

Warunki prawidłowego układania rur z tworzyw sztucznych



© Copyright by Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek
z Tworzyw Sztucznych

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie
całości lub fragmentów niniejszej publikacji bez zgody wydawcy zabronione.

Wersja elektroniczna

Wydanie V
Toruń 2020

Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek
z Tworzyw Sztucznych
87 – 100 Toruń, ul. Szosa Chełmińska 30
e-mail: biuro@prik.pl
www.prik.pl

Wprowadzenie

Wśród wielu zagadnień dotyczących prawidłowego układania rur z tworzyw sztucznych, istnieją zagadnienia, co do których panują błędne przekonania lub wiedza ludzi z branży wodno-kanalizacyjnej jest niewystarczająca. Z reguły dotyczy to nowych rozwiązań technicznych lub zagadnień, na temat których brakuje szczegółowych wytycznych w dostępnej literaturze technicznej, publikacjach czy normach.

Wiele niejasności wyjaśnia opublikowana w 2018 roku norma PN-C 89224, którą rekomendujemy do powszechnego stosowania.

Niewątpliwie do takich zagadnień należy np.: zmiana barwy rur, stosowanie rur o zwiększonej odporności, czy też układanie rur na małych głębokościach lub przy wysokim poziomie wód gruntowych. Mamy nadzieję, że omówienie tego typu tematów przyczyni się do wyjaśnienia wątpliwości i wyeliminowania błędów popełnianych na etapie wyboru rodzaju rury, jej przyjęcia na plac budowy i układania w nietypowych warunkach.

Niniejsza broszura dotyczy rur z tworzyw sztucznych, używanych do budowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, z grupy termoplastycznych tworzyw sztucznych (PVC-U, PE, PP).

1. Przyjęcie rur na plac budowy

Etapem wstępnym w procesie wykonawstwa jest przyjęcie rur na plac budowy. Z reguły rury są dostarczane bezpośrednio na plac budowy przez producenta lub dystrybutora i to na nich spoczywa odpowiedzialność za prawidłowy transport.

Przy odbiorze rur należy sprawdzić czy nie posiadają one widocznych uszkodzeń w postaci głębokich rys i otarć. Szczególną uwagę należy zwrócić na rury w porożrywanych wiązkach – istnieje duże prawdopodobieństwo, że w czasie transportu rury mogły przemieszczać się, ocierając o ostre fragmenty naczepy samochodu.

Od momentu, potwierdzonego pisemnie odbioru rur od przewoźnika, odpowiedzialność za mechaniczne uszkodzenia rur spada na wykonawcę. Dlatego transportując rury do miejsca ich wbudowania, wykonawca powinien przestrzegać zasad podanych w instrukcjach producentów oraz raporcie CEN/TS 1046 (wcześniej: PN-ENV 1046 – norma wycofana). Warto również zwrócić uwagę na zapisy PN-C-89224.

Należy również sprawdzić zgodność dostarczonych wyrobów z krajowymi deklaracjami właściwości użytkowych (KDWU) wystawianymi przez producenta lub importera, a które powinny być zgodne z aktualnym normami (PN-EN), aprobatami technicznymi (AT) lub krajowymi ocenami technicznymi (KOT). Należy zwrócić szczególną uwagę na parametry techniczne deklarowanych właściwości użytkowych z tymi wymaganymi w projekcie technicznym lub specyfikacji technicznej. Należy również

sprawdzić datę ważności dokumentu odniesienia jakim może być AT lub KOT.

Oprócz oględzin pod kątem uszkodzeń mechanicznych, należy zwrócić uwagę na znakowanie rur i ich zgodność z wymaganiami projektowymi. Na rurach można odczytać między innymi ich sztywność obwodową lub ciśnienie nominalne oraz numer deklaracji właściwości użytkowych (KDWU). Największe problemy występują przy identyfikacji rur kanalizacyjnych PVC-U litych i z rdzeniem spienionym, ponieważ różnica w ich wyglądzie może być niezauważalna.

Różnica jest widoczna w przekroju ścianki – rura lita ma ściankę jednorodną, natomiast rura z rdzeniem spienionym, złożoną z trzech warstw. Środkowa warstwa jest wykonana ze spienionego PVC-U ma z reguły odmienny kolor i inną strukturę niż pozostałe warstwy.

Niektórzy producenci, wykorzystując linie produkcyjne do rur o ścianie warstwowej, wytłaczają na nich rury lite w ten sposób, że wszystkie trzy warstwy ścianki są wykonane z litego PVC-U o identycznych właściwościach. Zgodnie ze stanowiskiem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego tak wykonana rura jest zgodna z PN-EN 1401-1 i uznawana jest za rurę litą.

Najprostszą metodą rozróżnienia rur litych i z rdzeniem spienionym jest odczytanie numeru normy, zgodnie z którą wyprodukowana została dana rura.. W przypadku rur litych jest to PN-EN 1401-1, a w przypadku rur z rdzeniem spienionym PN-EN

13476-2 lub odpowiednia aprobatą techniczną, a po utracie jej ważności krajowa ocena techniczna.

Niejednokrotnie, wśród wykonawców i inspektorów nadzoru, budzi obawy zmiana barwy lub odległa data produkcji dostarczonych rur. Odbarwienia są skutkiem działania promieniowania słonecznego o zakresie częstotliwości odpowiadającym ultrafioletowi (promieniowanie UV). Ponieważ, rury wodociągowe i kanalizacyjne z tworzyw sztucznych, są przeznaczone do układania w gruncie, producenci nie dodają do nich stabilizatorów UV, które zapewniałyby długotrwałą stabilność barwy. Jedynie w czarnych rurach PE, jako barwnik stosuje się sadzę, która jest równocześnie absorberem UV. Rury podlegają bezpośredniemu oddziaływaniu promieniowania UV w trakcie ich składowania bez zadaszenia.

Badania przeprowadzone przez firmy stowarzyszone w PRIK¹ wykazują, że nawet długotrwałe promieniowanie UV (kilka lat), nie ma negatywnego wpływu na właściwości użytkowe rur (poza ewentualnym odbarwieniem).

Na prawidłowo składowane rury nie oddziałują żadne destruktywne czynniki np. naprężenia w ścianie czy związki chemiczne, a proces odbarwiania materiału nie ma wpływu na ich przewidywaną trwałość. W przypadku wątpliwości, można zwrócić się do producenta o wydanie na podstawie badań, opinii co do możliwości wbudowania długo składowanych rur.

¹ PRIK - Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych.

3. Metody układania rur

Rury wodociągowe i kanalizacyjne z tworzyw sztucznych mogą być układane w gruncie różnymi metodami. Najbardziej popularną, jest tradycyjna metoda wykopu otwartego. Jednakże coraz częściej stosowane są metody wąskowykopowe oraz bezwykopowe, co związane jest z dążeniem do zwiększenia tempa prowadzenia robót oraz zminimalizowaniem utrudnień związanych z zajęciem oraz odtworzeniem pasa drogowego.

3.1. Wykop otwarty - metoda tradycyjna

Wykopy wąsko i szerokoprzestrzenne, o szerokości w strefie rury, umożliwiające wykonanie połączeń. Szczegółowe wytyczne prowadzenia prac można znaleźć w raporcie CEN/TS 1046 (wcześniej: PN-ENV 1046 – norma wycofana) oraz polskiej normie PN-C-89224. Najważniejszą nowością, którą wprowadza raport oraz przytacza nowa norma, jest możliwość użycia gruntu rodzimego do wykonania obsypki rur.

W stosunku do dotychczasowych wytycznych, podawanych w instrukcjach producentów rur, jest to znaczące racjonalizowanie warunków wykonawstwa, co przekłada się na daleko idące obniżenie kosztów inwestycji.

3.2. Metody wąskowykopowe

Elastyczność rur z tworzyw sztucznych pozwala na prowadzenie prac montażowych na powierzchni, a następnie umieszczenie wykonanego rurociągu na dnie wykopu.

W przypadku rur polietylenowych, które zwijane są w kręgi, istnieje możliwość układania rur poprzez rozwijanie z kręgu bezpośrednio do wykopu. W obydwu przypadkach wykop może mieć szerokość niewiele większą od średnicy rurociągu. Do wykonywania wąskich wykopów używa się specjalistycznego sprzętu, takiego jak: koparki łańcuchowe, frezarki lub pługoukładacze, charakteryzującego się dużą wydajnością.

Przy zastosowaniu metod wąskowykopowych, można ułożyć nawet kilka kilometrów rurociągu dziennie. Dodatkowe korzyści to mniejsza powierzchnia składowania gruntu, odtwarzania nawierzchni i zajęcia pasa drogowego.

3.2.1. Metoda wykopu wąskoprzestrzennego

W tej metodzie wykonuje się wykop o takiej szerokości, aby można było ułożyć na jego dnie rurociąg oraz zagęścić wypełnienie wykopu dostępnym sprzętem. Połączone i ułożone wzdłuż wykopu rury opuszcza się na dno wykopu. Poszerzenie wykopu jest konieczne tylko w miejscach montażu kształtek lub armatury.

3.2.2. Frezowanie

Metoda stosowana w twardych gruntach. Wykop wykonywany jest frezem zamontowanym na ciągniku. Rurociąg układany jest na dnie wykopu i zasypywany na bieżąco gruntem rodzimym, lub w razie nieprzydatności do tego celu gruntu rodzimego – gruntem dowiezionym.

3.2.3. Płużenie

Metoda stosowana w gruntach ornych (łąki, pola). Lemiesz specjalnego pługa rozcina i lekko rozsuwa ziemię. Na dnie wykonanej szczeliny, układany jest rurociąg PE, rozwijany z kręgu lub wcześniej zgrzany i ułożony wzdłuż planowanej trasy. Po przejściu pługoukładacza, wskutek obsuwania gruntu, szczelina samoczynnie się zamyka, zasypując ułożony rurociąg. Pozostaje jedynie lekkie wypiętrzenie ziemi, które jest na bieżąco niwelowane odpowiednimi maszynami (walec, koparko-ładowarka, itp.).

3.3. Metody bezwykopowe

Stosowane są z reguły w przypadkach, kiedy wykonywanie wykopów otwartych jest znacznie utrudnione lub niemożliwe np. przejście pod rzeką lub drogą o dużym natężeniu ruchu. Niejednokrotnie o zastosowaniu i wyborze konkretnej metody bezwykopowej decyduje rachunek ekonomiczny oraz przewidywany stopień utrudnień w ruchu drogowym.

Bezwykopowe układanie rurociągów wymaga specjalistycznego sprzętu i jest obarczone stosunkowo dużym ryzykiem komplikacji jakie mogą wystąpić w jego trakcie. Dlatego powinno być każdorazowo poprzedzone badaniami geotechnicznymi i wykonaniem projektu.

3.3.1. Przewiertny

W tej metodzie, techniką wiertniczą wykonywany jest w gruncie otwór, do wnętrza, którego wciągany jest rurociąg. Jeżeli przebieg trasy wierconego otworu może być zmieniany w sposób kontrolowany, to mówimy o przewiercie sterowanym.

Stosowane są dwa systemy sterowania o różnej dokładności – system radiowy (mniejsza dokładność) do rurociągów ciśnieniowych, oraz system laserowy (większa dokładność) do rurociągów grawitacyjnych.

3.3.2. Przeciski

Metoda stosowana do układania stosunkowo krótkich odcinków rurociągu, np. przy przekraczaniu dróg. Głowica przeciskowa, wyposażona w mechanizm uderowy, rozpycha na boki grunt znajdujący się na jej drodze, tworząc przestrzeń dla wciągnięcia rurociągu.

4. Rury o zwiększonej odporności

Stosowanie metod wąskowykopowych i bezwykopowych związane jest z możliwością uszkodzenia układanego rurociągu.

W metodach wąskowykopowych takich jak frezowanie czy płużenie ułożona rura narażona jest na naciski punktowe od kamieni znajdujących się w gruncie na trasie wykopu. Skutkiem nacisków punktowych, szczególnie w rurociągach ciśnieniowych, gdzie w ścianie występują naprężenia, może być miejscowe pękanie materiału rury, co doprowadzi po pewnym czasie do awarii rurociągu.

Z kolei w metodach bezwykopowych, w trakcie przeciągania, rury są narażone na zarysowania od twardych elementów znajdujących się w gruncie (kamienie, głazy, pozostałości po starych budowlach lub uzbrojeniu terenu), a po zakończeniu przeciągania, na pochodzące od nich naciski punktowe. W rurociągach ciśnieniowych, zarysowania powierzchni rur mogą skutkować pęknięciem ścianki. Jest to związane ze zjawiskiem powolnego wzrostu (propagacja) pęknięć, które może wystąpić przy sprzyjających warunkach, takich jak odpowiednia wielkość i kształt rysy (karbu) oraz odpowiednio duże naprężenia w ścianie rury.

Przyjmuje się, że dopuszczalne są zarysowania o głębokości do 10% grubości ścianki. Dlatego zaleca się aby stosując metody wąskowykopowe i bezwykopowe, używać rur o **zwiększonej odporności na powolny wzrost pęknięć i naciski punktowe**. Rury

te można również stosować w przypadku wykopów tradycyjnych nie wykonując podsypki i obsypki piaskowej.

W chwili obecnej producenci oferują kilka odmian tego typu rur, różniących się budową oraz zastosowanym materiałem.

Generalnie, rury te można podzielić na dwie grupy: ze ścianką warstwową oraz z powłoką ochronną. Rury z pierwszej grupy posiadają normatywne wymiary (grubość ścianki, średnica zewnętrzna), a ich ścianka składa się z dwóch lub trzech warstw.

W przypadku rur dwuwarstwowych, obydwie warstwy są wykonane z PE100RC. W rurach trójwarstwowych, ścianka zewnętrzna i wewnętrzna wykonana jest z PE100RC, a warstwa środkowa z PE100 lub PE100RC. Zgrzewanie doczołowe i elektrooporowe rur ze ścianką warstwową nie odbiega od zgrzewania normalnych rur PE. Rury z drugiej grupy, zbudowane są z normatywnej rury przewodowej i zewnętrznej powłoki ochronnej (pancerza). Rura przewodowa wykonana jest z PE100 lub PE100RC, a powłoka ochronna z PE100, polipropylenu (PP) lub ze spienionego polietylenu. W przypadku rur z powłoką ochronną, przed wykonaniem zgrzewu doczołowego lub elektrooporowego, należy zdjąć z rury powłokę ochronną. Niektóre rury tego typu są fabrycznie pozbawione na końcówkach powłoki ochronnej, co umożliwia wykonanie zgrzewu doczołowego.

PE100RC oznacza nową generację polietylenu, charakteryzującą się znacznie wyższą odpornością na powolny wzrost pęknięć i naciski punktowe, od standardowego PE100. Zakwalifikowanie danego materiału do standardu PE100RC jest uwarunkowane

osiągnięciem w testach odpowiednio wysokich wyników. Na przykład, w teście karbu wg normy PN-EN ISO 13479 jest to wynik 8760 godzin, przy wymogach dla standardowego PE100 zaledwie 165 godzin, zaś dla rur do gazu z PE100 - 500 godzin. Należy podkreślić, że standard PE100RC nie został do tej pory objęty żadną normą polską czy europejską. Jediną próbą usystematyzowania w tej dziedzinie jest powstały w Niemczech PAS 1075. PAS czyli Publicly Available Specification (Ogólnie Dostępna Specyfikacja) zawiera wymagania, które powinny spełniać rury o zwiększonej odporności wykonane z PE100RC. Dokument ten nie ma mocy prawnej.

Decydując o wyborze danego typu rury, należy zwrócić uwagę na rodzaje materiałów z jakiego jest wykonana. Oczywistym jest, że warstwa zewnętrzna ścianki czy też powłoka ochronna, powinny mieć jak największą odporność na ścieranie i zarysowania. Natomiast w przypadku nacisków punktowych, ważna jest odporność nie tylko warstwy zewnętrznej ścianki czy powłoki ochronnej, lecz również warstwy wewnętrznej lub rury przewodowej. Wynika to z rozkładu naprężeń, wywołanych naciskami punktowymi, które powodują pękanie wewnętrznej strony rury. Dlatego, wewnętrzna warstwa ścianki lub rura przewodowa, powinny być wykonane z materiału o podwyższonej odporności na naciski punktowe.

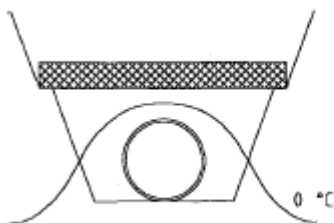
5. Płytkie posadowienie rur

Zagadnienie płytkiego posadowienia rur w gruncie pojawia się szczególnie często w kanalizacji, kiedy określone zagłębienie rury wynika z konieczności zachowania wymaganych spadków kanału. Stosowanie określonych metod termoizolacji (w przypadku układania w strefie przemarzania) oraz minimalnych przykryć rur, zależy od ich lokalizacji i przeznaczenia.

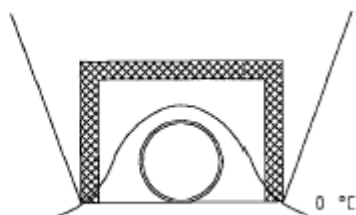
5.1. Teren bez obciążeń od ruchu kołowego

Jeżeli rury są układane w terenie, gdzie nie występują obciążenia od ruchu kołowego, minimalne przykrycie nie jest uwarunkowane względami statyczno-wytrzymałościowymi.

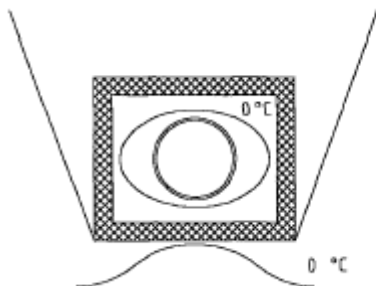
W przypadku gdy rura układana jest w strefie przemarzania, jej zagłębienie powinno umożliwiać wykonanie odpowiedniej termoizolacji, którą można wykonać ze styropianu lub z innego materiału nie nasiąkającego wodą. Wybór sposobu ułożenia izolacji zgodnie z CEN/TS 1046: 2013 oraz PN-C-89224:2018 powinien uwzględniać podatność na przemarzanie gruntu rodzimego i materiału obsypki.



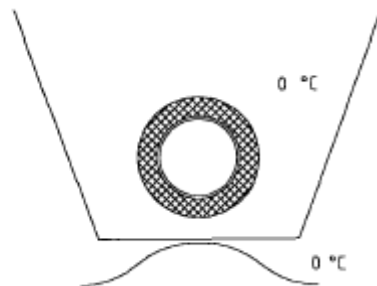
Rysunek 1.
Izolacja termiczna
w gruntach gliniastych i ilastych



Rysunek 2.
Izolacja termiczna
w gruntach ziarnistych



Rysunek 3.
Izolacja termiczna
w płytkich wykopach



Rysunek 4.
Izolacja termiczna z zastosowaniem otulin styropianowych

5.2. Teren z obciążeniami od ruchu kołowego

W przypadku terenów obciążonych ruchem kołowym należy rozpatrzyć kilka aspektów. Pierwszy z nich to ograniczenia co do przykrycia minimalnego, wynikające z dużych obciążeń dynamicznych od pojazdów, jakie występują przy małych zagłębieniach układanych rur. Minimalne przykrycie, dla którego możemy tabelarycznie dobrać sztywność obwodową rur wg CEN/TS 1046 oraz PN-C-89224 wynosi 0,8 m.

Uproszczona metoda doboru sztywności obwodowej rur, zalecana przez TEPPFA² i PRiK przewiduje minimalne przykrycie 0,8 m przy warunku $H/D \geq 2$ (gdzie H to przykrycie, a D średnica rury). Metoda skandynawska (Molina) obliczeń statyczno-wytrzymałościowych, pozwala wykonać obliczenia dla minimalnego przykrycia 0,5 m.

Odrębnym tematem jest stosowanie rur z tworzyw sztucznych na przepusty drogowe. Szczegółowe informacje dotyczące projektowania i wykonawstwa przepustów z rur z tworzyw sztucznych znajdują się w "Zaleceniach projektowych i technologicznych dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych" stanowiących załącznik do Zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 2-go listopada 2006 roku. Minimalna wysokość przykrycia jest uzależniona od średnicy rury. Dla średnic powyżej 1000 mm wynosi 0,5 średnicy rury, dla średnic od 600 do 1000 mm wynosi 0,5 m, a dla średnic mniejszych od 600 mm wynosi 0,3 m, przy czym na zjazdach do posesji dopuszcza się 0,2 m.

Odmienne w stosunku do rur przewodowych wytyczne, wynikają z tego, że występujące obciążenia przepustu są chwilowe i mieszczą się w płaszczyźnie prostopadłej do osi rury. Ponieważ płytko posadowione przepusty wykonuje się bez izolacji termicznej, celem jest stosowanie rur z tworzyw sztucznych, które wykazują odporność mechaniczną w niskich temperaturach (polietylen, polipropylen).

² TEPPFA – The European Plastic Pipes and Fittings Association.

Drugim z aspektów jest izolacja termiczna rurociągu w przypadku ułożenia go powyżej strefy przemarzania gruntu. Jeżeli do tego celu użyjemy styropianu, celem jest przeanalizowanie jego wytrzymałości na naprężenia ściskające, bowiem na skutek obciążeń może dojść do jego odkształcenia (zgniecenia). W tabeli 1 przedstawiono obciążenia, jakie występują w gruncie na różnych głębokościach przy ruchu kołowym.

Podawane obciążenia są sumą ciężaru gruntu i obciążeń dynamicznych od pojazdów. Do obliczenia obciążeń dynamicznych użyto wzoru Boussinesq'a i wartości dla modelu szwedzkiego³.

Tablica 1. Obciążenia w gruncie

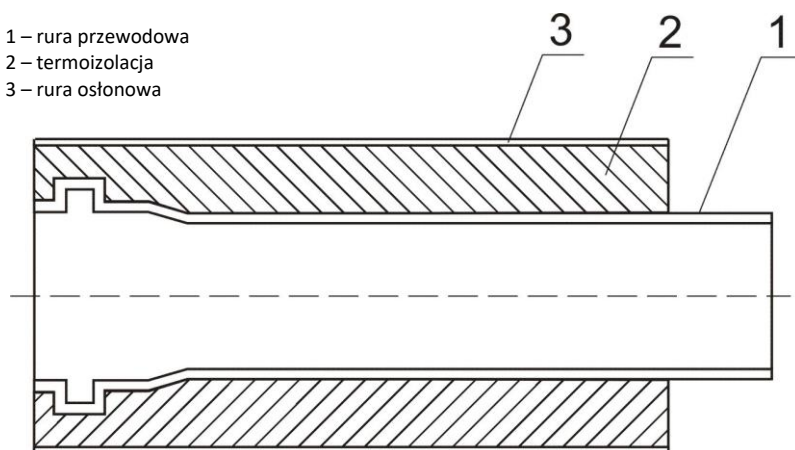
Zagłębienie [m]	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Obciążenie [kPa]	178	136	109	93	83	76	71	68

Zwróćmy uwagę, że styropian jest układany powyżej rury, a więc posiada mniejsze zagłębienie, niż wynosi jej przykrycie. Podstawowym parametrem określającym typ styropianu, jest naprężenie ściskające przy 10% odkształceniu względnym. Przez oznaczenie EPS 70 (FS-15), producent deklaruje, że dla uzyskania odkształcenia względnego styropianu o wielkości 10%, muszą wystąpić naprężenia ściskające o wielkości, co najmniej 70 kPa. Stosując styropian w pasie drogowym, należy przeanalizować jego wytrzymałość na naprężenia ściskające i dobrać typ w zależności od występujących obciążeń.

³ Model szwedzki obciążeń od ruchu kołowego – obciążenie koła 130kN, obciążenie osi 260 kN.

Innym rozwiązaniem izolacji termicznej przewodu ułożonego w pasie drogowym, może być zastosowanie sypkiego materiału termoizolacyjnego, który można zagęszczać. Takim materiałem jest np. keramzyt (maxit 10-20 B) czy żużel wielkopiecowy. Jeżeli materiał termoizolacyjny posiada ostre krawędzie nie można dopuścić do jego bezpośredniej styczności z rurą – wokół rury należy wykonać obsypkę z piasku.

Na rynku dostępne są rury termoizolowane, stanowiące kompleksowe rozwiązanie problemu izolacji termicznej, przewodów układanych w strefie przemarzania. Wewnętrzna rura przewodowa z tworzywa sztucznego okryta jest termoizolacyjną warstwą styropianowo-poliuretanową, zewnętrzną rurę osłonową stanowi rura z PVC-U lub PE.



Rysunek 5. Rura kanalizacyjna PVC-U termoizolowana

Stosując tego typu rury w terenach obciążonych ruchem kołowym, należy zwrócić uwagę na dobranie odpowiedniej sztywności obwodowej rury osłonowej. Występujące bowiem obciążenia, oddziałują w największym stopniu właśnie na nią.

5.3. Spadki minimalne

Niejednokrotnie, zarówno nadmierne wypłylenie sieci kanalizacyjnej, jak również konieczność budowania przepompowni ścieków, wynika ze stosowanych spadków minimalnych rur.

Obecnie w Polsce stosuje się spadki minimalne wynikające z zasady Imhoffa (odwrotność średnicy rury). Np. dla rury kanalizacyjnej o średnicy 200 mm wymagany spadek minimalny to 5‰. Zasada Imhoffa powstała na początku XX wieku na podstawie eksploatacji rur betonowych, kamionkowych i murowanych.

Stosowanie spadków minimalnych wynika z konieczności zapewnienia w kanałach odpowiednich prędkości przepływu, które zapobiegają odkładaniu się osadów we wnętrzu rur. Zwróćmy uwagę, że obecnie stosowane spadki minimalne, dotyczą wszystkich rur kanalizacyjnych, wykonanych z różnych materiałów. Powszechnie wiadomo, że wśród różnych materiałów, właśnie tworzywa sztuczne posiadają najniższą chropowatość i opory hydrauliczne. Dlatego rury z nich wykonane są najmniej zagrożone osadzaniem się ścieków.

Jeżeli do wyznaczania spadków minimalnych zastosujemy metodę, która uwzględnia chropowatość materiału rury, okaże się, że dla rur z tworzyw sztucznych można stosować mniejsze spadki, niż dla rur z innych materiałów (patrz PN-C 89224). Metoda obliczeniowa

polega na porównaniu wyliczonego naprężenia ścinającego jakie występuje pomiędzy ścianką rury a przepływającymi ściekami, z granicznym naprężeniem ścinającym, przy którym osady nie odkładają się we wnętrzu rury. Graniczne naprężenie ścinające zależy od przyjętej gęstości ścieków oraz od właściwości materiału z jakiego wykonana jest rura. Dla przykładu, obliczenia wykonane tą metodą, dla rury kanalizacyjnej PVC-U SN4 o średnicy 200 mm i przepływu obliczeniowego ścieków sanitarnych 8,0 l/s, dają następujące wyniki:

- napętnienie 60 %
- prędkość przepływu ścieków 0,47 m/s
- **spadek 1,7 ‰**

Jeżeli do obliczeń zastosujemy metodę odwrotności średnicy, otrzymamy:

- napętnienie 41 %
- prędkość przepływu ścieków 0,68 m/s
- **spadek 5,0 ‰**

Różnica pomiędzy wyliczonymi różnymi metodami, spadkami minimalnymi, wynosi 3,3 ‰. Na długości 1 km, daje to różnicę w zagłębieniu sieci kanalizacyjnej o wartości 3,3 m.

6. Wysoki poziom wód gruntowych

Niejednokrotnie na trasie ułożenia rurociągów napotykamy wysoki poziom wód gruntowych. Wiąże się to z koniecznością zastosowania specjalnych metod wykonywania robót ziemnych i układania rur. Należy również rozpatrzyć problem wyporu rur przez wody gruntowe.

6.1. Odwadnianie wykopów

Rury powinny być układane w wykopie o podłożu odwodnionym. Jest to konieczne, aby prawidłowo uformować dno wykopu, zachować zaprojektowane spadki oraz wykonać montaż połączeń, obsypkę rurociągu i jego próbę szczelności. Obniżenie poziomu wód gruntowych powinno być przeprowadzone w taki sposób, aby nie została naruszona struktura gruntu w podłożu rurociągu ani w podłożu sąsiednich budowli.

Przy budowie sieci sanitarnych mają zastosowanie głównie trzy metody odwodnienia wykopów:

- metoda powierzchniowa;
- metoda drenażu poziomego;
- metoda depresji.

Najprostszą metodą jest metoda powierzchniowa. Polega na usuwaniu wody z wykopu w miarę jego pogłębiania, przy pomocy pomp ustawionych na powierzchni terenu. Pompy powinny czerpać wodę w taki sposób, aby nie pobierać z nią cząstek gruntu i nie powodować jego rozmywania. W tym celu można wykonać

specjalne studzienki z rur o średnicy 400 – 600 mm i długości około 1,0 m. Rurę umieszcza się pionowo na dnie wykopu tak, aby jej górna część służyła za miejsce czerpania wody. Z górnej części rury usuwamy grunt. Jeżeli mamy do czynienia z gruntem drobnoziarnistym, należy dolną część rury wypełnić żwirem. Aby polepszyć odbieranie wody z gruntu, do budowy studzienki można użyć rury o ściankach perforowanych. W takim przypadku zaleca się wykonanie filtra na zewnątrz studzienki, aby nie dopuścić do zamulania otworów perforacji.

Przy dużym napływie wód gruntowych, tam gdzie metoda powierzchniowa jest niewystarczająca, ma zastosowanie metoda drenażu. Polega ona na ułożeniu drenażu poziomego, z odprowadzeniem wody do studzienek czerpanych zlokalizowanych obok trasy rurociągu. Woda ze studzienek jest odprowadzana przy pomocy pomp do odbiornika.

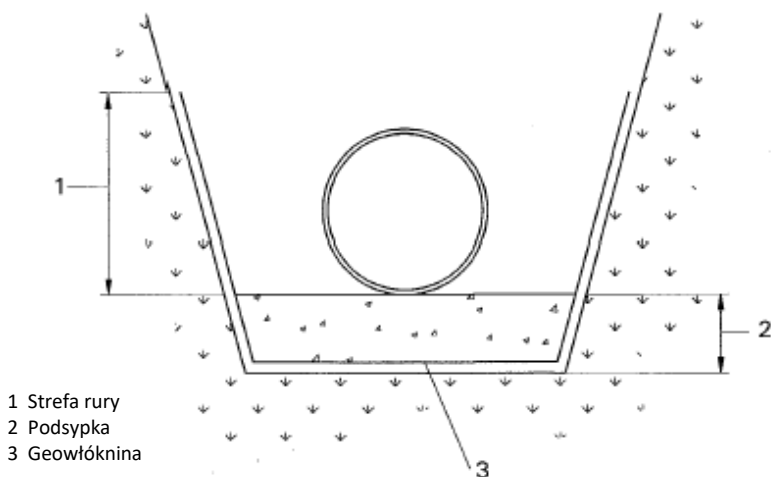
Ostatnia z metod polega na obniżeniu statycznego poziomu zwierciadła wody gruntowej przy pomocy studni depresyjnych lub igłofiltrów.

O zastosowaniu metody odwodnienia wykopów decyduje projektant na podstawie badań geologicznych. Odwodnienie należy wykonać zgodnie z opracowanym projektem.

6.2. Migracja cząstek gruntu

Po zakończeniu prac związanych z układaniem rur i po demontażu urządzeń odwadniających, poziom wody gruntowej podnosi się i dochodzi do nawodnienia gruntu w obrębie podsypki i obsypki. W nawodnionym gruncie, może zachodzić zjawisko migracji cząstek,

ze strefy podsypki i obsypki do gruntu rodzimego lub w kierunku odwrotnym. Wiąże się to z utratą właściwego zagęszczenia gruntu i utratą podparcia i oparcia bocznego rury. Migracji cząstek gruntu można zapobiec stosując geowłókniny. Poniżej zamieszczono rysunek pochodzący z raportu CEN/TS 1046 (wcześniej: PN-ENV 1046 – norma wycofana)(patrz rys.6 oraz PN-C 89224) ilustrujący zastosowanie geowłókniny jako zabezpieczenia przed migracją cząstek gruntu.

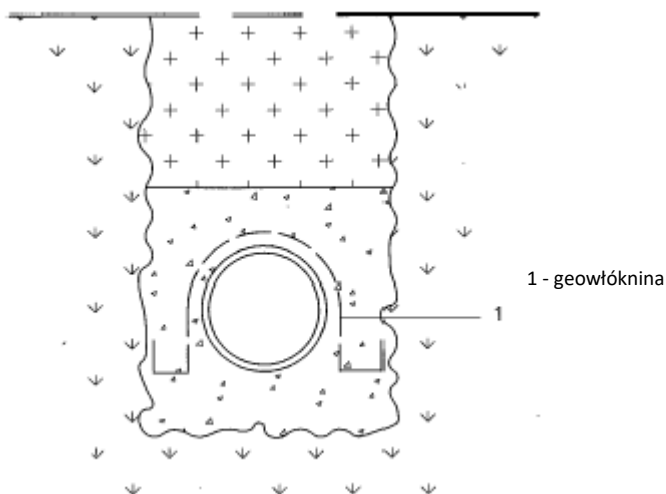


Rysunek 6. Zabezpieczenie przed migracją cząstek materiału gruntowego

6.3. Wypór wody gruntowej

W gruncie nawodnionym, na rury działa siła wyporu, która zagraża ich stabilności. Jest ona równoważona przez ciężar rur oraz przez ciężar gruntu znajdującego się nad rurami. Przy płytkim posado-

wieniu rurociągu i wysokim stanie wód gruntowych należy wykonać obliczenia sprawdzające stabilność rurociągu. Obliczając ciężar gruntu, należy wziąć pod uwagę, że na cząstki gruntu nawodnionego działa siła wyporu. W obliczeniach, zjawisko to jest uwzględniane poprzez przyjmowanie obniżonego ciężaru objętościowego gruntu nawodnionego – w metodzie Molina, ciężar objętościowy gruntu suchego to 19 kN/m^3 , a gruntu nawodnionego 11 kN/m^3 . W zaawansowanych obliczeniach dla najtrudniejszych warunków pomocne może być uwzględnienie oporów tarcia wewnętrznego gruntu, a tym samym powiększenia ciężar gruntu nad rurą o ciężar gruntu znajdującego się w t.zw. stożku tarcia. W przypadku braku stabilności rurociągu, należy wykonać jego zakotwienie przy pomocy obciążników betonowych lub geowłókniny (patrz rys.7).



Rysunek 7. Geowłóknina jako zakotwienie zabezpieczające przed wypieraniem wód gruntowych wg CEN/TS 1046 oraz PN-C-89224

Jeżeli prace związane z układaniem rurociągu są przeprowadzane przy nieodwodnionym podłożu, w trakcie zagęszczania obsypki, siła wyporu w połączeniu z ruchami cząstek gruntu, powoduje wynoszenie lekkiego, (bo pustego lub tylko częściowo napełnionego) rurociągu ku górze. Można temu zapobiec, dociążając rurociąg poprzez całkowite napełnienie go wodą.

Osobne zagadnienie stanowią studzienki, gdzie siła wyporu rośnie wraz z poziomem wody gruntowej i z reguły osiąga większe wartości niż w przypadku rur. Siłą równoważącą wypór jest siła tarcia występująca pomiędzy gruntem a ścianką studzienki.

Ponieważ przy wysokim stanie wód gruntowych siła wyporu może przekroczyć siły tarcia, studzienki z tworzyw sztucznych posiadają dodatkowe zabezpieczenia przed wyporem. Na rynku polskim można spotkać dwa rozwiązania konstrukcyjne. Pierwsze z nich, polega na zastosowaniu na ściankach zewnętrznych specjalnego uźebrowania, które znacznie zwiększa siły tarcia pomiędzy gruntem a studzienką. W drugim przypadku, gdy ścianki zewnętrzne są gładkie, stosuje się dodatkowe komory dociążające, wypełniane betonem.

BIBLIOGRAFIA:

1. Specyfikacja techniczna CEN/TS 1046
(wcześniej: PN-ENV 1046 – norma wycofana)
Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych. Systemy poza konstrukcjami budynków do przesyłania wody lub ścieków. Praktyka instalowania pod ziemią i nad ziemią
2. PN-C-89224
Systemy przewodów rurowych z tworzyw termoplastycznych – Zewnętrzne systemy bezciśnieniowe i ciśnieniowe do przesyłania wody, odwadniania i kanalizacji z nieplastyfikowanego poli(chlorku winylu (PVC-U), polipropylenu (PB) i polietylenu (PE) – Warunki techniczne wykonania i odbioru
3. PN-EN 1401-1
Systemy przewodowe z tworzyw sztucznych. Podziemne bezciśnieniowe systemy przewodowe z niezmiękczonego poli(chlorku winylu) (PVC-U) do odwadniania i kanalizacji. Wymagania dotyczące rur, kształtek i systemu.
4. PN-EN 13476-1 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji -- Systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z nieplastyfikowanego poli(chlorku winylu)(PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE) -- Część 1: Wymagania ogólne i właściwości użytkowe "Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego

- odwadniania i kanalizacji. Nieplastyfikowany poli(chlorek winylu) (PVC-U). Część 1: Specyfikacje rur, kształtek i systemu.
5. PN-EN 13476-2 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji. Systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z nieplastyfikowanego poli(chlorku winylu) (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE). Część 2: Specyfikacje rur i kształtek z gładką wewnętrzną i zewnętrzną powierzchnią oraz systemu, typ A.
 6. PN-EN 13476-3 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do podziemnego bezciśnieniowego odwadniania i kanalizacji. Systemy przewodów rurowych o ściankach strukturalnych z nieplastyfikowanego poli(chlorku winylu) (PVC-U), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE). Część 3: Specyfikacje rur i kształtek o gładkiej powierzchni wewnętrznej i profilowanej powierzchni zewnętrznej oraz systemu, typ B.
 7. Stanowisko Polskiego Stowarzyszenia Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych w sprawie sztywności obwodowej rur kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych.
 8. „Kanalizacja – sieci i pompownie” Wacław Błaszczuk, Henryk Stamatello, Paweł Błaszczuk.
 9. "Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych" stanowią załącznik do Zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z 2-go listopada 2006 roku.



**Polskie Stowarzyszenie Producentów
Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych**
87-100 Toruń, ul. Szosa Chełmińska 30
tel./fax (+48) 56-659-11-34, biuro@prik.pl



CZŁONKOWIE STOWARZYSZENIA

