**Zasady wykonywania sieci kanalizacyjnych**

 **Materiały stosowane do budowy sieci kanalizacyjnej**

Zadaniem rur kanalizacyjnych i kształtek jest stworzenie właściwych warunków przepływu ścieków. Przewody kanalizacyjne powinny byś niezawodne, posiadać właściwie dobrane średnice, spadki, odpowiednio ukształtowane zmiany kierunku przepływu. Materiał, z którego wykonane są prostki i kształtki, powinien zapewniać ich trwałość, gładkość, szczelność, oraz posiadać wystarczającą odporność na agresywność ścieków i ścieralność. Ścieki płynące przewodami kanalizacyjnymi grawitacyjnymi wypełniają przekroje w 50–60%. Tylko w kanalizacji ciśnieniowej ścieki płyną całymi przekrojami kanałów. Do budowy kanałów używa się najczęściej rur o przekrojach kołowych, jajowych, gruszkowych i dzwonowych.

Rury i kształtki kanalizacyjne wykonywane są z: betonu, kamionki, żeliwa, tworzyw sztucznych.

 Rury i kształtki betonowe są mało odporne na działanie wód agresywnych, dlatego też ich powierzchnie są izolowane powłokami asfaltowymi jednostronnie przy odprowadzaniu wód opadowych i dwustronnie w kanalizacji ściekowej. Do połączenia rur kielichowych stosowane są jako materiały wypełniające i uszczelniające: tradycyjnie sznur konopny smołowany, kit asfaltowy, zaprawa cementowa, a przy nowych rozwiązaniach wykładziny wewnętrzne z tworzyw sztucznych i systemy uszczelnienia.

 Rury bezkielichowe łączy się na pióro i wpust.

 Rury kamionkowe obustronnie szkliwione produkowane są jako kielichowe i bezkielichowe Aby wykonać połączenie kanalizacyjne z zastosowaniem rur kamionkowych łączy się je przy pomocy złączy kielichowych z wklejonymi gumowymi uszczelkami poliuretanowo – polistyrenowej lub uszczelniającymi pierścieniami z poliuretanu. Rury i kształtki kamionkowe łączone są także przy zastosowaniu złączy kielichowych, które uszczelnia się za pomocą sznura konopnego smołowanego lub pakuł impregnowanych materiałami bitumicznymi oraz kitu asfaltowego, zaprawy cementowej lub żywic epoksydowych. Rury kamionkowe można też łączyć za pomocą obejm z polipropylenu w systemie połączeń bezkielichowych.

Rury kanalizacyjne żeliwne na całej powierzchni pokrywane są powłoką ochronną antykorozyjną, np. lakierem bitumicznym. Warstwa, którą utworzyła powłoka bitumiczna powinna ściśle przylegać do powierzchni rury, być elastyczna, nie złuszczać się, nie odpadać i nie lepić. Powłoka uznawana jest za prawidłowo wykonaną, jeżeli podczas uderzenia młotkiem stalowym 9,5 kg nie nastąpiło jej uszkodzenie. Dla rur kanalizacyjnych żeliwnych kielichowych wykonanie połączeń kielichowych polega na wsunięciu bosego końca jednej rury do kielicha drugiej rury do wyczuwalnego oporu. Powstałą wolną przestrzeń pomiędzy wewnętrzną ścianką kielicha, a zewnętrzną powierzchnią bosego końca rury, wypełnienia się materiałem uszczelniającym. Do głębokości 2/3 kielich uszczelnia się sznurem konopnym smołowanym, a resztę wolnej przestrzeni wypełnia się zaprawą cementową, folią aluminiową, pianką poliuretanową. Sznur nie powinien mieć miejscowych zgrubień. Coraz częściej znajduje zastosowanie sznur gumowy lub elastomerowy. Do wykonania uszczelnienia używa się ubijaka i młotka. Systemy rur i kształtek z PVC–U przeznaczone są do budowy bezciśnieniowych sieci kanalizacyjnych. Połączenia wykonywane są za pomocą kształtek kielichowych z uszczelkami gumowymi lub uszczelkami z pierścieniem mocującym. Uszczelka taka składa się z: pierścienia uszczelniającego wykonanego z elastomeru TPE (w kolorze czarnym) i pierścienia mocującego wykonanego z PP wzmocnionego włóknem szklanym. Po oczyszczeniu kielicha rury lub kształtki należy w suchy rowek kielicha włożyć uszczelkę. Włożenie ułatwia ściśnięcie jej na kształt ósemki. Następnie należy oczyścić zewnętrzną stronę bosego końca rury, posmarować ją talkiem lub środkiem dla zwiększenia poślizgu i dokonać połączenia przez wciśnięcie rury w kielich na odpowiednią głębokość. Pierścień mocujący naprężony podczas procesu kielichowania zapobiega ruchom uszczelki, utrzymuje ją we właściwym położeniu oraz uniemożliwia wyjęcie jej z kielicha, przesunięcie się w rowku kielicha, a także zapobiega podwinięciu (skręceniu) uszczelki. Oba pierścienie, trwale połączone ze sobą, ściśle przylegają zarówno do kielicha, jak i do wsuniętego końca rury. Konstrukcja uszczelek sprawia, że siły niezbędne do montażu są znacznie mniejsze niż przy uszczelnianiu tradycyjnym. Do klejenia rur PVC–U należy bezwzględnie użyć kleju agresywnego. Powierzchnie rur podlegające klejeniu odtłuszcza się chlorkiem metylu. Należy zwracać uwagę, aby powierzchnia przed nałożeniem kleju była sucha i czysta. Klej nakłada się za pomocą pędzla rozprowadzając go od najgłębszej powierzchni kielicha. Klej należy nakładać równomiernie. Cała operacja nakładania kleju nie powinna trwać dłużej niż 1 minutę. Po nałożeniu kleju dokonuje się połączenia przez wcisk łączonych elementów aż do oporu. Po połączeniu należy niezwłocznie wytrzeć wyciśnięty nadmiar klej. Przez 5 minut od wykonania połączenia nie można poruszać połączonych elementów. Niewątpliwą zaletą systemu jest: duża żywotność rur (minimum 50 lat) oraz mały ciężar elementów systemu.

Odcinki rur z PE (wykonanie PE 80 i PE 100) można łączyć poprzez: połączenia mechaniczne (zaciskowe i kołnierzowe), zgrzewanie doczołowe oraz przy pomocy złączek elektrooporowych.

Rury z PP produkowane jako kielichowe oraz jako rury dwuścienne, z których wewnętrzna ścianka jest gładka, a zewnętrzna profilowana. Bosy koniec rury jest fabrycznie wyposażony w uszczelkę z elastomeru.

 Elementy systemu kanalizacyjnego i ciśnieniowego z PVC bez praktycznie bez ograniczeń mogą być łączone z innymi materiałami takimi jak stal, żeliwo, PE z zastosowaniem złączy kielichowych, kielichowo – kołnierzowych. Połączenie rury dwuściennej z gładką rurą z PVC wykonywane jest z wykorzystaniem kielicha wyposażonego w uszczelkę z elastomeru wbudowano na stałe przy pomocy pierścieni zatrzaskowych.

Rury polimerobetonowe w swoim składzie nie zawierają cementu, a spoiwem jest żywica poliestrowa. Rury te cechuje zwiększona odporność na ściskanie i rozciąganie w porównaniu z rurami betonowymi. Sposób wykonania połączenia zależy od przyjętej technologii wykonywania sieci kanalizacyjnych. Przy metodzie „wykopu otwartego” elementem stanowiącym połączenie jest sprzęgło wykonane z laminatu poliestrowo-szklanego z zatopioną w nim wargową uszczelką gumową. W metodzie „przeciskowej” wykonania odcinka sieci kanalizacyjnej elementem stanowiącym połączenie jest pierścień stalowy umieszczony na końcu jednego odcinka rury i uszczelka umieszczona na końcu drugiego odcinka rury.

 **Wykonywanie sieci kanalizacyjnych**

 Przed przystąpieniem do ułożenia przewodów kanalizacyjnych należy wykonać prace przygotowawcze obejmujące tyczenie osi kanałów, wykonanie wykopów i w razie konieczności ich odwodnienie. W warunkach miejskich, ze względu na uzbrojenie podziemne i odsunięcie głębokich wykopów od fundamentów budynków, przewody kanalizacyjne umieszczane zostają w ulicy. Szerokość wykopu powinna być jak najmniejsza i dlatego wykopy mają zabezpieczane ściany pionowe obudową. Wykopy kanalizacyjne są głębokie i z tego powodu wykonanie obudowy powinno być bardzo staranne i nie stanowić zagrożenia w postaci osunięcia się gruntu. Podczas deskowania ścian wykopu powinna pozostawać wolna przestrzeń 35–50 cm z każdej strony między ścianą wykopu a układaną rurą. Zagłębienie kanału powinno zabezpieczyć go przed przemarzaniem (minimalne zagłębienie to 1,4 m). W terenie płaskim ze względu na minimalny spadek kanału przeważnie stosuje się większe zagłębienia. Podczas prowadzenia robót ziemnych i układania rur utrudnienie stanowi napływ wody do wykopu. Należy zastosować zabezpieczenie przed napływem wód powierzchniowych w postaci bali deskowania wysuniętych na 5–10 cm ponad poziom terenu. W gruntach podmokłych stosuje się odwodnienia wykopów z napływającej wody gruntowej poprzez m.in. wypompowywanie wody z wykopu lub przy pomocy igłofiltrów, czyli filtrów igłowych, cienkich długich rur z filtrem zakończonych ostrzem ułatwiającym zagłębianie w grunt.

**Układanie rur kanalizacyjnych**

 Ruch ścieków odbywa się grawitacyjnie zgodnie z spadkiem przewodu, który powinien zapewnić minimalną prędkość przepływu (prędkość samooczyszczania) 0,8–0 m/s, a nie spowodować sytuacji, w której ścieki przepływałyby z prędkością większą od 3 m/s (mogłoby to spowodować zniszczenie rur kamionkowych i betonowych). Układanie rur kanalizacyjnych rozpoczyna się od najniższego punktu trasy, aby zapewnić odpływ wód, które mogły przedostać się do wykopu. Rury o małych średnicach w gruntach piaszczystych i suchych układa się bezpośrednio na dnie wykopu kielichami zwróconymi przeciwnie do kierunku przepływu ścieków w taki sposób, aby ¼ obwodu przylegała do podłoża. W gruntach gliniastych i kamienistych rury układa się na podsypce piaskowo-żwirowej po uprzednim pogłębieniu wykopu. Przewody o większym przekroju układa się na podłożu z tłucznia kamiennego, a w miejscach o intensywnym ruchu na podłożu betonowym. Bezpośrednio przed opuszczeniem rury oczyszcza się dno wykopu z kamieni, wybiera grunt pod kielichami i przygotowuje wgłębienie dla przewodu. Opuszczanie rur lekkich wykonuje się ręcznie za pomocą lin, pasów, haków. Rury cięższe opuszcza się z zastosowaniem trójnogów, wielokrążków, a rury bardzo ciężkie o dużych przekrojach opuszcza się za pomocą dźwigów. Przy pracach należy zachować ostrożność. Nikt nie może znajdować się pod opuszczaną rurą. Wymagania w zakresie budowy sieci kanalizacyjnej – Przewody kanalizacyjne układane na stokach lub w gruntach nawodnionych powinny być zabezpieczone przed przemieszczaniem. – Przy wykonywaniu sieci kanalizacyjnej należy zachowywać jednolitość technologiczną stosowanych materiałów, łączeń, kształtek i armatury oraz należy uwzględniać szczegółowe warunki techniczne prowadzenia, wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych przewodów kanalizacyjnych określone w Polskich Normach, odrębnych przepisach oraz przez producentów rur i armatury. – Przewody kanalizacyjne powinny być układane w odległości od przebiegających równolegle innych przewodów co najmniej: 1,5 m od przewodów gazowych i wodociągowych, 0,8 m od kabli elektrycznych oraz 0,5 m od kabli telekomunikacyjnych. – Zabrania się bezpośredniego łączenia przyłączy kanalizacyjnych z kolektorami. Połączenia przyłączy kanalizacyjnych z kolektorami (w uzasadnionych przypadkach) należy wykonywać za pomocą studzienek połączeniowych o średnicy 1200 mm. Przy wyborze trasy przebiegu kolektorów należy się kierować następującymi zasadami:

– trasy kolektorów należy prowadzić wzdłuż najniższych punktów zlewni, dążąc do tego, aby odprowadzanie ścieków mogło się odbywać grawitacyjnie,

– należy unikać spadków kolektorów niezgodnych ze spadkami terenu,

 – należy unikać krętych tras kolektorów.

– Kolektory powinny być prowadzone w liniach rozgraniczających ulic w pobliżu osi jezdni lub w liniach rozgraniczających specjalnie wydzielonych pasów technicznych.

– Odległość osi kolektora w planie od obiektu budowlanego powinna zabezpieczać przed możliwością naruszenia stabilności gruntu pod fundamentami obiektu budowlanego podczas wykonywania prac eksploatacyjnych w otwartym wykopie.

 – Kolektory powinny być układane w ziemi o 0,1 metra poniżej strefy przemarzania mierząc od górnej tworzącej przewodu do rzędnej projektowanego terenu.

– Kolektory powinny być wykonywane z rur i kształtek kamionkowych: pokrytych całkowicie szkliwem, łączonych na uszczelki.

– Dopuszcza się wykonywanie kolektorów z rur i kształtek z betonu sprężonego spełniającego wymagania klasy B–50 o nasiąkliwości nie przekraczającej 3%, łączonych na uszczelki.

– Przy wyborze trasy przebiegu kanałów bocznych należy się kierować następującymi zasadami: – kanały boczne powinny po najkrótszej drodze odprowadzać ścieki do kolektorów,

 – należy unikać spadków kanałów bocznych niezgodnych ze spadkami terenu,

– należy unikać krętych tras kanałów bocznych.

– Kanały boczne powinny być prowadzone w liniach rozgraniczających ulic w pobliżu osi jezdni z uwzględnieniem możliwości wykonania przyłączy do obydwu ciągów zabudowy.

– Wskazane jest, aby linia przebiegu tras kanałów bocznych była równoległa do linii regulacyjnej ulicy.

– Odległość pozioma osi kanału bocznego od obiektu budowlanego powinna zabezpieczać przed możliwością osuwania się gruntu spod fundamentów obiektu budowlanego podczas wykonywania prac eksploatacyjnych w otwartym wykopie.

– Kanały boczne powinny być układane w ziemi o 0,2 metra poniżej strefy przemarzania mierząc od górnej powierzchni przewodu do rzędnej projektowanego terenu.

– Kanały boczne w terenie o niekorzystnym układzie należy umieszczać, w początkowych odcinkach ich przebiegu, na minimalnej dopuszczalnej głębokości dla uniknięcia znacznego ich zagłębienia na dalszych odcinkach.

– Zagłębienie kanałów kanalizacyjnych nie powinno przekraczać granicy 7 m.

– Przebieg ciągu położenia przewodów kanalizacyjnych wyznaczony przez spadek linii dna kanału winien uwzględniać:

 – przepływ ścieków z prędkością gwarantującą proces samooczyszczania kanału,

– wielkość dopuszczalnej (maksymalnej) prędkości przepływu ścieków w przewodach kanalizacyjnych, – wymóg minimalnych i maksymalnych zagłębień kanałów kanalizacyjnych. –

 Do budowy kanałów bocznych powinny być stosowane rury i kształtki kamionkowe pokryte całkowicie szkliwem, łączone na uszczelki.

– Dopuszcza się wykonywanie kanałów bocznych z rur i kształtek z tworzyw sztucznych charakteryzujących się niezbędnymi właściwościami wytrzymałościowymi, odpornością na ścieranie, korozję, temperaturę.

 – Przy wykonywaniu kanalizacji z rur i kształtek z tworzyw sztucznych, ze względu na odmienne właściwości fizyczno-mechaniczne tworzyw w stosunku do materiałów tradycyjnych, dla danych warunków lokalizacyjnych, gruntowo-wodnych, jak i obciążeniowych, dobór odpowiedniej klasy rury należy dokonywać w oparciu o obliczenia statyczno-wytrzymałościowe. Połączenia przyłączy kanalizacyjnych z kanałami bocznymi należy wykonać za pomocą trójników, studzienek połączeniowych lub studzienek spadowych.

 – Połączenia przyłączy kanalizacyjnych z kanałami bocznymi wykonanymi z rur kamionkowych należy wykonać za pomocą trójników lub studzienek połączeniowych o średnicy 1200 mm.

 – Połączenia przyłączy kanalizacyjnych z kanałami bocznymi żelbetowymi mogą być wykonywane wyłącznie w studzienkach kanalizacyjnych.

– W przypadku, kiedy połączenie przyłącza kanalizacyjnego do kanału bocznego jest wykonywane w istniejącej studzience, to różnica poziomów dna studzienki i przyłącza kanalizacyjnego nie może przekraczać 0,5 m.

 – Przy dużych różnicach występujących pomiędzy zagłębieniem kanału bocznego i przyłącza kanalizacyjnego, w przypadku włączenia do istniejącej studni kanalizacyjnej o średnicy 1200 mm , należy stosować kaskadę ze spadem w rurze pionowej, umieszczonej wewnątrz studzienki, a w przypadku studni kanalizacyjnej o średnicy mniejszej od 1200 mm , należy stosować kaskadę ze spadem w rurze pionowej, umieszczonej na zewnątrz studzienki.

– W przypadku, kiedy połączenie przyłącza kanalizacyjnego do kanału bocznego jest wykonywane w nowobudowanej studzience to dno studzienki i dno przyłącza kanalizacyjnego powinno być na tym samym poziomie.

– Ścieki odprowadzane przyłączem kanalizacyjnym i kierunek płynących ścieków w kanale bocznym powinny tworzyć kąt połączeniowy a=90–1350 . Przejścia przewodów kanalizacyjnych przez przeszkody naturalne i sztuczne

– Usytuowanie oraz rozwiązania techniczno-budowlane przejść przewodów kanalizacyjnych pod i nad ciekami wodnymi, pod torami kolejowymi oraz drogami kołowymi wymaga uzgodnienia z instytucjami, którym podlegają.

– Przejścia przewodów kanalizacyjnych pod torami kolejowymi oraz drogami kołowymi powinny być wykonywane w miejscach, gdzie są one położone na nasypach lub na rzędnej równej rzędnej terenu. – Kąt skrzyżowania przewodów kanalizacyjnych z torami kolejowymi i drogami powinien być zbliżony do 90o .

– Przejścia przewodów kanalizacyjnych pod drogami i torami kolejowymi powinny być wykonane w rurach ochronnych. – Głębokość ułożenia odcinków przewodów kanalizacyjnych pod drogami powinna wynosić co najmniej 1,5 m od nawierzchni drogowej do górnej tworzącej rury ochronnej.

– Na rury ochronne powinny być stosowane rury stalowe zabezpieczone fabryczną powłoką polietylenową lub powłoką z innych tworzyw sztucznych o średnicach wewnętrznych pozwalających na pomieszczenie w nich złącz przewodów kanalizacyjnych.

– Przestrzenie pomiędzy przewodem kanalizacyjnym a wewnętrzną ścianą rury ochronnej, z obu jej końców należy zamknąć korkiem trwale plastycznym o nieagresywnym oddziaływaniu na materiał, z którego wykonany jest przewód kanalizacyjny.

– Na przejściach drogowych i kolejowych nie powinno się układać przewodów kanalizacyjnych pod skrzyżowaniami dróg oraz pod zwrotnicami i rozjazdami torów kolejowych.

 – Przy budowie dróg lub torów kolejowych nad istniejącymi przewodami kanalizacyjnymi dopuszcza się stosowanie zabezpieczeń w postaci kanałów lub konstrukcji odciążających.

– Miejsca przejść przewodów kanalizacyjnych przez cieki wodne należy wybierać na prostych stabilnych odcinkach o łagodnie pochyłych niewypukłych brzegach koryta.

 – Tor przejścia podwodnego powinien być prostopadły do dynamicznej osi przepływu.

 – Rzędna górnej tworzącej rurociągu ochronnego powinna znajdować się poniżej 1 m przewidywanego profilu granicznego rozmycia koryta cieku lub planowanych robót pogłębiarskich.

 – Przejścia pod rowami melioracyjnymi należy układać na takiej głębokości, aby górna tworząca rurociągu ochronnego znajdowała się w odległości co najmniej 1,0 m od dna rowu.

 – Przejścia przewodów kanalizacyjnych nad ciekami wodnymi (np. podwieszenie przewodów pod mostem), wymagają indywidualnego opracowania uwzględniającego zarówno układ nośny rury jak też ochronę termiczną.

**Organizacja bezpiecznej pracy przy budowie sieci kanalizacyjnej**

Sieć kanalizacyjna wykonywana jest na podstawie projektu technicznego, w którym określona jest metoda wykonania, wyszczególniony jest sprzęt mechaniczny niezbędny do planowanego zakresu robót, rodzaj i liczba stanowisk pracy, opracowany jest harmonogram tych robót. Podczas wykonywania sieci kanalizacyjnej w miastach zakres zastosowania sprzętu mechanicznego może być utrudniony z powodu istniejącego uzbrojenia terenu. W terenie nie uzbrojonym zmechanizowanie prac powinno być znaczne. W czasie prowadzenia prac należy: – napotkane przewody w wykopie zabezpieczyć, – założyć izolację ochronną przed zamarzaniem, – wyposażyć wykop w barierki ochronne z czerwonym światłem w nocy dla przechodniów i pojazdów, – ustawić na ulicy właściwe znaki drogowe ostrzegające kierowców o prowadzeniu robót i zwężeniu jezdni oraz o ograniczeniu prędkości, – dla pieszych zastosować kładki z poręczami ustawionymi w poprzek wykopu, – starannie wykonać obudowę ścian wykopu, – zabezpieczyć miejsca schodzenia i wychodzenia z wykopu, – sprawdzić stan techniczny urządzeń podnoszących: lin, łańcuchów, wciągarek, dźwigów itd. – powierzyć obsługę urządzeń pracownikom posiadającym stosowne kwalifikacje i przeszkolonych na stanowisku pracy, – po zakończeniu pracy zabezpieczyć maszyny ustawione w bezpiecznym miejscu. 4.9.2. Pytania sprawdzające Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń. 1. Dlaczego w sieciach kanalizacyjnych stosuje się rury z tworzyw sztucznych? 2. Jakie zalety i wady mają rury kanalizacyjne z żeliwa? 3. Kiedy stosuje się rury polimerobetonowe? 4. W jaki sposób łączy się ze sobą dwa odcinki rury z PP dwuściennej? 5. Dlaczego bezpośrednio przed opuszczaniem rury kanalizacyjnej oczyszcza się dno wykopu? 6. Na jakiej głębokości poniżej strefy przemarzaniu gruntu układa się kanały boczne? 7. Od czego zależy zagłębienie przewodów sieci kanalizacyjnej? 8. W jaki sposób wykonuje się przejście przewodu kanalizacyjnego nad rzeką? 9. Dlaczego stosuje się rury ochronne przy przejściu przewodu kanalizacyjnego pod