

INSTRUKCJA STOSOWANIA POLIETYLENOWYCH RUR OSŁONOWYCH (i OSPRZĘTU) układanych w ziemi i w przestrzeniach otwartych.

Wstęp.....	2
1 Przeznaczenie	3
2 Zastosowanie.....	3
2.1 Kolorystyka	3
3 Charakterystyka – materiał	4
3.1 Odporność chemiczna	4
3.2 Wariant rur trudnopalnych.....	4
4 Odporność na ściskanie i sztywność obwodowa	5
5 Metody łączenia rur osłonowych	6
5.1 Mufa	6
5.2 Złączki	7
5.3 Zgrzewanie doczołowe	9
6 Układanie rur w gruncie – wykopy otwarte	10
6.1 Dobór sztywności rur.....	10
6.2 Układanie rur w wykopie.....	11
6.3 Zasypywanie wykopu.....	12
6.4 Układanie rur wielotorowych	12
7 Bezwykopowe metody układania.....	13
7.1 Przewierty sterowane rury ROS-Z/ROS-Zk.....	14
8 Zmiana kierunku rurociągu.....	15
8.1 Gięcie rur – minimalne promienie gięcia.....	15
8.2 Kolanka	15
8.3 Kolana zgrzewane doczołowo tylko ROS-Z/ROS-Zk	16
9 Układanie kabli w rurach.....	17
10 Układanie rur na przestrzeniach otwartych	18
11 Transport, załadunek/rozładunek, składowanie	19
11.1 Załadunek i rozładunek.....	19
11.2 Transport i przemieszczanie	20
11.3 Składowanie.....	20
12 Literatura:.....	21
13 Załącznik A. Tablice odporności chemicznej PE.....	22

Wstęp

Firma TT PLAST S.A. z siedzibą w Targowisku jest jednym z wiodących producentów rur osłonowych w Polsce. W 100% z polskim kapitałem. Firma prowadzi działalność w zakresie projektowania i produkcji kompletnych systemów rur do osłony kabli.

Wykwalifikowani specjaliści, najnowocześniejsze linie produkcyjne, nowatorskie technologie oraz nowoczesne laboratorium badawcze gwarantują najwyższą jakość wyrobów firmy TT PLAST S.A.

Przedmiotem niniejszej instrukcji są warunki stosowania, składowania, transportu i montażu rur i osprzętu oferowanego przez TT PLAST S.A.

Wszelkie prace związane z montażem, przemieszczaniem i składowaniem powinny być wykonywane przez właściwie przeszkolony personel z użyciem sprzętu gwarantującego bezpieczne wykonanie tych prac, zgodnie z ogólnymi zasadami i przepisami, sztuką budowlaną oraz niniejszą instrukcją.

Niezastosowanie się do niniejszych wytycznych powoduje utratę gwarancji.

Oferowane wyroby posiadają certyfikat akredytowanego laboratorium na zgodność z normą EN 61386-24 oraz Krajową Ocena Techniczną.



Certyfikat wydany Instytutu Testowania i Certyfikacji Czechy dla wyrobu – rury osłonowe do kabli HDPE RODK, RODO, RODOH, ROS-Z, ROS-Zk, ROS-Zł, ROS-M, ROSc-M, TELKOM.



Krajowa Ocena Techniczna wydana przez Instytut Badania Dróg i Mostów dla wyrobu – rury i kształtki z polietylenu (PE) do osłony przewodów.

1 Przeznaczenie

Rury TT PLAST S.A., objęte Krajową Oceną Techniczną Nr IBDiM-KOT-2019/0384 mogą być stosowane w budownictwie komunikacyjnym jako:

- ⇒ osłony dla innych rur, przewodów, kabli telekomunikacyjnych, sygnalizacji świetlnej i elektrycznej,
- ⇒ przepusty.

Wyrób budowlany wprowadzany jest do obrotu na podstawie Krajowych Deklaracji Właściwości użytkowych



Krajowa Deklaracja Właściwości Użytkowych wyrobu budowlanego

2 Zastosowanie

Rury TT PLAST S.A. mogą być układane w gruncie w pasie drogowym (pod jezdnią i poza jezdnią) lub w innych terenach wykorzystywanych do celów inżynierii komunikacyjnej. W tym:

- ⇒ dróg publicznych bez ograniczeń, w rozumieniu i zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz. U. z 2022 r. poz. 1518);
- ⇒ dróg wewnętrznych bez ograniczeń, w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2023 r. poz. 645, ze zm.);
- ⇒ drogowych obiektów inżynierskich bez ograniczeń, w rozumieniu i zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz. U. z 2022 r. poz. 1518) ;
- ⇒ kolejowych obiektów inżynierskich bez ograniczeń, w rozumieniu i zgodnie z warunkami określonymi w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz. U. z 1998 r. poz. 987, ze zm.).

2.1 Kolorystyka

Rury osłonowe będące w ofercie TT PLAST S.A. produkowane są w kolorze:

- ⇒ niebieskim (jako osłony kabli o niskim napięciu, kable o napięciu do 1kV)
- ⇒ czerwonym (jako osłony kabli o średnim napięciu, kable o napięciu pow. 1kV)
- ⇒ czarnym (do zastosowań telekomunikacyjnych, rury przepustowe i światłowodowe, do przestrzeni otwartych ^{a)})

⇒ w innym dowolnym kolorze (przy zamówieniu minimalnej partii produkcyjnej),

^{a)} Rury ze stabilizatorem zwiększającym odporność na oddziaływanie promieniowania UV. Badania przeprowadzone przez firmy stowarzyszone w PRIK wykazują, że nawet długotrwałe promieniowanie UV (kilka lat), nie ma negatywnego wpływu na właściwości użytkowe rur (poza ewentualnym odbarwieniem);

3 Charakterystyka – materiał

Do produkcji rur osłonowych TT PLAST S.A. wykorzystywany jest polietylen wysokiej gęstości HDPE o właściwościach określonych w poniższej tabeli:

Właściwości	Wymaganie	Jednostka	Metoda badania
Masowy wskaźnik szybkości płynięcia (MFR) - (temperatura 190°C, obciążenie 5kg)	$0,2 \leq \text{MFR} \leq 1,7$	g/10min	PN EN ISO 1133-1
Czas indukcji utlenienia (OIT) w temp. badania 200°C	≥ 20	min	PN EN 11357-6
Gęstość	≥ 940	kg/m ³	PN EN ISO 1183-2

3.1 Odporność chemiczna

Polietylen jest obojętny chemicznie:

- ⇒ odporny na działanie wody, roztworu soli, kwasów, ługów, alkoholi i benzyny,
- ⇒ nie odporny na działanie substancji silnie utleniających jak np. kwas siarkowy, kwas azotowy czy niektóre środki czyszczące,
- ⇒ co daje możliwość zastosowania rzeczowych rur np. w betonie. Polietylen będący budulcem rur nie wpływa negatywnie na otaczające medium, sam nie ulegając uszkodzeniu chemicznemu,
- ⇒ jest odporny na korozję biologiczną.

Pełna tabela odporności polietylenu HDPE znajduje się w ZAŁĄCZNIKU A do tej instrukcji.

3.2 Wariant rur trudnopalnych

Wszystkie wytwarzane w firmie TT PLAST S.A. rury z HDPE na życzenie Klienta mogą zostać wyprodukowane w wersji trudnopalnej (nierozprzestrzeniającej płomienia).

Rura osłonowa nierozprzestrzeniająca płomienia (trudnopalna) RHDPEt jest to rura osłonowa wykonana z polietylenu wysokiej gęstości (HDPE) z domieszkami uniepalniającymi, bezhalogenowymi.

Wymagania w zakresie nierozprzestrzeniania ognia dla rur osłonowych zostały zawarte w normie PN EN 61386-1:2011 „Systemy rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów—Część 1”, pkt. 13.1. Dla rur produkcji TT PLAST S.A. wymagania te potwierdzają pozytywne wyniki badań wykonane w Instytucie Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników w Gliwicach.

Rury w wersji nierozprzestrzeniającej płomienia oznaczone są symbolem „t” na końcu nazwy rury, np. **TELKOMt**.

4 Odporność na ściskanie i sztywność obwodowa

Zgodnie z wytycznymi normy PN-EN-61386-24, p. 10.2, badanie odporności na ściskanie polega na umieszczeniu próbki pomiędzy dwoma płaskimi i stalowymi płytami o minimalnych wymiarach [mm]: 100x220x15 (wzdłuż boku płyty o wymiarze 220 mm). Próbkę naciska się z prędkością $15 \pm 0,5$ [mm/min] obserwując siłę nacisku, kiedy średnica wewnątrz próbki w stosunku do jej średniej wartości początkowej zmieni się w 5%.

Gdy próbka osiągnie ugięcie 5 % siła nacisku nie powinna być mniejsza niż: 250 N, 450 N, 750 N, 1250 N, 4000 N.

Zgodnie z wytycznymi normy PN-EN ISO 9969-2016 badanie sztywności obwodowej polega na umieszczeniu próbki pomiędzy dwoma płaskimi i stalowymi płytami podobnie jak to miało miejsce w badaniu odporności na ściskanie, ale prędkość ściskania próbek jest mniejsza i zależy od średnicy wewnętrznej. Gdy próbka osiągnie ugięcie 3% odczytuje się siłę i podstawia do wzoru odnoszącego się do powierzchni styku i stałych obliczając w ten sposób siłę przypadającą na m^2 .

Rodzaj rury	Rozmiar [mm]	Odporność na ściskanie [N]	Sztywność obwodowa SN [kN/m ²]
RODK - Rura karbowana dwuwarstwowa w kręgach; rura giętka	40/32	450	16
	50/40	450	12
	63/52	450	12
	75/60	450	10
	90/76	450	10
	110/92	450	8
	125/105	450	8
	160/134	450	8
RODO - Rura karbowana dwuwarstwowa w odcinkach; rura sztywna	50/40	450	16
	63/52	450	16
	75/60	450	12
	90/76	450	10
	110/92	450	8
	125/105	450	8
	160/134	450	8
	232/200	750	8
RODOH - Rura karbowana dwuwarstwowa w odcinkach, wzmocniona; rura sztywna	50/40	750	12
	75/60	750	12
	110/92	750	12
	125/105	750	12
	160/134	750	10
ROS -M Rura osłonowa sztywna z kielichem (RHDPE)	50/3,5	750	16
	75/4,5	750	10
	110/5,5	750	10
	160/8	750	8
ROSc-M - Rura osłonowa sztywna, cienkościenna z kielichem	50/2,5	250	8
	75/3	250	4
	110/4	450	8
	160/5	250	4
	160/6	450	4
ROS-Z/ ROS-Zk - Rura osłonowa do przecisków i przewiertów	110/6,3	750	12
	110/10	1250	32
	125/7,1	1250	16
	125/11,4	4000	64
	140/8	1250	16

	140/12,7	1250	16
	160/9,1	1250	16
	160/9,4	1250	16
	160/14,6	4000	32
	200/11,4	1250	12
	200/18,2	1250	12
	225/12,8	1250	10
	225/20,5	1250	10
	250/14,2	1250	8
	250/22,7	1250	8
ROS-Zł - Rura osłonowa gładka przepustowa, łączona za pomocą złączek	110/3,7	250	4
	110/5	450	4
	110/6,3	750	12
	110/10	1250	32
	125/7,1	1250	16
	125/11,4	4000	64
	160/9,1	1250	16
	160/14,6	4000	32
TELKOM - Rura osłonowa do kabli optotelekomunikacyjnych	25/2	750	32
	25/2,3	1250	64
	32/2	450	16
	32/2,9	1250	64
	40/3,7	1250	32
	50/4,6	1250	32
	63/3,6	750	12
	63/4,3	1250	16
	75/4,5	750	12
ROS-D Rura osłonowa sztywna dzielona	110	250	4
	160	250	4
RPS-UV/RPS-UV-M- Rura przyłączeniowa sztywna UV	32/3	750	32
	50/3,5	750	16
	50/5	750	16
	63/6	750	16
	75/4	450	10
	75/7	750	16
	110/4	450	4
	110/5,5	750	10
	110/10	1250	16
	160/8	750	8
	160/14,5	4000	64

5 Metody łączenia rur osłonowych

Rury osłonowe w zależności od rodzaju mogą być łączone różnymi metodami od najprostszej, niewymagającej dodatkowych elementów i sprzętu – mufa, po bardziej skomplikowane na złączkę (złączkę z uszczelką), zgrzewaniem doczołowym lub mufą elektrooporową.

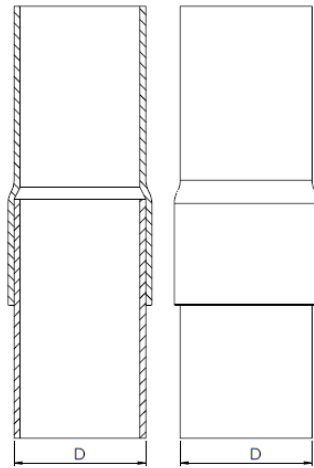
5.1 Mufa

Łączenie za pomocą mufy dotyczy rur ROS-M, ROSc-M, ROS-Zł-M RPS-UV-M (kielichowane) lub innej na specjalne zamówienie. Połączenie następuje poprzez wsunięcie końcówki jednej rury (bez kielicha) w kielich na końcu drugiej.

Wewnętrzna długość mufy, w której chowa się rura odpowiada średnicy zewnętrznej tej rury (np. ROS-M 160/8 – długość mufy 160mm).

W przypadku rur RPS-UV-M* (rozmiar 110 i 160) długość mufy została wydłużona do 180 mm, by zrekompensować ruchy rury narażonej na zmianę temperatury.

Szczelność takiego połączenia odpowiada klasie IP X4

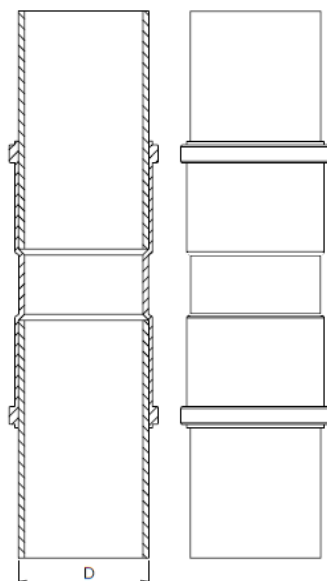


Łączenie za pomocą mufy

5.2 Złączki

Rury osłonowe gładkie ROS-Zł o średnicach 110/125/140/160 można łączyć ze sobą za pomocą złączek ZROS lub ZSROS /złączka + uszczelka. Należy wsunąć złączkę, aż do oporu, zatrzymanie rury na wypuście. Wewnętrzną powierzchnię złączki i uszczelki powinno posmarować się środkiem, który ułatwi poślizg.

Szczelność połączenia złączką odpowiada klasie IPX 4



Złączka ZROS

Rury karbowane (RODK, RODO, RODOH) łączą się ze sobą za pomocą złączki ZRD oraz opcjonalnie uszczelki URD.

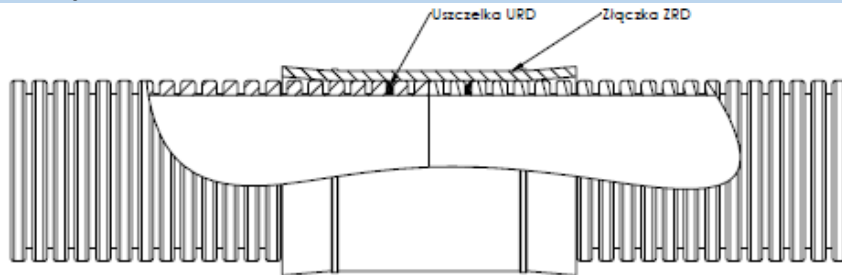
Wewnętrzną powierzchnię ZRD oraz URD powinno posmarować się środkiem, który ułatwi poślizg. Następnie wsuwamy rurę w złączkę, aż do zakleszczenia się wypustek złączki na karbach rury. Złączka wyposażona jest w specjalne opory ograniczające możliwość złego montażu.



Złączka ZRD



Uszczelka URD

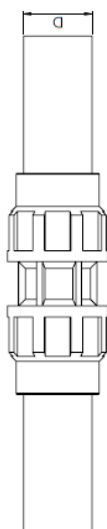


Łączenie rur karbowanych za pomocą złączki ZRD i uszczelki URD

- Szczelność połączenia bez uszczelki odpowiada klasie IP X4
- Szczelność połączenia z 1 uszczelką odpowiada klasie IP 54
- Szczelność połączenia z 2 uszczelkami odpowiada klasie IP 67

Rury osłonowe do kabli optotelekomunikacyjnych TELKOM można łączyć ze sobą za pomocą złączki ZTELKOM. Złączkę umieszcza się na rurze, następnie poprzez skręcenie - złączka zaciśnie się na rurze.

Przed wprowadzeniem złączki powierzchnie zewnętrzne końców rur oczyścić z zanieczyszczeń oraz dla ułatwienia posmarować środkiem poślizgowym (np. wodą, wodą z mydłem, olejem). Dla dodatkowego ułatwienia montażu końce rur można lekko sfazować.

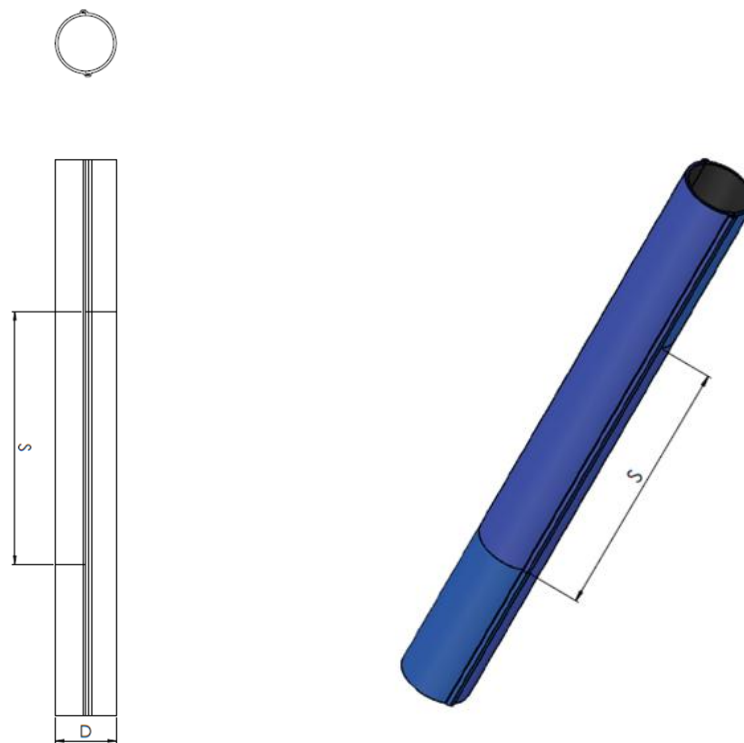


Złączka ZTELKOM

Szczelność połączeń została pozytywnie zweryfikowana wg normy PN-EN ISO 13259:2018-08 „Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych – Systemy przewodów rurowych z tworzyw termoplastycznych do beczciśnieniowych sieci układanych pod ziemią – Metoda badania szczelności połączeń z elastomerowym pierścieniem uszczelniającym”.

Rury osłonowe sztywne dzielone ROS-D

Łączenie rur polega na przesunięciu części rur o min. 0.5m (S) i wsunięciu części jednej rury w przeciwległą część drugiej rury, aż do momentu zatrzaśnięcia się zamków po bokach rury. Szczelność takiego połączenia jest w klasie IPX 4.



Łączenie rur osłonowych sztywnych dzielonych

5.3 Zgrzewanie doczołowe

Rury ROS-Z i ROS-Zk można łączyć za pomocą zgrzewania doczołowego. Końcówki obu poprawnie uciętych i rozgrzanych rur zetknięte i poddane dociskowi łączą się tworząc po ostygnięciu jednolite i szczelne połączenie. Właściwie wykonany zgrzew posiada parametry wytrzymałościowe takie same, jak łączone rury.

Przy procesie zgrzewania należy zachować procedury określone przez producenta zgrzewarki. Parametry zgrzewania pomiędzy różnymi producentami zgrzewarek mogą się różnić, gdyż są opracowane na podstawie różnych standardów. Postępowanie zgodnie z wszystkimi wytycznymi danych procedur gwarantuje wykonanie prawidłowego zgrzewania.

Przykładowe standardy dotyczące zgrzewania.:

ISO 21307; DVS 2207-1; ISO ; DS./INF 70-2; NEN 7200

TT PLAST S.A rekomenduje wykorzystanie w procesie zgrzewania temperatury 220 °C.

Oprócz parametrów zgrzewania bardzo ważną czynnością jest zachowanie reżimu przygotowania rur oraz miejsca zgrzewania. W szczególności należy pamiętać o:

- ⇒ Oczyszczeniu końców rur co najmniej na długości 10 cm (suche czyszczenie można wykonać suchym ręcznikiem papierowym,

- ⇒ Odpowiednim sfrezowaniu końców rur tak, aby otrzymać równoległe powierzchnie przylegania,
- ⇒ Ostatecznym czyszczeniu bezpośrednio przed rozgrzaniem końców rur przy użyciu płynu czyszczącego i czystego ręcznika papierowego tak, aby usunąć tłuszcz i ewentualną wilgoć,
- ⇒ Dopasowaniu końców rury współosiowo względem siebie,
- ⇒ Zapewnieniu ochrony przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi,
- ⇒ Zastosowaniu rolek zmniejszających opory przemieszczania,

6 Układanie rur w gruncie – wykopu otwarte

Rury łączone za pomocą kielichów, złączek lub zgrzewaniem doczołowym najczęściej układane są w wykopie otwartym. Wytyczne dotyczące tego sposobu układania zostały zaczerpnięte z normy PN-ENV 1046:2007. Zastosowanie się do tych wymagań zapewni minimalne ugięcie rurociągu lub uchroni przed zniszczeniem.

Rury wykonane z Polietylenu są rurami elastycznymi, które usadowione w gruncie oddziałują z nim tworząc wspólnie układ statyczny. Inaczej niż w przypadku rur wykonanych z materiałów tradycyjnych takich jak beton, kamionka, żeliwo, żywice epoksydowe wzmacniane włóknem szklanym. Dlatego tak ważny jest prawidłowy montaż rur, gdyż to jak i czym zasypujemy ułożony rurociąg będzie miało wpływ na jego zdolność do przenoszenia obciążenia (uginania).

Ugięcie rur elastycznych (HDPE) ułożonej w gruncie zależy od właściwości otaczającego ją materiału oraz w znacznej mniejszym stopniu od sztywności obwodowej samej rury. Po zasypaniu rury gruntem dochodzi do ugięcia wstępnego, a następnie powoli wzrasta, by osiągnąć po czasie maksymalną wartość.

6.1 Dobór sztywności rur

Dobór sztywności zależy od:

- ⇒ Rodzaju gruntu rodzimego,
- ⇒ Materiału użytego do obsypki w strefie ochronnej rury i stopnia jego zagęszczeniu,
- ⇒ Głębokości układania,
- ⇒ Warunków obciążenia,
- ⇒ Czynników obniżających wytrzymałość rury.

Na podstawie „Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych”, wydanych przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad (opracowanie Instytut Badawczy Dróg i Mostów) oraz Krajowej Oceny Technicznej przyjmuje się :

”

- ⇒ *Pod jezdnią należy stosować rury TT PLAST S.A., o sztywności obwodowej $SN \geq 8 \text{ kN/m}^2$.*
- ⇒ *Poza jezdnią mogą być użyte rury osłonowe TT PLAST S.A. o sztywności obwodowej $SN \geq 4 \text{ kN/m}^2$.*

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zastosowanie pod jezdnią rur osłonowych TT PLAST S.A., o sztywności obwodowej $SN \geq 4 \text{ kN/m}^2$ przy zapewnieniu odpowiednich warunków wbudowania przewodów bez nadmiernego odkształcenia podłoża nawierzchni.

Rury osłonowe TT PLAST S.A. (za wyjątkiem rur dzielonych i strukturalnych) można stosować również do przecisków, jednakże ich sztywność obwodowa powinna być określona przez projektanta, a prace przeciskowe i przewiertowe powinny gwarantować odpowiednie zagęszczenie gruntów w strefie ułożenia przewodu. Nie można stosować przecisku na zasadzie wypłukiwania gruntu strumieniem wody pod ciśnieniem, jak również wybierać gruntu bez zachowania odpowiedniego jego zagęszczenia w strefie układanego przewodu.

”

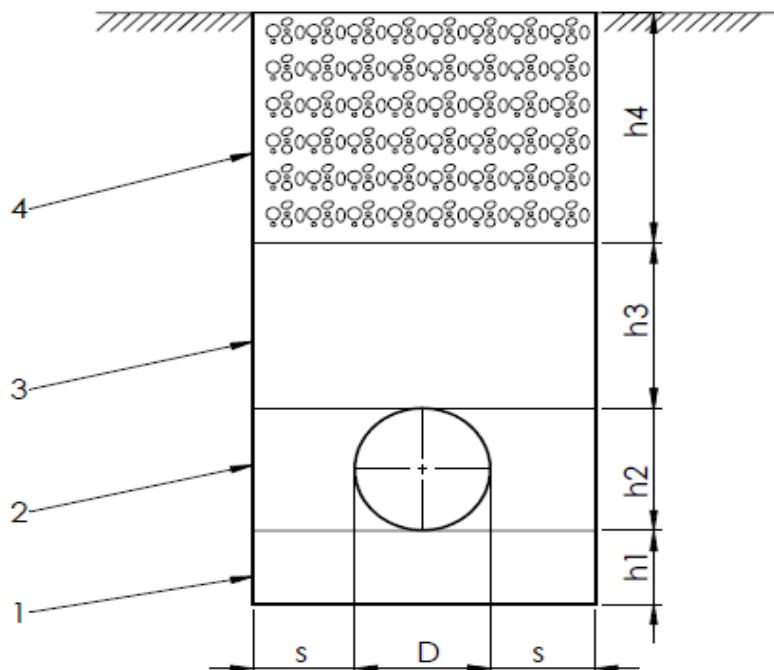
6.2 Układanie rur w wykopie

Wykop powinien zostać wykonany w sposób zapewniający bezpieczeństwo osób w nim pracującym. Szerokość wykopu na wysokości osi układanej rury powinna być na tyle duża, aby umożliwiała swobodny dostęp do rur przy łączeniu oraz zagęszczenia obsypki w obrębie styku rury z podsypką. Odstęp pomiędzy rurą a ścianą wykopu minimum 200 mm.

Głębokość wykopu należy ustalić na podstawie projektu, który uwzględni właściwości gruntu oraz przeznaczenie rurociągu. Przy określaniu głębokości należy uwzględnić wysokość podsypki pod rurę. W gruntach z wysokim poziomem wód gruntowych stosować na tyle duże pokrycie rurociągu, aby nie doszło do jego przemieszczania wskutek działania sił wyporu.

Nie jest zalecane wykonywanie wykopu w szybszym tempie niż montaż rurociągu, zasypywanie rur powinno nastąpić zaraz po ich ułożeniu w wykopie. W przypadku występowania mrozu, należy zabezpieczyć dno wykopu tak, aby pod zasypywaną rurą nie pozostawała przemarznięta warstwa gruntu.

W transporcie kołowym wysokość pokrycia (h_3+h_4) nie była mniejsza niż 60 cm choć płytsze posadowienia są dopuszczalne o ile wynika to z projektu.



Gdzie:

D- Średnica rury.

s- Odległość pomiędzy boczną ścianką rury a ścianą wykopu powinna wynosić min 20 cm

h1 - Podsypka o grubości min. 10 cm wykonana z piasku lub żwiru.

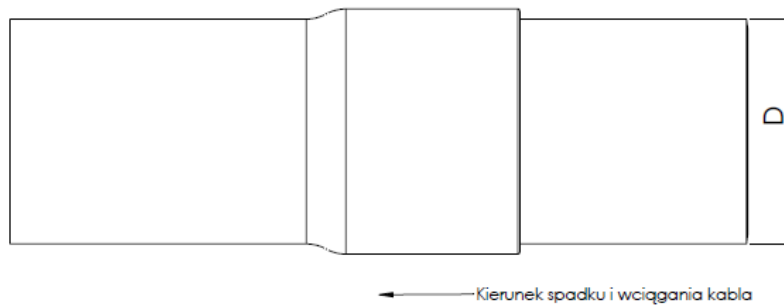
h2 - Obsypka o grubości $10 \text{ cm} \leq h_2 \leq \text{średnica zewn. rury (D)}$ wykonana z piasku lub żwiru

h3 – Zasypka grubości min. 10 cm wykonana z piasku lub żwiru.

h4 - Wypełnienie wykonać z gruntu rodzimego nie zawierającego więcej niż 10% materiału frakcji powyżej 10-15 cm. Wypełnienie (h_4) oraz zasypka (h_3) nie powinna być mniejsza niż 60cm, a w przypadku rur dzielonych ROS-D nie mniejsza niż 70 cm.

Konstrukcja wykopu

Rury osłonowe należy układać ze spadkiem wynoszącym co najmniej 0,1%.



Pochylenie rur

6.3 Zасыpywanie wykopu

Wykopy powinny być zasypywane bezpośrednio po wykonaniu w nich określonych prac. Przed rozpoczęciem zasypywania należy w razie potrzeby oczyścić i odvodnić dno.

Zalecany materiał do wykonania zasyпки jest piasek, nie zamrznięty i bez zanieczyszczeń (np. gruzu, korzeni).

W czasie wykonywania obsypki należy zabezpieczyć rurę przed spadającymi przedmiotami lub niepożądanym materiałem rodzimym.

Każda warstwa gruntu w nasypach lub przy zasypywaniu wykopów powinna być zagęszczona ręcznie lub mechanicznie. Grubość warstwy zagęszczonego gruntu powinna być dobrana w zależności od zastosowanego urządzenia. Przy czym nie zaleca się zagęszczania obsypki bezpośrednio nad rurą, jeżeli nie będzie miała odpowiedniej grubości (minimum 30 cm).

Obsypka i zasyпка powinna być zagęszczona do poziomu terenu.

Zagęszczanie prowadzić tak, aby nie doprowadzić do deformacji rur. Stopień zagęszczenia gruntu zależy od siły obciążającej, a tym samym od miejsca zabudowy rur, np. tereny zielone, drogi. Im większe zakładane obciążenie, tym większy powinien być stopień zagęszczenia gruntu. Ponadto większy stopień zagęszczenia gruntu zmniejsza możliwość erozji wodnej i osiadania gruntu. Zaleca się, aby stopień zagęszczenia gruntu wynosił od 85% ÷ 92% wartości Proctora.

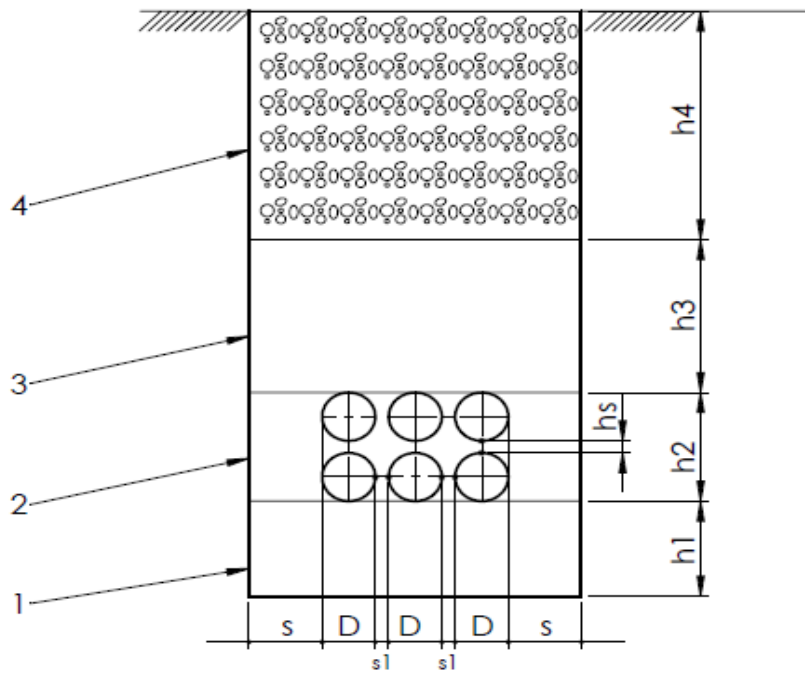
Sposób zagęszczenia	Ciężar sprzętu [kg]	Grubość warstwy [m]	Liczba powtórzeń dla uzyskania właściwego zagęszczenia		Wartość Proctora [%]	
Ubijanie ręczne	Min 15	0,10	1	3	85	92
Zagęszczarki pionowe	Min 50	0,15	1	4	85	92
	Min 100	0,15	1	4	85	92
Zagęszczarki wibracyjne	Min 70	0,30	1	3	85	92

6.4 Układanie rur wielotorowych

Na rysunku poniżej przedstawiono układanie rur wielotorowych.

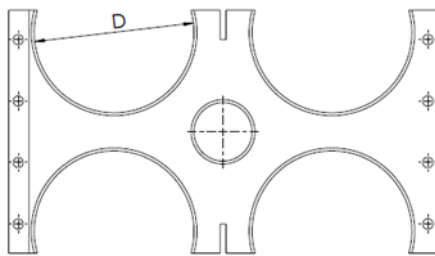
Odległość pionowa pomiędzy rurami (hs) powinna wnosić min. 2 cm.

Odległość pozioma pomiędzy rurami (s1) powinna wynosić min. 3 cm, a w przypadku rur dzielonych ROS-D s1 ≥ 5 cm.



Układanie rur wielotorowych

W przypadku układania rur wielotorowych w ziemi powinno się zastosować przekładki dystansowe przedstawione na rysunku poniżej. Przekładki można łączyć ze sobą tworząc zestaw o dowolnej ilości.



Przekładka dystansowa; D- średnica zewnętrzna rury

Przekładki wraz z rurami należy ułożyć na odpowiednio utwardzonym gruncie. Następnie zasypać je z dokładną starannością, aby kanalizacja była prosta, a grunt pomiędzy rurami odpowiednio zagęszczony. Ułożyć warstwy rur wraz z przekładkami w ilości określonej w projekcie. Przekładki dystansowe powinny być układane w taki sposób, aby się mijały:

- ⇒ w przypadku rur dwuwarstwowych karbowanych odległość pomiędzy przekładkami powinna wynosić min. 1,5m,
- ⇒ w przypadku rur osłonowych gładkich (nie dotyczy ROS-D) odległość pomiędzy przekładkami powinna wynosić min. 2m,
- ⇒ w przypadku rur osłonowych ROS-D nie stosuje się przekładek dystansowych (rury ROS-D powinny być ułożone w ziemi w taki sposób, aby zamki znajdowały się w pozycji poziomej).

7 Bezwykopowe metody układania

Bezwykopowe metody układania czasem nazywane metodami alternatywnymi. Polegają na prowadzeniu rur bez tradycyjnej potrzeby kopania rowów i stosowania zagęszczania gruntu. Do najbardziej popularnych należą horyzontalne przewiertki sterowane, czy przecisk za pomocą kreta.

7.1 Przewierty sterowane rury ROS-Z/ROS-Zk

Rury ROS-Z i ROS-Zk przeznaczone są do montażu metodami bezwykopowymi takimi jak przewierty sterowane lub przeciski przy użyciu kreta. Przy wykorzystywaniu powyższych metod należy zwrócić uwagę na: dopuszczalne promienie gięcia rur, w szczególności przy wprowadzaniu rury do przecisku (11° - 20° względem poziomu gruntu) oraz przy przemieszczaniu rury do miejsca wciągania (ostre zakręty), dopuszczalne siły działające na rurę podczas przeciągania opisano poniżej.

Siły poosiowe w rurach polietylenowych podczas wciągania rur do odwiertów nie mogą przekroczyć granicznych wartości. Standardowo naprężenie na granicy plastyczności dla polietylenów używanych do produkcji rur ROS-Z/ROS-Zk wynosi w powyżej 18-20 MPa.

Z powyższego wynika, że wartość siły poosiowej (siły ciągu F_c), siły jaką może przenieść rura podczas wciągania zależy głównie od naprężenia na granicy plastyczności (dopuszczalnych naprężeń rozciągających z uwzględnieniem współczynników bezpieczeństwa) i pola przekroju poprzecznego rury.

Bezpieczne naprężenie rozciągające:

$$N_r = f_r \cdot f_t \cdot f_c \cdot T_y$$

Gdzie:

N_r – bezpieczne naprężenie rozciągające dla PE [MPa]

f_r – współczynnik bezpieczeństwa dla rozciągania [-]

f_t – współczynnik temperatury zmniejszający wytrzymałość na rozciąganie [-]

f_c – współczynnik czasu zmniejszający wytrzymałość na rozciąganie [-]

T_y – naprężenie na granicy plastyczności [MPa]

Dopuszczalna rozciągająca siła osiowa:

$$DSO = 1000 \cdot N_r \cdot \pi \cdot D_n^2 \cdot \left(\frac{1}{SDR} - \frac{1}{SDR^2} \right)$$

Gdzie:

DSO – dopuszczalna rozciągająca siła osiowa dla rur [kN]

D_n – średnica nominalna rury [m]

SDR – stosunek średnicy zewnętrznej rury do jej grubości ścianki [-]

Współczynnik bezpieczeństwa f_r został określony na poziomie 2,5, pozostałe współczynniki należy dobrać samodzielnie uwzględniając warunki przeciągania.

Jeżeli nie można określić pozostałych współczynników zmniejszających należy przyjąć ogólną wartość współczynników na poziomie 8.

Przykładowe wartości siły ciągu F_c dla rur ROS-Z/ROS-Zk dla naprężenia na granicy plastyczności 18 MPa oraz współczynnika bezpieczeństwa 8 przedstawiono w tabeli poniżej.

Średnica zewnętrzna [mm]	Grubość ścianki [mm]	Siła ciągu [kN]	Grubość ścianki [mm]	Siła ciągu [kN]
110	6,3	4,6	10,0	7,1
125	7,1	5,9	11,4	9,2
140	8,0	7,5	12,7	11,4
160	9,1	9,7	14,6	15,0
200	11,4	15,2	18,2	23,4
225	12,8	19,2	20,5	29,6
250	14,2	23,7	22,7	36,5

8 Zmiana kierunku rurociągu

Przy projektowaniu rurociągów konieczne jest wykonanie zakrętów, które można realizować poprzez gięcie rur lub zastosowanie różnych kolanek. Poniżej przedstawiono metody najbardziej powszechne i bezpieczne. Planując wykonanie łuków jakkolwiek z metod należy uwzględnić wzrost siły tarcia przy wciąganiu kabla.

8.1 Gięcie rur – minimalne promienie gięcia

Rury osłonowe można podzielić na rury giętkie, w których promień gięcia został określony wprost oraz rury sztywne z ograniczoną możliwością wygięcia. Przekroczenie minimalnych promieni gięcia może skutkować trwałym uszkodzeniem rury przez spłaszczenie w miejscu gięcia lub rozerwaniem warstwy. Przy wyginaniu należy wziąć pod uwagę panującą temperaturę otoczenia, gdyż wraz ze spadkiem możliwość gięcia maleje.

Promień gięcia rur karbowanych RODK przedstawia poniższa tabela

Temp. Symbol	Promień gięcia [m]		
	20°C	10°C	0°C
RODK 40/32	0,25	0,30	0,50
RODK 50/40	0,30	0,40	0,60
RODK 75/60	0,35	0,65	0,70
RODK 90/76	0,40	0,55	0,80
RODK 110/92	0,50	0,7	1,00
RODK 125/105	0,60	0,85	1,20
RODK 160/134	0,70	1,00	1,40

Minimalny promień gięcia dla rur sztywnych można wyliczyć stosując poniższy wzór:

$$R = D_n \cdot C_u$$

Gdzie:

R_g – promień gięcia [m]

D_n – średnica nominalna rury [m]

C_u – współczynnik ugięcia [–]

Temp. Rodz. rury	C_u Współczynnik ugięcia						
	RODO	RODOH	ROS-M	ROSc-M	RPS	ROS-Z/k	TELKOM
20°C	25	30	30	40	30	25	20
10°C	45	45	45	50	45	45	30
0°C	60	60	60	70	60	60	40

Przykład: dla ROS-Z 160x9,1 minimalny promień gięcia w temperaturze 20°C wynosi:

$$R = 0,16 \times 25 = 4 \text{ m}$$

8.2 Kolanka

Skęcane do mniejszych średnic zastosowanie TELKOM



Kolanko skręcane 45° firmy PLASON

Kolanka elektrooporowe przeznaczone do rur zgrzewalnych typu ROS-Z



Kolanko elektrooporowe 45° firmy PLASON

8.3 Kolana zgrzewane doczołowo tylko ROS-Z/ROS-Zk

Kolana segmentowe

W przypadku projektów, w których nie można wykorzystać gotowych kolanek skręcanych lub wykonać wygięcia rury rozwiązaniem może być użycie kolanek segmentowych wykonanych z zastosowanej rury.

Przygotowaniem takich zajmują się wyspecjalizowane firmy posiadające odpowiednie urządzenia i umiejętności. Dostarczając fragment rury jest ona odpowiednio rozcinana (pod odpowiednim kątem) i łączona metodą zgrzewania doczołowego w taki sposób, aby otrzymać odpowiedni kąt. Tak przygotowaną kształtkę z prostą rurą łączy się za pomocą zgrzewania doczołowego.



Kolanko 90° wykonane przez firmę TAKO A. R.

Kolana wyginane – (90-630mm)

W szczególnych przypadkach, gdy konieczna jest zmiana kierunku przebiegu rurociągu, a nie jest dopuszczane wykonanie kształtek segmentowych, rozwiązaniem może być zamówienie łuków giętych. Łuki gięte są przygotowywane przez wyspecjalizowaną firmę na zlecenie TT PLAST S.A. z materiałów przekazanych.



Kolanko 45° wykonane przez firmę GAMART

Kolana wtryskowe tylko ROS-Z/ROS-Zk



Kolanko wtryskowe 90° firmy PLASON

9 Układanie kabli w rurach

Przy instalacji kabli w rurach należy pamiętać o zjawisku jakim jest tarcie. Parametr ten ma znaczący wpływ na maksymalną długość wciąganych kabli.

Maksymalną długość odcinka kabla zaciągową można obliczyć ze wzoru:

$$L_{max} = \frac{F_{max}}{\mu \cdot m_L \cdot g}$$

Gdzie:

L_{max} – maksymalna długość zaciągowa [m]

F_{max} – maksymalna siła rozciągająca kabel dopuszczana przez producenta [N]

μ – współczynnik tarcia pomiędzy rurą a kablem

m_L – masa 1 metra kabla [kg]

g – przyspieszenie ziemskie – ok. 10 [m/s²]

Aby zmniejszyć wzrost siły tarcia związanej z łukiem, należy zaplanować zaciąganie kabla, tak aby łuk był w początkowej fazie odcinka.

Rodzaj wykonania powierzchni wewnętrznej	Współczynnik tarcia μ
Gładka	0,40
Gładka z warstwą poślizgową	0,25
Gładka z warstwą poślizgową i rowkami	0,16

Dodatkowo dla zmniejszenia tarcia można zastosować preparaty poślizgowe dostępne na rynku uzyskując wartości współczynnika na poziomie 0,10-0,15.

W rurach optotelekomunikacyjnych montaż kabli i światłowodów realizowany jest metodą pneumatyczną tzw. "wstrzeliwanie" pod zadaniem ciśnieniem. Siły tarcia w tym przypadku nie są tak znaczące, gdyż pomiędzy rurą a światłowodem wytworzona jest poduszka powietrzna.

10 Układanie rur na przestrzeniach otwartych

Rury osłonowe odporne na UV wykonywane są z polietylenu dużej gęstości z dodatkiem materiałów zapewniających długoletnią odporność na działanie promieni UV.

Stosowane są do ochrony kabli instalowanych na przestrzeniach otwartych, szczególnie do ochrony instalacji kablowych podwieszanych na wiaduktach, estakadach lub mostach.

Rury układane na przestrzeniach otwartych (podwieszane pod mostami, wiaduktami, estakadami) poddawane są oddziaływaniu temperatury w szerokim zakresie od -30°C ÷ $+75^{\circ}\text{C}$. Mając na uwadze wysoki współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej rur z HDPE, należy wziąć pod uwagę ewentualne zmiany długości. W celu obliczenia zmiany długości odcinka rury, powstałej w wyniku różnic temperatur, należy skorzystać z zależności:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta t \cdot L$$

Gdzie:

- ΔL - zmiana długości odcinka rury [m]
- α - współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej dla HDPE $1,5 \div 2,0 \cdot 10^{-4}$ [$1/^{\circ}\text{C}$]
- Δt - różnica temperatur [$^{\circ}\text{C}$]
- L - długość odcinka rury [m]

Doskonałym rozwiązaniem problemu rozszerzalności cieplnej polietylenu są rury z kielichem kompensacyjnym RPS-UV-M*. Odpowiednie mocowanie rur, poprzez wsunięcie końcówki jednej rury do połowy długości kielicha drugiej rury pozwala zrekompensować ewentualne zmiany w ich długości.

Długość kielichów została zaprojektowana z uwzględnieniem maksymalnej możliwej zmiany długości rur polietylenowych w okresie letnim i zimowym, odnosząc się do klimatu w Polsce.

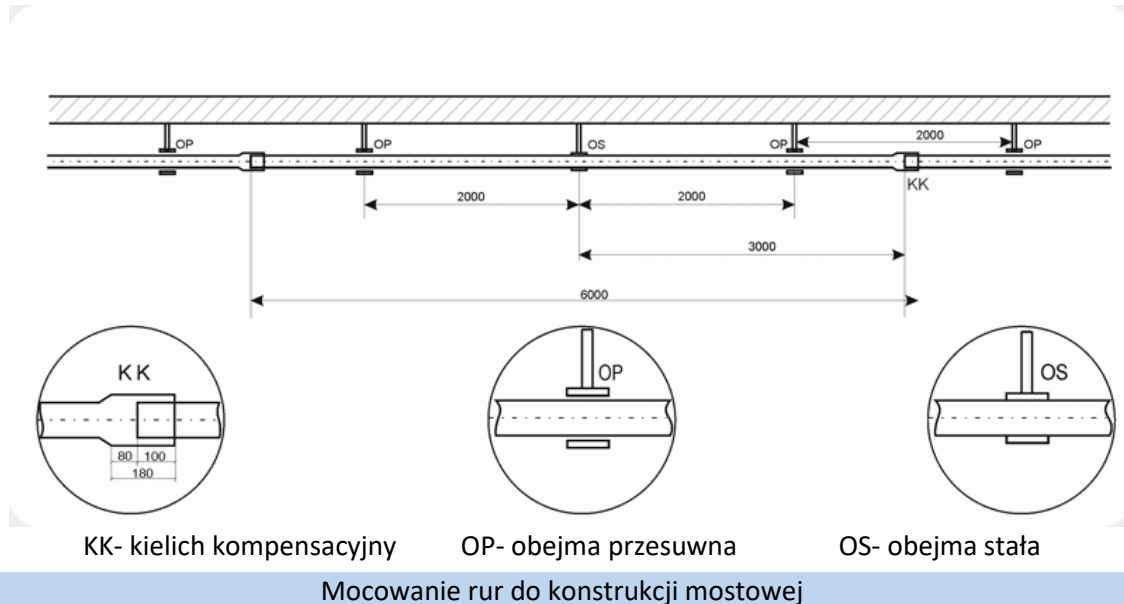
Przy jednoczesnym założeniu, że temperatura montowanych rur mieści się w przedziale temperatur od 0°C do $+30^{\circ}\text{C}$.

Współczynnik rozszerzalności liniowej jest podstawowym parametrem, który należy wziąć pod uwagę podczas projektowania i instalacji rur na obiektach mostowych czy wiaduktach. Należy przewidzieć miejsca (kielich, złączka kompensacyjna) na kompensację wydłużeń, oraz montować odcinki rur w jednym punkcie stałym z pozostawieniem pozostałych – przesuwanych punktów mocowania, co umożliwi swobodne przesuwanie się rur wraz ze zmianami temperatury.

Ponieważ w systemie takim należy pamiętać o zapewnieniu odpowiedniej przestrzeni na rozszerzanie, obejmującej stałe należy umieścić blisko elementów nieruchomych, natomiast

niedopuszczalny jest ich montaż na złączach. Natomiast obejmy przesuwne nie powinny być umieszczone zbyt blisko kołnierzy złączek.

Obejmy przesuwne oraz obejmy stałe należy przewidzieć w odległościach nie większych niż te pokazane na rysunku poniżej (wymiary podane w mm).



11 Transport, załadunek/rozładunek, składowanie

- ⇒ Wszelkie prace winny być prowadzone przez właściwie przeszkolony personel z użyciem sprzętu gwarantującego bezpieczne wykonanie tych prac.
- ⇒ Personel obsługujący wszelkiego rodzaju urządzenia dźwigowe i pomocnicze powinien posiadać odpowiednie uprawnienia i przeszkolenie w zakresie obsługi tych urządzeń.
- ⇒ Zaangażowani w operację załadunku i wyładunku pracownicy dostawcy rur/odbiorcy winni stosować odpowiednie środki ochrony osobistej.

11.1 Załadunek i rozładunek

Załadunek i rozładunek rur powinien zostać wykonany przy użyciu:

- ⇒ wózków widłowych o gładkich widłach w przypadku rur spaletowych, których ramki nie są uszkodzone, tak aby nie stwarzały potencjalnego zagrożenia dla pracowników,
- ⇒ dźwigów przy użyciu miękkich zawiesi: rury luzem lub spaletowane przy użyciu lin lub zawiesi z włókien (nylonowych, bawełniano-konopnych itp.) z wytrzymałością dopasowaną do przenoszonego ładunku.

Należy zachować szczególną ostrożność podczas rozładunku w niskich temperaturach. Odporność na uderzenia maleje wraz ze spadkiem temperatury otoczenia.

ZABRANIA się:

- ⇒ wykorzystywania prętów, haków, łańcuchów metalowych, które mogą doprowadzić do uszkodzenia rur,
- ⇒ podnoszenia rur za ramki/palety spinające, nie zostały zaprojektowane w tym celu i mogą nie wytrzymać obciążenia,
- ⇒ zrzucania rur w sposób niekontrolowany, który może spowodować uszkodzenia rur i powodować zagrożenie dla osób.

11.2 Transport i przemieszczanie

- ⇒ Transport rur samochodami jest uregulowany przepisami o ruchu kołowym na drogach publicznych i praktycznie może być realizowany dowolnymi środkami transportu, dostosowanymi m.in. do długości, tonażu i wysokości,
- ⇒ Do transportu należy używać samochodów z równą i płaską podłogą, wolną od gwoździ i innych nierówności w części ładunkowej lub samochodów specjalistycznych,
- ⇒ Unikać kontaktu w trakcie transportu i przechowywania z olejami, tłuszczami, smarami lub innymi środkami chemicznymi powodującymi trwałe zanieczyszczenia,
- ⇒ Rury na czas transportu powinny być zabezpieczone przed przesuwaniem się,
- ⇒ Wsporniki boczne powinny być płaskie oraz pozbawione ostrych krawędzi,
- ⇒ Rury o najwyższej średnicy powinny być układane na spodzie części ładunkowej,
- ⇒ Transport rur poza częścią ładunkową samochodu dozwolony jest, jeżeli jej część jest krótsza niż pięciokrotność średnicy zewnętrznej (rury do średnicy 400) lub 2 m (rury o średnicy 400 i większej),
- ⇒ Do podnoszenia lub przemieszczania należy stosować liny lub zawiesia z włókien,
- ⇒ Rury o mniejszych średnicach (<160 mm) mogą być przemieszczane na placu budowy ręcznie.

ZABRANIA się:

- ⇒ Wleczenia rur po podłożu,
- ⇒ Zrzucanie rur z wysokości,
- ⇒ Używania do przenoszenia metalowych: lin, belek, haków, łańcuchów.

11.3 Składowanie

- ⇒ Rury należy składować na równym, gładkim podłożu pozbawionym ostrych przedmiotów, z wykorzystaniem podkładow drewnianych lub z innego materiału nie powodującego uszkodzenia,
- ⇒ Podkłady umieszcza się w 2,5m odstępach między sobą,
- ⇒ Okres składowania od daty do dnia zakopania w gruncie nie może być dłuższy niż 12 miesięcy (pod warunkiem zabezpieczenia rur przed działaniem warunków atmosferycznych, szczególnie światła słonecznego),
- ⇒ Wysokość składowania rur prostych spaletowanych nie powinna przekraczać 3-4 metry,
- ⇒ Wysokość rur składowanych luzem w pryzmie nie powinna przekraczać 1 m,
- ⇒ Rury o największych średnicach należy składować na samym dole stosu,
- ⇒ W ekstremalnych warunkach klimatycznych konieczne jest zapewnienie specjalnych warunków w zakresie składowania rur,
- ⇒ Rury w zwojach składować na podkładkach jak wyżej, pokrywając co najmniej 50% powierzchni składowania,
- ⇒ Rury należy składować na równym podłożu. Rury w zwojach mogą być przechowywane w pozycji poziomej (wymóg dla rur do gazu) przy wysokości składowania do 1,5m lub w pozycji pionowej w jednej warstwie (stojącego pionowo kręgu nie można dodatkowo obciążać).

ZABRANIA się:

- ⇒ Składowania rur bezpośrednio na podłożu,
- ⇒ Składowania rur w bezpośrednim sąsiedztwie paliw, rozpuszczalników, olejów, smarów, farb a także źródeł ciepła,
- ⇒ Dłuższego (powyżej 3 miesięcy) przechowywania rur nie zabezpieczonych przed warunkami atmosferycznymi, przechowywania rur w temperaturze powyżej 45°C

12 Literatura:

- [1] Katalog produktów TT PLAST S.A. Targowisko 2023;
- [2] Krajowa Ocena Techniczna IBDiM-KOT-2019/0384 wydanie 1;
- [3] PN-EN 61386-1 System rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 1: Wymagania ogólne;
- [4] PN-EN 61386-24 System rur instalacyjnych do prowadzenia przewodów. Część 24: Wymagania szczegółowe dla systemów rur instalacyjnych układanych w ziemi;
- [5] N-SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. projektowanie i budowa.;
- [6] Bogdan Majka „Warunki prawidłowego układania rur z tworzyw sztucznych” PRiK -artykuł <https://www.prik.pl/images/pdf/konferencje/konf2/Bogdan-MajkaWarunki-prawid%C5%82owego-uk%C5%82adania-rur-z-tworzyw-sztucznych.pdf> ;
- [7] PN-ENV 1046:2007- Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych -- Systemy poza konstrukcjami budynków do przesyłania wody lub ścieków -- Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią;
- [8] Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych GDDKiA”; https://www.archiwum.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/p/prace-naukowo-badawcze-zrealizow_3435/documents/2005-2009-39-z2.pdf
- [9] Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz. U. z 2022 r. poz. 1518);
- [10] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2023 r. poz. 645, ze zm.);
- [11] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 22 czerwca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie;

13 ZAŁĄCZNIK A. Tablice odporności chemicznej PE

Oznaczenia:	PE- polietylen o dużej gęstości, s.s. - roztwór nasycony	1 - odporne, 2 - częściowo odporne 3 - nieodporne,
--------------------	---	--

Zamieszczone niżej dane pochodzą z dokumentacji ISO TR 10358, ISO TR 7472, 7474.

Związek:	Wzór:	Zaw. (%)	Temp. (°C)	PE
Aceton	$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	100	20 60	2 2
Aldehyd benzoesowy	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	100	20 60	2 3
Aldehyd octowy	CH_3CHO	100	20 60	1 2
Alkohol allilowy	$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{OH}$	96	20 60	1 1
Alkohol amyłowy	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	100	20 60	1 2
Alkohol furfuryłowy	$\text{CHC CH}_2\text{OH}$	100	20 60	1 2
Atun	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\text{K}_2\text{SO}_4 \text{-4H}_2\text{O}$	<10	20 60	1 1
Amoniak (roztw.)	NH_3	<10	20 60	1 1
Amoniak (gaz)	NH_3	100	20 60	1 1
Amoniak (ciekły)	NH_3	100	20 60	1 1
Anilina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$	100	20 60	1 2
Azotan amonu	NH_4NO_3	s.s.	20 60	1 1
Azotan magnezu	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$		20 60	1 1
Azotan miedzi	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$		20 60	1 1
Azotan niklu	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$		20 60	1 1
Azotan potasu	KNO_3		20 60	1 1
Azotan rtęci	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	>10	20 60	1 1
Azotan sodu	NaNO_3		20 60	1 1
Azotan srebra	AgNO_3		20 60	1 1
Azotan wapnia	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		20 60	1 1
Azotan żelaza	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	>10	20	1

związek:	Wzór:	Zaw. (%)	60	1
			Temp. (°C)	PE
Benzen	C_6H_6	100	20	2
			60	3
Benzyna			20	1
			60	2
Benzoesan sodu	C_6H_5COONa		20	1
			60	1
Bezwodnik octowy	$CH_3CO-O-COCH_3$	100	20	1
			60	2
Boraks	$Na_2B_4O_7$		20	1
			60	1
Brom (gaz)	Br_2	100	20	3
			60	3
Brom (ciecz)	Br_2	100	20	3
			60	3
Bromek potasu	KBr		20	1
			60	1
Bromek sodu	NaBr		20	1
			60	1
Bromian potasu	$KBrO_3$		20	1
			60	1
Butan	C_4H_{10}	100	20	2
			60	2
Butanol	C_4H_9OH	100	20	1
			60	1
Chlor (roztwór)	Cl_2		20	2
			60	3
Chlor (gaz)	Cl_2	100	20	2
			60	3
Chloran potasu	$KClO_3$		20	1
			60	1
Chloran wapnia	$Ca(ClO_3)_{10}$		20	1
			60	1
Chloran sodu	$NaClO_3$		20	1
			60	1
Chlorek amonu	NH_4Cl	s.s.	20	1
			60	1
Chlorek baru	$BaCl_2$		20	1
			60	1
Chlorek cynku	$ZnCl_2$		20	1
			60	1
Chlorek cyny	$SnCl_2$		20	1
			60	1
Chlorek glinu	$AlCl_3$	s.s.	20	1
			60	1
Chlorek magnezu	$MgCl_2$		20	1
			60	1
Chlorek miedzi	$CuCl_2$		20	1
			60	1
Chlorek niklu	$NiCl_2$		20	1
			60	1

Chlorek rtęci	HgCl_2		20	1
			60	1
Chlorek sodu	NaCl		20	1
			60	1
Chlorek tionylu	SOCl_2	100	20	3
			60	3
Chlorek wapnia	CaCl_2		20	1
			60	1
Chlorek żelaza	FeCl_3		20	1
			60	1
Chloroform	Cl_3CH	100	20	3
			60	3
Chlorometan	CH_3Cl	100	20	2
			60	
Chromian potasu	K_2CrO_4		20	1
			60	1
Chromianka	$\text{CrO}_3\text{H}_2\text{O}$	>10	20	1
			60	2
Cyjanek potasu	KCN	>10	20	1
			60	1
Cyjanek rtęci	$\text{Hg}(\text{CN})_2$		20	1
			60	1
Cyjanek sodu	NaCN		20	1
			60	1
Cyjanek srebra	AgCN		20	1
			60	1
Cyjanowódór	HCN	10	20	1
Cykloheksanol	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$	100	20	1
			60	2
Cykloheksanon	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$	100	20	2
			60	2
Dekalina	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}$	100	20	1
			60	2
Dekstryna	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	>10	20	1
			60	1
Drożdże		>10	20	1
			60	1
Dwuchromian potasu	K_2CrO_4		20	1
			60	1
Dwuoksolan	$\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2$	100	20	1
			60	1
Dwusiarczek węgla	CS_2	100	20	2
			60	3
Dwutlenek chloru	ClO_2	100	20	1
			60	1
Dwutlenek siarki	SO_2	100	20	1
			60	1
Etanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	40	20	1
			60	2
Eter dietylowy	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$	100	20	2
			60	3

Fenol	C_6H_5OH	>10	20 60	2 2
Fluor	F_2	100	20 60	3 3
Fluorek amonu	NH_4F	>10	20 60	1 1
Fluorek glinu	AlF_3	s.s.	20 60	1 1
Fluorek potasu	KF		20 60	1 1
Fluorek sodu	NaF		20 60	1 1
Formaldehyd	HCHO	40	20 60	1 1
Ftalan oktylu	$C_6H_4(COOC_8H_{17})_2$	100	20 60	1 2
Glicerol	CHOH CH ₂ OH	100	20 60	1 1
Glikol etylenowy	OHCH ₂ CH ₂ OH	100	20 60	1 1
Glukoza	$C_6H_{12}O_6$ CH ₂ OH		20 60	1 1
Heptan	C_7H_{16}	100	20 60	1 3
Hydrohinon	$C_6H_4(OH)_2$		20 60	1 1
Ksilen	$C_6H_4(CH_3)_2$	100	20	2
Kwas adypinowy	$COOH(CH_2)_4COOH$	s.s.	20 60	1 1
Kwas arsenowy	H_3AsO_4		20 60	1 1
Kwas azotowy	HNO_3	25	20 60	1 1
Kwas azotowy	HNO_3	50	20 60	2 3
Kwas azotowy	HNO_3	75	20 60	3 3
Kwas azotowy	HNO_3	100	20 60	3 3
Kwas benzoesowy	C_6H_5COOH		20 60	1 1
Kwas bromowodorowy	HBr	10	20 60	1 1
Kwas borowy	H_3BO_3		20 60	1 1
Kwas chlorooctowy	$ClCH_2-COOH$	>10	20 60	1 1
Kwas cytrynowy	HOO CH ₂ -C(H) (COOH)-CH ₂ COOH		20 60	1 1
Kwas fluorowodorowy	HF	4	20 60	1 1

Kwas fluorowodorowy	HF	60	20 60	1 2
Kwas glukonowy	OHCH ₂ COOH	>10	20 60	1 1
Kwas maleinowy	HOOCC ₂ H=CHCOOH		20 60	1 1
Kwas masłowy	C ₃ H ₇ COOH	100	20	1
Kwas mlekowy	CH ₃ CH(OH)COOH	100	20 60	1 1
Kwas mrówkowy	HCOOH	50	20 60	1 1
Kwas mrówkowy	HCOOH CH CH	98-100	20 60	1 1
Kwas nikotynowy		<=10	20 60	1
Kwas octowy	CH ₃ COOH	10	20 60	1 1
Kwas octowy	CH ₃ COOH	96	20 60	1 2
Kwas oleinowy	C ₈ H ₁₇ CH=CH- (CH ₂) ₇ COOH	100	20 60	1 2
Kwas ortofosforowy	H ₃ PO ₄	50	20 60	1 1
Kwas pikrynowy	(NO ₂) ₃ C ₆		20 60	1
Kwas propionowy	CH ₃ CH ₂ COOH	50	20 60	1 1
Kwas propionowy	CH ₃ CH ₂ COOH	100	20 60	1 2
Kwas salicylowy	C ₆ H ₄ OHCOOH		20 60	1 1
Kwas siarkawy	H ₂ SO ₃	30	20 60	1 1
Kwas siarkowy	H ₂ SO ₄	10	20 60	1 1
Kwas siarkowy	H ₂ SO ₄	50	20 60	1 1
Kwas siarkowy	H ₂ SO ₄	98	20 60	1 3
Kwas siarkowy dymiący	H ₂ SO ₄	fuming	20 60	3 3
Kwas solny	HCl	10	20 60	1 1
Kwas solny	HCl	Concentr.	20 60	1 1
Kwas szczawiowy	(COOH) ₂		20 60	1 1
Kwas toluilowy	C ₆ H ₅ COOH		20 60	2
Kwas winowy	COOH(CHOH) ₂ COOH	>10	20 60	1 1

Melasa		using. conc.	20 60	1 1
Metanol	CH ₃ OH	100	20 60	1 1
Mleko	(Krowie i owcze)	100	20 60	1 1
Mocz			60	1
Mocznik	(NH ₂) ₂ CH	>10	20 60	1 1
Nadchloran potasu	KClO ₄		20 60	1 1
Nadmanganian potasowy	KMnO ₄	20	20 60	1 1
Nadsiarczan potasu	K ₂ S ₂ O ₈	20	20 60	1 1
Ocet winny	see vinegar		20 60	1 1
Octan amylu	CH ₃ COO(CH ₂) ₄ CH ₃	100	20 60	2 3
Octan etylu	CH ₃ COOC ₂ H ₅	100	20 60	1 3
Octan srebra	CH ₃ COOAg		20 60	1 1
Oleje i smary			20 60	1 2
Oleje mineralne			20 60	1 2
Ortofosforan sodu	Na ₃ PO ₄		20 60	1 1
Ortofosforan potasu	K ₃ PO ₄		20 60	1 1
Ozon	O ₃	100	20 60	2 3
Perhydrol	H ₂ O ₂	30	20 60	1 1
Perhydrol	H ₂ O ₂	90	20 60	1 3
Pirydyna	C ₅ H ₅ N	100	20 60	1 2
Piwo			20 60	1 1
Podchloryn potasu	KClO	>10	20 60	1 2
Podchloryn sodu	NaClO	5	20 60	1 1
Podchloryn wapnia	Ca(ClO) ₂ 4H ₂ O	<10	20 60	1 1
Rtęć	Hg	100	20 60	1 1
Siarczan amonu	(NH ₄) ₂ SO ₄	s.s.	20 60	1 1

Siarczan baru	BaSO ₄		20 60	1 1
Siarczan cynku	ZnSO ₄		20 60	1 1
Siarczan glinu	Al ₂ SO ₄	s.s.	20 60	1 1