

6 MONTAŻ KOMPONENTÓW SYSTEMU

Poniższe informacje obowiązują przy projektowaniu i składowaniu jak również transporcie i montażu gruntowego powietrznego wymiennika ciepła AWADUKT Thermo z polipropylenu (PP) o średnicy do DN 630 oraz wszystkich związanych z tym komponentów systemowych opisanych w poprzednich rozdziałach (np. wieżowych czerpni powietrza, odpływu kondensatu, kolanek, studni itd.)



Przy montażu poszczególnych komponentów systemu należy przestrzegać aktualnie obowiązujących norm i wytycznych oraz przepisów dotyczących zapobiegania wypadkom. Układanie i montaż komponentów systemu może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel.

6.1 Ogólne informacje dotyczące dostawy komponentów systemu

Przy dostawie należy przeprowadzić kontrolę jakości zgodnie z poniższymi krokami:

1. Sprawdzenie zgodności ilości poszczególnych dostarczonych elementów z dowodem dostawy
2. Kontrola towaru pod kątem ewentualnych uszkodzeń



W szczególności w przypadku przesunięcia ładunku należy sprawdzić, czy dostarczone elementy nie są uszkodzone.



Wszelkie uszkodzenia powstałe podczas transportu należy zaznaczyć na dokumentach transportowych i uzyskać potwierdzenie w formie podpisu przedstawiciela firmy transportowej. Uszkodzone elementy należy odrzucić i skontaktować się z firmą REHAU.

3. W przypadku elementów niestandardowych należy sprawdzić, czy ich wymiary są zgodne z zatwierdzonym projektem



Ewentualne odchylenia wymiarów poza zakres tolerancji należy niezwłocznie zgłosić do firmy REHAU.

6.2 Montaż czerpni powietrza

6.2.1 Transport

Wszystkie czerpnie powietrza należy transportować w opakowaniu aż do montażu. Opakowanie można zdjąć dopiero bezpośrednio przed montażem, aby uniknąć uszkodzenia.

Jeśli czerpnia powietrza jest transportowana na terenie budowy lub do miejsca montażu po drogach publicznych, wówczas należy zabezpieczyć jednostki opakowaniowe zgodnie z krajowymi wytycznymi transportowymi.

Transport czerpni powietrza luzem jest dopuszczalny tylko w przypadku, gdy są one zmontowane i transport odbywa się na odpowiedniej ramie transportowej, na której czerpnie powietrza są dobrze zabezpieczone.



Używanie nieodpowiednich ram i zabezpieczeń transportowych lub takich, które są niedozwolone, bądź też niewystarczające zabezpieczenie towaru mogą prowadzić do szkód rzeczowych i zranienia osób.

Podczas transportu nie wolno usuwać folii ochronnej czerpni powietrza, ponieważ służy ona do ochrony przed zarysowaniem. Jeśli konieczny jest transport czerpni, z której zdjęto już folię ochronną, należy podjąć działania zapobiegające porysowaniu powierzchni podczas transportu.

Do załadunku i rozładunku czerpni powietrza można użyć wyłącznie odpowiednich narzędzi. Czerpnie powietrza w opakowaniu można rozładować ręcznie, jeśli są zachowane dopuszczalne przez prawo pracy zasady przenoszenia i dźwigania ciężarów. Przy załadunku lub rozładunku czerpni powietrza za pomocą maszyn mogą być stosowane wyłącznie sprawdzone urządzenia z odpowiednimi dopuszczeniami.



Maszyny do załadunku i rozładunku czerpni powietrza mogą być obsługiwane wyłącznie przez wykwalifikowany personel. Czerpnie powietrza należy odpowiednio zabezpieczyć przed ich podnoszeniem. Należy przestrzegać właściwych przepisów dotyczących zapobiegania wypadkom przy podnoszeniu ciężarów.

Zrzucanie czerpni powietrza podczas rozładunku z i bez opakowania jest niedopuszczalne.

6.2.2 Składowanie na budowie

Czerpnie powietrza powinny być składowane w określony sposób. O ile to możliwe, czerpnie powietrza powinny być składowane w opakowaniu, które należy chronić przed wilgocią.

Zapakowane czerpnie powietrza o średnicy DN 200 i DN 250 mogą być układane jedna na drugiej (maksymalnie w trzech warstwach). Czerpnie powietrza o średnicy 315 mogą być układane jedna na drugiej maksymalnie w dwóch warstwach. Czerpnie powietrza o średnicach DN 400, DN 500 i DN 630 nie mogą być składowane jedna na drugiej.



Czerpnie powietrza powinny być składowane na płaskiej powierzchni. W przypadku warstwowego układania czerpni powietrza należy przestrzegać odpowiednich przepisów dotyczących zapobiegania wypadkom oraz wytycznych dotyczących bezpieczeństwa.

Po wyjęciu z opakowania czerpnie powietrza należy składować tak, aby do momentu montażu nie doszło do uszkodzenia folii ochronnej, zarysowania lub innych uszkodzeń czerpni powietrza. W razie potrzeby należy zastosować odpowiednie środki ochronne.



Podczas składowania czerpni powietrza nie mogą na nie od góry oddziaływać żadne obciążenia. Układanie czerpni powietrza wyjętych z opakowania jedna na drugiej jest niedopuszczalne.

Filtry dostarczone z czerpnią powietrza należy składować w suchym i czystym miejscu. Filtrów nie należy rozpakowywać aż do montażu, aby nie dopuścić do zabrudzenia.

6.2.3 Wskazówki dotyczące montażu czerpni powietrza

Przed montażem czerpni powietrza należy zapoznać się z instrukcją montażu. Aby zapewnić stabilność czerpni powietrza należy ją zainstalować na odpowiednim podłożu. Poniższa tabela zawiera zalecane wymiary fundamentu betonowego do montażu czerpni w zależności od średnicy. Fundament betonowy spełnia wymagania statyczne czerpni powietrza dla najbardziej niekorzystnych warunków, tj. w strefie wiatrowej 4 z parciem wiatru $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$.



W przypadku montażu w miejscach wystawionych na działanie wiatru konieczne jest wykonanie dodatkowych obliczeń statycznych w celu określenia wymaganych wymiarów fundamentu betonowego do montażu czerpni powietrza. Jeśli nie ma informacji o sile wiatru w miejscu montażu, wówczas instalator jest zobowiązany do uzyskania tych informacji przed montażem lub w razie potrzeby należy poprzez zastosowanie odpowiednich środków określić niezbędne dane. Wymiary fundamentu należy dopasować do uzyskanych wartości.

Fundament należy wykonać zgodnie z normą DIN 1045. Do wykonania fundamentu należy użyć betonu klasy C 20 – 25. W przypadku montażu w obszarze nadmorskim lub przy dużym zanieczyszczeniu powietrza korodującymi substancjami może być konieczne zastosowanie innego betonu dopasowanego do miejscowych wymagań.



Do przykręcenia czerpni zaleca się użycie kotwy firmy Fischer (kotwa FAZ 8/30 A4) ze stali nierdzewnej. Kotwy nie są zawarte w dostawie. Przy wyborze śrub mocujących należy uwzględnić wytyczne statyczne wzgl. dokonać odpowiednich obliczeń.



Jeśli wymiary fundamentu odbiegają od zalecanych lub jeśli do jego wykonania użyto innego betonu, wówczas nie ma gwarancji stabilności czerpni powietrza przy podanej sile wiatru. Podczas mieszania betonu i wykonywania fundamentu należy przestrzegać obowiązujących wytycznych dotyczących zapobiegania wypadkom i ochrony pracy.

Przy wykonywaniu fundamentu należy wbudować w nim centrycznie złązkę dwukielichową do montażu czerpni powietrza (patrz rysunek na str. 63).

Średnica czerpni powietrza	Wym. fundamentu* [szer.x dł.xwys. mm]
DN 200	600 x 600 x 200
DN 250	600 x 600 x 300
DN 315	700 x 700 x 700
DN 400	1000 x 1000 x 500
DN 500	1200 x 1200 x 500
DN 630	1200 x 1200 x 800

* dla parcia wiatru $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$



Podczas montażu rur, kształtek i rozdzielacza należy przestrzegać obowiązujących norm, wytycznych i przepisów. Komponenty systemu mogą być montowane wyłącznie przez wykwalifikowany personel. Podczas montażu należy dodatkowo przestrzegać przepisów BHP i dotyczących zapobiegania wypadkom.

6.3.1 Transport

Z rurami AWADUKT Thermo, kształtkami, rozdzielaczami (zwanymi dalej komponentami) oraz pierścieniami uszczelniającymi należy obchodzić się z należytą starannością. Aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie komponentów systemowych, należy zadbać o prawidłowe ułożenie i mocowanie podczas transportu. Luźne komponenty powinny przylegać do podłoża na całej długości i należy je zabezpieczyć przed przesunięciem. Należy unikać wyginania i uderzeń. W szczególności należy unikać przesuwania i obracania rur rozdzielacza, ponieważ mogłoby to doprowadzić do uszkodzenia przyspawanych króćców. Podczas transportu na przyspawane króćce rozdzielacza nie mogą oddziaływać żadne dodatkowe obciążenia. Należy zwrócić uwagę, aby podczas transportu nie zostały uszkodzone folie ochronne komponentów oraz zaślepki rur systemu.



Niewłaściwy transport lub nieodpowiednie składowanie mogą spowodować zniekształcenia lub uszkodzenia komponentów, które mogą prowadzić do utrudnień w montażu i/lub zmniejszenia funkcjonalności ułożonych rur a nawet do całkowitej nieużyteczności komponentów.

6.3.2 Składowanie na budowie

Wszystkie materiały należy składować w odpowiedni sposób, aby uniknąć zabrudzenia lub uszkodzeń. W szczególności należy zwrócić uwagę na to, aby w czasie składowania nie zostały uszkodzone zaślepki rur i folie ochronne. Składowanie uszczelki wymaga ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi i chemicznymi. W szczególności należy chronić te materiały przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych.



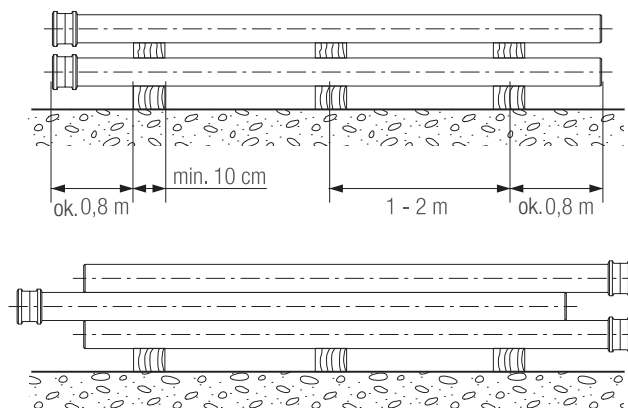
Należy unikać układania komponentów w zbyt wysokie stopy, aby nie przeciążyć rur ułożonych w dolnej warstwie. Komponenty systemu nie mogą być składowane w pobliżu otwartych wykopów.

Komponenty należy składować na równym, wolnym od kamieni (uziarnienie podsypki ≤ 40 mm) podłożu. Materiał podłoża nie może zawierać ostrych elementów lub kamieni, które mogą uszkodzić komponenty. W składowaniu rozdzielacza należy zwrócić uwagę, aby przyspawane króćce nie były obciążone. Należy unikać składowania przez okres ponad 12 miesięcy.



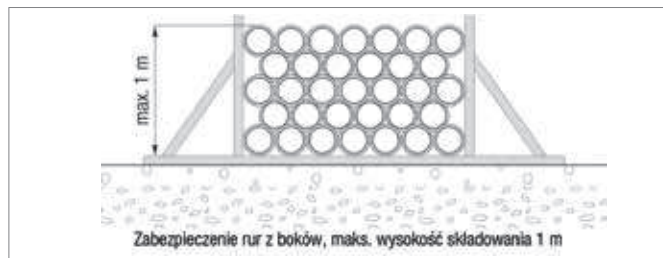
Oddziaływania termiczne, takie jak promieniowanie słoneczne, ze względu na termoplastyczne właściwości rury i kształtek mogą prowadzić do odkształceń, które mogą utrudniać prawidłowy montaż. Dlatego zaleca się ochronę komponentów przed bezpośrednim oddziaływaniem promieni słonecznych. W przypadku przykrycia plankami należy zapewnić odpowiednią wentylację.

Drewniane ramy transportowe można układać maksymalnie w dwóch warstwach. Dystansowniki stosowane do układania w stopy muszą mieć szerokość co najmniej 80 mm. Dystansowniki należy ułożyć zgodnie z poniższym rysunkiem. Mufy muszą być ułożone swobodnie.



Składowanie przy użyciu dystansowników drewnianych oraz układanie z przesunięciem muf

Mufy rur nie ułożonych na paletach muszą być ułożone swobodnie, a rury muszą być zabezpieczone przed zsunieniem (patrz poniższy rysunek).



Zabezpieczenie stosu rur



W przypadku rur ułożonych na paletach wysokość składowania wszystkich średnic nie może przekraczać 1 m.

6.3.3 Załadunek / rozładunek

Załadunek, rozładunek i układanie w wykopie wymagają użycia odpowiednich maszyn (np. wózka widłowego z odpowiednimi widłami). Rozładunek bez użycia maszyn jest możliwy, jeśli są zachowane wytyczne prawa pracy dotyczące podnoszenia i dźwigania ciężarów.

Do załadunku lub rozładunku komponentów systemu mogą być stosowane wyłącznie sprawdzone maszyny z odpowiednimi dopuszczeniami.



Urządzenia do załadunku i rozładunku komponentów systemu może obsługiwać wyłącznie wykwalifikowany personel. Komponenty należy odpowiednio zabezpieczyć przed ich podnoszeniem. Należy przestrzegać właściwych przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom przy podnoszeniu i dźwiganiu ciężarów.

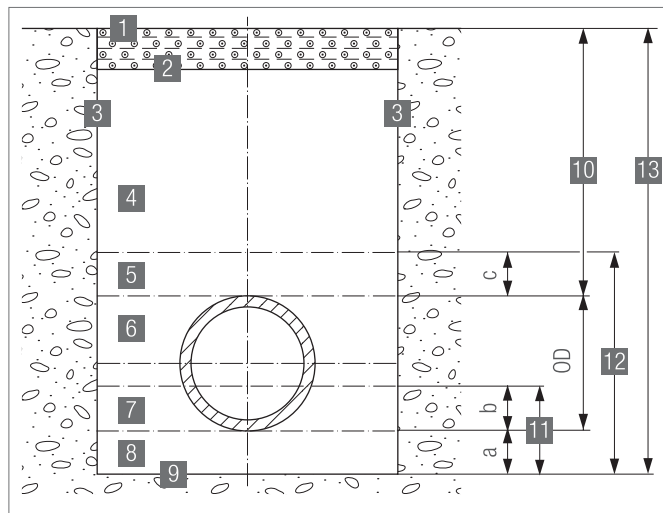
Jeśli do załadunku i rozładunku są stosowane maszyny do podnoszenia, należy zabezpieczyć komponenty pasami nieabrazyjnymi wzgl. linami lub użyć odpowiednich zabezpieczeń. Na końcach komponentów nie wolno doczepiać żadnych haków itp. przedmiotów, które mogłyby uszkodzić komponenty. Na króćcach rozdzielaczy nie wolno doczepiać haków, pasów podtrzymujących itp. Podczas załadunku i rozładunku rozdzielaczy należy unikać uderzeń, pociągnięć i nacisków na króćce.



Uwaga: Uderzenia, pociągnięcia lub naciski na króćce rozdzielacza może prowadzić do powstania rys lub do uszkodzenia spawu. Dlatego na budowie należy ostrożnie obchodzić się z komponentami systemu. Przed montażem w wykopie należy sprawdzić wszystkie komponenty pod kątem uszkodzeń.

Zrzucanie lub przewracanie komponentów oraz ich ciągnięcie po ziemi jest niedopuszczalne. Należy przestrzegać obowiązujących przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa.

6.3.4 Wskazówki dotyczące montażu



Poniższe pojęcia obowiązują dla układania rur zarówno w wykopie, jak i nasypie. Pojęcia wg PN-EN 1610.

- | | |
|--|---|
| 1 Powierzchnia terenu | 12 Wysokość strefy ułożenia przewodu |
| 2 Spód drogi lub konstrukcji torowiska | 13 Głębokość przewodu |
| 3 Ściany wykopu | a Grubość podsypki dolnej |
| 4 Zasyпка główna | b Grubość podsypki górnej (patrz roz. 4.10) |
| 5 Zasyпка wstępna | c Grubość zasyпки wstępnej |
| 6 Obsypka | OD Średnica zewnętrzna rury w mm |
| 7 Podsypka górna | |
| 8 Podsypka dolna | |
| 9 Dno wykopu | |
| 10 Głębokość przykrycia | |
| 11 Grubość podsypki | |

6.3.4.1 Kierunek i głębokość montażu

Komponenty należy układać w możliwie najdokładniejszy sposób w odpowiednim kierunku i z zachowaniem wartości granicznych głębokości podanych w projekcie. Dopuszczalny spadek przy układaniu rur wynosi 2-3 %.

W uzasadnionych wyjątkowych przypadkach rozdzielacz może być ułożony ze spadkiem 1%, jednak po wykonaniu części rurociągu należy sprawdzić, czy jest zapewniony odpływ kondensatu. W razie potrzeby należy zapewnić dodatkowy odpływ kondensatu. W przypadku układania rurociągu z niewielkim spadkiem zaleca się układanie krótkich odcinków rur, ponieważ można je łatwiej ustawiać w odpowiednim kierunku.

Każda niezbędna korekta głębokości wymaga dodawania lub usuwania materiału podsypki i należy przy tym zapewnić, że komponenty będą ułożone na podsypce na całej długości.

6.3.4.2 Technika połączeń

Przed wykonaniem połączenia elementów należy wykonać następujące czynności:

- sprawdzić, czy elementy nie są uszkodzone; montaż uszkodzonych komponentów bez wcześniejszej konsultacji z REHAU jest niedopuszczalny
- zaślepki rur zdjąć bezpośrednio przed montażem elementów
- sprawdzić, czy powierzchnia elementów niezbędna do wykonania połączenia (długość kielicha) nie jest uszkodzona
- elementy można łączyć ręcznie lub za pomocą odpowiednich narzędzi
- połączenie rur wykonuje się poprzez przyłożenie siły osiowej, nie można dopuścić do przeciążenia elementów. Przy wykonywaniu połączenia należy odpowiednio ustawić oba elementy wzgl. skorygować ich położenie.
- koniec bosi wsunąć aż do końca mufy
- wykonanie prawidłowego połączenia wykonuje się w zagłębieniu na kielich rury pozostawionej w podsypce



Po wykonaniu połączenia należy założyć zaślepki na mufy.

Przed podłączeniem rur do rozdzielacza należy upewnić się, że rozdzielacz pozostanie na swoim miejscu po podłączeniu rury. Rury po podłączeniu do rozdzielacza nie mogą powodować dodatkowego obciążenia króćców. Jeśli zajdzie konieczność demontażu połączeń, należy to wykonać bardzo ostrożnie i starannie. Końcówki elementów nie mogą zostać przy tym uszkodzone. Zaleca się używanie zawsze nowych kształtek przy wykonywaniu połączeń.



Ze względu na możliwe uszkodzenia pierścieni uszczelniających przy demontażu i ponownym użyciu komponentów (uszczelki) szczelność systemu nie może być zapewniona. W razie potrzeby należy przeprowadzić kontrolę szczelności połączenia.

6.3.4.3 Wykonanie połączenia



Połączenia komponentów może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel. Połączenia należy wykonywać z najwyższą starannością przestrzegając obowiązujących przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa.

Do wykonania połączenia mogą być stosowane wyłącznie elementy dostarczone przez REHAU.

Przed wykonaniem połączenia należy wykonać następujące czynności:

- należy sprawdzić zagłębienia na mufy rur
- sfazowane końcówki rur oraz wewnętrzną ściankę mufy (łącznie z pierścieniem uszczelniającym) należy oczyścić z brudu np. za pomocą szmaty
- sprawdzić maksymalną głębokość wsunięcia rury. Osiągnięcie maksymalnej głębokości wsunięcia rury można sprawdzić poprzez wcześniejsze oznaczenie na powierzchni rury.
- sprawdzić, czy pierścień uszczelniający nie jest uszkodzony
- posmarować sfazowany koniec bosi środkiem ślizgowym REHAU. Ilości środka ślizgowego potrzebne do wykonania połączenia są zawarte w tabeli powyżej

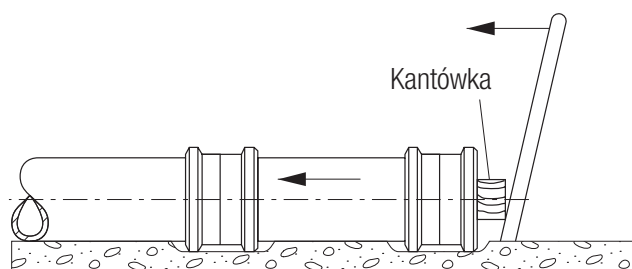
Zużycie środka ślizgowego

Wartości przybliżone podane w gramach na 100 połączeń:

DN/OD	g (ok.)
200	400
250	600
315	800
400	1000
500	1300



Nie wolno używać jako środka ślizgowego lub czyszczącego substancji organicznych, petrochemicznych lub zawierających zanieczyszczenia. W przypadku zastosowania chemicznych środków czyszczących należy sprawdzić odporność chemiczną materiału. W przypadku zastosowania substancji zagrażających zdrowiu przed uruchomieniem instalacji należy przeprowadzić dodatkowe czyszczenie zgodnie z VDI 6022.



Połączenie dwóch komponentów o średnicy do DN 250 można wykonać ręcznie, natomiast przy większych średnicach (DN 315 – DN 630) przy użyciu odpowiednich narzędzi. Użycie dźwigni wymaga umieszczenia kantówki w poprzek rury. Przy stosowaniu narzędzi należy w szczególności zwrócić uwagę na to, że rury i kształtki są przesuwane centrycznie w kierunku osi rury. Narzędzia odpowiednie do przesuwania komponentów to między innymi podnośniki, wciągarki lub prasy.

Niedopuszczalne jest np. przesuwanie elementów pojedynczo za pomocą koparki. Koniec bosi musi być wsunięty całkowicie aż do końca mufy.

6.3.4.4 Obcinanie rur

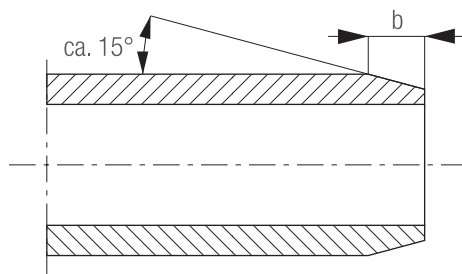
Jeśli konieczne jest skrócenie rury, należy w tym celu użyć piły o drobnych zębach lub odpowiedniego obcinaka do rur. Do obcinania rur dobrze nadają się również narzędzia do obróbki drewna (piły ręczne itd.). Do cięcia komponentów wykonanych z PP zalecane jest użycie specjalnych tarcz z oferty produktowej AWADUKT PP.

Obcięta rurę należy zukosować zgodnie z poniższą tabelą za pomocą pilnika lub narzędzia do fazowania i usunąć nierówności np. za pomocą skrobaka. W przypadku skracania rury rozdzielacza należy zapewnić odpowiednią długość do wsunienia przyłączanych komponentów.



Kształtki takie jak mufy, kolana itd. nie mogą być obcinane.

DN/OD	b (mm)
200	10
250	14
315	17
400	20
500	23
630	25



6.3.4.5 Połączenie zgrzewane

Aby wykonać stabilne i trwałe połączenie zgrzewane komponentów, można zastosować jedną z dwóch metod:

- zgrzewanie doczołowe
- zgrzewanie elektrooporowe



Połączenia zgrzewane może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany i przeszkolony personel. Obowiązują właściwe, miejscowe przepisy (np. dyrektywa DVS). Należy przestrzegać instrukcji montażu i obsługi dołączonych do złączek elektrooporowych i zgrzewarek. Urządzenia stosowane do zgrzewania muszą spełniać wymagania dyrektywy DVS.

6.3.4.6 Wytyczne dotyczące zgrzewania

Miejsce zgrzewania należy chronić przed niekorzystnym działaniem czynników atmosferycznych np. poprzez ogrzewany namiot spawalniczy. Zaleca się wykonanie próbnego zgrzewu w warunkach panujących w miejscu montażu i jego sprawdzenie.

Jeśli zgrzewane elementy zostaną nierównomiernie ogrzane przez promieniowanie słoneczne, należy doprowadzić do wyrównania temperatur przykrywając miejsce zgrzewania. Należy unikać obniżenia temperatury przez przeciągi podczas zgrzewania.

Powierzchnie styku komponentów nie mogą być uszkodzone i zanieczyszczone (np. olejem, brudem, opiłkami).

6.3.4.7 Zgrzewanie doczołowe

Informacje ogólne

W zgrzewaniu doczołowym łączone powierzchnie są rozgrzewane przez moduł termoelektryczny i zgrzewane doczołowo poprzez zaciśnięcie.



Zgrzewanie doczołowe



W tej metodzie po wykonaniu zgrzewu powstaje zgrubienie na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni rury. Aby zapobiec pogorszeniu odpływu kondensatu zalecamy usunięcie zgrubienia wewnątrz rury za pomocą odpowiednich narzędzi.

6.3.4.8 Zgrzewanie elektrooporowe

Informacje ogólne

W zgrzewaniu elektrooporowym rury i złączki są rozgrzewane przez prąd elektryczny w drutach elektrooporowych wbudowanych w mufę elektrooporową i w wyniku tego powstaje trwałe połączenie.



Zgrzewanie elektrooporowe



Odchylenie od kształtu okręgu przekroju rury nie może przekraczać w miejscu zgrzewania 1,5 % średnicy zewnętrznej, maks. 3 mm. W razie potrzeby należy użyć odpowiednich narzędzi przywracających okrągły kształt. Do usunięcia warstwy tlenku w miejscu zgrzewania zalecamy użycie skrobaka rotacyjnego.

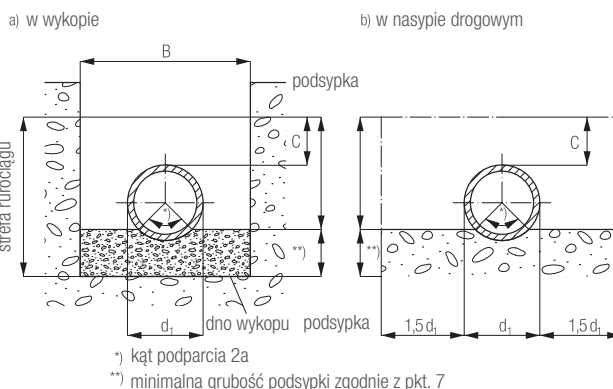
Streszczenie instrukcji obróbki zgodnej z wytycznymi DVS 2207-11 w sprawie zgrzewania metodą elektrooporową

Wskazówka: W celu uzyskania prawidłowego połączenia zgrzanego należy w pełni przestrzegać wytycznych Niemieckiego Związku Techniki Spawalniczej DVS 2207-11.

- Należy zapewnić dopuszczalne warunki pracy, np. namiot spawalniczy
- Zgrzewarkę podłączyć do sieci lub generatora prądu przemiennego i sprawdzić ją pod kątem prawidłowego funkcjonowania
- Usunąć zadziory po zewnętrznej stronie uciętego pod kątem prostym końca rury. W przypadku zbyt dużego sfazowania końcówek, rury należy przyciąć. Patrz Rysunek 5 (DVS 2207-11)
- Zapewnić okrągłość profilu rur, np. za pomocą okrągłych zacisków dociskających, dopuszczalne odchylenie może wynosić $\leq 1,5\%$, max 3 mm.
- Łączone powierzchnie oczyścić - wychodząc poza granice zgrzewanego obszaru - za pomocą środka czyszczącego zgodnie z rozdziałem 3.2.1 i 3.2.3 wytycznych DVS 2207-11 przy zastosowaniu wcześniej nieużywanego, chłonnego, niestrzępiącego się i niebarwionego papieru
- Powierzchnię rur w obszarze zgrzewania należy poddać mechanicznej obróbce, używając do tego celu w miarę możliwości rotacyjnych urządzeń skrawających o głębokości skrawania ok. 0,2 mm.
- Wióry usunąć bez dotykania powierzchni rur
- Obrobioną powierzchnię rury - o ile uległa ponownemu zabrudzeniu - a mufę od wewnątrz oczyścić za pomocą środka czyszczącego zgodnie z rozdziałem 3.2.1 i 3.2.3 (DVS 2207-11) przy zastosowaniu wcześniej nieużywanego, chłonnego, niestrzępiącego się i niebarwionego papieru, a następnie pozostawić do wyschnięcia
- Wsunąć rury do kształtki i skontrolować głębokość osadzenia poprzez zaznaczenie bądź przy użyciu odpowiedniego przyrządu. Rury należy zabezpieczyć przed zmianą położenia.
- Podłączyć kabel do kształtki, nie powodując obciążenia ciężarem
- Wprowadzić dane dotyczące procesu zgrzewania, np. za pomocą skanera piórowego, sprawdzić dane wyświetlane na urządzeniu i rozpocząć proces zgrzewania
- Kontrolować na zgrzewarce, czy proces zgrzewania przebiega prawidłowo, np. kontrolując wyświetlane parametry oraz wskaźniki zgrzewania, o ile są one na wyposażeniu. Należy zwracać uwagę na komunikaty o błędach.
- Odłączyć kabel od kształtki
- Po upływie czasu chłodzenia odpowiednio do wskazówek producenta wyjąć połączone elementy z mocowania. Usunąć zastosowane urządzenia mocujące
- Uzupełnić protokół zgrzewania, o ile protokół ten nie był sporządzany w trybie automatycznym.

6.3.4.9 Materiały do wykonania podsypki

Materiały stosowane do wykonania podsypki muszą odpowiadać obowiązującym krajowym i międzynarodowym normom. Jeśli nie ma odpowiednich norm i dopuszczeń, materiały te muszą odpowiadać wytycznym projektanta.



Materiał wypełniający w strefie posadowienia rurociągu musi spełniać wymagania dotyczące montażu i wypełnienia, aby zapewnić trwałą stabilność i wytrzymałość komponentów w gruncie na obciążenie. Użyty materiał nie może wpływać negatywnie na komponenty systemu lub na wodę gruntową. Do wypełnienia nie można stosować zamrożonego materiału. W przypadku stosowania jako wypełnienia gruntu rodzimego muszą być spełnione następujące wymagania:

- zgodność z wymaganiami projektowymi
- możliwość zagęszczenia, jeśli jest to konieczne
- brak składników szkodliwych dla materiału wypełniającego (np. zbyt duże uziarnienie – w zależności od materiału, grubości ścianki i średnicy, korzeni drzew, odpadów, substancji organicznych, grudek gliny > 75 mm, śniegu i lodu)
- bez zawartości składników pochodzących z recyklingu (np. gruzu budowlanego)

Jeśli wspomniane wymagania są spełnione, wówczas grunt rodzimy może być użyty jako materiał budowlany w rozumieniu tego rozdziału. Materiały budowlane do podsypki nie powinny zawierać składników o średnicy większej niż:

- 22 mm przy rurach o średnicy $DN/OD \leq 200$
- 40 mm przy rurach o średnicy od $DN/OD > 200$ do $DN/OD \leq 630$

Jeśli do podsypki jest stosowany materiał pokruszony, wówczas średnica ziaren nie może przekraczać 22 mm dla całego zakresu średnic rur.

Jako podsypka mogą być stosowane następujące materiały budowlane spełniające wymagania projektowe:

- grunt o zmniejszonym uziarnieniu
- mieszanki piasku
- mieszanki piasek/glina
- podłoża płynne
- beton chudy
- beton lekki
- beton nieuzbrojony
- beton uzbrojony
- kruszone materiały budowlane



W przypadku zastosowania podłoża płynnego lub betonu należy zabezpieczyć rury przed wypływaniem na powierzchnię.

Materiały pochodzące z recyklingu nie mogą być stosowane ze względów higienicznych. Stosowane materiały budowlane nie mogą zawierać szkodliwych substancji chemicznych oraz zapachowych. W razie wątpliwości należy przeprowadzić analizę chemiczną substancji zawartych w materiale budowlanym.

Do wypełnienia mogą być stosowane wyłącznie materiały budowlane zgodne z wymaganiami projektowymi. W przypadku montażu pod budynkami należy zwrócić szczególną uwagę na stabilność materiału. Materiał wydobyty podczas wykonywania strefy posadowienia rurociągu z kamieniami o średnicy maks.

300 mm, może być użyty do wypełnienia wykopu, jeśli komponenty są przykryte warstwą o grubości co najmniej 300 mm. W zależności od warunków gruntowych, charakterystyki wody gruntowej i materiału wykonania rury ta wartość może być jeszcze niższa. W przypadku skalistego podłoża projektant może określić warunki montażowe jako szczególne.

6.3.5 Montaż i wypełnienie wykopu

6.3.5.1 Przygotowanie powierzchni do montażu

System GPWC może być układany zarówno w wykopie jak i na przygotowanej powierzchni. W przypadku systemów jednorurowych zaleca się montaż w wykopie, a w przypadku systemów wielorurowych zaleca się montaż na wyrównanej powierzchni.

W razie konieczności, do ochrony przed negatywnym oddziaływaniem na inne systemy rurowe, kanalizację, należy zastosować odpowiednie środki zabezpieczające.

Określone poniżej minimalne szerokości wykopów mogą być zmienione wyłącznie po konsultacji z projektantem i uzyskaniu jego zgody.

Wykopu

Wykopu należy projektować i wykonywać tak, aby zapewnić profesjonalny i bezpieczny montaż. Minimalną szerokość wykopu należy odczytać z poniższej tabeli w zależności od głębokości wykopu i średnicy rur. Z dwóch podanych wartości wyższa jest decydująca.

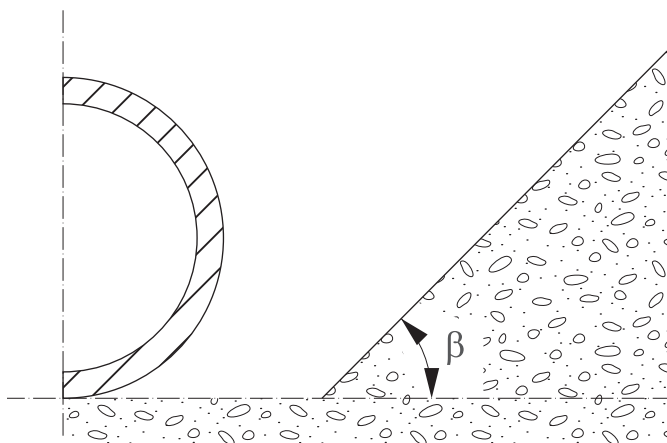
Minimalna szerokość wykopu wg PN-EN 1610 w zależności od średnicy nominalnej DN/OD

DN/OD	Minimalna szerokość wykopu (OD + x) m		
	Wykop zamknięty	Wykop otwarty $\beta > 60^\circ$	Wykop otwarty $\beta \leq 60^\circ$
≤ 200	OD + 0,40	OD + 0,40	
≥ 250 do 315	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
≥ 400 do 630	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40

W OD + x wartość x/2 odpowiada minimalnej przestrzeni roboczej między rurą a ścianą wzgl. obudową wykopu.

Przy czym: OD – średnica zewnętrzna w m

β kąt nachylenia skarpy wykopu otwartego, mierzony względem poziomu (patrz rysunek)



Minimalna szerokość wykopu w zależności od głębokości wykopu

Głębokość wykopu w m	Minimalna szerokość wykopu w m
< 1,00	brak minimalnej szerokości wykopu
$\geq 1,00$ do $\leq 1,75$	0,80
> 1,75 do $\leq 4,00$	0,90
> 4,00	1,00

6.3.5.2 Zmiana szerokości wykopu w szczególnych przypadkach

Można zmienić minimalną szerokość wykopu pod następującymi warunkami:

- jeśli pracownicy nie będą chodzić po wykopie, np. przy zautomatyzowanej technice układania
- jeśli pracownicy nie będą przechodzić między rurą i ścianą wykopu
- w bardzo wąskich miejscach i w przypadkach, gdy nie ma innego wyjścia

W każdym przypadku konieczne jest wskazanie w projekcie sposobu postępowania podczas montażu na budowie.

Szerokość wykopu nie może przekroczyć maksymalnej szerokości wynikającej z obliczeń statycznych. Jeśli nie jest to możliwe, należy o tym poinformować projektanta i zastosować odpowiednie rozwiązanie.

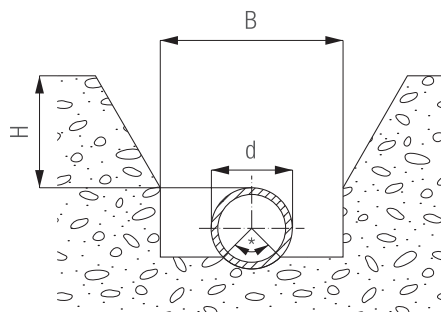
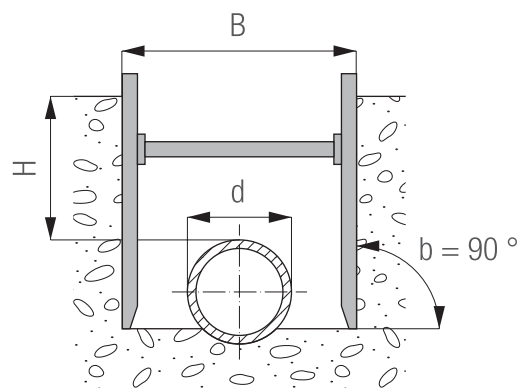
Stabilność wykopów powinna być zapewniona poprzez odpowiednie szalunki, wykonanie skarpy lub w inny sposób. Szalunki wykopu należy usunąć zgodnie z obliczeniami statycznymi, tak aby nie uszkodzić rur i belek rozdzielacza oraz nie dopuścić do ich przemieszczenia.



Wykop może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel. Przy wykonywaniu wykopu należy przestrzegać właściwych przepisów BHP dotyczących bezpieczeństwa pracy i zapobiegania wypadkom.

6.3.5.3 Określanie szerokości wykopu

W obliczeniach statycznych szerokość wykopu to odległość między ścianami wykopu na wysokości wierzchołka rury. W przypadku zabudowanych wykopów obliczona szerokość wykopu obejmuje także grubość obudowy wykopu. Minimalne wartości szerokości wykopu są określone w normie PN-EN 1610.



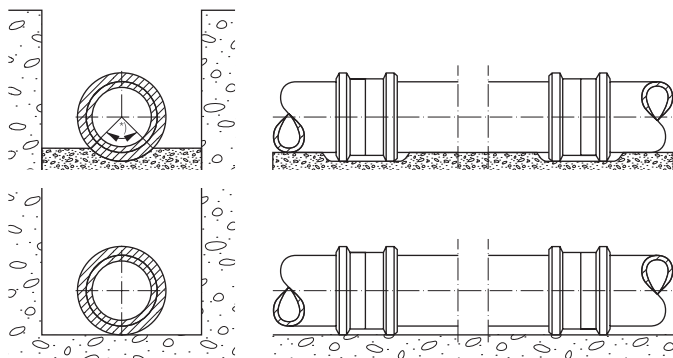
*) Kąt podparcia 2a

Nasyp

W przypadku systemów wielorurowych zaleca się układanie rur na równej powierzchni po wykopaniu warstwy gruntu. Odległość elementów od ścian wykopu powinna wynosić co najmniej 0,5 m, jeśli inne przepisy i wytyczne nie wymagają większej odległości minimalnej. Boczne ściany płaskiego wykopu należy zabezpieczyć odpowiednią zabudową lub poprzez wykonanie skarpy. Elementy zabezpieczające wykop należy usunąć zgodnie z obliczeniami statycznymi, aby nie uszkodzić rurociągu i belek rozdzielacza oraz nie dopuścić do ich przemieszczenia. Należy stosować się do przepisów BHP dotyczących zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa pracy.

Powierzchnia montażu GPWC

Spadek i materiał gruntowy na powierzchni montażu GPWC muszą odpowiadać wymaganiom projektowym, aby zapewnić prawidłowe funkcjonowanie systemu GPWC. Powierzchnia do układania rur musi być jednolita. W przeciwnym razie należy przywrócić nośność powierzchni montażowej. Jeśli komponenty są układane bezpośrednio na powierzchni po usunięciu warstwy gruntu, należy ją odpowiednio przygotować, aby umożliwić montaż rurociągu. Zagłębienia na mufy należy wykonać w odpowiedni sposób w dolnej warstwie podsypki lub na powierzchni montażowej i po wykonaniu połączenia należy wypełnić zagłębienia. Przy ujemnych temperaturach może być konieczne zabezpieczenie powierzchni montażowej, aby zamarznięte warstwy nie pozostały pod ani wokół komponentów. W miejscach gdzie powierzchnia wykopu jest niestabilna lub wykazuje niewielką nośność, konieczne jest zastosowanie specjalnych środków zabezpieczających.



6.3.5.4 Strefa posadowienia rurociągu i obudowa wykopu

Materiały budowlane, podsypka, obudowa i grubość poszczególnych warstw muszą być zgodne z wymaganiami projektowymi. Materiał wypełniający do warstwy montażu rurociągu i jego uziarnienie oraz elementy podtrzymujące należy wybrać uwzględniając:

- średnicę rur
- materiał wykonania elementów
- rodzaj elementów
- właściwości gruntu

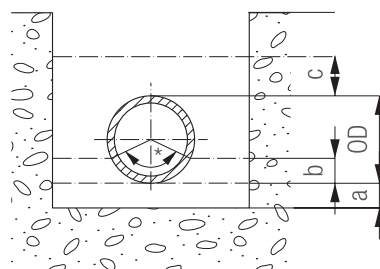
Przy układaniu w wykopie szerokość podsypki musi odpowiadać szerokości wykopu, o ile nie ma innych wytycznych. Minimalne wartości grubości obsypki (c) to 150 mm powyżej elementu i 100 mm nad miejscem połączenia z mufą. Jeśli pod powierzchnią wykopu miejscowo występuje miękki grunt, należy go zastąpić odpowiednim materiałem podsypki. Jeśli wystąpią duże ilości tego materiału, wówczas mogą być konieczne nowe obliczenia statyczne. W przypadku układania na równej powierzchni po usunięciu warstwy gruntu szerokość podsypki musi wynosić co najmniej czterokrotność średnicy zewnętrznej rury. Zaleca się wykonanie podsypki na całej powierzchni układania rur. Poniżej opisano kilka rodzajów podsypki wg PN-EN 1610. Do montażu systemów GPWC zaleca się podsypkę typu 1.

Podsypka typu 1 wg PN-EN 1610

Podsypka typu 1 może być użyta we wszystkich warstwach montażu rurociągu, które mogą podtrzymywać rury, kształtki i rozdzielacz na całej długości i które są wykonane z zachowaniem minimalnych grubości warstw a i b. O ile nie ma innych wytycznych, grubość dolnej warstwy podsypki a, mierzona od spodu układanych komponentów, nie może być mniejsza niż:

- 100 mm przy normalnych właściwościach gruntu
- 150 mm przy podłożu skalistym lub litym

Grubość b górnej warstwy podsypki musi być zgodna z obliczeniami statycznymi.



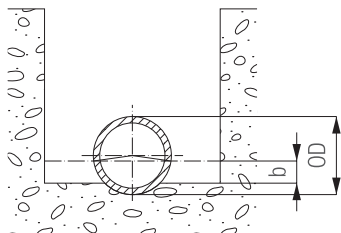
Wymiary minimalne b_{min} (mm)

DN/OD	Kąt w stosunku do podsypki (2α)	
	90°	120°
200	30	50
250	40	65
315	50	80
400	60	100
500	75	125
630	90	150

Zalecany kąt nachylenia w stosunku do podsypki wynosi 90°.

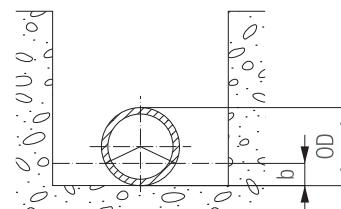
Podsypka typu 2 wg PN-EN 1610

Podłoże typu 2 może być zastosowane w jednolitym, względnie miękkim i drobno uziarnionym gruncie pod warunkiem zapewnienia podparcia rury na całej długości. Rury należy układać na wcześniej uformowanym i przygotowanym dnie wykopu. Grubość górnej podsypki „b” powinna być ustalana według projektu konstrukcyjnego.



Podsypka typu 3 wg PN-EN 1610

Podłoże typu 3 może być zastosowane w jednolitym względnie miękkim, drobno uziarnionym gruncie, pod warunkiem zapewnienia podparcia na całej długości trzonu rury. Przewody mogą być ułożone bezpośrednio na wykopanym dnie wykopu. Grubość górnej warstwy podsypki „b” powinna być ustalana według projektu konstrukcyjnego.



Specjalne metody przygotowania podłoża lub podparcia przewodu

Przy gruntach słabonośnych konieczne jest zastosowanie konstrukcji specjalnych. Ma to miejsce przy takich gruntach jak torf lub kurzawka. Przykładem specjalnego wykonania jest wymiana gruntu na inne kruszywa, np. na piasek, żwir lub hydraulicznie wiązane materiały budowlane albo ułożenie przewodu na konstrukcjach wykonanych z pali żelbetonowych np. z użyciem belek poprzecznych lub konstrukcji wiszących, belek podłużnych lub płyt betonowych opartych na palach. Zaleca się rozważenie w projekcie i podczas montażu sposobu przejścia przez grunty o różnych właściwościach związanych z osiadaniem. Specjalne metody ułożenia lub podparcia przewodu powinny być stosowane tylko wtedy, gdy zostało to potwierdzone obliczeniami statycznymi w projekcie konstrukcyjnym.

6.3.5.5 Wypełnienie

Wypełnienie po bokach i wypełnienie główne można wykonać dopiero wtedy, gdy połączenia elementów GPWC i podsypka są gotowe na przyjęcie obciążeń. Montaż rurociągu i wypełnienie wykopu jak również usunięcie konstrukcji podtrzymującej wykop należy wykonać tak, aby nośność elementów GPWC odpowiadała wymaganiom projektowym.

Zasypkę elementów GPWC można wykonać z gruntu o dobrych właściwościach termicznych. Stosowane zazwyczaj do systemów kanalizacyjnych wypełnienia żwirowe i z gruzu ze względu na słabe właściwości termiczne nie są dobrym rozwiązaniem. Przede wszystkim grunty z grupy glin i piasków gliniastych mają dobre właściwości termiczne. Czyste gliny są nieodpowiednie ze względu na skłonność do marszczenia i znikomą przepuszczalność wodną. Inny powód do rezygnacji z gruntów związanych / litych jest taki, że podczas zagęszczania może dojść do rozciągnięcia lub odkształcenia rury lub kształtek. Dla spełnienia wymagań statycznych zaleca się zgodnie z ATV 127 grunt klasy G2.



Jeśli konieczne jest uwzględnienie wymagań statycznych, projektant musi dokonać obliczeń statycznych. Na podstawie tych obliczeń należy wybrać odpowiedni materiał do wypełnienia. Jeśli konieczny jest montaż komponentów pod budynkiem, wówczas obliczenia statyczne są konieczne.

W zależności od uwarunkowań statycznych można rozważyć użycie chudego betonu jako materiału zasyпки. Dodatkowe koszty z tym związane należy uwzględnić w projekcie. Już podczas projektowania należy uwzględnić rodzaj zasyпки, aby po pierwsze zapewnić wystarczająco dokładne wymiarowanie, a po drugie aby odpowiednio wcześniej zaplanować dodatkowe koszty związane ze zmianą materiały zasyпки.

6.3.5.6 Zagęszczenie gruntu

Stopień zagęszczenia musi być zgodny z wytycznymi obliczeń statycznych dla elementów. Wymagany stopień zagęszczenia można określić pomiarowo (np. poprzez badanie nośności przez obciążenie płytą). Bezpośrednio nad rurami i w zagłębieniach przy rozdzielaczu i kształtkach należy zagęścić grunt ręcznie. Zasypkę nad rurami można zagęszczać mechanicznie dopiero wtedy, gdy są przykryte warstwą o grubości co najmniej 300 mm licząc od wierzchołka rur. Całkowita grubość warstwy przykrywającej rury wymagana do zagęszczania mechanicznego zależy od rodzaju techniki zagęszczania. Wybór urządzenia do zagęszczania, ilość etapów zagęszczania i grubość zagęszczanej warstwy gruntu zależą od zagęszczanego materiału i instalowanego rurociągu. Zagęszczanie zasyпки i wypełnienia bocznego poprzez zamulanie jest dopuszczalne tylko w wyjątkowych przypadkach, przy luźnym gruncie o odpowiednich właściwościach.

Podczas zagęszczania wypełnienia przy belkach rozdzielacza należy zwrócić uwagę, aby na konfekcjonowane odejścia nie oddziaływały żadne dodatkowe obciążenia.



Zagęszczanie w obrębie odejść rozdzielacza należy wykonać ze szczególną starannością, aby nie dopuścić do uszkodzenia połączeń spawanych.

Technika zagęszczania ma szczególny wpływ na osiągnięcie zakładanego poboru energii. Zbyt mocne lub zbyt słabe zagęszczenie pogarsza mechaniczne właściwości gruntu i może prowadzić do obniżenia rocznego poboru energii.

Zagęszczanie gruntu, wysokość warstwy i liczba zagęszczeń

Rodzaj sprzętu	Klasy zagęszczeń									
	Waga robocza kg	V1				V2			V3	
		Zasto-sowanie	Wysokość warst. cm	Liczba zagęszczeń	Zasto-sowanie	Wysokość warst. cm	Liczba zagęszczeń	Zast.	Wysokość warst. cm	Liczba zagęszczeń

1. Lekkie sprzęty do zagęszczania (przeważnie do strefy ułożenia przewodu)

Ubijak wibracyjny	lekki	-25	+	-15	2-4	+	-15	2-4	+	-10	2-4
	średni	25-60	+	20-40	2-4	+	15-30	3-4	+	10-30	2-4
Ubijak spalinowy	lekki	-100	0	20-30	3-4	+	15-25	3-5	+	20-30	3-5
Wibrator płytowy	lekki	-100	+	-20	3-5	0	-15	4-6	-	-	-
	średni	100-300	+	20-30	3-5	0	15-25	4-6	-	-	-
Walec wibracyjny	lekki	-600	+	20-30	4-6	0	15-25	5-6	-	-	-

2. Średnie i ciężkie sprzęty do zagęszczania (powyżej strefy ułożenia przewodu)

Ubijak wibracyjny	średni	25-60	+	20-40	2-4	+	15-20	2-4	+	10-30	2-4
	ciężki	60-200	+	40-50	2-4	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4
Ubijak spalinowy	średni	100-500	0	20-30	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
	ciężki	500	0	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Wibrator płytowy	średni	300-750	+	30-50	3-5	0	20-40	4-5	-	-	-
	ciężki	750	+	40-70	3-5	0	30-50	4-5	-	-	-
Walec wibracyjny	ciężki	600-8000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-

+ zalecany

0 przeważnie nieprzystosowany

- nieprzystosowany

V1 = grunty niezwiązane lub słabo związane (np. piasek i żwir)

V2 = grunty związane, różnoziarniste grunty (np. żwir i piasek z większym udziałem gliny i pyłu)

V3 = grunty związane, drobnoziarniste PN-EN 1610 (gliny i pyły).

Przygotowanie strefy posadowienia rurociągu

Strefę posadowienia rurociągu należy wykonać tak, aby nie dostał się do niej grunt rodzimy lub materiał obsypki rurociągu nie przedostał się do gruntu rodzimego. Jeśli woda gruntowa może transportować drobne składniki gruntu lub jeśli poziom wody gruntowej się obniża, wówczas należy zastosować zabezpieczenie np. w postaci geowłókniny separacyjnej.

Podsypkę, wypełnienie boczne i zasypkę należy wykonać zgodnie z wytycznymi projektowymi. Strefa posadowienia rurociągu wymaga ochrony przed wszelkimi możliwymi do przewidzenia, szkodliwymi zmianami nośności, stabilności i przemieszczeniem, spowodowanymi np. przez:

- usunięcie zabezpieczenia wykopu
- oddziaływanie wody gruntowej
- inne prace ziemne wykonywane w pobliżu.

Jeśli elementy rurociągu, kształtki lub belki rozdzielacza wymagają podtrzymania lub umocowania, należy to zrobić przed wykonaniem strefy posadowienia rurociągu. Podczas prac w strefie posadowienia rurociągu należy zwrócić szczególną uwagę, aby:

- nie dopuścić do zmiany kierunku i wysokości montażu rurociągu,
- starannie wykonać górną warstwę podsypki, aby zapewnić wypełnienie wszystkich zagłębień pod komponentami materiałem o odpowiednim zagęszczeniu.

Wykonanie zasypki głównej

Zasypkę główną należy wykonać zgodnie z wytycznymi projektowymi, aby uniknąć osiadania powierzchni. Należy zwrócić szczególną uwagę na wyciąganie szalunków zabezpieczających wykop. Powinno się to odbywać stopniowo podczas tworzenia strefy posadowienia rurociągu.



Wyciąganie szalunków zabezpieczających wykop ze strefy posadowienia rurociągu lub głębszych stref po wykonaniu zasypki głównej może poważnie wpłynąć na nośność, kierunek i wysokość montażu rurociągu. Jeśli usunięcie szalunków przed wykonaniem zasypki nie jest możliwe, należy zastosować inne rozwiązanie ustalone z projektantem.

Odtworzenie powierzchni

Po zakończeniu wykonywania zasypki należy odtworzyć powierzchnię nad wykopem.

6.3.5.7 Układanie rurociągu w wodzie gruntowej lub w warstwach wodonośnych

System GPWC AWADUKT Thermo można układać w wodzie gruntowej. Układanie rur w wodzie gruntowej lub w warstwie wodonośnej zasadniczo wiąże się z lepszą wydajnością termiczną w ogrzewaniu jak i w chłodzeniu. Elementy systemu GPWC ułożone w wodzie gruntowej lub w wodzie wolno płynącej należy zabezpieczyć przy niewystarczającym obciążeniu przed wyporem. Należy to wykonać przez zakotwienie lub dociążenie rur (np. betonem).



W przypadku wody gruntowej, ze względu na występowanie podwyższonego ciśnienia, należy przeprowadzić dodatkowe obliczenia statyczne.

Podczas układania elementów w wodzie gruntowej lub w warstwie wodonośnej należy w razie potrzeby czasowo obniżyć poziom wód gruntowych w związku z wykonywanymi pracami. Podczas montażu komponentów w warstwie wodonośnej lub w wodzie gruntowej należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe połączenie komponentów, w razie potrzeby należy zastosować specjalną technikę połączeń.



System GPWC należy w wyżej opisanych warunkach wykonywać zgodnie z prawem wodnym. Należy bezwzględnie przestrzegać obowiązujących norm, wytycznych i rozporządzeń.

Obniżanie zwierciadła wody

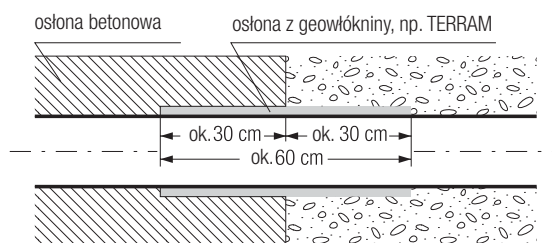
Podczas prac montażowych należy opróżnić wodę z wykopu (np. wodę deszczową, wodę infiltracyjną, wodę źródłaną lub wodę wyciekającą z innych rurociągów). Metoda czasowego obniżenia poziomu wody nie może wpływać negatywnie na strefę posadowienia rurociągu i rurociąg. Należy zastosować odpowiednie środki zabezpieczające przed wypłukiwaniem drobnych składników gruntu. Należy uwzględnić wpływ działań odwadniających na ruchy wody gruntowej i stabilność otoczenia. Po zakończeniu obniżenia poziomu wody należy dobrze zamknąć wszystkie otwory drenażowe.

Betonowanie

Nośność rurociągu można zwiększyć poprzez zabetonowanie. Przy obliczeniach decydujące jest, czy obsypka betonowa jest wykonywana w gruncie rodzimym, czy przy ścianie szczelnej. Ściankę szczelną należy wyciągać starannie, ponieważ po odciążeniu pionowy nacisk może spowodować przemieszczenie gruntu.

Obsypka musi być samonośna, zatem w grę wchodzi tylko obsypka na pełnym obwodzie rury. Minimalną grubość obsypki betonowej należy określić na podstawie wymagań statycznych. Przed zabetonowaniem należy uszczelnić mufę taśmą klejącą dostosowaną do tworzywa PP, aby nie dopuścić do przedostania się betonu do środka. Aby uniknąć sił tnących na wejściu i wyjściu komponentów z osłony betonowej, należy zastosować odpowiednie środki zabezpieczające, jak np. owinięcie rurociągu włókniną o grubości 5-6 mm (np. TERRAM, patrz rysunek). Do wykonania obsypki betonowej należy użyć betonu klasy C 8/10. Rurociąg należy w razie potrzeby zabezpieczyć przeciwko unoszeniu się w świeżym betonie. Rurociąg powinien być napełniony wodą, aby lepiej przyjąć temperaturę wiązania betonu. Dobrym rozwiązaniem może być rozdzielenie osłony betonowej w równomiernych odstępach fugami poprzecznymi w miejscach połączeń komponentów. W razie potrzeby można zaprojektować uzbrojenie. W takim przypadku należy jednak zastosować beton klasy C12/15 lub C16/20.

Przed zabetonowaniem należy wykonać próbę szczelności zgodnie z PN-EN 1610.



6.3.5.8 Minimalne odległości od budynków i innych rurociągów

Podczas montażu komponentów należy zachować odpowiednie minimalne odległości od innych rurociągów i komponentów.

- 0,5 m od fundamentów i innych elementów podziemnych, o ile nie obowiązują inne wytyczne
- 0,5 m od innych komponentów systemu GPWC
- co najmniej 0,5 m od instalacji wodnych, kanalizacyjnych, ciepłowniczych
- od instalacji gazowych należy zachować specjalne odległości zgodnie z obowiązującymi normami

Jeśli nie można zachować podanego odstępu od instalacji zaopatrujących w media, należy zastosować odpowiednie środki do ich ochrony. Zachowanie minimalnych odstępów służy zapewnieniu, że nie wystąpią niedopuszczalne oddziaływania temperaturowe, niebezpieczny kontakt z przewodami elektrycznymi oraz zanieczyszczenie ściekami lub innymi szkodliwymi substancjami. Minimalne odstępy należy określić w oparciu o następujące założenia:

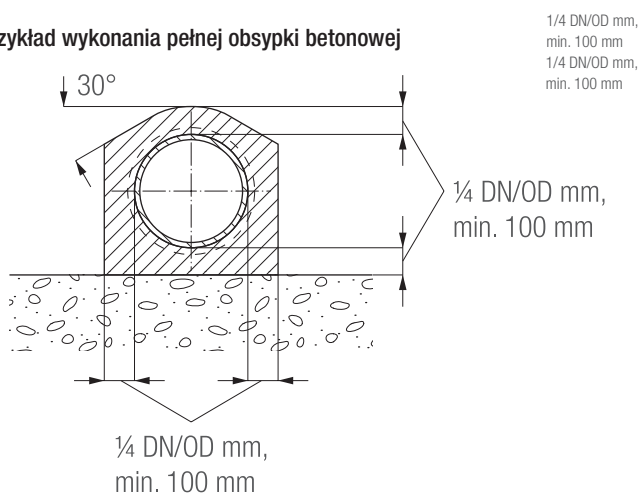
- brak przenoszenia siły
- brak oddziaływania temperatury innych rurociągów (np. instalacji zaopatrujących w media)
- wystarczająca przestrzeń robocza do montażu i uruchomienia instalacji
- odstęp bezpieczeństwa zapobiegający niebezpiecznemu zetknięciu rur i przewodów elektrycznych
- skuteczne odseparowanie przewodników elektrycznych ze względu na katodową ochronę antykorozyjną i przeciwko spadkom napięcia



Jeśli w zwężeniach nie może być zachowany wymagany odstęp minimalny, wówczas należy zastosować odpowiednie środki po ustaleniu z projektantem.

Niezachowanie wymaganych odstępów minimalnych może prowadzić do pogorszenia zakładanej wydajności systemu GPWC. Spadek wydajności można określić wyłącznie poprzez dokładną symulację.

Przykład wykonania pełnej obsypki betonowej



6.3.5.9 Ogólne wymagania dotyczące montażu

Układanie komponentów należy w miarę możliwości rozpoczynać w najniższym punkcie instalacji. W systemach wielorurowych należy zacząć od montażu rozdzielacza. Dopiero po zamontowaniu i umocowaniu rozdzielacza należy rozpocząć montaż rur wymiennika ciepła.

Elementy należy układać tak, aby mufa była skierowana ku górze.

Elementy systemu GPWC należy montować na głębokości co najmniej 1,5 m. Dlatego przed montażem zaleca się wykonanie schematu ze zintegrowanym profilem wysokościowym, na podstawie którego system będzie zamontowany. W szczególności w przypadku instalacji o przepływie powyżej 5000 m³/h należy koniecznie sporządzić schemat montażowy.



Aby uniknąć nadmiernego zanieczyszczenia, zaślepki i folie ochronne należy zdjąć z komponentów bezpośrednio przed wykonaniem połączenia.

Jeśli nie można wykonać ręcznego połączenia komponentów, należy użyć odpowiednich narzędzi. Jeśli jest to konieczne, należy chronić końcówki komponentów przed uszkodzeniem. Bardziej szczegółowe wytyczne dotyczące wykonywania połączeń są zawarte w rozdziale 6.3.4.3.

W przypadku dłuższej przerwy w pracach, na końce rur należy założyć zaślepki i chronić przed zabrudzeniem.

6.3.5.10 Wydłużalność termiczna

Zmiany długości elementów AWADUKT Thermo spowodowane wydłużalnością termiczną są znacznie większe niż w przypadku elementów metalowych lub ceramicznych. Przy obliczeniach zmian długości należy uwzględnić:

- temperatury panujące podczas układania
- przewidywaną najniższą i najwyższą temperaturę ścianki rury podczas pracy systemu.

Do obliczenia zmian długości można stosować następujący wzór:

$$\Delta L = L \cdot \Delta T \cdot 0,14 \text{ mm/mK}$$

Przykładowe obliczenia

Długość rury: 50 m

Temperatura podczas montażu: 10 °C

Zakładana najniższa temperatura ścianki rury -5 °C

Różnica temperatur: 15 K

Zakładane skrócenie: 60 mm

$$\Delta L = L \cdot \Delta t \cdot 0,14 \text{ mm/mK}$$

Przykładowe obliczenia:

Długość rury: 3 m

Temperatura podczas montażu: + 10 °C

Przewidywana najniższa temperatura ścianki rury: + 5 °C

=> Różnica temperatur 5 K

Przewidywana najwyższa temperatura ścianki rury: + 20 °C

=> Różnica temperatur 10 K

Maksymalny założony skurcz:

$$\Delta L_1 = 3 \text{ m} \times 5 \text{ K} \times 0,14 \text{ mm/mK} = 2,1 \text{ mm}$$

Maksymalne zakładane wydłużenie:

$$\Delta L_2 = 3 \text{ m} \times 10 \text{ K} \times 0,14 \text{ mm/mK} = 4,2 \text{ mm}$$

6.3.5.11 Układanie w gruntach plastycznych

Grunt plastyczny to mieszanina gruntu, wody i dodatków wg specjalnej receptury. W systemie GPWC nie mogą być stosowane żadne materiały budowlane pochodzące z recyklingu. W specjalnych recepturach dopasowanych do gruntu i wymagań mogą być zawarte różne dodatki. Nie mogą one zawierać żadnych substancji szkodliwych i zagrażających zdrowiu. Upłynnienie gruntu można wykonać zarówno na budowie jak i w zakładzie produkcyjnym. Grunt plastyczny jest tymczasowo płynny lub papkowaty i dzięki temu jest możliwy montaż bez zagęszczania gruntu. Ubytek gruntu upłynnionego jest znikomy. Przepuszczalność, konsystencja, szybkość twardnienia i parowanie można regulować poprzez dopasowanie receptury. Po ułożeniu gruntu plastycznego na komponenty działa duża siła wyporu, przed którą należy je zabezpieczyć. Przy układaniu ważne są dopasowanie do średnicy, spadku i gęstości gruntu upłynnionego podłoże i zabezpieczenie przed siłą wyporu.

6.4 Przejście szczelne

Już w fazie projektowania należy ustalić z projektantem, jakie wymagania musi spełniać przejście szczelne systemu GPWC. Obok wymagań dotyczących wody wywierającej ciśnienie i wody nie wywierającej ciśnienia mogą być podane również wymagania techniczne, dotyczące np. montażu. Jednak poza wymaganiami technicznymi należy przede wszystkim określić, czy występuje lub może występować woda wywierająca ciśnienie czy też nie wywierająca ciśnienia. Jeśli nie ma pewności, że występuje wyłącznie woda nie wywierająca ciśnienia, należy zakładać, że występuje woda wywierająca ciśnienie.

6.4.1 Przejścia szczelne w przypadku wody nie wywierającej ciśnienia

Przejście szczelne AWADUKT Thermo jest przeznaczone do zastosowania w wodzie nie wywierającej ciśnienia. Montuje się je poprzez bezpośrednie zalanie w betonie podczas budowania ściany, przez którą będzie przechodziła rura. Montaż w gotowym murze jest dopuszczalny tylko pod pewnymi warunkami. Należy zwrócić uwagę na dostateczną ilość miejsca do zabetonowania przejścia.

Przejście szczelne AWADUKT Thermo może być zamontowane z prawej lub z lewej strony. Dopiero przy montażu rury należy zwrócić uwagę, aby wsunąć ją z odpowiedniej strony w przejście szczelne. Uszczelka wargowa pierścienia uszczelniającego musi być ułożona zgodnie z kierunkiem wsunięcia rury. Należy unikać wyciągania rury. Rura może być zamontowana w przejściu szczelnym AWADUKT Thermo dopiero po całkowitym utwardzeniu wypełnienia. Odpowiednie czasy twardnienia są zawarte w wytycznych producentów lub dostępne u odpowiedzialnego za obiekt projektanta.

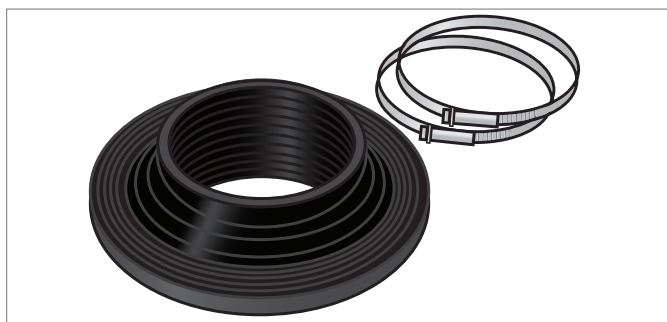
6.4.2 Kołnierzone przejście szczelne AWADUKT Thermo do bezpośredniego montażu w wodzie wywierającej ciśnienie

Zastosowanie kołnierzonego przejścia szczelnego AWADUKT Thermo jest zalecane wszędzie tam, gdzie nie ma możliwości zabetonowania przejścia szczelnego podczas budowy ściany lub w gotowej ścianie.

Kołnierzone przejście szczelne zachowuje szczelność przy ciśnieniu do 4 bar. Kołnierzone przejście szczelne nie stanowi punktu stałego mocowania rurociągu. Należy to uwzględnić podczas projektowania punktów stałych mocowania systemu rurowego.

Wskazówki dotyczące montażu kołnierowego przejścia szczelnego AWADUKT Thermo:

1. Rurę należy oczyścić z zabrudzeń za pomocą ścierki. Należy zwrócić uwagę, że do czyszczenia można używać tylko takich materiałów, które nie uszkodzą powierzchni rury i nie stanowią zagrożenia zdrowotnego podczas pracy instalacji. Rura musi być oczyszczona z tłuszczu, olejów, i innych substancji chemicznych, które mogą uszkodzić materiał rury lub kołnierzone przejście szczelne AWADUKT Thermo.
2. Kołnierzone przejście szczelne należy nasunąć na oczyszczoną rurę. Należy zostawić odpowiedni odcinek rury do późniejszego podłączenia innych elementów.
3. Należy nałożyć opaski zaciskowe. Należy postępować zgodnie z instrukcją obsługi dołączonej do kołnierowego przejścia szczelnego.
4. Przygotowaną w ten sposób rurę należy wsunąć do środka muru i umocować.
5. Następnie można zabetonować ten odcinek rury z zamontowanym przejściem szczelnym.



6.4.3 Tuleja AWADUKT Thermo do uszczelnienia okrężnego

Tuleje AWADUKT Thermo montowane są bezpośrednio w ścianie przed montażem uszczelnienia okrężnego na wody wywierające ciśnienie. Tuleja stanowi podstawę optymalnego zabezpieczenia uszczelnienia okrężnego i należy ją zastosować wszędzie, gdzie są stawiane wysokie wymagania odnośnie szczelności. Dzięki specjalnej, bardzo gładkiej powierzchni wewnętrznej tuleja stanowi doskonałą podporę dla uszczelnienia okrężnego. Wbudowanie przejścia szczelnego następuje bezpośrednio przy budowie ściany. Aby zapewnić optymalne połączenie, tuleja powinna być wbudowana podczas budowy ściany. Jeśli planowany jest montaż w gotowej ścianie, należy zadbać o zgodne z wymaganiami połączenie między ścianą a tuleją. Połączenie może być różne w zależności od obiektu i jego rodzaj należy uzgodnić z projektantem.

Podczas montażu przejścia szczelnego należy postępować zgodnie z poniższymi wskazówkami:

- tuleję należy osadzić równo z szalunkiem (przy mocowaniu w szalunkach stalowych zaleca się spawanie obejm mocującej tuleję dla ułatwienia montażu)
- przy wmurowaniu tulei należy zachować odpowiednią odległość od muru
- przy wypełnianiu betonem lub innym materiałem płynnym należy zwrócić uwagę na odpowiednie zagęszczenie betonu lub zaprawy naokoło tulei.

Szczegółowe wskazówki dotyczące montażu tulei są zawarte w instrukcji montażu dołączonej do przejścia szczelnego.



6.4.4 Modułowe uszczelnienie okrężne

Modułowe uszczelnienie okrężne optymalnie nadaje się do zastosowania w wodzie wywierającej ciśnienie. Składa się z pojedynczych, dopasowanych do poszczególnych średnic modułów uszczelniających do złożenia w miejscu montażu. Dzięki budowie modułowej możliwe jest uszczelnienie także w gotowej ścianie. Aby osiągnąć optymalną szczelność uszczelnienie okrężne należy zawsze stosować z tuleją.

Możliwy jest montaż w otworze wywierconym w gotowej ścianie. W takim przypadku należy przed zastosowaniem uszczelnienia wypełnić pory przejścia przez mur za pomocą np. żywicy epoksydowej lub innego odpowiedniego środka, aby zapobiec przesiąkaniu wilgoci przez mur.

Uszczelnienie okrężne nie może magazynować wody. Dlatego przy montażu uszczelnienia oba końce rury muszą być odpowiednio podparte. Należy zachować zaprojektowany spadek instalacji.

6.5 Kontrola po montażu

Po zakończeniu montażu należy przeprowadzić odpowiednie testy / kontrolę. Należy przestrzegać obowiązujących lokalnych norm, wytycznych i przepisów. Przed uruchomieniem instalacji może być konieczne wykonanie badania pod względem warunków higienicznych. Szczegółowe wskazówki dotyczące badań technicznych są opisane w rozdziale 7.5.



System GPWC zgodnie z dyrektywą VDI 4640 jest traktowany jako system wentylacji i wymagany jest odbiór GPWC jako systemu wentylacyjnego.

6.5.1 Kontrola wzrokowa

Zewnętrzna ocena wzrokowa systemu obejmuje:

- kierunek i wysokość montażu rur
- połączenia
- uszkodzenia lub nierównomierne zniekształcenia
- przyłącza i odejścia rur i belek rozdzielacza
- zasyпка w zagłębieniach przy belkach rozdzielacza i kształtkach

Kontrolę wzrokową należy przeprowadzić po zakończeniu prac montażowych, ale jeszcze przed wykonaniem całej zasyпки. Kontrolę wzrokową można również przeprowadzać stopniowo w zależności od postępu prac budowlanych. W przypadku wielopoziomowego ułożenia rur należy przeprowadzić kontrolę wzrokową każdego poziomu rurociągu. Wyniki kontroli wzrokowej należy udokumentować.

6.5.2 Zagęszczanie

Ponieważ stopień zagęszczenia wpływa na pracę systemu zarówno pod względem statycznym jak i energetycznym, konieczne jest jego sprawdzenie. Należy przy tym sprawdzić stopień zagęszczenia podsypki, wypełnienia bocznego i zasyпки głównej. Wytyczne dotyczące sprawdzenia stopnia zagęszczenia należy uzgodnić z projektantem. O metodzie sprawdzenia stopnia zagęszczenia powinien zdecydować projektant po konsultacji z inwestorem. Należy uwzględnić przeznaczenie i rodzaj pracy systemu GPWC.

6.5.3 Szczelność

6.5.3.1 Informacje ogólne

Próbę szczelności należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN 1610, o ile lokalnie nie obowiązuje inna norma dotycząca próby szczelności.



Poniższe opisy odnoszą się wyłącznie do wymagań zgodnych z PN-EN 1610 i mogą odbiegać od lokalnie obowiązujących norm.

Badanie rur, rozdzielaczy i otworów inspekcyjnych można przeprowadzić zgodnie z normą przy użyciu powietrza (procedura „L”) lub wody (procedura „W”). Możliwe jest oddzielne badanie rur i kształtek, rozdzielaczy i otworów inspekcyjnych. W przypadku procedury L ilość poprawek i powtórek badań w przypadku niepowodzenia jest nieograniczona. Jeśli po jednym lub powtórzonym nieudanym badaniu za pomocą powietrza dopuszczalne jest przejście na badanie za pomocą wody; wówczas wynik badania za pomocą wody jest decydujący. Jeśli podczas badania woda gruntowa zakrywa rurociąg, można przeprowadzić badanie infiltracyjne z uwzględnieniem wytycznych w danym przypadku. Badanie wstępne można przeprowadzić przed wykonaniem obsypki bocznej. Przy odbiorze systemu należy wykonać badanie instalacji po usunięciu konstrukcji podtrzymującej, metoda badania (powietrze lub woda) może być określona przez zleceniodawcę. Należy to jednak uzgodnić z projektantem.



Podczas badania należy zastosować odpowiednie środki ochronne dotyczące zapobiegania wypadkom. Osoba odpowiedzialna za wykonanie badania musi zastosować odpowiednie środki ochronne.



Należy zachować szczególną ostrożność przy badaniu powietrzem szczególnie w przypadku rur o dużych średnicach, ponieważ w przypadku niewystarczającego zabezpieczenia zaślepki mogą wypaść z dużą siłą.



Przed zdobyciem wystarczającego doświadczenia przy badaniu studni i otworów inspekcyjnych zaleca się przyjęcie czasów badania o połowę krótszych niż w przypadku rur o tej samej średnicy.

Ciśnienie początkowe, które przekracza wymagane ciśnienie badania o ok. 10%, powinno być utrzymywane przez ok. 5 minut. Zmianę ciśnienia Δp w procedurze LA, LB, LC lub LD należy określić zgodnie z ciśnieniem badania podanym w poniższej tabeli. Jeśli spadek ciśnienia zmierzony po czasie badania jest mniejszy niż podany w poniższej tabeli, wówczas badany odcinek rurociągu spełnia wymagania.

6.5.3.2 Próba szczelności przy użyciu powietrza (procedura L)

Czas próby szczelności rur, rozdzielaczy i otworów inspekcyjnych należy określić na podstawie poniższej tabeli uwzględniając średnicę rury i metodę badawczą (LA, LB, LC, LD). Metodę badawczą powinien wybrać zleceniodawca w porozumieniu z projektantem. Badanie może przeprowadzać wyłącznie wykwalifikowany personel dysponujący odpowiednimi narzędziami. Aby uniknąć błędów pomiarowych, do przeprowadzenia badania należy użyć odpowiednich, szczelnych zaślepek. W praktyce badanie otworów inspekcyjnych i studni rewizyjnych jest trudne i wymaga znacznie większych wysiłków.

Ciśnienie badania, spadek ciśnienia i czas badania za pomocą powietrza

Procedura badawcza	$P_0^*)$ mbar (kPa)	Dopuszczalna zmiana Δp^{**} mbar (kPa)	Czas badania (min)				
			DN/OD 110-200	DN/OD 250-315	DN/OD 400	DN/OD 500-630	DN/OD 710-800
LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	7	10	14	19
LB	50 (5)	10 (1)	4	6	7	11	15
LC	100 (10)	15 (1,5)	3	4	5	8	11
LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	2	2,5	4	5

*) Różnica mierzona od wartości ciśnienia atmosferycznego

**) Spadek ciśnienia



Wymagania dotyczące badania za pomocą powietrza z podciśnieniem nie są zawarte w tej normie europejskiej, ponieważ obecnie nie ma jeszcze wystarczającego doświadczenia w tej procedurze. Narzędzia używane do pomiaru spadku ciśnienia muszą zapewnić pomiar z tolerancją błędów 10% Δp . Tolerancja błędów w pomiarze czasu badania wynosi 5 s.

6.5.3.3 Próba szczelności przy użyciu wody (procedura W)

Wymagania w próbie szczelności przy użyciu wody dotyczą ciśnienia badawczego, czasu przygotowania i czasu badania.

Ciśnienie badawcze to ciśnienie wynikające z napełnienia badanego odcinka rurociągu aż do powierzchni ziemi wynoszące co najmniej 10 kPa (100 mbar), jednak nie wyższe niż 50 kPa (500 mbar), mierzone przy wierzchołku rurociągu. Zazwyczaj wystarczający jest czas przygotowania wynoszący jedną godzinę po napełnieniu badanego odcinka i osiągnięciu wymaganego ciśnienia badawczego. Odpowiedzialny projektant powinien podać czas przygotowania. Zgodnie z normą czas badania wynosi 30 +/- 1 min.

Należy przestrzegać wytycznych dotyczących badania. Ciśnienie należy utrzymywać na poziomie 1 kPa (10 mbar) ustalonego ciśnienia badania poprzez napełnienie wodą. Należy mierzyć i zapisywać całkowitą objętość wody dostarczoną do osiągnięcia niezbędnego ciśnienia oraz wysokość ciśnienia. System spełnia wymagania, jeśli całkowita dostarczona objętość wody nie przekracza:

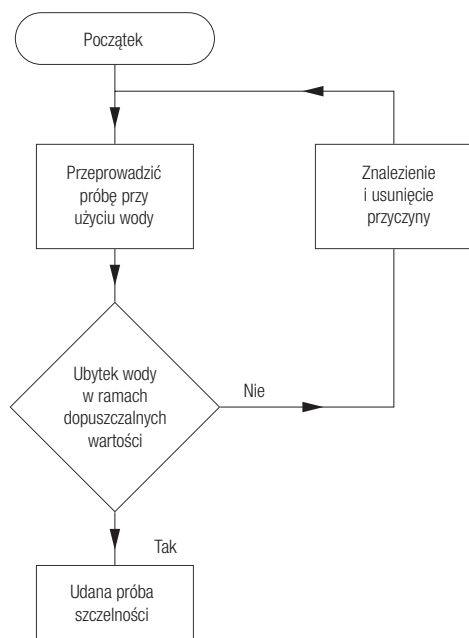
- 0,15 l/m² w ciągu 30 minut dla rur
- 0,20 l /m² w ciągu 30 min dla rur razem z belkami rozdzielacza do DN 630
- 0,40 l/m² w ciągu 30 min dla belek rozdzielacza razem ze studniami inspekcyjnymi i kontrolnymi.



Parametr m² opisuje powierzchnię wewnętrzną rurociągu.

Poniższa tabela zawiera dane o powierzchni wewnętrznej rurociągu w zależności od średnicy rur.

Powierzchnia wewnętrzna	m ² /m
DN 200	0,58
DN 250	0,72
DN 315	0,91
DN 400	1,16
DN 500	1,45
DN 630	1,83



6.5.4 Kwalifikacje personelu

Przy nadzorze i realizacji inwestycji budowlanej mogą być zatrudniane wyłącznie doświadczone osoby z odpowiednimi kwalifikacjami. Wykonawca wybrany przez zleceniodawcę musi wykazać, że posiada odpowiednie kwalifikacje i używa odpowiednich urządzeń do wykonania niezbędnych prac. Zleceniodawca jest zobowiązany do sprawdzenia odpowiednich kwalifikacji wykonawcy. Zleceniodawca może zlecić obowiązek sprawdzenia osobie trzeciej,

o ile ta posiada kwalifikacje niezbędne do sprawdzenia wykonawcy i będzie bezpośrednio i wyczerpująco informować zleceniodawcę.

6.6 Obliczenia statyczne (wg arkusza roboczego ATV-DVWK A 127)

6.6.1 Założenia techniczne

Instalacja GPWC to kompleksowy system składający się z różnych komponentów, w którym współdziałanie komponentów, podsypki i zasyпки stanowi podstawę stabilności statycznej całego systemu. Dostarczone komponenty wraz z pracami wykonywanymi na miejscu montażu takimi jak podsypka, wykonanie połączeń, osypka boczna i zasyпка główna są ważnymi czynnikami wpływającymi na prawidłowe funkcjonowanie systemu.

6.6.2 Informacje ogólne

Polimerowe komponenty układane w gruncie są elastyczne w porównaniu z otaczającym gruntem. Poprzez zamierzone, minimalne odkształcenie komponenty dostosowują się do obciążenia i aktywują siłę podtrzymującą otaczającego gruntu. Obliczenia statyczne uwzględniają obciążenia, parametry gruntu i rur. Obliczenia statyczne dla belek rozdzielacza lub innych komponentów specjalnych można wykonać przy odpowiednich założeniach. Projektant decyduje, jakie założenia należy przyjąć i czy konieczne jest uwzględnienie zapasów bezpieczeństwa.

W przypadku gruntów o małej stabilności należy zwrócić uwagę, aby podsypka i materiał wypełniający nie wywierały nacisku na grunt, przez co siła podtrzymująca znacznie by się zmniejszyła. Aby tego uniknąć, w takim przypadku zaleca się obłożenie rurociągu wytrzymałą geowłókniną i w razie potrzeby stabilizację dna wykopu.

6.6.3 Zapewnienie przejścia obciążeń

Przed rozpoczęciem budowy należy określić i wyznaczyć nośność rurociągu w oparciu o normę PN- EN 1295-1. Prace należy wykonać tak, aby punkty przejścia obciążeń, które wynikają z projektu, były zabezpieczone lub dopasowane do zmiennych warunków. Punkty przejścia obciążeń są określone głównie przez zmiany następujących czynników:

- różnica między rzeczywistą i zaprojektowaną szerokością / głębokością wykopu
- rodzaj konstrukcji podtrzymującej wykop i efekt usunięcia konstrukcji podtrzymującej
- stopień zagęszczenia w strefie posadowienia rurociągu i / lub zasyпки głównej
- podsypka i dno wykopu
- ruch na miejscu budowy i okresowe obciążenia (drogi ratunkowe)
- rodzaje podłoża i parametry gruntu
- kształt wykopu
- właściwości gruntu
- występowanie wody gruntowej

6.6.4 Dopuszczalne odkształcenie

Wszystkie systemy rurowe stanowią elastyczne konstrukcje składające się z komponentów z możliwością gięcia. Kontrolowane odkształcenie zamontowanych komponentów jest zamierzone, ponieważ dzięki temu rura i podłoże stanowią jeden system nośny.

Wartości graniczne są zawarte w ATV DVWK arkusz roboczy A 127 oraz w PKN/CN-TS 15223.



Należy postępować zgodnie z obowiązującymi normami, dyrektywami i rozporządzeniami dotyczącymi obliczeń statycznych.