

BIURO USŁUG INWESTYCYJNO – PROJEKTOWYCH

„LEWANDA”

85-435 Bydgoszcz

ul. Boleniowa 3

Tel/fax – 052 581 92 83

Regon 093074902

SPECYFIKACJA TECHNICZNA

Budowa zbiornika wyrównawczego w m. Lubostron

Opracował

Inż. Edward Lewandowski

Krótkie charakterystyki wyrobów	4
Rury i kształtki z PVC-U do rurociągów ciśnieniowych do wody, z uszczelkami Power-Lock trwale mocowanymi w kielichu rury.....	4
Rury PCV do rurociągów ciśnieniowych do wody.....	4
TRANSPORT, SKŁADOWANIE I PRZENOSZENIE RUR	4
1. OPAKOWANIA.....	4
2. TRANSPORT.....	5
3. ROZŁADUNEK RUR U ODBIORCY	5
4. SKŁADOWANIE RUR I KSZTAŁTEK	6
5. PRZENOSZENIE I ROZKŁADANIE RUR NA MIEJSCU BUDOWY	6
6. PRZEMIESZCZANIE ŁADUNKU W NISKICH TEMPERATURACH.....	6
TECHNOLOGIA BUDOWY RUROCIĄGÓW.....	6
ROBOTY ZIEMNE.....	6
1. WSTĘP	6
2. KLASYFIKACJA GRUNTÓW DO BUDOWY PODŁOŻA RUROCIĄGÓW	8
3. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA	8
4. DOBÓR PODŁOŻA.....	9
5. SZEROKOŚĆ WYPEŁNIENIA PO BOKACH RURY	13
7. DOBÓR RUR.....	13
UKŁADANIE I MONTAŻ RUROCIĄGÓW	13
1. OGÓLNE WARUNKI I ZASADY UKŁADANIA I MONTAŻU RUROCIĄGÓW	13
2. METODY MONTAŻU I UKŁADANIA RUROCIĄGÓW	14
MONTAŻ RUR z PVC O GŁADKICH ŚCIANKACH.....	16
1. ŁĄCZENIE RUR KIELICHOWYCH.....	16
2. MONTAŻ ZŁĄCZA	16
3. CIĘCIE RUR.....	17
4. ŁĄCZENIE RUR I KSZTAŁTEK Z PVC O ŚCIANKACH GŁADKICH Z INNYM MATERIAŁEM I ARMATURĄ.....	17
6. POŁĄCZENIA KOŁNIERZOWE	17
WZMOCNIENIE I ZABEZPIECZENIE PRZEWODÓW.....	18
1. WZMOCNIENIA POŁĄCZEŃ PRZEWODÓW.....	18
ODBIORY ROBÓT, PRÓBY SZCZELNOŚCI RUROCIĄGÓW.....	18

1.	WARUNKI OGÓLNE ODBIORÓW ROBÓT	18
2.	PRÓBA SZCZELNOŚCI PRZEWODÓW CIŚNIENIOWYCH Z PVC I PE.....	18
A.	PRZEPISY I INSTRUKCJE KRAJOWE	21
B.	POLSKIE NORMY	22
C.	POLSKIE NORMY PN-EN.....	23
D.	NORMY EUROPEJSKIE I PROJEKTY NORM	24
E.	NORMY BRANŻOWE.....	24
G.	KSIAŻKI I CZASOPISMA.....	24

Rozwiązanie techniczne budowy:

1 – Sieć wodociągowa

Przewiduje się budować sieć wodociągową z rur wodociągowych **PCV** **śr. Dz – 110 mm PN 10 szereg SDR 11**, o wytrzymałości na ciśnienie wewnętrzne **1,0 MPa**

Na końcach odcinka wodociągowego oraz na połączeniach z dalszą siecią wodociągową, projektuje się montaż zasuw odcinających **Z-100**.

Nie przewiduje się układania rur na podsypce piaskowej niezależnie od rodzaju gruntu.

Przed ułożeniem rur dno wykopu wyrównać w taki sposób by całość rury spoczywała na dnie wykopu.

Na przewidywanych do przebudowy **węzłach wodociągowych** wykonać podbudowę z betonu B-15 jako bloki podporowe oraz bloki oporowe.

2 – Zakres rzeczowy zadania.

Wodociąg PCV 110 mm

1 078,00 mb

Krótkie charakterystyki wyrobów

Rury i kształtki z PVC-U do rurociągów ciśnieniowych do wody, z uszczelkami Power-Lock trwale mocowanymi w kielichu rury.

Rury i kształtki z PVC-U do rurociągów ciśnieniowych do wody winny być produkowane zgodnie z normą PN-EN 1452-1 „Systemy przewodowe z niezmiękczonego PCV-U do przesyłania wody – Wymagania ogólne” [C1].

W klasie ciśnienia PN 10 o średnicy od 90 mm do 225 mm w odcinkach o długości 6 m, z bosym końcem.

Rury i kształtki winny być łączone kielichowo za pomocą elastomerowego pierścienia uszczelniającego.

Rury produkowane zgodnie z normą PN-EN 1452-1 winny posiadać uszczelki Power-Lock trwale mocowane w kielichu rury w trakcie procesu produkcyjnego.

Rury PCV do rurociągów ciśnieniowych do wody.

Rury mogą posiadać wtopioną wkładkę miedzianą umożliwiającą lokalizację przewodu podczas eksploatacji.

Średnica wewnętrzna rur powinna zgodna z projektem... oraz z normami.

Warstwa ochronna zabezpiecza część wewnętrzną rury przed występowaniem niekorzystnych zjawisk: powolnego wzrostu pęknięcia i gwałtownej propagacji pęknięć.

TRANSPORT, SKŁADOWANIE I PRZENOSZENIE RUR

1. OPAKOWANIA

Wszystkie produkty winny być opakowane i dostarczane Odbiorcy w oryginalnych opakowaniach zapewniających odpowiednie zabezpieczenie podczas transportu, rozładunku i składowania. Rodzaj opakowania w zależności od wymiarów średnic i rodzaju produktu. Końcówki wszystkich rur zabezpieczone są przed zanieczyszczeniem ochronnymi zaślepkami.

Inne sposoby pakowania

Poza tym drobne elementy i kształtki pakowane są w kartony lub worki foliowe.

2. TRANSPORT

Rury mogą być dostarczane transportem producenta lub transportem własnym Odbiorcy. Każda partia dostarczanych rur powinna być dokładnie skontrolowana przed odbiorem. Przewoźnik bierze odpowiedzialność za dostarczenie ładunku we właściwym stanie. Z kolei Odbiorca ma obowiązek sprawdzić, czy nie występują żadne braki i uszkodzenia powstałe w czasie transportu.

Przewóz rur samochodami uregulowany jest jednoznacznymi przepisami ruchu kołowego po drogach publicznych. Ze względu na specyficzne cechy rur należy spełnić następujące dodatkowe wymagania:

1. Rury należy przewozić wyłącznie samochodami skrzyniowymi lub pojazdami posiadającymi boczne wsporniki o maksymalnym rozstawie 2 m wystające poza pojazd końce nie mogą być dłuższe niż 1 m.
2. Jeżeli przewożone są luźne rury, to przy ich układaniu w stosy na samochodzie obowiązują te same zasady co przy składowaniu z tym, że wysokość ładunku na samochodzie nie powinna przekraczać 1 m.
3. Podczas transportu rury powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem przez metalowe części środków transportu jak śruby, łańcuchy, itp. Luźno układane rury powinny być zabezpieczone przed zarysowaniem przez podłożenie tektury falistej i desek pod łańcuch spinający boczne ściany skrzyni samochodu.
4. Podczas transportu rury powinny być zabezpieczone przed zmianą położenia.

Według istniejących zaleceń przewóz powinien odbywać się przy temperaturze otoczenia 5°C do +30°C. Rury produkowane przez Pipelife mogą być stosowane i przewożone w szerszym zakresie temperatur. W tym celu wymagane jest spełnienie określonych warunków i zachowanie szczególnej ostrożności. Przed przystąpieniem do transportu lub składowania rur w rozszerzonym zakresie temperatur prosimy o kontakt z Pipelife celem uzyskania właściwych warunków.

Prawidłowy przewóz rur z PVC

Bezpieczny i prawidłowy transport to:

- podparcie ładunku na całej długości,
- podpory umieszczone na skrzyni,
- właściwie wysunięte kielichy poza końce bryły rur.

3. ROZŁADUNEK RUR U ODBIORCY

Sposób rozładunku rur zależy od decyzji Odbiorcy i przeprowadzany jest na jego odpowiedzialność. Przy rozładunku rur preferowany można stosować sprzęt mechaniczny, taki jak samochodowe przenośniki widłowe, żurawie przejezdne z końcówką roboczą na końcu wysięgnika, czy też ładowarki czołowe przedsiębiorne z widelkami.

UWAGA:

Platforma samochodu powinna być ustawiona w poziomie. W czasie rozładunku i przemieszczania należy zwracać uwagę aby rury nie uderzały o żadne przedmioty. Mocniejsze uderzenia mogą spowodować uszkodzenie rury, zwłaszcza przy niższych temperaturach.

Nie należy:

1. przemieszczać pakietów rur za pomocą łańcuchów lub pojedynczych lin.
2. mocować liny do pojedynczych pakietów ładunku w celu ich podnoszenia.

Rury transportowe w oryginalnych zapakowanych wiązkach lub zwojach zaleca się rozładowywać z zastosowaniem wózków widłowych.

Preferowane jest rozładowywanie rur w pakietach. Jeżeli jednak nie dysponuje się mechanicznym sprzętem przeładunkowym, można rozładowywać rury pojedynczo. W takim przypadku przecina się kolejno taśmy wiążące pakiety, zaczynając od górnych do najniższych.

Należy zwracać uwagę aby rury nie spadły i nie zostały uszkodzone. Ponieważ taśmy są mocno ściągnięte, rury mogą mieć tendencję do przesunięcia się w momencie kiedy taśma zostanie przecięta. Trzeba się więc zawsze upewnić, że samochód jest zaparkowany na płaskim podłożu i że nie ma ludzi z żadnej strony w pobliżu samochodu, w odległości, na jaką mogłyby potoczyć się rozładowane rury. Nie należy też stać na pakietach rur w czasie przecinania taśm wiążących.

Innym sposobem jest zastosowanie zwijania przewodów polietylenowych na bębny, ładowanie następnie na samochody i rozwijanie na budowie wprost ze środków transportowych. Rozwijanie może być prowadzone przez ciągnięcie, np. z

użyciem koparki.

Dla zachowania bezpieczeństwa zaleca się bardzo staranne zamocowanie końców odwijanego zwoju do bębna i sprzętu rozwijającego. Zabezpiecza to przed sprężynowaniem ("podskakiwaniem") rozwijanej rury.

UWAGA: Przy ręcznym rozładunku należy przecinać tylko taśmy pakietu aktualnie rozładowywanego.

SKŁADOWANIE RUR I KSZTAŁTEK

Składowanie rur z PVC-U i PP-B w pakietach

Jako generalną zasadę należy przyjąć, że rury z PVC-U i PP-B dostarczone są w oryginalnych fabrycznych wiązkach.

Składowanie rur PVC-U i PP-B luzem

1. Rury układać w stosach na podkładach drewnianych o szerokości co najmniej 10 cm, grubości co najmniej 2,5 cm;
2. W stosie nie powinno znajdować się więcej niż 7 warstw, a wysokość stosu nie powinna przekroczyć 1,5 m;
3. Rury układać kielichami naprzemianlegle lub kolejne warstwy oddzielać przekładami drewnianymi;
4. Stos należy zabezpieczyć przed przypadkowym ześlizgnięciem się rury poprzez ograniczenie jego szerokości przy pomocy pionowych wsporników drewnianych zamocowanych w odstępach 1÷2 m.

4. PRZENOSZENIE I ROZKŁADANIE RUR NA MIEJSCU BUDOWY

Przenoszenie i opuszczanie do wykopu pojedynczych rur:

- rury o średnicy do 315 mm (włącznie) prace mogą być wykonywane przez jednego lub dwóch pracowników.
- rury o średnicy 400 mm i większe oraz rury w wiązkach prace można przeprowadzić przy pomocy żurawia, do tego celu należy użyć zawiesia dwucięgnowego i trawersy z dwoma cięgnami z miękkiej liny, np. bawełniano konopnej;

Nie wolno stosować zawiesi z lin metalowych lub łańcuchowych.

Niedopuszczalne jest:

- "wleczenie" rur po podłożu
- zrzucanie lub przetaczanie rur po pochylni samochodowej

5. PRZEMIESZCZANIE ŁADUNKU W NISKICH TEMPERATURACH

Muszą być zachowane szczególne środki ostrożności przy transporcie i rozładunku, przemieszczaniu, składowaniu i układaniu rur i kształtek z PVC, gdy temperatura spada poniżej 0°C, gdyż obniża się sprężystość rur z PVC i ich odporność na uderzenia. Rury nie paletowane leżące w dolnym rzędzie stosu mogą ulec odkształceniu w wyniku obciążenia wyżej leżącym ładunkiem.

Montować można tylko rury o właściwym (kołowym) kształcie przekroju.

Rury produkcji mogą być transportowane, składowane i układane w niższych temperaturach. W tym celu Odbiorca musi się zwrócić do Producenta o uzyskanie właściwych wytycznych do wykonania tych prac.

TECHNOLOGIA BUDOWY RUROCIĄGÓW

ROBOTY ZIEMNE

1. WSTĘP

Przy wykonywaniu prac ziemnych, układaniu i montażu przewodów z tworzyw sztucznych należy posługiwać się ustaleniami norm PN-EN 1610 [C3], PN-ENV 1046 [D4], [E1]. Przepisy dotyczące BHP w zakresie prac transportowych oraz robót montażowych odnoszą się również do wykonawstwa rurociągów z tworzyw sztucznych.

Wykopy wykonywać krótko przed układaniem rurociągów.

Zagrożenia w przypadku dużo wcześniejszych wykonywania wykopów;

1. Wyeliminowanie, konieczności odwadniania lub szalowania wykopów.
2. Zminimalizowanie możliwości zalania wykopu.
3. Zredukowanie wypłukiwania gruntu z dna wykopu wodą gruntową.
4. Uniknięcie przemarzania dna wykopu i materiału zasypu.
5. Zmniejszenie zagrożenia dla ludzi oraz ruchu pojazdów i sprzętu.

Wykonywanie wykopów

- roboty ziemne można prowadzić ręcznie lub mechanicznie,
- dno wykopu winno być wykonane ze spadkiem podanym w projekcie technicznym,
- dno winno być równe, pozbawione elementów o ostrych krawędziach,
- zaleca się pozostawienie na dnie wykopu warstwy gruntu o grubości 5 do 10 cm powyżej projektowanej rzędnej dna wykopu przy ręcznym wykonywaniu i 20 cm przy mechanicznym wykonywaniu wykopu, a następnie pogłębienie ręczne do projektowanej rzędnej i odpowiednie wyprofilowanie,
- zdjęcie warstwy ochronnej wykonać bezpośrednio przed ułożeniem rur.

Wykonując wykopy przy pomocy sprzętu zmechanizowanego nie wolno dopuścić do przekroczenia projektowanej głębokości.

Przygotowanie dna wykopu

Dno wykopu musi być dokładnie wyrównane, bez większych kamieni, dużych grud ziemi czy też materiału zmrożonego. Zagłębienia wykopu pod kielichy powinny być dokładnie wykonane, tak aby zapewnione było równomierne podparcie na całej długości rur y. W wyjątkowych wypadkach (w zależności od rodzaju gruntu) można wykonywać wykopy mechaniczne do większej głębokości, a następnie wyrównać dno i nadać spadek przez zastosowanie odpowiedniego sortowanego materiału. Materiał sortowany należy umieścić w wykopie za pomocą odpowiedniego sprzętu, a następnie wyrównać i uformować ręcznie dno wykopu (podłoże), dobrze zagęścić i i zapewnić podparcie dla całego przewodu.

Materiały sortowane powinny być urabiane tak długo, aż dno wykopu równomiernie podpięra przewód i zapewni wymagany spadek rurociągu.

Podłoże przewodów, może być wykonywane do wymaganego poziomu z odpowiednio przygotowanego gruntu pochodzącego z wykopu, pod warunkiem, że grunt ten nie zawiera dużych kamieni o średnicy powyżej 40 mm, twardych grud oraz gruzu i może być odpowiednio zagęszczony przez ubijanie. Materiał użyty do obsypki, zasypki nie może posiadać ostrych krawędzi lub zmarzniętych brył gruntu. Grunty zawierające duże odłamki skalne oraz grunty o dużej zawartości części organicznych, zbrylone ropy oraz namuły nie powinny być stosowane do wykonywania podłoża ani same, ani też w połączeniu z innymi gruntami.

Jeżeli mamy do czynienia z niestabilnym dnem wykopu, które w opinii inżyniera nie może zapewnić właściwego podparcia przewodu, należy wykonać głębszy wykop i do wymaganego poziomu ułożenia przewodu wykonać fundament i podłoże, w porozumieniu z projektantem. Materiał ten powinien być zagęszczony do przynajmniej 85% według Proctora (83% wg zmodyfikowanej metody Proctora).

Fundament - podłoże wzmocnione

Wykonanie fundamentu jest niezbędne wtedy, gdy dno wykopu jest niestabilne. Fundamenty takie, jakie stosowane są do posadowienia przewodów sztywnych, bez powodowania załamania ich spadku lub ugięcia, będą odpowiednie również dla przewodów z rur termoplastycznych

Warstwa wyrównawcza

Warstwa wyrównawcza (podsypka) nie może być zbyt gruba ani też miękka, aby rury nie osiadały i nie traciły projektowanego spadku. Grubością podsypki określa projekt....

Podbicie rurociągu (strefa pachy sklepienia)

Jest to obszar, w którym materiał musi być zagęszczony do określonej wymaganej wartości.

Warstwa ochronna obsypki

Zaczyna się ona powyżej granicznej linii podbicia rury i sięga aż do poziomu 15 do 30 cm powyżej górnej krawędzi rury.

Stopień zagęszczenia gruntu powyżej granicy podbicia zapewnia podparcie boczne przewodu. Do zagęszczenia gruntu można używać urządzenia mechanicznego lecz nie powinny być one stosowane w odległości mniejszej niż 50 cm od górnej krawędzi rury i to tylko wtedy, gdy materiał zasypu wykopu zastał wstępnie zagęszczony do gęstości 85% według standardowej metody Proctora.

2. KLASYFIKACJA GRUNTÓW DO BUDOWY PODŁOŻA RUROCIĄGÓW

Kategoria I

Do kategorii I zaliczany jest żwir, gruby tłuczeń, o średnicy ziaren 4-8, 4-16, 8-12, 8-22 mm. Dopuszcza się max. 5-20% ziaren o średnicy 2 mm. Jest to najlepszy materiał do posadowienia rurociągu.

Kategoria II

Piaski gruboziarniste i żwiry o największym wymiarze ziaren ok. 40 mm oraz inne sortowane piaski i żwiry o różnym uziarnieniu, zawierające niewielki procent cząstek drobnych. Ogólnie rzecz biorąc są to materiały sypkie, bezkohezyjne zarówno w stanie sypkim, jak i mokrym. Do tej kategorii zaliczane są również równo i różnoziarniste żwiry i piaski oraz mieszaniny piasku i żwiru, o małej zawartości cząstek drobnych. Dopuszcza się max. 5-20% ziaren o średnicy 0,2 mm. Jest to dobry materiał.

Kategoria III

Piaski drobnoziarniste, żwiry zaglinione, mieszaniny piasków drobnych, piasków gliniastych oraz żwirów i gliny. Do tej kategorii należą również żwiry pylaste oraz mieszaniny: żwiru - piasku - pyłu, żwiru - piasku - łu, piasku pylastego - pyłu piaszczystego. Dopuszcza się max. 5% ziaren o średnicy 0,02 mm. Jest to średnio dobry materiał.

Kategoria IV

Do kategorii IV należą pyły, gliny, ły pylaste jak też nieorganiczne ły i pyły o średniej i dużej plastyczności i granicy płynności. Należą do tej kategorii również nieorganiczne ły o średniej i dużej plastyczności, ły piaszczyste, ły pylaste.

Kategoria V

Do tej kategorii zaliczane są grunty organiczne, pyły organiczne, ły pylaste o małej, średniej dużej plastyczności oraz torfy i inne grunty o dużej zawartości substancji organicznej. Do tej kategorii zaliczane są również grunty zawierające zamrożoną ziemię, gruz, okruchy skalne o wymiarach powyżej 40 mm i inne materiały. Grunty te nie są polecane do budowy podłoża, strefy podbicia, ani też wykonywania obsypki wykopów rurociągow.

Wybór materiału na warstwę wyrównawczą i obsypkę

Grunt, który ma być ułożony w podłożu oraz w strefie rurociągu, musi umożliwić uzyskanie odpowiedniego stopnia zagęszczenia. Gdy na podsypkę rury stosowany jest materiał gruboziarnisty sortowany kategorii I, to taki sam materiał powinien być stosowany do podbicia, co najmniej do poziomu linii granicznej podbicia rurociągu.

Dobierając materiał na podłoża należy upewnić się, że nie będzie występować przenikanie gruntu rodzimego ze ścian wykopu.

W wykopach narażonych na zalewanie wodą gruntową należy zapewnić zagęszczenie gruntu podłoża do minimum 85% według standardowej metody Proctora (83% wg zmodyfikowanej metody Proctora).

3. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA

Przed przystąpieniem do wykonywania podłoża należy dokonać odbioru technicznego wykopu.

Pod przewody z PVC i PP stosuje się dwa sposoby przygotowywania podłoża w zależności od warunków gruntowych występujących w poziomie posadowienia rurociągu:

- wykonanie podłoża w gruncie rodzimym, który stanowi nienaruszony grunt sypki,
- wykonanie podłoża wzmocnionego w postaci zagęszczonej ławy piaskowej, piaskowo-żwirowej lub piaskowo-tłuczniowej. Rodzaj podłoża jest określony w projekcie.

Na powierzchni podłoża naturalnego lub wzmocnionego należy wykonać warstwę wyrównawczą z materiału sypkiego, bez zagęszczania, wyprofilowaną pod rurą na kąt 90° i wyrównaną zgodnie z projektowanym spadkiem.

Rur z tworzyw sztucznych nie wolno układać bezpośrednio na ławach betonowych ani zalewać ich betonem.

Niedopuszczalne jest podkładanie pod rury kawałków drewna, kamieni lub gruzu w celu uzyskania odpowiedniego spadku.

Materiał podłoża wzmocnionego powinien spełniać następujące wymagania:

- nie powinien zawierać cząstek większych niż 20 mm,
- nie może być zmrożony,
- nie może zawierać kamieni o ostrych krawędziach lub innego łamanego materiału.

1. DOBÓR PODŁOŻA

W zależności od rodzaju gruntu występującego w poziomie posadowienia, rurociągi można układać:

- bezpośrednio na gruncie rodzimym *podłoże naturalne*, lub
- odpowiednie wzmocnienie pod rurociągiem *podłoże wzmocnione*.

Podłoże naturalne

Grunty rodzime można zastosować jako podłoże pod rurociąg, jeżeli są to grunty sypkie, suche (normalnej wilgotności):

- piaszczyste (grubo-, średnio i drobnoziarniste);
- żwirowo piaszczyste;
- piaszczysto gliniaste;
- gliniasto piaszczyste.

W tych warunkach gruntowych rury można posadzić bezpośrednio na dnie wykopu, dając pod rury tylko warstwę wyrównawczą z gruntu rodzimego, nie zagęszczoną o grubości 10 do 15 cm, z wyprofilowaniem stanowiącym łożysko nośne kąt podparcia co najmniej 90°. Materiał: grunt nie powinien zawierać ziaren większych od 20 mm.

Podłoże wzmocnione

Warunki stabilności obsypki rury elastycznej wymagają wzmocnienia jeżeli w poziomie posadowienia występują:

- 1) Naruszone grunty rodzime, które stanowić miały podłoże naturalne;
- 2) Grunty skaliste, rumosze, wietrzliny, grunty spoiste (gliny, ły), piaski pylaste,
- 3) Grunty o niskiej nośności (określone w dokumentacji geotechnicznej jako grunty słabe, ściśliwe, np. muły, torfy) i inne;
- 4) Inne, dla których dokumentacja projektowa wymaga zastosowania wzmocnień.

Dobór gruntu podatnego na zagęszczanie należy prowadzić zgodnie z wytycznymi podanymi w prPN-ENV 1046:2006 [D4].

Dla rur z PVC należy zapewnić odpowiednie wsparcie gruntu poprzez dobór rodzaju materiału obsypki i jego zagęszczenia.

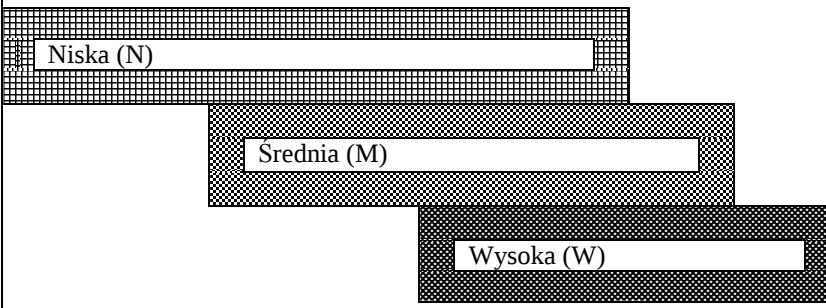
- o wymagany stopień zagęszczenia dla obsypki wynosi 97-100%*
- poza drogami wewnętrznymi:
 - o dla przewodów o przykryciu do 4m obsypka powinna być zagęszczona min. 85% ZMP*

*) wg zmodyfikowanej metody Proctora.

Tablica 1 Stopień zagęszczenia gruntu dla poszczególnych klas zagęszczenia

Zagęszczenie klasa	Opis			Grupa materiału zasypki			
	angielski	francuski	niemiecki	4 SPD %	3 SPD %	2 SPD %	1 SPD %
Niska (N)	Not	Non	Nicht	75 do 80	79 do 85	84 do 89	90 do 94
Średnia (M)	Moderate	Modéré	Mäßig	81 do 89	86 do 92	90 do 95	95 do 97
Wysoka (W)	Well	Soigné	Gut	90 do 95	93 do 96	96 do 100	98 do 100

Tablica 2 Wskaźnik zagęszczenia

Opis	Wskaźnik zagęszczenia			
Standardowa skala Proctora ¹⁾ [%]	≤ 80	81 to 90	91 to 94	95 to 100
Numer sita Blow	0 - 10	11 - 30	31 - 50	> 50
Oczekiwane stopnie konsolidacji osiągane w klasach zagęszczenia				
Grunt syпки	luźny	średnio zagęszczony	zagęszczony	mocno zagęszczony
Grunt spoisty i organiczny	miękki	zwarty	szttywny	twardy

¹⁾ Wyznaczona zgodnie z DIN 18127.

Obsypka powinna być zagęszczana warstwami o grubości 10-30 cm. Wysokość obsypki nad wierzchołkiem rury (po zagęszczeniu) powinna wynosić:

- co najmniej 15 cm dla rur o średnicy dn<400 mm;

Obsypkę należy wykonywać warstwami o grubości do 1/3 średnicy rury (lub 0,1-0,3 m) zagęszczając każdą warstwę. Miąższości poszczególnych warstw mogą być różne w zależności od sprzętu i warunków zagęszczenia. Obsypkę należy zagęszczać w tym samym czasie po obu stronach przewodu, w celu uniknięcia przemieszczania się rurociągu. Stopień zagęszczenia obsypki określa projekt.

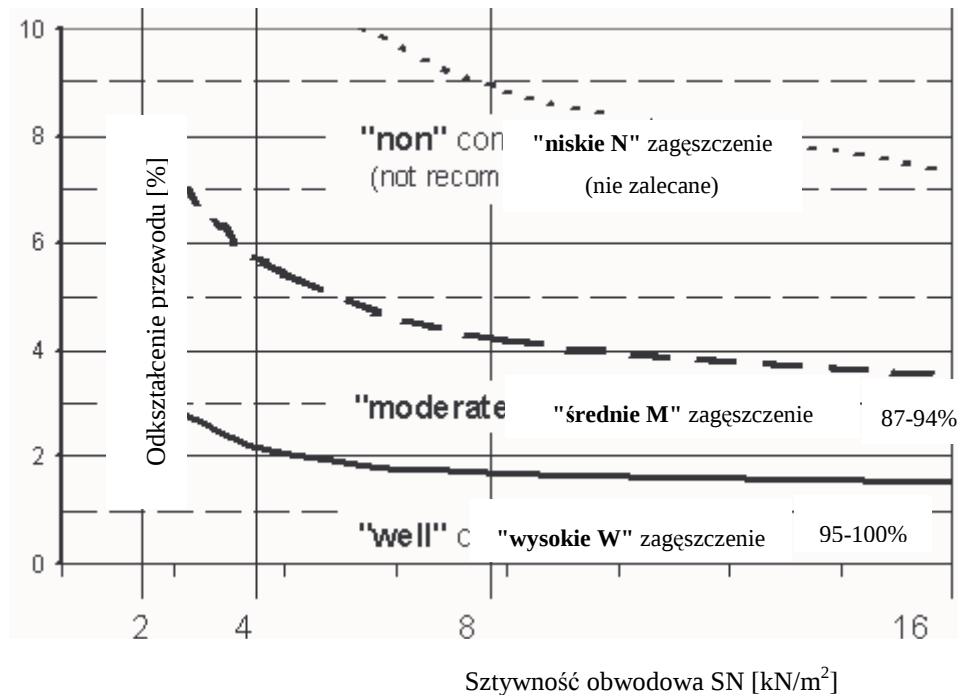
Uzupełnienie obsypki wzdłuż rury należy wykonywać podając grunt z najmniejszej możliwej wysokości.

Obsypka rurociągu, powinna być prowadzona po zakończeniu posadowienia rurociągu i po jego odbiorze. Jeżeli producent dopuszcza stosowanie technologii pozwalającej na całkowite zasypywanie rurociągów w wykopach, można wykonać próby szczelności (prób ciśnieniowych) po ich zasypaniu.

Należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie rur przed przemieszczaniem się podczas obsypywania, zagęszczania i przejeżdżania ciężkiego sprzętu.

Niedopuszczalne jest zrzucanie mas ziemi z samochodów, przyczep itp. bezpośrednio na rurę.

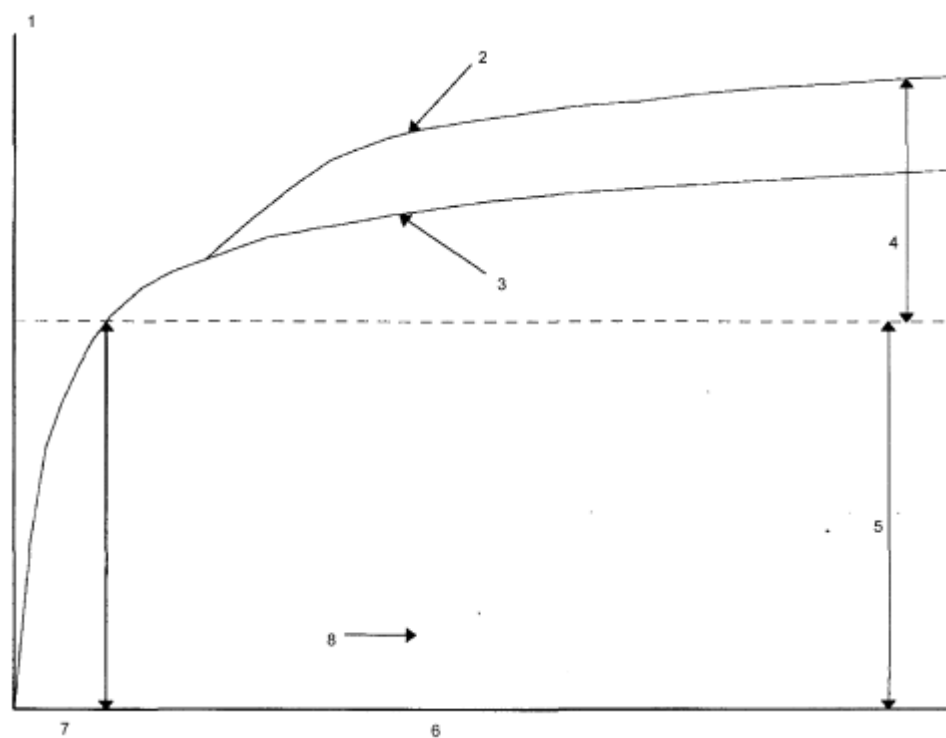
Rysunek 1 Odształcenie przewodów przy różnym stopniu zagęszczenia gruntu



Wykres zgodnie z normą prEN 13476-1:2006 [1] dotyczy rur o sztywności obwodowej od SN 2 do SN 16 kN/m² ułożonych na głębokości od 0,8 m do 6,0 m.

Średnie odkształcenie przewodów nie powinno przekraczać 5 %. Rury o sztywności SN 4, SN 8 należy układać w taki sposób, aby początkowe odkształcenie przewodów nie przekraczało 8 % oraz długotrwale 10%. Dla rur o sztywności SN 2 odkształcenie początkowe nie powinno przekraczać 5 %, długotrwale 8%.

Rysunek 2 Typowe ugięcie zakopanych rur w funkcji czasu



Opis

- 1 Ugięcie rury
- 2 Z ruchem
- 3 Bez ruchu
- 4 Ugięcie wywołane osiadaniem
- 5 Ugięcie instalacji
- 6 Czas po instalacji
- 7 Faza 1
- 8 Faza 2

Końcowe ugięcie będzie osiągane wcześniej jeżeli rura podlega obciążeniom ruchu kołowego. Zmiany ugięcia po instalacji zależą głównie od osiadania i konsolidacji otaczającego gruntu.

Tablica 3 Zalecane grubości warstw i liczba wykonanych zagęszczeń

Wyposażenie	Liczba zagęszczeń (przejść) dla klas zagęszczenia		Maksymalne grubości warstw, po zagęszczeniu dla grupy gruntu [m]				Minimalne grubości powyżej wierzchołka rury przed zagęszczeniem
	Dobre	Umiarkowane	1	2	3	4	m
Ubijak nożny lub ręczny min. 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Ubijak wibratorowy min. 70 kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Wibrator płytowy min. 50 kg	4	1	0,10	—	—	—	0,15
min. 100 kg	4	1	0,15	0,10	—	—	0,15
min. 200 kg	4	1	0,20	0,15	0,10	—	0,20
min. 400 kg	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
min. 600 kg	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Walec wibratorowy min. 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	—	0,60
min. 30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30	—	1,20
min. 45 kN/m	6	2	1,00	0,75	0,40	—	1,80
min. 65 kN/m	6	2	1,50	1,10	0,60	—	2,40
Walec wibratorowy bliźniaczy min. 5 kN/m	6	2	0,15	0,10	—	—	0,20
min. 10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15	—	0,45
min. 20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20	—	0,60
min. 30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30	—	0,85
Ciężki walec trójwalcowy (bez wibracji) min. 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20	—	1,00

Powyższa tablica 3 zawiera maksymalne grubości warstw i liczbę wykonanych zagęszczeń (przejść) wymaganych do osiągnięcia klas zagęszczenia dla różnych typów wyposażenia (zagęszczającego) i materiałów zasypki strefy rurociągu. Zawiera ona również minimalne grubości pokrycia ponad rurą przed zastosowaniem odpowiedniego sprzętu, (zagęszczającego) który może być użyty nad rurą.

Zasyпка wykopu

Do zasyпки można przystąpić po wykonaniu pełnej obsypki i dokonaniu kontroli i stopnia zagęszczenia obsypki. Przed zasypaniem wykopu odkład gruntu powinien być szczegółowo sprawdzony, powinny być usunięte porozrzucane kamienie, bryły ziemi, które mogą spaść do wykopu.

Materiał używany do wykonania końcowego zasypania wykopu nie musi być tak dokładnie dobierany jak materiał obsypki. Zasyпка można wykonywać mechanicznie. Jednak należy zwracać uwagę czy w gruncie nie występują duże kamienie, które spadając do wykopu mogą uszkodzić rurociąg w wyniku przebicia warstwy ochronnej obsypki i uderzenia rury.

W trakcie wykonywania zasyпки poleca się umieścić nad przewodem taśmę lub siatkę sygnalizacyjną z wtopionym przewodem sygnalizacyjnym. Wymaganie odnośnie siatki ostrzegawczej dotyczy głównie obszarów zabudowanych. Dalszą zasypkę wykopu należy prowadzić warstwami, z zagęszczeniem co 20 cm.

Do zasyпки można użyć materiału pochodzącego z wykopu lub innego, wg zaleceń zawartych w projekcie technicznym. Średnica ziaren materiału użytego do zasypania wykopu nie powinna przekraczać 300 mm. Nie powinno się zrzucać do wykopu kamieni i odłamków skał, gruzu o ostrych krawędziach i większych rozmiarach. Grunt nie może być zmarznięty i zbrylony.

Dla rur o średnicy poniżej 400 mm, dla których warstwa ochronna obsypki nad wierzchołkiem rury wynosi 15 cm, materiał zasyпки nie powinien zawierać kamieni, okruchów skalnych większych niż 6 cm.

Zasypkę rurociągu należy wykonywać z takiego materiału i w taki sposób, aby spełniać wymagania stawiane przy rekonstrukcji danego terenu (drogi, chodniki, tereny zielone).

Stopień zagęszczenia zasyпки powinien być nie mniejszy niż 95% wg zmodyfikowanej metody Proctora dla przewodów umieszczonych pod drogami, 90% dla innych wykopów w terenie zagospodarowanym gospodarczo i 85% dla pozostałych przypadków lub zgodny z wytycznymi podanymi w projekcie technicznym.

Rozbiórka ewentualnego odeskowania wykopu powinna następować równolegle z zasypką, przy zachowaniu szczególnej ostrożności, ze względu na możliwość obsunięcia się ścian wykopu.

4. SZEROKOŚĆ WYPEŁNIENIA PO BOKACH RURY

Szerokość wykopów

Przy budowie przewodów z tworzyw sztucznych stosować wykopy wąskoprzestrzenne: o ścianach pionowych, odeskowanych i rozpartych lub o ścianach skarpowych bez obudowy. Można stosować również wykopy kombinowane wąskoprzestrzenne w strefie ochrony rury, a powyżej szerokoprzestrzenne o ścianach skarpowych. Obudowę ścian wykopu w strefie ochronnej rury wykonywać z desek o szerokości 10-15cm.

Rozdeskowanie wykopu w strefie rurociągu należy wykonywać równolegle z zagęszczeniem obsypki, wyjmując kolejną deskę przed zagęszczeniem kolejnej warstwy.

5. DOBÓR RUR

Rurociągi ciśnieniowe

Należy stosować przewody do rurociągów ciśnieniowych;

Rury wodociągowe z PVC-U w klasie ciśnień PN 10 tj. maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze wynosi 1,0 MPa.

Odpowiednia sztywność pierścieniowa rury (SN) dla poszczególnej klasy ciśnienia jest zadana przez producenta.

UKŁADANIE I MONTAŻ RUROCIĄGÓW

1. OGÓLNE WARUNKI I ZASADY UKŁADANIA I MONTAŻU

RUROCIĄGÓW

Montaż przewodów z tworzyw sztucznych należy przeprowadzać przy temperaturze otoczenia od 0°C do 30°C, a łączenie z elementami stalowymi i żeliwnymi w temperaturze nie niższej niż 5°C.

Rury mogą być montowane w szerszym zakresie temperatur (również ujemnych) - wg. odrębnych ustaleń z producentem..

Rozkładanie rur wzdłuż trasy przewodu

Przy układaniu rur wzdłuż tras wykopów należy mieć na uwadze następujące wskazówki:

1. Rury należy układać możliwie najbliżej wykopu, aby uniknąć nadmiernego przemieszczenia. Pojedyncze rury (wyjęte z pakietu) powinny spoczywać na równej powierzchni i powinny być równomiernie podparte dla zminimalizowania ugięć.
2. Gdy wykop jest już wykonany, wszędzie gdzie tylko jest to możliwe, rury należy układać po przeciwnej stronie niż odkładany grunt z wykopu. Umożliwia to łatwe przesunięcie rury do krawędzi wykopu, a następnie opuszczenie rury na właściwe miejsce zamontowania.
3. Gdy wykop nie jest jeszcze wykonany, należy ustalić po której stronie odkładany będzie grunt z wykopu i rury ułożyć po przeciwnej stronie. Należy pozostawić miejsce na przemieszczanie się koparki.
4. Rury należy układać tak, aby nie były narażone na działanie ciężkiego sprzętu i ruchu kołowego, oraz były zabezpieczone przed ewentualnymi podmuchami wiatru.
5. Bezpośrednie oddziaływanie promieniowania słonecznego może spowodować, że strona rury podlegająca ekspozycji nagrzewa się i wygina. Jeżeli to nastąpi, wygięcie takie może być zlikwidowane przez obrócenie rury chłodniejszą stroną do słońca lub przez umieszczenie rury w cieniu. Pozostawienie rur w pakietach zmniejsza możliwość wyginania się rur w wyniku działania promieniowania słonecznego.
6. Rury układać kielichem skierowanym w górę przewodu. Należy to uwzględnić przy przenoszeniu rur i układaniu wzdłuż wykopu.

Zalecenia do montażu rurociągów:

Przy montażu rurociągów powinny być spełnione warunki zapewniające prawidłowe wykonanie połączeń, szczelność przewodów i właściwą eksploatację sieci:

Sposób montażu przewodów powinien zapewniać utrzymanie kierunku i spadków zgodnie z dokumentacją techniczną.

Do budowy przewodu mogą być używane tylko rury, kształtki i łączniki nie wykazujące uszkodzeń (np. wgnieceń, pęknięć oraz rys na ich powierzchniach).

Układanie przewodu może być prowadzone po uprzednim przygotowaniu podłoża. Podłoże profiluje się w miarę układania odcinków rurociągu.

Przewód po ułożeniu powinien ściśle przylegać do podłoża na całej swej długości w co najmniej 1/4 swego obwodu.

Można montować przewód na powierzchni terenu, a następnie opuszczać go na dno wykopu. Przy zastosowaniu tej technologii, należy oddzielnie wykonać montaż węzłów zawierających ciężką armaturę i kształtki żeliwne, które następnie łączy się z ciągiem zmontowanych rur już w wykopie.

METODY MONTAŻU I UKŁADANIA RUROCIĄGÓW

Można stosować dwie metody montażu rurociągów:

- montaż odcinków rurociągu na powierzchni terenu i opuszczenie do wykopu. Metoda ta może być stosowana przy wykopach wąskoprzestrzennych bez obudowy ścian, a przede wszystkim bez poprzecznych poziomych rozpór. Metodę tę można stosować dla rurociągów produkowanych w zwojach oraz rur PE w odcinkach o średnicach $d_n \leq 280$ mm.
- montaż odcinków rurociągu w wykopie.

Montaż odcinków rurociągu na powierzchni terenu i opuszczenie do wykopu

Przewód montowany jest na podkładach drewnianych ułożonych na poboczu wykopu, bądź na pomoście drewnianym ustawionym nad wykopem.

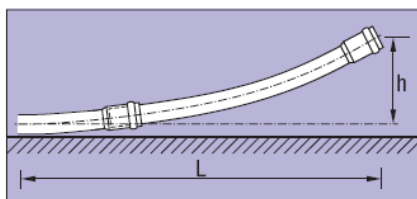
Maksymalna długość montowanego odcinka rurociągu nie może przekraczać 100 metrów.

Dopuszcza się opuszczanie przewodu PVC na dno wykopu, jednak należy zwrócić uwagę na:

- widoczność oznakowania granicy wcisku bosych końców rur w kielichy. Oznaczenia te powinny być umieszczone na górnej powierzchni rury i nie powinny zmieniać swojego położenia (maksymalnie 0,5-1,0 cm)
- nie przekraczanie dopuszczalnego ugięcia przewodu podanego w tabeli 1. W tabeli poniżej podano wielkości dopuszczalnego ugięcia przewodów z PVC.

Tablica 4 Dopuszczalne maksymalne ugięcia przewodów PVC

WARTOŚĆ DOPUSZCZALNYCH MAKSYMALNYCH UGIĘĆ (h) ODCINKÓW PRZEWODÓW Z PVC W ZALEŻNOŚCI OD ICH DŁUGOŚCI								
Średnica zewn. d_e [mm]	Długość odcinka przewodu L [m]							
	6	12	18	24	30	36	42	48
Wartość dopuszczalnych ugięć h [m]								
63	0,24	0,95	2,14	3,91	5,95	8,57	15,2	23,8
90	0,17	0,68	1,50	2,66	4,17	6,00	10,6	16,6
110	0,14	0,55	1,23	2,18	3,41	4,91	8,73	13,6
160	0,09	0,38	0,84	1,50	2,34	3,38	6,00	9,40
225	0,07	0,27	0,60	1,07	1,67	2,40	4,27	6,67
280	0,05	0,21	0,48	0,86	1,34	1,92	3,41	5,35
315	0,04	0,19	0,43	0,76	1,19	1,71	3,05	4,76
400	0,03	0,13	0,30	0,53	0,83	1,20	2,14	3,34



Układanie rurociągu na dnie wykopu

Układanie pojedynczych rur w wykopie stosować dla średnic powyżej 225 mm. Ułożenie przewodu powinno składać się z:

- wstępnego rozmieszczenia rur na dnie wykopu;
- kolejnego wykonywania złączy, przy czym rura zakończona kielichem (do którego jest wciskany bosy koniec następnej rury) powinna być uprzednio ustabilizowana przez wykonanie obsypki i jej odpowiednie zagęszczenie (patrz Rozdział "Roboty ziemne").

Wszystkie węzły na przewodzie wodociągowym z rur PVC oraz łuki, kolana i korki należy zabezpieczyć przed przemieszczaniem. Rodzaj zabezpieczenia (blok betonowy lub specjalne kształtki) określa projekt techniczny. Blok, musi być wsparty o nienaruszoną ścianę wykopu.

Dopuszcza się wykonanie bliku przez wylanie betonu na nieutwardzonym gruncie, pod warunkiem wsparcia go na starannie ubitym wypełnieniu. Kształtkę z PVC, należy zabezpieczyć przed tarcie o beton przez oddzielenie go grubą folią lub taśmą z tworzywa.

Załamanie przewodu w planie przy zmianie kierunku trasy należy wykonać za pomocą odpowiednich łuków, zgodnie z dokumentacją techniczną.

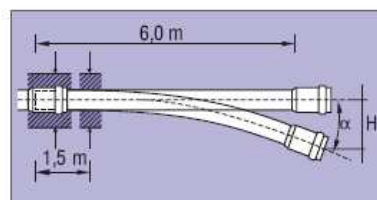
Dopuszcza się zginanie na zimno rur wykorzystując ich elastyczność i elastyczność samych złączy, pod warunkiem, że odchylenie rur nie spowoduje ugięcia w kielichu większego niż 2° . Odchylenia w kielichach dla różnych łuków podano w tabelach poniżej.

Tablica 5 Dopuszczalne odchylenia w kielichu

PRAKTYCZNE DOPUSZCZALNE ODCHYLENIE W KIELICHU	
Łuk	Praktyczne odchylenie
Kielich rury	$0^\circ \pm 2^\circ$
5°	$5^\circ \pm 2^\circ$
11°	$11^\circ \pm 2^\circ$
22°	$22^\circ \pm 2^\circ$
45°	$45^\circ \pm 2^\circ$

MAKSYMALNE ODCHYLENIE (H) RURY PVC O DŁUGOŚCI L=6,0 m		
Średnica zewn. d _a [mm]	α [°]	H(*) [m]
63	9,0	0,70
75	7,6	0,60
90	6,4	0,50
110	5,2	0,40
160	3,6	0,30
225	2,6	0,20
280	2,0	0,15
315	0,0	0,00
400	0,0	0,00

(*) – podane odchylenia nie dotyczą kielicha



Oznaczenia do tabeli obok

Niedozwolone jest gięcie rur na gorąco. Odchylona rura nie może być nawiercana !!!

MONTAŻ RUR z PVC O GŁADKICH ŚCIANKACH

1. ŁĄCZENIE RUR KIELICHOWYCH

Po wstępnym rozmieszczeniu rur w wykopie można przystąpić do montażu rurociągu. Montaż należy prowadzić zgodnie z projektowanym spadkiem pomiędzy węzłami od punktu o rzędnej niższej do punktu o rzędnej wyższej.

Rury i kształtki z PVC powinny posiadać efektywny, bezpieczny i całkowicie szczelny system uszczelniający np. Power-Lock lub Sewer-Lock z osadzoną w kielichu dwuelementową uszczelką.

Celem wykonania połączenia należy tylko:

- usunąć dekle zabezpieczające, zarówno z kielicha rury już ułożonej, jak i z bosego końca kolejnej rury,
- ustawić współosiowo łączone elementy,
- posmarować bosy koniec i uszczelkę środkiem ułatwiającym poślizg,
- wcisnąć bosy koniec do kielicha,

Bosy koniec rury należy wciskać aż do osiągnięcia przez czoło kielicha granicy wcisku oznaczonej na zewnętrznej powierzchni rury.

Jeżeli brak jest oznaczenia, bosy koniec wciska się do końca kielicha (do oporu), a następnie cofa o około 1 cm.

UWAGA:

1. Po nasmarowaniu końców bosych rur nie można dopuścić do ich kontaktu z gruntem podłoża. Nie można również doprowadzić do zabrudzenia kielicha.
2. Montując przewody należy upewnić się, że poszczególne odcinki rur ułożone są w linii prostej i nie są odchylone w pionie ani w poziomie od projektowanego kierunku.

2. MONTAŻ ZŁĄCZA

Wciskanie bosego końca rury PVC do kielicha może być wykonywane z zastosowaniem prostej dźwigni przy użyciu drążka stalowego i drewnianego klocka lub z dociskiem podłużnym za pomocą obejmy pierścieniowej i wyciągarki z mechanizmem zapadkowym (dla rur o większych średnicach).

Przy stosowaniu stalowego drążka i klocka, po wykonaniu odpowiedniego podparcia rury, należy wbić stalowy drążek w dno wykopu, a następnie umieścić drewniany klocek na końcu rury od strony kielicha i docisnąć rurę do osiągnięcia oznaczonej granicy wcisku. Kłosek drewniany zabezpiecza rurę przed uszkodzeniem prętem.

Niedozwolone jest używanie łyżki koparki do wciskania rury w kielich.

3. CIĘCIE RUR

Przycinanie wykonywane jest po stronie bosego końca rury. Cięcia dokonuje się piłą mechaniczną lub piłą ręczną np. do drewna.

Cięcie powinno być wykonane w płaszczyźnie prostopadłej do osi rury.

Przycinanie skracanie kielichów rur i kształtek jest niedopuszczalne.

Kolejność czynności przy cięciu rury:

1. Oznaczyć na powierzchni zewnętrznej rury linię cięcia oraz granicę wcisku rury w kielich w odległości od linii cięcia takiej jak długość fabrycznie oznaczona na bosym końcu.
2. Umieścić rurę w korytku drewnianym tak, aby linia cięcia rury znalazła się naprzeciw szczeliny w ściankach korytka.
3. Przytrzymać rurę w korytku i dokonać cięcia. Przycięta końcówka rury wymaga fazowania.
4. Wykonać fazowanie końcówki rury za pomocą pilnika zdzieraka, wg schematu podanego na rysunku obok.
5. Wygładzić powierzchnie cięcia i fazowania oraz wyokrąglić krawędzie za pomocą pilnika gładzika.
6. Posmarować końcówkę środkiem poślizgowym.

4. ŁĄCZENIE RUR I Kształtek z PVC o ściankach gładkich z INNYM MATERIAŁEM I ARMATURA

Łączenie wykonać za pomocą złącz:

- kielichowych (elementy z PVC z żeliwem),
- kielichowo kołnierзовych (elementy z PVC z elementami żeliwnymi i stalowymi),
- kołnierзовych z kołnierzami luźnymi i tuleją klejoną PVC (elementy PVC z elementami z żeliwa),
- kielichowych nasuwkowych (elementy z PVC z elementami z PE),
- sprzęgłowo-kołnierзовych (elementy z PVC z elementami z żeliwa),
- kielichowych blokujących (elementy z PVC z elementami z PE),
- dwuzłączek z gwintem metalowym (elementy z PVC z elementami z PE i ze stali).

5. POŁĄCZENIA KOŁNIERZOWE

Połączenia kołnierzowe z zastosowaniem odpowiednich adaptorów czołowych stosować do połączenia rurociągów z PE o średnicach od 63 mm z rurociągami lub kształtkami wykonanymi z innego materiału (stalowymi lub żeliwnymi), armaturą bądź w innych technicznie uzasadnionych sytuacjach.

Połączenia z zastosowaniem na końcu rury odpowiedniego kołnierza z polietylenu. Kołnierz żeliwny nakładany jest w ten sposób, aby kołnierz z PE znalazł się wewnątrz złącza. Pomiędzy łączone elementy włożyć uszczelkę, wykonaną z EPDM lub NBR. Następnie oba kołnierze skrócić śrubami łączącymi.

WZMOCNIENIE I ZABEZPIECZENIE PRZEWODÓW

1. WZMOCNIENIA POŁĄCZEŃ PRZEWODÓW

Połączenia kielichowe rur

Wzmocnienia (stosowania bloków oporowych) wymagają łuki, kolana, trójniki, zwężki, końcówki rurociągów (korki) oraz armatura (zasuwy, hydranty).

Bloki oporowe mogą być prefabrykowane lub wykonywane na miejscu budowy "na mokro", pod warunkiem dokładnego oparcia ich o grunt nienaruszony. Wielkość bloków oporowych (powierzchnia styku bloków z nienaruszonym gruntem) wykonać zgodnie z projektem

Należy oddzielić beton bloku oporowego z przewodem przez zastosowanie grubej folii lub taśmy z tworzywa sztucznego.

Poza typowymi blokami oporowymi, należy również wykonane bloki (podłoża) oporowe pod armaturę i kształtki z żeliwa.

Wzmocnienie przewodów z PE łączonych metodą zgrzewania

Dla połączeń zgrzewalnych typu: łuk, kolano, trójnik, zwężka lub korek, nie jest konieczne wykonanie wzmocnienia w postaci bloku oporowego, jak dla połączeń kielichowych z rur PVC. Natomiast wszelkiego rodzaju połączenia mieszane typu PE żeliwo, PE stal, wymagają wzmocnienia. Wielkość powierzchni bloku oporowego jak dla połączeń kielichowych rur z PVC.

ODBIORY ROBÓT, PRÓBY SZCZELNOŚCI RUROCIĄGÓW

1. WARUNKI OGÓLNE ODBIORÓW ROBÓT

Odbiór robót przy budowie rurociągów z tworzyw sztucznych należy prowadzić w oparciu o normy miarodajne dla zastosowań przewodów oraz podane w niniejszym katalogu warunki dotyczące robót ziemnych (podsypki, obsypki i zasypki rurociągu) oraz montażu przewodów.

Należy uwzględnić:

- podsypka (warstwa wyrównawcza): zgodności wymiarów, rodzaj materiału i wskaźnika zagęszczenia,
- obsypka w strefie rurociągu: zgodność wymiarów rodzaju materiału oraz wskaźnika zagęszczenia,
- szczelność przewodu: próby szczelności,
- zasypka wykopu: materiał, wskaźnik zagęszczenia pod drogami,
- badania na deformacje przekroju poprzecznego rurociągu w przypadku przewodów kanalizacyjnych.

Badania dotyczące robót należy przeprowadzać zgodnie z postanowieniami norm [B1, B2, B3, C1]. Wskaźniki zagęszczenia gruntu powinny być potwierdzone badaniami laboratoryjnymi, określanymi metodą Proctora [B1]. Zależnie od przyjętej technologii i organizacji robót w procesie realizacji budowy mają miejsce odbiory częściowe i odbiory końcowe [B17]. Odbiory częściowe odnoszą się do poszczególnych etapów robót podlegających zakryciu przed zakończeniem budowy kolejnych odcinków przewodu. Odbiór końcowy obejmuje odbiór przewodu lub jego odcinka przed przekazaniem go do eksploatacji. Odbiory, częściowy i końcowy, powinny być dokonywane komisyjnie przy udziale przedstawicieli Nadzoru Inwestorskiego, Wykonawcy i Użytkownika i powinny być potwierdzone odpowiednimi protokołami.

2. PRÓBA SZCZELNOŚCI PRZEWODÓW CIŚNIENIOWYCH Z PVC I PE

Zasady ogólne

Dla sprawdzenia wytrzymałości rur i szczelności złączy w rurociągu ciśnieniowym z PVC i PE należy przeprowadzić próbę ciśnieniową hydrauliczną zgodnie z normą PN-EN 805 [C5]. Próbę hydrauliczną należy przeprowadzić po

ułożeniu przewodu i po wykonaniu warstwy ochronnej.

Wszystkie złącza powinny być odkryte dla możliwości sprawdzenia ewentualnych przecieków. Lub dopuszczonej przez producenta stosowanie technologii całkowitego zasypywania rurociągów w wykopach, a następnie dokonania prób szczelności (prób ciśnieniowych).

Próby szczelności należy wykonywać dla kolejnych odbieranych odcinków przewodu, jednakże na żądanie Inwestora lub Użytkownika, próbę szczelności należy przeprowadzać również dla całego przewodu.

Niezależnie od wymagań określonych w normie, przed przystąpieniem do przeprowadzania próby szczelności, należy zachować następujące warunki:

- ewentualne wymagania Inwestora związane z próbą powinny być ściśle określone w projekcie,
- zastosowane do budowy przewodu materiały powinny być zgodne z obowiązującymi normami,
- wszystkie złącza powinny być odkryte oraz w pełni widoczne i dostępne,
- odcinek przewodu na całej długości powinien być zabezpieczony przed wszelkimi przemieszczeniami,
- dokładnie wykonana obsypka i zamocowane złącza,
- wszelkie odgałęzienia od przewodu powinny być zamknięte,
- profil przewodu powinien być wykonany z lekkim nachyleniem i powinien umożliwiać jego odpowietrzenie i odwodnienie, a urządzenia odpowietrzające powinny być zainstalowane w najwyższych punktach badanego odcinka,
- odcinek poddany próbie może mieć długość do 600 m dla wykopów nieumocnionych ze skarpami,
- próba może się odbyć najwcześniej po 48 godzinach po wykonaniu obsypki.

Próba szczelności powinna być przeprowadzona zgodnie z zaleceniami normy [B14] , [B30] oraz [C16].

Podczas odbioru szczelności przewodów PE próbę ciśnieniową wodną zaleca się wykonać zgodnie z normą PN-EN 805 [C5].

Sprzęt do wykonania próby ciśnieniowej zgodnie z normą PN-EN 805 jest taki sam, jak dla normy PN-B-10725.

Przebieg próby ciśnieniowej.

1. Należy przepłukać i odpowietrzyć rurociąg, następnie obniżyć ciśnienie do poziomu ciśnienia atmosferycznego i przez co najmniej 60 min pozwolić na relaksację naprężeń w rurociągu i zabezpieczyć rurociąg przed wtórnym zapowietrzeniem.
2. Po upływie okresu relaksacji należy szybko (nie dłużej niż 10 minut) i w sposób ciągły podnieść ciśnienie do poziomu ciśnienia próbnego (ciśnienie próbne = $1,5 \times P_N$). Utrzymywać ciśnienie próbne przez 30 minut przez dopompowywanie wody w sposób ciągły lub z krótkimi przerwami. Podczas tego etapu należy przeprowadzić wzrokową inspekcję rurociągu, aby zidentyfikować ewentualne nieszczelności.
3. Następnie przez okres 1 godziny nie pompować wody pozwalając badanemu odcinkowi na rozciąganie się na skutek lepkosprężystego pełzania zachodzącego pod wpływem stałego ciśnienia wewnątrz przewodu.
4. Na koniec fazy wstępnej zmierzyć poziom ciśnienia w rurociągu.
5. Następnie gwałtownie obniżyć ciśnienie w rurociągu o 10-15% ciśnienia próbnego poprzez upuszczenie wody w celu odpowietrzenia rurociągu. Sprawdzić ubytek wody z wyliczonym dopuszczalnym ubytkiem.
6. Następnie należy przez okres 30 min. obserwować i rejestrować wzrost ciśnienia wewnątrz przewodu pod wpływem kurczenia się badanego przewodu. Linia zmian ciśnienia powinna być wzrostowa. Jeżeli będzie występować spadek krzywej zmian ciśnienia, to będzie oznaką nieszczelności badanego odcinka.

W przypadku pomyślnego zakończenia fazy wstępnej należy kontynuować procedurę testową. Jeżeli ciśnienie spadło o więcej niż 30% ciśnienia próbnego, to należy przerwać fazę wstępną i obniżyć ciśnienie wody w badanym odcinku do zera. Po ustaleniu przyczyny nadmiernego spadku ciśnienia zapewnić właściwe warunki testu (przyczyną może być np. zmiana temperatury, istnienie nieszczelności). Ponowne przeprowadzenie próby możliwe jest, po co najmniej 60-cio minutowym okresie relaksacji.

Podczas wykonywania próby szczelności należy przestrzegać następujących zasad ogólnych:

- wykonanie rurociągu powinno być zgodne z instrukcjami podanymi przez producenta
- odpowietrzenia rurociągu powinny znajdować się w jego najwyższych punktach, a podczas napełniania powinny być otwarte

- badany odcinek przewodu należy wypełniać wodą od najniższego punktu
- prędkość napełniania powinna wynosić 7 godzin /km rurociągu, niezależnie od jego średnicy
- temperatura wody używanej przy próbie nie powinna przekraczać 20⁰C
- przewód nie powinien być nasłoneczniony, a zimą temperatura jego powierzchni zewnętrznej nie może spaść poniżej + 1⁰C
- próbę ciśnienia należy przeprowadzać co najmniej 48 godzin po zasypaniu rurociągu

A. PRZEPISY I INSTRUKCJE KRAJOWE

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. "Prawo Budowlane" (Dz. U. Nr 89 poz. 414 z dnia 25.08.1994 r. z późniejszymi zmianami).
- [2] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. O drogach publicznych. (Dz. U. Nr 14/85 z późniejszymi zmianami).
- [3] Ustawa z dnia 3 kwietnia 1983 r. o badaniach i certyfikacji (Dz. U. Nr 55/93 i Nr 27/94).
- [4] Zarządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (M. P. Nr 2/95).
- [5] Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 listopada 1995 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać sieci gazowe. (Dz. U. Nr 139/95).
- [6] Zarządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 14 grudnia 1994 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 10/95 z późniejszymi zmianami).
- [7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 3 listopada 1992 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. (Dz.U. Nr 92/92).
- [8] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 4 lipca 1995 r. w sprawie zakresu, trybu i zasad uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 102/95).
- [9] Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 28 marca 1973 r.
- [10] Zarządzenie nr 47 Ministra Przemysłu z dn. 09 maja 1989 r. w sprawie warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych sieci gazowych. (Dz. Urz. M.P. nr 49/89 poz.6).
- [11] Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 14 grudnia 1987 r. w sprawie klasyfikacji wód, warunków jakim powinny odpowiadać ścieki oraz kar pieniężnych za naruszenie tych warunków. (Dz. U. Nr 42 poz.248 z 31.12.1987 r.).
- [12] Warunki techniczne wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych. Praca zbiorowa Zalecenia do stosowania przez Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, Warszawa 1994 r.
- [13] Wytyczne w sprawie drenowania użytków rolnych. WMT-003-1-67. Ministerstwo Rolnictwa, Warszawa 1967 r.
- [14] Wytyczne drenowania gruntów ornych. Materiały instruktażowe nr 28, 1978, IMUZ Falenty.
- [15] Wytyczne gruntów ornych. Materiały instruktażowe nr 65, 1998, IMUZ Falenty.
- [16] Wytyczne projektowania dróg I i II kl. (autostrady i drogi ekspresowe) WPD-1, GDDP, Warszawa 1995 r.
- [17] Wytyczne projektowania dróg III, IV i V klasy technicznej WPD-2, GDDP, Warszawa 1995 r.
- [18] Wytyczne projektowania dróg VI, VII klasy technicznej WPD-3, GDDP, Warszawa, 1995 r.
- [19] Wytyczne projektowania ulic WPU, GDDP, Warszawa, 1992 r.
- [20] Wytyczne budowy gazociągów w POZG Pomorski Okręgowy Zakład Gazownictwa w Gdańsku, Gdańsk 1996 r.
- [21] Zbiór zaleceń do programowania, projektowania i eksploatacji wysypisk odpadów komunalnych. Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, Warszawa, 1993 r.

B. POLSKIE NORMY

- [1] PN-88/B 04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [2] PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole. Podział i opis gruntów.
- [3] PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowane.
- [4] PN-60/B-04493 Grunty budowlane. Oznaczenie kapilarności biernej.
- [5] PN-55/B-04492 Grunty budowlane. Oznaczenie wskaźnika wodoprzepuszczalności.
- [6] PN-85/S-10030 Obiekty mostowe. Obciążenia.
- [7] PN-82/B-02004 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Obciążenia pojazdami.
- [8] PN-68/B-06050 Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonywania i badania przy odbiorze.
- [9] PN-74/B-02481 Grunty budowlane. Badania laboratoryjne.
- [10] PN-76/M-34034 Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia.
- [11] PN-88/B-01058 Budownictwo mieszkaniowe. Pomieszczenia sanitarne w mieszkaniach. Wymagania koordynacyjne elementów wyposażenia i powierzchni funkcjonalnych.
- [12] PN-81/B-10700/01 Instalacje wewnętrzne wodociągowe i kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze. Instalacje kanalizacyjne.
- [13] PN-92/B-01707 Instalacje kanalizacyjne. Wymagania w projektowaniu.
- [14] PN-81/B-10725 Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania przy odbiorze.
- [15] PN-86/B-09700 Tablice orientacyjne do oznaczania przewodów wodociągowych.
- [16] PN-91/B-10728 Studzienki wodociągowe.
- [17] PN-92/B-10735 Kanalizacja. Przewody kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze (zastąpiona przez normę PN-EN 1610).
- [18] PN-91/B-10729 Studzienki kanalizacyjne.
- [19] PN-91/M-34501 Gazociągi i instalacje gazownicze. Skrzyżowania gazociągów z przeszkodami terenowymi. Wymagania.
- [20] PN-92/M-34503 Rurociągi i instalacje gazownicze. Próby rurociągów.
- [21] PN-76/E-05125 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- [22] Projekt PN-M-34521 Gazociągi. Wykonanie i odbiór robót budowlano-montażowych.
- [23] PN-92/B-12042 Drenowanie. Projektowanie. Rozstawy i głębokości drenowania.
- [24] PN-93/B-12043 Drenowanie. Wykonawstwo. Roboty przygotowawcze.
- [25] PN-B-12045:1994 Drenowanie. Projektowanie. Zabiegi towarzyszące.

W związku z przechodzeniem na system norm europejskich, normy PN sukcesywnie zastępowane będą normami PN-EN.

Zawsze należy upewnić się, czy dana norma jest normą aktualnie obowiązującą.

C. POLSKIE NORMY PN-EN

- [1] PN-EN 1452-1 Systemy przewodowe z niezmiękczonego PCV-U do przesyłania wody – Wymagania ogólne.
- [2] PN-EN 1401-1 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Podziemne bezciśnieniowe systemy przewodowe z niezmiękczonego poli(chloru winylu) (PVC-U) do odwadniania i kanalizacji. Wymagania dotyczące rur, kształtek i systemu.
- [3] PN-EN 1610 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych.
- [4] PN-ENV 1046:2002 (U) Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych. Systemy poza konstrukcjami budynków przeznaczone do przesyłania wody lub ścieków. Praktyka instalacji pod ziemią i nad ziemią
- [5] PN-EN 805 Zaopatrzenie w wodę - Wymagania dotyczące zewnętrznych systemów i ich części składowych.
- [6] PN-EN 12201-2 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania wody Polietylen (PE) Część 2: Rury.
- [7] PN-EN 12666-1:2006 (U) Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do bezciśnieniowej podziemnej kanalizacji deszczowej i sanitarnej -- Polietylen (PE) -- Część 1: Wymagania dotyczące rur, kształtek i systemu.
- [8] PN-EN 1295-1:2002 Obliczenia statyczne rurociągów ułożonych w ziemi w różnych warunkach obciążenia Część 1: Wymagania ogólne.
- [9] PN-EN 13598-1:2005 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnej bezciśnieniowej kanalizacji deszczowej i sanitarnej. Nieplastifikowany poli(chlorek winylu) (PVC-U), polipropylen (PP) i polietylen (PE). Część 1: Specyfikacje techniczne kształtek pomocniczych wraz z płytami studzienkami inspekcyjnymi
- [10] PN-EN 476:2001 Wymagania ogólne dotyczące elementów stosowanych w systemach kanalizacji grawitacyjnej.
- [11] PN-EN 1852-1:1999/A1:2004 Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Podziemne bezciśnieniowe systemy przewodowe z polipropylenu (PP) do odwadniania i kanalizacji. Wymagania dotyczące rur, kształtek i systemu.
- [12] PN-EN 1671:2001 Zewnętrzne systemy kanalizacji ciśnieniowej.
- [13] PN-EN 12056-1:2002 Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków Część 1: Postanowienia ogólne i wymagania
- [14] PN-EN 12056-2:2002 Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków Część 2: Kanalizacja sanitarna, projektowanie układu i obliczenia
- [15] PN-EN 12056-3:2002 Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków Część 3: Przewody deszczowe Projektowanie układu i obliczenia
- [16] PN-EN 12056-5:2002 Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków Część 5: Montaż i badania, instrukcje działania, użytkowania i eksploatacji

D. NORMY EUROPEJSKIE I PROJEKTY NORM

- [1] prEN 13476-1:2006 Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Part 1: General requirements and performance characteristics.

Systemy bezciśnieniowe podziemnych przewodów z tworzyw sztucznych do odwodnień i kanalizacji. Systemy rur o ściankach strukturalnych z nieplastifikowanego poli(chlorku winylu) (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE). Część 1: Generalne wymagania i właściwości.

- [2] prEN 13476-2:2006 Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Part 2: Specifications for pipes and fittings with smooth internal and external surface and the system, Type A.

Systemy bezciśnieniowe podziemnych przewodów z tworzyw sztucznych do odwodnień i kanalizacji. Systemy rur o ściankach strukturalnych z nieplastifikowanego poli(chlorku winylu) (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE). Część 2: Specyfikacja rur i kształtek z gładką wewnętrzną i zewnętrzną ścianką i system, typu A.

- [3] prEN 13476-3:2006 Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE). Part 3: Specifications for pipes and fittings with smooth internal and profiled external surface and the system, Type B.

Systemy bezciśnieniowe podziemnych przewodów z tworzyw sztucznych do odwodnień i kanalizacji. Systemy rur o ściankach strukturalnych z nieplastifikowanego poli(chlorku winylu) (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE). Część 3: Specyfikacja rur i kształtek z gładką wewnętrzną i profilowaną zewnętrzną ścianką i system, typu B.

- [4] prPN-ENV 1046:2006 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych Systemy poza konstrukcjami budynków przeznaczone do przesyłania wody lub ścieków Praktyka instalacji pod ziemią i nad ziemią.

- [5] prEN 13598-2 Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 2 : Specifications for manholes and inspection inspection chambers in traffic areas and deep underground installations.

E. NORMY BRANŻOWE

Uwaga:

Zgodnie z "Ustawą z dnia 3 kwietnia 1993 r. o normalizacji" (Dz. U. nr 55/93, poz. 251) Normy Branżowe nie będą wydawane.

Część z nich może być przekształcona w Polskie Normy lub normy zakładowe. Wymienione niżej Normy Branżowe mogą być wykorzystywane przez projektantów i wykonawców jako materiał pomocniczy.

- [1] BN-83/883-02 Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze.
- [2] BN-81/9192-05 Wodociągi wiejskie. Bloki oporowe. Wymiary i warunki stosowania.
- [3] BN-81/9192-04 Wodociągi wiejskie. Bloki oporowe prefabrykowane. Warunki techniczne wykonania i odbioru.
- [4] BN-80/8939-17 Przeprowadzanie rurociągów i kabli pod torami kolejowymi. Wymagania i badania.
- [5] BN-89/8984-18 Telekomunikacja - linie kablowe dalekosiężne. Ogólne wymagania i badania.
- [6] BN-76/9100-06 Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu mechanicznego.
- [7] BN-78/9180-11 Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulo-metryczne.
- [8] BN-88/9191-16/01 Drenowanie. Zakres tematyczny, normy i pojęcia ogólne.
- [9] BN-89/9191-16/06 Drenowanie. Projektowanie. Wymiarowanie zbieraczy.
- [10] BN-67/8936-01 Drogi samochodowe. Odprowadzenie wód opadowych z drogi. Wskaźniki techniczne wykonania i odbioru.
- [11] BN-72/8932-01 Budowle drogowe i kolejowe. Roboty ziemne.
- [12] BN-91/8836-06 Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze.
- [13] BN-89/9191-16/05 Drenowanie. Zasady rozplanowania sieci.
- [14] BN-90/9191-16/20 Drenowanie. Układanie sączków drenarskich, wymagania i badania przy odbiorze.
- [15] BN-91/9191-16/07 Drenowanie. Projektowanie. Zabezpieczenia rurociągów drenarskich.
- [16] BN-82/9192-06 Wodociągi wiejskie. Szczelności przewodów PVC układanych metodą bezodkrywkową. Wymagania i badania przy odbiorze.

G. KSIĄŻKI I CZASOPISMA

- [1] Bolt A.: Programowanie badań geotechnicznych dla celów posadowienia sieci wodnokanalizacyjnych z tworzyw sztucznych. Inżynieria Morska i Geotechnika Nr 4, 1997.
- [2] Bolt A.F., Duszyńska A.: Kryteria doboru geosyntetyków jako warstw separacyjnych i filtracyjnych. Inżynieria Morska i Geotechnika, Nr 1, 1998 r.
- [3] Bąkowski K.: Gazyfikacja. WN-T, Warszawa 1996 r.
- [4] Janson L.E., Molin J.: 1991; Design and installation of buried plastic pipes. Stockholm, Akaprint ApS, Aarhus.
- [5] Janson L.E.: Plastic Pipes for Water Supply and Sewage Disposal. Stockholm, 1995.
- [6] Podhorodecki A., Sobczak - Piłstka J., Wysocka M.: Systemy instalacji rynnowych. Przegląd Instalacyjny, Nr 1, 1998, str. 80.
- [7] Polyethylene Pipe Systems Handbook. Mabo AS. Oslo, Norway.
- [8] Polyethylene pipe systems for water supply. Manual. WRC Swindon 1994.
- [9] PVC Pressure pipe systems. Manual. WRC Swindon, 1994.
- [10] Ritzema H.P., 1994, Drainage Principles and Applications JLRJ Publication 16. Wageningen, The Netherlands.
- [11] Sokołowski J., Żbikowski A.: 1993; Odwodnienia budowlane i osiedlowe. SGGW, Warszawa.
- [12] Tullis J.P.: 1989; Hydraulics of Pipelines. John Wiley & Sons, New York, USA.
- [13] Urządzenia sportowe. Planowanie, projektowanie, budowa, użytkowanie. Praca zbiorowa pod red. R. Wierszyło. Wyd. ARKADY, Warszawa, 1982.
- [14] Warunki techniczne wykonania i odbioru robót drenarskich. Drenowanie gruntów ornych. Melioracje rolne. Biuletyn informacyjny nr 4, 1980.
- [15] Zadroga B., Drenaże wodne w nowoczesnych składowiskach. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 1, 1996.