

WARUNKI PRAWIDŁOWEGO UKŁADANIA RUR Z TWORZYW SZTUCZNYCH

1. WPROWADZENIE

Wśród wielu zagadnień dotyczących prawidłowego układania rur z tworzyw sztucznych, istnieją zagadnienia, na temat, 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. 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. Mam nadzieję, że omówienie tego typu tematów przyczyni się do wyeliminowania błędów popełnianych na etapie wyboru rodzaju rury, jej przyjęcia na plac budowy i układania w nietypowych warunkach.

Niniejszy referat dotyczy rur z tworzyw sztucznych, używanych do budowy sieci wodociągowych i kanalizacyjnych, z grupy termoplastów (PVC-U, PE, PP).

2. 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 porozrywanych wiązках – 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 i normie PN-ENV 1046.

Oprócz oględzin pod kątem uszkodzeń mechanicznych, należy zwrócić uwagę na znakowanie rur i ich zgodność z wymaganiami projektowymi. Na rurach można odczytać ich sztywność obwodową oraz dokument odniesienia zgodnie z którym rury zostały wyprodukowane. Największe problemy występują przy identyfikacji rur kanalizacyjnych PVC-U litych i z rdzeniem spienionym, ponieważ ich wygląd zewnętrzny jest identyczny. 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 – ma jaśniejszy kolor. Niektórzy producenci, wykorzystując linie produkcyjne do rur o ściance warstwowej, wytłaczają na nich rury lite w ten sposób, że wszystkie trzy warstwy ścianki są wykonane z litego PVC 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 dokumentu odniesienia, którego symbol jest umieszczony na rurze. W przypadku rur litych jest to PN-EN 1401-1, a w przypadku rur z rdzeniem spienionym PN-EN 13476 lub odpowiednia aprobatą techniczną.

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 zapewniają trwałość koloru. Jedynie w

czarnych rurach PE, jako barwnik stosuje się sadzę, która jest równocześnie absorberem UV. Rury są narażone na promieniowanie słoneczne w trakcie ich składowania bez zadaszenia. Badania wykazują, że nawet długotrwałe promieniowanie UV (kilka lat), nie ma negatywnego wpływu na ich właściwości (poza ewentualnym odbarwieniem). Na prawidłowo składowane rury nie oddziałują żadne destruktywne czynniki np. naprężenia w ścianie czy związki chemiczne, zachodzi jedynie proces starzenia się materiału, który praktycznie 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.

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 robót oraz zminimalizowaniem utrudnień związanych z zajęciem oraz odtworzeniem pasa drogowego.

3.1. Wykop otwarty - metoda tradycyjna

Szczegółowe wytyczne prowadzenia prac można znaleźć w normie PN-ENV 1046. Najważniejszą nowością, którą wprowadza norma, jest możliwość użycia gruntu rodzimego do wykonania obsypki rur. W stosunku do dotychczasowych wytycznych, podawanych w instrukcjach producentów rur, jest to znaczące złagodzenie 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. Dlatego, stosując metody wąskowykopowe, jesteśmy w stanie ułożyć nawet kilka kilometrów rurociągu dziennie. Dodatkowe korzyści to mniejsza powierzchnia składowania gruntu, odtwarzania nawierzchni i zajęcia pasa drogowego.

3.2.1. Wykopy wąskoprzestrzenne

W tej metodzie wykonuje się wykop o takiej szerokości aby można było ułożyć na jego dnie rurociąg oraz zagęścić obsypkę i ewentualnie zasypkę (pas drogowy). 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 dowiezionym piaskiem.

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 obciążone 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 udarowy, 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 płuzenie ułożona rura narażona jest na naciski punktowe od kamieni znajdujących się w gruncie na trasie wykopu. Skutkiem nacisków punktowych może być miejscowe pęcznienie 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. Zarysowania powierzchni rur mogą skutkować pęknięciem ścianki. Jest to związane ze zjawiskiem powolnego wzrostu pęknięć, które może wystąpić przy sprzyjających warunkach, takich jak odpowiednia wielkość i kształt rysy (karbu) oraz odpowiednio duże naprężenia w ściance 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 PE100^{RCplus}. W rurach trójwarstwowych, ścianka zewnętrzna i wewnętrzna wykonana jest z PE100^{RCplus}, a warstwa środkowa z PE100. 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 PE100^{RCplus}, 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 umożliwi wykonanie zgrzewu doczołowego.

PE100^{RCplus} oznacza nową generację polietylenu, charakteryzującą się znacznie wyższą odpornością na powolny wzrost pęknięć i naciski punktowe, od standardowego PE100. Zakwalifikowanie danego materiału do standardu PE100^{RCplus} jest uwarunkowane osiągnięciem w testach odpowiednio wysokich wyników. Na przykład, w teście karbu (ISO 13379) jest to wynik 5000 h, przy wymogach dla standardowego PE100 zaledwie 165 h, a w teście FNCT (ISO 16770) – 3300 h, przy wymogach dla standardowego PE100 zaledwie 500 h.

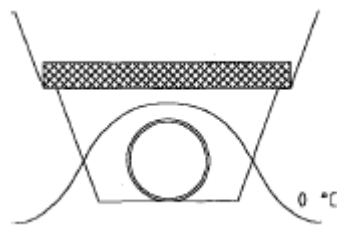
Decydując o wyborze danego typu rury, należy zwrócić uwagę na rodzaje materiałów z jakiego jest wykonana. Oczywiście jest, że warstwa zewnętrzna ścianki czy też powłoka ochronna, powinny mieć jak największą odporność na ścieranie i zarysowania. Natomiast w przypadku nacisków punktowych, ważna jest odporność 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 pęknięcie 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

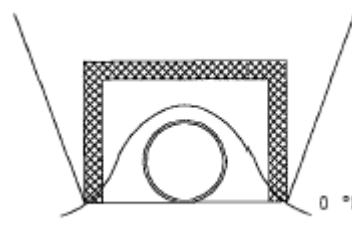
Zagadnienie płytkiego posadowienia rur w gruncie pojawia się szczególnie często w kanalizacji, kiedy określone zagłębienie rury wynika z konieczności zachowania wymaganych spadków kanału. Stosowanie określonych metod termoizolacji (w przypadku układania w strefie przemarzania) oraz minimalnych przykryć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

5.1. Teren bez obciążeń od ruchu kołowego

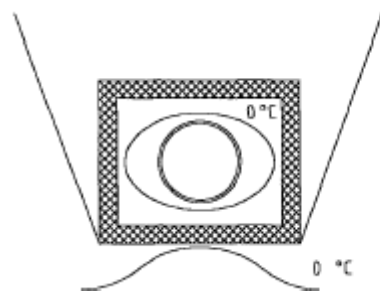
Jeżeli rury są układane w terenie, gdzie nie występują obciążenia od ruchu kołowego, minimalne przykrycie nie jest uwarunkowane względami statyczno-wytrzymałościowymi. W przypadku, gdy rura układana jest w strefie przemarzania, jej zagłębienie powinno umożliwiać wykonanie odpowiedniej termoizolacji, którą można wykonać ze styropianu lub z innego materiału nienasiąkającego wodą. Wybór sposobu ułożenia izolacji zgodnie z PN-ENV 1046 powinien uwzględniać podatność na przemarzanie gruntu rodzimego i materiału obsypki.



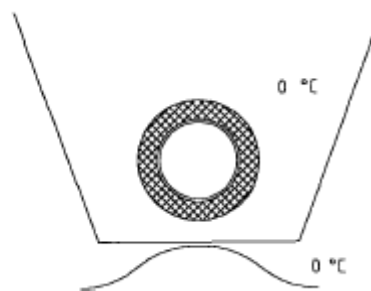
Rysunek 1.
Izolacja termiczna
w gruntach gliniastych i ilastych



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 PN-ENV 1046 wynosi 1 m. Uproszczona metoda doboru sztywności obwodowej rur, zalecana przez TEPPFA 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).

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 przedstawiam 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 szwedzkiego.

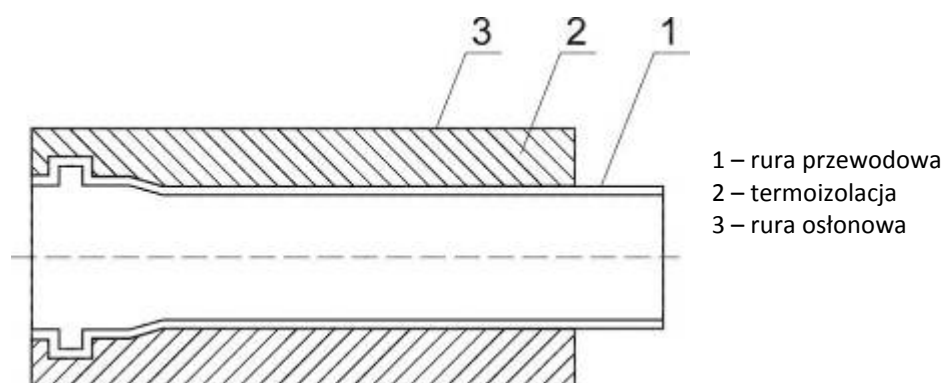
Tablica 1. Obciążenia w gruncie.

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.

Innym rozwiązaniem izolacji termicznej przewodu ułożonego w pasie drogowym, może być zastosowanie sypkiego materiału termoizolacyjnego, który można zagęszczać. Takim materiałem jest np. keramzyt czy żużel. 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‰. 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. 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:

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

Jeżeli do obliczeń zastosujemy metodę odwrotności średnicy, otrzymamy:

- napełnienie 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.

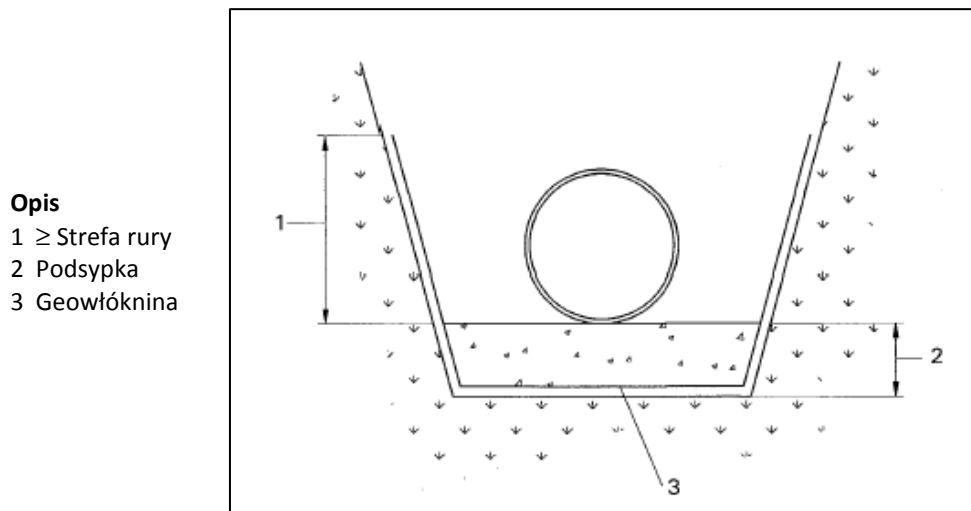
Przy dużym napływie wód gruntowych, tam gdzie metoda powierzchniowa jest niewystarczająca, ma zastosowanie metoda drenażu. Polega ona na ułożeniu drenażu poziomego, z odprowadzeniem wody do studzienek czerpnych zlokalizowanych obok trasy rurociągu. Woda ze studzienek jest odprowadzana przy pomocy pomp 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 podparcia i oparcia bocznego rury. Migracji cząstek gruntu można zapobiec stosując geowłókniny. Poniżej zamieszczono rysunek pochodzący z PN-ENV 1046 ilustrujący zastosowanie geowłókniny jako zabezpieczenia przed migracją cząstek gruntu.

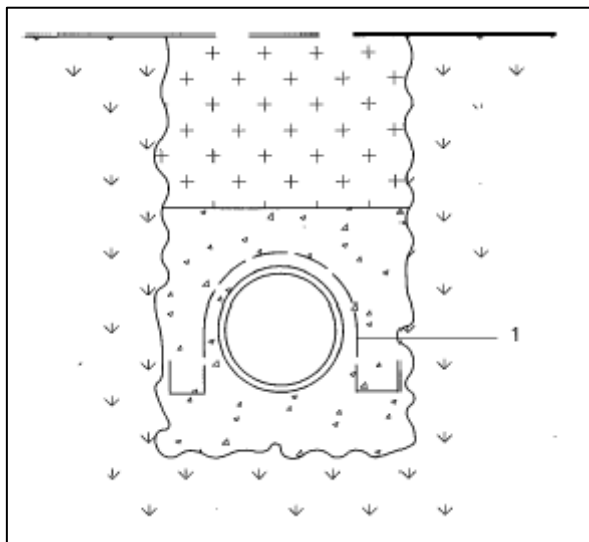


Rysunek 6. Zabezpieczenie przed migracją cząstek materiału gruntowego

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 posadowieniu 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 przypadku braku stabilności rurociągu, należy wykonać jego zakotwienie przy pomocy obciążników betonowych lub geowłókniny (patrz rys.7).

Opis
1 - geowłóknina



Rysunek 7. Geowłóknina jako zakotwienie zabezpieczające przed wypieraniem wód gruntowych wg PN-ENV 1046

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. Polska Norma PN-ENV 1046.
2. Stanowisko Polskiego Stowarzyszenia Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych w sprawie sztywności obwodowej rur kanalizacyjnych z tworzyw termoplastycznych.
3. Podręcznik „Kanalizacja – sieci i pompownie” Wacław Błaszczyk, Henryk Stamatello, Paweł Błaszczyk.
4. "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.