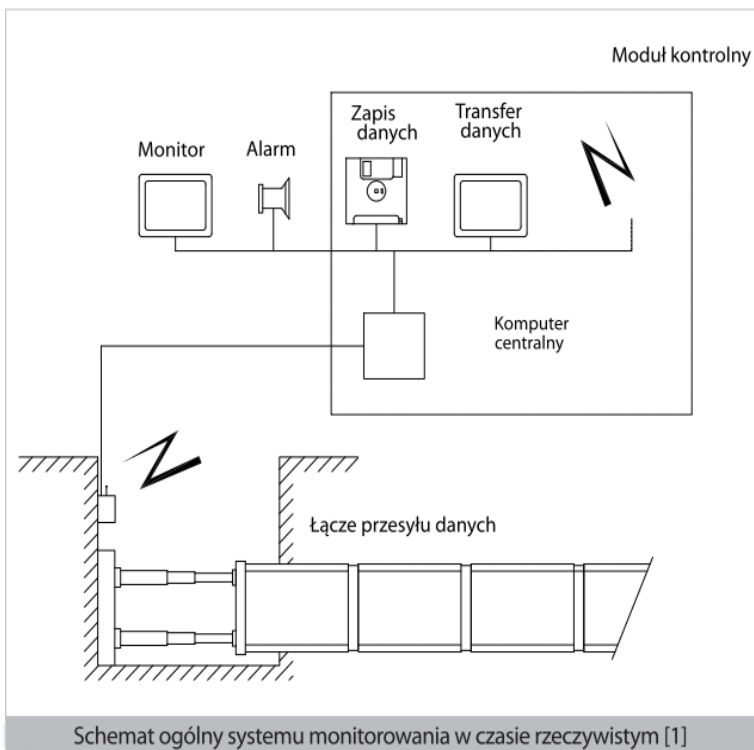
- złącza przenoszą siły osiowe generowane siłą przecisku oraz dodatkowo siły ścinające wywołane momentem obrotowym głowicy,

- jednostka kontrolna montowana jest w pomieszczeniu sterowniczym systemu (kabina operatora),

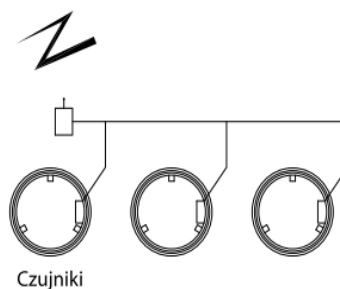
- na podstawie pomierzonego ciśnienia i deformacji przewodu można określać na bieżąco naprężenia oddziałujące na przeciskaną rurę i reagować w sytuacjach zagrożenia



Wbudowany segment rury z ciśnieniomierzem i trzema tensometrami [1]



Tensometry mierzą pośrednio deformację złącza (przewodu)





Wbudowany rurociąg z zastosowaniem złączy hydraulicznych [1]

Stosowane są:

złącza typu P – nieusuwalne, pozostają jako stałe uszczelnienie złączy, przy zastosowaniu ew. doszczelnienia,
złącza typu R – usuwalne, demontowane z wnętrza rurociągu. Pozostała szczelina (2-3 cm) jest wypełniana w sposób sztywny np: zaprawą lub elastyczną pianką np. PU.

