



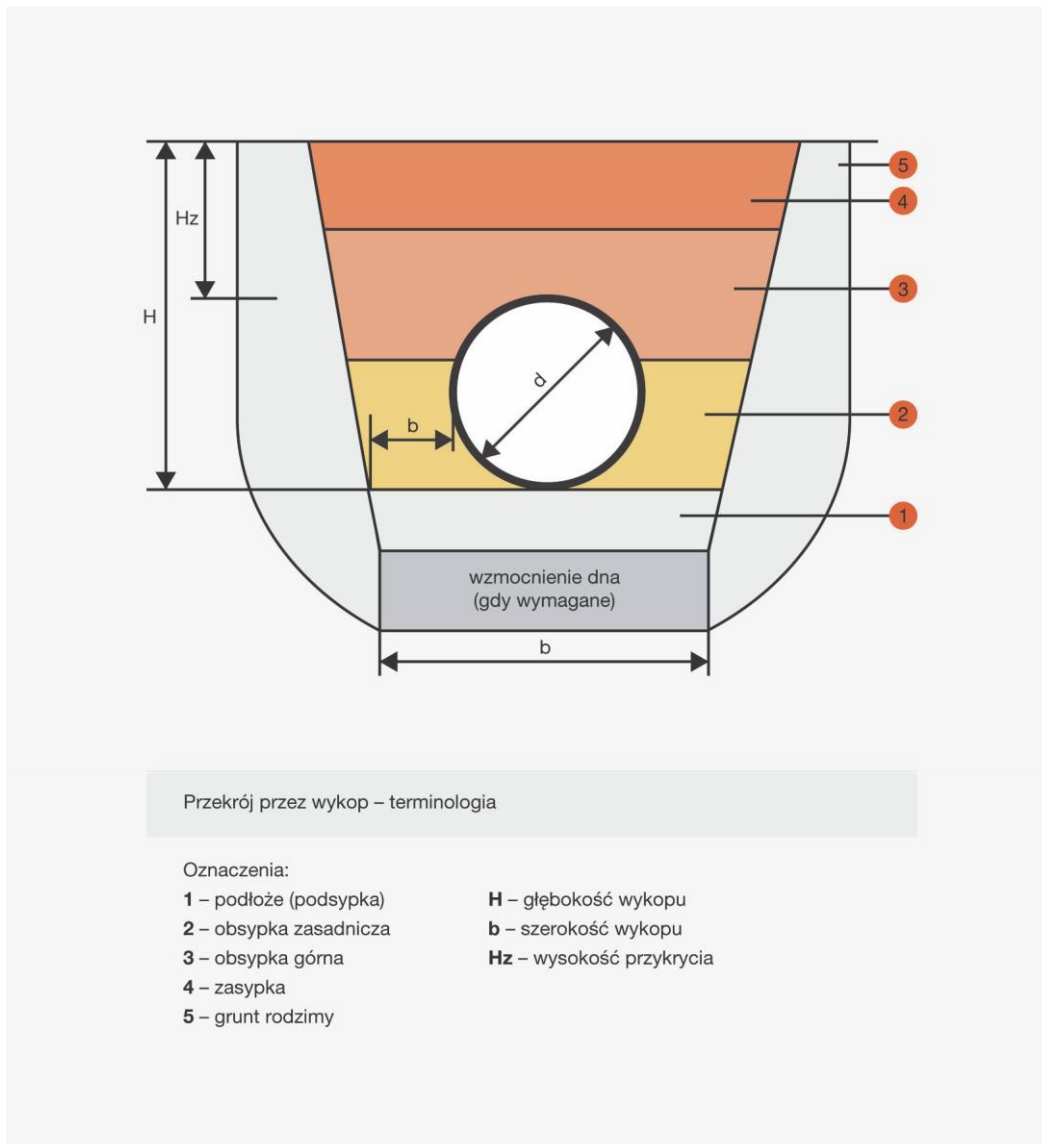
INSTRUKCJA MONTAŻU RUR Z HDPE
wykorzystywanych do transportu wody oraz
kanalizacji pod ciśnieniem

1. Montaż

Instrukcja odnosi się do instalacji systemu w gruncie oraz na powierzchni przewodowych rur wykonanych z PE wykorzystywanych do transportu wody oraz ścieków pod ciśnieniem lub grawitacyjnie.

1.1. Terminologia

Rysunek nr 1 przedstawia przekrój poprzeczny wykopu oraz znaczenie określeń używanych w instrukcji.



Rys. 1 Przekrój poprzeczny - terminologia

1.1.1. Właściwości fizyczne rur z PE pod wpływem obciążenia

Rurociągi wykonane z PE pod wpływem obciążenia dostosowują się do otaczającego je podłoża, co oznacza, że ostateczna wartość ugięcia uzależniona jest końcowo od wykonanej podsypki oraz dosypki rurociągu.

Ugięcie wstępne jest to zjawisko uginania się rur pod wpływem obsypki oraz zasyпки. Zjawisko to narasta z czasem i przyjmuje wartość ugięcia końcowego. Stosowanie się do poniższej instrukcji instalacji rurociągów pozwoli zminimalizować ten proces.

1.1.2. Ugięcia dopuszczalne

Metody obliczania wytrzymałości zawarte w normie PN - EN 1295 - 1:2019-05 mogą być wykorzystywane do obliczania odkształcenia rury poddanej obciążeniu oraz określeniu ugięcia dopuszczalnego. Rura zainstalowana w wykopie zostaje poddana działaniu sił I w wyniku ich działania ugina się. Nazywamy to ugięciem wstępnym. Wartość ta w wyniku zjawiska pełzania rośnie do pewnego czasu kiedy to przyjmuje wartość ugięcia końcowego. Uzyskiwane wartości będą więc naszym minimalnym i maksymalnym ugięciem. Wartości te pozwalają nam na obliczenie średniej wartości ugięcia, które jest potrzebne do wyliczenia ugięcia dopuszczalnego. Podstawowym warunkiem odpowiedniej wytrzymałości jest jakość materiału z którego wykonana jest rura.

Ze względu na sposób pakowania może nastąpić owalizacja rury (w rurach pakowanych w zwoje np. 50mb).

1.2. Rozważania projektowe

1.2.1. Ogólnie

Warunki gruntowe mają istotny wpływ na budowę wykopu i instalacje rur. Należy te warunki określić przed rozpoczęciem prac projektowych, oraz dobrać obsypki przeznaczone do konkretnego rodzaju gruntu.

Rodzaj gruntu	Grupa gruntów zgodnie z PN - ENV 1046		
	Nr grupy	Grupy gruntów	Możliwość wykorzystywania jako obsypki i zasyпки
Sypkie	1	gruboziarniste, żwiry, pospółki, piaski	TAK
	2	średnio- i drobnoziarniste żwiry, pospółki, piaski	TAK
	3	gruboziarniste, żwiry, pospółki, piaski	TAK
Spoiste	4	średnio- i drobnoziarniste żwiry, pospółki, piaski	TAK
Organiczne	5	gruboziarniste, żwiry, pospółki, piaski	NIE
	6	średnio- i drobnoziarniste żwiry, pospółki, piaski	NIE

Tabela 1. Rodzaje gruntów i ich zastosowanie w pracach konstrukcyjnych

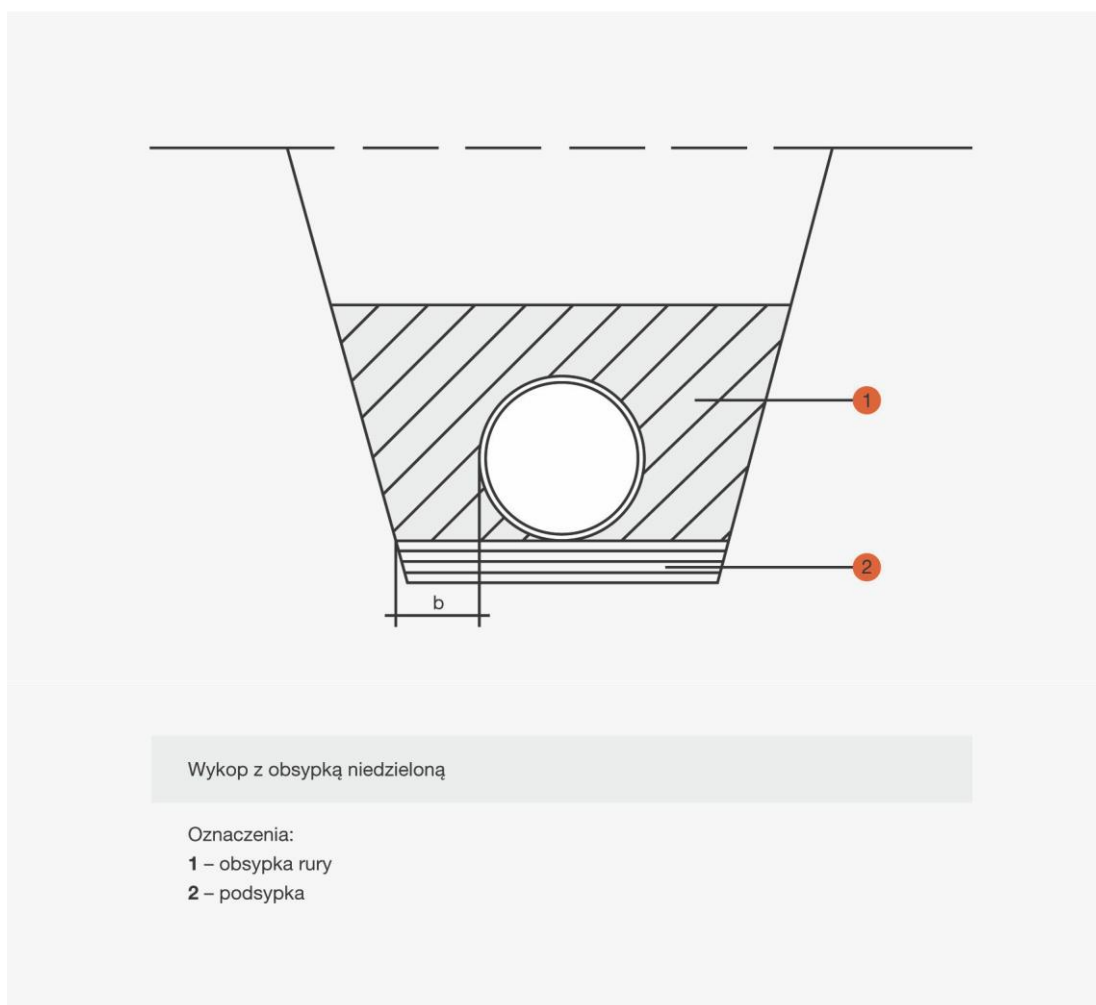
Opis	Wskaźnik zagęszczenia			
	≤80	81-90	91-94	95-100
Numer sita Blow	0-10	3-1	31-50	>50
Oczekiwane stopnie konsolidacji gruntów osiągane w klasach zagęszczenia zdefiniowane w tej normie	Niska (N)			
	Średnia (M)			
	Wysoka (W)			
Grunt sypki	luźny	średnio zagęszczony	zagęszczony	mocno zagęszczony
Grunt spoisty i organiczny	miękki	zwarty	sztwywny	twardy

Tabela 2. Rodzaje gęstości gruntu

Jeżeli nie posiadamy żadnych informacji odnośnie podłoża, to przyjmuje się stopień zagęszczenia 91 - 97% standardowej metody Proctora (SPD)

1.2.2. Rodzaje metod układania rurociągów w wykopie

Jeden z najczęściej stosowanych sposobów układania rur w wykopie polega na przygotowaniu podłoża poprzez zastosowanie podsypki oraz wykonania obsypki z tego samego materiału. Stosowanie rur o średnicy nominalnej mniejszej lub równej DN 250, nie wymaga stosowania drugiego sposobu obsypki tj. dwuwarstwowej



Rysunek nr 2. Wykop z obsypką niedzieloną

1.2.3. Układanie wielu rurociągów w wykopie

Rurociągi które są układane równolegle w jednym wykopie, powinny mieć odstęp pomiędzy sobą na tyle duży, żeby była możliwość zagęszczenia obsypki sprzętem do tego wyspecjalizowanym. W praktyce wynosi to około 150 mm. Obsypka pomiędzy rurami powinna być zagęszczana do takiej samej gęstości jak obsypka pomiędzy ścianą wykopu a rurą. Jedynym wyjątkiem jest układanie rurociągu w sposobie schodkowym gdzie obsypka powinna być wykonana z materiału sypkiego i zagęszczona do najwyższej klasy W

1.3. Konstrukcje wykopu

1.3.1. Bezpieczeństwo

Roboty prowadzone podczas wykopów powinny się odbywać w warunkach nie zagrażających życiu ani zdrowiu pracowników. Krawędzie wykopu powinny być zabezpieczone jeżeli istnieje ryzyko zawalenia bądź obsunięcia. Ważne jest by obcy materiał nie dostał się na podsypkę oraz obsypkę, ponieważ może to obniżyć jej jakość. Powstały urobek powinien być układany odległości nie mniejszej niż 0,5 m od krawędzi wykopu. Podczas prac powinny zostać zachowane odpowiednie przepisy BHP

1.3.2. Wymiary wykopu

Szerokość wykopu podczas układania rurociągu jest uzależniona od możliwości prawidłowego łączenia rur w wykopie oraz zagęszczenia podsypki jak i obsypki. Dla rur poniżej DN 300, \varnothing_0 (patrz rysunek 2) wynosi 200 mm. Jest to wartość teoretyczna, ze względu na montaż rurociągu. Przy instalacji na dużych głębokościach oraz w niestabilnym gruncie, może być wymagany szerszy wykop. Z kolei przy technologii układania przed którą eliminuje bądź utrudnia dostęp człowieka (układanie wąskowykopowe) nie potrzeba aż tak szerokiego wykopu.

Głębokość wykopu należy ustalić zgodnie z założeniami projektu. Najważniejsze warunki to:

- przeznaczenie rurociągu
- rodzaj i sposób transportu medium
- właściwości oraz rozmiar rur
- warunki lokalne
- właściwości gruntu
- obciążenia statyczne oraz dynamiczne

Głębokość wykopu jest także uzależniona od grubości podsypki oraz od warunków panujących w terenie jak i wód gruntowych. Niezalecane jest, by wykop odbywał się wcześniej niż instalacja rur. Kolejnym czynnikiem jest niska temperatura, w czasie której taki wykop należy zabezpieczyć przed zamarzaniem, tak by ułożona rura nie leżała na przemarzniętej warstwie gruntu.

1.3.3. Przygotowanie dna oraz warunki specjalne

Dno wykopu powinno być przed ułożeniem rurociągu odpowiednio przygotowane. Podsypka jest ważnym elementem przygotowania wykopu ponieważ zabezpiecza rurociąg przed zbędnymi naprężeniami, umożliwiając zminimalizowanie ryzyka uszkodzenia rury. Grubość może się wahać pomiędzy 100[mm] a 150[mm] lecz nie powinna być mniejsza niż 50[mm], podsypka nie może być zagęszczana oraz należy ją równo rozprowadzić po całej długości wykopu. Materiałem, z którego może być wykonana to: kamień łamany, żwir lub piasek. Jeżeli podłoże jest wykonane z miękkiego materiału, który można dowolnie oraz bezpiecznie formować, zapewniając odpowiednie ułożenie

rurociągu oraz wolne od większych obiektów skalnych np. ostrych kamieni lub elementów, przy których zachodzi podejrzenie obsunięcia, to podsypka nie jest wymagana.

W przypadku warunków specjalnych takich jak:

- ✓ osiadanie gruntu
- ✓ możliwość wypłynięcia rury na powierzchnie
- ✓ niskie temperatury
- ✓ inne rodzaje gruntów niż podłoże sypkie
- ✓ płynięcie gruntu
- ✓ wody gruntowe oraz płynące

W takich sytuacjach jak powyższe zaleca się stosowanie specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych takich jak:

- ✓ stosowanie mat zabezpieczających przed migrowaniem gruntu
- ✓ zabezpieczanie rur izolacją termiczną przed niskimi temperaturami
- ✓ stosowanie drenaży lub innych sposobów na odprowadzenie wody
- ✓ stosowanie konstrukcji wzmacniających dno wykopu

1.4. Instalacja rurociągu

1.4.1. Składowanie rur

Rury powinny być składowane w sposób bezpieczny dla otoczenia oraz dla ludzi przebywających w ich otoczeniu. Rury muszą zostać sprawdzone przed zamontowaniem pod kątem ewentualnych uszkodzeń i czystości.

1.4.2. Umieszczanie rur w wykopie oraz zmiany jego kierunku

Rury winno się umieszczać w wykopie tak, by leżały luźno na podsypce na całej swojej długości co pozwala na swobodne kurczenie się bądź rozszerzanie. Jest to ważne szczególnie gdy warunki pogodowe są nieodpowiednie. Rury muszą być instalowane zgodnie z instrukcją.

Zmiany kierunku rurociągu odbywają się za pomocą odpowiednich kształtek.

1.5. Obsypka i zasyпка

1.5.1 Metoda główna

Podczas układania rur poniżej DN 300 nie zachodzi potrzeba stosowania obsypki dzielonej. Obsypkę powinno się układać równo po obu stronach rury żeby nie powodować dodatkowych naprężeń. Obsypkę należy zagęścić urządzeniami do tego wyspecjalizowanymi. Zasyпка może być wykonana z gruntu rodzimego jeśli spełnia ona odpowiednie warunki. Zasyпка powinna być układana równymi warstwami i zagęszczona.

1.5.2. Obszar ułożenia rurociągu

Na rodzaj i jakość obsypki mają duży wpływ: głębokość ułożenia, własności gruntu rodzimego oraz sztywność obwodowa rury. Należy stosować materiały o stałym uziarnieniu, jeżeli jednak materiał obsypki posiada przewagę jednej frakcji materiału to zalecany jest rozmiar cząstek jak w tabeli nr 3.

Średnica nominalna rury DN	Maksymalny rozmiar cząstek mm
DN < 100	15
100 ≤ DN < 300	20

Tabela 3. Maksymalne rozmiary cząstek

Grunt macierzysty może zostać wykorzystany jako obsypka jeżeli spełnia odpowiednie warunki:

- nie zawiera zanieczyszczeń takich jak: śmieci, drewno, asfalt
- jeżeli zajdzie potrzeba zagęszczenia, materiał jest na to podatny
- nie jest materiałem zmrożonym
- nie zawiera cząstek większych niż zawartych w tabeli nr 3 oraz nie zawiera grud większych niż podwojony rozmiar dla aplikacji danej rury

Grunty o wysokim wskaźniku plastyczności oraz grunty drobnoziarniste nie są uważane za dobry materiał na obsypkę, chyba że uwzględniono to podczas projektowania rurociągu. Wytrzymałość obsypki zależy głównie od stopnia jej zagęszczenia oraz rodzaju surowca użytego do tego celu.

Warunki wytrzymałościowe rur w strefie obsypki zależne są od materiału użytego do jej wykonania oraz stopnia jej zagęszczenia. Stopnie zagęszczenia gruntu określane są według standardowej metody Proctora, otrzymywane w trzech klasach zagęszczenia, odpowiednie do zastosowanego gruntu

Klasa zagęszczenia	Opis		Grupa gruntu stosowanie na obsypkę			
	Angielski	Polski	4 SPD [%]	3 SPD [%]	2 SPD [%]	1 SPD [%]
N	Not	Niska	75-80	79-85	84-89	90-94
M	Moderate	Średnia	81-89	86-92	90-95	95-97
W	Well	Wysoka	90-95	93-96	95-100	98-100

Tabela nr 4. Stopnie zagęszczenia gruntu wg standardowej metody Proctora

1.5.3. Zasyпка

Jeżeli głębokość wykopu ponad rurą wynosi ponad 30 cm można ten wykop zasypać gruntem rodzimym. Ważne jest także by materiał, z którego będzie wykonana zasyпка, był podatny na zagęszczenie jeżeli zajdzie, taka potrzeba przy czym maksymalny rozmiar cząstek nie może być większy niż 2/3 zagęszczanej warstwy.

Na terenach o dużym natężeniu ruchu jest wymagane by zasyпка została zagęszczona do klasy „W”, jeżeli teren nie będzie zbyt obciążony to wystarczająca będzie klasa „N”

1.6. Kontrola jakości

Kontrola zagęszczenia powinna się odbywać przynajmniej jedną z podanych poniżej metod:

- nadzór nad procedurami zagęszczenia
- badanie wstępnego ugięcia rury
- badanie stopnia zagęszczenia gruntu

Należy pamiętać, by materiał obsypki oraz zasyпка został zagęszczony do takiego samego stopnia co grunt bezpośrednio przyległy do wykopu.

1.7. Środki ostrożności

Podczas układania rurociągu należy uważać, by nie naruszyć podsypki oraz zapewnić środki zapobiegające możliwemu wypłynięciu rur. Szczególną uwagę należy zwrócić podczas zdejmowania szalunku lub innych zabezpieczeń wykopu. Te operacje powinno się wykonywać razem z postępowaniem wykopu oraz zagęszczaniem poszczególnych warstw. Jeżeli jest to w jakiegoś powodu niemożliwe, zaleca się zastosowanie rur przygotowanych na taką ewentualność.

W czasie wykonywania obsypki należy zabezpieczyć rurę przed spadającymi przedmiotami lub niepożądanym materiałem rodzimym. Obsypka i zasyпка powinna być zagęszczona do poziomu terenu. Nie zaleca się zagęszczania obsypki bezpośrednio nad rurą jeżeli nie będzie miała odpowiedniej grubości.

1.8. Układanie rur w wykopie

Jednym z dwóch sposobów magazynowania rur z PE jest zwijanie je w kręgi. Takim sposobem uzyskujemy większą długość rurociągu pozbiawionego połączeń. Przy magazynowaniu rur pakowanych w zwoje występuje proces owalizacji rury. Aby przywrócić rurom pierwotny kształt stosuje się prościarki do rur. W przypadku owalizacji końców rury używa się kalibratorów, które przywracają im początkowy kształt. Podczas łączenia rur pakowanych w zwoje zaleca się stosowanie złązek elektrooporowych. W czasie takiego zgrzewania obowiązkowo stosujemy zaciski montażowe. Dzięki właściwościom rur wykonanych z PE można na wykorzystywać je w różnych typach instalacji, takich jak: przewierty oraz przeciski.

2. Kontrola i badanie

2.1. Kontrola

Podczas odbioru rury powinny być sprawdzone przez zamawiającego lub jego przedstawiciela. Należy sprawdzić znakowanie rur oraz ich stan, by upewnić się, że nie są one uszkodzone. Ewentualne uszkodzone rury należy odłożyć, odciąć uszkodzony fragment rury lub oddać ją do producenta.

2.2. Badanie

Zanim rozpoczniemy próby ciśnieniowe, należy upewnić się czy rurociąg jest dobrze umieszczony w wykopie oraz czy złączki i łuki wytrzymają próbę ciśnienia. Próbę należy przeprowadzić zgodnie z odpowiednią normą. Możliwe odchylenia zostały zawarte w normie systemowej.

Wymagania i badania rurociągu zawarte w normie: PN - EN 805 wprowadzają metody badania szczelności rurociągu z PE, którą należy przeprowadzić zgodnie z procedurą zawartą w załączniku A.27 do normy PE - EN 805.

Treść tego załącznika przedstawiono poniżej.

A.27 Główna próba ciśnieniowa

A.27.1 Postanowienia ogólne

Niniejsza alternatywna metoda dotycząca rur o właściwościach lepkosprężystych (takich jak rury polietylenowe i polipropylenowe) jest oparta na fakcie, że charakterystyczne pełzanie materiału nie jest dostatecznie uwzględnione w głównej próbie ciśnieniowej. Dlatego określono specjalną procedurę, podaną poniżej.

A.27.2 Procedura badania

Cała procedura badania składa się z niezbędnej fazy wstępnej, obejmującej okres relaksacji, zintegrowaną próbę spadku ciśnienia i fazę próby głównej.

A.27.3 Faza wstępna

Zrealizowanie fazy wstępnej jest warunkiem przeprowadzenia fazy próby głównej

Celem fazy wstępnej jest ustalenie warunków wstępnych dotyczących zmian objętości w zależności od ciśnienia, czasu i temperatury

W celu uniknięcia błędnych wyników na etapie próby głównej należy przyjąć następujące zasady realizacji fazy wstępnej:

- po płukaniu i odpowietrzeniu obniżyć ciśnienie w rurociągu do ciśnienia atmosferycznego i pozostawić na okres relaksacji trwający nie mniej niż 60 min w celu uwolnienia naprężeń wywołanych przez ciśnienie; nie dopuścić, aby powietrze przedostało się do wnętrza badanego odcinka;

- po zakończeniu okresu relaksacji szybko podnieść ciśnienie w sposób ciągły (nie krócej niż 10 min) do wartości ciśnienia próbnego systemu (STP). Utrzymywać STP przez okres 30 min przez pompowanie ciągle lub z krótkimi przerwami. W tym czasie przeprowadzić kontrolę w celu stwierdzenia wszystkich rzeczywistych przecieków;
- pozostawić następnie na okres 1h bez pompowania, w tym czasie rurociąg może się wydłużać w skutek pełzania lepkosprężystego;
- zmniejszyć ciśnienie pod koniec tego okresu.

W przypadku zakończenia fazy wstępnej z wynikiem pozytywnym, kontrolować procedurę badania. Jeżeli ciśnienie spadło więcej niż 30 % STP, przerwać fazę wstępną i rozhermetyzować badany odcinek. Przeanalizować i uwzględnić warunki badania (np. wpływ temperatury, określanie przecieku) procedurę badania rozpocząć ponownie tylko po zakończeniu okresu relaksacji, trwającego nie mniej niż 60 min.

A.27.4 Zintegrowana próba spadku ciśnienia

Wyniki fazy głównej mogą być oceniane tylko wtedy, jeśli objętość powietrza pozostałego w badanym odcinku jest odpowiednio niska. Powinny być przeprowadzone kolejno następujące działania:

- zmierzyć natychmiast pozostałe po zakończeniu fazy wstępnej faktycznie zmierzone ciśnienie, przez odprowadzenie z systemu wody do osiągnięcia Δp stanowiącego od 10% do 15% wartości STP;
- zmierzyć dokładnie usuniętą objętość wody ΔV ;
- obliczyć dopuszczalny ubytek wody $\Delta_{\text{dopuszczalny}}$ stosując poniższy wzór i sprawdzić że usunięta objętość ΔV nie będzie większa niż wartość $\Delta_{\text{dopuszczalny}}$

$$\Delta_{\text{dopuszczalny}} = 1,2 * \frac{1}{e_{\text{sp}}} * \frac{\Delta p}{e_{\text{GOP}}} * V$$

W którym:

- $\Delta_{\text{dopuszczalny}}$ dopuszczalny ubytek wody w litrach;
- V objętość badanego odcinka rurociągu w litrach;
- Δp zmierzony spadek ciśnienia w kilopaskalach;
- e_{sp} współczynnik sprężystości objętościowej wody w kilopaskalach;
- D wewnętrzna średnica przewodu w metrach;
- e grubość ścianki przewodu w metrach;
- e_{GOP} moduł sprężystości ścianki przewodu w kierunku obwodowym w kilopaskalach;
- 1,2 jest współczynnikiem korekcyjnym (np. ze względu na zawartość powietrza) w czasie przeprowadzenia głównej próby ciśnieniowej.

Sprawą ważną dla interpretacji wyników jest przyjęcie odpowiednio dokładniejszej wartości e_{GOP} , takiej która by uwzględniała temperaturę i czas trwania badania. Szczególnie w przypadkach mniejszych średnic i krótkich odcinków badanych rurociągów należy wartości Δp i ΔV mierzyć tak dokładnie jak jest to możliwe.

Jeśli ΔV jest większe niż Δp_{min} , przerwać procedurę badania i znowu odpowietrzyć po rozhermetyzowaniu rurociągu.

A.27.5 Faza próby głównej

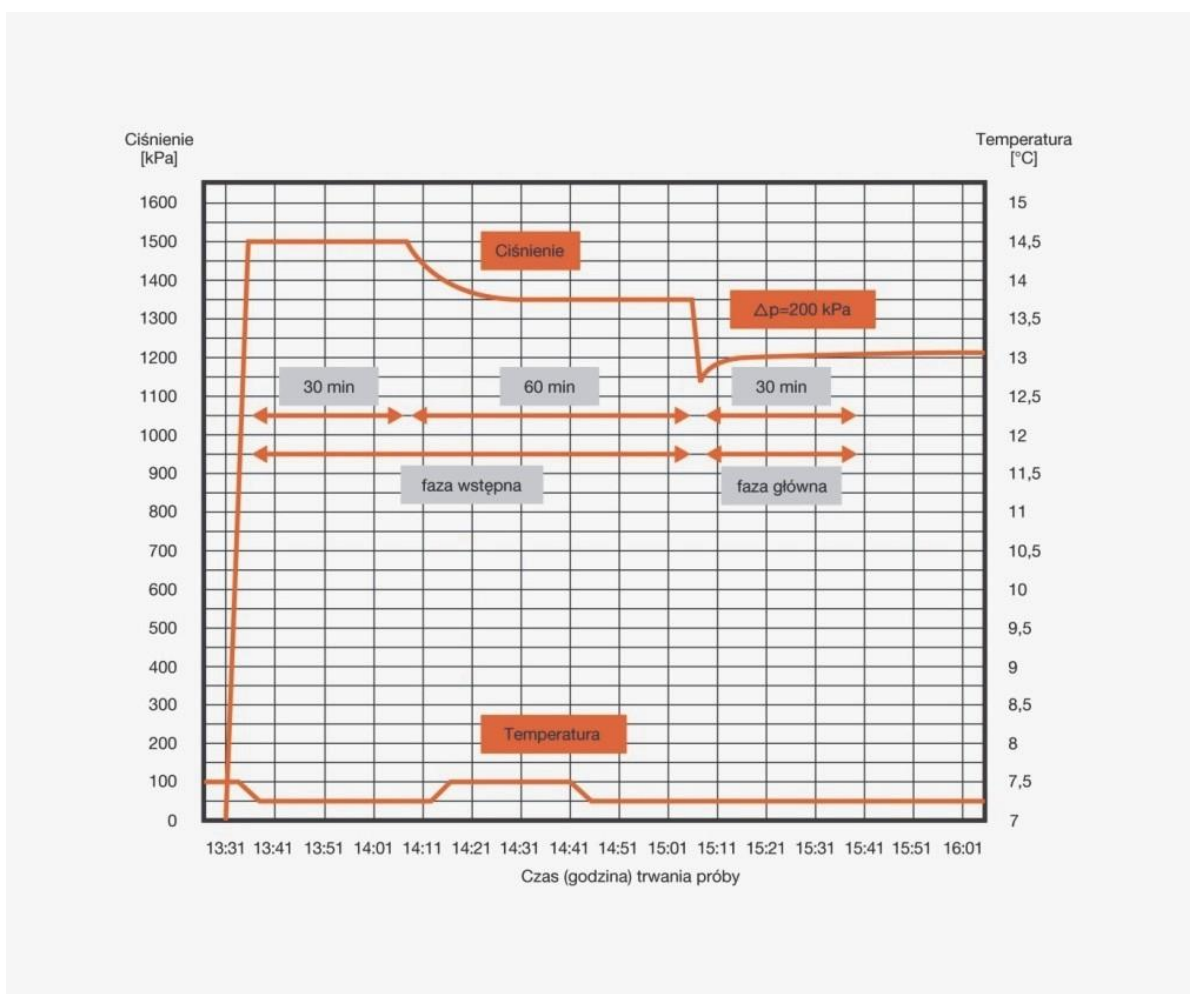
Zintegrowana próba spadku ciśnienia przerywa pełzanie lepkosprężyste spowodowane i wywołanymi przez STP. Gwałtowne zmniejszenie ciśnienia prowadzi do skurczu rurociągu. Obserwować i zapisać w okresie 30 min (faza próby głównej) wzrost ciśnienia spowodowanego skurczem. Uważa się fazę próby głównej za udaną, jeśli krzywa ciśnienia stale rośnie i sytuacja ta nie ulega zmianie przez cały okres 30 min, który zwykle jest wystarczająco długi, aby uzyskać wiarygodne wyniki (rysunek nr 3) Jeśli w czasie tego okresu nachylenie krzywej ciśnienia maleje, świadczy to o przecieku w systemie.

W przypadku wystąpienia wątpliwości, przedłużyć fazę próby głównej do 90 min. Spadek ciśnienia ograniczyć wtedy do 25 kPa, licząc od wartości minimalnej, jaka wystąpiła w czasie fazy skurczu.

Jeśli spadek ciśnienia jest większy niż 25 kPa, wynik próby jest negatywny.

Naprawić każdą usterkę w instalacji, ujawnioną w trakcie próby, i powtórzyć próby.

Powtórzenie fazy próby głównej może być wykonane tylko po ponownym przeprowadzeniu całej procedury badania, łącznie z zapewnieniem czasu relaksacji 60 min w fazie wstępnej.



Rysunek nr 3. Przykładowy schemat próby ciśnieniowej

3. Sposoby łączenia

Podczas montowania rurociągu stosowane są różne sposoby jego łączenia, poczynając od łączenia mechanicznego, jakim są kształtki zaciskowe lub łączone metodą zgrzewania doczołowego, kończąc na zgrzewaniu elektrooporowym. Zastosowanie każdego z tych typów łączenia zależy od warunków w jakich ma to zostać wykonane oraz przeznaczenia takiego łączenia. Wykonanie takich łączeń powinno odbywać się zgodnie z procedurami zalecanymi przez producentów tych złączek.

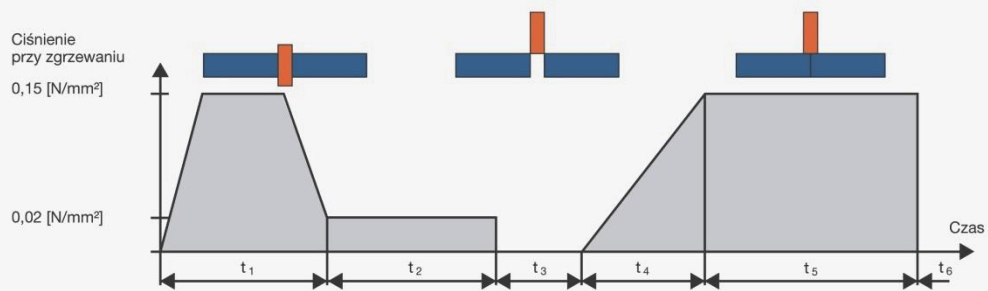
3.1. Kształtki zaciskowe

Zalecana się stosowanie kształtek zaciskowych w łączeniu rur do kanalizacji oraz wodociągów z PE w rozmiarach $\varnothing 25$ do $\varnothing 63$. Kształtki zaciskowe używane są także przy połączeniach rur z elementami stalowymi i armaturą. Mogą być wykorzystywane do łączenia rur od wody pitnej. Maksymalne ciśnienie robocze to PN16 lub PN 10. Jest to także uzależnione od wymiaru kształtki i jej typu. Możliwość wykonywania wielokrotnego połączenia oraz prostota jego wykonania przemawiają na korzyść kształtek zaciskowych.

3.2. Zgrzewanie doczołowe

Przed przystąpieniem do procesu zgrzewania doczołowego zaleca się:

- przygotować stanowisko do zgrzewania poprzez ustawienie zgrzewarki, agregatu, ewentualnie rozłożenie namiotu na suchym miejscu, jeśli wymaga tego teren, podkładamy pod zgrzewarkę folię, lub płytę;
- umieścić zgrzewane odcinki rury na rolkach (pozwala to zmniejszyć siły działające na rurę);
- zabezpieczyć przeciwległe końce łączonych odcinków rur zaślepkami by zniwelować możliwy przepływ powietrza przez rury podczas zgrzewu;
- wyczyścić końce rur (lub kształtki) na długości ok. 0,1[m] oraz płytę grzejną i strugarkę z zanieczyszczeń;
- zamocować rury lub kształtki w uchwytach zgrzewarki w taki sposób, aby uzyskać niewspółosiowość nie większą niż 0,5 mm;
- przygotować i wyrównać czoła do zgrzewania za pomocą strugarki w celu usunięcia warstwy utlenionej oraz by zrównać przyleganie czół obu odcinków rury do siebie;
- wykonać zgrzew oraz przeprowadzić jego ocenę na podstawie poniższego wzoru.



	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅
Grubość ścianki	Wypływka	Czas nagrzewania w głąb = 10 × grubość ścianki	Max. czas wyjścia płyty grzejnej	Czas do uzyskania ciśnienia zgrzewania	Minimalny czas łączenia
[mm]	[mm]	[s]	[s]	[s]	[mm]
do 4,5	0,5	45	5	5	6
od 4,5...7	1	45...70	5...6	5...6	6...10
7...12	1,5	70...120	6...8	6...8	10...16
12...19	2	120...190	8...10	8...11	16...24
19...26	2,5	190...260	10...12	11...14	24...32
26...37	3	260...370	12...16	14...19	32...45
37...50	3,5	370...500	16...20	19...25	45...60
50...70	4	500...700	20...25	25...35	60...80

Rysunek 4. Schemat połączenia doczołowego wraz z wartościami

- t_1 - czas do uzyskania wypływki w [min] wg tabeli, na całym obwodzie styku z płytą grzejną.
- t_2 - czas nagrzewania w głąb.
- t_3 - maksymalny czas na wyjście płyty grzejnej.
- t_4 - czas do uzyskania ciśnienia zgrzewania.
- t_5 - minimalny czas łączenia.
- t_6 - minimalny czas chłodzenia, 1,5 [min] na każdy [mm] grubości ścianki

Kryteria oceny prawidłowości wykonania zgrzewu :

- szerość wyływki „B” powinna posiadać następującą wartość:

$$B = e \cdot \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right) \cdot \cos \alpha \quad \text{gdzie: } e - \text{ grubość ścianki [mm]}$$

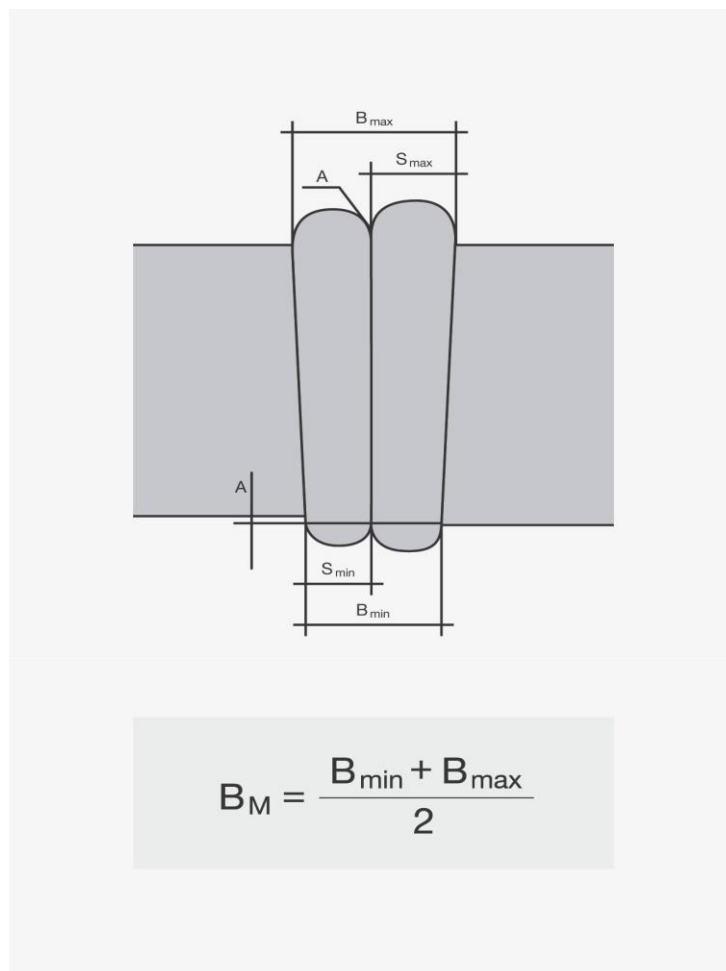
- różnica szerokości wałeczków wyływki nie powinna przekraczać 20 % szerokości wyływki B,

$$\text{czyli } \frac{B_{\max} - B_{\min}}{B} \leq 0,2$$

- zagłębienie rowka między wałeczkami, wartość „k” nie może być mniejsza od zera, czyli $k \geq 0$;
- przesunięcie ścianek łączonych rur, wartość „v” nie powinna przekraczać 10 % grubości ścianki;
- kształt wyływki, minimalna i maksymalna szerokość wyływki winna odpowiadać następującym wartościom:

$$B_{\min} \geq 0,9 \cdot e \quad B_{\max} \leq 1,1 \cdot e \quad \text{gdzie } e = \frac{D - d}{2}$$

- osiowość zgrzewanych rur - $\Delta \leq 1$ [mm] na długości 300 [mm].



Rysunek 5-schemat badania poprawnego połączenia

Na wpływ zgrzewu wpływ mają także następujące czynności:

- przestrzeganie czystości łączonych powierzchni
- odpowiednie przygotowanie łączenia
- stosowanie się do parametrów zgrzewania
- odpowiednie odprężanie rury

3.3. Zgrzewanie elektrooporowe

Zgrzewanie elektrooporowe powinno odbywać się według następujących czynności:

1. rurę należy oczyścić, obciąć pod kątem prostym, usunąć ewentualne zadziory
2. usunąć utlenioną warstwę wierzchnią rury odpowiednim skrobakiem na odległość min. 0,2 [m] od początku rury. (ważne by nie zdjąć zbyt dużej ilości materiału)
3. przemyć oczyszczoną powierzchnię chusteczką z płynem odtłuszczającym (etanol)
4. zaznaczyć markerem głębokość, na którą zostanie wsunięta kształtka
5. wyjąć kształtkę z opakowania, uważając by nie dotykać powierzchni wewnątrz kształtki
6. wsunąć koniec pierwszej rury i ocenić położenie, wsunąć koniec drugiej rury
7. przeprowadzić operacje zgrzewania zgodnie z instrukcją obsługi zgrzewarki oraz zaleceniami umieszczonymi na kształtce
8. po wykonaniu zgrzewu ocenić jego stan, odłączyć zgrzewarkę od kształtki i zostawić rurę do schłodzenia
9. przeprowadzić próbę ciśnienia