



# **HOBAS®** Instalowanie



## **Amiblu Poland Sp. z o.o.**

ul. Koksownicza 11  
PL 41-300 Dąbrowa Górnicza  
tel.: +48.32.639 04 50  
fax: +48.32.639 04 51  
biuro.dabrowa@amiblu.com

Dział Techniczny  
tel.: +48.32.639 04 62 (68,70)  
fax: +48.32.639 04 53

### **© Amiblu Poland Sp. z o.o.**

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Żadna część niniejszego dokumentu nie może być kopiowana lub wykorzystywana w jakiegokolwiek formie lub w jakikolwiek sposób bez uprzedniej pisemnej zgody. Wszelkie informacje zawarte w tym dokumencie są poprawne w momencie publikacji. Zastrzegamy sobie prawo dokonywania w nich zmian bez uprzedniej publikacji stosownej informacji. Niniejsza broszura zawiera dane ogólne i tym samym każdy indywidualny przypadek należy odpowiednio zweryfikować w Dziale Technicznym Amiblu Poland Sp. z o.o.

## OZNACZENIA

DN [mm]	- średnica nominalna
OD [mm]	- średnica zewnętrzna rury
DI [mm]	- średnica wewnętrzna rury
DEC [mm]	- średnica zewnętrzna łącznika
LC [mm]	- szerokość łącznika
s [mm]	- grubość ścianki rury przeciskowej
e [mm]	- grubość ścianki rury standardowej
L [mm]	- długość odcinka rury
R [mm]	- promień kształtki
$\alpha$ [°]	- kąt kształtki
M [kg]	- masa jednostkowa rur
PN 1 - PN 25 [bar]	- ciśnienie nominalne
SN [N/m <sup>2</sup> ]	- sztywność obwodowa nominalna
F [kN]	- siła nacisku wzdłużnego na rurę
FWC	- łącznik symetryczny rur DN 150 do DN 3600
FWC-L	- łącznik nierozłączny blokowany
DC	- łącznik rur DN 150 do DN 300
DCL	- łącznik nierozłączny rur DN 200 do DN 1200
FS	- łącznik rur do przeciskania (obudowa stalowa)
M, L, XL, XXL	- łącznik rur do przeciskania (GRP)
CC-GRP	- (pol.) CC-GRP - odlewane odśrodkowo rury kompozytowe z termoutwardzalnych tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknem szklanym;
GRP	GRP - termoutwardzalne tworzywa sztuczne na bazie żywic poliestrowych wzmacniane włóknem szklanym;
	- (ang.) CC-GRP - centrifugally cast fiber glass reinforced thermosetting resin mortar pipes;
	GRP - fiber glass reinforced thermosetting plastics (based on unsaturated resin);
	- (niem.) GFK - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe
	- (fran.) PRV - Plastiques thermodurcissables renforcés de verre
	- (ros.) CC-GRP - ЦЛ-АСП – центрифугального литья трубы из армированной стекловолокном полиэфирной смолы
	Состав материала—искусственное вещество (на базе полиэфирных смол) затвердевающее при повышенной температуре армированное стекловолокном
PCW	- polichlorek winylu
EPDM	- elastomer - kauczuk etylenowo-propylenowy

## Informacje i zalecenia ogólne

Niniejsze wytyczne odnoszą się do transportu, składowania i montażu rur HOBAS produkowanych metodą odlewania odśrodkowego z żywicy poliestrowych zbrojonych włóknem szklanym. Instalacja rur HOBAS® przebiega w łatwy i prosty sposób, co mogą potwierdzić liczni wykonawcy robót, firmy budowlane. Rury HOBAS® mają mniejszy ciężar w stosunku do rur z innych materiałów. I tak, na przykład rura HOBAS® DN 500 PN 10 SN 10000 waży ok. 60% mniej niż porównywalna rura z PEHD i 70-80% mniej niż porównywalna rura z żeliwa sferoidalnego. Dzięki 6-metrowej długości odcinków nie trzeba stosować wielu połączeń, a to zmniejsza nakład pracy. Również koszty montażu są niższe niż w przypadku rur z innych materiałów, co można zweryfikować w KNNR. Proces układania rur HOBAS® jest łatwy i wystarczające jest użycie tradycyjnych maszyn budowlanych. Dzięki niezmiennej średnicy zewnętrznej rur niepotrzebne jest kalibrowanie końcówek i praktycznie wykorzystany zostaje cały odcinek rury. Łączniki w kształcie mufy zapewniają szybkie, proste i szczelne połączenie rur bez jakichkolwiek dodatkowych czynności, np. zgrzewania czy spawania. Rury i kształtki CC GRP mogą być montowane w polskich warunkach klimatycznych przez cały rok. W przypadku, gdy różnica temperatur pomiędzy temperaturą montażu a eksploatacji przekracza 10 stopni może okazać się konieczne uwzględnienie tego faktu w projekcie technicznym biorąc pod uwagę m.in. specyficzny współczynnik rozszerzalności cieplnej rur. Układanie rurociągów powinno być realizowane przez wykwalifikowanych pracowników, zgodnie ze sztuką inżynierską i zaleceniami normatywnymi. Fachowe i staranne wykonanie robót montażowych gwarantuje długą trwałość eksploatacyjną i bezawaryjną pracę wysokiej jakości rur HOBAS®.

Ponadto należy przestrzegać zaleceń zawartych w normach i wytycznych.

Należy również stosować inne wymogi formalne, postanowienia prawne oraz zasady sztuki budowlanej.

- ATV A 127 – Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe kanałów i przewodów kanalizacyjnych.
- ATV A 161 – Obliczenia statyczne rur przeciwskowych.

- PN-B-10725:1997 – Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania.
- PN-EN 1990:2004 – Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1:2010 – Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-1: Oddziaływania ogólne - Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1610:2002 – Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych.
- PN-ENV 1046:2007 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych. Systemy poza konstrukcjami budynków przeznaczone do przesyłania wody lub ścieków. Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią.
- PN-EN ISO 11296-1:2011 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych bezciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej.
- PN-EN 1119:2010 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych - Połączenia rur i kształtek z termoutwardzalnych tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem szklanym (GRP) – Metody badania szczelności i odporności na uszkodzenie nieblokowanych połączeń elastycznych z elastomerowymi elementami uszczelniającymi.
- PN-EN 1796+A1:2013 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do ciśnieniowego i bezciśnieniowego przesyłania wody - Termoutwardzalne tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GRP), na bazie nienasyconej żywicy poliestrowej (UP).
- PN-EN 14364+A1:2013 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do ciśnieniowego i bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji - Termoutwardzalne tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GRP), na bazie nienasyconej żywicy poliestrowej (UP) — Specyfikacje rur, kształtek i połączeń.
- ISO/TS 10465-1:2007 – Underground installation of flexible glass-reinforced based on unsaturated polyester resin (GRP-UP) – Part1: Installation procedures. (Procedury instalacyjne).
- PN-EN 15383+A1:2013 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do kanalizacji deszczowej i sanitarnej - Termoutwardzalne tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GRP) na bazie żywicy poliestrowej (UP) - Studzienki włączowe i niewłączowe.
- ISO/FDIS 25780:2011 – Plastics piping systems for pressure and non-pressure water supply, irrigation, drainage or sewerage – Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) system based on unsaturated polyester (UP) resin – Pipes with flexible joints intended to be installed using jacking techniques. (Technika instalacji bezwykopowych).
- PN-EN 12889:2003 Bezwykopowa budowa i badanie przewodów kanalizacyjnych.
- PN-EN 1671:2001 Zewnętrzne systemy kanalizacji ciśnieniowej
- PN-EN 476:2012 Wymagania ogólne dotyczące elementów w systemach grawitacyjnych.
- PN-B-10725 Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania.
- PN-EN 124:2000 Zwierćczenia wpustów i studzienek kanalizacyjnych do nawierzchni dla ruchu pieszego i kołowego.
- PN-EN 805:2002 Zaopatrzenie w wodę - wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowych.



## Pakowanie

Standardowo rury HOBAS® dostarczane są z fabrycznie nałożonymi łącznikami. Wszystkie produkty HOBAS® pakowane są w sposób zapewniający odpowiednie zabezpieczenie podczas transportu, rozładunku i składowania. Pakowanie rur, niezależnie od rodzaju transportu, zapobiega ich przemieszczaniu się poprzez zastosowanie odpowiedniego podparcia całego odcinka rury i zapewnienie ochrony przed obciążeniami zewnętrznymi. Najczęściej rury pakowane są w formie wiązki, której poziome rzędy przedzielone są drewnianymi klinami. W przypadku przewozu na dużą odległość kliny mogą posiadać wycięcia dopasowane do kształtu rury. Rury i kształtki (studzienki) o dużych wymiarach, niekiedy przekraczających standardowe gabaryty przestrzeni ładunkowej, są pakowane w specjalny sposób.

Fot. 1 Kształtki



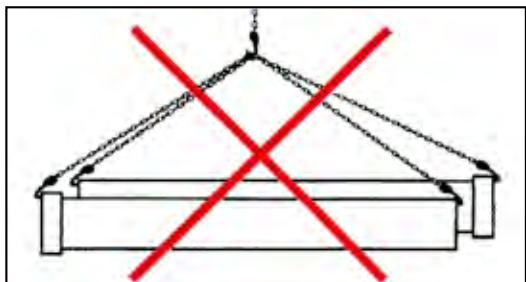
Fot. 2 Rzym, Tor Vergata,  
miasteczko sportu



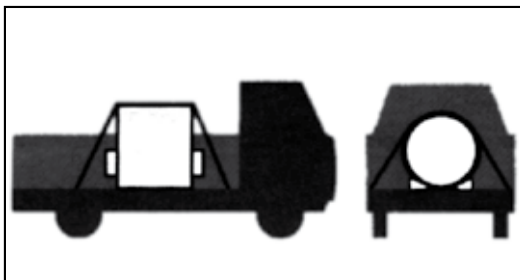
## Transport i rozładunek

Rury można przewozić transportem samochodowym, kolejowym lub wodnym, a przestrzeń ładunkowa środka transportu powinna być odpowiednio przygotowana. Sposób pakowania rur w zakładzie produkcyjnym jest każdorazowo dostosowany do rodzaju środka transportu. Przewóz rur samochodami uregulowany jest odpowiednimi przepisami dotyczącymi ruchu na drogach publicznych. Przestrzeń ładunkowa skrzyni samochodu ciężarowego powinna mieć wymiary nie mniejsze niż  $2,4 \times 12,7 \times 2,5$  m. Rury o długości 6 m zwykle pakowane są w formie ładunku paletowego, umożliwiając za- i wyładunek za pomocą dźwigu lub wózka widłowego z boku lub z tyłu platformy. Rury powinny być załadowane i rozładowane w sposób fachowy. Przy pracach za- i wyładunkowych oraz podczas transportu rur należy unikać uderzeń. Do przenoszenia rur należy stosować pasy parczane.

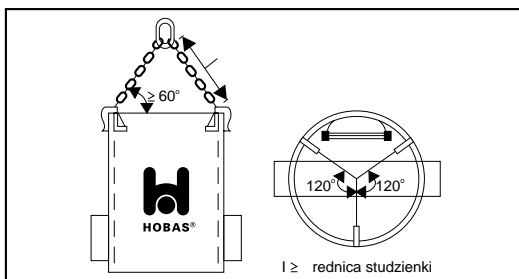
Ponieważ wykluczone są jakiekolwiek obciążenia punktowe, w trakcie rozładunku nie wolno używać haków, lin stalowych, tańców ani żadnych narzędzi o ostrych krawędziach.



Niedopuszczalne jest ciągnięcie lub przetaczanie rur po chropowatym podłożu, grudach lub kamieniach. Może to spowodować uszkodzenie rur na skutek działania obciążeń punktowych. Przy transporcie studzienek i kształtek również obowiązują powyższe zasady. W zależności od wysokości i kształtu tych elementów można je przewozić w pozycji stojącej lub leżącej.



Montaż luźnych elementów wyposażenia studzienek należy wykonać dopiero na placu budowy. Do rozładunku studzienek można użyć dostępnych w handlu zawiesi studziennych, gdyż ich ukształtowanie nie powoduje uszkodzeń rur studziennych.



Jeżeli studzienki posiadają wbudowane w ścianie specjalne uchwyty, rozładunku można dokonać za pomocą linek stalowych. Podobnie jak w przypadku rur, również przy przenoszeniu studzienek i kształtek należy unikać uderzeń. Załadunku rur, kształtek i studzienek HOBAS w zakładzie produkcyjnym dokonuje wykwalifikowany personel stosując metody zaakceptowane przez przewoźnika. Przewoźnik odpowiada za dostarczenie ładunku w stanie nieuszkodzonym. Jednak zaraz po dotarciu przesyłki na plac budowy lub inne miejsce przeznaczenia należy skontrolować jej stan techniczny. Wszelkie wykryte wady należy odnotować w dokumentach przewozowych, w obecności przedstawiciela spedytora. Zapisy w dokumentach przewozowych są niezbędne do przeprowadzenia ewen-







tualnych procedur reklamacyjnych. W uzasadnionych przypadkach, kiedy nie jest możliwe dostrzeżenie uszkodzeń wewnętrznych, rury powinny być poddane oglądowi przy pomocy odpowiednich urządzeń np. przez kamerowanie. Uszkodzone elementy powinny być oznaczone i składowane w oddzielnym miejscu. W każdym przypadku obowiązuje procedura odbioru towaru określona w załączanych do oferty „Ogólnych Warunkach Dostawy Amiblu Poland Sp. z o.o.” lub zgodnie z umową zawartą pomiędzy stronami. Sposób rozładunku rur zależy od decyzji Odbiorcy i przeprowadzany jest na jego odpowiedzialność.

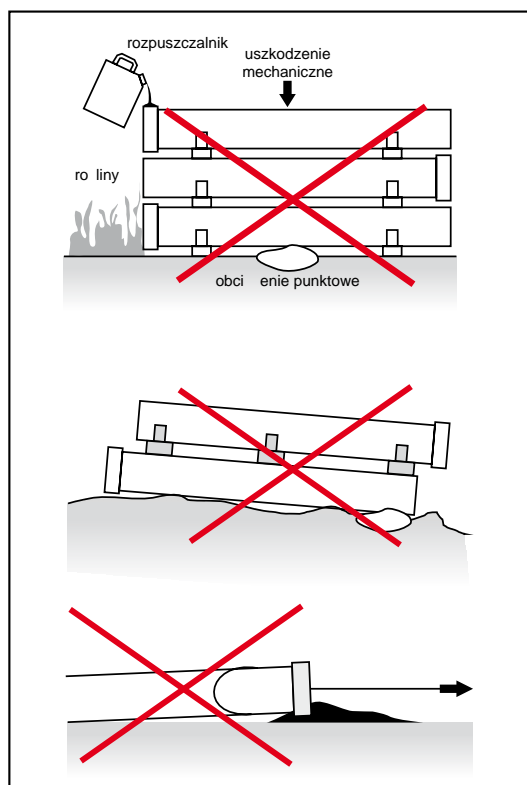
Przed rozpoczęciem rozładunku należy się upewnić, czy na miejscu jest wystarczająca liczba pracowników i czy ich zadania zostały właściwie określone. Należy również sprawdzić, czy sprzęt mechaniczny ma odpowiedni udźwig oraz czy spełnione zostały wymagania przepisów w zakresie bezpieczeństwa. W niektórych przypadkach odpowiedni jest rozładunek rur i kształtek wzdłuż linii wykopu. W przypadku braku możliwości rozładunku za pomocą sprzętu mechanicznego, dozwolone jest ręczne rozładowanie dostarczonego towaru. Należy wtedy uważać, by nie uszkodzić rur oraz by zachować wszelkie środki ostrożności i bezpieczeństwa.



## Składowanie

Oryginalne opakowanie fabryczne, najczęściej w formie palety rur, nadaje się zarówno do transportu, jak i do składowania. Rury powinny być składowane na równym i gładkim podłożu wolnym od kamieni i innych materiałów mogących spowodować uszkodzenia.

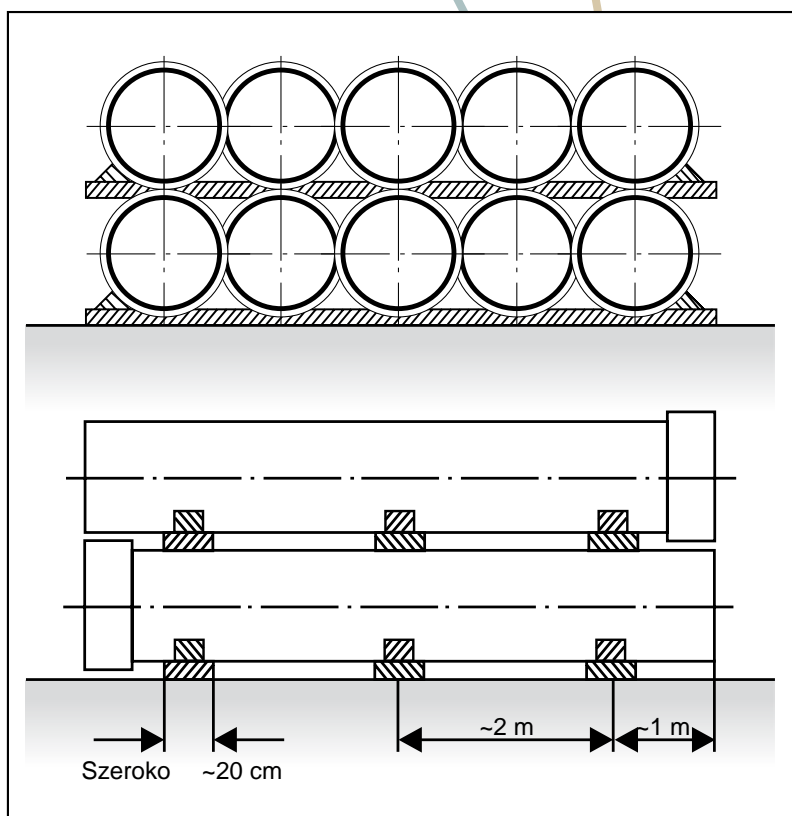
Składowane rury i kształtki nie mogą być narażone na oddziaływanie rozpuszczalników oraz na kontakt z otwartym ogniem. Ponadto należy chronić je przed uszkodzeniami mechanicznymi, silnym zanieczyszczeniem uszczelnień łączników, przed obciążeniami punktowymi i wysoką temperaturą.



Rys. 1 Składowanie rur na budowie

W przypadku składowania bez opakowania fabrycznego, należy każdorazowo uzależnić ilość warstw rur od warunków gruntowych, miejscowych warunków przeładunku i bezpieczeństwa.

Pod pierwszą warstwą rur należy ułożyć drewniane kantówki zapewniające wystarczającą powierzchnię nośną, tak aby zapobiec nanoszeniu błota przez spływającą wodę deszczową i przymarzaniu rur do podłoża. Szerokość kantówek winna wynosić przynajmniej 20 cm. Ze względów bezpieczeństwa niedopuszczalne jest składowanie rur na budowie w stosach o wysokości przekraczającej 3 m.



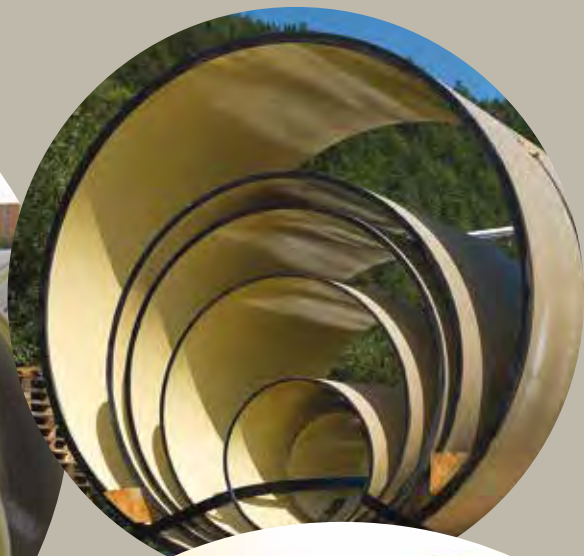
Rys. 2 Sposób pakowania rur

Średnica nominalna	150	200	250	300	400	500	600-700	800-1200	1400-3600
Liczba warstw rur	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tab. 1 Dopuszczalna liczba warstw rur w paczce



Każdą warstwę rur w stosie należy zabezpieczyć przekładkami z kantówek drewnianych i unieruchomić klinami. Jeżeli rury składowane są bez drewnianych przekładek, należy je tak ułożyć, by uniemożliwić nakładanie się na siebie łączników i bosych końców rur. W celu wyeliminowania trudności związanych z połączeniem ze sobą rur pozostających zbyt długo pod obciążeniem wskazane jest ich rozłożenie po dostarczeniu w docelowe miejsce. W szczególnych przypadkach zaleca się również, aby ok. 24 godziny przed planowaną instalacją przetoczyć rury po równym i wolnym od kamieni podłożu. Proces ten wspomaga powrót rur do pierwotnego kształtu, po ewentualnej owalizacji będącej wynikiem obciążenia rur w czasie transportu i składowania w pakietach.





## Układanie w gruncie rurociągów bezciśnieniowych

Poniższe zalecenia będą pomocne w efektywnym przeprowadzeniu montażu rurociągu.

Na stan techniczny eksploatowanego rurociągu mają wpływ:

- rura,
- łącznik,
- rodzaj gruntu,
- warunki posadowienia,
- sposób ułożenia,
- obróbka gruntu w strefie rury,
- zasypywanie wykopu.

Sztwność rury i zagęszczenie gruntu tworzą bardzo istotną dla pracy rurociągu sztywność systemu. Jakość użytych materiałów oraz wykonawstwo to najważniejsze czynniki mające wpływ na korzystne warunki pracy rurociągu. W trakcie wytyczania i wykonywania wykopów pod rurociągi należy uwzględnić zalecenia zawarte w normach oraz warunki lokalne. Ze względu na to, że przepływ cieczy wynika ze spadku rurociągu, sprawne działanie sieci będzie zależało od dokładności ułożenia rur. Rurociągi bezciśnieniowe, na przykład kanały, układane są zwykle ze spadkiem przy głębokościach przykrycia przekraczających 2 m. W związku z tym szczególną uwagę należy zwrócić na metody konstrukcyjne stosowane przy tych głębokościach. Przy instalacji na dużych głębokościach wpływ rodzaju gruntu rodzimego może być znaczny i jeżeli jest on niestabilny, na przykład występują torfy, grunty organiczne itp., to rodzaj obsypki oraz sztywność długoterminowa rur muszą być wystarczające, by wyeliminować nadmierne odkształcenia. Jeżeli w projekcie instalacji nie została określona sztywność obwodowa rur, to gdy rura będzie poddana dużym obciążeniom statycznym i dynamicznym, należy wykonać obliczenia sprawdzające, które mogą wskazać na konieczność zastosowania rur o wyższej sztywności niż standardowa. Obliczenia takie wykonują bezpłatnie inżynierowie Działu Technicznego Amiblu Poland Sp. z o.o. Mimo że nominalna długość rur HOBAS®, wynosząca 6 metrów, jest większa niż rur kanalizacyjnych z innych materiałów, ich niewielki ciężar oraz prosta i skuteczna metoda łączenia umożliwiają szybkie i dokładne układanie rur nawet w głębokich wykopach. W przypadku instalacji w warunkach ograniczonej przestrzeni (na przykład w tunelu) możliwe jest dostarczenie krótkich odcinków rur lub przycinania ich na budowie.



## Rodzaje gruntu

Zarówno grunt rodzimy, jak i materiał podłoża, muszą wykazywać wystarczającą nośność. W **tab. 2** podano rodzaje gruntu klasyfikowane zgodnie z niemieckimi wytycznymi ATV A127. W strefie rury nie wolno stosować gruntu przemarzniętego, zbrylonego; w żadnym przypadku nie wolno używać takiego gruntu do zasypywania wykopu. W przypadku gruntów zagrożonych osiadaniem bądź nienośnych konieczne może być zastosowanie rozwiązań zabezpieczających rurociąg przed osiadaniem. Niebezpieczeństwo osiadania występuje szczególnie w gruntach organicznych, np. torfach. W takich warunkach zaleca się wymianę gruntu lub zastosowanie specjalnych tkanin stabilizujących, warstwy tłucznia, rusztów z łat, albo posadowienie rurociągu na palach. Posadowienie rurociągu (grunt, konstrukcja wykopu, sposób wykonywania, zagęszczenie) powinno zostać przewidziane w projekcie.

## Konstrukcja wykopu

Przewody kanalizacyjne układane są na głębokościach dużo większych niż rury ciśnieniowe, dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na umocnienie ścian wykopu, zwłaszcza w warunkach pracy w niestabilnych gruntach rodzimych. W celu zapewnienia przestrzeni wystarczającej do wykonania wymaganego spadku i zagęszczenia podsypki w pachwinach rur, szerokość wykopów nie powinna być mniejsza, niż podano w **tab. 4**. Należy w taki sposób wytyczać minimalną szerokość wykopu, by możliwe było wykonanie stosownego zagęszczenia gruntu przy użyciu dostępnych narzędzi i urządzeń.

ATV 127	Rodzaj gruntu DIN 18196		Rodzaj gruntu wg PN - 86/B - 0248	
	symb.	skrótowa nazwa	symb.	skrótowa nazwa
<b>G1</b> Grunty niespoiste	GE	żwir drobnoziarnisty	Z	żwir
	GW	żwir gruboziarnisty	Po	pospółka
	GI	żwir z drobnym uziarnieniem	Pr	piasek gruby
	SE	piasek drobnoziarnisty	Ps	piasek średni
	SW	piasek gruboziarnisty plus żwir	Pd	piasek drobny
	SI	mieszanka żwiru i piasku o zmiennym zakresie frakcji		
<b>G2</b> Grunty słabo spoiste	GU	żwir pylasty	Zg	żwir gliniasty
	GT	żwir gliniasty	Pog	pospółka gliniasta
	SU	piasek pylasty	Pg	piasek gliniasty
	ST	piasek mocno gliniasty	Gp	gliny piaszczyste
	GU	żwir mocno pylasty	Pn	piasek pylasty
	GT	żwir mocno gliniasty	Pg	piasek gliniasty
<b>G3</b> Grunty spoiste mieszane	SU	żwir mocno pylasty	Np	pył piaszczysty
	ST	piasek gliniasty	N	pył
	UL	pył lekko plastyczny		
	UM	pył średnio plastyczny		
<b>G4</b> Grunty spoiste	TL	głina lekko plast.	Gz	głina zwięzła
	TM	głina średnio plast.	Gpz	głina piaszczysta zwięzła
	TA	głina wyraźnie plast.	Gnz	głina pylasta zwięzła
	OU	pył z domieszką org.	Ip	ił piaszczysty
	OT	głina z domieszką org.	I	ił
	OH	grubo i różnoziarniste grunty z domieszkami humusowymi	In	ił pylasty
	OK	gruboziarniste i mieszane grunty z wtrąceniami wapniowymi i krzemowymi		

**Tab. 2** Rodzaje gruntu (wg ATV A127)

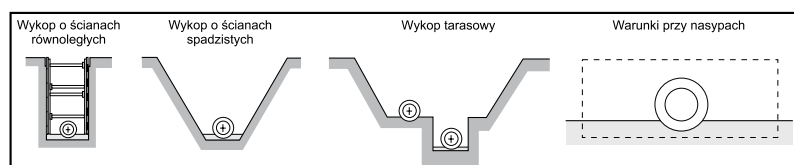
	Głębokość wykopu $T_{bg}$ w m			
	$T_{bg} < 1,00$	$1,00 \leq T_{bg} < 1,75$	$1,75 \leq T_{bg} < 4,00$	$T_{bg} \geq 4,0$
$bg_{min}$	Szerokości minimalnej wykopu nie określa się	0,8 m	0,9 m	1,0 m

**Tab. 3** Najmniejsza szerokość wykopu  $bg_{min}$  w odniesieniu do głębokości dna wykopu ( $T_{bg}$ )

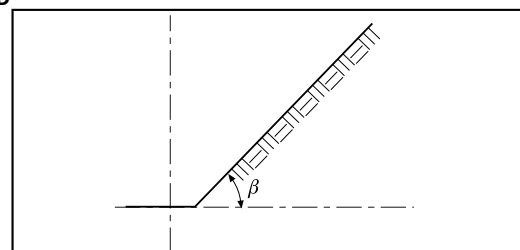
DN [mm]	Wykop szalowany	Wykop bez szalowania	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
DN $\leq 200$	$bg = OD + 0,40$ m	$bg = OD + 0,40$ m	$bg = OD + 0,40$ m
$200 < DN \leq 350$	$bg = OD + 0,50$ m	$bg = OD + 0,50$ m	$bg = OD + 0,40$ m
$350 < DN \leq 700$	$bg = OD + 0,70$ m	$bg = OD + 0,70$ m	$bg = OD + 0,40$ m
$700 < DN \leq 1200$	$bg = OD + 0,85$ m	$bg = OD + 0,85$ m	$bg = OD + 0,40$ m
DN $> 1200$	$bg = OD + 1,00$ m	$bg = OD + 1,00$ m	$bg = OD + 0,40$ m

\* ENV 1046, EN 1610

**Tab. 4** Minimalna dopuszczalna szerokość wykopu  $bg$  [m] odniesiona do średnicy zewnętrznej rury OD



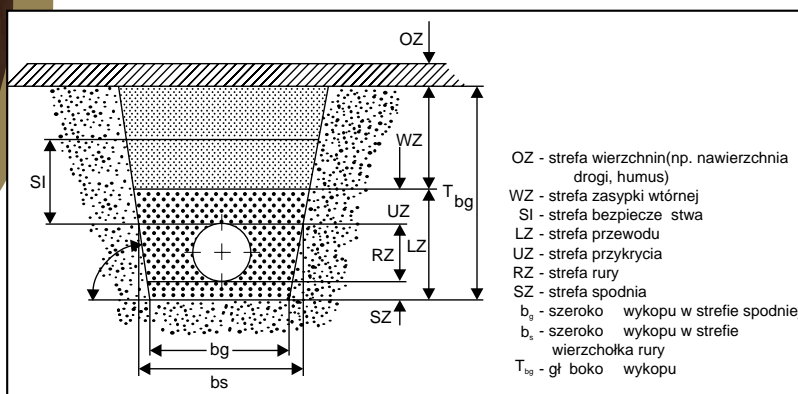
**Rys. 3** Konstrukcje wykopów



**Rys. 4** Kąt nachylenia skarpy wykopu  $\beta$



Rys. 5 Konstrukcja wykopu



Wykop należy wykonać zgodnie z zawartymi w projekcie parametrami trasy: szerokością i głębokością. Szerokość wykopu na poziomie wierzchołka rury nie musi być większa niż to konieczne dla uzyskania przestrzeni wystarczającej do połączenia rur w wykopie oraz zagęszczenia gruntu w pachwinach rury.

Jeżeli poziom wód gruntowych powoduje występowanie w wykopie wody płynącej lub stojącej, lub jeżeli grunt na dnie wykopu wykazuje stan nasycenia, na czas instalacji rury bądź do czasu zasypania wykopu, które uniemożliwi wypłynięcie rur, należy usunąć wodę przy użyciu studzienek albo drenów. Należy zadbać o to, by w warunkach nasycenia wodą drobne cząstki obsypki nie migrowały do gruntu przyległego oraz by grunt rodzimy nie migrował do obsypki, gdyż może to spowodować utratę podparcia rury. Jeżeli zachodzi możliwość migracji wzajemnej gruntu i obsypki, należy rozważyć zastosowanie innego rodzaju obsypki lub geowłókniny.

### Dno wykopu i podłoże rury

Odpowiednia nośność warstwy stanowiącej bezpośrednie podłoże rury ma duże znaczenie dla trwałości i prawidłowego działania rurociągu. Dno wykopu musi być równe i stabilne przy zachowaniu określonej głębokości i spadku. Z tego względu należy unikać późniejszego naruszania struktury gruntu w strefie dna wykopu. Jeżeli z jakiegoś powodu dojdzie do naruszenia struktury gruntu, dno wykopu trzeba wyrównać za pomocą odpowiedniego materiału oraz w miejscach tych zagęścić grunt do stopnia pierwotnego. W przypadku słabego gruntu lub występowania wody gruntowej nadzorujący prace może zlecić wykonanie dodatkowych robót. Jeżeli grunt rodzimy składa się z gliny, błota lub innych materiałów zatrzymujących wodę, wskazane jest ułożenie drenażu odwadniającego i wykonanie mocniejszej podsypki. W pierwszej kolejności na dnie wykopu układa się warstwę stałej podsypki (SZ) o grubości co najmniej  $100 \text{ mm} + 0,1 \text{ DN}$

(patrz również EN 1610). Materiał podsypki powinien być tak dobrany, by spełniał wymagania projektowe i odpowiadał warunkom wykopu. Do wykonania warstwy podsypki zaleca się stosowanie wyłącznie materiału ziarnistego. Grunty organiczne lub drobnoziarniste o plastyczności od średniej do wysokiej nie są do tego celu odpowiednie i nie należy ich używać. Powierzchnia podsypki powinna zapewniać swobodny odpływ wody, być ciągła, gładka i pozbawiona cząstek większych niż podano poniżej, gdyż mogłyby one spowodować wystąpienie obciążeń punktowych.

Zalecane wielkości ziaren obsypki (grunty G1, G2) dla rur HOBAS:

< DN400 8-16mm

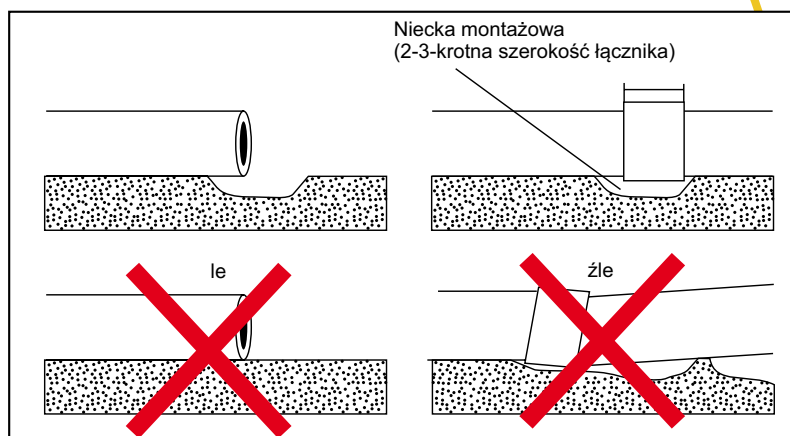
> DN500 16-32 mm

Zaleca się stosowanie zasypki o zróżnicowanych wielkościach ziaren.

Przy wysokim stanie wody gruntowej lub przy silnym napływie wód podskórnych podłoże należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną lub opinią geologiczno-inżynierską.

W przypadku drobnych gruntów piaszczystych odpowiednie uformowanie dna wykopu można wykonać bez konieczności formowania warstwy podłoża. Zaleca się, by górna warstwa podsypki o grubości 30-50 mm nie została zagęszczona, co ułatwi osadzenie rur, czyli ich połączenie i posadowienie. Warstwa ta pełni jedynie funkcję wyrównującą dno wykopu.

By zagwarantować równomierne ułożenie rury, należy pod każdym łącznikiem przewidzieć odpowiednie niecki montażowe o szerokości odpowiadającej 2-3-krotnej szerokości łącznika. Niecki dla łączników należy wykonać w sposób umożliwiający łączenie rur i kontrolę strefy połączenia bez naruszenia podsypki.



Rys. 6 Posadowienie rur CC-GRP HOBAS®





Fot. 5 Kraków, DTW



Fot. 6 Rzeszów, Jasionka, przygotowanie podłoża, 2008

## Transport do wykopu

Przed opuszczeniem rur i kształtek do wykopu należy dokładnie skontrolować wszystkie ich części pod kątem uszkodzeń. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości radzimy skontaktować się z naszym Działem Technicznym. Biorąc pod uwagę ciężar i warunki lokalne w miejscu prowadzenia prac montażowych, do wykopu można wkładać ręcznie rury o średnicy do 400 mm. Natomiast do przenoszenia rur za pomocą urządzeń dźwigowych należy stosować wciągarki lub zawiesia, które nie spowodują uszkodzeń rury. Nie wolno stosować haków, łańcuchów, lin stalowych. Dozwolone są wyłącznie pasy parciane. W głębokich wykopach należy przygotować takie umocnienie ścian, by 6-metrowe rury mogły być opuszczane bez przeszkód. Można użyć mocowanych centralnie nylonowych zawiesi, owiniętych dwa razy wokół rury dla uzyskania odpowiedniego chwytu, które pozwolą unieść końcówkę rury i przeciągnąć ją przez odpowiednio rozmieszczone rozpory.

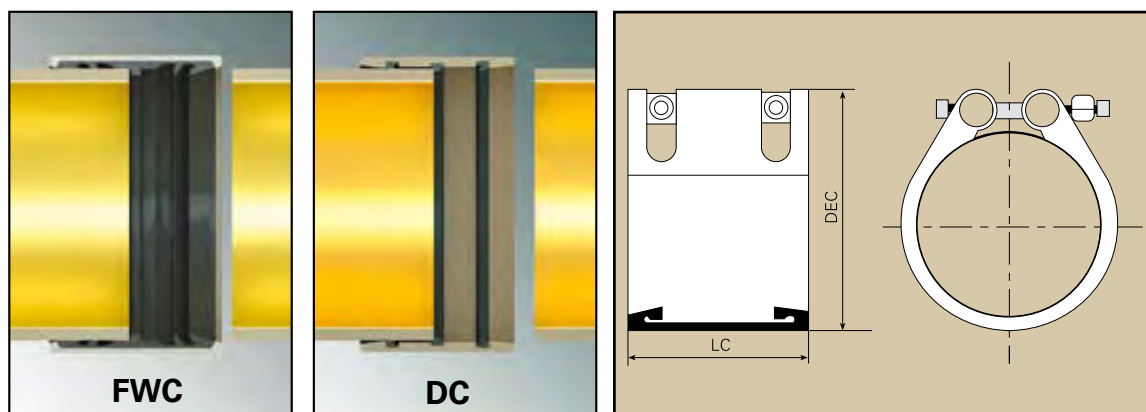
## Przygotowanie połączeń

Do łączenia rur i kształtek stosować można różnego typu łączniki. Ponieważ rury HOBAS® zwykle posiadają fabrycznie nałożone łączniki, stanowią one w praktyce system o połączeniach rurowo-kielichowych. Natomiast do łączenia rur ciętych na placu budowy oraz do łączonych kielichowo kształtek i studzienek potrzebna będzie pewna liczba oddzielnych łączników.

Przed połączeniem dwóch rur należy oczyścić i nasmarować środkiem ułatwiającym poślizg uszczelkę łącznika jednej rury oraz bosą końcówkę kolejnej rury. Do tego celu można użyć smaru silikonowego, szarego mydła lub innych środków, które nie zawierają drobinek ściernych oraz pochodnych ropy naftowej. Sugerowane ilości środka smarnego podano w **tab. 5**.

DN	Liczba połączeń na 1 litr środka smarnego
150	56
200	42
250	33
300	28
350	24
400	21
500	17
600	14
700	12
800	11
900	9
1000	8
1200	7
1400	6
1600	5
1800	4
2000	4
2200	3,5
2400	3,5
3000	2,8
3600	2

Tab. 5 Zależność ilości połączeń od średnicy rury - dot. 1 litra środka smarnego



Rys. 7 Rodzaje łączników - system CC-GRP HOBAS®

Rys. 8 Przygotowanie połączeń



Wszystkie rodzaje kształtek (tzn. łuki, trójniki, studzienki itp.) dostarczanych przez HOBAS® posiadają jedną końcówkę bosą umożliwiającą łatwe połączenie łącznikiem osadzonym na rurze.

W przypadku połączeń kołnierzych należy starannie oczyścić powierzchnie kołnierzy i skrócić kołnierze śrubami, stosując odpowiednią uszczelkę pierścieniową. Uszczelka powinna mieć kształt jak poniżej, w zależności od średnicy:

> DN1400 (rys.9)

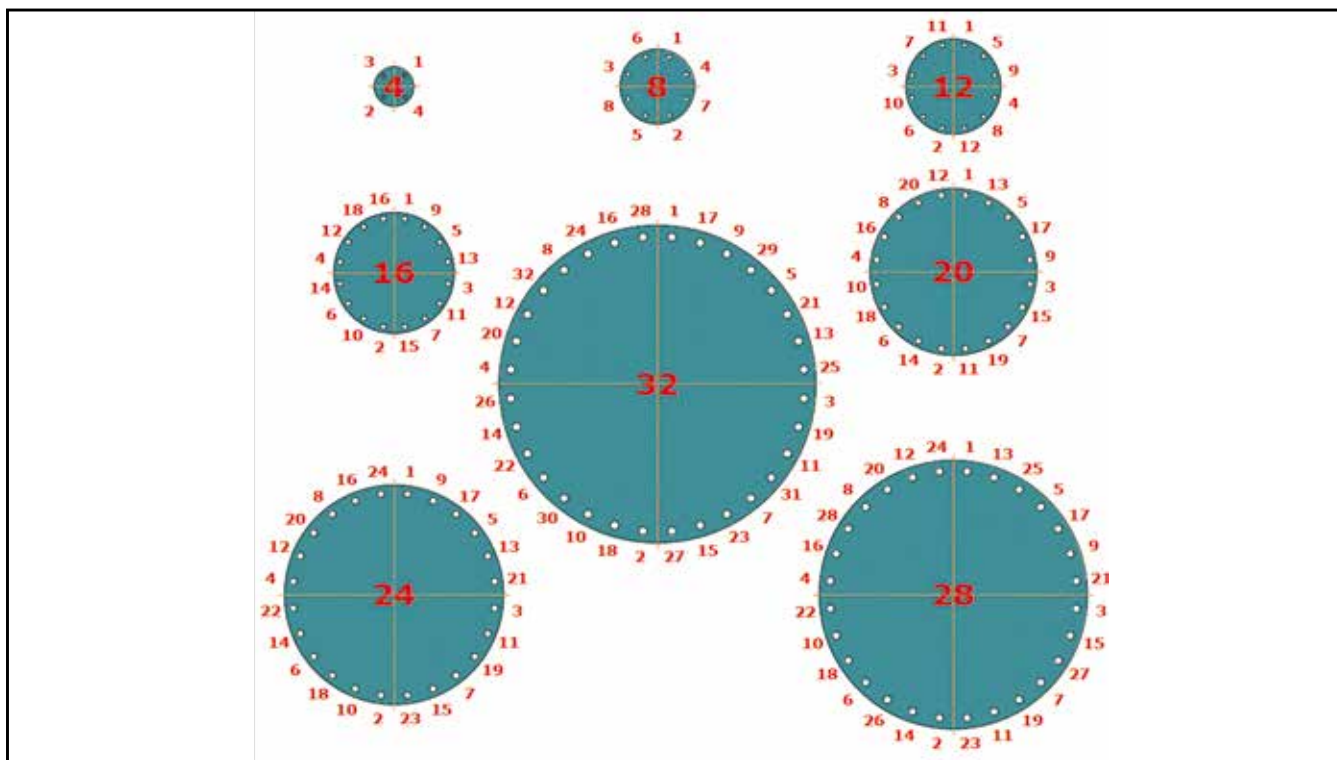
< DN1400 (rys.10)

Rys. 9 Uszczelka pierścieniowa do połączeń kołnierzych dla średnic  $\geq$  DN1400

Rys. 10 Uszczelka pierścieniowa do połączeń kołnierzych dla średnic &lt; DN1400

Natomiast śruby łączników montażowych należy skręcać za pomocą klucza dynamometrycznego momentem podanym na łączniku. Kolejność dokręcania poszczególnych śrub przedstawiono na rysunku (Rys.11). Uszczelki i śruby dla połączeń kołnierzych nie stanowią asortymentu dostarczanego standardowo wraz z kołnierzem, lecz mogą być również przedmiotem zamówienia.

Ponieważ rury HOBAS® mają stałą średnicę zewnętrzną, można je w dowolnym miejscu przeciąć i wykonać tam normalne połączenie. Każdy bosy koniec przyciętej na budowie rury powinien być fazowany. Wymiary fazy podano w tab. 6. Cięcie rur wykonać można przy użyciu szlifierki kątowej z tarczą do betonu.



Rys. 11 Kolejność dokręcania śrub

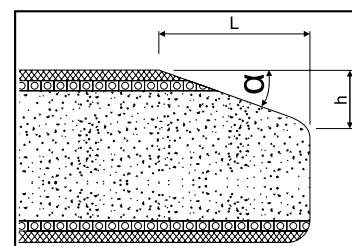
## Łączenie rur i kształtek

Przed połączeniem należy sprawdzić prawidłowość ułożenia rur. Rury muszą na całej swej długości wspierać się na podłożu. Niedopuszczalne są obciążenia liniowe i punktowe. Łączenie rur powinno być wykonywane centrycznie, wzdłuż osi rury. Średnice mniejsze od DN 500 można łączyć bez użycia przyrządów i urządzeń. Przy większych średnicach można stosować wciągarki ręczne, dźwignie, prasy lub łączyć rury za pomocą tyłki koparki. Podczas montażu należy odpowiednio zabezpieczyć rury przed uszkodzeniem. Nie należy stosować urządzeń, które nie pozwalają na kontrolę sił występujących podczas łączenia rur i mogą przyczynić się do ich uszkodzenia. Nie wolno przykładać sił punktowych do bosych końców rur. Aby zapewnić równomierne rozłożenie sił na jak największej powierzchni rury, należy stosować odpowiednie narzędzia bądź elementy drewniane, np. łaty lub belki. Przed połączeniem należy sprawdzić niezbędną głębokość wsunięcia boscgo końca rury do łącznika i oznaczyć ją na jego powierzchni. Głębokość osadzenia boscgo końca rury w łączniku jest fabrycznie oznaczona linią na obwodzie końca rury, co pozwala na kontrolowanie jego wsunięcia do pierścienia dystansowego w łączniku. Tylko pełne wsunięcie boscgo końca rury do pierścienia dystansowego łącznika zapewnia trwałą szczelność połączenia. Odległość pomiędzy czołami rur wewnątrz łącznika nie może przekraczać wartości wynikającej z dopuszczalnego maksymalnego odchylenia kąтового. W łącznikach występują wysokie wartości nacisku na elementy uszczelniające, w związku z tym przy łączeniu rur trzeba zwykle posługiwać się przyrządami mechanicznymi. Orientacyjne wartości siły niezbędnej do łączenia rur, przy prawidłowo wykonanej fazie i osiowym położeniu rur podano w **tab. 7**.

Najwygodniej jest zamontować rurę z końcówką z łącznikiem na bosy koniec ułożonej wcześniej rury. W ten sposób do boscgo końcówki instalowanej rury będzie można przyłożyć siłę niezbędną do połączenia rur. Jeżeli na swobodnym końcu znajduje się łącznik, należy zastosować popychacz umieszczony w taki sposób, by siła łączenia była przyłożona do rury i nie spowodowała przesunięcia na niej łącznika.

## Odchylenie kątowe w łącznikach

Odchylenie kątowe w łącznikach pozwala na układanie rurociągu wzdłuż łuku o określonym promieniu. Kolejną rurę należy montować wzdłuż osi poprzedniej rury aż do styku boscgo końca rury z pierścieniem dystansowym łącznika, a następnie, o ile jest to niezbędne, odchylić w łączniku o określony kąt, pamiętając o nieprzekraczaniu jego dopuszczalnej wielkości. Wartości minimalnego promienia skutecznego krzywizny dla odcinków o długości 3 i 6 m podano w **tab. 9**. Stosując krótsze odcinki rur i dodatkowe łączniki, można uzyskać mniejsze promienie.



**Rys. 12** Faza na bosym końcu rury

DN	Kąt $\alpha$ [°]	H [mm]	L [mm]
$\leq 500$	20	2-4	$8 \pm 2$
$> 500 \leq 1000$	20	4-6	$13 \pm 3$
$> 1100 \leq 1500$	20	6-8	$19 \pm 3$
$> 1500 \leq 2555$	20	8-11	$26 \pm 4$
$> 2555$	20	11-15	$30 \pm 4$

**Tab. 6** Wymiar fazy w zależności od średnicy rur

DN	Siła łączenia [kN]
150	1,5
200	2,0
250	2,5
300	3,0
350	3,5
400	4,0
500	5,0
600	6,0
700	7,0
800	8,0
900	9,0
1000	10,0
1200	12,0
1400	14,0
1600	16,0
1800	18,0
2000	20,0
2200	22,0
2400	24,0
2500	25,0
3000	30,0
3600	36,0

**Tab. 7** Orientacyjne wartości siły łączenia w zależności od średnicy rur



Fot. 7 Mińsk, HES 5

Podobnie jak w przypadku rur również kształtki należy łączyć z rurami osiowo. W większości przypadków projekt rurociągu umożliwia umiejscowienie kształtek z wystarczającą dokładnością, bez potrzeby cięcia rur. Tam, gdzie wymagany jest wysoki stopień dokładności lokalizacji, można przyciąć odcinki rur i zmontować je, stosując dodatkowy łącznik. Standardowo kształtki dostarczane są z jednym łącznikiem. W przypadku gdy niezbędne jest wstawienie kształtki (trójnik, czwórnik) lub odcinka rury do istniejącego już rurociągu, zastosowanie standardowego łącznika typu FWC lub DC jest niemożliwe.

W takim przypadku najlepiej zastosować łączniki montażowe. Nie należy ich rozmontowywać, wystarczy poluzować śruby i nasunąć na bosy koniec rury. Taką operację ułatwi zastosowanie środka smarnego – takiego jak do montażu łączników FWC. Na końcach obu rur należy zaznaczyć linią głębokość osadzenia łącznika, umożliwiając jego centralne umieszczenie. Śruby łącznika należy dokręcić równomiernie, najlepiej przy użyciu klucza dynamometrycznego, szczególnie jeżeli na tabliczce znamionowej łącznika podane są zalecane wartości momentu dokręcającego.

Zwykle wartości te wynoszą:

DN 300 - 35 Nm

DN 400 - DN 1200 - 85 Nm.

Należy zadbać o to, by podczas dokręcania śruby pozostawały w równej do siebie pozycji, tzn. śruby należy dokręcać równomiernie. Jeżeli śrub jest więcej niż dwie, należy zacząć od śrub wewnętrznych.

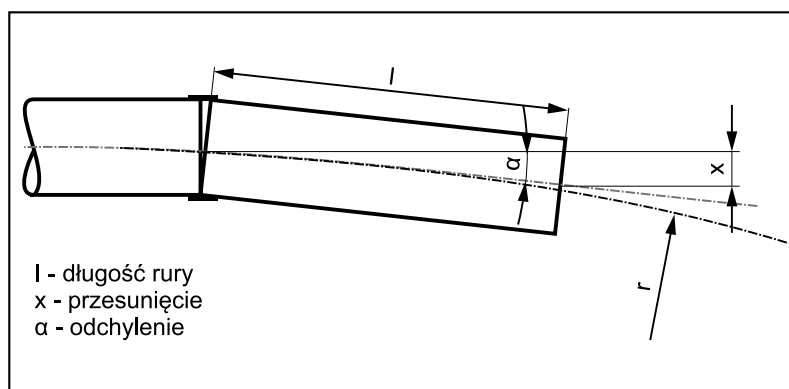
**Prawidłowość posadowienia każdej rury i kształtki powinna być skontrolowana za pomocą poziomicy ręcznej, niwelatora lub przyrządu laserowego. Nie wolno dokonywać korekt ułożenia poszczególnych części rurociągu przez uciskanie, przepychanie czy uderzanie ciężkimi przedmiotami.**

Średnica nominalna rury (mm)	Ciśnienie (PN) w barach			
	do 16	20	25	32
		Maksymalne odchylenie kątowe (deg)		
DN ≤ 500	3.0	2.5	2.0	1.5
500 < DN ≤ 900	2.0	1.5	1.3	1.0
900 < DN ≤ 1800	1.0	0.8	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	0.4	0.3	NA

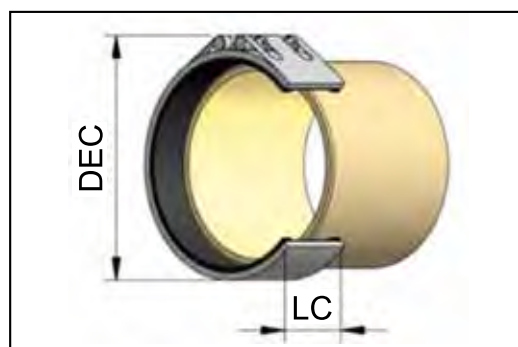
Tab. 8 Dopuszczalne odchylenie kątowe w łączniku

Długość rury, l (m)	6	3	2	1	6	3	2	1
Odchylenie, α (°)	Promień łuku, r (m)				Przesunięcie x (mm)			
0.5	688	344	229	115	52	26	17	9
1.0	344	172	115	57	105	52	35	17
1.5	229	115	76	38	157	79	52	26
2.0	172	86	57	29	209	105	70	35
2.5	137	69	46	23	262	131	87	44
3.0	115	57	38	19	314	157	105	52

Tab. 9 Dopuszczalne odchylenie kątowe w łączniku



Rys. 13 Schemat odchylenia kątowego w łączniku



Rys. 14 Łącznik montażowy



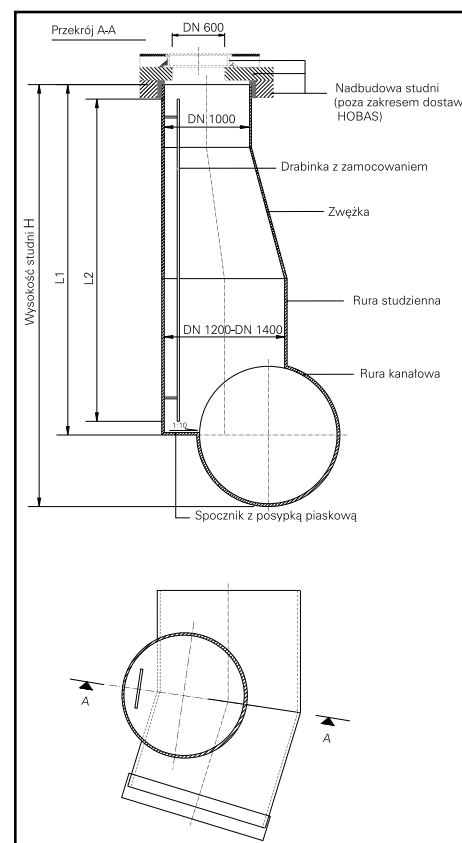


**Fot. 8** Warszawa, OŚ Czajka, studnia z dwoma kominami

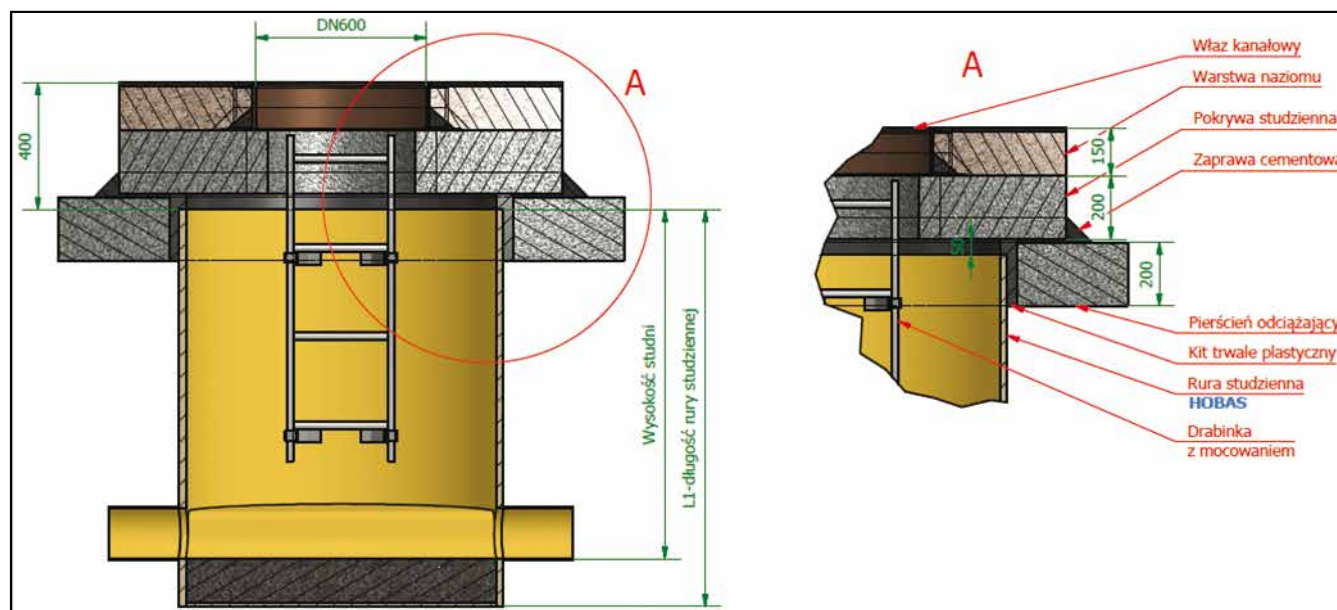
### Montaż studzienek

Standardowo studzienka składa się z podstawy i rury studziennej, ale przy niedużych wysokościach – do 3 metrów, stanowi jeden element. Dostępne są studzienki zintegrowane, wykonane z rur jak kształtka, lub standardowe jako kompletna studzienka. Rura studzienna może zawierać redukcję. Pozostałe elementy studzienek – czyli płyta odciążająca, płyta przykrywająca, właz oraz obetonowanie podstawy – nie stanowią elementów dostarczanych standardowo przez HOBAS®. Na załączonych rysunkach podajemy sugerowane rozwiązania techniczne. Dla studzienek, które będą poddawane obciążeniom ruchu drogowego, zaleca się zastosowanie pierścieni odciążających. Zapewniają one przeniesienie obciążeń na grunt i zabezpieczają przed niepożądanym osiadaniem włazu. Pierścień odciążający wraz z płytą przykrywającą i włazem stanowią integralną część podbudowy jezdni.

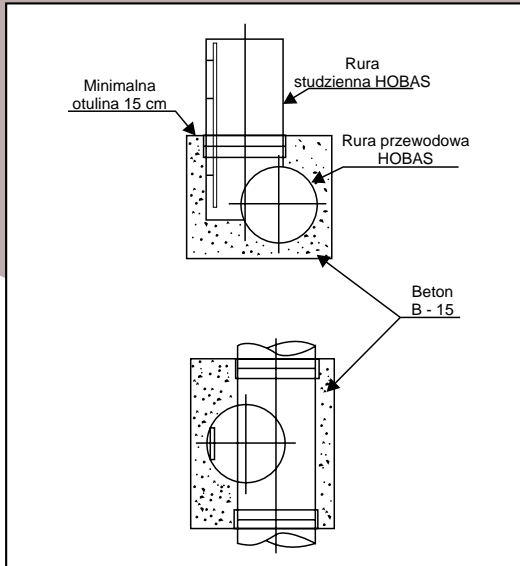
Posadowienie studzienek HOBAS® wykonuje się równie łatwo jak układanie rur. Ostatnia rura lub kształtka nie powinna być obsypana. Dla studzienek należy przewidzieć nieckę montażową, która wraz ze strefą spodnią powinna być tak przygotowana i zagęszczona, by wyeliminować



**Rys. 15** Studzienka zintegrowana

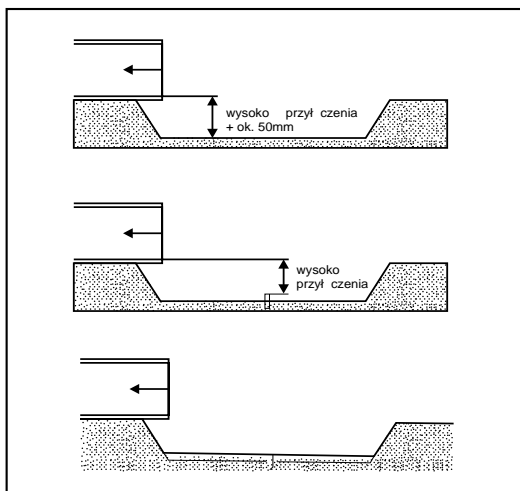


**Rys. 16** Studzienka standardowa typu A

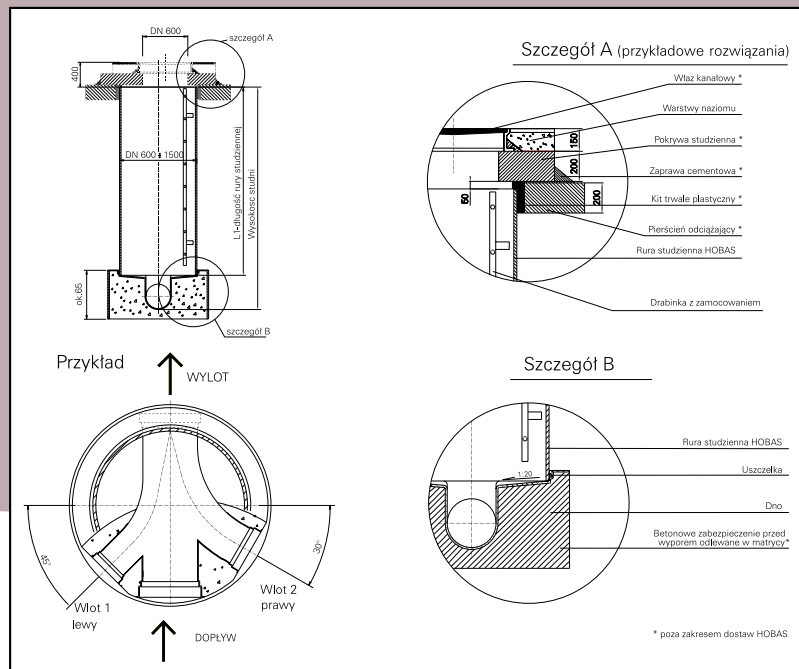


Rys. 17 Obetonowanie podstawy studzienki zintegrowanej

wać zróżnicowane osiadanie studzienki i rurociągu. Po sprawdzeniu wysokości przyłączenia wykonuje się tzw. warstwę spodnią (np. żwir/kruszywo 8/16) zwykle za pomocą listwy drewnianej i z uwzględnieniem właściwego zagęszczenia. Studzienki zintegrowane montuje się jak kształtki, a ich podstawę należy obetonować w wykopie. Studzienki standardowe typu A osadza się bezpośrednio na odpowiednio zagęszczonym dnie, wykonanym z gruntu



Rys. 19 Przygotowanie niecki montażowej dla studzienki



Rys. 18 Studzienka typu B

nośnego, albo na podłożu żwirowym. Większe studzienki fundamentuje się na podłożu z chudego betonu. Podstawę studzienki standardowej typu B należy obetonować na placu budowy przed jej posadowieniem w wykopie.

#### Obetonowanie podstawy studzienki zintegrowanej.

Podstawę studzienki zintegrowanej należy obetonować po jej ustawieniu w wykopie i połączeniu z rurociągiem, stosując mieszankę betonową przynajmniej klasy B15. Grubość otuliny betonowej należy ustalić na podstawie obliczeń konstrukcyjnych, zależnie od obciążeń występujących w danych warunkach posadowienia. Otulina betonowa winna obejmować część przepływową studzienki na całej jej długości, obejmując łączniki oraz w górę łącznik na rurze studziennej. Jeżeli łącznik na kominie nie występuje, to należy obetonować studzienkę do wysokości 500 mm nad rurę przewodową dla przepływu powyżej DN 700 i 150 mm dla przepływu do DN 700.

#### Obetonowanie podstawy studzienki typu B.

Prefabrykowane dno, w pozycji odwróconej, należy umieścić w szalunku kołowym lub wielokątnym dopasowanym do jego kształtu, ilości dopływów i średnicy. By zapobiec odkształceniu dna, kielichy przyłączeniowe

o średnicy większej od DN 200 należy rozprzeć za pomocą dopasowanych klinów drewnianych – co najmniej 3 kliny na długości ryny głównej. Po zamknięciu szalunku należy zalać dno płynnym betonem w jednym cyklu zalewania, a następnie beton zawibrować. Rozformowanie może nastąpić po upływie wymaganego czasu wiązania, odpowiedniego dla zastosowanej mieszanki betonowej wraz z dodatkami



Fot. 9 Studnia z przepływem niekołowym



Fot. 10 Studnia zintegrowana

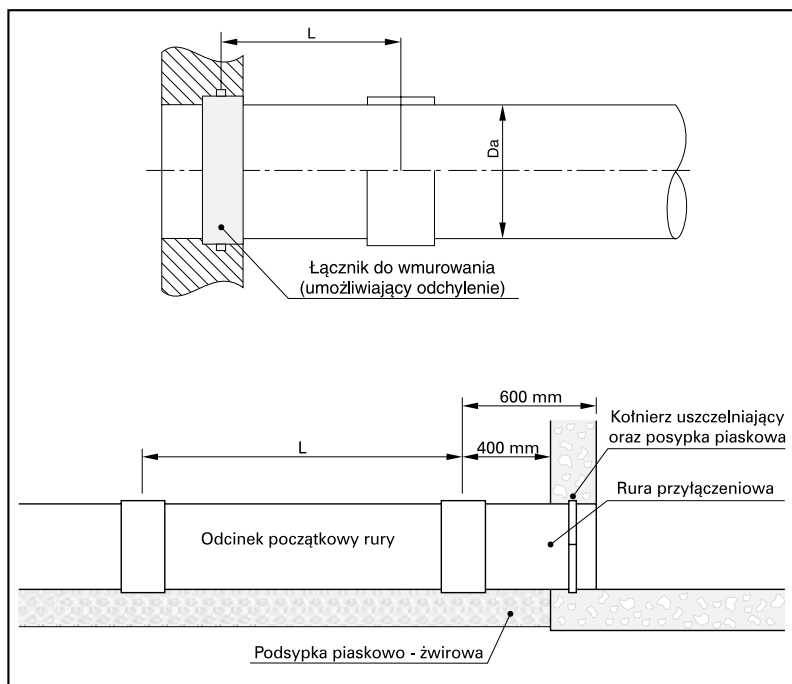
wiązującymi. Mieszanka betonowa powinna odpowiadać w każdym przypadku jakości B15. W przypadku studni dwuczściowych na posadowionej podstawie studzienki montuje się rurę studzienną z drabinką, osadzając ją w łączniku podstawy studzienki zintegrowanej lub w gnieździe z uszczelką podstawy studzienki standardowej. Przed zamontowaniem studzienki należy sprawdzić współosiowość króćca przyłączeniowego studzienki i przyłączanego odcinka rury. W razie konieczności dopasować poprzez zmianę grubości warstwy spodniej. Montaż studzienki należy wykonać zgodnie z zasadami montażu rur przy użyciu odpowiednich urządzeń, np. dźwigu.

Po posadowieniu studzienki należy sprawdzić następujące elementy:

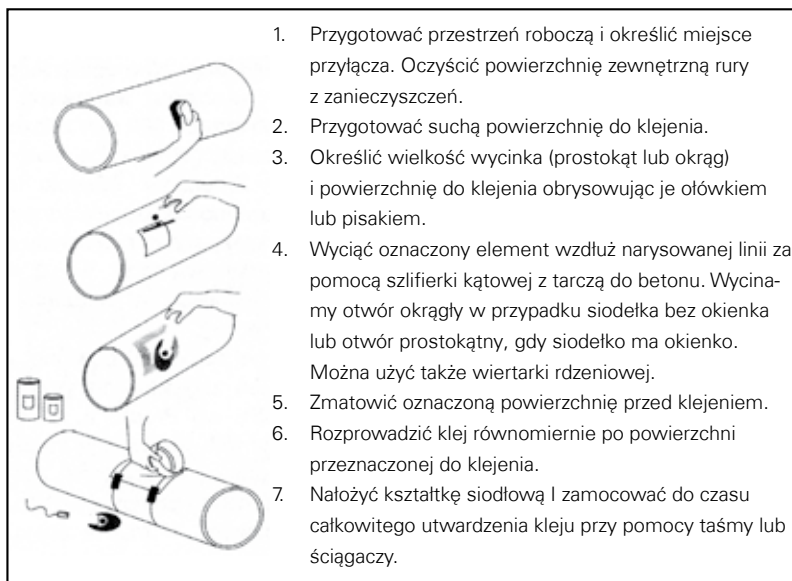
- właściwe osadzenie łącznika - szczelność,
- spadki dna,
- połączenie studzienki i rurociągu,
- bezpieczeństwo posadowienia.

W trakcie zasypywania wykopu należy wyeliminować jakiegokolwiek przemieszczanie podstawy studzienki. Z tego względu nie wolno wypełniać wykopu jednostronnie. Obsypywanie i posadowienie rur przyłączeniowych i studzienek powinno być wykonane w taki sposób, by nie dopuścić do różnego ich osiadania. Zaleca się, by przy łączeniu rurociągu ze studzienką, szczególnie jeżeli w miejscu zabudowy występują grunty grupy G3 i/lub G4, zastosować dodatkowy odcinek rury z łącznikiem, zwiększający elastyczność połączenia.

**W przypadku łączenia rur ze sztywnymi konstrukcjami budowlanymi, takimi jak komory, studnie, należy uwzględnić różnice w osiadaniu obiektów i rurociągu. Zaleca się wtedy zastosowanie dodatkowego odcinka rury z łącznikiem w miejscu połączenia o długości 1-2 m (zgodnie z PN-EN 1046).**

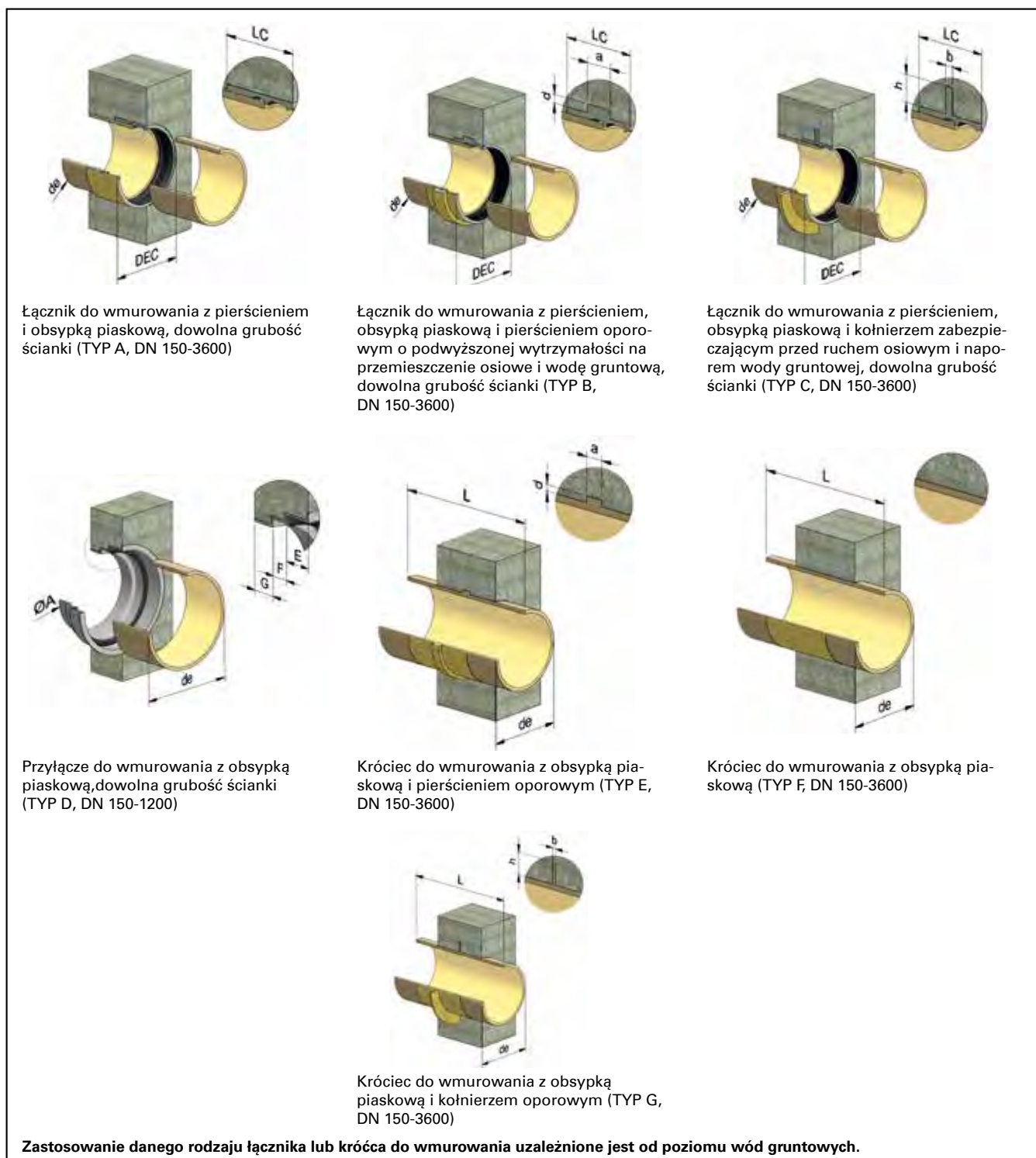


Rys. 20 Schemat instalacji studni z króćcem wybiegowym



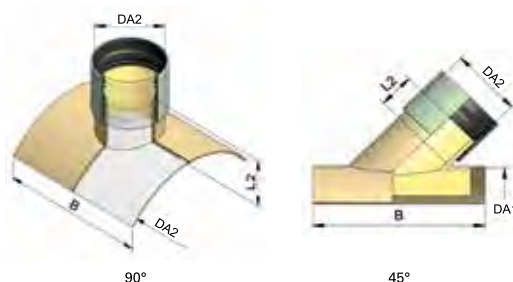
Rys. 21 Zasady montażu kształtki siodłowej





## Wykonanie przyłączy

Zasadniczo najlepiej wykonać odgałęzienie, stosując trójnik lub inną kształtkę. W takim przypadku należy wyciąć odcinek rury na istniejącym przewodzie i wprowadzić w to miejsce odpowiedni trójnik, a następnie połączyć go za pomocą wcześniej nasuniętych skręcanych łączników montażowych. Natomiast dzięki zastosowaniu kształtek siodłowych możliwe jest wykonanie na grawitacyjnym przewodzie głównym wlotów bocznych o małych średnicach. Produkowane są kształtki z okienkiem (zapewniające całkowite wyrównanie wewnętrznej powierzchni rury) lub bez okienka. Wloty boczne wykonuje się pod kątami  $45^\circ$  i  $90^\circ$  dla rur HOBAS®, PVC lub kamionkowych. Kształtki dostarczone są wraz z klejem. Montaż następuje w sposób i w kolejności pokazanej na rys. 21.



Rys. 23 Kształtki siodłowe HOBAS

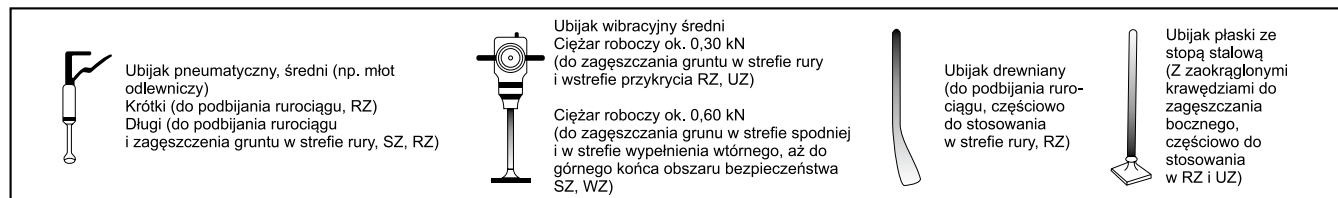


**Fot. 11 OŚ Wałbrzych, obróbka w strefie rury, 2009**



21

**Rys. 24 Przyrządy do zagęszczania obsypki rury**



Połączenie rur HOBAS® ze studniami, komorami, zbiornikami i innymi budowlami murowanymi bądź wylewanymi z betonu wykonuje się za pomocą łączników do wmurowania typu A, B, C lub 0 oraz przyłączy do wmurowania typu F, E, G. W przypadku rurociągów ciśnieniowych należy stosować odpowiednie przyłącza specjalnie dostosowane do instalacji ciśnieniowych. Ponadto istnieje możliwość wykonania specjalnych kształtek do wmurowania.

## Obróbka gruntu w strefie rury

Zасыpywanie wykopu należy wykonywać zgodnie z instrukcją projektanta lub według kolejności określonej przez inżyniera kierującego projektem. Obróbka gruntu w strefie rury to proces o decydującym wpływie na wytrzymałość rurociągu na obciążenia zewnętrzne. Wadliwie przeprowadzona obróbka gruntu może prowadzić do nadmiernych odkształceń przekroju rury i znacznego zmniejszenia żywotności rurociągu. W strefie rury zaleca się stosowanie nawiezionych materiałów niespoistych podatnych na zagęszczanie. Dopuszcza się stosowanie gruntów rodzimych, za wyjątkiem gruntów

należących do Grupy 4. Stosowany materiał do obsypki nie może zawierać dużych kamieni, gdyż te mogą uszkodzić rurę. Należy tak dobierać szerokość wykopu i grubości warstw zagęszczanego materiału, by urządzenia zagęszczające mogły bez problemu pracować w wykopie. Szczególną uwagę należy zwrócić na zagęszczenie gruntu w strefie wspierającej rury od spodu (w pachwinach rury). Materiał obsypki w strefie rury powinien być układany równomiernie po obu stronach rurociągu, warstwami o grubości od 100 mm do 300 mm – zależnie od rodzaju materiału i stosowanej metody zagęszczania. Zrzucanie obsypki na wierzch rury powinno być ograniczone do minimum. Nie należy zrzucić materiału na rurę z wysokości przekraczającej 2 m. Konieczne jest całkowite wypełnienie wykopu w strefie rury. W strefie bocznej rurociągu powinno się zapewnić stopień zagęszczenia przynajmniej  $D_{pr} = 95\%$  wg Proctora, o ile z obliczeń statycznych nie wynika inaczej. W celu uzyskania odpowiedniego zagęszczenia gruntu należy utrzymać wykop w stanie odwodnionym. W trakcie obsypywania rurociągu i zagęszczania gruntu nie można dopuścić do przemieszczeń poziomych i pionowych rur. Dlatego należy jednocześnie obsypywać i zagęszczać grunt po obu stronach rurociągu lub obciążyć rurociąg materiałem obsypki w sposób odcinkowy. W strefie podsypki należy wykonywać zagęszczanie ręcznie bądź używać lekkich zagęszczarek wibracyjnych (maksymalny ciężar roboczy 0,3 kN) lub lekkich zagęszczarek płytowych o działaniu wstrząsowym (maksymalny ciężar roboczy do 1 kN). Stopień zagęszczenia materiału obsypki i zasyпки w dużej mierze zależy od wybranej sztywności rury, obciążenia ruchem drogowym oraz głębokości wykopu.

Typ urządzenia zagęszczającego		Ciężar roboczy [kg]	Przydatność	V1* grubość warstwy [cm]	Ilość przejęć	Przydatność	V2* grubość warstwy [cm]	Ilość przejęć	Przydatność	V3* grubość warstwy [cm]	Ilość przejęć
1. Lekkie urządzenia zagęszczające (przewidziane do użycia w strefie przewodu)											
Ubijaki wibracyjne	lekkie	- 25	+	- 15	2 - 4	+	- 15	2 - 4	+	- 10	2 - 4
	średnie	25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	3 - 4	+	10 - 30	3 - 4
Ubijaki spalinowe	lekkie	- 100	o	20 - 30	3 - 4	+	15 - 25	3 - 5	+	20 - 30	3 - 5
Płyty wstrząsowe	lekkie	- 100	+	- 20	3 - 5	o	- 15	4 - 6	-	-	-
	średnie	100 - 300	+	20 - 30	3 - 5	o	15 - 25	4 - 6	-	-	-
Walce wibracyjne	lekkie	- 600	+	20 - 30	4 - 6	o	15 - 25	5 - 6	-	-	-
2. Średnie i ciężkie urządzenia zagęszczające (do użycia ponad strefą przewodu)											
Ubijaki wibracyjne	ciężkie	25 - 60	+	20 - 40	2 - 4	+	15 - 30	2 - 4	+	10 - 30	2 - 4
		60 - 200	+	40 - 50	2 - 4	+	20 - 40	2 - 4	+	20 - 30	2 - 4
Ubijaki spalinowe	średnie	100 - 500	o	20 - 40	3 - 4	+	23 - 35	3 - 4	+	20 - 30	3 - 5
	ciężkie	500	o	30 - 50	3 - 4	+	30 - 50	3 - 4	+	30 - 40	3 - 5
Płyty wstrząsowe	średnie	300 - 750	+	30 - 50	3 - 5	o	20 - 40	3 - 5	-	-	-
	ciężkie	750	+	40 - 70	3 - 5	o	30 - 50	3 - 5	-	-	-
Walce wibracyjne		600 - 8000	+	20 - 50	4 - 6	+	20 - 40	5 - 6	-	-	-

"+" zalecane; "o" w większości przypadków odpowiednie; "-" nieodpowiednie

\*V1 - grunty niespoiste i słabospoiste (np. piasek i żwir)

\*V2 - spoiste, uziarnienie mieszane (żwir i piasek z dużym udziałem gliny lub frakcji kamienistych)

\*V3 - grunty spoiste, drobnoziarniste (gliny i grunty organiczne)

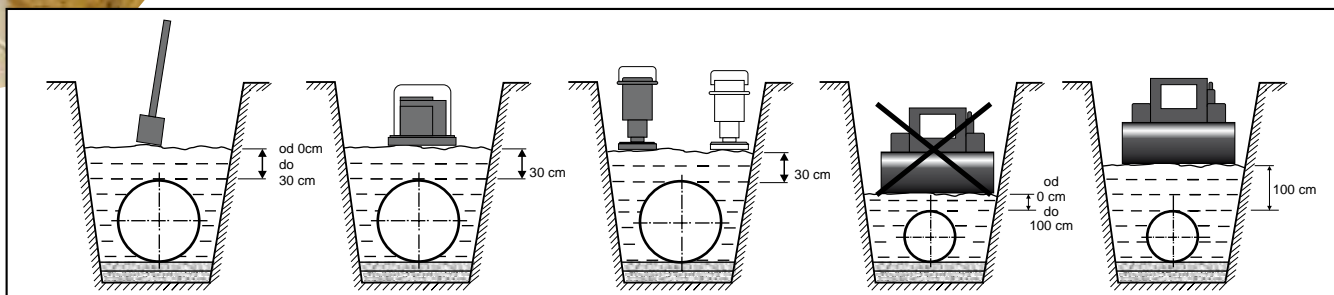
**Tab. 10 Zagęszczenie gruntu, grubości warstw i ilość przejęć zagęszczarki**



Fot. 12 Lotnisko Gdańsk

22

Rys. 25 Schemat obróbki gruntu nad strefą rury



Uzyskane parametry zagęszczonego materiału powinny odpowiadać parametrom określonym w obliczeniach statycznych. Takich obliczeń dokonuje się na etapie projektowania instalacji. Obliczenia sprawdzające mogą być wykonane przez pracowników Działu Technicznego Amiblu Poland Sp. z o.o.

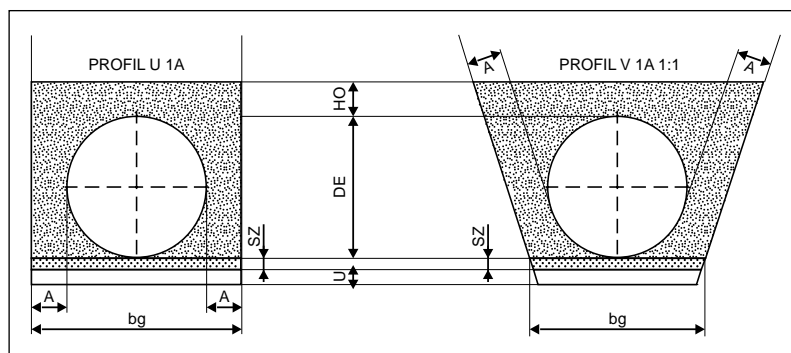
## Zasypywanie wykopu

Bezpośrednio nad strefą rury (RZ), gdzie grunt jest specjalnie zagęszczony, występuje strefa tworząca przykrycie (UZ). Wypełnianie i zasypywanie wykopu powinno następować warstwami o grubości zapewniającej z jednej strony bezpieczeństwo samego rurociągu, a z drugiej strony możliwość odpowiedniego zagęszczenia. Warstwa przykrywająca o grubości od 0,3 do 1,0 m nad wierzchołkiem rury może być zagęszczana za pomocą średniej wielkości zagęszczarek wibracyjnych (maksymalny ciężar roboczy 0,6 kN) lub za pomocą płytowych zagęszczarek wstrząsowych (ciężar roboczy do 5 kN). Średnie lub ciężkie urządzenia zagęszczające wolno stosować dopiero przy przykryciu powyżej 1 m. Zagęszczanie gruntu nad rurą za pomocą urządzeń katarowych czy łyżki koparki jest niedopuszczalne. Jeżeli podczas budowy mogą wystąpić obciążenia przekraczające normalnie występujące obciążenia w stanie po zabudowaniu, np. na skutek pracy ciężkich maszyn budowlanych, należy dokonać oddzielnych obliczeń statycznych dla tymczasowego stanu obciążeń. Szczególnie należy zadbać o to, by odpowiednio zagęścić zasypkę w pachwinach rury, a w strefie pierwotnej uzyskać wymagane projektem zagęszczenie. Elementy obudowy ścian wykopu powinny być wyciągane stopniowo, tak by możliwe było całkowite wypełnienie i zagęszczenie zwolnionej przestrzeni. Jest to szczególnie istotne przy posadowieniu rur na dużych głębokościach w gruntach spoistych i nawodnionych. O tym, czy elementy ścianki szczelnej mogą być

średnica nominalna	Średnica zewnętrzna rury	odstęp tłumiaczy	wysokość minimalnego przykrycia	Profil U 1A				Profil V 1A 1:1			
				minimalna szerokość dna	zapotrzebowanie materiału, bez dna	zapotrzebowanie materiału, warstwa podporowa	materiał wydobyty, bez dna	minimalna szerokość dna	zapotrzebowanie materiału, bez dna	zapotrzebowanie materiału, warstwa podporowa	materiał wydobyty, bez dna
DN [mm]	OD [mm]	A [mm]	HO [mm]	bg [mm]	m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup> /m	bg [mm]	(m <sup>3</sup> /m) x 10 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m	(m <sup>3</sup> /m) x 10 <sup>3</sup>
400	427	350	300	1127	0,73	0,16	0,88	827	0,84	0,12	0,98
500	530	350	300	1230	0,86	0,18	1,08	930	1,07	0,14	1,29
600	616	350	300	1316	0,97	0,21	1,27	1016	1,29	0,16	1,59
700	718	350	300	1418	1,11	0,24	1,51	1118	1,57	0,19	1,97
800	820	430	300	1680	1,57	0,30	2,10	1220	1,87	0,22	2,40
900	924	430	300	1784	1,75	0,34	2,42	1324	2,20	0,25	2,87
1000	1026	430	300	1886	1,92	0,38	2,75	1426	2,56	0,29	3,38
1100	1099	430	300	1959	2,05	0,41	3,00	1499	2,83	0,31	3,77
1200	1229	500	300	2229	2,67	0,49	3,85	1629	3,34	0,36	4,52
1400	1434	500	300	2434	3,09	0,58	4,71	1834	4,23	0,44	5,84
1500	1499	500	300	2499	3,23	0,62	5,00	1899	4,53	0,47	6,29
1600	1638	500	300	2638	3,53	0,69	5,64	2038	5,21	0,53	7,32
1800	1842	500	300	2842	3,99	0,80	6,66	2242	6,30	0,63	8,96
2000	2047	500	300	3047	4,47	0,91	7,76	2447	7,49	0,73	10,78
2160	2160	500	300	3160	4,74	1,00	8,41	2560	8,19	0,81	11,86
2200	2250	500	300	3250	4,96	1,04	8,94	2650	8,78	0,85	12,75
2400	2400	500	300	3400	5,34	1,16	9,86	2800	9,79	0,95	14,31
2555	2555	500	300	3555	5,74	1,26	10,86	2955	10,89	1,05	16,02
2800	3000	500	300	4000	6,94	1,52	14,00	3400	14,39	1,29	21,45
3600	3600	500	300	4600	8,69	2,12	18,86	4000	19,86	1,84	30,03

Tab. 11 Zapotrzebowanie materiału

odzyskane, decydują obliczenia statyczne wykonane według wytycznych ATV A 127 oraz normy PN-EN 1610:2002. Należy pamiętać, że procedura zastosowana przy obsypywaniu rurociągu decyduje o odporności rur na obciążenia. Brak wystarczającego zagęszczenia obsypki w strefie rury powoduje nadmierne odkształcenia przewodów kanalizacyjnych układanych na dużej głębokości.



Rys. 26 Schemat wykopu, profil U i V

## Sprawdzanie odkształceń przekroju rur

Jakość montażu rur sprawdza się poprzez pomiar ich odkształceń pionowych i poziomych. Zaleca się przeprowadzenie takiej kontroli. W przypadku rur o małych średnicach można zastosować przeciągany przyrząd pomiarowy. Jeżeli odkształcenie przekracza dopuszczalne granice, należy skonsultować się z pracownikiem Działu Technicznego Amiblu Poland Sp. z o.o. Zgodnie z wytycznymi ATV A 127 lub normy ISO 10425 ugięcie rury po jej zabudowaniu nie może przekraczać 4% średnicy (dla instalacji pod koleją jest to 2% lub 10mm). Zmierzone po 24 godzinach po zasypaniu wykopu ugięcie, które jest większe od dopuszczalnego, jest nieprawidłowe i nieakceptowalne, gdyż będzie miało wpływ na ugięcie długoterminowe, a w rezultacie na trwałość rury.

Grunt		Dopuszczalne odkształcenie wstępne rur ( $D_{def}$ ) zależne od przykrycia $H$ [m] i sztywności $SN$ [N/m <sup>2</sup> ]					
		SN 2500		SN 5000		SN 10000	
Grupa wg ATV A 127	Rodzaj gruntu	$H$ [m]	$D_{def}$ [%]	$H$ [m]	$D_{def}$ [%]	$H$ [m]	$D_{def}$ [%]
1	żwir i gruby piasek	4	4	8	4	12	4
2	piasek gliniasty lub piasek drobny	3	4	5	4	7	4
3	grunt mieszany	-	-	4	3,5	6	3,5
4	grunt miękki	-	-	-	-	4	3

**Tab. 12** Pionowa deformacja rury w zależności od rodzaju gruntu i sztywności nominalnej

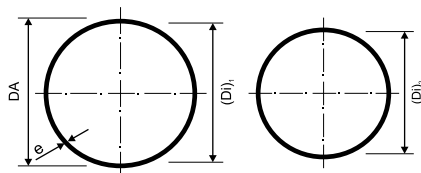
Dopuszczalne wstępne ugięcie rury, zależne od głębokości posadowienia i rodzaju gruntu, podano w powyższej tabeli. Dane z tabeli odnoszą się także do rur układanych w strefie wód gruntowych. Wartości te mogą być stosowane również w przypadku wykopów o wzmocnionych ścianach bocznych, jeżeli szalowanie usuwane jest po zasypaniu wykopu. W takim przypadku grunt w strefie rury należy zagęścić do 95% wg Proctora. Dla rur ciśnieniowych (SN 5000, 10000 N/m<sup>2</sup>) mają zastosowanie wszystkie dane określone dla rur bezciśnieniowych oraz obowiązuje ta sama interpretacja wartości liczbowych.

Pionową deformację rury wyrażoną w procentach określa zależność:

$$D_{def} = \frac{(Di)_1 - (Di)_2}{(Di)_1} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$$(Di)_1 = DA - 2e$$

$(Di)_2$  – powinna być zmierzona po zasypaniu wykopu.



## Próba szczelności

W celu ochrony gruntu i wód gruntowych przed skażeniem ściekami, a także zabezpieczenia kanalizacji przed napływem wód gruntowych i tym samym przed zbędnym jej obciążeniem, wszystkie przekazane do eksploatacji przewody bezciśnieniowe i studzienki rewizyjne podlegają próbie szczelności. Celem przeprowadzanych na rurociągach bezciśnieniowych prób jest sprawdzenie, czy rury zostały ułożone z odpowiednim spadkiem, czy będą gwarantowały odpowiedni przepływ oraz czy uzyskano odpowiednią szczelność wszystkich połączeń, elementów armatury i studzienek. W przypadku systemów bezciśnieniowych sprawdzeniu podlegają kolektory wraz ze studzienkami lub tylko poszczególne odcinki przewodów i pojedyncze węzły.

Rury HOBAS® dla systemów bezciśnieniowych mają klasę ciśnienia PN 1 (0,1 MPa). W przypadku zastosowania takich rur w instalacjach oczyszczalni ścieków, gdzie ciśnienie słupa cieczy nie przekracza 0,1 MPa, podlegają one próbie ciśnieniowej jak rurociągi ciśnieniowe.

## Przygotowanie do prób

Dokładna kontrola i nadzór podczas montażu gwarantują ułożenie rur wzdłuż zaprojektowanej trasy i z określonym spadkiem. Jeżeli nie podano inaczej, należy sprawdzić, czy wszystkie otwory, znajdujące się poniżej najwyższego punktu badanego odcinka rurociągu, zostały uszczelnione. Istnieje wiele sposobów tymczasowego uszczelniania, między innymi przez zastosowanie łączników zaślepiających, korków lub poduszek powietrznych. Zaślepkę odgałęzień mogą wymagać zastosowania rozpór (kotwieri) zapewniających przeciwstawienie się ciśnieniu hydrostatycznemu. Przewody niezasypane lub częściowo odkryte należy przed próbą szczelności odpowiednio zamocować i zabezpieczyć przed możliwością przemieszczeń.

### Wybór metody

Obecnie stosuje się dwie metody badania: próbę hydrostatyczną i niskociśnieniową próbę powietrzną. Wybór metody badania, czasu jej trwania oraz ciśnienia próbnego zależy od wymagań projektu lub obowiązujących norm i przepisów. Generalnie zaleca się wykonanie próby hydrostatycznej, lecz ostateczny wybór metody należy do projektanta i/lub wykonawcy. Przy wykonywaniu prób należy pamiętać o bezwzględnym stosowaniu przepisów BHP.

### Próba hydrostatyczna

Poddawany próbie rurociąg należy napęlniać powoli, bezciśnieniowo z jego najniższego punktu. Napęlnić należy do poziomu nie niższego niż 1 m powyżej naturalnego poziomu gruntu w najwyższym punkcie badanego odcinka, nie wyższego jednak niż 5 m w jego najniższym punkcie. W najwyższym punkcie badanego odcinka należy przewidzieć jego odpowietrzenie, przez

DN	DI	l/m
200	205	0,013
250	254	0,016
300	303	0,019
400	402	0,025
500	502	0,032
600	584	0,037
700	682	0,043
800	780	0,049
900	878	0,055
1000	976	0,061
1200	1171	0,074
1400	1367	0,086
1600	1562	0,098
1800	1757	0,110
2000	1954	0,123
2400	2292	0,144
3000	2867	0,180
3600	3442	0,216

Tab. 13 Dopuszczalne ilości uzupełnianej wody

które wydostanie się powietrze wypierane przez napływającą do rurociągu wodę. Po napęlnieniu rurociągu należy odczekać około 1 godziny, aby umożliwić usunięcie pozostałego powietrza. Resztki powietrza, które nie zostaną usunięte, przyjmą temperaturę wody, co w znacznym stopniu ograniczy zmiany objętościowe w przewodzie.

Wynik próby można uznać za pozytywny, jeżeli przez co najmniej 15 minut przy ciśnieniu 0,05 MPa (0,5 bar), mierzonym w najniższym punkcie badanego odcinka, nie wystąpi zauważalny przeciek. W czasie próby należy utrzymywać ciśnienie próbne, przy czym ilość uzupełnianej wody nie może przekraczać 0,02 l/m<sup>2</sup> zwilżonej wewnętrznej powierzchni rury. Dopuszczalne ilości wody w l/m rury dla rur o grubości ścianki odpowiadającej SN 10000 N/m<sup>2</sup> podano w tab. 12.

### Powietrzna próba szczelności

Stosując odpowiednie urządzenie, należy powoli wprowadzać powietrze aż do uzyskania ciśnienia 30 kPa (0,3 bar). Następnie należy utrzymywać ciśnienie przez co najmniej 15 minut. Jeżeli po upływie 15 minut nie wystąpi zauważalna nieszczelność systemu, należy przerwać dopływ powietrza. Jeżeli po upływie kolejnych 15 minut ciśnienie nie spadnie poniżej 25 kPa, wynik badania można uznać za pozytywny. Jeżeli jednak ciśnienie powietrza nie zostanie utrzymane w określonych granicach, należy ponowić dostarczanie powietrza oraz znaleźć i usunąć nieszczelność rurociągu. Próbę należy powtórzyć.

### Próba powietrzna podciśnieniowa

W szczególnych przypadkach możliwe jest przeprowadzenie próby szczelności rurociągu przy zastosowaniu podciśnienia powietrza. Próbę taką wolno przeprowadzić wyłącznie w obecności pracownika firmy HOBAS, który określi dopuszczalne podciśnienie dla zastosowanego rodzaju rur. Próba z wykorzystaniem podciśnienia powietrza ma wiele zalet, zwłaszcza gdy wymagane jest wielokrotne jej powtarzanie oraz w strefach wody pitnej. Przed przystąpieniem do prób należy zamknąć końcówki rur korkiem, łącznikiem zaślepiającym, króćcem kołnierзовym z kołnierzem ślepym lub poduszkami powietrznymi. Poduszki powietrzne należy napompować za pomocą pompki nożnej lub kompresora do ciśnienia nie przekraczającego 0,15 MPa (1,5 bar). Standardowo w badanym odcinku wytwarza się podciśnienie o wartości 0,05 MPa (0,5 bar), za pomocą pompy próżniowej. Po odczekaniu około 10 minut należy rozpocząć właściwą próbę. Polega ona na pomiarze odpowiednim przyrządem pomiarowym różnicy ciśnień między ciśnieniem atmosferycznym a podciśnieniem w rurociągu. Ponieważ w atmosferze występują wahania ciśnienia, przed pomiarami należy określić ich wartość za pomocą bardzo dokładnego barometru (dokładność odczytu 0,01 MPa). Można także porównać podciśnienie w rurociągu z podciśnieniem w izolowanym naczyniu wzorcowym. W zależności od średnicy nominalnej rury i czasu dopuszczalne są określone wzrosty ciśnienia w badanym odcinku.



## Układanie w gruncie rurociągów ciśnieniowych

Większość zagadnień związanych z układaniem rur bezciśnieniowych HOBAS® odnosi się również do rurociągów ciśnieniowych.

### Konstrukcja wykopu

Konstrukcja wykopu powinna być podobna do konstrukcji opisanej wcześniej dla rur bezciśnieniowych. Wykop należy wykonać zgodnie z zawartymi w projekcie parametrami trasy: szerokością i głębokością. Rurociągi ciśnieniowe generalnie nie wymagają głębokich wykopów, ponieważ z reguły ich spadki mogą przebiegać zgodnie z naturalnym ukształtowaniem terenu. Jest jednak wskazane, by zachowane zostały stałe spadki między wylotami do odwodnienia i oczyszczania a zaworami odpowietrzającymi.

### Przygotowanie, układanie i łączenie rur oraz kształtek

Przygotowanie, układanie i łączenie rur odbywa się w podobny sposób jak w przypadku rur bezciśnieniowych.

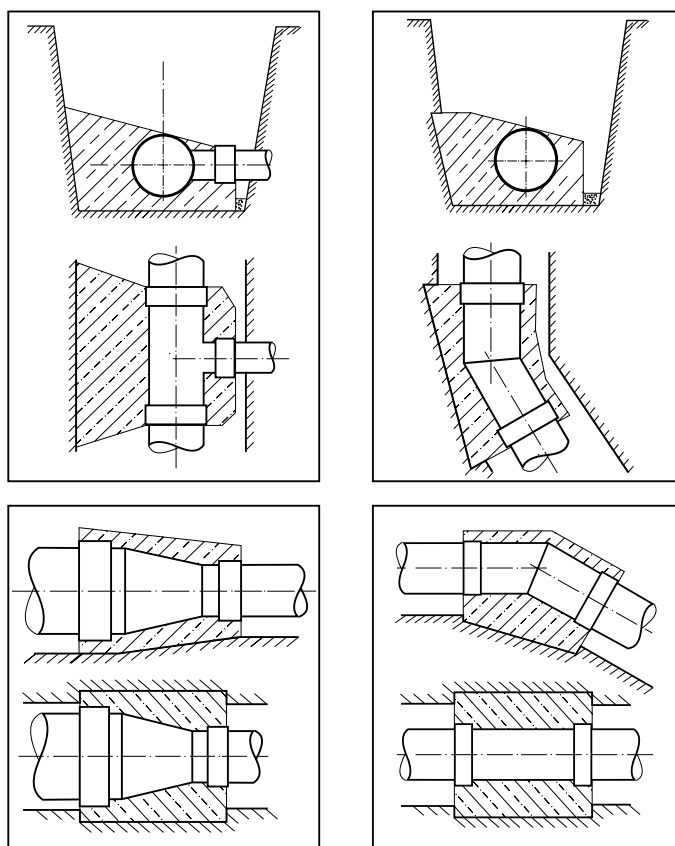
Wszystkie rodzaje dostarczanych przez HOBAS® kształtek (tzn. łuki, trójniki, króćce kołnierzone itp.) posiadają jedną końcówkę bosą umożliwiającą łatwe połączenie łącznikiem osadzonym na rurze.

Kształtki łączy się podobnie jak rury. Muszą być one łączone z rurami osiowo i zabezpieczone przed ewentualnym przesunięciem za pomocą bloków oporowych.

### Bloki oporowe

Na rurociągu, w miejscach gdzie następuje zmiana kierunku przepływającego pod ciśnieniem strumienia cieczy, należy wykonać bloki oporowe. Bloki oporowe mają za zadanie przejście sił powstających w kształtce (łuk, trójnik) w wyniku działania ciśnienia wewnętrznego. Wymiary bloków oporowych zależą od występujących sił oraz od wytrzymałości gruntu. Bloki oporowe należy wykonać zgodnie z projektem i wytycznymi projektanta instalacji.

Bloki oporowe wykonuje się zazwyczaj po częściowym zasypaniu i odpowiednim zagęszczeniu gruntu wokół i nad rurą aż do powierzchni terenu, na długości co najmniej jednego odcinka rury po obu stronach kształtki. Gwarantuje to odpowiednie unieruchomienie rur w sąsiedztwie kształtek i zapobiega przesuwaniu się rur lub armatury podczas wylewania betonu. Bloki oporowe powinny stabilnie opierać się o nienaruszony grunt. W niektórych przypadkach może być konieczne ręczne przygotowanie ścian wykopu lub usunięcie nadmiaru materiału. W przypadku gruntów nienośnych może okazać się niezbędne zastosowanie zabijanej ściany oporowej z profili stalowych. Siła parcia działa wzdłuż osi kształtki, dlatego blok oporowy powinien posiadać konstrukcję symetryczną w stosunku do tej linii. Bloki oporowe powinny być wykonane z betonu. Typowa mieszanka betonu składa się z 1 części cementu, 2 części piasku i 5 części żwiru. Przed rozpoczęciem prób ciśnieniowych rurociągu beton powinien dojrzewać przez co najmniej 7 dni. W przypadku zastosowania łuku w płaszczyźnie pionowej blok oporowy musi ważyć więcej, niż wynosi składowa pionowa parcia hydrostatycznego.



Rys. 27 Schemat obetonowania kształtek ciśnieniowych

## Przylączy o małym przekroju i odgałęzienia

Wykonywanie przylączy o małym przekroju (do  $\varnothing$  50 mm) do sieci pod ciśnieniem o średnicy DN 150 do DN 300 powinno odbywać się z zastosowaniem zatwierdzonego wzoru opasek, np. HAWLE. Opaska powinna być umieszczona na czystej powierzchni odsłoniętej rury. Należy zwrócić uwagę, by moment dokręcania śrub nie przekraczał 8 Nm. Standardowy rozmiar przylączy wynosi 50 mm dla przylączy głównych (króćce i zawory główne). Jeżeli potrzebne są przylączy o większej wydajności, zwykle stosuje się kilka 50 mm przylączy połączonych mostkami. W przypadku umieszczania kilku przylączy na jednej rurze odstęp między nimi powinien wynosić co najmniej 450 mm.

Jeżeli przylączy o większej średnicy ma zostać wykonane na istniejącym już przewodzie, należy wyciąć odcinek rury, wprowadzić w to miejsce odpowiedni trójnik i połączyć go z rurociągiem skręcanymi łącznikami montażowymi.

## Zasypywanie wykopu

Zasypywanie wykopu odbywa się podobnie jak w przypadku rur bezciśnieniowych. Ponadto, jeżeli rurociąg układany jest, na przykład, w terenie piaszczystym z wysokim poziomem wód gruntowych, należy tak sterować urządzeniami odwadniającymi, by zapewnić powolny napływ wód do strefy odwodnionej.

## Próba ciśnienia

Celem prób ciśnieniowych w terenie jest sprawdzenie, czy połączenie rur oraz elementy armatury są szczelne i czy bloki oporowe i konstrukcje wsporcze wytrzymują parcie, dla jakiego zostały zaprojektowane. Opisane czynności należy wykonać zgodnie z normą PN-92/B-10725 - Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania przy odbiorze; lub DIN 4279.

Rurociąg można testować w całości lub odcinkami. Wybór metody uzależniony jest od następujących czynników:

- długości rurociągu,
- dostępności wody,
- liczby połączeń do sprawdzenia,
- różnicy wysokości pomiędzy poszczególnymi częściami rurociągu,
- występowania odcinków rurociągu o różnym ciśnieniu i ewentualnie różnej klasie użytych rur.

Wybór długości odcinków do próby ciśnienia zależy od warunków miejscowych. Dla rurociągów o małych średnicach długość testowanych odcinków nie powinna przekraczać 500 m, a w przypadku rurociągów o dużych średnicach 1500 m. W przypadku poddania próbie rurociągu złożonego z rur o różnych ciśnieniach nominalnych PN (np. przy przekraczaniu doliny) należy zapewnić, by w żadnym punkcie ciśnienie próbne nie przekraczało wartości ciśnienia nominalnego rury o najniższym PN spośród zainstalowanych rur.

Próba powinna być próbą hydrostatyczną, podczas której ciśnienie wewnątrz rurociągu należy stopniowo zwiększać aż do uzyskania wybranego ciśnienia próbnego. Maksymalne zalecane ciśnienie próbne jest 1,5 razy wyższe od ciśnienia roboczego dla danej klasy ciśnienia rur. Przed rozpoczęciem próby należy sprawdzić, by ani zawory bezpieczeństwa, ani inne urządzenia nie były zabudowane, a cała armatura (czyli zawory, zasuwy, przepustnice) była otwarta na testowanym odcinku. Należy upewnić się, że ciśnienie próbne nie spowoduje przemieszczeń rurociągu. W przypadku połączeń przesuwnych lub kompensatorów bez ograniczników rurociąg na końcówkach, łukach, odnogach i odgałęzieniach należy solidnie zamocować i zabezpieczyć przed możliwością rozłączenia. Na prostych odcinkach wystarczające jest obciążenie rurociągu gruntem. Rura musi być oczywiście właściwie posadowiona i obsypana. Do próby ciśnienia należy użyć dwóch niezależnie od siebie działających przyrządów pomiarowych o odpowiedniej dokładności odczytu. Dokładność odczytu urządzenia pomiarowego dla zakresu ciśnień próbnych do 1 MPa powinna wynosić 0,01 MPa, a dla zakresu do 2,5 MPa powinna wynosić 0,02 MPa. Wskazane jest, by jeden z manometrów wyposażony był w samopiszące urządzenie rejestrujące, aby zachować dowód prawidłowego przebiegu próby.

Przed rozpoczęciem próby rurociąg musi być dokładnie odpowietrzony, tak by w najwyższych punktach nie występowało powietrze. W przypadku rurociągów wody pitnej do ich napełniania należy stosować wodę przeznaczoną do spożycia. W celu uniknięcia uszkodzeń rurociągu w trakcie napełniania nie należy przekraczać podanych w **tab. 13** prędkości napełniania.

DN	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
l/s	1,5	2	3	4	6	9	13	18	24	30	38

**Tab. 14** Dopuszczalne prędkości napełniania rurociągu w l/s

Próba ciśnienia składa się z próby wstępnej i właściwej. Celem czynności wstępnych jest wyhamowanie zależnych od ciśnienia wewnętrznego, czasu i temperatury zmian objętościowych, tak by uzyskane podczas próby właściwej wyniki jednoznacznie określały szczelność testowanego rurociągu. Temperatura rurociągu oraz użytej do przeprowadzenia próby wody powinna być ustabilizowana. Warunki takie uzyskuje się poprzez wytworzenie ciśnienia początkowego odpowiadającego 40% wartości ciśnienia próbnego i pozostawienie rurociągu w takim stanie na około 24 godziny przed rozpoczęciem badania.

Podczas próby właściwej ciśnienie nominalne rurociągu przyjmuje się według najmniejszego ciśnienia nominalnego wbudowanych na trasie badanych rur. Standardowo przyjmuje się, że ciśnienie próby wynosi 1,5 raza ciśnienia roboczego dla systemów o klasie ciśnienia  $\leq$  PN 10 oraz równe jest ciśnieniu robocznemu powiększonemu o 5 bar – dla systemów  $>$  PN 10. Równocześnie ciśnienie robocze nie może być wyższe od wartości ciśnienia nominalnego podanej w barach. Ciśnienie hydrostatyczne, określone w specyfikacji, powinno być utrzymane przez co najmniej jedną godzinę i przywracane co 10 minut. Można założyć dłuższy okres próby, przy czym zazwyczaj maksymalny czas wynosi 15 godzin. Podczas trwania próby należy mierzyć i zapisywać ilość wody wprowadzanej do rurociągu w celu utrzymania ciśnienia.

W przypadku stwierdzenia nieszczelności podczas próby należy próbę przerwać, usunąć nieszczelności i ponowić próbę. Próba ciśnieniowa odcinka rurociągu może być uznana za zakończoną z wynikiem pozytywnym, jeżeli:

- nie ulegnie uszkodzeniu żaden blok oporowy, blok mocujący, element armatury, zawór, łącznik lub inny element rurociągu,
- nie występują widoczne przecieki,
- zmierzona szybkość napełniania rurociągu nie przekracza dopuszczalnej wartości wynikającej z przyjętej w projekcie lub odpowiedniej normy, lub wyznaczonej z następującego wzoru:

$$Q = 0,14 \times D \times L \times H$$

gdzie:

Q - dopuszczalne tempo napełniania w [l/h];

D - średnica nominalna rury w [m];

L - długość testowanego odcinka rurociągu w [km];

H - średnia wysokość ciśnienia podczas próby ponad testowanym odcinkiem w [m].

Na końcu niniejszej broszury znajduje się propozycja protokołu z próby ciśnienia.

Ciśnienie próbne	Ciśnienie nominalne	
	PN $\leq$ 10	PN $>$ 10
na stanowisku próbnym	1,5-krotne najwyższe ciśnienie robocze <sup>1)</sup>	najwyższe ciśnienie robocze <sup>1)</sup> + 5 bar
w najniższym punkcie badanego odcinka	$< 1,5$ PN	$> 1,5$ PN
w najwyższym punkcie badanego odcinka	$> 1,1$ PN	$> 10$ bar
<sup>1)</sup> w przewodach grawitacyjnych odpowiada najwyższemu spoczynkowemu ciśnieniu robocznemu w sieci		
czas próby 1 h	dopuszczalny spadek ciśnienia 0,2 bar	

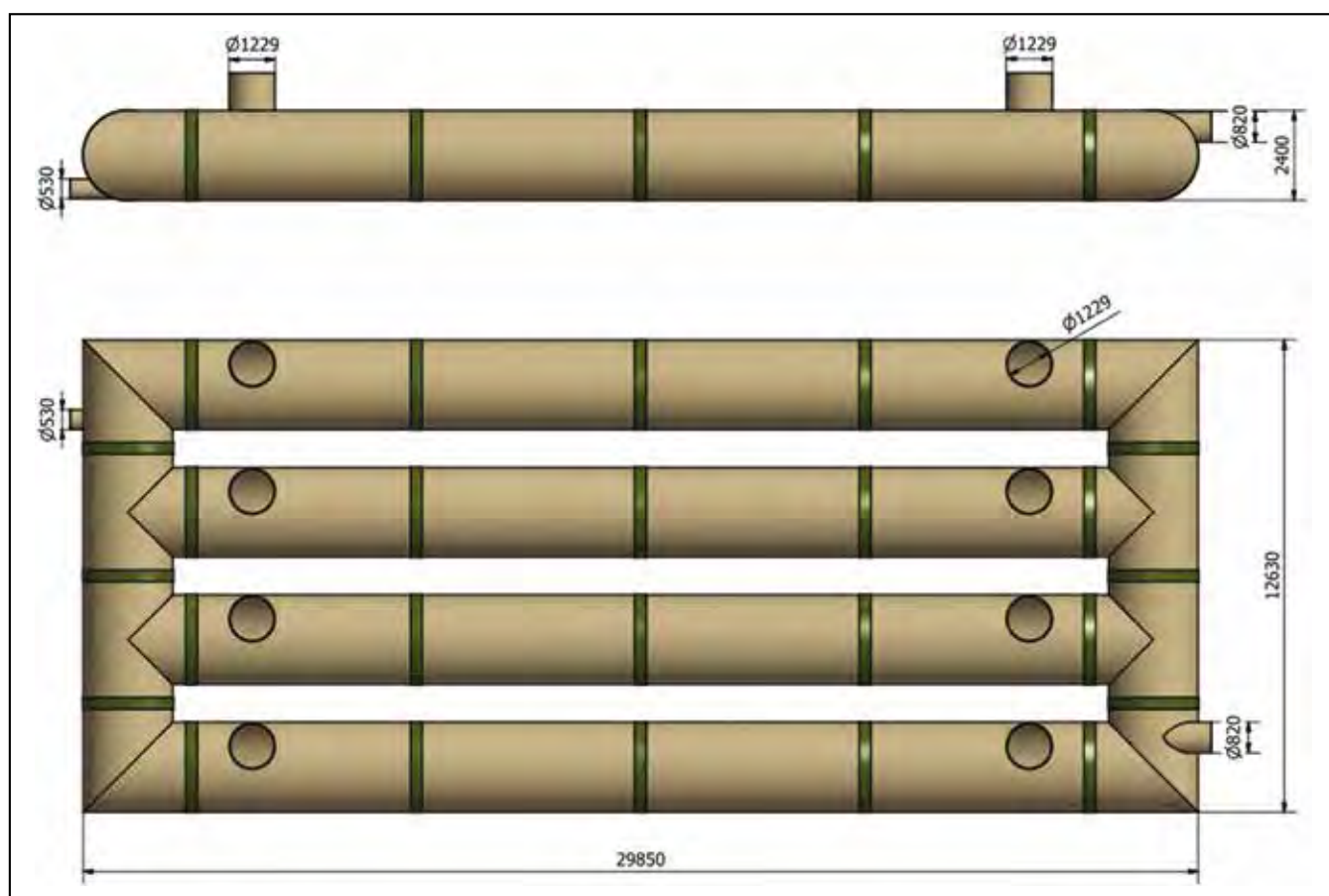
Tab. 15 Warunki prowadzenia próby ciśnieniowej





## Zbiorniki

Zbiorniki HOBAS stosowane są do magazynowania wód deszczowych, ścieków bytowych, wody pitnej, do celów przeciwpożarowych oraz w szeroko rozumianym przemyśle. Zbudowane są w oparciu o rury, kształtki i studzienki GRP. Najczęściej wykorzystywane są jako zbiorniki podziemne, natomiast z uwagi na całkowitą odporność na promienie UV mogą być również stosowane jako zbiorniki nadziemne. W zależności od pojemności, średnic zastosowanych rur oraz warunków terenowych, zbiorniki mogą mieć kształt pojedynczych nitek lub całych baterii.



Rys. 28 Przykład zbiornika z rur GRP HOBAS

## Projektowanie

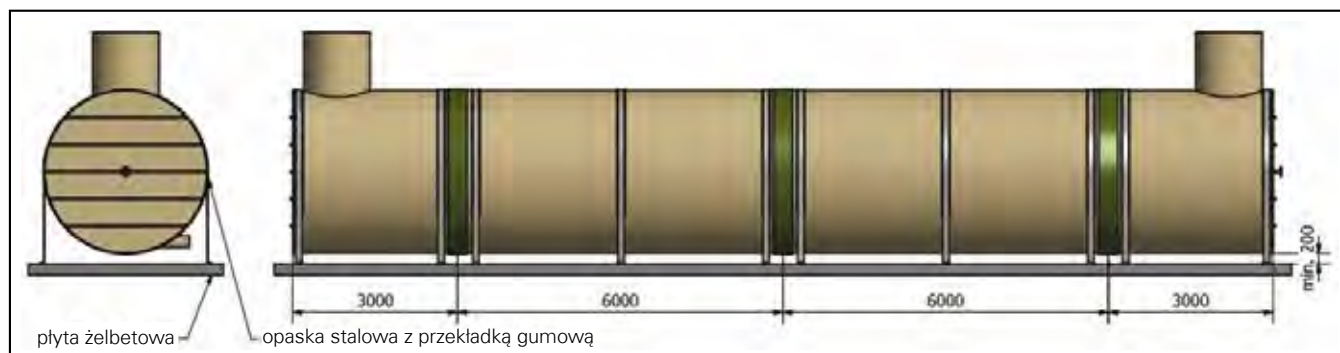
Szttywność obwodowa rur, z których zbudowane są zbiorniki, powinna być dobrana indywidualnie do każdego projektu, w oparciu o dane dotyczące obciążeń oraz warunków zabudowy. Klasa sztywności zależy m.in. od: głębokości posadowienia, wysokości zwierciadła wody gruntowej ponad niweletą, wielkości obciążeń komunikacyjnych, rodzaju materiału zastosowanego do wykonania obsypki oraz sposobu jej wykonywania.

W przypadku występowania wody gruntowej konieczne jest sprawdzenie sił wyporu oraz dobór ewentualnego zabezpieczenia rur. Rodzaj zabezpieczenia rur przed wyporem musi być dobrany przez uprawnionego do tego projektanta, z uwzględnieniem warunków projektowych.

## Montaż

Zasadniczo zasady montażu zbiorników HOBAS są takie same jak samych rur. W przypadku baterii odległość pomiędzy poszczególnymi nitkami powinna umożliwić uzyskanie parametrów zagęszczenia zgodnie z projektem. Najczęściej przyjmowaną wartością jest 1 m.

Zabezpieczenia zbiorników przed wyporem można wykonać poprzez zastosowanie płyty balastującej. Każdorazowo posadowienie zbiornika powinno być zgodne z projektem technicznym. W przypadku układania zbiorników na płycie żelbetowej konieczne jest wykonanie na płycie warstwy podsypki o grubości min. 20 cm. W celu zamocowania rur do płyty stosowane są taśmy stalowe lub z tworzywa sztucznego. Szerokość opaski stalowej powinna wynosić min. 100 mm. Pomiędzy opaskę stalową a rurę należy zastosować podkładkę gumową o grubości ok. 5 mm. Taśmy montuje się najczęściej co 3 m, przy czym w przypadku wykonania zbiornika z rur połączonych łącznikami FWC opaska powinna być umieszczona w miejscu łącznika lub po obu jego stronach.



**Rys. 29** Przykład posadowienia zbiornika na płycie żelbet



## Rurociągi podwójne

Z uwagi na swoje znakomite własności systemy rur podwójnych HOBAS® cieszą się wciąż rosnącym zainteresowaniem, szczególnie na terenach chronionych i w obrębie ujęć wody przeznaczonej do spożycia. Dostarczane na budowę rury podwójne są częściowo zmontowane.

### Montaż

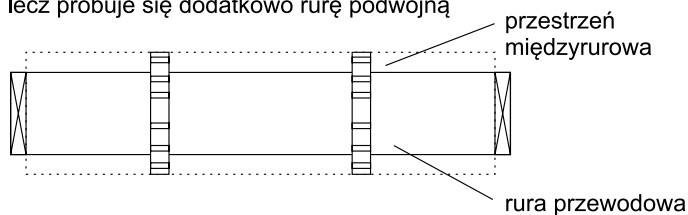
Zamontowanie rury przewodowej ciśnieniowej lub bezciśnieniowej wewnątrz rury osłonowej następuje z użyciem pierścieni ślizgowych. W celu zapewnienia zdolności rury podwójnej do przeniesienia obciążeń statycznych na każdy 6-metrowy odcinek rury należy przewidzieć przynajmniej dwa pierścienie ślizgowe.

W szczególnych warunkach zabudowy oraz z uwagi na zróżnicowaną wytrzymałość różnych typów pierścieni ślizgowych konieczne może być zastosowanie większej liczby niż standardowych dwóch pierścieni ślizgowych na długości 6 metrów. Zasadniczo układanie rur podwójnych odbywa się w ten sam sposób jak rur pojedynczych. Jedynie w trakcie łączenia należy przestrzegać zasady, że najpierw łączona i sprawdzana jest rura przewodowa, a potem rura osłonowa.

### Próba szczelności lub ciśnieniowa

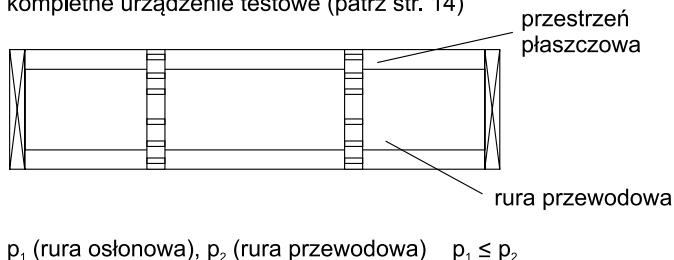
Próbie szczelności lub próbie ciśnieniowej poddaje się jedynie rurę przewodową. Jeżeli konieczne jest poddanie przestrzeni między rurami próbie ciśnieniowej, bez napełniania rury przewodowej, to ze względu na wywołane wówczas na nią obciążenie należy zwracać uwagę, by powstałe naprężenia gnące i wyboczenie nie przekroczyły wartości dopuszczalnych. Najlepiej poddać próbie ciśnieniowej najpierw tylko rurę przewodową, a następnie obie rury jednocześnie. Wtedy w rurze przewodowej i w przestrzeni między rurami wystąpi takie samo ciśnienie. W przypadku wątpliwości należy skontaktować się z pracownikami Działu Technicznego Amiblu Poland Sp. z o.o.

jak przy próbie szczelności rur pojedynczych, lecz próbuje się dodatkowo rurę podwójną

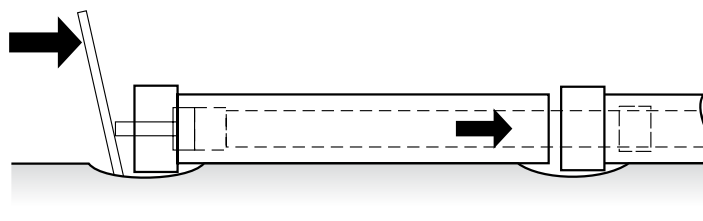


Rys. 30 Próba rury przewodowej

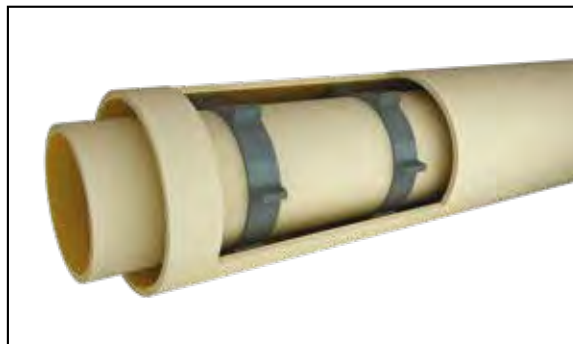
jak wyżej, lecz próbuje się obie rury; kompletne urządzenie testowe (patrz str. 14)



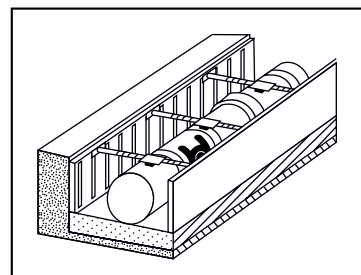
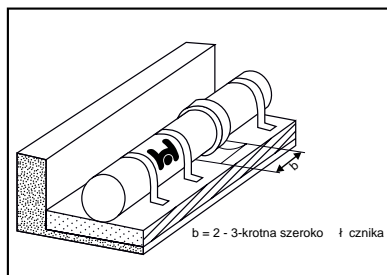
Rys. 31 Próby przestrzeni międzyrurowej



Rys. 32 Montaż rur podwójnych



Rys. 33 Rura podwójna w przekroju



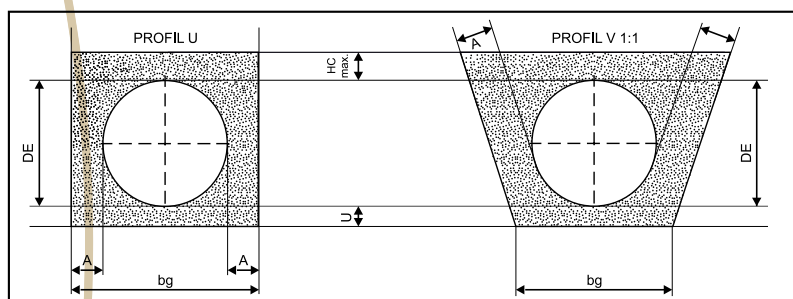
**Rys. 34** Przykłady dodatkowych zabezpieczeń rurociągu przed wypłynięciem podczas obetonowania

## Rurociągi obetonowane

W niektórych przypadkach konstrukcja instalacji wymaga, by rurociąg był obetonowany. Wymagania takie mogą dotyczyć instalacji o bardzo dużym spadku, np. w górach lub przy działaniu sił wyporu wód, szczególnie przy posadowieniu w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników wodnych i rzek. Wszystkie rury HOBAS® nadają się do obetonowania, i to bez stosowania jakichkolwiek osłon. W pierwszej kolejności należy wykonać odpowiednie podłoże. Wykop przygotowuje się tak jak przy rurach układanych bezpośrednio w gruncie. Następnie wykonuje się betonowy spód. Montaż rur i kształtek przeprowadza się również tak jak w przypadku rurociągów układanych w gruncie. Zasadniczo rura nie powinna spoczywać bezpośrednio na podłożu betonowym, lecz powinna być ułożona na betonowych podstawkach o wysokości 5-10 cm. Zaleca się również zastosować, przynajmniej co 2 m, stalowe obejmy, które będą mocowały rurę do podłoża, zabezpieczając ją przed wypłynięciem podczas zalewania betonem. W wykopach z szalowaniem, podczas obetonowania rur o średnicy do DN 400, wzdłuż całej długości rurociągu można zastosować drewniane klíny, które spełnią tę samą rolę. Drewniane klíny usuwa się po zalaniu i zawibrowaniu betonu. Beton okrywający może być podawany maszynowo. Należy wówczas nakładać go jednocześnie na obie strony rury. Przy podawaniu betonu z pompowych agregatów betonarskich należy zachować dodatkowe środki ostrożności. W tej sytuacji mogą okazać się konieczne dodatkowe zabezpieczenia rurociągu przed wypłynięciem, a nawet zastosowanie rur o większej sztywności. Przy montażu przewodów obetonowanych można posilkować się wskaźnikowymi czasami montażu i wskaźnikowym zapotrzebowaniem betonu, które podano w **tab. 15**.

średnica nominalna DN [mm]	średnica zewnętrzna rury OD [mm]	wysokość obetonowania c [mm]	grubość obetonowania (odstęp tłumiący) A=U [mm]	0,25 (OD + 2c) HC max [mm]	Profil U			Profil V 1:1		
					minimalna szerokość dna bg [mm]	zapotrzebowania materiału, bez dna m³/m	materiał wydobyty, bez dna m³/m	minimalna szerokość dna bg [mm]	zapotrzebowania materiału, bez dna (m³/m) x 10³	materiał wydobyty, bez dna (m³/m) x 10³
400	427	100	350	157	1127	0,91	1,05	827	0,95	1,09
500	530	100	350	183	1230	1,09	1,31	930	1,20	1,42
600	616	100	350	204	1316	1,24	1,54	1016	1,42	1,72
700	718	100	350	230	1418	1,44	1,84	1118	1,72	2,12
800	820	100	430	255	1680	2,00	2,53	1220	2,31	2,84
900	924	100	430	281	1784	2,25	2,92	1324	2,68	3,36
1000	1026	100	430	307	1886	2,50	3,32	1426	3,08	3,90
1100	1099	110	430	330	1959	2,69	3,64	1499	3,38	4,32
1200	1229	120	500	367	2229	3,49	4,67	1629	4,27	5,46
1400	1434	140	500	429	2434	4,14	5,75	1834	5,29	6,90
1500	1499	150	500	450	2499	4,36	6,12	1899	5,63	7,39
1600	1638	160	500	490	2638	4,83	6,93	2038	6,39	8,50
1800	1842	180	500	551	2842	5,56	8,22	2242	7,60	10,27
2000	2047	200	500	612	3047	6,34	9,62	2447	8,92	12,21
2160	2160	216	500	648	3160	6,79	10,45	2560	9,69	13,35
2200	2250	220	500	673	3250	7,15	11,12	2650	10,33	14,30
2400	2400	240	500	720	3400	7,79	12,31	2800	11,43	15,95
2555	2555	256	500	767	3555	8,46	13,59	2955	12,63	17,75
2800	3000	280	500	890	4000	10,50	17,56	3400	16,39	23,45
3600	3600	360	500	1080	4600	13,65	23,83	4000	22,22	32,39

**Tab. 16** Wytyczne do wykonania obetonowania rury



**Rys. 35** Schemat wykopu - profil U i V



## Rurociągi nadziemne

### Rurociągi nadziemne prowadzone na podporach

W wielu przypadkach rurociągi przebiegają nad powierzchnią gruntu. Zasadniczo odległości między podporami, konstrukcje i rodzaje podpór oraz sposób mocowania rur określone są przez projektanta. Również projekt wyznacza sposób mocowania kształtek w miejscach zmiany kierunku rurociągu. Niemniej jednak, by prawidłowo zmontować taki rurociąg, należy przestrzegać niżej opisanych zasad.

Przy odległościach między podporami wynoszącymi 3 m należy stosować na przemian mocowania do podpór – przesuwne i nieprzesuwne, przy czym mocowania nieprzesuwne powinny być wykonane na łącznikach rur. W przypadku rurociągów o większych średnicach mogą być stosowane podpory pojedyncze (jedna obejma, z mocowaniem rury w odległości około 0,5 m po obu stronach łączników) lub podwójne. Między rurą a obejmą mocującą należy zawsze stosować przekładki elastyczne z materiału o grubości około 5 mm i twardości 45-50° Shore'a, np. EPDM.

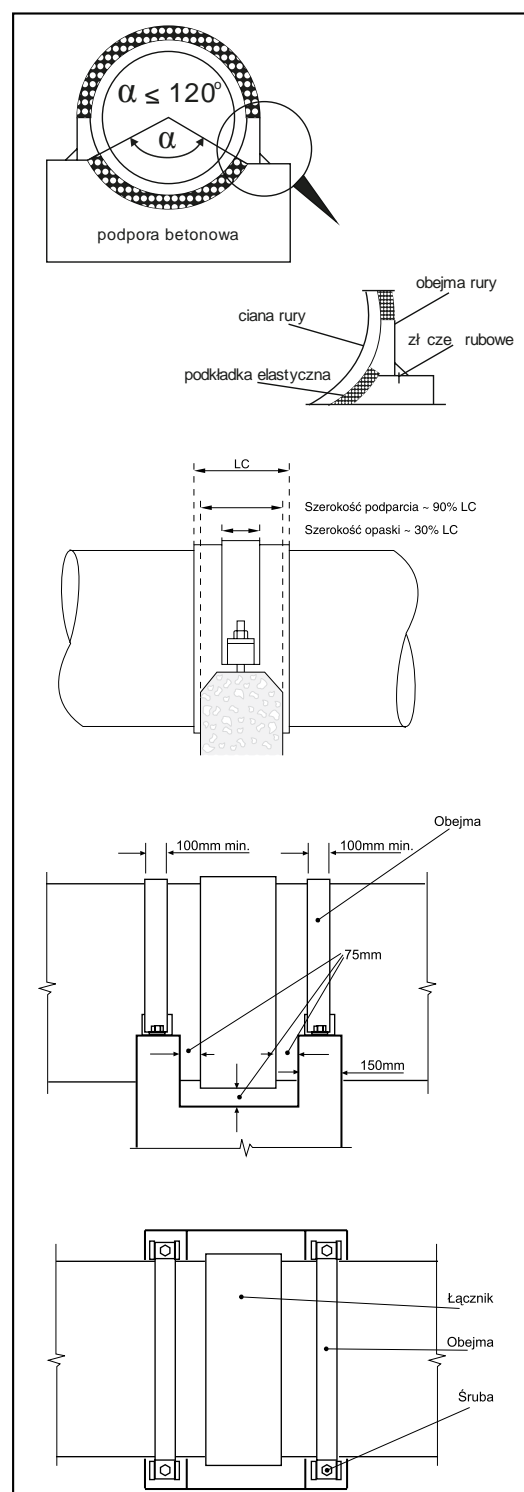


Fot. 13 Chorzów, KO Legnicka



Fot. 14 Sosnowiec, OŚ Radocha

Mimo że zakres zmian temperatury otoczenia nad powierzchnią gruntu jest dużo większy niż pod jego powierzchnią, to ze względu na małą rozszerzalność cieplną materiału rur HOBAS® zmiana ich długości (ograniczona długość rur do 6 m) może być skompensowana w łącznikach. Zaleca się rozpiętość między podporami w odstępach 3 m. Jednakże każdorazowo odległość ta powinna zostać indywidualnie dobrana.

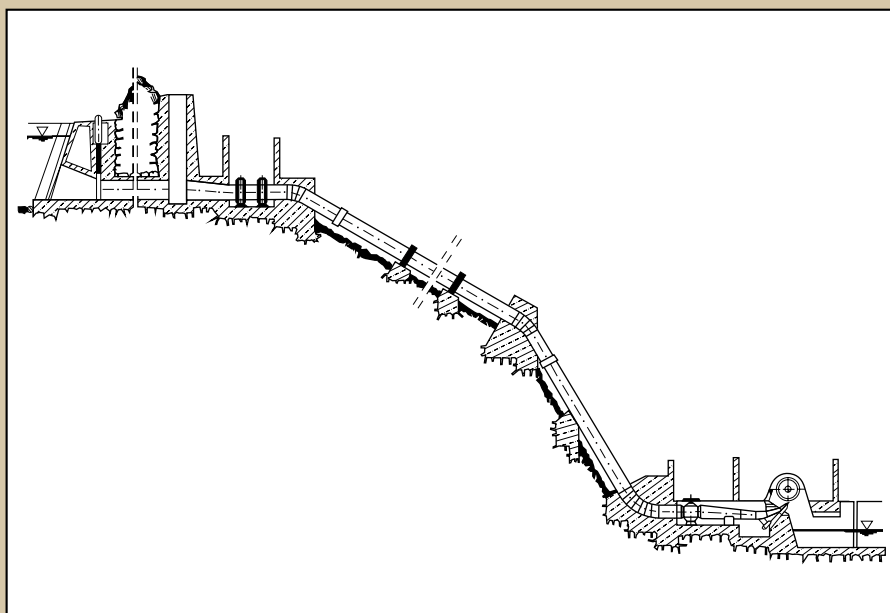


Rys. 36 Przykłady zamocowań rurociągów nadziemnych

## Rurociągi podziemne o dużym spadku

W przypadku układania rur ze spadkiem większym niż 10% konieczne jest zastosowanie betonowych przegród. Ich konstrukcja umożliwia przenoszenie obciążeń ślizgowych z rur poprzez powierzchnię nośną na nienaruszony grunt poza wykopem, zabezpiecza warstwy podporowe gruntu przed wymywaniem, a rurociąg przed obsuwaniem. Konstrukcja, wielkość oraz odległość między betonowymi przegradami zależą od wielu czynników i warunków, dlatego przegrody muszą być wykonane dokładnie według wytycznych projektu instalacji. Ponieważ wykopy pod rurociągami o nachyleniu przekraczającym 25% są podatne na erozję, wywołaną przez wody powierzchniowe i gruntowe, ważne jest ograniczenie przepływu wody wzdłuż świeżo zasypanego wykopu. Ograniczenie takie można uzyskać dzięki przegradom – w postaci worków polietylenowych wypełnionych ziemią, które należy ułożyć ciasno wokół rury, w odpowiednich odstępach, do wysokości 30 cm powyżej rury.

Gdy spadek rury jest szczególnie duży lub tam, gdzie nie można uzyskać minimalnego przykrycia (na przykład na skrzyżowaniach dróg), jako alternatywę dla przegród stosuje się zasypkę stabilizowaną cementem. Stabilizowaną zasypkę najlepiej przygotować w betoniarni, w proporcji: jedna część objętościowa cementu na 16 części objętościowych piasku i taka ilość wody, która wystarczy do uzyskania jednolitej mieszanki o konsystencji mokrej ziemi. Można również zastosować żwir drogowy zawierający 6% wagowych cementu. Tak przygotowaną zasypkę należy zasypać wykop – 15-centymetrowymi, starannie zagęszczonymi warstwami.



Rys. 37 Przykłady instalacji rurociągu podziemnego o dużym spadku



## Renowacja rurami o profilu kołowym

Metoda ta polega na wprowadzeniu do istniejącego rurociągu, niekoniecznie o przekroju kołowym, rur HOBAS® o odpowiednich parametrach technicznych. Zależnie od wymagań projektu renowacji zastosować można rury z łącznikami typu FWC, DC lub z łącznikami o tej samej średnicy zewnętrznej co rura. Przestrzeń między rurą nową a rurą poddawaną renowacji wypełniana jest najczęściej odpowiednią zaprawą. O zastosowaniu wypełnienia decyduje projektant na podstawie analizy rodzaju i stanu technicznego naprawianej instalacji. Jeżeli warunki hydrauliczne pozwalają, renowacja kanałów może być prowadzona przy przepływie ścieków. Każdorazowo przed przystąpieniem do renowacji istniejący rurociąg musi być wyczyszczony i sprawdzony tak, by uniknąć zablokowania wprowadzanej do niego rury.

W celu wyeliminowania trudności związanych z połączeniem ze sobą rur odkształconych po długotrwałym składowaniu zaleca się po dostarczeniu rur w docelowe miejsce rozpięcie stalowych opasek transportowych. W szczególnych przypadkach zaleca się również, aby ok. 24 godziny przed planowaną instalacją rozpakować rury oraz przetoczyć na równym, wolnym od kamieni podłożu. Proces ten wspomaga powrót rur do pierwotnego kształtu, po ewentualnej owalizacji będącej wynikiem obciążenia rur w czasie transportu i składowania w paletach. Przy renowacji krótkimi odcinkami rur HOBAS® istnieje możliwość ich wprowadzania przez istniejące komory studzienek. Natomiast w przypadku renowacji przy użyciu rur o pełnej długości – równej 6 metrów, należy wykonać wykop operacyjny odkrywający do połowy średnicy istniejącego rurociągu i wyciąć jego fragment o długości umożliwiającej wprowadzenie

nowych rur. Montaż rur HOBAS® należy wykonać przez łączenie kolejnych rur w odkrytym wykopie i następnie przeciskanie wewnątrz naprawianej rury. Po wykonaniu montażu, na odcinku wykopu operacyjnego, wykonuje się na wprowadzonej rurze HOBAS® betonową otulinę o grubości zgodnej z zewnętrznym wymiarem naprawianego rurociągu i zasypuje warstwami, zagęszczając zasypkę jak przy układaniu rur w wykopie.

Alternatywną metodą jest wykonanie wykopu z całkowitym wycięciem fragmentu rurociągu i wciskanie rur za pomocą urządzenia hydraulicznego. Renowacje przewodów o mniejszych średnicach wykonuje się poprzez wciąganie z komory startowej (studzienki), za pomocą liny stalowej, odcinków rur HOBAS® o odpowiedniej długości. Rury o średnicach powyżej DN 800 mogą być wprowadzane pojedynczo i łączone wewnątrz istniejącego rurociągu. Taki sposób zalecany jest tylko w takim przypadku, gdy istnieje możliwość kontroli prawidłowego połączenia rur w łącznikach. W przypadku dużych średnic rury HOBAS® wprowadza się za pomocą specjalnego przyrządu/wózka, który umożliwia również łączenie rur. Warto wtedy skorzystać z dźwigu, aby wprowadzić rury do naprawianego rurociągu, a następnego dnia wykonać już tylko ich łączenie korzystając ze wspomnianego wyżej przyrządu.

Wprowadzanie rur HOBAS® do istniejącego rurociągu należy wykonać, jeżeli to możliwe, poprzez przesuwanie ich na pierścieniach dystansowych (płozach) lub stosując różnego rodzaju wózki transportowe. Pierścienie dystansowe umożliwiają pozostawienie przestrzeni między rurami bez wypełnienia, co może być wymagane przy renowacji rurociągów ciśnieniowych. Jeżeli do istniejącego przewodu wprowadzana jest rura HOBAS® znacznie mniejszej średnicy, np. do DN 1500 wprowadzana jest rura DN 800, to zalecane jest wykonanie podłoża betonowego i przymocowa-

Fot. 17 Kaliningrad, komora podawcza, DN 1000 PN 6





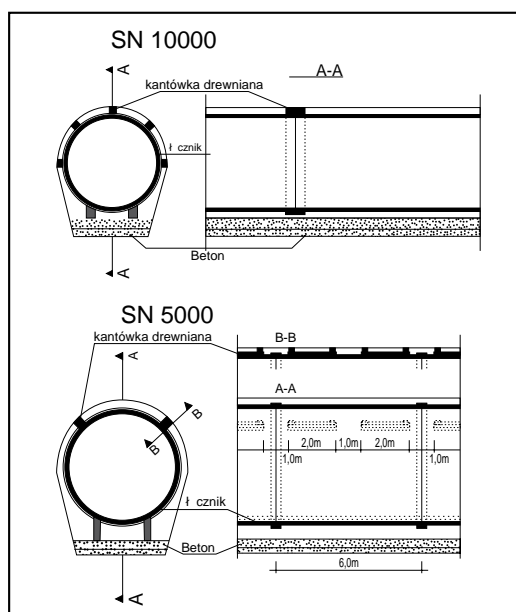
**Fot. 18** Kaliningrad, renowacja kolektora dosyłowego do oczyszczalni ścieków, DN 1000 PN 6

nie do niego rury za pomocą obejm, by zabezpieczyć ją przed wpływem ciśnienia hydrostatycznego wprowadzanej zaprawy wypełniającej przestrzeń między rurami. Natomiast gdy różnica średnic jest mniejsza, np. do DN 1200 wprowadzana jest DN 800, to konieczne jest zastosowanie klinów drewnianych zabezpieczających przed wypłynięciem lub przesunięciem się rury podczas wypełniania przestrzeni między rurociągami. Zaleca się wówczas montowanie np. trzech rur w naprawianym kanale i za pomocą węża podawanie zaprawy do wypełnienia przestrzeni między nimi, i dalej powtarzanie tych czynności. Jeżeli to możliwe, przed wprowadzaniem rur HOBAS® warto wykonać z powierzchni terenu otwory, przez które później można wprowadzić zaprawę wypełniającą przestrzeń między rurami. Wypełnienie może odbywać się również za pomocą węża, którym podawany jest iniekt przez fabrycznie wykonane w ściankach rur otwory. Najczęściej, gdy renowacji poddawana jest rura kanalizacyjna, przestrzeń między rurami wypełniana jest zaprawą betonową lub innym wypełniaczem, na przykład mieszką popiołów i cementu. Wtłaczanie zaprawy musi odbywać się pod takim ciśnieniem, które nie spowoduje przekroczenia dopuszczalnych naprężeń wybożenia, czyli zgniecenia rur. Jest to bardzo ważne przy renowacji rur o dużych średnicach i o niskiej sztywności obwodowej. Podczas wypełniania przestrzeni między rurami należy zastosować rozpory wewnątrz rury HOBAS®.

Ciśnienie podawania zaprawy MPa (bar)	Sztywność obwodowa rury N/m <sup>2</sup>
0,025 (0,25)	2500
0,05 (0,5)	5000
0,1 (1,0)	10000

**Tab. 17** Dopuszczalne ciśnienie podawanego iniektu podczas wypełniania przestrzeni pierścieniowej

Ciśnienie podawania zaprawy wypełniającej nie powinno przekraczać ciśnienia podanego poniżej. Po wykonanej iniekcji należy przeprowadzić kontrolę wypełnienia przestrzeni pomiędzy rurami np. poprzez ostukanie rur. Stan wypełnienia powinien odpowiadać wartościom zawartym w dokumentacji technicznej. Jeżeli do renowacji stosowane są rury z łącznikami FWC, a na trasie istniejącego rurociągu występują nieduże zmiany kierunku, należy wykonać odpowiednie szablony, które pozwolą przygotować rury, tj. odpowiednio przyciąć ich bosc końce przed ich wprowadzeniem do naprawianego rurociągu. Jeżeli renowacji podlega przewód kanalizacyjny, to na połączeniach ze studzienkami należy wykonać stosowne wyprawki wyrównujące powierzchnie wewnętrzne ścian i dna studni. W przypadku renowacji instalacji ciśnieniowej nową rurę łączymy z armaturą za pomocą króćców kołnierzowych.



**Rys. 38** Zabezpieczenie przed wyporem w czasie wtłaczania zaprawy

Fot. 19 Warszawa, Kolektor  
przesyłowy do  
OŚ Czajka

## Rurociągi budowane metodą przeciskania i mikrotunelowania

Budowanie rurociągów podziemnych metodą hydraulicznego przeciskania należy do najnowszszych technik w dziedzinie instalacji sanitarnych. Rodzaj urządzenia do hydraulicznego przeciskania rur oraz zakres jego prac zależą od warunków geologicznych (rodzaju gruntu i poziomu wód gruntowych) oraz warunków technicznych projektu – średnicy i długości instalowanej rury, głębokości, wymagań pod względem dokładności itp. Zasadniczo urządzenia te mogą wykonać prostoliniowy:

- przecisk przelotowy niesterowany (swobodny),
- przecisk przelotowy sterowany ze sterowanym pilotem,
- przecisk przelotowy sterowany ze sterowanym świdrem (dodatkowo rozszerzacz otworu),
- przecisk ślepy.

Urządzenia takie pozwalają na przeciski rury o średnicach 200 do 1000 (1400) mm. Rurociągi o większych średnicach, które tworzą tunele, budowane są z użyciem urządzeń do tunelowania. Należy pamiętać o stosowaniu przekładek drewnianych na całej powierzchni czołowej rury CC-GRP w przypadku styku z innymi materiałami (np. stal - pierścien pchający, rura osłonowa, głowica wiercąca czy stacje pośrednie).

Tunelowanie to:

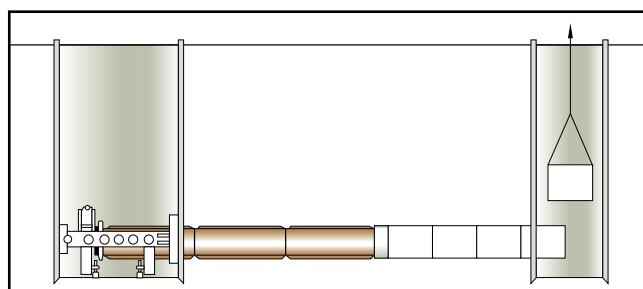
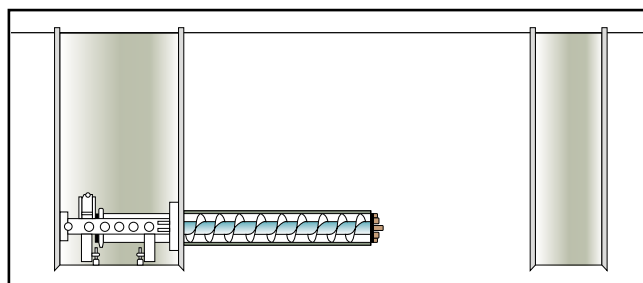
- hydrauliczny przecisk przelotowy sterowany ze sterowaną głowicą wiertnicy tarczowej.

Przed wykonaniem przecisku przelotowego wykonuje się szyb wejściowy, zwany też komorą startową, i szyb wyjściowy, zwany komorą końcową. W przypadku przecisku ślepego wykonuje się tylko szyb wejściowy. Konstrukcja szybu wejściowego musi uwzględniać wielkości maksymalnych sił działających na jego ściany podczas przeciskania rur.



### Przecisk przelotowy niesterowany (swobodny)

Wymaga bardzo dokładnego ustawienia urządzenia w chwili rozpoczęcia robót. Duży wpływ na dokładność przecisku ma również wielkość szybu wejściowego. Im dłuższy szyb, tym dłuższe mogą być pojedyncze odcinki rury osłonowej i rury przewodowej HOBAS®, a w efekcie większa dokładność przecisku. Z chwilą przejścia rurą osłonową na wylot do szybu wyjściowego rozpoczyna się ostatni etap budowy odcinka kanału tą metodą, który polega na wypychaniu od strony szybu wejściowego rury HOBAS® o średnicy zewnętrznej równej średnicy zewnętrznej rury osłonowej. Jednocześnie kolejne odcinki rury osłonowej i przenośnika ślimakowego (świdra) są wypychane do szybu wyjściowego, gdzie są odbierane i wyciągane na zewnątrz. Nie stosuje się tej metody w przypadku gruntów niestabilnych i gdy przeszkody na trasie przecisku są większe od DA/3.



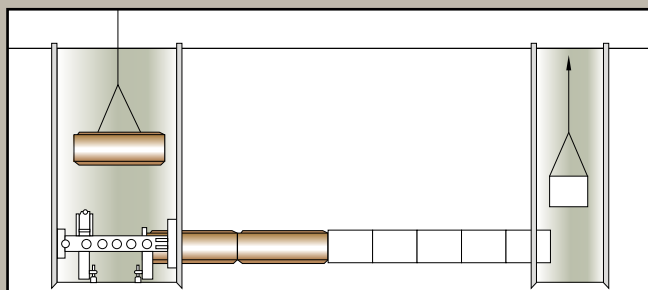
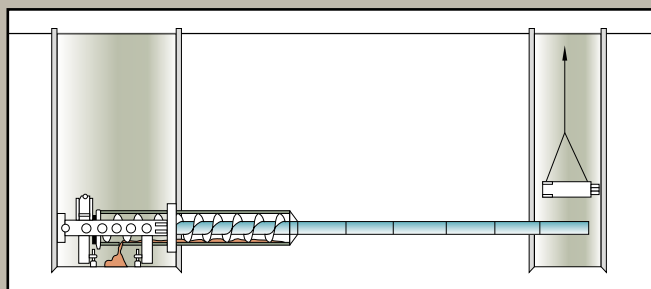
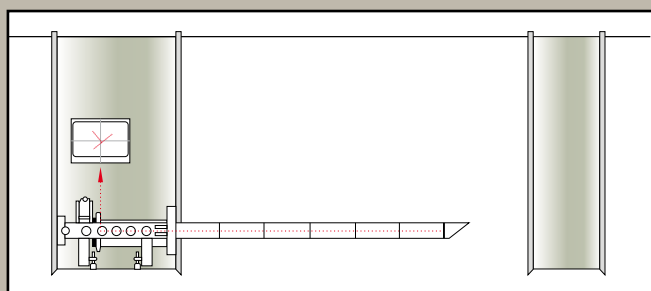


Fot. 20 Poznań, Kolektor Prawobrzeżny II

### Przecisk przelotowy sterowany ze sterowanym pilotem

Przecisk ten stosuje się w gruntach zwartych, luźnych oraz niestabilnych, nawet przy wysokim poziomie wód gruntowych. Ma on zastosowanie dla średnic do 400 mm. Metoda ta nie jest zalecana dla gruntów o wartości DPL > 50 (zgodnie z normą DIN 4094) oraz gdy kamienie i inne przeszkody mają wymiar większy niż 80 mm. Przecisk rozpoczyna się od wykonania na wylot przewiertu pilotażowego za pomocą wydrążonych w środku żerdzi pilotażowych. Dokładność przecisku zapewnia optyczny system kontroli i sterowania, który w trakcie przewiertu kontroluje kierunek w płaszczyźnie poziomej i nachylenie głowicy pilota. Następnie świder wierci i usuwa urobek do komory wejściowej, a rura osłonowa, zabez-

pieczająca otwór przed zasypywaniem, jest wypychana w kierunku wytyczonym przez żerdzie pilotażowe. Wypychane przez świder rury osłonowe i żerdzie pilotażowe są odbierane w szybie wyjściowym. W ostatnim etapie przecisku sterowanego rura osłonowa jest wypychana przez wciskaną rurę HOBAS.

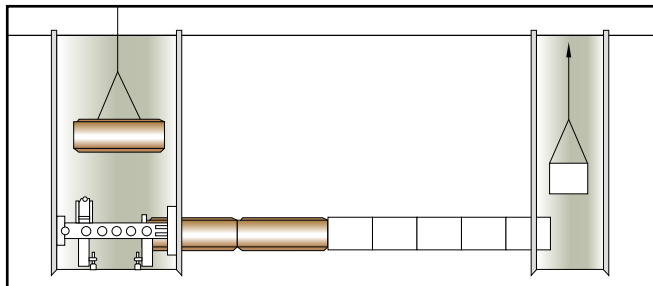
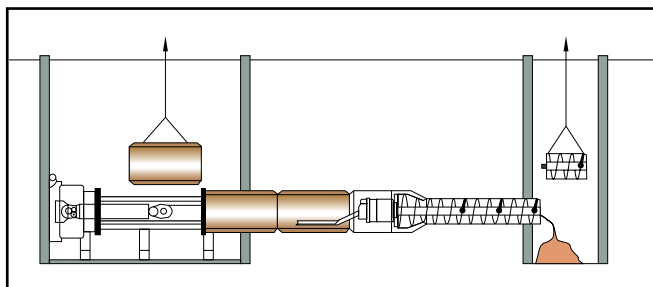
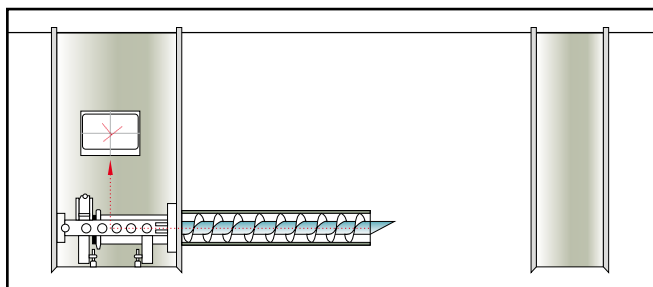


Fot. 21 Warszawa „Złote Tarasy”



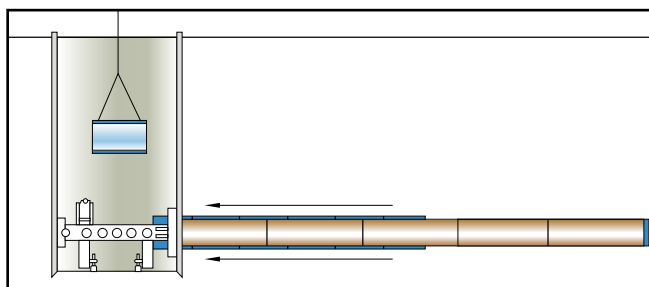
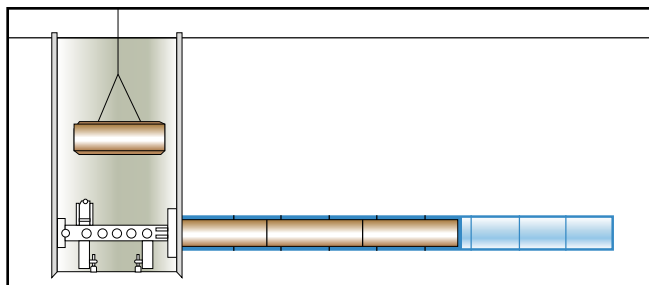
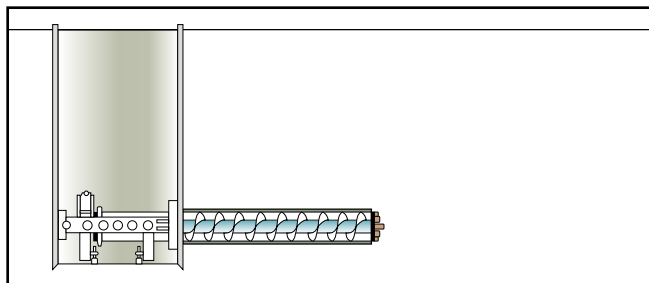
### Przecisk przelotowy sterowany ze sterowanym świdrem

W tym przypadku dokładność przecisku zapewnia optyczny system, który kontroluje i steruje bezpośrednio świdrem. W tej metodzie możliwe jest zastosowanie rozszerzacza otworu, umożliwiając w ten sposób wykonanie instalacji o większej średnicy. Tak jak w poprzedniej metodzie rury HOBAS® wciskane są w ostatnim etapie, wypychając rury osłonowe.



### Przecisk ślepy

Przecisk ten stosowany jest w przypadku wykonywania przyłączy kanalizacyjnych do istniejącego kolektora.







### Mikrotunelowanie

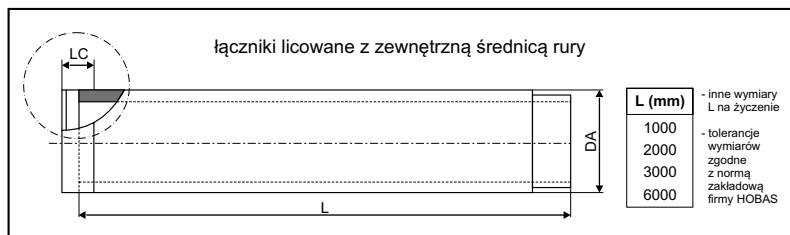
Tutaj dokładność przecisku zapewnia optyczny system, który kontroluje i steruje bezpośrednio świdrem. W metodzie tej urobek może być odprowadzany za pomocą urządzeń mechanicznych (ślimak, wózek) lub hydraulicznie.

W powyższych metodach mają zastosowanie rury HOBAS® do przecisków z łącznikami stalowymi lub GRP, tj. wykonanymi z tego samego materiału co rury. Średnice zewnętrzne łączników rur do przecisków są zbliżone do średnicy zewnętrznej rur.

Podstawowymi parametrami rur, istotnymi dla przeciskania, są: średnica zewnętrzna OD w mm, zależna od średnicy hydraulicznego przewodu i średnicy głowicy wiertniczej; dopuszczalna siła przeciskania  $F$  w kN dla danej rury, którą dobiera się zależnie od warunków gruntowych i długości przeciskanego odcinka; oraz długość pojedynczej rury  $L$  w mm, zależna od wielkości zastosowanej maszyny. Istotnymi parametrami rur mającymi związek z powyższym jest ich sztywność nominalna  $SN$  w  $N/m^2$  oraz grubość ścianki w mm. Obliczenia statyczne wykonują również pracownicy Działu Technicznego HOBAS na podstawie przesłanych przez projektantów danych.

Parametry te pozwalają sprawdzić dobór rury pod względem wymaganej wytrzymałości mechanicznej. Doboru rury i jej parametrów dokonuje projektant instalacji, a obliczenia statyczne wykonują również pracownicy Działu Technicznego HOBAS na podstawie przesłanych przez projektantów danych.

Średnica wewnętrzna rury DI jest określona przede wszystkim wielkością przepływu hydraulicznego. Średnica zewnętrzna rury OD dostosowana jest do średnicy otworu, jaki może wykonać urządzenie do przeciskania.



Rys. 39 Schemat rury przeciskowej HOBAS®

Obliczona siła przeciskania zależy od warunków geologicznych i długości przeciskanego odcinka. Stosownie do siły przeciskania rura posiada określoną grubość ścianki  $s$ . Im większa grubość ścianki rury, tym większa sztywność pierścieniowa rury  $SN$ . W przypadku przecisków prostoliniowych rury przeciskowe HOBAS® nie wymagają użycia doczołowych przekładek międzyrurowych, kompensujących naprężenia styczne, i nie zaleca się ich stosowania. Należy natomiast używać drewnianych doczołowych przekładek w przypadku styku rur CC-GRP z innymi materiałami (pierścieni pchający, stacja pośrednia, głowica wiertąca), a także w przypadku prowadzenia przecisku po łuku. Zewnętrzna średnica głowicy wiertniczej musi odpowiadać co najmniej średnicy zewnętrznej przeciskanej rury. Z reguły średnica głowicy powinna być większa od średnicy zewnętrznej rury o wielkość podaną w poniższej tabeli.

Średnica rury	Średnica głowicy wiertniczej
220-616	DA + (15 + 25 mm)
650-1026	DA + (20 + 30 mm)
1099-1638	DA + (25 + 35 mm)
1720-2740	DA + (30 + 45 mm)
>2740	według wytycznych projektanta

Tab. 18 Średnice głowicy wiertniczej

W gruntach pęczniących może zaistnieć konieczność nieznacznej zwiększenia średnicy głowicy wiertniczej, aby uniknąć sytuacji, w której na skutek zmniejszenia się średnicy odwiertu wzrośnie tarcie na powierzchni zewnętrznej rury. Zbyt mała średnica głowicy zawsze powoduje tarcie i w konsekwencji wzrost niezbędnej siły przeciskania. Zbyt duża średnica głowicy powoduje załamanie się rurociągu. Skutkuje to niepożądanym odchyleniem rurociągu na łącznikach, a także wzrostem niezbędnej siły przeciskania.



Fot. 22 Wenecja, mikrotunel ciśnieniowy, DA 1720 PN 6

Więcej danych dotyczących wymiarów i parametrów rur przeciskowych uzyskać można w Dziale Technicznym Amiblu Poland Sp. z o.o. lub zapoznając się z broszurą „Rury do przeciskania i mikrotunelowania”.

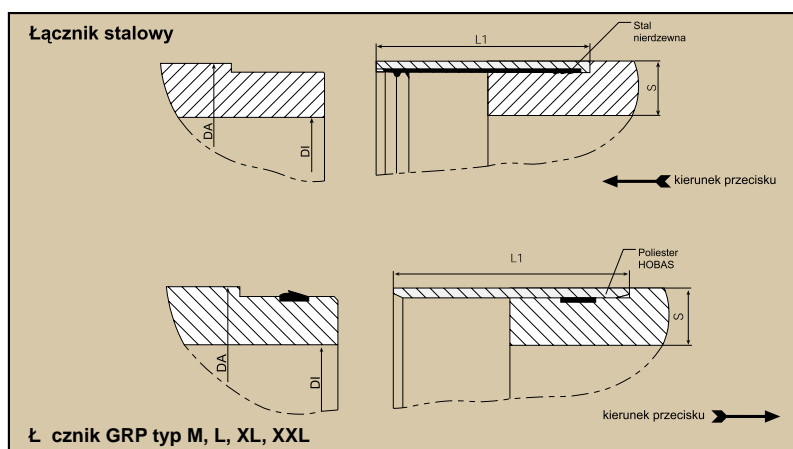
Ze względu na to, że praktycznie przecisk nie jest nigdy prowadzony idealnie wzdłuż linii prostej oraz ze względu na umożliwienie prowadzenia przecisku wzdłuż łuku, zachodzi konieczność określenia dopuszczalnego ugięcia w łącznikach. Kąt ugięcia w łącznikach, zależny od średnicy rury, podano w **tab. 18**.

Przed przystąpieniem do montażu rur należy odpowiednio przygotować elementy urządzenia do przeciskania. Szczególną uwagę należy zwrócić na położenie rury w stosunku do kierunku przeciskania **rys. 40**. Rury z łącznikami stalowymi należy przeciskać, pchając bosy koniec rury płytą maszyny hydraulicznej. Natomiast rury z łącznikami z tworzywa HOBAS® należy przeciskać, pchając koniec rury z łącznikiem płytą maszyny hydraulicznej.

W obu przypadkach płyta musi być uzbrojona w specjalny pierścień gwarantujący osiowe usytuowanie rury do kierunku przeciskania. Pierścień musi być tak wykonany, by nie niszczył łącznika ani powierzchni czołowej rury, a jednocześnie zapewniał maksymalną powierzchnię styku z czołem rury. W ten sposób należy uzyskać jak najmniejszy nacisk jednostkowy na powierzchnię czołową rury. Niewspółosiowość maszyny hydraulicznej i rury spowoduje zniszczenie powierzchni czołowej rury i trudności w utrzymaniu właściwego kierunku przeciskania. Ponadto należy bezwzględnie przestrzegać technologii przeciskania określonej przez producenta urządzenia.

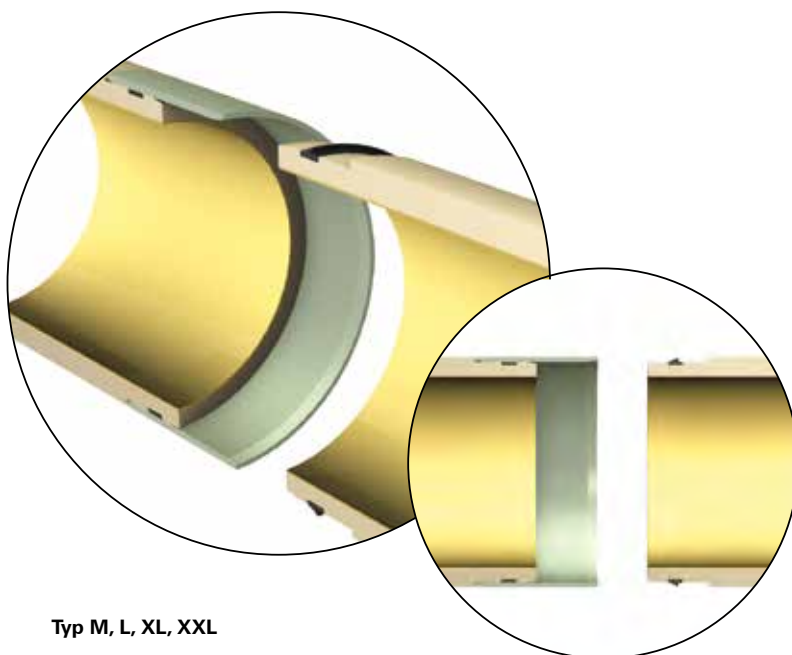
Średnica zewnętrzna OD	Maksymalne dopuszczalne odchylenie kątowe w stopniach		
	Długość rury		
	1 m	2 m	3 m
272-376	0,44	0,87	1,31
401-550	0,30	0,60	0,89
616-752	0,22	0,44	0,65
820-860	0,19	0,38	0,57
924-1099	0,15	0,30	0,45
1229-1348	0,12	0,24	0,36
1434-1720	0,10	0,19	0,29
1842-2047	0,08	0,16	0,24
2252-2740	0,06	0,12	0,18
3000	0,06	0,11	0,16
3600	0,05	0,09	0,14

Tab. 19 Maksymalne odchylenie w procesie przeciskania przy nierozwierającym się styku rur

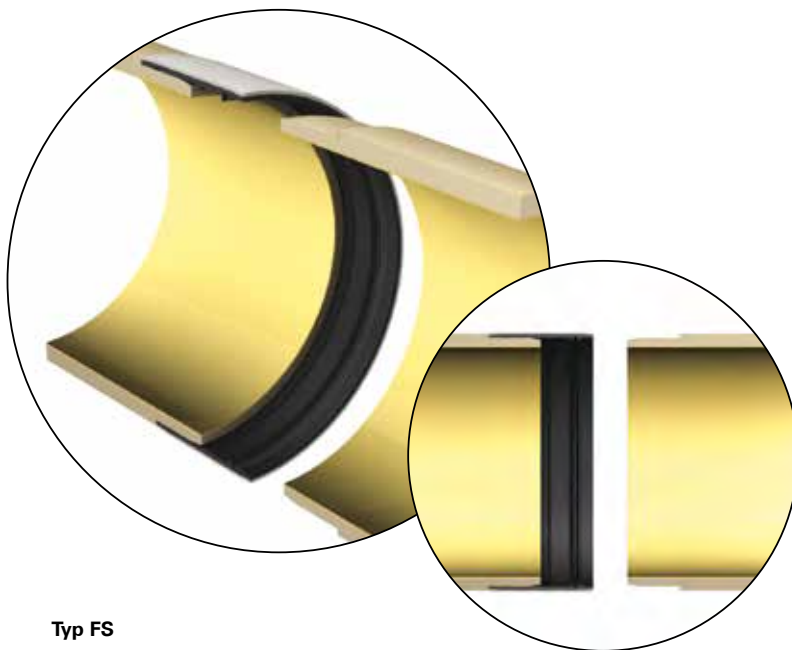


Rys. 40 Rodzaje łączników i kierunek przeciskania

W przypadku wystąpienia problemów w trakcie przeciskania, np. problemu z zachowaniem zadanego kierunku przeciskania lub nieoczekiwanego wzrostu siły przeciskania, należy przede wszystkim zatrzymać proces przeciskania i sprawdzić ustawienia oraz regulację urządzenia. Po przygotowaniu urządzenia i sprzętu do przeciskania oraz wprowadzeniu głowicy wiertniczej i rury startowej można przygotować pierwszą rurę przewodową HOBAS®. Po opuszczeniu rury do komory startowej należy nasmarować powierzchnie wewnętrzne łączników smarem silikonowym. Po dokładnym ustawieniu rury w osi głowicy wiertniczej i osadzeniu na pierścieniu płyty urządzenia hydraulicznego następuje wciśnięcie rury do rury wleczonej (znajdującej się za głowicą wiertniczą) i uruchomienie procesu wiercenia z jednoczesnym wciskaniem rury HOBAS® – w przypadku procesu mikrotunelowania. Jeżeli mamy do czynienia z procesem przecisku sterowanego z rurami HOBAS ze sterowanym pilotem lub wiertłem, to wykonuje się tylko przeciskanie z wypychaniem rury osłonowej. Po zagłębieniu pierwszej rury postępuje się podobnie z kolejnymi rurami. Podczas całego procesu przeciskania należy kontrolować i zapisywać siły przeciskania w kN oraz sprawdzać kierunek przeciskania. W zależności od rodzaju gruntu i poziomu wód gruntowych, aby zmniejszyć opory tarcia (siłę niezbędną do przeciskania), przy przeciskaniu rur o średnicach tzw. przelazowych, stosuje się smarowanie powierzchni zewnętrznej rur wodną zawiesiną gliny bentonitowej. W tym celu w rurach wykonane są otwory z dyszami i zaworami zwrotnymi, do których należy podłączyć odpowiednią instalację sterowaną ręcznie lub mechanicznie, umożliwiającą dozowanie bentonitu. Najczęściej są to trzy lub cztery otwory na obwodzie rury. Projektant określa, co która przeciskana rura powinna posiadać dysze. Przed rozpoczęciem przeciskania należy sprawdzić drożność dysz i skuteczność działania instalacji bentonitowej.



**Typ M, L, XL, XXL**



**Typ FS**

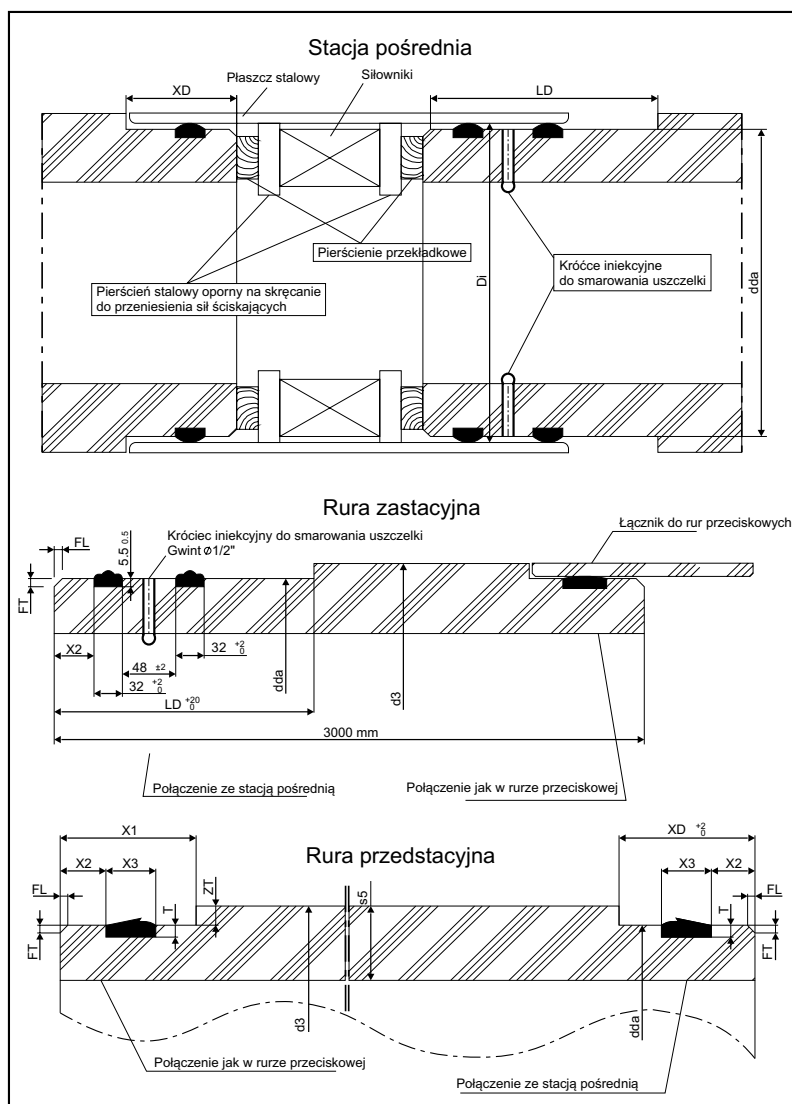
## Stacje pośrednie

Jeżeli w procesie przeciskania przewiduje się zastosowanie stacji pośrednich, to rury przed- i zastacyjne powinny być dopasowane do wymiarów przewidywanej stacji pośredniej. Zatem przy zamawianiu tych rur należy podać następujące wymiary: średnica wewnętrzna płaszcza stacji ( $D_i \cdot 10$ ) i skok cylindrów stacji.

Powierzchnia wewnętrzna cylindra stalowego (płaszcz) stacji pośredniej musi być gładka, bez żłobków i zadziorów. Cylinder musi mieć na tyle sztywną konstrukcję, by odkształcenia pod naporem gruntu były jak najmniejsze. Należy pamiętać o zastosowaniu doczołowych przekładek drewnianych pomiędzy stacją pośrednią a rurami CC-GRP.

W przypadku braku możliwości usytuowania stacji pośredniej w miejscu posadowienia studzienki rewizyjnej, należy zdemontować elementy stacji od wewnątrz rury i pozostawić stalowy płaszcz ochronny. Następnie zsunąć rury HOBAS® do styku i połączyć je laminatem wykonanym od wewnątrz. Wykonanie laminatu i jego wymiary należy konsultować z Działem Technicznym Amiblu Poland Sp. z o.o.

W trakcie procesu przeciskania, w celu zapewnienia długotrwałej szczelności połączenia, należy przed rozpoczęciem przeciskania co drugiej rury smarować uszczelki rury zastacyjnej, tłocząc przez otwory iniekcyjne odpowiedni smar. W przypadku prowadzenia procesu przeciskania wzdłuż łuku przed rozpoczęciem robót należy bezwzględnie skontaktować się z Działem Technicznym Amiblu Poland Sp. z o.o.



Rys. 41 Schemat stacji pośredniej oraz rur przed- i zastacyjnej



## Zabudowa elementów pośrednich i technologia napraw

Często montuje się rurociąg jednocześnie z dwóch stron. Połączenie schodzących się końców rurociągu następuje za pomocą odcinka pośredniego rury i dwóch skręcanych łączników montażowych. (Zastosowanie w tym miejscu łączników standardowych typu FWC jest niemożliwe.)

W ten sposób na istniejącym rurociągu montowane są również wszelkiego rodzaju trójniki i odgałęzienia.

Jeżeli na skutek prowadzenia robót budowlanych dojdzie do przypadkowego mechanicznego uszkodzenia rury (np. łyżką koparki) lub, mimo znakomitych właściwości wytrzymałościowych rur HOBAS®, nastąpi uszkodzenie, które wymaga naprawy, należy postępować zgodnie z poniższymi zaleceniami. W kwestii oceny rozmiarów szkód i wyboru odpowiedniej metody naprawy prosimy skonsultować się z naszym Działem Technicznym.

### Ocena uszkodzeń

#### Uszkodzenia powierzchni zewnętrznej

Warstwa zewnętrzna rur HOBAS® jest zasobna w żywicę. W związku z tym wszelkie otarcia, zadrapania i odpryski na jej powierzchni nie mają z reguły wpływu na trwałość eksploatacyjną rury lub kształtki.

#### Głębsze uszkodzenia powierzchni wewnętrznej

Przy nadmiernych siłach uderzeniowych mogą powstać rysy, które rozchodzić się będą gwieździście od punktu przyłożenia siły. W zależności od tego czy uszkodzona została jedynie warstwa wewnętrzna rury, czy też uszkodzenie dotyczy warstwy konstrukcyjnej, rurę można poddać naprawie bądź też należy wymienić pewien jej odcinek. Oceny uszkodzenia może dokonać pracownik HOBAS poprzez oględziny na miejscu budowy. Możliwość naprawy rur dotyczy jedynie

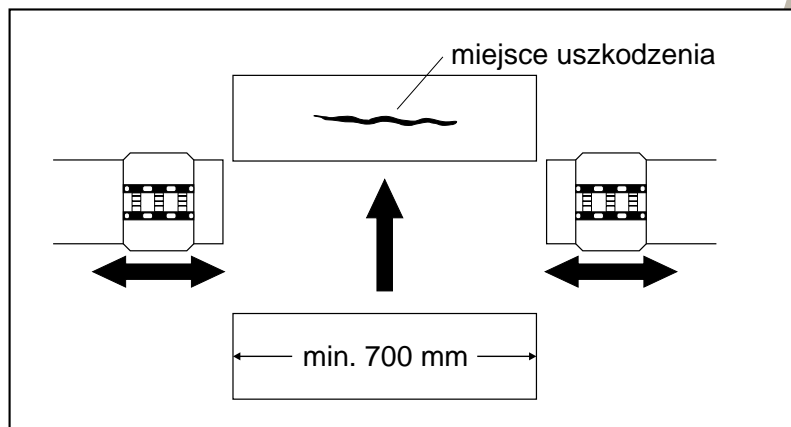
systemów bezciśnieniowych. W przypadku rurociągów ciśnieniowych wymagana jest najczęściej wymiana fragmentu rury, który został uderzony.

### Wymiana uszkodzonego odcinka rury

Jeżeli rura jest uszkodzona mechanicznie, to należy przede wszystkim dokładnie określić miejsce i rozmiar uszkodzenia. W przypadku konieczności wymiany uszkodzonego odcinka trzeba wyciąć odcinek dłuższy o około 300 mm od długości uszkodzenia. Należy to zrobić przy użyciu szlifierki kątowej z tarczą do betonu. Następnie przygotowuje się odcinek naprawczy, krótszy o około 10-20 mm od wyciętego odcinka. Powstałe wzdłuż linii cięcia ostre krawędzie należy odpowiednio fazować. W przypadku stosowania łączników montażowych należy je nasunąć na bosc końce. Następnie wstawić przygotowany odcinek rury lub, jeżeli jest to wstawianie elementu pośredniego, kształtkę (trójnik, odgałęzienie), potem nasunąć i skrócić łączniki montażowe. Stosowanie łączników typu FWC, nawet po usunięciu pierścienia dystansowego, jest niewskazane ze względu na konstrukcję warg uszczelniających i gwarancję szczelności połączenia.

W przypadku gdy uszkodzenie jest niewielkich rozmiarów, do jego naprawy można zastosować łącznik montażowy. Wybór typu łącznika zależy od kształtu i rodzaju uszkodzenia oraz przeznaczenia rurociągu. Przed zamontowaniem łącznika uszkodzone miejsce należy dokładnie oczyścić. Łącznik nakłada się na uszkodzone miejsce w stanie rozłożonym, a następnie się go skręca.

W przypadku konieczności wykonania naprawy przez laminowanie może ją wykonać jedynie odpowiednio przygotowany specjalista. Nieprzeszkolony personel nie jest w stanie spełnić warunków i wymagań związanych z laminowaniem. W takim przypadku prosimy kontaktować się z naszym Działem Technicznym.



Rys. 42 Schemat wymiany uszkodzonego odcinka rury

## Protokół próby ciśnienia

### 1. Dane odcinka testowanego

Miejsce budowy: .....  
Odcinek testowany: od ..... do .....  
Długość: .....  
Inwestor: .....  
Wykonawca (Firma): .....  
Ciśnienie nominalne rurociągu: ..... PN .....  
Dostawca rur: .....  
Producent rur: .....  
Rodzaje połączeń rurowych: .....  
Materiał rurowy: ..... DN ..... PN .....

### 2. Parametry próby ciśnienia

Spoczynkowe ciśnienie sieciowe na stanowisku próbnym: ..... bar  
Ciśnienie próbne na stanowisku próbnym: ..... bar  
Ciśnienie próbne w najniższym punkcie: ..... bar  
Ciśnienie próbne w najwyższym punkcie: ..... bar  
Manometr kontrolny Nr: .....  
Wodomierz Nr: .....

### 3. Próba ciśnienia

Temperatura powietrza na początku próby ..... °C  
Temperatura powietrza pod koniec próby ..... °C  
Czas próby ..... min  
Spadek ciśnienia podczas próby ..... bar, tj. nie\* dop.  
Uzupełnienie wody podczas próby ..... l/m<sup>2</sup>, tj. nie\* dop.

### 4. Spostrzeżenia podczas pracy

a) na miernikach ciśnienia .....  
b) na rurach i kształtkach .....  
c) na armaturze .....  
d) na łącznikach rurowych .....  
e) na blokach oporowych i kotwieniach .....  
f) pozostałe, powtórzenia prób i ich rezultaty,  
przeprowadzone naprawy i ulepszenia .....

### 5. Wynik próby ciśnienia

Stwierdza się, że testowany odcinek nie \*) odpowiada wymaganiom próby ciśnieniowej.

.....  
Podpis przedstawiciela Wykonawcy

.....  
Podpis przedstawiciela Inwestora

\*) niepotrzebne skreślić









**Amiblu Poland Sp. z o.o.**

ul. Koksownicza 11

41-300 Dąbrowa Górnicza | Polska

T +48.32.639 04 50 | F +48.32.639 04 51

biuro.dabrowa@amiblu.com | www.amiblu.com

**Technologia Hobas jest własnością Amiblu i jest licencjonowana przez Amiblu na całym świecie.**

**Więcej informacji i dane kontaktowe na stronie [www.amiblu.com](http://www.amiblu.com)**

**Amiblu®**  
Pipes designed for generations