



SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

INFORMACJA TECHNICZNA 876600 PL

SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

SPIS TREŚCI

1	Informacje ogólne i wskazówki bezpieczeństwa	6
2	Opis systemu	8
2.1	Obszary zastosowań	8
2.2	Zakres stosowania	8
2.3	Komponenty systemu	9
3	Rura	10
3.1	Materiał rury	10
3.1.1	Właściwości materiału	11
3.1.2	Parametry PE-Xa	11
3.1.3	Odporność chemiczna	11
3.2	Wytrzymałość czasowa	12
3.3	Rodzaje rur	13
3.3.1	RAUPEX-A	13
3.3.2	RAUPEX-K	13
3.3.3	RAUPEX-O	13
3.3.4	RAUPEX-UV	13
3.3.5	RAUTHERM-FW	13
4	Połączenie typu tuleja zaciskowa	14
4.1	Połączenie za pomocą metalowych tulei zaciskowych	14
4.1.1	Informacje i wskazówki bezpieczeństwa	14
4.1.2	Opis	15
4.1.3	Materiał wykonania złączy	15
4.1.4	Narzędzia montażowe	16
4.1.4.1	Przegląd narzędzi montażowych	16
4.1.4.2	Wskazówki dotyczące konserwacji	17
4.1.5	Wykonanie połączenia dla średnic 20 – 40	18
4.1.6	Wykonanie połączenia dla średnic 40 – 110	19
4.1.7	Wykonanie połączenia dla średnic 125 – 160	20
4.1.8	Demontaż połączenia typu tuleja zaciskowa	21
5	Połączenie typu mufa elektrooporowa z PE	22
5.1	Informacje i wskazówki bezpieczeństwa	22
5.2	Opis ogólny	23
5.3	Materiał wykonania	23
5.4	Zakres stosowania	23
5.5	Narzędzia montażowe	23
5.5.1	Zgrzewarka monomatic	23
5.5.2	Skrobak i obcinak do rur	23
5.6	Wykonywanie połączenia	25
5.7	Montaż nawiertki siodełkowej	26
5.8	Wskazówki dotyczące zgrzewania za pomocą muf elektrooporowych i nawiertek siodełkowych	27
5.9	Obejma zaciskowa	28

6	Połączenie typu mufa elektrooporowa FUSAPEX z PE-X	29
6.1	Wytyczne dotyczące montażu mufy	30
6.2	Komponenty systemu	30
6.2.1	Mufa elektrooporowa FUSAPEX	30
6.2.1.1	Charakterystyka	30
6.2.1.2	Właściwości	31
6.2.1.3	Dane techniczne FUSAPEX	31
6.2.1.4	Odporność chemiczna	31
6.2.1.5	Klasyfikacja warunków eksploatacji zgodnie z PN-EN ISO 15875	31
6.2.2	Narzędzia montażowe	32
6.2.2.1	Zgrzewarka monomatic	32
6.2.2.2	Skrobak i obcinak do rur	33
6.2.3	Karta instalatora FUSAPEX	33
6.3	Połączenie typu mufa elektrooporowa FUSAPEX	34
6.3.1	Przygotowanie narzędzi	34
6.3.2	Sprawdzenie rury i kształtek	34
6.3.3	Obróbka końcówek rury	34
6.3.4	Łączenie końcówek za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX	35
6.3.5	Wskazówki dotyczące zgrzewania za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX	36
6.4	Transport i składowanie	37
7	Dyrektywa urządzeń ciśnieniowych 97/23/WE	38
8	Instalacje sprężonego powietrza	39
8.1	Informacje ogólne	39
8.2	Koszty energii sprężonego powietrza	39
8.3	Zalety systemu rur przemysłowych RAUPEX w instalacjach sprężonego powietrza	39
8.4	Jakość sprężonego powietrza	40
8.4.1	Klasy jakości dla maksymalnej wielkości cząsteczek i maksymalnego stężenia	40
8.4.2	Klasy jakości sprężonego powietrza – zawartość wody	40
8.4.3	Klasy jakości sprężonego powietrza – zawartość oleju	40
8.4.4	Przykładowy opis jakości sprężonego powietrza	41
8.5	Projektowanie	42
8.5.1	Określenie ciśnienia roboczego	42
8.5.2	Określenie strumienia objętości	42
8.5.3	Określenie długości rur	42
8.5.4	Określenie spadku ciśnienia	43
8.5.5	Wymiarowanie średnicy przewodu przy użyciu normogramu	43
8.5.6	Instalacje sprężonego powietrza – wymiarowanie rur SDR 11	44
8.5.7	Instalacje sprężonego powietrza – wymiarowanie rur SDR 7,4	45
8.6	Przykłady zastosowań	46
8.6.1	Zawór kulowy	46
8.6.2	Rozdzielacz sprężonego powietrza z aluminium	46

9	Instalacje wody chłodzącej	47
9.1	Informacje ogólne	47
9.2	Projektowanie	47
9.2.1	Objaśnienie do formularza obliczania strat ciśnienia	48
9.2.2	Przykład obliczania strat ciśnienia	49
9.2.3	Instalacja wody chłodzącej SDR 11	50
9.2.4	Instalacja wody chłodzącej SDR 7,4	51
9.2.5	Formularz do obliczania strat ciśnienia	52
10	Transport materiałów sypkich	53
10.1	Transport materiałów sypkich w systemie hydraulicznym	53
10.2	Transport materiałów sypkich w systemie pneumatycznym	53
11	Montaż i układanie	54
11.1	Układanie w gruncie	54
11.1.1	Prace ziemne	54
11.1.2	Sprawdzanie rur	54
11.1.3	Rozwijanie zwojów rur	55
11.1.4	Minimalny promień gięcia przy układaniu pod ziemią	55
11.1.5	Wypełnianie wykopu	55
11.2	Układanie w rurze osłonowej	55
11.3	Układanie w kanale kablowym	55
11.4	Układanie w połączeniu z systemem koryt kablowych	55
11.4.1	Układanie w korycie kablowym	55
11.4.2	Układanie pod lub obok koryt kablowych	55
11.5	Montaż z półupiną wciskową	56
11.5.1	Montaż ramienia kompensacji z półupiną wciskową	56
11.5.2	Obliczane ramienia kompensacji	57
11.5.3	Przykładowe obliczenia	57
11.5.4	Określenie długości ramienia kompensacji za pomocą diagramu	57
11.6	Montaż przewodu bez półupiny wciskowej	60
11.6.1	Montaż z ramieniem kompensacji	60
11.6.2	Montaż z naciągami wstępnymi	62
12	Uchwyt na rurę REHAU	63
12.1	Uchwyt na rurę REHAU z opaską spinającą i bez opaski	63
12.2	Uchwyty ściennie REHAU	64
13	Oznakowanie rur	65
13.1	Kolory rur	65
13.2	Etykiety samoprzylepne	65
14	Ochrona przeciwpożarowa	66
14.1	Odporność ogniowa	66
14.2	Manszety przeciwpożarowe	66
15	Przykłady zastosowań w praktyce	67
16	Protokół z próby ciśnieniowej	68
17	Normy, przepisy, wytyczne	69



RAUTITAN PX – TULEJE ZACISKOWE I ZŁĄCZKI

DOSTĘPNE OD 01.01.2010



Tuleje zaciskowe i złączki polimerowe RAUTITAN PX z czarnego PVDF lub PPSU nie są przeznaczone do stosowania w instalacjach przemysłowych RAUPEX. Z tego względu nastąpiła zmiana numerów artykułów tulei zaciskowych i złączek z mosiądzu SDR 7,4.

1 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

INFORMACJE OGÓLNE I WSKAZÓWKI BEZPIECZEŃSTWA

Wskazówki dotyczące informacji technicznej

Zakres obowiązywania

Niniejsza informacja techniczna obowiązuje na terenie Polski.

Struktura

Na początku informacji technicznej zamieszczono szczegółowy spis treści z tytułami rozdziałów i przyporządkowanymi im numerami stron.



Wskazówka bezpieczeństwa



Wskazówka prawna



Ważna informacja



Informacja na stronie internetowej



Korzyść dla użytkownika



Aktualność informacji technicznej

Dla własnego bezpieczeństwa i zapewnienia prawidłowego użycia produktów REHAU, należy sprawdzać regularnie, czy nie ukazało się zaktualizowane wydanie posiadanej przez Państwa informacji technicznej. Data wydania dokumentu jest wydrukowana zawsze w dolnym rogu tylnej okładki.

Aktualna informacja techniczna jest dostępna w Biurze Handlowo-Technicznym REHAU, w hurtowni, a także jako plik do pobrania na stronie internetowej **www.rehau.pl**.



Wskazówki bezpieczeństwa i instrukcja obsługi

- Dla bezpieczeństwa własnego i innych osób, przed rozpoczęciem montażu należy uważnie i w całości przeczytać wskazówki bezpieczeństwa i instrukcję obsługi produktów.
- Należy przestrzegać instrukcji obsługi produktów i zachować je do wglądu.
- W przypadku, gdy wskazówki bezpieczeństwa i przebieg montażu są niezrozumiałe lub niejasne, należy zwrócić się do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.



Stosowanie zgodne z przeznaczeniem

System instalacji przemysłowych RAUPEX może być zainstalowany i używany tylko w sposób opisany w niniejszej informacji technicznej. Każde inne zastosowanie jest niezgodne z przeznaczeniem i tym samym niedopuszczalne.



Podczas montażu należy przestrzegać wszystkich obowiązujących krajowych i międzynarodowych przepisów dotyczących prowadzenia instalacji, montażu, zapobiegania wypadkom oraz bezpieczeństwa, a także wskazówek zawartych w informacji technicznej.

Obszary zastosowań, których nie obejmuje informacja techniczna (zastosowania specjalne), wymagają konsultacji z naszym działem technicznym w najbliższym Biurze Handlowo-Technicznym REHAU. W celu otrzymania wyczerpujących informacji należy zwrócić się do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.

Wskazówki dotyczące projektowania i montażu odnoszą się do konkretnego produktu REHAU, którego ta informacja techniczna dotyczy. Zastosowanie mają również ogólnie obowiązujące przepisy. Należy śledzić aktualny stan obowiązujących dyrektyw, norm i przepisów.

Należy również postępować zgodnie ze szczegółowymi normami, przepisami i dyrektywami, niezawartymi w informacji technicznej, dotyczącymi projektowania, instalacji i użytkowania instalacji przemysłowych.



Ogólne środki ostrożności

- Stanowisko pracy utrzymywać w czystości i nie zastawiać go zbędnymi przedmiotami.
- Zapewnić wystarczające oświetlenie stanowiska pracy.
- Nie wolno dopuszczać do miejsca pracy i do narzędzi dzieci, zwierząt domowych i osób nieupoważnionych. Dotyczy to szczególnie montażu instalacji przy nieprzerwanym procesie produkcyjnym.
- Stosować tylko elementy przeznaczone dla tego systemu instalacyjnego. Zastosowanie elementów nie należących do systemu lub użycie narzędzi, które nie pochodzą z tego systemu, może prowadzić do wypadków lub stworzyć inne zagrożenia.



Wymagania odnośnie personelu

- Montaż naszych systemów mogą przeprowadzać tylko osoby przeszkolone i autoryzowane przez REHAU.
- Prace przy urządzeniach elektrycznych lub elementach instalacji mogą być wykonywane tylko przez autoryzowany i wyszkolony w tym zakresie personel.



Odzież robocza

- Należy nosić okulary ochronne, odpowiednią odzież roboczą, buty ochronne, kask, a w przypadku długich włosów również siatkę na włosy.
- Unikać obszernych ubrań i biżuterii, które mogą zahaczać o ruchome części.
- Podczas prac montażowych wykonywanych na wysokości głowy lub powyżej, należy nosić kask ochronny.



Montaż

- Należy zapoznać się z instrukcją obsługi stosowanego narzędzia montażowego i zawsze jej przestrzegać.
- Skrobaki i obcinaki do rur REHAU mają ostre krawędzie. Należy je przechowywać i obsługiwać w taki sposób, aby wykluczyć ryzyko zranienia.
- Przy obcinaniu rur należy zachować odstęp bezpieczeństwa między ręką a narzędziem tnącym.
- Podczas obcinania rury nie sięgać do strefy pracy narzędzia lub w pobliże ruchomych części.
- Po wykonaniu kielichowania rozszerzony koniec rury wróci do swojego pierwotnego kształtu (efekt pamięci kształtu). W tym czasie nie należy nasuwać na rozszerzony koniec rury żadnych obcych przedmiotów.
- Podczas procesu zgrzewania nie sięgać do strefy pracy zgrzewarki lub w pobliże ruchomych części narzędzia.
- Do końca procesu zgrzewania kształtka może wypaść z rury. Niebezpieczeństwo zranienia!
- Podczas prac konserwacyjnych, naprawczych, wymiany elementów narzędzi oraz podczas zmiany miejsca montażu należy wyjmować wtyczkę narzędzia z gniazda elektrycznego i zabezpieczać przed przypadkowym włączeniem.

2 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

OPIS SYSTEMU

System rur przemysłowych RAUPEX znajduje coraz szersze zastosowanie w takich sektorach jak przemysł motoryzacyjny, chemiczny czy energetyczny. Szybki i pewny montaż, odporność na korozję, niewielka masa oraz oszczędność kosztów robocizny to tylko niektóre z licznych zalet tego systemu. System rur przemysłowych RAUPEX spełnia wymogi przemysłu odnośnie niezawodnych i kompletnych rozwiązań. Oferuje on szeroki asortyment rur w różnych kolorach, kształtek, narzędzi i akcesoriów bliżej opisanych w niniejszej informacji technicznej.

2.1 Obszary zastosowań

System instalacji przemysłowych RAUPEX jest przeznaczony do transportu gazów, cieczy i materiałów sypkich przy uwzględnieniu ograniczeń dla rur i kształtek odnośnie ciśnienia, temperatury i odporności chemicznej opisanych w informacji technicznej.

Typowe zastosowania rur przemysłowych RAUPEX sprawdzone w praktyce to:

- sprężone powietrze
- próżnia
- gazy inercyjne
- woda chłodząca
- woda użytkowa
- transport zimna (z wyłączeniem agresywnych czynników chłodniczych)
- transport materiałów sypkich

System rur przemysłowych RAUPEX nie jest przeznaczony do stosowania w instalacjach wymagających specjalnych zezwoleń systemowych, takich jak instalacje przeciwpożarowe, gazu ziemnego, gazów płynnych, gazów palnych, wody do picia, transport środków spożywczych itp. Dla tego typu zastosowań REHAU oferuje specjalne, indywidualnie zaprojektowane rozwiązania systemowe.

2.2 Zakres stosowania

Zakres stosowania elementów systemu odnośnie ciśnienia i temperatury jest przedstawiony w następujących rozdziałach informacji technicznej:

- Rury: tabela 3 w rozdziale 3.2
- Mufa elektrooporowa z PE: tabela 5 w rozdziale 5.4
- Mufa elektrooporowa FUSAPEX: tabele 10 do 13 w rozdziale 6.2.1.5

Informacje dotyczące odporności chemicznej znajdują Państwo w rozdziale 3.1.3.



Odpowiedzialność za sprawdzenie możliwości zastosowania produktów REHAU w danej instalacji spoczywa na projektancie lub na instalatorze, ponieważ tylko oni znają konkretne warunki i parametry instalacji.

2.3 Komponenty systemu

System instalacji przemysłowych RAUPEX			
Komponenty systemu	Zdjęcie (przykładowe)	Opis	Zastosowanie
Rura przemysłowa RAUPEX		Rura PE-Xa z kolorową powłoką w dwóch typoszeręgach, zakres średnic 20 mm – 160 mm.	Instalacje przemysłowe, np. próżniowe, transport sprężonego powietrza, gazów inercyjnych, wody chłodzącej, materiałów sypkich itd.
Rura do przemysłowych instalacji grzewczych RAUTHERM-FW		Rura PE-Xa w kolorze czerwonym z dodatkową warstwą antydyfuzyjną; zakres średnic 20 mm – 160 mm.	Obiegi zamknięte, w których konieczne jest zapobieganie przenikaniu tlenu do wnętrza instalacji.
Połączenie typu uleja zaciskowa		Kształtki wykonane z miedzi lub brązu do łączenia rur RAUPEX.	Technika połączeń dla rur o średnicach z zakresu 20 mm – 160 mm.
Mufa elektrooporowa PE100		Mufy wykonane z PE 100 z zatopionym drutem oporowym do łączenia rur RAUPEX.  Nie są przeznaczone do wykonywania połączeń rur RAUTHERM-FW, RAUTHERMEX i RAUVITHERM.	Technika połączeń dla instalacji, których temperatura robocza mieści się w zakresie od -40°C do +50°C, a średnica rur wynosi od 20 mm do 160 mm  Należy przestrzegać parametrów użytkowych (medium, ciśnienie)!
Mufa elektrooporowa FUSAPEX		Mufy wykonane z materiału PEX z zatopionym drutem oporowym do łączenia rur RAUPEX, RAUTHERM-FW, RAUTHERMEX i RAUVITHERM.	Technika połączeń dla instalacji, których temperatura robocza wynosi od -40°C do +95°C  Należy przestrzegać parametrów użytkowych (medium, ciśnienie)!
Akcesoria		Uchwyty mocujące, półtłpiny wciskowe, zawory kulowe, rozdzielacze sprężonego powietrza, szybkozłączki itd.	Elementy uzupełniające system instalacji przemysłowych RAUPEX.
Narzędzia montażowe RAUTOOL		Zestawy narzędzi montażowych do wykonywania połączeń za pomocą tulei zaciskowych i muf elektrooporowych, skrobaki do rur, nożyce do rur, obcinaki do rur itd.	Należy stosować narzędzie odpowiednio do rodzaju połączeń rur (tuleja zaciskowa lub mufa elektrooporowa).

Tab. 1: Przegląd komponentów systemu RAUPEX

3 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

RURA

Rura RAUPEX to tzw. rura bazowa z polietylenu sieciowanego (PE-Xa) wg PN-EN ISO 15875-2 i DIN 16892/93 z kolorową powłoką.

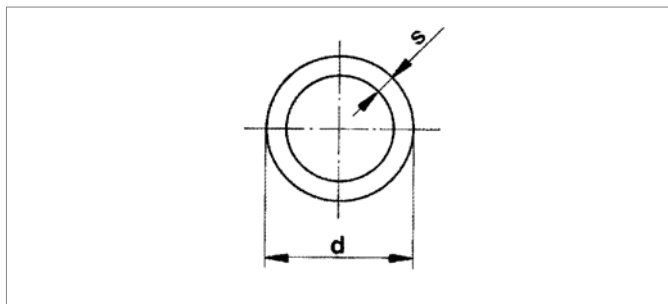
W ofercie znajdują się rury RAUPEX w dwóch typoszeręgach o różnych grubościach ścianek (SDR 11 i SDR 7,4).

Skrót SDR oznacza „Standard Dimension Ratio” (standardowy wymiar rury) i opisuje stosunek średnicy zewnętrznej do grubości ścianki rury.

$$\text{SDR} = \frac{d}{s} \quad \text{równanie 1}$$

d: średnica zewnętrzna rury [mm]

s: grubość ścianki [mm]



Rys. 1: Średnica zewnętrzna i grubość ścianki rury RAUPEX

Przykład

Rura przemysłowa RAUPEX 110 x 10 mm

d = 110 mm

s = 10 mm

Podstawienie do równania 1:

$$\text{SDR} = \frac{d}{s} = \frac{110 \text{ mm}}{10 \text{ mm}}$$

$$\text{SDR} = 11$$

Z równania 1 wynika, że rury SDR 7,4 mają grubsza ściankę niż rury SDR 11, dlatego ciśnienie wewnętrzne może być w nich wyższe niż w rurach SDR 11.

Ze względu na mniejszą średnicę wewnętrzną rur SDR 7,4 wydajność w stosunku do strumienia przepływu spada w nich do 60% przepływu w rurach z SDR 11. Ważne jest zatem, aby przy doborze odpowiedniej rury uwzględniać zdolność przepływu, odporność na ciśnienie i wytrzymałość na temperaturę.

3.1 Materiał rury

Rury przemysłowe RAUPEX produkowane są z RAU-PE-Xa, tj. polietylenu sieciowanego nadtlenkowo, wytwarzanego według technologii REHAU. Sieciowanie zachodzi po dodaniu nadtlenku w wysokiej temperaturze i pod wysokim ciśnieniem. Łańcuchy poszczególnych molekuł łączą się pod wpływem ciśnienia w siatkę przestrzenną. Charakterystyczne dla sieciowania ciśnieniowego jest to, że proces zachodzi w tworzywie podczas topnienia, a więc powyżej punktu krystalizacji. Reakcja sieciowania zachodzi podczas formowania rury w ekstruderze. Taka technologia gwarantuje równomierny stopień sieciowania również przy większych grubościach ścianki. Rury sieciowane wysokociśnieniowo mogą być podgrzewane powyżej temperatury rekryształizacji i nie ma to negatywnego wpływu na ich jakość. Umożliwia to trwałą pamięć kształtu rury oraz powrót do kształtu pierwotnego poprzez podgrzanie.

3.1.1 Właściwości materiału

Dzięki procesowi sieciowania znacznej poprawie ulegają następujące właściwości polietylenu:



- odporność na korozję
- odporność na starzenie
- odporność na pęcznienie
- sprężystość
- odporność na temperaturę
- izolacja akustyczna
- odporność na wysokie ciśnienie
- nieszkodliwość toksykologiczna i fizjologiczna
- wysoka udarność
- wytrzymałość na ścieranie

3.1.2 Parametry PE-Xa

gęstość	0,94 g/cm ³
współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej w temp. od 0 do 70°C	1,5 · 10 ⁻⁴ K ⁻¹
współczynnik przewodności cieplnej	0,41 W/mK
moduł elastyczności przy 20°C	600 N/mm ²
powierzchniowy opór elektryczny	>10 ¹² Ω
klasa palności materiałów bud.	B2 (normalnie palny)
szorstkość ścianki	0,007 mm

Tab. 2: Właściwości PE-Xa

3.1.3 Odporność chemiczna

Rury RAUPEX odznaczają się doskonałą odpornością na działanie substancji chemicznych. Współczynniki bezpieczeństwa i odporność na działanie temperatury zależą od rodzaju medium, które jest transportowane przez rurę (wartości te mogą się różnić od wartości charakterystycznych dla wody i powietrza).

W przypadku planów zastosowania rur RAUPEX w agresywnym środowisku lub do transportu chemikaliów, firma REHAU oferuje fachowe doradztwo techniczne.

Ogólnie obowiązujące zasady dotyczące odporności chemicznej nie znajdują zastosowania z następujących powodów:

1. Transportowane media mogą składać się z różnych związków, inhibitorów, dodatków itd., których wpływ na komponenty rur RAUPEX nie może być dokładnie zbadany.
2. Odporność chemiczna zależy nie tylko od transportowanego medium, ale również od parametrów użytkowych instalacji (ciśnienie, temperatura, warunki otoczenia).

Na życzenie firma REHAU udostępni orientacyjne zestawienie poziomu odporności rur RAUPEX na substancje chemiczne, na podstawie którego możliwe jest oszacowanie możliwości zastosowania rur RAUPEX do transportu określonych mediów bez konieczności sprawdzania ich odporności w praktyce, w warunkach ciśnieniowych.

REHAU oferuje dodatkowo oszacowanie możliwości transportu określonych mediów przez specjalistyczny dział chemiczny, co umożliwia dokładniejszą ocenę możliwości zastosowania rur RAUPEX. W tym celu należy przesłać nam kartę charakterystyki medium przeznaczonego do transportu i dokładne parametry użytkowe instalacji.

Odpowiedzialność za sprawdzenie możliwości zastosowania produktów REHAU w konkretnej instalacji spoczywa jednak na projektancie lub instalatorze, ponieważ tylko oni znają indywidualne parametry użytkowe danej instalacji.

Jeśli wymagane jest zezwolenie na transport danego medium, to powinien go udzielić producent medium, ponieważ często tylko on może ustalić jego dokładny skład chemiczny.

Potrzebne dane dotyczące materiałów wykonania elementów systemu instalacji przemysłowych RAUPEX są zamieszczone w informacji technicznej.



Przy ocenie odporności chemicznej systemu RAUPEX oraz szacowaniu możliwości zastosowania go do transportu danego medium, należy zwrócić się do jego producenta w celu uzyskania pomocy i potrzebnych informacji.

3.2 Wytrzymałość czasowa

Wytrzymałość czasowa rur RAUPEX zależy od wspólnego oddziaływania czynników takich jak ciśnienie, temperatura i czas. Korelacja tych czynników pozwala określić maksymalne dopuszczalne ciśnienie dla określonych temperatur i czasu eksploatacji. Przedstawione w tabeli dane techniczne wyznaczono na podstawie normy DIN 16892/93 i mogą one tworzyć tylko ogólne pojęcie o wytrzymałości czasowej, ponieważ maksymalne wartości temperatury i ciśnienia mogą się znacznie wahać w konkretnych przypadkach.



Wartości podane w tabeli obok obowiązują tylko dla wody i powietrza.

W przypadku innych mediów starzenie materiału przebiega inaczej, a tym samym inna jest wytrzymałość czasowa przy danym ciśnieniu wewnętrznym.

Temperatura [°C]	Lata eksploatacji	SDR 11	SDR 7,4
dopuszczalne ciśnienie robocze p [bar]			
10	1	17,9	28,3
	5	17,5	27,8
	10	17,4	27,6
	25	17,2	27,3
	50	17,1	27,1
20	1	15,8	25,1
	5	15,5	24,6
	10	15,4	24,4
	25	15,2	24,2
	50	15,1	24,0
30	1	14,0	22,3
	5	13,8	21,9
	10	13,7	21,7
	25	13,5	21,4
	50	13,4	21,3
40	1	12,5	19,8
	5	12,2	19,4
	10	12,1	19,3
	25	12,0	19,1
	50	11,9	18,9
50	1	11,1	17,7
	5	10,9	17,3
	10	10,8	17,2
	25	10,7	17,0
	50	10,6	16,8
60	1	9,9	15,8
	5	9,7	15,5
	10	9,7	15,3
	25	9,5	15,2
	50	9,5	15,0
70	1	8,9	14,1
	5	8,7	13,8
	10	8,6	13,7
	25	8,5	13,6
	50	8,5	13,4
80	1	8,0	12,7
	5	7,8	12,4
	10	7,7	12,3
	25	7,6	12,1
90	1	7,2	11,4
	5	7,0	11,1
	10	6,9	11,0
	15	6,9	11,0
95	1	5,4	10,8
	5	5,3	10,6

Medium: woda lub powietrze

Współczynnik bezpieczeństwa: 1,25

Tab. 3: Wytrzymałość czasowa rur RAUPEX i RUTHERM-FW wg DIN 16892/93
(wytrzymałość czasowa w konkretnych zastosowaniach może odbiegać od podanej w tabeli)

3.3 Rodzaje rur

Norma DIN 2403 zawiera wymagania odnośnie kolorów rur w zależności od medium, które przez nie przepływa. Rury RAUPEX zostały oznaczone odpowiednimi kolorami stosownie do tych wytycznych.



Rys. 2: Przegląd typów rur

3.3.1 RAUPEX-A

Rura RAUPEX-A to rura wykonana z RAU-PE-Xa wg DIN 16892/93, stabilizowana przeciwko promieniowaniu UV z powłoką z PE 80 w kolorze srebrnoszarym (zbliżonym do RAL 7001). Typowe zastosowania to: sprężone powietrze, próżnia, gazy inercyjne.

3.3.2 RAUPEX-K

Rura RAUPEX-K to rura wykonana z RAU-PE-Xa wg DIN 16892/93, stabilizowana przeciwko promieniowaniu UV z powłoką z PE 80 w kolorze żółtozielonym (zbliżonym do RAL 6018). Typowe zastosowania to: woda chłodząca, woda użytkowa.

3.3.3 RAUPEX-O

Rura RAUPEX-O to rura wykonana z RAU-PE-Xa wg DIN 16892/93, stabilizowana przeciwko promieniowaniu UV z powłoką z PE 80 w kolorze jasnoniebieskim (zbliżonym do RAL 5015). Typowe zastosowania to: sprężone powietrze poza zakresem obowiązywania normy DIN 2403.

3.3.4 RAUPEX-UV

Rura RAUPEX-UV to rura wykonana z RAU-PE-Xa wg DIN 16892/93, stabilizowana przeciwko promieniowaniu UV z powłoką z PE 80 w kolorze czarnym (zbliżonym do RAL 9005). Stosowanie tego typu rur zalecane jest szczególnie w warunkach zwiększonego oddziaływania promieni UV. Przy stosowaniu tego rodzaju rur na zewnątrz należy zwrócić uwagę, że promieniowanie słoneczne może znacznie podwyższyć temperaturę rury, co trzeba uwzględnić przy projektowaniu.

3.3.5 RAUTHERM-FW

Rura RAUTHERM-FW to rura wykonana z RAU-PE-Xa wg DIN 16892/93 z warstwą antydyfuzyjną wg DIN 4726. Dzięki warstwie antydyfuzyjnej rura RAUTHERM-FW doskonale nadaje się do zamkniętych obiegów grzewczych, ponieważ zapobiega przenikaniu tlenu do czynnika grzewczego. Rury RAUTHERM-FW nie są stabilizowane przeciwko promieniowaniu UV, jednak mają większą ochronę przed starzeniem cieplnym. System RAUTHERM-FW posiada atest higieniczny PZH HK/W/0007/01/2009.

4 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

POŁĄCZENIE TYPU TULEJA ZACISKOWA

4.1 Połączenie za pomocą metalowych tulei zaciskowych

4.1.1 Informacje i wskazówki bezpieczeństwa



Uwaga

Niebezpieczeństwo powstania szkód w wyniku użycia nieodpowiednich złączek!

Montaż nieodpowiedniej złączki może powodować uszkodzenie lub zniszczenie złączki.

- Średnica złączki musi być dopasowana do średnicy rury.
- W aktualnym cenniku znajduje się dokładne przyporządkowanie złączek do typów rur.



Uwaga

Niebezpieczeństwo powstania szkód w wyniku korozji!

Korozja może prowadzić do zniszczenia złączek.

- Poprzez stosowanie odpowiedniej izolacji należy chronić złączki i tuleje zaciskowe przed kontaktem z murem, jastrychem, cementem, gipsem, materiałem szybkowiążącym, agresywnymi mediami i innymi substancjami i materiałami powodującymi korozję.
- W środowisku agresywnym (np. w miejscach hodowli zwierząt, po zalaniu betonem, w wodzie morskiej lub środkach czyszczących) należy chronić złączki i rury przed korozją poprzez odpowiednią warstwę antydyfuzyjną (np. przeciwko gazom agresywnym i pochodzącym z fermentacji).
- Chronić złączki, rury i tuleje zaciskowe przed wilgocią.
- Zapewnić, aby stosowane środki uszczelniające, środki czyszczące, pianki montażowe itd. nie zawierały składników powodujących rysy naprężeniowe, takich jak np. amoniak, substancje zawierające amoniak.



Uwaga

Niebezpieczeństwo powstania szkód z powodu przeciążeń podczas montażu!

Niedopuszczalnie duże naprężenia w materiale mogą prowadzić do uszkodzenia złączek.

- Unikać zbyt silnego dokręcania połączenia gwintowanego.
- Stosować odpowiedni klucz płaski. Nie zaciskać złączki w imadło zbyt mocno.
- Stosowanie szczypców do rur może prowadzić do uszkodzenia złączek.
- Po dokręceniu połączeń gwintowanych końce gwintów muszą być widoczne.
- Nie zmieniać formy złączki, np. poprzez uderzenia młotkiem.
- Stosować tylko gwinty zgodne z ISO 7-1, PN-EN 10226-1 i ISO 228. Inne typy gwintów są niedopuszczalne.



Uwaga

Niebezpieczeństwo powstania szkód w wyniku zabrudzeń i uszkodzeń!

Zabrudzone lub uszkodzone elementy systemu, takie jak rury, złączki, tuleje zaciskowe i uszczelki mogą negatywnie wpływać na połączenie typu tuleja zaciskowa.

- Nie stosować zabrudzonych lub uszkodzonych rur, złączek, tulei zaciskowych lub uszczelki.
- W przypadku demontażu połączeń z uszczelkami płaskimi (lub innymi), przed wykonaniem nowego połączenia należy sprawdzić, czy powierzchnia uszczelki jest nienaruszona i w razie potrzeby zamontować nowe uszczelki.



Uwaga

Niebezpieczeństwo powstania szkód w wyniku stosowania nieodpowiedniego narzędzia!

Ustawianie złączek w prawidłowym położeniu przy pomocy nieodpowiedniego narzędzia może prowadzić do uszkodzenia gwintu lub do korozji naprężeniowej.

Złączki należy ustawiać w prawidłowej pozycji tylko przy pomocy odpowiednich narzędzi, np. rury z nyplem lub klucza płaskiego.



Przy obróbce złączek gwintowanych należy przestrzegać następujących wskazówek:

- Stosować tylko dopuszczalne materiały uszczelniające (np. certyfikowane przez DVGW)
- Nie przedłużać ramienia dźwigni narzędzia montażowego, np. wykorzystując rurę.
- Połączenia gwintowane dokręcać tak, aby koniec gwintu pozostawał widoczny.
- Przed skręceniem należy sprawdzić możliwość łączenia różnych rodzajów gwintów (zgodnych z ISO 7-1, PN-EN 10226-1 lub ISO 228) pod względem np. tolerancji położenia, możliwości przemieszczania. Inne rodzaje gwintów są niedopuszczalne.
- W przypadku stosowania złączek z długimi gwintami zewnętrznymi należy uważać na maksymalną możliwą długość wkręcenia i odpowiednią głębokość gwintu w kształtkach z gwintem wewnętrznym.

W przypadku złączek z przejściem gwintowanym gwinty wykonane są w następujący sposób:

- Gwinty wg ISO 7-1 i PN-EN 10226-1:
 - Rp = cylindryczny gwint wewnętrzny
 - R = stożkowy gwint zewnętrzny
- Gwinty wg ISO 228:
 - G = cylindryczny gwint, bez uszczelnienia w gwincie



Jako uzupełnienie systemu firma REHAU oferuje śrubunki wykonane z odpornego na odcynkowanie mosiądzu lub brązu.

4.1.3 Materiał wykonania złączek

Złączki w technice połączeń typu tuleja zaciskowa są wykonane z mosiądzu odpornego na odcynkowanie wg PN-EN 12164, PN-EN 12165 i PN-EN 12168 klasa A (najwyższe wymagania) lub z brązu. Tuleje zaciskowe są produkowane z mosiądzu rozprężanego termicznie wg PN-EN 12164, PN-EN 12165 i PN-EN 12168.

4.1.2 Opis

Połączenie typu tuleja zaciskowa jest opracowaną i opatentowaną przez REHAU techniką szybkiego, trwałego i szczelnego łączenia rur RAUPEX.

Wyróżnia się następującymi zaletami:

- Odporność, która zapewnia dużą efektywność na miejscu budowy
- Brak uszczeltek typu O-ring (materiał rury wtapia się w kształtkę i sam stanowi uszczelnienie)
- Łatwa kontrola wzrokowa
- Możliwe obciążenie ciśnieniem zaraz po montażu połączenia
- Specjalne narzędzie montażowe REHAU (RAUTOOL)
- Bogaty program kształtek



Rys. 3: Przekrój połączenia typu tuleja zaciskowa

4.1.4 Narzędzia montażowe



Niebezpieczeństwo zranienia osób i powstania szkód materialnych!

Narzędzia montażowe REHAU mają ostre krawędzie (obcinak do rur, skrobak do rur) lub tworzą połączenia przy dużych siłach zacisku (narzędzia zaciskowe). Nieprofesjonalna obsługa narzędzi może powodować ciężkie rany cięte, zmiżdżenia lub utratę kończyn. Możliwe są również uszkodzenia rur i złączy, które mogą prowadzić do nieszczelności w połączeniu.

- Przed użyciem narzędzia REHAU należy dokładnie przeczytać instrukcję jego obsługi i zawsze jej przestrzegać.
- W przypadku, gdy przy narzędziu nie ma instrukcji obsługi, należy się w nią zaopatrzyć.
- Nie używać uszkodzonych lub działających nieprawidłowo narzędzi i odesłać je do naprawy do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.



Instrukcje obsługi są dostępne jako pliki do pobrania na stronie internetowej **www.rehau.pl**.



Zakres dostawy narzędzia montażowego RAUTOOL można znaleźć w cenniku systemu instalacji przemysłowych RAUPEX.

REHAU oferuje instalatorom różne warianty narzędzi do wykonywania połączeń typu tuleja zaciskowa. Różne warianty narzędzi pozwalają instalatorowi wybrać optymalne rozwiązanie dla danej instalacji.

Wszystkie narzędzia do wykonywania połączeń typu tuleja zaciskowa zostały zaprojektowane tak, że znakomicie sprawdzają się w każdych warunkach budowlanych. Do instalatora należy decyzja, które narzędzie jest optymalnym rozwiązaniem dla danej instalacji.

4.1.4.1 Przegląd narzędzi montażowych

Narzędzia hydrauliczne RAUTOOL H2, RAUTOOL E2 i RAUTOOL A3/A-light2 są wzajemnie kompatybilne i pasują do nich te same zestawy uzupełniające. Szczypce do rur i głowice kielichujące systemu kielichowania REHAU R0 pasują do wszystkich narzędzi do średnicy 32.



Rys. 4: RAUTOOL M1

RAUTOOL M1: Narzędzie ręczne (manualne) z podwójną głowicą widłową. Zakres zastosowania: średnice 16 - 40.



Rys. 5: RAUTOOL H2

RAUTOOL H2: Narzędzie mechaniczno-hydrauliczne z podwójną głowicą widłową. Napędzane za pomocą pompy nożnej/ręcznej. Zakres zastosowania: średnice 16 - 40.



Rys. 6: RAUTOOL E2

RAUTOOL E2: Narzędzie elektryczno-hydrauliczne z podwójną głowicą widłową do montażu połączeń typu tuleja zaciskowa. Napędzane za pomocą elektrycznego agregatu hydraulicznego, który podłączony jest do siłownika węzłem elektryczno-hydraulicznym. Zakres zastosowania: średnice 16 - 40.



Rys. 7: RAUTOOL A3

RAUTOOL A3: Narzędzie hydrauliczne z akumulatorem z podwójną głowicą widłową. Napędzane za pomocą agregatu hydraulicznego, który znajduje się bezpośrednio przy siłowniku urządzenia. Zakres zastosowania: średnice od 16 do 40. Siłownik narzędzia może być stosowany opcjonalnie do kielichowania hydraulicznego.



Rys. 8: RAUTOOL A-light2

RAUTOOL A-light2: Narzędzie hydrauliczne z akumulatorem. Zakres zastosowania: średnice 16-40. Napędzane za pomocą agregatu hydraulicznego, który znajduje się bezpośrednio przy siłowniku urządzenia. Siłownik narzędzia może być stosowany opcjonalnie do kielichowania hydraulicznego.



Rys. 9: RAUTOOL G1

RAUTOOL G1: Duże narzędzie (giga). Zakres stosowania narzędzia: średnice 50 i 63. Średnice 40 i 75-110 jako opcja. Siłownik narzędzia służy do kielichowania rury i do zaciskania tulei. Urządzenie jest napędzane za pomocą agregatu hydraulicznego. W razie potrzeby narzędzie można zaopatrzyć w pompę nożną.



Rys. 10: RAUTOOL G1 125-160

RAUTOOL G1 125-160: Duże narzędzie (giga) elektryczno-hydrauliczne stosowane do średnic 125 i 160.



Narzędzie RAUTOOL G1 125-160 można stosować wyłącznie do wykonywania połączeń rur o średnicach 125 i 160.

4.1.4.2 Wskazówki dotyczące konserwacji



Należy postępować zgodnie ze wszystkimi wskazówkami dotyczącymi konserwacji zamieszczonymi w instrukcjach obsługi poszczególnych narzędzi.



Instrukcje obsługi narzędzi REHAU są dostępne w formie plików do pobrania na stronie internetowej www.rehau.pl.

4.1.5 Wykonywanie połączenia dla średnic 20-40



Nieprzestrzeganie wskazówek może prowadzić do uszkodzenia połączenia, uszkodzenia narzędzia oraz do powstania urazów u ludzi.



Rys. 11
1. Przyciąć rurę na żądaną długość pod kątem prostym i z zachowaniem gładkich krawędzi.



Rys. 12
2. Tuleję zaciskową nasunąć na rurę. Wewnętrzne skośne zatoczenie (frez) musi być skierowane w kierunku końcówki rury.



Rys. 13
3. Kielichować rurę dwukrotnie za pomocą głowicy kielichującej, obracając ją o ok. 30°. Możliwe jest również kielichowanie za pomocą ekspandera (nie przedstawione na rysunku)



Rys. 14
4. Króciec złączki umieścić w kielichu rury. Po chwili złączka zaciśnięta jest na stałe w rurze.



Narzędzie kielichujące umieścić w rurze w całości i nie przekrzywiać. Tuleja zaciskowa nie może znajdować się na kielichowanym odcinku rury.



Rys. 15
5. Przyłożyć narzędzie do połączenia.



Rys. 16
6. Tuleję zaciskową dosunąć aż do pierścienia oporowego złączki. Połączenie typu tuleja zaciskowa jest odporne na ciśnienie i temperaturę bezpośrednio po montażu.



Nie zmieniać kąta położenia narzędzia!
Narzędzie musi być przyłożone na całej powierzchni i pod kątem prostym.

4.1.6 Wykonywanie połączenia dla średnic 40-110



Nieprzestrzeganie wskazówek może prowadzić do uszkodzenia połączenia, uszkodzenia narzędzia oraz do powstania urazów u ludzi. W przypadku rur RAUTHERM-FW od średnicy 110 na miejsce połączenia należy równomiernie nanieść środek ślizgowy REHAU.



Rys. 17
1. Przyciąć rurę na żądaną długość pod kątem prostym i z zachowaniem gładkich krawędzi.



Rys. 18
2. Tuleję zaciskową nasunąć na rurę. Wewnętrzne skośne zatoczenie (frez) musi być skierowane w kierunku końca rury.



Rys. 19
3. Kielichować rurę dwukrotnie za pomocą narzędzia RAUTOOL G1, obracając je o 30°.



Rys. 20
4. Nasunąć kielich na króciec kształtki aż do pierścienia oporowego. Po chwili złączka zaciśnięta jest na stałe w rurze.



Narzędzie kielichujące umieścić w rurze w całości i nie przekrzywiać. Tuleja zaciskowa nie może znajdować się na kielichowym odcinku rury.



Rys. 21
5. Zdemontować głowicę kielichującą.



Rys. 22
6. Zamontować głowice widłowe na siłownik.



Rys. 23
7. Założyć narzędzie na połączenie.



Rys. 24
8. Tuleję zaciskową nasunąć na połączenie aż do pierścienia oporowego złączki. Połączenie typu tuleja zaciskowa jest odporne na ciśnienie i temperaturę bezpośrednio po wykonaniu.



Nie zmieniać kąta położenia narzędzia!
Narzędzie musi być założone całą powierzchnią i pod kątem prostym.

4.1.7 Wykonywanie połączenia dla średnic 125-160



Nieprzestrzeganie wskazówek może prowadzić do uszkodzenia połączenia, uszkodzenia narzędzia oraz do powstania urazów u ludzi.



Rys. 25
1. Przyciąć rurę na żądaną długość za pomocą gilotyny...



Rys. 26
...lub obcinaka do rur.



Rys. 27
2. Tuleję zaciskową nasunąć na rurę. Wewnętrzne skośne zatoczenie (frez) musi być skierowane w kierunku końca rury.



Rys. 28
3. Kielichować rurę dwukrotnie poprzez obrót głowicy kielichującej o 30°.



Narzędzie kielichujące umieścić w rurze w całości i nie przekrzywiać. Tuleja zaciskowa nie może znajdować się na kielichowym odcinku rury.



Rys. 29
4. Czas wsuwania złączki w rurę może być skrócony przez przytrzymanie przycisku kielichowania przy maksymalnie otwartej głowicy kielichującej (czyli w pozycji końcowej w procesie kielichowania).



Rys. 30
5. Złączkę wsunąć w rurę. Po chwili złączka jest zaciśnięta w rurze na stałe (efekt pamięci kształtu).



Rys. 31
6. Między pierścieniem oporowym złączki a końcem rury musi być stały odstęp. W razie konieczności pozycję złączki należy poprawić za pomocą gumowego młotka bezpośrednio po wsunięciu w rurę.



Rys. 32
7. W miejscu połączenia należy na całym obwodzie rury równomiernie rozprowadzić środek ślizgowy.



Stosować tylko środek ślizgowy REHAU!



Rys. 33
8. Do miejsca połączenia przyłożyć narzędzie RAUTOOL G1 125-160



Rys. 34
9. Poprzez naciśnięcie przycisku na siłowniku nasunąć tuleję na połączenie aż do pierścienia oporowego. W razie potrzeby zmienić położenie kołków blokujących przy głowicach widłowych w celu nasunięcia na połączenie tulei zaciskowej w całości.



Rys. 35
10. Połączenie typu tuleja zaciskowa jest odporne na ciśnienie i temperaturę zaraz po wykonaniu.



Nie zmieniać kąta położenia narzędzia!
Narzędzie musi być przyłożone na całej powierzchni i pod kątem prostym.

4.1.8 Demontaż połączenia typu tuleja zaciskowa

Połączenie typu tuleja zaciskowa można zdemontować, a złączka może zostać użyta ponownie. Demontaż połączenia należy wykonać w następujący sposób:

1. Złączkę wraz z tuleją zaciskową i możliwie najkrótszym odcinkiem rury wyciąć z instalacji.
2. Całe połączenie podgrzać gorącym powietrzem do temperatury 135°C.



Uwaga

Niebezpieczeństwo pożaru

Nieprawidłowa obsługa dmuchawy gorącego powietrza może prowadzić do zaprószenia ognia.

3. Po podgrzaniu należy zdjąć tuleję z połączenia za pomocą szczypców i usunąć pozostałości rury RAUPEX.
4. Tuleje zaciskowe i pozostałości rury należy usunąć. Odzyskane po demontażu połączenia złączki po ostygnięciu nadają się do powtórnego użycia, jeśli nie są uszkodzone.

5 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

POŁĄCZENIE TYPU MUFA ELEKTROOPOROWA Z PE

5.1 Informacje i wskazówki bezpieczeństwa



Dla bezpieczeństwa własnego i innych osób, przed rozpoczęciem montażu należy uważnie i w całości przeczytać wskazówki bezpieczeństwa i instrukcję obsługi produktów.

Należy przestrzegać instrukcji obsługi produktów i przechowywać je w odpowiednim miejscu, aby zawsze mieć do nich dostęp.

Jeśli zasady bezpieczeństwa i poszczególne instrukcje montażowe są niezrozumiałe lub niejasne, należy zwrócić się do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.

Stosowanie zgodne z przeznaczeniem

Mufa elektrooporowa może być zainstalowana i użytkowana tylko w sposób opisany w niniejszej informacji technicznej. Każde inne zastosowanie jest niezgodne z przeznaczeniem i tym samym niedopuszczalne.



Podczas montażu należy przestrzegać wszystkich obowiązujących krajowych i międzynarodowych przepisów dotyczących prowadzenia instalacji, montażu, zapobiegania wypadkom oraz bezpieczeństwa, a także wskazówek zawartych w informacji technicznej.

Obszary zastosowań, których nie obejmuje informacja techniczna (zastosowania specjalne), wymagają konsultacji z naszym działem technicznym w najbliższym Biurze Handlowo-Technicznym REHAU.



Ogólne środki ostrożności

Stanowisko pracy utrzymywać w czystości i nie zastawiać go zbędnymi przedmiotami.

Zapewnić wystarczające oświetlenie stanowiska pracy.

Nie wolno dopuszczać do miejsca pracy i do narzędzi dzieci, zwierząt domowych i osób nieupoważnionych. Dotyczy to szczególnie modernizacji zamieszkiwanych pomieszczeń.

Połączenie za pomocą mufy elektrooporowej można wykonywać tylko używając przeznaczonych do tego komponentów. Stosowanie elementów nie należących do systemu lub użycie narzędzi, które nie są przeznaczone do obróbki złązek mufy elektrooporowej może prowadzić do wypadku lub powodować inne zagrożenia.



Odzież robocza

Należy nosić okulary ochronne, odpowiednią odzież roboczą, buty ochronne, kask, a w przypadku długich włosów również siatkę na włosy. Unikać obszernych ubrań i biżuterii, które mogą zahaczać o ruchome części.

Podczas prac montażowych wykonywanych na wysokości głowy lub powyżej, należy nosić kask ochronny.



Podczas montażu

- Należy zapoznać się z instrukcją obsługi stosowanego narzędzia montażowego i zawsze jej przestrzegać.
- Skrobaki i obcinaki do rur REHAU mają ostre krawędzie. Należy je przechowywać i obsługiwać w taki sposób, aby wykluczyć ryzyko zranienia.
- Przy obcinaniu rur należy zachować odstęp bezpieczeństwa między ręką a narzędziem tnącym.
- Podczas obcinania rury nie sięgać do strefy pracy narzędzia lub w pobliże ruchomych części.
- Przy pracy z uniwersalnymi uchwytami mocującymi REHAU istnieje niebezpieczeństwo powstania urazów.
- Podczas prac konserwacyjnych, naprawczych, wymiany narzędzi oraz podczas zmiany miejsca montażu należy wyjmować wtyczkę narzędzi z gniazda elektrycznego i zabezpieczać je przed przypadkowym włączeniem.



Aktualność informacji technicznej

Dla własnego bezpieczeństwa i zapewnienia prawidłowego użycia produktów REHAU, należy sprawdzać regularnie, czy nie ukazało się zaktualizowane wydanie posiadanej przez Państwa informacji technicznej. Data wydania dokumentu jest wydrukowana zawsze w dolnym rogu okładki.

Aktualna informacja techniczna jest dostępna w Biurze Handlowo-Technicznym REHAU, w hurtowni, a także jako plik do pobrania na stronie internetowej www.rehau.pl

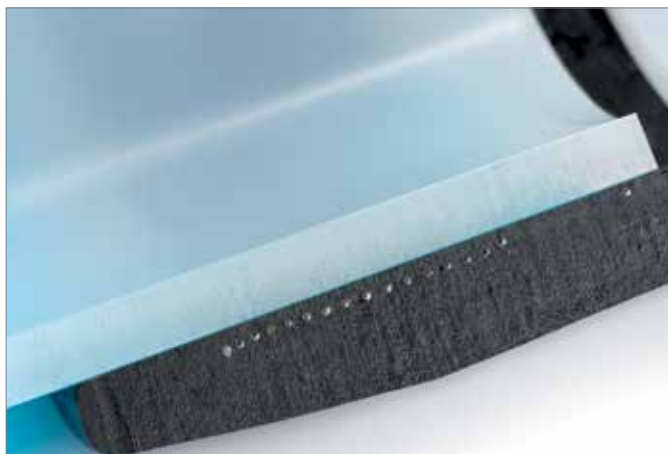
5.2 Opis ogólny

W kształtkach elektrooporowych REHAU zatopiony jest drut elektrooporowy. Na skutek przepływu prądu drut elektrooporowy zostaje podgrzany do wymaganej temperatury i następuje proces zgrzewania rury. Każda kształtka wyposażona jest również w zintegrowany czujnik oporności, który umożliwia automatyczne ustawienie parametrów zgrzewania na zgrzewarce REHAU. Kod identyfikacyjny, znajdujący się na wszystkich kształtkach elektrooporowych, umożliwia zastosowanie dostępnych na rynku zgrzewarek z czynnikiem.

Dzięki bolcom, które w trakcie zgrzewania wychodzą nad powierzchnię, można sprawdzić wzrokowo, czy zgrzewanie zostało wykonane prawidłowo. W przypadku rur z polimerycznych tworzyw sztucznych może dojść do utlenienia warstwy zewnętrznej pod wpływem warunków atmosferycznych. Dlatego też bezpośrednio przed zgrzewaniem należy usunąć warstwę zewnętrzną poprzez zeszkobanie lub wykrojenie.



Rys. 36: Przekrój połączenia typu mufa elektrooporowa



Rys. 37: Wtopiony drut elektrooporowy

5.3 Materiał wykonania

Mufy elektrooporowe REHAU wykonane są z czarnego, stabilizowanego przeciw promieniowaniu UV polietylenu (PE 100).

Wskaźnik płynięcia MFI 190/5 wynosi 0,3 – 1,7 g/10 min. wg normy PN-EN ISO 1133.

5.4 Zakres stosowania

Temperatura [°C]	Maks. ciśnienie [bar]	Czas eksploatacji [lata]
20	16,0	50
30	13,5	50
40	11,6	50
50	9,5	15

Współczynnik bezpieczeństwa 1,25; medium: woda i powietrze

Tab. 5: Zakres stosowania muf elektrooporowych PN 16 z PE 100 bez Light Fit wg DIN 8075 (granice możliwości stosowania są zmienne w konkretnych zastosowaniach)

5.5 Narzędzia montażowe

5.5.1 Zgrzewarka monomatic



Rys. 38: Zgrzewarka REHAU monomatic

Zgrzewarka REHAU monomatic jest w pełni zautomatyzowana. Posiada stabilną obudowę i podświetlany wyświetlacz. Możliwa jest zmiana języka menu. Przed zgrzewaniem kształtkę podłącza się za pomocą dwóch kabli – czarnego i czerwonego, przy czym kabel czerwony należy podłączyć do styku oznaczonego również kolorem czerwonym. Zgrzewarka ustawia automatycznie parametry zgrzewania na podstawie analizy oporu drutu zgrzewającego zabudowanego w kształtce. Proces zgrzewania kontrolowany jest automatycznie w oparciu o zaprogramowaną krzywą prądową. W przypadku wystąpienia błędu w procesie zgrzewania urządzenie informuje o tym sygnałem dźwiękowym i komunikatem na wyświetlaczu.

Firma instalatorska wykonująca połączenia musi zapewnić prawidłową konserwację stosowanych urządzeń.

Wskazówka dotycząca użytkowania

Przedłużacz

W celu przedłużenia kabla sieciowego należy przestrzegać następujących zasad:

Długość kabla	Przekrój
do 20 m	3 x 1,5 mm ²
20 – 50 m	3 x 2,5 mm ²
50 – 100 m	3 x 4,0 mm ²



Nie wolno przedłużać przewodu zgrzewającego!

Zastosowanie generatora

- najpierw włączyć generator, później podłączyć zgrzewarkę
- do generatora nie powinno być podłączone żadne inne urządzenie odbiorcze
- napięcie jałowe powinno być ustawione na około 260 V
- odłączyć zgrzewarkę od generatora, zanim generator zostanie wyłączony
- użyteczna wydajność generatora zmniejsza się o 10% na każde 1000 m długości kabla
- przed rozpoczęciem procesu zgrzewania proszę sprawdzić, czy zbiornik paliwa w generatorze jest pełny

Dla uniknięcia uszkodzenia zgrzewarki i zapewnienia, że zintegrowane z urządzeniem funkcje kontrolne nie przerwą procesu zgrzewania, generator musi spełniać następujące wymagania:

- musi nadawać się do sterowania fazowego i obciążenia indukcyjnego
- ustawialne napięcie biegu jałowego na 245 V do 260 V
- prąd obciążenia (wyjściowy) 18 A na fazę
- stabilne napięcie obciążenia i prędkość obrotowa również przy szybkich zmianach obciążeń
- zalecane generatory synchroniczne z mechaniczną regulacją prędkości obrotowej
- przepięcia nie mogą przekraczać 800 V

Dane znamionowe generatora: 1-fazowy 230/240 V, 50/60 Hz

Średnica	Dane znamionowe
20-75 mm	2 kW
90-160 mm	3,2 kW
160-355 mm	4,5 kW (regulacja mechaniczna) 5 kW (regulacja elektroniczna)

Aby zagwarantować bezawaryjną pracę generatorów ze źle działającą regulacją lub nie utrzymujących stałego napięcia, gwarantowana wydajność musi być 3 – 3,5 razy większa od obciążenia. Generatory z elektroniczną regulacją należy wcześniej przetestować, ponieważ niektóre urządzenia charakteryzują się zmienną prędkością obrotową, co prowadzi do silnych przepięć.

Napięcie wejściowe (AC)	230 V (185-300 V)
Częstotliwość wejściowa	50 Hz (40-70 Hz)
Natężenie prądu wejściowe	16 A
Napięcie wyjściowe	40 V
Natężenie prądu wyjściowe	max. 60 A
Moc	2600 VA / 80 % ED
Zakres temperatur	-10 °C do +50 °C
Bezpieczeństwo urządzeń	CE, IP 54
Waga	ca. 18 kg
Dł. przewodu zasilającego	4,5 m
Dł. przewodu zgrzewającego	4,7 m
Wyświetlacz	2 x 20 znaków z podświetleniem
Wymiary	440 x 380 x 320 mm
Wprowadzenie danych	automatyczne
Nadzór elektryczny, wejście	napięcie / natężenie prądu / częstotliwość
Nadzór elektryczny, wyjście	napięcie, styk, opór, zwarcie, krzywa natężenia prądu, czas zgrzewania, temperatura robocza
Sygnalizacja błędów	ciągły sygnał ostrzegawczy, informacja na wyświetlaczu

Tab. 6: Dane techniczne zgrzewarki REHAU monomatic do muf elektrooporowych



Przy zastosowaniu zgrzewarki w wersji 110 V, generator musi spełniać w niektórych przypadkach inne wymagania. Informacje uzyskają Państwo w regionalnym Biurze Handlowo-Technicznym REHAU.



Konserwacja

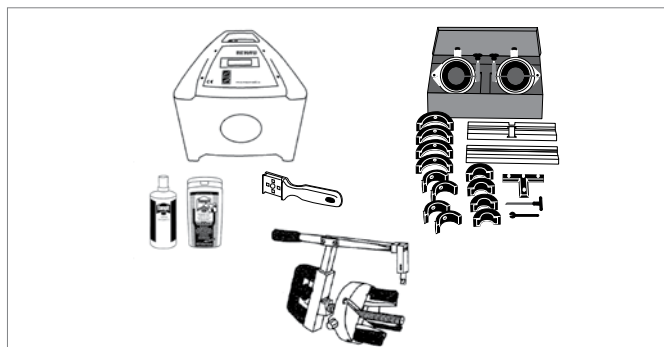
Zgrzewarkę monomatic należy poddawać konserwacji co 12 miesięcy lub po 200 roboczogodzinach (w zależności od tego, który warunek będzie spełniony jako pierwszy).



Proszę zapoznać się z instrukcją obsługi i używać urządzenia wyłącznie zgodnie z jego przeznaczeniem.

5.5.2 Skrobak i obcinak do rur

REHAU oferuje duży wybór narzędzi służących do cięcia rur i przygotowania ich końców do połączenia za pomocą mufy elektrooporowej. Szczegółowe informacje o narzędziach znajdują Państwo w aktualnym cenniku.



Rys. 39: Narzędzia do wykonywania połączenia za pomocą mufy elektrooporowej

5.6 Wykonanie połączenia



Rys. 40
1. Przyciąć rurę na żądaną długość pod kątem prostym i z zachowaniem gładkich krawędzi.



Rys. 41
2. Zaznaczyć odcinek rury, z którego zostanie usunięta powłoka wg tabeli 7.

Średnica	Powłoka do usunięcia na odcinku:
20	30 mm
25	30 mm
32	35 mm
40	39 mm
50	44 mm
63	53 mm
75	56 mm
90	66 mm
110	67 mm
125	80 mm
160	81 mm

Tab. 7: Odcinek rury, z którego należy usunąć warstwę zewnętrzną w zależności od średnicy rury.



Rys. 42
3. Dokładnie usunąć wierzchnią warstwę za pomocą ręcznego skrobaka. Nie wychodzić poza zaznaczony obszar.



Rys. 43
4. W przypadku stosowania skrobaka automatycznego nie trzeba zaznaczać powierzchni do usunięcia. Powierzchnię rury skrobać tylko raz!



Rys. 44
5. Obszar zgrzewany należy oczyścić z tłuszczu i kurzu. W razie potrzeby użyć środka czyszczącego Tangit.



Rys. 45
6. Mufy elektrooporowe należy rozpakować z worków PE. W razie potrzeby wyczyścić mufy środkiem Tangit.



Rys. 46
7. Nasunąć mufę elektrooporową na końcówkę rury.



Rys. 47
8. Koniec drugiej rury wsunąć w mufę, tak aby odcinek rury bez powłoki był całkowicie wsunięty w mufę.



Rys. 48
9. Podłączyć zgrzewarkę; czerwony przewód włożyć do czerwonego styku. Parametry zgrzewania ustawiane są automatycznie.



Rys. 49
10. Naciśnięcie przycisku „Start” zgrzewarki.



Rys. 50
11. Sprawdzić ustawienie, a w przypadku gdy część rury bez powłoki jest widoczna, ponownie wsunąć rurę do mufy.



Porównać parametry na wyświetlaczu z wartościami podanymi na kształtce elektrooporowej.



Podczas zgrzewania w rurach i w połączeniu nie może być żadnych naprężeń. W razie potrzeby należy zastosować uchwyty mocujące.



Rys. 51
12. Ponowne naciśnięcie przycisku „Start” rozpoczyna proces zgrzewania.



Rys. 52
13. Po zakończeniu zgrzewania włączy się sygnał dźwiękowy. Na wyświetlaczu pojawi się napis „OK”. Wyjąć przewody z gniazd.



W czasie chłodzenia podanym na kształtce elektrooporowej „cool... min” połączenie nie może być obciążone mechanicznie. Dopiero po upływie czasu chłodzenia instalacja może być obciążona pełnym ciśnieniem roboczym.

Średnica	Czas chłodzenia
20-63	20 min
75-110	30 min
125	45 min
160	70 min

Tab. 8: Czasy chłodzenia muf elektrooporowych

5.7 Montaż nawiertki siodełkowej

Dzięki zastosowaniu nawiertki siodełkowej możliwe jest podłączenie do instalacji znajdującej się pod ciśnieniem kolejnego przyłącza bez wycieku medium. Strefa zgrzewania nawiertki znajduje się tylko w obrębie otworu odejścia. Dlatego ten sposób montażu różni się od montażu z zastosowaniem mufy.



Rys. 53: Przekrój nawiertki siodełkowej



Rys. 54
1. Dolną część nawiertki siodełkowej przyłożyć do rury w wymaganym miejscu i zaznaczyć obszar zgrzewania.



Rys. 55
2. Usunąć warstwę wierzchnią (o grubości ok. 0,2 mm) z zaznaczonej powierzchni rury.



Rys. 56
3. Obszar zgrzewania musi być czysty. W razie potrzeby oczyścić go z kurzu i tłuszczu przy pomocy środka Tangit.



Rys. 57
4. Umocować nawiertkę siodełkową.



Rys. 58
5. Podłączyć zgrzewarkę; czerwony przewód włożyć do czerwonego gniazda. Parametry zgrzewania ustawiane są automatycznie.



Rys. 59
6. Naciśnąć przycisk „Start” na zgrzewarce w celu rozpoczęcia procesu zgrzewania i postępować zgodnie ze wskazówkami na wyświetlaczu. Porównać parametry zgrzewania na wyświetlaczu z wartościami podanymi na nawiertce siodełkowej.



Rys. 60
7. Po zakończeniu zgrzewania włączy się sygnał dźwiękowy. Przewody wyjąć z gniazda.



Rys. 61
8. Po 20 minutach chłodzenia wykonać podłączenie kolejnego przyłącza. Następnie przeprowadzić w instalacji próbę ciśnieniową podejścia.



Rys. 62
9. Po wykonaniu próby ciśnieniowej wkręcić do rury głównej przebijak ręczny za pomocą klucza imbusowego.



Rys. 63
10. Po zrobieniu otworu w rurze głównej wykręcić przebijak ręczny przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.



Rys. 64
11. Wyciągnąć prowadnicę klucza imbusowego.



Rys. 65
12. Założyć nakrętkę zaślepiającą.

5.8 Wskazówki dotyczące zgrzewania za pomocą muf elektrooporowych i nawierteł siodełkowych



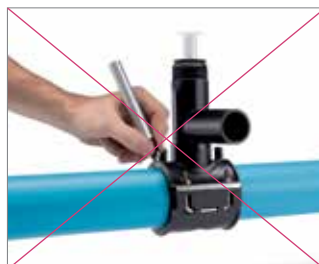
Temperatura wykonywania połączeń rur za pomocą muf, nawierteł i zgrzewarki musi mieścić się w zakresie -10°C - $+45^{\circ}\text{C}$.



Rys. 66
Do zaznaczania obszaru zgrzewania użyć pisaka w kolorze innym niż rura.



Rys. 67
Nie stosować muf do zaznaczania obszaru zgrzewania.



Rys. 68
Nie stosować nawiertki siodełkowej do zaznaczania obszaru zgrzewania.



Rys. 69
Nie wychodzić ręcznym skrobakiem poza zaznaczony obszar.



Rys. 70
W celu usunięcia wierzchniej warstwy za pomocą skrobaka automatycznego czynność wykonywać tylko raz, pozostałości warstwy wierzchniej nie wpływają na proces zgrzewania; najważniejsze jest usunięcie najbardziej zewnętrznej warstwy (warstwy tlenowej).



Rys. 71
Rury z warstwą EVOH (antydyfuzyjną) nie mogą być stosowane w połączeniu z mufami elektrooporowymi z PE.



Rys. 72
Nie należy dotykać powierzchni przygotowanej do zgrzewania.



Rys. 73
Nie dotykać wnętrza mufy elektrooporowej.



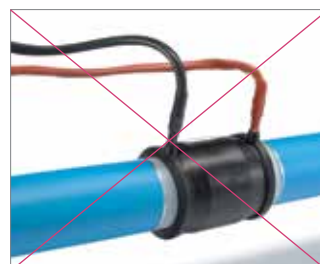
Rys. 74
Powierzchnia do zgrzewania nie może być mokra lub zabrudzona.



Rys. 75
Do czyszczenia nie używać zabrudzonych ściereczek. Stosować wyłącznie nowe, niefarbowane, niewłókniste, chłonne ręczniki celulozowe.



Rys. 76
Poza środkiem czyszczącym Tangit (przestrzegać instrukcji bezpieczeństwa) można stosować również 99% alkohol etylowy ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).



Rys. 77
Nie należy zgrzewać połączenia rur, które nie są wsunięte do oporu w kształtkę.



Rys. 78
Jeżeli mufa będzie użyta jako nasuwka, należy usunąć kolki oporowe.



Rys. 79
Na zgrzewie mufy elektrooporowej widoczne są bolce oznaczające końcówki rury.



Rys. 80
Na nawiertakach siodełkowych widoczny jest tylko jeden oznacznik.



W trakcie zgrzewania rury nie mogą być poddawane żadnym naprężeniom. W tym celu należy użyć specjalnych uchwytów i zacisków. Po upływie czasu podanego na złączkach („cool:...min”) można zdjąć mocowania.

Nie wolno ruszać rur w trakcie procesu zgrzewania.

Podczas zgrzewania nie wyciągać przewodu zasilającego zgrzewarkę z gniazda sieciowego.

Jeśli zgrzewarka zasygnalizuje błąd, należy zdemontować mufy elektrooporowe i ponownie wykonać połączenie, stosując nowe mufy.

Wszystkie czynności związane z procesem zgrzewania muszą być przeprowadzane bezpośrednio jedna po drugiej.

W przypadku trudności z nasunięciem mufy na rurę należy zmierzyć średnicę zewnętrzną, porównać wynik z poniższą tabelą i w razie potrzeby ponownie wykonać skrobanie warstwy wierzchniej.

Średnice	różnica po skrobaniu
20 -160	-0,4 mm

Tab. 9: Minimalne wymiary średnicy zewnętrznej.

5.9 Obejma zaciskowa

Obejma zaciskowa jest stosowana alternatywnie do nawiertki siodełkowej z tą różnicą, że instalacja nie może znajdować się pod ciśnieniem i musi zostać opróżniona.



Wskazówki do montażu obejmy zaciskowej

W pierwszej kolejności następuje zgrzewanie obejmy zaciskowej, a następnie wykonanie otworu.

Otwór należy wykonać przy użyciu odpowiedniego narzędzia, tak aby nie powstawały drobne odpady z rury.

W celu uzyskania wyczerpujących informacji proszę zwrócić się do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.



Rys. 81: Obejma zaciskowa

6 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

POŁĄCZENIE TYPU MUFA ELEKTROOPOROWA FUSAPEX Z PE-X

Informacje i wskazówki bezpieczeństwa



Aktualność informacji technicznej

Ze względów bezpieczeństwa, oraz aby prawidłowo stosować nasze produkty, prosimy o regularne sprawdzanie, czy nie ukazało się zaktualizowane wydanie posiadanej przez Państwa informacji technicznej. Data wydania informacji technicznej jest zawsze wydrukowana w lewym dolnym rogu okładki.

Aktualną wersję informacji technicznej otrzymają Państwo w Biurze Handlowo-Technicznym REHAU, w hurtowni, a także na stronie internetowej www.rehau.pl w formie pliku do pobrania.

Wskazówki bezpieczeństwa oraz instrukcja obsługi

- Dla własnego bezpieczeństwa i bezpieczeństwa innych osób przed rozpoczęciem montażu należy uważnie i dokładnie przeczytać instrukcję obsługi i wskazówki dotyczące bezpieczeństwa.
- Instrukcję obsługi należy przechowywać w odpowiednim miejscu, aby zawsze mieć do niej dostęp.
- Jeżeli zasady bezpieczeństwa lub poszczególne instrukcje montażowe są niezrozumiałe lub niejasne, należy zwrócić się do regionalnego Biura Handlowo-Technicznego REHAU
- **Nieprzestrzeganie wskazówek bezpieczeństwa może doprowadzić do szkód materialnych i osobowych**



Stosowanie zgodne z przeznaczeniem

System instalacji przemysłowych RAUPEX może być zainstalowany i używany tylko w sposób opisany w niniejszej informacji technicznej. Każde inne zastosowanie jest niezgodne z przeznaczeniem i tym samym niedopuszczalne.



Podczas montażu należy przestrzegać wszystkich obowiązujących krajowych i międzynarodowych przepisów dotyczących prowadzenia instalacji, montażu, zapobiegania wypadkom oraz BHP, a także wskazówek zawartych w niniejszej informacji technicznej.

Ponadto należy przestrzegać obowiązujących przepisów prawa, norm, wytycznych technicznych, przepisów (np. PN, EN, ISO, VDE), jak również przepisów ochrony środowiska, ustaleń stowarzyszeń technicznych oraz zarządzeń lokalnych przedsiębiorstw użyteczności publicznej.

Obszary zastosowań, których nie obejmuje informacja techniczna (zastosowania specjalne), wymagają konsultacji z naszym działem technicznym w najbliższym Biurze Handlowo-Technicznym REHAU.

Wytyczne projektowania i układania są bezpośrednio powiązane z danym produktem REHAU. Po części odnoszą się do ogólnie obowiązujących norm i przepisów.

Każdorazowo należy sprawdzać aktualny stan obowiązujących wytycznych, norm i przepisów.

Ponadto należy przestrzegać norm, przepisów i wytycznych, w szerszym zakresie dotyczących projektowania, instalacji i eksploatacji rurociągów przemysłowych, a nie będących częścią niniejszej informacji technicznej.



Ogólne środki ostrożności

- Stanowisko pracy utrzymywać w czystości i nie zastawiać go zbędnymi przedmiotami.
- Zapewnić wystarczające oświetlenie stanowiska pracy.
- Należy uniemożliwić dzieciom i zwierzętom domowym oraz nieupoważnionym osobom dostęp do narzędzi i miejsc montażu. Dotyczy to przede wszystkim modernizacji zamieszkiwanych pomieszczeń.
- Używać wyłącznie komponentów przeznaczonych dla danego systemu rurowego REHAU. Stosowanie elementów nienależących do systemu lub użycie narzędzi, które nie pochodzą z danego systemu rurowego REHAU, może doprowadzić do wypadku lub stworzyć inne zagrożenia.

Wymagania odnośnie personelu

- Prace przy montażu naszych systemów mogą być wykonywane tylko przez osoby przeszkolone w tym zakresie.
- Prace przy urządzeniach elektrycznych lub elementach instalacji mogą być wykonywane tylko przez autoryzowany i wyszkolony w tym zakresie personel

Odzież robocza

- Nosić okulary ochronne, odpowiednią odzież roboczą, buty ochronne, kask, a w przypadku długich włosów również siatkę na włosy.
- Unikać biżuterii i obszernych ubrań, które mogą zahaczać o ruchome części.
- Podczas prac montażowych wykonywanych na wysokości głowy lub powyżej nosić kask ochronny

Podczas montażu

- Przeczytać i zawsze przestrzegać instrukcji obsługi stosowanego narzędzia montażowego REHAU.
- Niewłaściwe obchodzenie się z narzędziami może być przyczyną poważnych ran ciętych, zmiężdżenia lub amputacji części ciała.
- Niewłaściwe obchodzenie się z narzędziami może być przyczyną uszkodzenia elementów łącznych lub prowadzić do nieszczelności połączenia.
- Skrobaki i obcinaki do rur REHAU mają ostre krawędzie. Należy je odpowiednio przechowywać i korzystać z nich w taki sposób, aby wykluczyć ryzyko zranienia.
- Podczas docinania rur należy zachować bezpieczny odstęp między ręką a narzędziem tnącym.
- Podczas cięcia nie sięgać ręką w strefę pracy narzędzia lub w pobliże ruchomych części.
- Po zakończeniu procesu kielichowania rozszerzony koniec rury powraca do swej pierwotnej formy (efekt pamięci kształtu). W tej fazie nie wolno wsuwać żadnych przedmiotów w rozszerzony kielich.
- W trakcie wykonywania połączenia wciskowego nigdy nie chwytać rury w strefie pracy narzędzia, ani też jego ruchomych części.
- Aż do końca procesu wciskania kształtka może wypaść z rury – niebezpieczeństwo zranienia.
- Podczas prac konserwacyjnych, naprawczych, wymiany narzędzi oraz podczas zmiany miejsca montażu należy wyjmować wtyczkę narzędzia z gniazdka elektrycznego i zabezpieczać przed przypadkowym włączeniem.

Parametry eksploatacyjne

- Jeśli nastąpi przekroczenie parametrów eksploatacyjnych, dochodzi do nadmiernego obciążenia rury i połączenia. Z tego względu przekroczenie parametrów eksploatacyjnych jest niedopuszczalne.
- Celem zachowania parametrów eksploatacyjnych należy zastosować urządzenia zabezpieczające i regulacyjne (np. reduktory ciśnienia, zawory bezpieczeństwa itp.).

6.1 Wytyczne dotyczące montażu mufy



Wytyczne dotyczące montażu mufy FUSAPEX

Połączenia z zastosowaniem złączek elektrooporowych FUSAPEX mogą być wykonywane wyłącznie przez personel przeszkolony w zakresie produktu FUSAPEX.

Podmiot wykonujący połączenie za pomocą mufy FUSAPEX ponosi odpowiedzialność za odpowiednie przeszkolenie personelu.

Aby prawidłowo wykonywać połączenia z zastosowaniem mufy FUSAPEX, wymagane jest szkolenie oraz zdany egzamin końcowy.

Podmiot wykonujący połączenie za pomocą mufy FUSAPEX ponosi odpowiedzialność za to, aby szkolenie personelu przeprowadził instruktor FUSAPEX autoryzowany przez REHAU.

Szkolenie jest ważne tylko przez wskazany okres i należy je powtórzyć po upływie jego ważności.

Jako dowód szkolenia osoba przeszkolona otrzymuje kartę instalatora FUSAPEX z osobistym numerem identyfikacyjnym. Przy montażu należy mieć przy sobie kartę instalatora FUSAPEX. Bezpośrednio po prawidłowo przeprowadzonym zgrzewaniu należy umieścić na złączce mufy elektrooporowej FUSAPEX osobisty numer identyfikacyjny oraz aktualną datę.

Podmiot wykonujący połączenie jest odpowiedzialny za przeprowadzenie prac zgodnie z aktualną wersją informacji technicznej.

6.2 Komponenty systemu

6.2.1 Mufa elektrooporowa FUSAPEX

Mufa elektrooporowa FUSAPEX wykonana z sieciowanego polietylenu (PE-X) służy do szybkiego, łatwego i pewnego łączenia rur wykonanych z PE-X dla temperatury roboczej od -40 °C do +95 °C.

Dzięki połączeniu systemów rur przemysłowych REHAU oraz systemów ciepłowniczych otwierają się nowe możliwości zastosowania.

Tym samym można uniknąć połączenia różnych systemów instalacji, zgodnie z zasadą „wszystko z jednej ręki”.

Aby prawidłowo wykonywać połączenia z zastosowaniem mufy FUSAPEX wymagane jest szkolenie oraz zdany egzamin końcowy. Jako dowód szkolenia osoba przeszkolona otrzymuje kartę instalatora FUSAPEX z osobistym numerem identyfikacyjnym (patrz punkt 6.2.3).

6.2.1.1 Charakterystyka

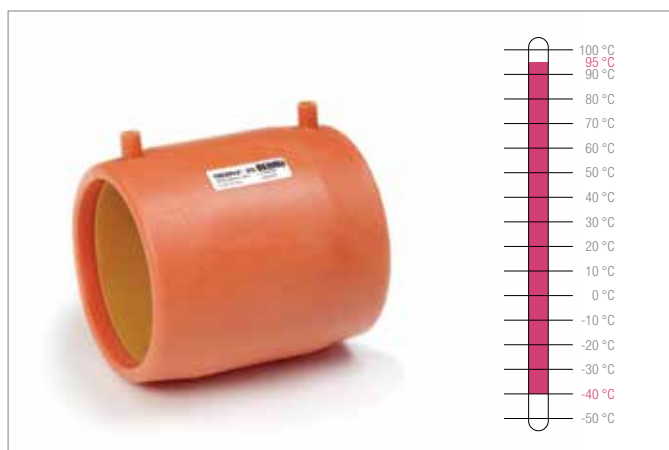
Złączki elektrooporowe FUSAPEX produkowane są z sieciowanego polietylenu i mogą służyć do łączenia następujących rur z PE-Xa:

RAUPEX-A
RAUPEX-K
RAUPEX-O
RAUPEX-UV
RAUTHERM-FW
RAUTHERMEX
RAUVITHERM

FUSAPEX jest zarejestrowanym znakiem handlowym firmy REHAU.

Złączki elektrooporowe FUSAPEX z wyżej wymienionymi rurami mogą być stosowane w następujących systemach:

- sieciach ciepłowniczych
- zaopatrzeniu w ciepłą i zimną wodę
- instalacjach gazów niepalnych
- transporcie substancji stałych
- oraz wielu innych instalacjach przemysłowych



Rys. 82: Temperatury robocze muf FUSAPEX

6.2.1.2 Właściwości

Kształtki elektrooporowe FUSAPEX wyposażone są w zintegrowany drut elektrooporowy. Dzięki przepływającemu prądowi drut rozgrzewa się do momentu osiągnięcia temperatury wymaganej do spojenia materiałów. Każda kształtka elektrooporowa posiada swój wewnętrzny opór, który zapewnia automatyczne nastawienie parametrów zgrzewania w zgrzewarce monomatic.

6.2.1.3 Dane techniczne

Kształtki elektrooporowe FUSAPEX wykonane są ze stabilizowanego na promieniowanie UV polietylenu sieciowanego PE-Xb w kolorze pomarańczowym.



Rys. 83: Mufy elektrooporowe FUSAPEX

6.2.1.4 Odporność chemiczna

Kształtki elektrooporowe FUSAPEX, jak również rury PE-Xa, charakteryzują się dobrą odpornością na chemikalia. Współczynniki bezpieczeństwa i odporność na temperaturę zależą od rodzaju przesyłanego medium i częściowo różnią się od wartości charakterystycznych dla wody. Dla różnych przypadków zastosowań zakresy użytkowe mogą się zmieniać (patrz tab. 10 – 13). Jeżeli kształtki elektrooporowe FUSAPEX miałyby zostać zastosowane do transportu chemikaliów, prosimy o kontakt z działem technicznym REHAU.

6.2.1.5 Klasyfikacja warunków eksploatacji wg PN-EN ISO 15875

Ponieważ w przypadku większości instalacji temperatury nie zawsze są stałe, zalecane jest zbiorcze oszacowanie temperatury. Odpowiednie zastosowania ujęto w normie PN-EN ISO 15875 w określonych klasach. Wymagania obowiązujące dla różnych okresów eksploatacji według normy PN-EN ISO 15875 przedstawiono w tabelach 10-13.

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie eksploatacyjne dla przedstawionych klas zastosowań wynosi **6 bar**.

Każda klasa uwzględnia czas użytkowania 50 lat odnoszący się do typowego zakresu zastosowania. Wszystkie przedstawione obszary zastosowań są zaleceniami, a nie wytycznymi obowiązkowymi.

Klasa 1: Zaopatrzenie w ciepłą wodę (60 °C)

Temperatura:	Czas eksploatacji:
60 °C	49 lat
80 °C	1 rok
95 °C	100 godzin
Razem	50 lat

Tab. 10: Temperatury zgodne z PN-EN ISO 15875 Klasa 1

Klasa 2: Zaopatrzenie w ciepłą wodę (70 °C)

Temperatura:	Czas eksploatacji:
70 °C	49 lat
80 °C	1 rok
95 °C	100 godzin
Razem	50 lat

Tab. 11: Temperatury zgodne z PN-EN ISO 15875 Klasa 2

Klasa 4: Ogrzewanie niskotemperaturowe

Temperatura:	Czas eksploatacji:
20 °C	2,5 roku
40 °C	20 lat
60 °C	25 lat
70 °C	2,5 roku
100 °C	100 godzin
Razem	50 lat

Tab. 12: Temperatury zgodne z PN-EN ISO 15875 Klasa 4

Klasa 5: Ogrzewanie wysokotemperaturowe

Temperatura:	Czas eksploatacji:
20 °C	14 lat
60 °C	25 lat
80 °C	10 lat
90 °C	1 rok
100 °C	100 godzin
Razem	50 lat

Tab. 13: Temperatury zgodne z PN-EN ISO 15875 Klasa 5

Zakresy zastosowań wg tabel 10-13 mogą zmieniać się w konkretnych przypadkach.

6.2.2 Narzędzia montażowe

6.2.2.1 Zgrzewarka monomatic



Rys. 84: Zgrzewarka monomatic

Oferowana przez REHAU zgrzewarka monomatic jest w pełni zautomatyzowana. Posiada ona stabilną obudowę i podświetlany wyświetlacz. Menu można ustalić w języku ojczystym. Złączkę podłącza się do urządzenia za pomocą dwóch kabli o różnych kolorach (czarnym i czerwonym).

Kabel czerwony należy podłączyć do czerwonego styku na złączce. Dzięki wbudowanemu w złączkę elektrooporowemu oporowi zgrzewarka automatycznie ustawia parametry zgrzewania. Proces zgrzewania jest automatycznie kontrolowany za pomocą krzywej prądu. O ewentualnych błędach użytkownik informowany jest za pomocą sygnału dźwiękowego i komunikatu na wyświetlaczu.

Podmiot wykonujący połączenia powinien zagwarantować użytkowanie sprzętu konserwowanego zgodnie z przepisami.

Wskazówki eksploatacyjne



Konserwacja

Zgrzewarkę monomatic należy poddawać konserwacji co 12 miesięcy lub 200 roboczogodzin (w zależności od tego, który przypadek nastąpi wcześniej).

Przedłużacz

W celu przedłużenia kabla sieciowego należy przestrzegać następujących zasad:

Długość kabla	Przekrój
do 20 m	3 x 1,5 mm ²
20 – 50 m	3 x 2,5 mm ²
50 – 100 m	3 x 4,0 mm ²



Nie wolno przedłużać przewodu zgrzewającego.

Zastosowanie generatora

- najpierw włączyć generator, później podłączyć zgrzewarkę
- do generatora nie powinno być podłączone żadne inne urządzenie odbiorcze
- napięcie jałowe powinno być ustawione na około 260 V
- odłączyć zgrzewarkę od generatora, zanim generator zostanie wyłączony
- użyteczna wydajność generatora zmniejsza się o 10% na każde 1000 m długości kabla
- zanim rozpocznie się proces zgrzewania, należy sprawdzić, czy zbiornik paliwa w generatorze jest pełen

Aby uniknąć uszkodzenia zgrzewarki i zapewnić, że zintegrowane z urządzeniem funkcje kontrolne nie przerwą procesu zgrzewania, generator musi spełniać następujące wymagania:

- musi nadawać się do sterowania fazowego i obciążenia indukcyjnego
- ustawialne napięcie biegu jałowego na 245 V do 260 V
- prąd obciążenia (wyjściowy) 18 A na fazę
- stabilne napięcie obciążenia i prędkość obrotowa również przy szybkich zmianach obciążeń
- zalecane generatory synchroniczne z mechaniczną regulacją prędkości obrotowej
- przepięcia nie mogą przekraczać 800 V

Dane znamionowe generatora: 1-fazowy 230/240 V, 50/60 Hz

Średnica	Dane znamionowe
20-75 mm	2 kW
90-160 mm	3,2 kW
160-355 mm	4,5 kW (regulacja mechaniczna) 5 kW (regulacja elektroniczna)

Aby zagwarantować bezawaryjną pracę generatorów ze źle działającą regulacją lub nie utrzymujących stałego napięcia, gwarantowana wydajność musi być 3 – 3,5 razy większa niż obciążenie. Generatory z elektroniczną regulacją należy wcześniej przetestować, ponieważ niektóre urządzenia charakteryzują się zmienną prędkością obrotową, co prowadzi do silnych przepięć.

Napięcie wejściowe (AC)	230 V (185-300 V)
Częstotliwość wejściowa	50 Hz (40-70 Hz)
Natężenie prądu wejściowe	16 A
Napięcie wyjściowe	40 V
Natężenie prądu wyjściowe	maks. 60 A
Moc	2600 VA / 80 % ED
Zakres temperatur	-10 °C do +50 °C
Bezpieczeństwo urządzeń	CE, IP 54
Waga	ok. 18 kg
Dł. przewodu zasilającego	4,5 m
Dł. przewodu grzewającego	4,7 m
Wyświetlacz	2 x 20 znaków z podświetleniem
Wymiary	440 x 380 x 320 mm
Wprowadzenie danych	automatyczne
Nadzór elektryczny, wejście	napięcie / natężenie prądu / częstotliwość
Nadzór elektryczny, wyjście	napięcie, styk, opór, zwarcie, krzywa natężenia prądu, czas grzewania, temperatura robocza
Sygnalizacja błędów	ciągły sygnał ostrzegawczy, informacja na wyświetlaczu

Tab. 14: Dane techniczne zgrzewarki do muf FUSAPEX



Przy zastosowaniu zgrzewarki w wersji 110 V, generator musi spełniać w niektórych przypadkach inne wymagania. Informacje uzyskają Państwo w regionalnym Biurze Handlowo-Technicznym REHAU.

6.2.2.2 Skrobak i obcinak do rur

Dostępne są różne narzędzia służące cięciu rur i przygotowaniu ich końców do połączenia za pomocą mufy elektrooporowej. Bliższe informacje odnośnie narzędzi znajdują Państwo w aktualnym cenniku.



Rys. 85: Narzędzia do wykonywania połączenia za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX

6.2.3 Karta instalatora FUSAPEX

Aby móc wykonywać połączenia za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX, niezbędne jest szkolenie kończące się egzaminem. Szkolenia takie odbywają się z reguły na miejscu montażu. Jako dowód przeszkolenia wydaje się kartę instalatora FUSAPEX. Wraz z nią instalator otrzymuje swój indywidualny numer identyfikacyjny. Przy wykonywaniu połączenia mufą FUSAPEX należy posiadać przy sobie kartę instalatora FUSAPEX. Bezpośrednio po udanym wykonaniu połączenia mufą FUSAPEX należy opisać mufę swoim numerem identyfikacyjnym z karty instalatora FUSAPEX oraz aktualną datą. Aby uzgodnić termin szkolenia, proszę zwrócić się do najbliższego Biura Handlowo-Technicznego REHAU.



Rys. 86: Karta instalatora FUSAPEX



Rys. 87: Prawidłowy opis mufy FUSAPEX po wykonaniu połączenia

6.3 Połączenie typu mufa elektrooporowa FUSAPEX

Aby móc wykonywać połączenia rur za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX, instalator musi być przeszkolony i uzyskać odpowiednią kartę instalatora FUSAPEX. Kartę instalatora należy mieć przy sobie podczas montażu. Proszę zwrócić również uwagę na wskazówki bezpieczeństwa zawarte w rozdziale 1 i 6.1.

6.3.1 Przygotowanie narzędzi

Należy przygotować odpowiednie narzędzia (patrz aktualny cennik) na miejscu montażu oraz sprawdzić ich prawidłowe funkcjonowanie.



Proszę zapoznać się z instrukcją obsługi oraz używać narzędzi wyłącznie zgodnie z ich przeznaczeniem.

Jeśli nie posiadają Państwo instrukcji obsługi narzędzi, należy zaopatrzyć się w nią przed użyciem narzędzia.

6.3.2 Sprawdzenie rury i kształtek



Rys. 88: Sprawdzić, czy krawędzie końcówek rur i kształtek nie są uszkodzone lub zgniecione!

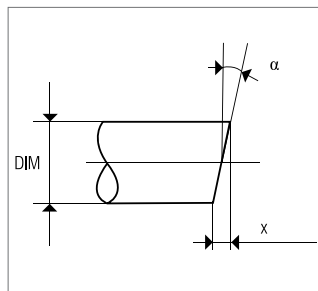
6.3.3 Obróbka końcówek rury



Rys. 89 Przyciąć rurę na wymaganej długość. Powierzchnia cięcia musi być prosta, prostopadła do osi rury oraz gładka bez zadziorów.

Średnica	α	x
50	3,0 °	2,6 mm
63	2,3 °	2,5 mm
75	2,0 °	2,6 mm
90	2,0 °	3,1 mm
110	1,4 °	2,7 mm
125	1,4 °	3,0 mm
160	1,1 °	3,0 mm

Tab. 15
Dopuszczalne odchylenia



Rys. 90 Przestrzegać dopuszczalnego odchylenia powierzchni cięcia w stosunku do osi rury.



Rys. 91 Zaznaczyć na rurze obszar do zeszkrobania zgodnie z tab.16. Należy użyć pisaka w kolorze kontrastującym z rurą.

Średnica	Obszar do zeszkrobania
50	44* mm
63	52* mm
75	61* mm
90	70* mm
110	79* mm
125	83* mm
160	94* mm
*Tolerancja +0/-3 mm	

Tab. 16 Obszar do zeszkrobania przy grzewaniu mufami FUSAPEX.



Rys. 92 W celu zeszkrobania warstwy zewnętrznej rury należy użyć skrobaka półautomatycznego.



Rys. 93 Rurę oskrobać dwukrotnie.



Rys. 94 Pozostałości warstwy zewnętrznej muszą zostać usunięte za pomocą skrobaka ręcznego.

Średnica	Min. średnica zewnętrzna
50	49,5 mm
63	62,5 mm
75	74,5 mm
90	89,4 mm
110	109,4 mm
125	124,4 mm
160	159,4 mm

Tab. 17 Minimalna średnica zewnętrzna rury po oskrobaniu może zostać zmierzona średnicówką.

6.3.4 Łączenie końcówek rury za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX



Rys. 95 Obszar po zeszkrobaniu warstwy zewnętrznej trzeba oczyścić z kurzu i tłuszczu. W razie potrzeby użyć środka czyszczącego Tangit, odczekać do całkowitego odparowania.



Rys. 96 Wyjąć mufę elektrooporową z woreczka. Jeśli jest to niezbędne, oczyścić przy pomocy środka Tangit.



Rys. 97 Mufę elektrooporową FUSAPEX nasunąć do oporu na koniec pierwszej rury.



Rys. 98 Nałożyć na rurę uniwersalny uchwyt mocujący możliwie jak najbliżej mufy elektrooporowej FUSAPEX.



Rys. 99 Obrobić koniec drugiej rury, wsunąć w mufę elektrooporową do oporu i osadzić w uchwycie mocującym.



Rys. 100 Podłączyć zgrzewarkę, czerwony kabel do czerwonego styku. Parametry zgrzewania zostaną rozpoznane automatycznie.



Rys. 101 Naciśnąć przycisk Start na zgrzewarce i sprawdzić wskazania jak poniżej. Porównać parametry zgrzewania widoczne na wyświetlaczu z informacją na złączce elektrooporowej FUSAPEX.



Rys. 102 Sprawdzić zamocowanie rur (pod kątem braku naprężeń) i głębokość wsunięcia końców w mufę.



Rys. 103 Ponowne naciśnięcie przycisku START inicjuje proces zgrzewania.



Rys. 104 Po zakończeniu zgrzewania włącza się sygnał dźwiękowy. Na wyświetlaczu widać komunikat „OK”. Można wówczas wyciągnąć wtyczki.



Rys. 105 Należy przestrzegać czasów stygnięcia zamieszczonych na kształtce elektrooporowej i w tym czasie nie należy obciążać rur mechanicznie.



Rys. 106 Po upływie czasu stygnięcia zamieszczonego na kształtce można zdemonstrować uniwersalne uchwyty mocujące.



Rys. 107 Połączenie z wykorzystaniem mufy elektrooporowej FUSAPEX jest gotowe.



Rys. 108 Oznaczenie kształtki numerem identyfikacyjnym instalatora oraz aktualną datą.

Średnica	Czas stygnięcia
50	32 min
63	21 min
75	46 min
90	53 min
110	70 min
125	56 min
160	79 min

Tab. 18 Czasy stygnięcia
Pełne ciśnienie robocze może zostać podane dopiero po upływie podanego wyżej czasu stygnięcia.



W przypadku rur będących pod wpływem naprężeń (np. rury w zwojach) uchwyty mocujące mogą być zdjęte dopiero po upływie czasu stygnięcia zgodnego z tab. 18.

6.3.5 Wskazówki dotyczące zgrzewania za pomocą mufy elektrooporowej FUSAPEX



Rys. 109 W razie ewentualnej owalizacji rury, należy przywrócić jej kołowy kształt.



Rys. 110 Temperatura, w jakiej należy wykonywać połączenia dla rury, kształtki oraz zgrzewarki powinna wynosić pomiędzy -10°C a $+45^{\circ}\text{C}$.



Rys. 111 Do naniesienia oznaczeń należy użyć pisaka w kolorze kontrastującym z rurą.



Rys. 112 Przy zeszkrobaniu zewnętrznej warstwy powinien powstać długi wiór o równomiernej grubości ($0,1 - 0,2\text{ mm}$); w razie potrzeby wymienić skrobak i/lub ostrze.



Rys. 113 Jeżeli mufa będzie użyta jako nasuwka, należy usunąć ograniczniki.



Rys. 114 Mufę elektrooporową FUSAPEX wyjąć z woreczka na chwilę przed montażem, w razie konieczności wyczyścić.



Rys. 115 Oskrobane gotowe końcówki rur należy szybko zgrzać.



Rys. 116 Oprócz środka czyszczącego Tangit (należy zapoznać się z kartami charakterystyki substancji niebezpiecznej) można również zastosować 99% alkohol etylowy ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).



Rys. 117 Kształtek kołnierzowych i redukcji nie skrobie się, lecz jedynie czyści przed zgrzewaniem.



Rys. 118 Nie wykorzystywać mufy do zaznaczenia obszaru zgrzewania.



Rys. 119 Nie dotykać strefy zgrzewania. W przypadku zanieczyszczenia powierzchni zgrzewanych należy je oczyścić środkiem Tangit.



Rys. 120 Strefy zgrzewania nie mogą być mokre ani zabrudzone.



Rys. 121 Nie używać zabrudzonych szmat do czyszczenia. Stosować wyłącznie nowe ręczniki celulozowe, wodoodporne, niefarbowane, niewłókniste oraz chłonne.



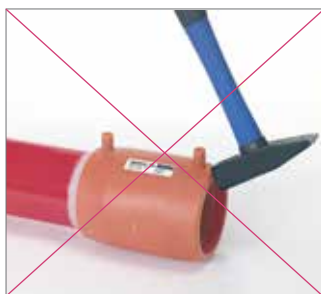
Rys. 122 Nie zgrzewać rur, które nie są wciśnięte do oporu w mufę FUSAPEX.



Rys. 123 Łączone rury muszą się licować, a połączenie nie może być podane naprężeniom; w przeciwnym razie należy ponownie przymocować rury.



Rys. 124 Skrobaka ręcznego nie używać do oszkrobki rury, a jedynie do ewentualnych poprawek po zastosowaniu skrobaka półautomatycznego (patrz cennik).



Rys. 125 Jeżeli mufa elektrooporowa FUSAPEX nie wchodzi wciskana ręcznie, nie używać młotka, tylko sprawdzić grubość warstwy po zeszkrobaniu.



Rys. 126 Nie grzewać rury bez zamocowania jej w uniwersalnych uchwytach mocujących.



Rys. 127 Kable zasilające zgrzewarki nie powinny w żaden sposób obciążać mufy podczas grzewania.



- W trakcie grzewania połączone rury nie mogą być poddawane żadnym naprężeniom, dlatego należy stosować uniwersalne uchwyty mocujące.
- Podczas procesu grzewania i w trakcie chłodzenia nie wolno poruszać rur.
- Podczas procesu grzewania nie wyciągać wtyczki przewodu zasilającego zgrzewarkę z gniazda sieciowego.
- Jeżeli zgrzewarka zasygnalizuje błąd, nastąpi przerwa w dostawie prądu lub ręcznie zostanie przerwany proces grzewania, połączenie należy wyciąć i wykonać na nowo. Mufa elektrooporowa FUSAPEX nie może być stosowana ponownie po nieudanym procesie grzewania.
- Jeżeli podczas procesu grzewania lub w czasie stygnięcia mufa FUSAPEX zostanie obciążona mechanicznie, połączenie należy wyciąć i wykonać na nowo. Mufa elektrooporowa FUSAPEX nie może być stosowana ponownie po nieudanym procesie grzewania.
- Jeżeli rury REHAU z kształtkami elektrooporowymi FUSAPEX mają być zastosowane do przesyłania medium agresywnego, należy skontaktować się z działem technicznym REHAU w celu uzyskania aprobaty.
- Zaleca się po zakończeniu procesu grzewania sprawdzić instalację zgodnie z rozdziałem 16.

6.4 Transport i składowanie

Załadunek i rozładunek rur i kształtek elektrooporowych REHAU oraz innych elementów składowych systemu należy przeprowadzać pod fachowym nadzorem. Niechronione rury lub kształtki nie powinny leżeć na ziemi lub ścierać się na betonowej powierzchni. Materiały należy składować na równej powierzchni, pozbawionej ostrych, wystających elementów. Rury oraz kształtki należy chronić przed olejami, tłuszczami, farbami itd., jak również przed promieniowaniem słonecznym, np. poprzez zastosowanie nieprzepuszczalnej dla promieniowania słonecznego folii.

Niedopuszczalne jest składowanie niezabezpieczonych elementów na wolnym powietrzu. Zalecamy zdjąć opakowanie ochronne tuż przed dokonaniem połączenia.



Mufa elektrooporowa FUSAPEX

Kształtki elektrooporowe FUSAPEX powinny być wyjęte z polietylenowego woreczka na krótko przed dokonaniem połączenia.

Magazynując kształtki należy je umieścić w miejscu bez dostępu światła (np. w kartonie) w zamkniętym, suchym pomieszczeniu o temperaturze ok. 20°C.

7 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

DYREKTYWA URZĄDZEŃ CIŚNIENIOWYCH 97/23/WE

Od dnia 29.05.1997r. w sprawie handlu urządzeniami ciśnieniowymi na terenie Unii Europejskiej obowiązuje wyłącznie dyrektywa urządzeń ciśnieniowych 97/23/WE.

Dyrektywa urządzeń ciśnieniowych pełni funkcję ustawy i obowiązuje na terenie Unii Europejskiej. Z dniem 29.05.1997 r. przestały obowiązywać przepisy poszczególnych krajów dotyczące handlu urządzeniami ciśnieniowymi.

W myśl dyrektywy urządzenia ciśnieniowe to zbiorniki, instalacje rurowe, osprzęt zabezpieczający lub stabilizujący ciśnienie oraz podzespoły z maksymalnym dopuszczalnym ciśnieniem $> 0,5$ bar.

Ze względu na to, że zgodnie z dyrektywą instalacje rurowe zaliczają się do urządzeń ciśnieniowych, wykonawca instalacji rurowej (por. poniższa wskazówka prawna) musi uzyskać znak CE i wystawić deklarację zgodności.



Treść dyrektywy urządzeń ciśnieniowych znajduje Państwo na oficjalnych stronach internetowych Unii Europejskiej.



W myśl dyrektywy urządzeń ciśnieniowych wykonawcą instalacji rurowej jest instalator, producent lub firma budująca instalacje, którzy wykonują instalację łącząc poszczególne elementy (rury, kształtki, tuleje zaciskowe). Dyrektywa urządzeń ciśnieniowych określa te elementy „materiałami”.

Zgodnie z powyższym, w myśl dyrektywy elementy systemu instalacji przemysłowych RAUPEX, takie jak rury, kształtki, tuleje zaciskowe i osprzęt, należy określić jako „materiały”. Wyjątkami są tu zawory kulowe, rozdzielacze sprężonego powietrza i szybkozłączki.



W przypadku, gdy firma budująca instalacje jako „wykonawca instalacji” ma za zadanie wystawienie deklaracji zgodności i uzyskanie oznakowania CE instalacji, musi zapewnić, że wszystkie komponenty i materiały spełniają wymagania systemowe instalacji rurowej. Oznacza to, że w razie potrzeby należy przedłożyć dokumenty określające możliwości zastosowania użytych komponentów oraz świadectwo zakładowe 2.2 lub świadectwo odbioru 3.1 wg PN-EN 10204.

W celu otrzymania świadectwa zakładowego 2.2 wg PN-EN 10204 lub świadectwa odbioru 3.1 wg PN-EN 10204 proszę zwrócić się do Biura Handlowo-Technicznego REHAU.

8 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

INSTALACJE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

8.1 Informacje ogólne

Sprężone powietrze jako źródło energii stosowane jest we wszystkich gałęziach przemysłu, począwszy od małych zakładów produkcyjnych, a skończywszy na dużych obiektach przemysłowych. Bez względu na to, czy służy ono jako napęd urządzeń lub maszyn czy też ich elementów, do sterowania albo czyszczenia, obecnie nie można sobie wyobrazić nowoczesnych procesów produkcyjnych bez użycia sprężonego powietrza.

8.2 Koszty energii sprężonego powietrza

Wysokie koszty wytwarzania są wadą sprężonego powietrza. Również nieszczelności w systemach rurowych podnoszą koszty eksploatacji. Straty energii w instalacjach często spowodowane są nieszczelnościami na śrubunkach, wysuszeniem konopi w połączeniach gwintowanych, korozją, zniszczeniem uszczelki przez olej sprężarkowy, wadliwymi miejscami klejenia itp. Dlatego też przy wyborze systemu instalacyjnego należy zwrócić szczególną uwagę na możliwości powstania nieszczelności. System rur przemysłowych RAUPEX został tak opracowany, że spełnia wszystkie wymogi urządzeń do wytwarzania sprężonego powietrza z uwzględnieniem materiału użytego do instalacji i technik łączenia. System rur przemysłowych RAUPEX, dzięki długotrwałej szczelności, umożliwia obniżenie kosztów energii w procesie wytwarzania sprężonego powietrza.

Otwór Ø [mm]	Ubytek powietrza przy 6 bar [l/s]	Zużycie energii [kWh/h]	Koszty* [€/rok]
• 1	1,238	0,3	390,-
● 3	11,14	3,1	4.070,-
● 5	30,95	8,3	10.890,-
● 10	123,8	33,0	43.310,-

Tab. 20: Koszty nieszczelności w zależności od wielkości otworów

* Informacja o kosztach:

kW x 0,15 €/kWh x 8750 roboczogodzin/rok

8.3 Zalety systemu rur przemysłowych RAUPEX w technice sprężonego powietrza

System rur przemysłowych RAUPEX dzięki zastosowaniu rur RAUPEX oraz technik połączeń typu tuleja zaciskowa lub mufa elektrooporowa doskonale nadaje się do zastosowania w instalacjach sprężonego powietrza. Wynikają z tego następujące zalety dla użytkownika:



- brak nieszczelności w instalacji, minimalne straty ciśnienia i obniżenie kosztów produkcji
- nie zachodzi proces korozji, zwiększona trwałość systemu rurowego, przez to niskie koszty inwestycji
- stała jakość sprężonego powietrza, brak rdzy eliminuje zanieczyszczenie instalacji, dzięki czemu stosowanie dodatkowych filtrów jest zbędne
- instalacja znakowana jest w kolorze określonym przez normę, lakierowanie i malowanie nie jest konieczne
- szybka technika układania, mniejsze koszty montażu, dotrzymywanie terminów
- łatwa do opanowania technika montażu
- lekkie tworzywo sztuczne, prosty montaż na wysokości, mniejszy nakład pracy przy zawieszaniu instalacji w porównaniu z rurami stalowymi
- montaż jako rurociągi sztywne lub elastyczne
- montaż możliwy zarówno w gruncie, jak i w budynku
- rury w postaci zwojów lub odcinków prostych
- możliwa rozbudowa instalacji podczas pracy (nawiertka siodełkowa)
- doskonale nadaje się zarówno do obiektów remontowanych, jak i nowych
- dobra odporność na olej sprężarkowy
- niskie koszty eksploatacji instalacji

8.4 Jakość sprężonego powietrza

Różne zastosowania instalacji sprężonego powietrza wymagają różnej jakości sprężonego powietrza. Ważne, aby jego jakość była stała w każdym miejscu instalacji. Dlatego też materiał, z którego wykonany jest system rurowy, nie może stanowić obciążenia dla instalacji sprężonego powietrza. System rur przemysłowych RAUPEX gwarantuje niezmienną jakość sprężonego powietrza w całej instalacji, począwszy od miejsca jego wytwarzania i przesyłu, a skończywszy na miejscu użytkowania.

Według ISO 8573/VDMA 15390 jakość sprężonego powietrza określają trzy parametry: zawartość stałych zanieczyszczeń, zawartość wody i zawartość oleju w powietrzu. Ponieważ w zależności od zastosowania sprężonego powietrza stawiane są różne wymagania dla każdego z tych trzech czynników, podzielono je na odpowiednie klasy. Podając jakość sprężonego powietrza używa się zatem trzech cyfr.

8.4.1 Klasy jakości sprężonego powietrza dla maksymalnej wielkości cząsteczek i maksymalnego stężenia

Ze względu na znajdujące się w powietrzu zanieczyszczenia do instalacji przedostają się drobne cząstki. Zastosowanie filtrów ogranicza, w zależności od wymogów, przedostawanie się zanieczyszczeń.

Zanieczyszczenia stałe				
Klasa	≤ 0,1 μm	> 0,1 – ≤ 0,5 μm	> 0,5 – ≤ 1,0 μm	> 1,0 – ≤ 5,0 μm
0	lepsza od klasy 1 i określana oddzielnie			
1	wg uzgodnień	100	1	0
2	-	100000	1000	10
3	-	-	10000	500
4	-	-	-	1000
5	-	-	-	20000

Maksymalne stężenie cząstek o podanych rozmiarach na m³ mierzonych w mm zgodnie z ISO8573-4

Warunki otoczenia: ciśnienie absolutne 1 bar, 20 °C, wilgotność względna 0%.

Tab. 21: Klasy jakości dla zanieczyszczeń stałych wg ISO 8573-1 / VDMA 15390

8.4.2 Klasy jakości sprężonego powietrza – zawartość wody

Podczas sprężania powietrza atmosferycznego wzrasta w nim znacznie stężenie wody. Z reguły w czasie wytwarzania sprężonego powietrza jest ono osuszane, żeby w urządzeniach nie powstał żaden kondensat. W celu określenia i sklasyfikowania zawartości wody w sprężonym powietrzu pod względem jakościowym, używa się jako wskaźnika temperatury punktu rosy. Punkt rosy opisuje temperaturę, w której znajdująca się w sprężonym powietrzu woda skrapla się. W tabeli podano również wartość wilgotności resztkowej w g/m³.

Wilgotność (para wodna)		
Klasa	Punkt rosy	Wilgotność resztkowa
0	lepsza od klasy 1 i określana oddzielnie	
1	≤ -70°C	≤ 0,003 g/m ³
2	≤ -40°C	≤ 0,11 g/m ³
3	≤ -20°C	≤ 0,88 g/m ³
4	≤ +3°C	≤ 6,0 g/m ³
5	≤ +7°C	≤ 7,8 g/m ³
6	≤ +10°C	≤ 9,4 g/m ³

Maksymalny punkt rosy mierzony wg ISO 8573-3

Warunki otoczenia: ciśnienie robocze 7 bar, 20 °C

Tab. 22: Klasy jakości – zawartość wody zgodnie z ISO 8573-1 / VDMA 15390

8.4.3 Klasy jakości sprężonego powietrza – zawartość oleju

Klasa	Zawartość oleju (płynnego i gazowego)
0	lepsza od klasy 1 i określana oddzielnie
1	≤ 0,01 mg/m ³
2	≤ 0,1 mg/m ³
3	≤ 1 mg/m ³
4	≤ 5 mg/m ³

Maksymalna zawartość oleju mierzona wg ISO8573-2 i ISO8573-5

Warunki pomiarowe: ciśnienie absolutne 1 bar, 20°C, wilgotność względna 0%.

Tab. 23: Klasy jakości – zawartość oleju zgodnie z ISO 8573-1 / VDMA 15390

8.4.4 Przykładowy opis jakości sprężonego powietrza

W dokumencie VDMA 15390 (Stowarzyszenie Niemieckich Techników Mechaników) jest zawarta lista zalecanych klas czystości dla poszczególnych branż przemysłowych. W poniższej tabeli przedstawiono kilka przykładów.

Zastosowanie	Klasa jakości				
	Zanieczyszczenia stałe	Wilgotność (para wodna)		Zawartość oleju	Sterylność
		Temperatura otoczenia >3°C	Temperatura otoczenia ≤3°C		
	A	B1	B2	C	D
34 Przemysł chemiczny, produkcja włókien chemicznych					
35 Powietrze do sterowania	2	4	2-3	2	
36 Powietrze do transportu	2	4	2-3	1	
50 Przemysł metalurgiczny					
52 Wydmuchiwanie form	3	4	2-3	3	
62 Budowa urządzeń i maszyn					
64 Strumień powietrza	2-3	4	2-3	2	
66 Powietrze procesowe	2	4	2-3	1	
67 Elektrotechnika, elektronika					
69 Produkcja chipów (strumień powietrza, powietrze instrumentalne)	0-1	1-2	-	1	
71 Produkcja płyt CD	1-2	4	-	1	

Tab. 24: Fragment listy zalecanych klas czystości wg VDMA 15390

8.5 Projektowanie

Aby wykonać projekt instalacji sprężonego powietrza można posłużyć się normogramem. Należy jednak znać następujące wartości wyjściowe:

- ciśnienie robocze
- strumień objętości
- długość przewodu
- spadek ciśnienia



W celu określenia strumienia objętości należy określić zależną od parametrów pracy równoczesność. Należy również skalkulować nadwyżki w przypadku nieszczelności lub przyszłej rozbudowy instalacji sprężonego powietrza.

8.5.1 Określenie ciśnienia roboczego

Przy określaniu ciśnienia roboczego należy uwzględnić następujące czynniki:

- Im niższe ciśnienie robocze, tym niższe koszty użytkowania instalacji.
- Ciśnienie robocze musi być wyższe niż wymagane przez użytkownika.
Ciśnienie robocze powinno być wyższe o 1 bar od najwyższego ciśnienia wymaganego przez użytkowników.
- Ciśnienie robocze jest ograniczone przez maksymalne ciśnienie wytwarzane przez kompresor lub stację kompresora.
- W przypadku zróżnicowanych wymagań dotyczących jakości sprężonego powietrza wskazane jest ze względów ekonomicznych zbudowanie kilku sieci o zróżnicowanych parametrach.

8.5.2 Określenie strumienia objętości

W celu określenia strumienia objętości (objętość wg normy) w poszczególnych odcinkach instalacji należy uwzględnić wartość poboru przez wszystkich użytkowników. Te informacje można uzyskać bezpośrednio od producentów urządzeń i narzędzi pneumatycznych. W sytuacji braku tych danych można posłużyć się wartościami orientacyjnymi dla urządzeń pobierających sprężone powietrze, podanymi w poniższej tabeli.

Rodzaj urządzenia	Zużycie powietrza [l/s]
Pistolet na powietrze	2 – 5
Pistolet natryskowy	2 – 7
Rylec	3 – 14
Szlifierka rotacyjna	4 – 7
Nożyce do cięcia blachy	8 – 11
Wiertarka	9 – 30
Wkrętarka rotacyjna	2 – 11
Wkrętarka udarowa	2 – 35
Szlifierka	5 – 20

Tab. 25: Zużycie powietrza przez niektóre urządzenia pneumatyczne

8.5.3 Określenie długości rur

Dodatkowo, w celu określenia straty ciśnienia na całej długości instalacji, należy uwzględnić miejscową stratę ciśnienia na kształtkach. Odbywa się to poprzez dodanie długości zastępczych do rzeczywistej długości rury.

Ponieważ do określenia długości zastępczych potrzebny jest również wymiar rury, najpierw należy ustalić w przybliżeniu średnicę rury bez kształtek.

Następnie należy sprawdzić wynik uwzględniając długości zastępcze i, jeżeli to konieczne, dokonać korekty.

Długości zastępcze dla kształtek SDR 11

Kształtka	20x1,9	25x2,3	32x2,9	40x3,7	50x4,6	63x5,8	75x6,8	90x8,2	110x10	125x11,4	160x14,6
Kolanko 90°	0,8m	1,0m	1,2m	1,5m	2,4m	3,0m	3,7m	4,5m	6,0m	7,0m	8,0m
Kolanko 45°	0,3m	0,3m	0,4m	0,5m	0,6m	0,8m	1,0m	1,3m	1,6m	1,8m	2,0m
Trójnik-przełot	0,1m	0,2m	0,2m	0,3m	0,4m	0,5m	0,7m	0,8m	1,0m	1,2m	1,3m
Trójnik-odgałęzienie	0,8m	1,0m	1,2m	1,5m	2,4m	3,0m	3,9m	4,8m	6,0m	7,0m	8,0m
Złączka redukcyjna	0,2m	0,3m	0,4m	0,5m	0,7m	1,0m	1,5m	2,0m	2,5m	2,8m	3,0m

Tab. 26: Długości zastępcze dla kształtek SDR 11

Długości zastępcze dla kształtek SDR 7,4

Kształtka	20x2,8	25x2,3	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6
Kolanko 90°	0,8m	1,0m	1,2m	1,5m	2,4m	3,0m
Kolanko 45°	0,3m	0,3m	0,4m	0,5m	0,6m	0,8m
Trójnik-przełot	0,1m	0,2m	0,2m	0,3m	0,4m	0,5m
Trójnik-odgałęzienie	0,8m	1,0m	1,2m	1,5m	2,4m	3,0m
Złączka redukcyjna	0,2m	0,3m	0,4m	0,5m	0,7m	1,0m

Tab. 27: Długości zastępcze dla kształtek SDR 7,4

8.5.4 Określenie spadku ciśnienia

Spadek ciśnienia w całym rurociągu przy całkowitym obciążeniu nie powinien przekraczać 0,1 bar. W celu ułatwienia ustalenia średnicy rury, całą instalację dzieli się na trzy grupy przewodów. Nie mogą być w nich przekroczone następujące maksymalne spadki ciśnienia:

Przewód główny	0,04 bar
Przewód pierścieniowy i rozdzielczy	0,03 bar
Przewód doprowadzający	0,03 bar



Rurociąg pierścieniowy jako instalacja rozdzielcza

Jeśli do rozdzielania sprężonego powietrza wybrano system rurociągu pierścieniowego, wówczas zwiększa się bezpieczeństwo użytkowania instalacji sprężonego powietrza.

Ponadto system rurociągu pierścieniowego jest z reguły korzystniejszy pod względem ekonomicznym niż system rozdzielania z przewodami z zaślepkami, ponieważ do wymiarowania bierzemy połowę strumienia objętości oraz połowę długości rurociągu pierścieniowego.

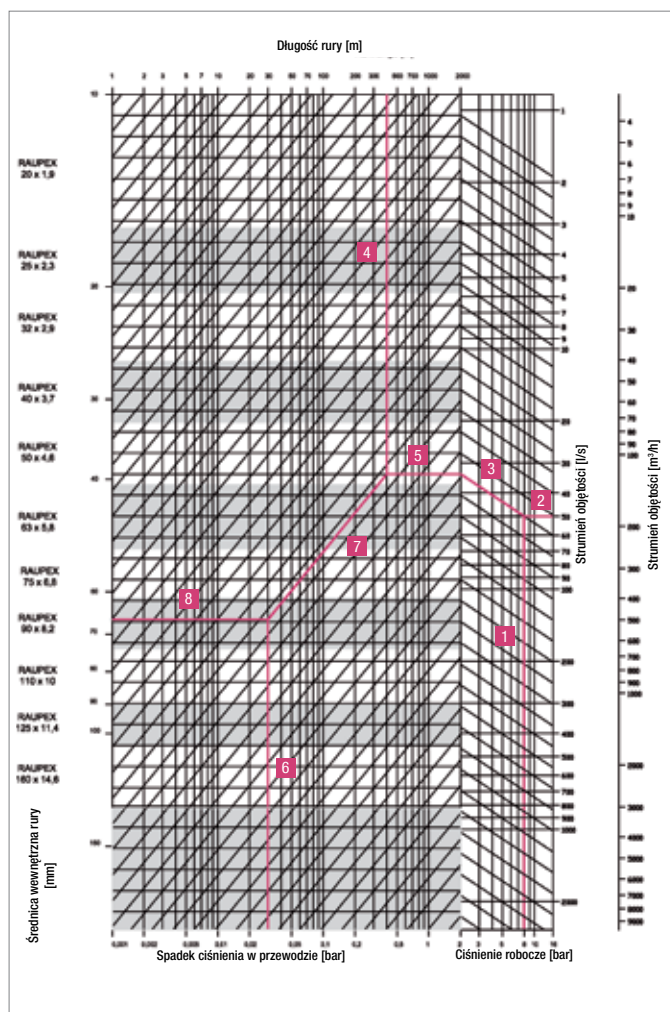
8.5.5 Wymiarowanie średnicy przewodu przy użyciu normogramu

Normogram umożliwia graficzne wyznaczenie średnicy przewodu.

W tym celu potrzebny jest kolorowy ołówek oraz linijka.

Sposób postępowania:

- 1 Po linii założonego ciśnienia roboczego zaznaczonego na osi X (poziomej) przesuwamy się w górę.
- 2 Na osi Y (pionowej) zaznaczony jest strumień objętości – przesuwamy się poziomo w lewą stronę.
- 3 Od punktu przecięcia się wartości ciśnienia roboczego i strumienia objętości przeprowadzić przekątną do linii 2000 m (długość rury).
- 4 Od punktu oznaczającego rzeczywistą długość rury na górnej osi poziomej przeprowadzić linię w dół.
- 5 Poprowadzić poziomą linię między końcem przekątnej (3) a linią rzeczywistej długości rury (4).
- 6 Od dolnej osi poziomej poprowadzić ku górze linię spadku ciśnienia (spadek ciśnienia patrz punkt 8.5.4).
- 7 Od końca linii 5 poprowadzić linię równoległą do obecnych na normogramie przekątnych w kierunku lewego dolnego rogu, względnie prawego górnego rogu aż do przecięcia z linią spadku ciśnienia (6).
- 8 Od tego punktu przecięcia poprowadzić poziomo w lewo linię i odczytać z lewej osi pionowej wymaganą średnicę wewnętrzną rury.



Przykład:

Ciśnienie robocze: 8 bar
Strumień objętości: 50 l/s
Długość rurociągu: 400 m
Spadek ciśnienia: 0,03 bar
Zgodnie z powyższymi danymi i normogramem należy zastosować rurę RAUPEX-A 90 x 8,2

Uwaga:

Wszystkie wartości odnoszą się do objętości w warunkach normalnych (temperatura = 0°C, ciśnienie powietrza = 1,01325 bar).

8.5.6 Instalacja sprężonego powietrza – wymiarowanie rur SDR 11

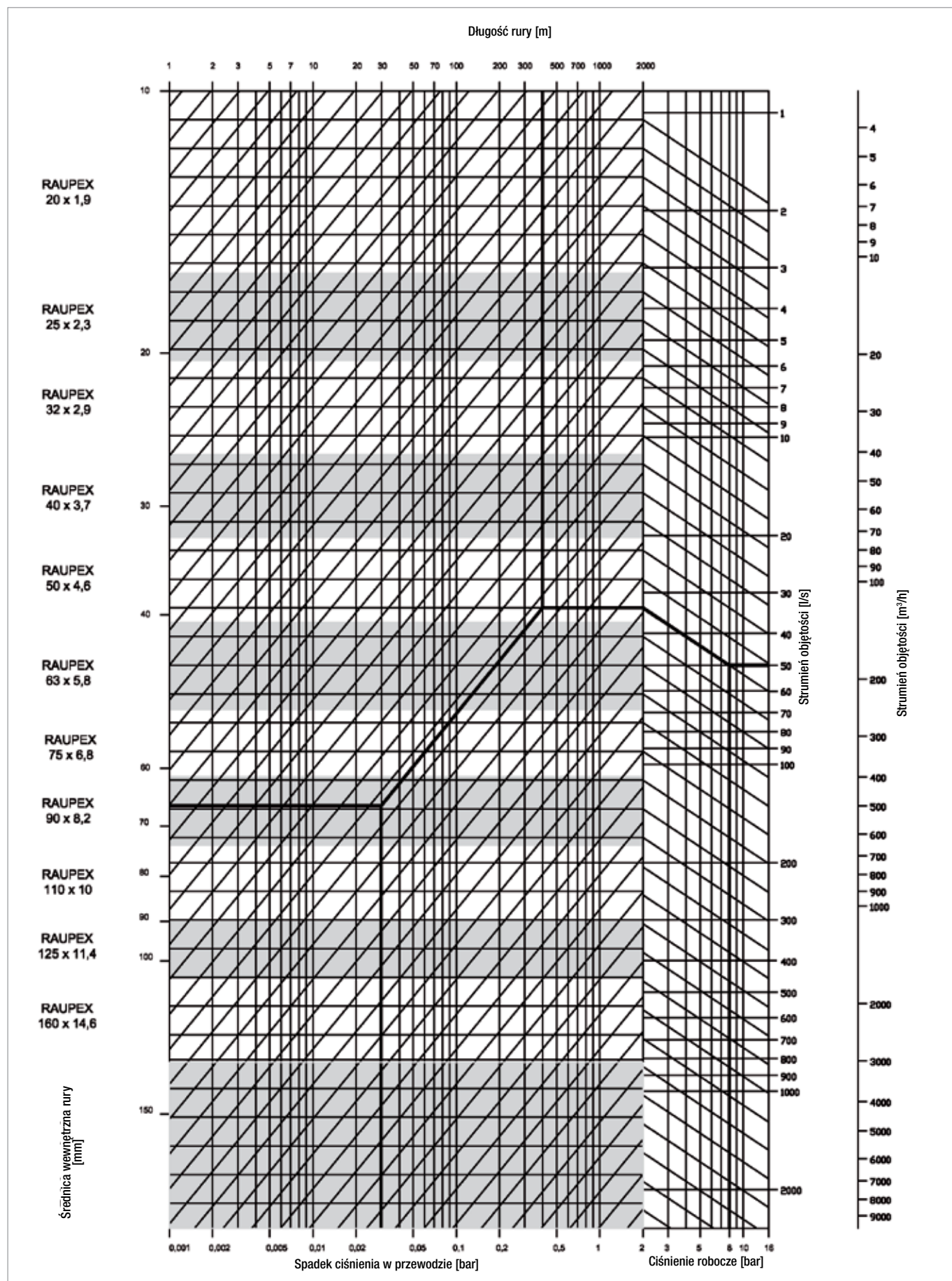
Ciśnienie robocze: _____ bar

Strumień objętości: _____ l/s

Długość przewodu: _____ m

Spadek ciśnienia: _____ bar

RAUPEX-A _____ x _____



8.5.7 Instalacja sprężonego powietrza – wymiarowanie rur SDR 7,4

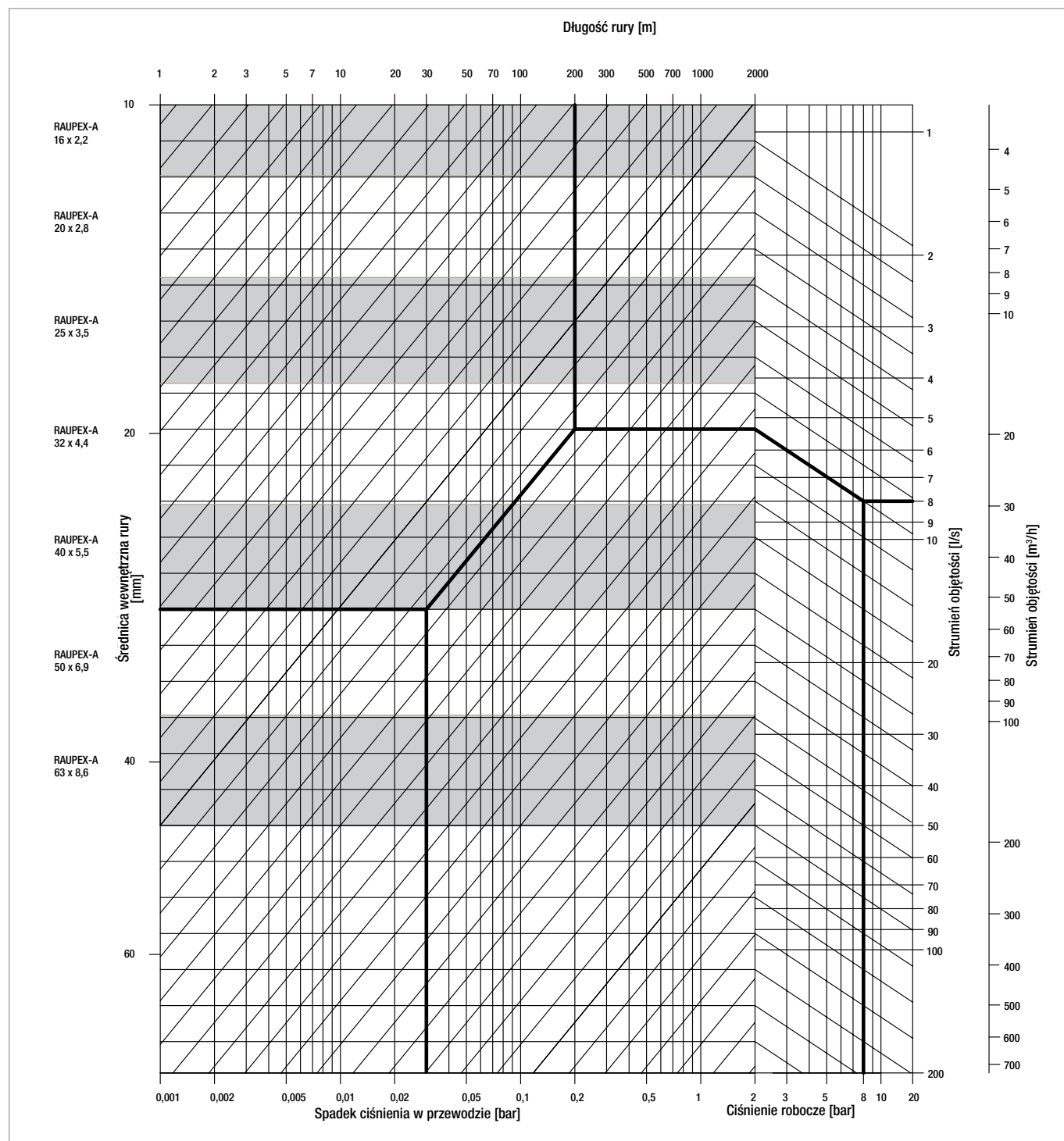
Ciśnienie robocze: _____ bar

Strumień objętości: _____ l/s

Długość przewodu: _____ m

Spadek ciśnienia: _____ bar

RAUPEX-A _____ X _____



Oprócz normogramu do wyznaczenia średnicy rury można użyć także programu służącego do projektowania instalacji dostępnego na stronie www.rehau.pl.

8.6. Przykłady zastosowań

8.6.1 Zawór kulowy

Zawór kulowy REHAU pasujący do systemu instalacji przemysłowych RAUPEX służy do odcinania przepływu w poszczególnych odcinkach rurociągu lub przewodów doprowadzających.



- bezpośrednie podłączanie do rur systemu RAUPEX poprzez tuleję zaciskową
- szybki i łatwy montaż
- uszczelka z PTFE
- kompatybilność z olejami kompresorowymi
- niewielkie straty ciśnienia dzięki pełnemu przelotowi
- brak konieczności stosowania innych systemów
- dostępny również z przyłączem gwintowanym



Rys. 126a: Zawór kulowy z odejściem tulei zaciskowej z jednej strony



Rys. 126b: Zawór kulowy z odejściem tulei zaciskowej z obu stron

8.6.2 Rozdzielacz sprężonego powietrza z aluminium

Do rozdzielania sprężonego powietrza na maszyny i urządzenia doskonale nadaje się specjalnie opracowany przez REHAU rozdzielacz sprężonego powietrza z aluminium. Rozdzielacz może być zamontowany do ściany bezpośrednio lub za pomocą uchwyty mocującego. Połączenie z rurami RAUPEX wykonywane jest sprawdzoną techniką połączeń typu tuleja zaciskowa. Opcjonalnie rozdzielacz jest dostępny z połączeniem gwintowanym. Za pośrednictwem rozdzielacza i szybkozłączek możliwe jest dostarczanie sprężonego powietrza jednocześnie do trzech urządzeń i/lub maszyn. Jeśli nie są używane wszystkie trzy wyjścia rozdzielacza, można je zablokować przy pomocy zaślepek REHAU.



Rys. 127: Zawór kulowy z rozdzielaczem sprężonego powietrza

9 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

INSTALACJE WODY CHŁODZĄCEJ

9.1 Informacje ogólne

Woda chłodząca stosowana jest wszędzie tam, gdzie istnieje konieczność odprowadzania ciepła. Instalacje te często projektowane są w formie obiegu zamkniętego.



W przypadku gdy w zamkniętych obiegach wody chłodzącej konieczne jest zapobieganie przenikaniu cząsteczek tlenu do wnętrza instalacji, należy stosować rury RAUTHERM-FW, które mają warstwę antydyfuzyjną.



Woda chłodząca w obiegach otwartych i zamkniętych w większości przypadków musi być odpowiednio kondycjonowana, np. poprzez dozowanie biocydu, korektę odczynu pH, częściowe lub całkowite usunięcie soli, zmiękczenie, usuwanie cząstek stałych, dozowanie inhibitorów korozji itd.

Z uwagi na to, że właściwości wody chłodzącej zmieniają się w trakcie użytkowania, należy w regularnych odstępach czasowych kontrolować jej jakość i w razie potrzeby przeprowadzić ponowne kondycjonowanie.

9.2 Projektowanie

Instalację wody chłodzącej można zaprojektować w następujący sposób:

Na wstępie należy założyć średnicę rury. Można przy tym posłużyć się diagramami z punktów 9.2.3 lub 9.2.4. Następnie należy wyliczyć stratę ciśnienia w instalacji. W przypadku gdy strata ciśnienia przekracza założoną wartość, należy wykonać obliczenia instalacji dla innej średnicy rury.

Ciśnienie:	p [Pa]
Strata ciśnienia:	Δp [Pa]
Jednostkowy spadek ciśnienia	
na skutek tarcia w rurze:	R [Pa/m]
Strumień objętości:	$\dot{V}$ [l/s]
Długość przewodu:	l [m]
Współ. oporów miejsc:	ζ
Ilość szt.:	n
Prędkość przepływu medium:	v [m/s]

Wartość straty ciśnienia składa się ze straty ciśnienia zależnej od długości rury oraz ze straty ciśnienia zależnej od kształtek. Oblicza się to za pomocą równania 2.

$$\Delta p = \Delta p_{\text{rury}} + \Delta p_{\text{kształtek}} \quad \text{równanie 2}$$

$$\Delta p_{\text{rury}} = R \cdot l \quad \text{równanie 3}$$

Jednostkowy spadek ciśnienia na skutek tarcia w rurze R można przyjąć z diagramu z punktu 9.2.3 dla rur SDR 7,4 lub z diagramu z punktu 9.2.4 dla rur SDR 11.

Diagramy te zostały sporządzone dla wody chłodzącej o temperaturze 15°C.

W celu określenia spadku ciśnienia na skutek tarcia w rurze R potrzebna jest średnica rury oraz strumień objętości $\dot{V}$. Dodatkowa strata ciśnienia $\Delta p_{\text{kształtek}}$, która powodowana jest przez kształtki, składa się z sumy strat ciśnienia poszczególnych kształtek i przedstawiana jest z pomocą równania 4.

$$\Delta p_{\text{kształtek}} = \eta_{\text{kształtka1}} \cdot \Delta p_{\text{kształtka1}} + \eta_{\text{kształtka2}} \cdot \Delta p_{\text{kształtka2}} + \eta_{\text{kształtka3}} \cdot \Delta p_{\text{kształtka3}} + \dots \quad \text{równanie 4}$$

Stratę ciśnienia poszczególnych kształtek można określić za pomocą równania 5. Potrzebne w tym celu wartości ζ zostały przejęte z tab. 28.

$$\Delta p_{\text{kształtka1}} = \zeta_{\text{kształtka1}} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad \text{równanie 5}$$

Wartość dla prędkości v można przejść z diagramu graficznego 9.2.3 lub 9.2.4. Wartość tę należy następnie podnieść do potęgi drugiej, aby uzyskać v^2 . Wartość dla ζ można przejść z tabeli 28.

Wynik równania 5 należy zastosować w równaniu 4. Następnie wartości równania 4 i równania 3 mogą być wykorzystane w równaniu 2.

W przypadku, gdy wartość równania 2 jest mniejsza niż przekazana do dyspozycji Δp , oznacza to, że instalacja została ułożona prawidłowo.

W przypadku sytuacji odwrotnej instalacji należy ponownie wyliczyć, stosując większą średnicę rury, aż do uzyskania odpowiednich wartości dla Δp .

Kształtka	Symbol	Wartość ζ
Kolanko 90°		1,3
Kolanko 45°		0,5
Trójnik – odgałęzienie		1,3
Trójnik – przełot		0,3
Trójnik rozdzielający		1,5
Trójnik zbierający		1,3
Redukcja		0,4
Odcięcie		0,5
Zawór kulowy		0,1

Tab. 28: Wartości ζ dla kształtek

9.2.1 Objaśnienie do formularza obliczania strat ciśnienia

Dla łatwego obliczenia strat ciśnienia można zastosować formularz REHAU.

W wierszu 1 należy wpisać średnicę rury, a w wierszu 2 strumień objętości. Jednostkowy spadek ciśnienia na skutek tarcia w rurze, wyznaczony z diagramów w punkcie 9.2.3 lub 9.2.4, należy wpisać w wierszu 3. Za pomocą długości rury, którą należy podać w wierszu nr 4, można poprzez iloczyn obliczyć spadek ciśnienia $\Delta p_{\text{rurociągu}}$. Prędkość v należy przenieść z diagramu, zapisać ją w wierszu 5, a wartość jej potęgi drugiego stopnia wpisać do wiersza 6. Wartość tę należy zamieścić w wierszach 7-15.

W celu obliczenia $\Delta p_{\text{kształtek}}$ w wierszach 7-15 należy wpisać właściwą liczbę kształtek. Wynik mnożenia przedstawia stratę ciśnienia dla $\Delta p_{\text{kształtek}}$ pojedynczo dla poszczególnych kształtek. Suma odzwierciedla $\Delta p_{\text{kształtek}}$ i należy ją wpisać w wierszu 16. Całkowita strata ciśnienia Δp zostaje wyliczona w wierszu 17.

9.2.2 Przykład obliczania strat ciśnienia

Obliczanie strat ciśnienia dla przewodu



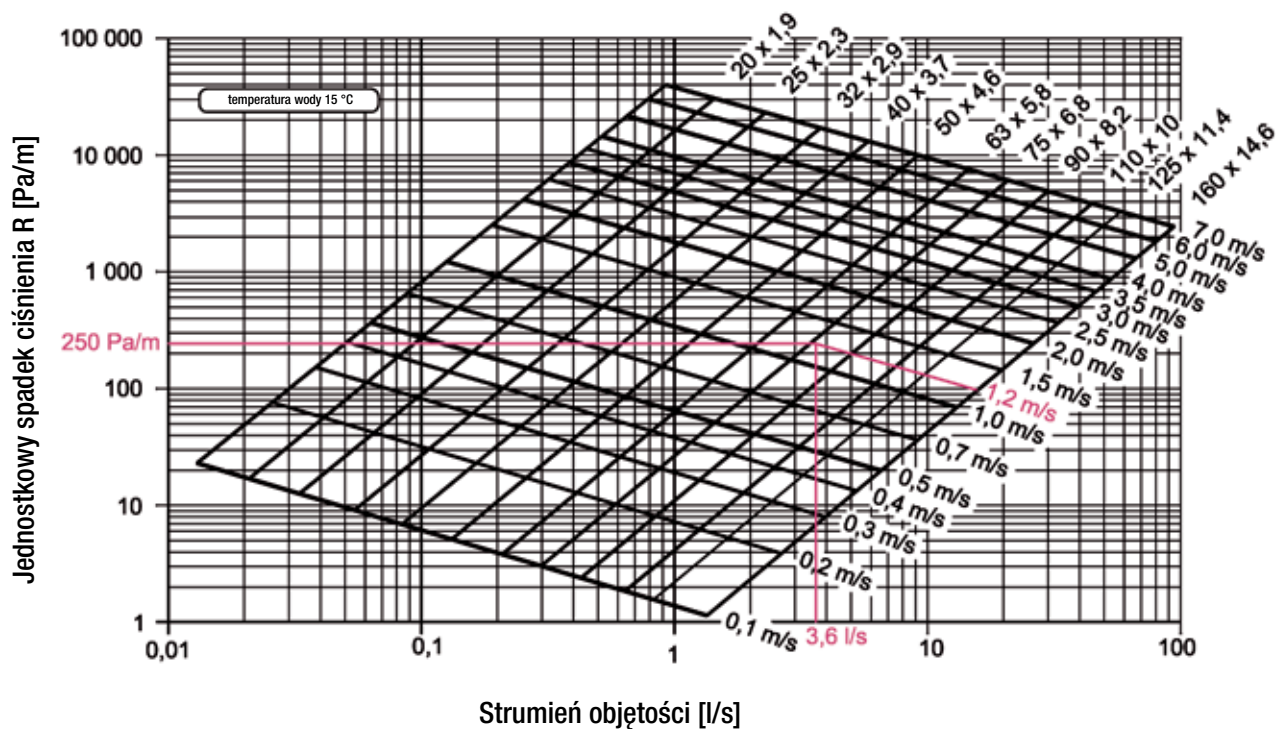
- 1 średnica przewodu: $75 \times 6,8$
- 2 strumień objętości $V = 3,6$ l/s
- 3 jedn. spadek ciśnienia na skutek tarcia w rurze: $R = 250$ Pa/m ← z diagramu
- 4 długość przewodu: $l = 60$ m
- 5 Prędkość: $v = 1,2$ m/s ← z diagramu
- 6 $v^2 = 1,44$ m²/s²

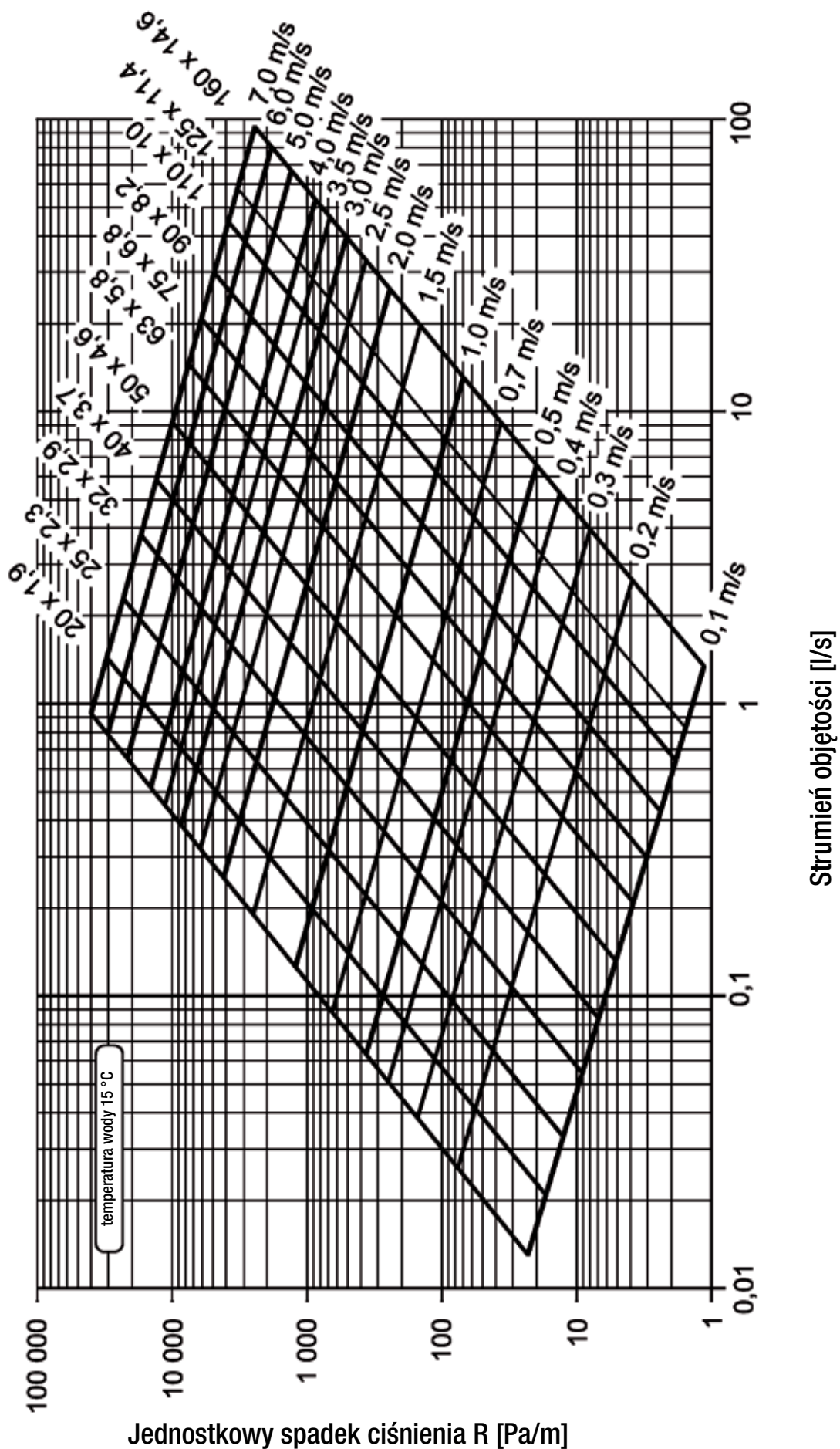
$$\Delta p_{\text{rura}} = R \times l = 15000 \text{ Pa}$$

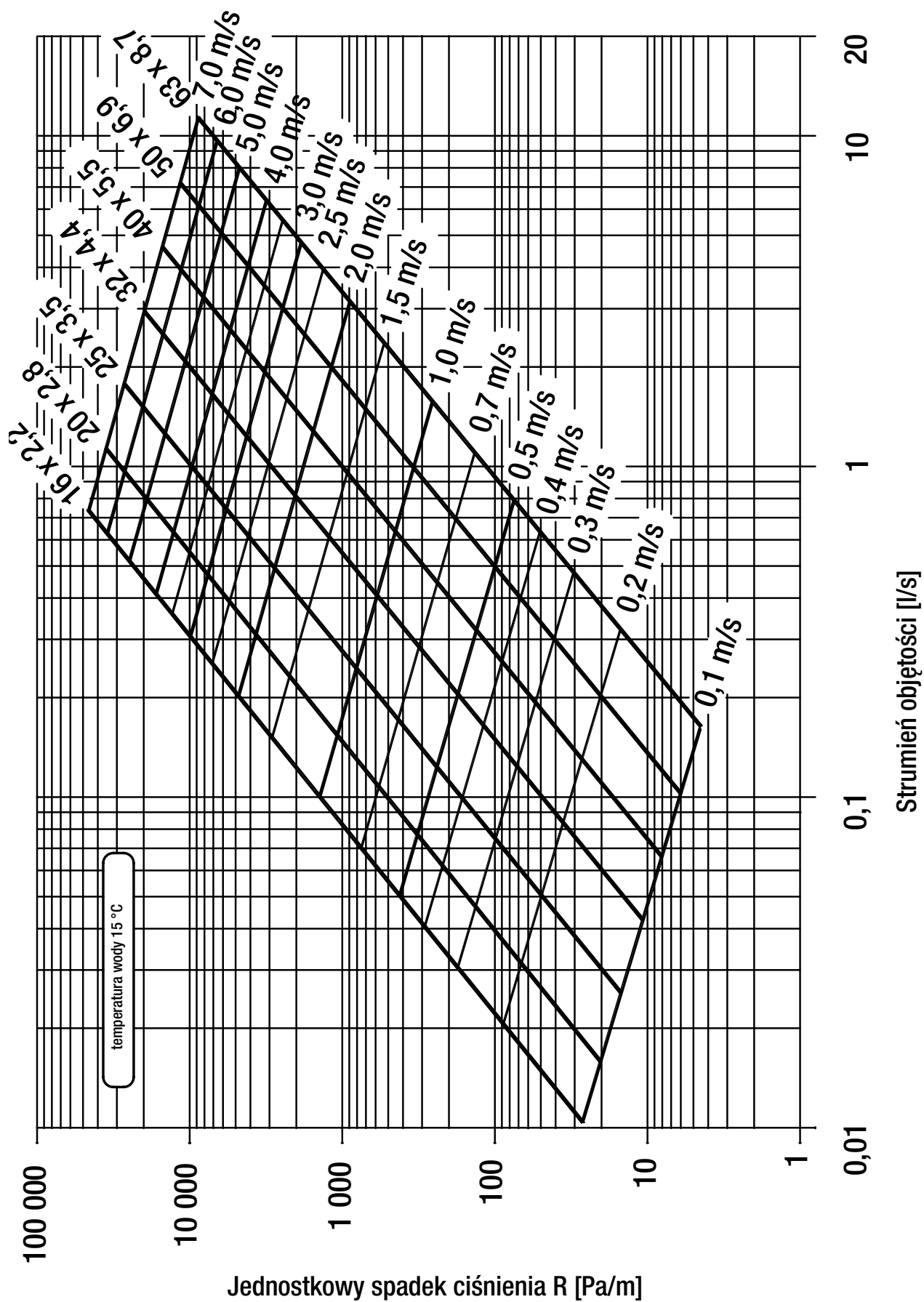
Określenie	Symbol	$\Delta p_{\text{kształtka}}$	=	Ilość	x	Wart. ζ	x	$\rho/2$	x	v^2	=	
7 Kolanko 90°		$\Delta p_{\text{kolanko 90°}}$	=	10	x	1,3	x	500	x	1,44	=	9360 Pa
8 Kolanko 45°		$\Delta p_{\text{kolanko 45°}}$	=	2	x	0,5	x	500	x	1,44	=	720 Pa
9 Trójnik odgałęzienie		$\Delta p_{\text{trójnik odgałęzienie}}$	=	-	x	1,3	x	500	x	1,44	=	- Pa
10 Trójnik przelot		$\Delta p_{\text{trójnik przelot}}$	=	4	x	0,3	x	500	x	1,44	=	864 Pa
11 Trójnik rozdział		$\Delta p_{\text{trójnik rozdział}}$	=	-	x	1,5	x	500	x	1,44	=	- Pa
12 Trójnik zbierający		$\Delta p_{\text{trójnik zbierający}}$	=	-	x	1,3	x	500	x	1,44	=	- Pa
13 Redukcja		$\Delta p_{\text{redukcja}}$	=	-	x	0,4	x	500	x	1,44	=	- Pa
14 Zasuwa odcinająca		$\Delta p_{\text{zasuwa odcinająca}}$	=	2	x	0,5	x	500	x	1,44	=	720 Pa
15 Zawór kulowy		$\Delta p_{\text{zawór kulowy}}$	=	-	x	0,1	x	500	x	1,44	=	- Pa

$$\Delta p_{\text{kształtek}} = \Delta p_{\text{kolanko 90°}} + \Delta p_{\text{...}} + \Delta p_{\text{...}} = 11664 \text{ Pa} \quad \leftarrow \Sigma \text{ wiersze 7 - 15}$$

$$\Delta p = \Delta p_{\text{rura}} + \Delta p_{\text{kształtek}} = 26664 \text{ Pa} \quad \leftarrow \Sigma \text{ wiersze 4 + 16}$$







Obliczanie strat ciśnienia dla przewodu



1 Średnica przewodu:

l/s

V =

2 Strumień objętości

Pa/m

R =

z diagramu

3 Jedn. spadek ciśn. na:
skutek tarcia w rurze

m

I =

$\Delta p_{rura} = R \times I$

=

Pa

4 Długość przewodu:

m/s

v =

z diagramu

5 Prędkość:

m²/s²

v2 =

Określenie	Symbol	$\Delta p_{kształtka}$	Ilość	Wart. ζ	$\rho/2$	v^2	=
7 Kolanko 90°		$\Delta p_{kolanko\ 90^\circ}$	=	x 1,3	x 500 x	=	Pa
8 Kolanko 45°		$\Delta p_{kolanko\ 45^\circ}$	=	x 0,5	x 500 x	=	Pa
9 Trójnik odgałęzienie		$\Delta p_{trójnik\ odgałęzienie}$	=	x 1,3	x 500 x	=	Pa
10 Trójnik przelot		$\Delta p_{trójnik\ przelot}$	=	x 0,3	x 500 x	=	Pa
11 Trójnik rozdział		$\Delta p_{trójnik\ rozdział}$	=	x 1,5	x 500 x	=	Pa
12 Trójnik zbierający		$\Delta p_{trójnik\ zbierający}$	=	x 1,3	x 500 x	=	Pa
13 Redukcja		$\Delta p_{redukcja}$	=	x 0,4	x 500 x	=	Pa
14 Zasuwa odcinająca		$\Delta p_{zasuwa\ odcinająca}$	=	x 0,5	x 500 x	=	Pa
15 Zawór kulowy		$\Delta p_{zawór\ kulowy}$	=	x 0,1	x 500 x	=	Pa

16

$$\Delta p_{kształtka} = \Delta p_{kolanko\ 90^\circ} + \Delta p_{\dots} + \Delta p_{\dots} =$$

Pa

Σ wiersze 7 - 15

17

$$\Delta p = \Delta p_{rura} + \Delta p_{kształtka} =$$

Pa

Σ wiersze 4 + 16

10 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

TRANSPORT MATERIAŁÓW SYPKICH

Rury RAUPEX bardzo dobrze nadają się do transportu materiałów sypkich (wyjątek patrz rozdział 10.1 i 10.2)

Dzięki wysokiej odporności materiału RAU-PE-Xa na oddziaływanie ścierające transportowanych czynników, rury RAUPEX uzyskują znacznie lepsze współczynniki wytrzymałości niż stal lub PE.

Zmianę kierunku przepływu rurociągów należy jednak uzyskiwać poprzez gięcie rury RAUPEX, aby minimalizować tarcie osiągające największe wartości w kolanach. Jako technikę łączenia polecamy mufy elektrooporowe.

10.1 Transport materiałów sypkich w systemie hydraulicznym

Rury RAUPEX bardzo dobrze nadają się do transportu materiałów sypkich w systemie hydraulicznym.



W przypadku, gdy stosowane są inne ciecze transportujące niż woda, opór cieczy nie może przekraczać wartości $106 \Omega \times \text{cm}$, ponieważ w przeciwnym razie może dojść do powstania ładunków elektrostatycznych.

10.2 Transport materiałów sypkich w systemie pneumatycznym

Rury RAUPEX nadają się do transportu materiałów sypkich w systemie pneumatycznym tylko przy spełnieniu pewnych warunków, ponieważ rury RAUPEX nie przewodzą elektryczności. Z tego powodu, podczas transportu w tym systemie mieszaniny powietrza i materiałów sypkich mogą powstawać ładunki elektrostatyczne.



W przypadku niektórych materiałów w określonych warunkach może pojawić się niebezpieczeństwo wybuchu.

Powstawania ładunków elektrycznych w transporcie mieszanin powietrza i materiałów sypkich można uniknąć, gdy względna wilgotność powietrza jest $\geq 65\%$. Transport w systemie pneumatycznym jest wówczas dopuszczalny. Patrz również wytyczne dotyczące zapobiegania niebezpieczeństwom wywołanym przez ładunek elektrostatyczny. Wydawca: Stowarzyszenia Branżowe Przemysłu Chemicznego, Wydawnictwo Chemie GmbH, D-69469 Weinheim.

11 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

MONTAŻ I UKŁADANIE

Rury RAUPEX mogą być układane w budynku na wierzchu, pod tynkiem, w kanale kablowym oraz w systemie listew nośnych. Możliwe jest również układanie bezpośrednio w gruncie, a także w kanałach i rurach ochronnych.



Uwaga

Niebezpieczeństwo wypadku!

Przy rozwijaniu zwojów należy uważać, gdyż końce rury po poluzowaniu wiązania rozwijają się sprężysto. Szczególnie przy większych średnicach uwalniane są znaczne siły i dlatego należy postępować wyjątkowo ostrożnie (niebezpieczeństwo wypadku).

Należy zwrócić uwagę na to, aby podczas skracania nie oddziaływały na rury żadne naprężenia. W razie potrzeby należy umocować rurę po obu stronach wykonywanego cięcia, aby zapobiec gwałtownemu odskoczeniu swobodnego końca rury.

Podczas składowania zwojów na zewnątrz należy zabezpieczyć ich boki, aby zapobiec przewróceniu.

Wysokość sterty rur ułożonych warstwowo (w przypadku odcinków prostych) może wynosić maksymalnie 1m. Stertę rur należy zabezpieczyć po bokach, aby zapobiec staczaniu się rur.

11.1 Układanie w gruncie

Do układania w gruncie nadają się rury RAUPEX zarówno w odcinkach prostych, jak i w zwojach, przy czym w normalnych warunkach w przypadku dłuższych przewodów bardziej ekonomiczne jest użycie zwojów. Ze względu na swoje właściwości materiałowe rury RAUPEX są idealne do układania w ziemi. Szczególnie w bezwykopowych technikach układania lub przy układaniu bez podsypki żwirowej, rury RAUPEX spełniają wysokie wymagania wytrzymałościowe na nacięcia, pęknięcia i ich rozprzestrzenianie się.



Podczas układania rur w gruncie tuleje zaciskowe i łączki należy chronić przed wilgocią, mediami agresywnymi lub powodującymi korozję stosując odpowiednią powłokę (np. opaski uszczelniające).

11.1.1 Prace ziemne

Przy pracach ziemnych i przy układaniu rur należy przestrzegać przede wszystkim wymagań wynikających z normy DVGW W400. Wymiary wykopu warunkują wielkość oraz rozmieszczenie obciążenia ziemnego i komunikacyjnego, a tym samym obciążenie przewodu. Szerokość dna wykopu jest zależna od średnicy zewnętrznej rury oraz od tego, czy do układania potrzebna jest swobodna przestrzeń robocza (przestrzeń robocze wg DIN 4124). Dno wykopu należy przygotować z zachowaniem podanej szerokości i głębokości, tak aby rura przylegała do dna na całej długości. Przy skalistym i kamienistym podłożu dno wykopu należy wykonać przynajmniej 0,1 m głębiej, a wykopaną ziemię uzupełnić warstwą bez kamieni. W przypadku terenów wodonośnych i o słabej stabilności, jak również przy poszczególnych warstwach gruntu o różnej nośności, rurę należy zabezpieczyć stosując odpowiednie środki, jak np. podsypka żwirem drobnoziarnistym. Na odcinkach o dużym spadku należy zapobiec splukiwaniu warstwy wierzchniej poprzez zastosowanie zapory poprzecznej. W razie konieczności można wykonać drenaż.

11.1.2 Sprawdzanie rur

Przed ułożeniem w wykopach rury i kształtki należy sprawdzić (zgodnie z DVGW W400-1) pod kątem ewentualnych uszkodzeń powstałych podczas transportu lub przechowywania w magazynie. Rury i kształtki z uszkodzeniami zakończonymi ostrą krawędzią nie mogą być montowane. Głębokość rowków i zarysowań na rurach z tworzywa RAU-PE-Xa może wynosić maksymalnie 20% grubości ścianki.

11.1.3 Rozwijanie zwojów rur

Zwoje można rozwijać na wiele sposobów. W przypadku rur o średnicy do 63 mm zwoj rozwija się najczęściej w pozycji pionowej. Przy większych średnicach zaleca się używanie przyrządów do rozwijania zwojów. Można je rozwijać np. kładąc w pozycji płaskiej na kołowrót i rozciągając ręcznie lub wolno poruszającym się pojazdem. Należy przy tym zwrócić uwagę, aby rozciągana rura nie skręcała się, ponieważ mogą się wówczas tworzyć załamania.

Na specjalne życzenie zwoje mogą być wiązane w fabryce warstwami. Dzięki temu po poluzowaniu jednego wiązania rozwijana jest tylko pojedyncza warstwa zewnętrzna. Warstwy wewnętrzne pozostają natomiast mocno związane. W ten sposób zapobiega się rozwiązaniu całego zwoju po poluzowaniu wiązania jednej warstwy.

Spadek elastyczności w niskich temperaturach powoduje, że rozwijanie i układanie rur RAUPEX przebiega trudniej. W związku z tym zaleca się, aby zwoje bezpośrednio przed układaniem umieścić na okres kilku godzin w ogrzewanej hali lub w namiocie. Rury można również ogrzewać poprzez przepuszczanie ciepłego powietrza lub pary o temperaturze maksymalnie 80 °C.

11.1.4 Minimalny promień gięcia przy układaniu pod ziemią

Przy układaniu rur RAUPEX pod ziemią muszą być zachowane następujące minimalne promienie gięcia, w zależności od temperatury otoczenia:

Temperatura	Minimalny promień gięcia rur PE-Xa
20 °C	10 x d
10 °C	15 x d
0 °C	25 x d

d: średnica zewnętrzna rury

Tab. 29: Minimalny promień gięcia przy układaniu rur w gruncie

11.1.5 Wypełnianie wykopu

W przypadku gdy temperatura przewodu na skutek nasłonecznienia znacznie przewyższa temperaturę wewnątrz wykopu, przed ostatecznym wypełnieniem wykopu należy lekko przykryć przewód, aby zagwarantować beznapięciowe układanie.

Odchodząc od wymagań DVGW W400, w miejscu układania rur i dla wypełniania wykopów, przypadku rur RAU-PE-Xa można stosować materiał podsypkowy, o ile zostaną spełnione następujące warunki:

- materiał podsypkowy musi być łatwy do zagęszczenia
- maksymalne uziarnienie nie powinno przekraczać 63 mm.

Do wypełniania wykopu w obrębie rury można również stosować gruz, np. gruz budowlany – recyklat oraz zmielony żużel. Wypełnienie wykopu w korpusie drogi należy wykonać zgodnie z przepisami PN-S-02205 „Drogi samochodowe - Roboty ziemne - Wymagania i badania”. Dopuszczalne jest stosowanie maszyn do wypełniania wykopów, pod warunkiem zachowania odpowiedniej wysokości zasypywania.

11.2 Układanie w rurze osłonowej

Układanie rur RAUPEX jest możliwe również w przypadku, gdy w miejscu montażu istnieje już rura lub kanał ochronny. W zależności od warunków instalacji mogą być układane rury w odcinkach lub w zwojach. Ograniczenia są uwarunkowane jedynie średnicą wewnętrzną rury ochronnej oraz średnicą zewnętrzną elementu łączącego. Na zamówienie mogą być dostarczane zwoje o konkretnych długościach.

W przypadku, gdy w układanej rurze przewiduje się występowanie różnic temperatury, na odejściach rury należy zamontować punkty stałe.

11.3 Układanie w kanale kablowym

Dzięki swojej elastyczności rury RAUPEX nadają się do układania w kanale kablowym. Trójniki, wloty, wyloty oraz armaturę mocuje się za pomocą uchwytów REHAU. W celu uzyskania odpowiedniego mocowania należy założyć po jednym uchwycie mocującym przed i za kształtką.

11.4 Układanie w połączeniu z systemem koryt kablowych

W celu zmniejszenia kosztów mocowania rury RAUPEX można układać w połączeniu z systemem koryt kablowych. Dzięki niewielkiemu ciężarowi i elastyczności rur RAUPEX zaleca się następujące techniki układania.

11.4.1 Układanie w korycie kablowym

Rury należy ułożyć w systemie koryt kablowych. Trójniki, armaturę oraz odejścia należy zamontować na obu końcach w uchwyty mocujące REHAU, aby w ten sposób zapewnić sztywny montaż. Mocowanie pośrodku jest konieczne tylko w szczególnych przypadkach.



Rys. 128: Rury RAUPEX ułożone w systemie koryt kablowych

11.4.2 Układanie pod lub obok koryt kablowych

Przy układaniu rur RAUPEX pod lub obok systemu koryt kablowych należy stosować uchwyty mocujące REHAU. Odstępy między opaskami rurowymi należy zachować zgodnie z tabelą 31. Aby uniknąć zetknięć z uchwytemi koryt kablowych, należy zastosować podkładki dystansowe REHAU.



Rys. 129: Rury RAUPEX ułożone pod lub obok systemu koryt kablowych

11.5 Montaż przewodu z półłupiną wciskową

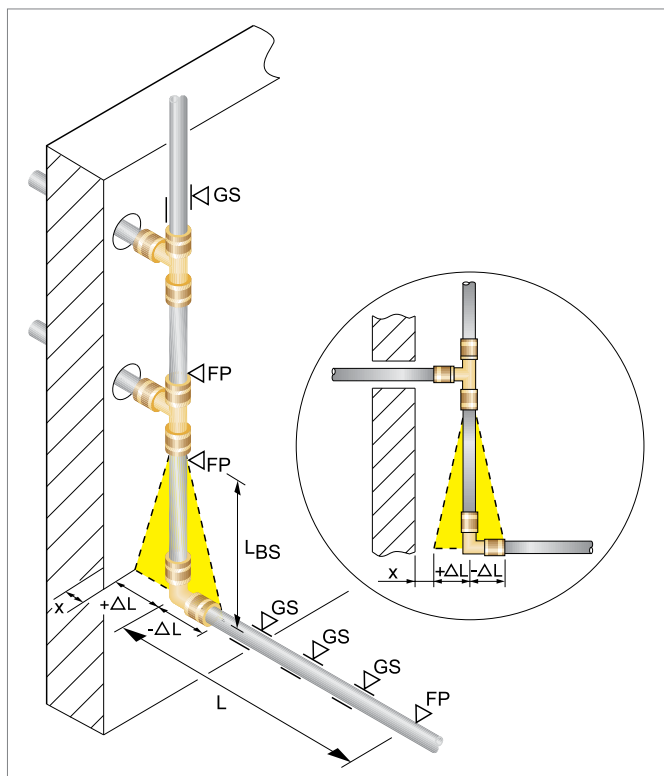
Przy układaniu rur RAUPEX na wierzchu można zastosować półłupinę REHAU, w którą wciska się rurę RAUPEX. Dzięki temu elastyczna rura RAUPEX zostaje usztywniona i może być układana na wierzchu. Dodatkową korzyścią jest zmniejszenie współczynnika wydłużalności liniowej rur w półłupinach o wymiarach 16 – 63. Maksymalny odstęp pomiędzy opaskami na rury przy układaniu z zastosowaniem półłupin wciskowych o długości 5 m wynosi 2,5 m. W przypadku zastosowania półłupin o wymiarach 75, 90, 110 i 160 nie występuje zmniejszenie współczynnika wydłużalności.



Rys. 130: Półłupina wciskowa

11.5.1 Montaż ramienia kompensacji z półłupiną wciskową

Zmiany długości powodowane różnicą temperatur mogą być redukowane za pomocą ramienia kompensacji. Rury RAUPEX nadają się do tego w sposób szczególny ze względu na swoją elastyczność. Ramię kompensacji jest to ruchomy odcinek rurociągu, który wyrównuje zmiany długości rur. Długość ramienia kompensacji w znacznym stopniu zależy od materiału (stałego współczynnika materiałowego C). Ramiona kompensacji powstają często w miejscach zmian kierunku rurociągu. W przypadku długich odcinków prostych konieczne jest zamontowanie w rurociągu dodatkowych ramion kompensacji, które przejmą zmiany długości rur uwarunkowane temperaturą. Obejmy mocujące przejmują w przypadku montażu ramienia kompensacji funkcję „przekazania” do ramienia kompensacji przemieszczenia się rurociągu wzdłuż osi wynikającego ze zmiany jego długości. Obejmy mocujące należy umiejscowić tak, jak pokazano na poniższym rysunku.



Rys. 131: Ramię kompensacji

Oznaczenia:

L_{BS}	= długość ramienia kompensacji
ΔL	= zmiana długości spowodowana temperaturą
L	= długość rury
FP	= obejma mocująca na stałe
GS	= obejma ruchoma



Nie montować żadnych półłupin wciskowych ani mocowań rur w pobliżu ramienia kompensacji, aby nie utrudniać wygięć rurociągu.



Poza opisanym poniżej sposobem doboru ramienia kompensacji poprzez wykonanie obliczeń lub skorzystanie z diagramu, dostępny jest również program obliczeniowy, który można pobrać ze strony www.rehau.pl.

11.5.2. Obliczanie ramienia kompensacji

W celu ustalenia długości ramienia kompensacji należy przede wszystkim określić zmianę długości przewodu spowodowaną różnicą temperatury:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

ΔL = zmiana długości [mm]

α = współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej [mm/mK]

L = długość przewodu [m]

ΔT = różnica temperatury [K]

Średnica [mm]	Współczynnik rozszerzalności liniowej α [mm/mK]
16 – 40	0,04
50 – 63	0,1
75 – 160	0,15

Tab. 30: Współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej z półłupiną wciskową

Za pomocą zmiany długości można określić długość ramienia kompensacji.

$$L_{BS} = C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$$

L_{BS} = długość ramienia kompensacji [mm]

d_a = średnica zewnętrzna rury [mm]

ΔL = zmiana długości [mm]

C = współczynnik stały (RAUPEX: $C = 12$)

11.5.3. Przykładowe obliczenia

Rura RAUPEX-A 40 x 3,7 (układana z zastosowaniem półłupiny wciskowej)

Długość rury $L = 50$ m

Różnica temperatury $\Delta T = 20$ K

Współczynnik termicznej rozszerzalności liniowej $\alpha = 0,04$ mm/mK

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T = 0,04 \text{ mm/mK} \cdot 50 \text{ m} \cdot 20 \text{ K} = 40 \text{ mm}$$

$$L_{BS} = C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L} = 12 \cdot \sqrt{40 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm}} = 480 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$$

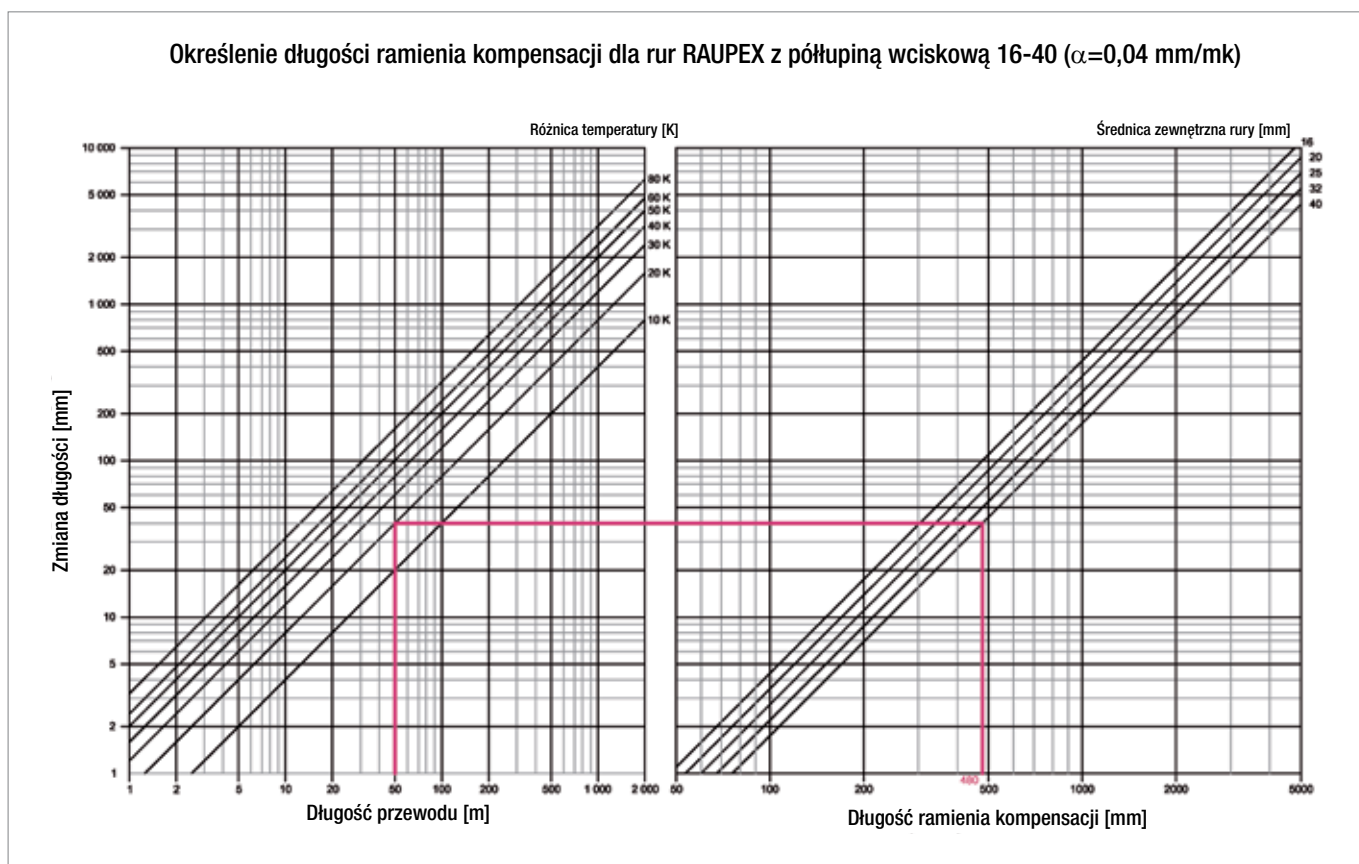
Podany w przykładzie odcinek rury wymaga ramienia kompensacji o długości 0,5 m (porównaj rozdz. 11.6.2).

11.5.4 Określenie długości ramienia kompensacji za pomocą diagramu

Skomplikowane obliczenia można zastąpić diagramem graficznym.

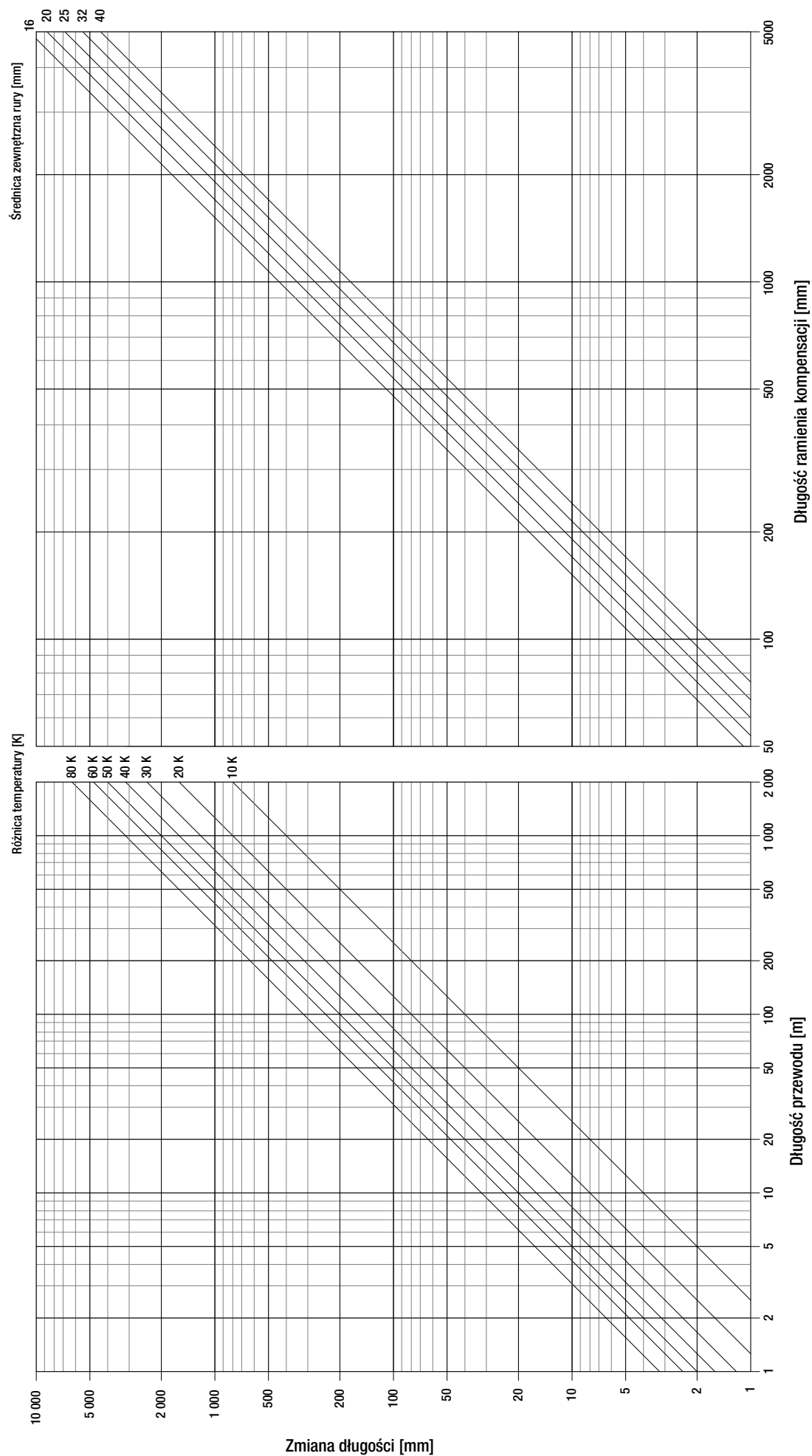
Dla rur RAUPEX o średnicach 16-63 można posługiwać się diagramami z rys. 133 i 134.

Dla rur RAUPEX o średnicach 75-160 obowiązuje diagram z rys. 135 (wyznaczanie długości ramienia kompensacji 16-160 bez półłupiny wciskowej). Przy tych rozmiarach zastosowanie półłupiny wciskowej nie powoduje zmniejszenia wydłużalności.



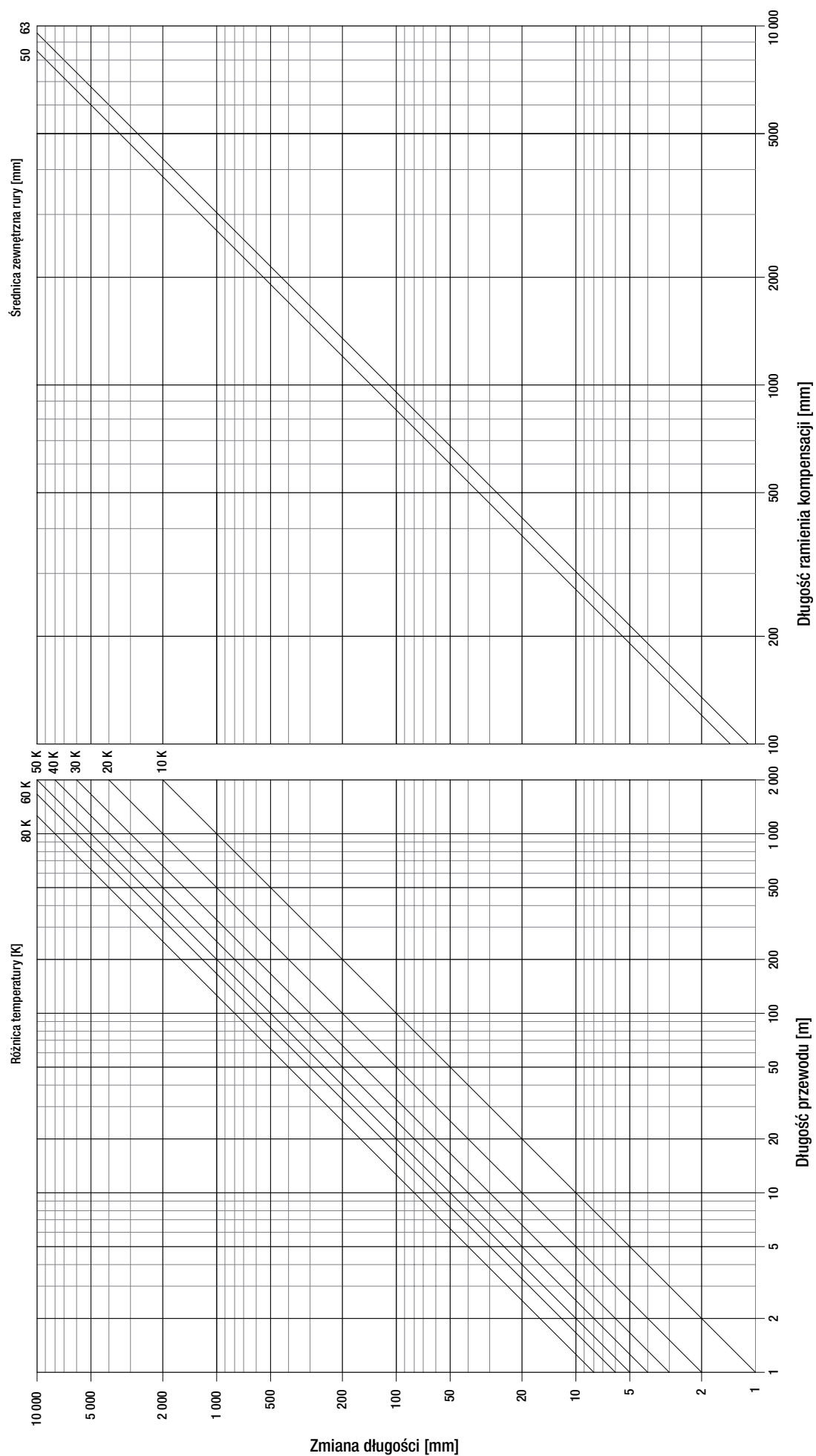
Rys. 132: Wyznaczanie długości ramienia kompensacyjnego na podstawie diagramu

Określenie długości ramienia kompensacji dla rur RAUPEX z półtępiną wciśkową 16-40 ($\alpha=0,04$ mm/mK)



Rys. 133: Wyznaczanie długości ramienia kompensacji z półtępiną wciśkową 16-40

Określenie długości ramienia kompensacji dla rur RAUPEX z półtępiną wciskową 50-63 ($\alpha=0,01$ mm/mK)



Rys. 134: Wyznaczanie długości ramienia kompensacji z półtępiną wciskową 50-63

11.6 Montaż przewodów bez półupiny wciskowej

Układanie na wierzchu jest najpopularniejszą metodą układania rur w budynkach. Obok techniki układania w półupinie wciskowej rury mogą być również układane bez półupiny. Należy przy tym przestrzegać odstępów pomiędzy uchwytami mocującymi w zależności od temperatury pomieszczenia. Szczególnie zaleca się tutaj stosowanie uchwytów REHAU, umożliwiających szybki i łatwy montaż. Ważne jest, aby rury zostały ułożone w sposób umożliwiający zmiany ich długości w zależności od temperatury. Należy przy tym uwzględnić długość ramion kompensacji. W tabeli nr 31 zostały podane dopuszczalne odległości między uchwytami.

- Przy pionowym zainstalowaniu rury odległości mogą być zwiększone o 30%.
- Dla rur transportujących sprężone powietrze odległości mogą zostać zwiększone o 30%.

Średnica	Odległość między uchwytami [m]			
	przy 20 °C	przy 40 °C	przy 60 °C	przy 80 °C
16	0,55	0,45	0,40	0,35
20	0,60	0,55	0,45	0,40
25	0,65	0,60	0,50	0,45
32	0,75	0,65	0,60	0,50
40	0,85	0,75	0,65	0,55
50	0,95	0,85	0,75	0,65
63	1,05	0,95	0,85	0,70
75	1,15	1,05	0,90	0,75
90	1,25	1,10	1,05	0,85
110	1,40	1,25	1,10	0,95
125	1,50	1,30	1,15	1,00
160	1,70	1,40	1,30	1,10

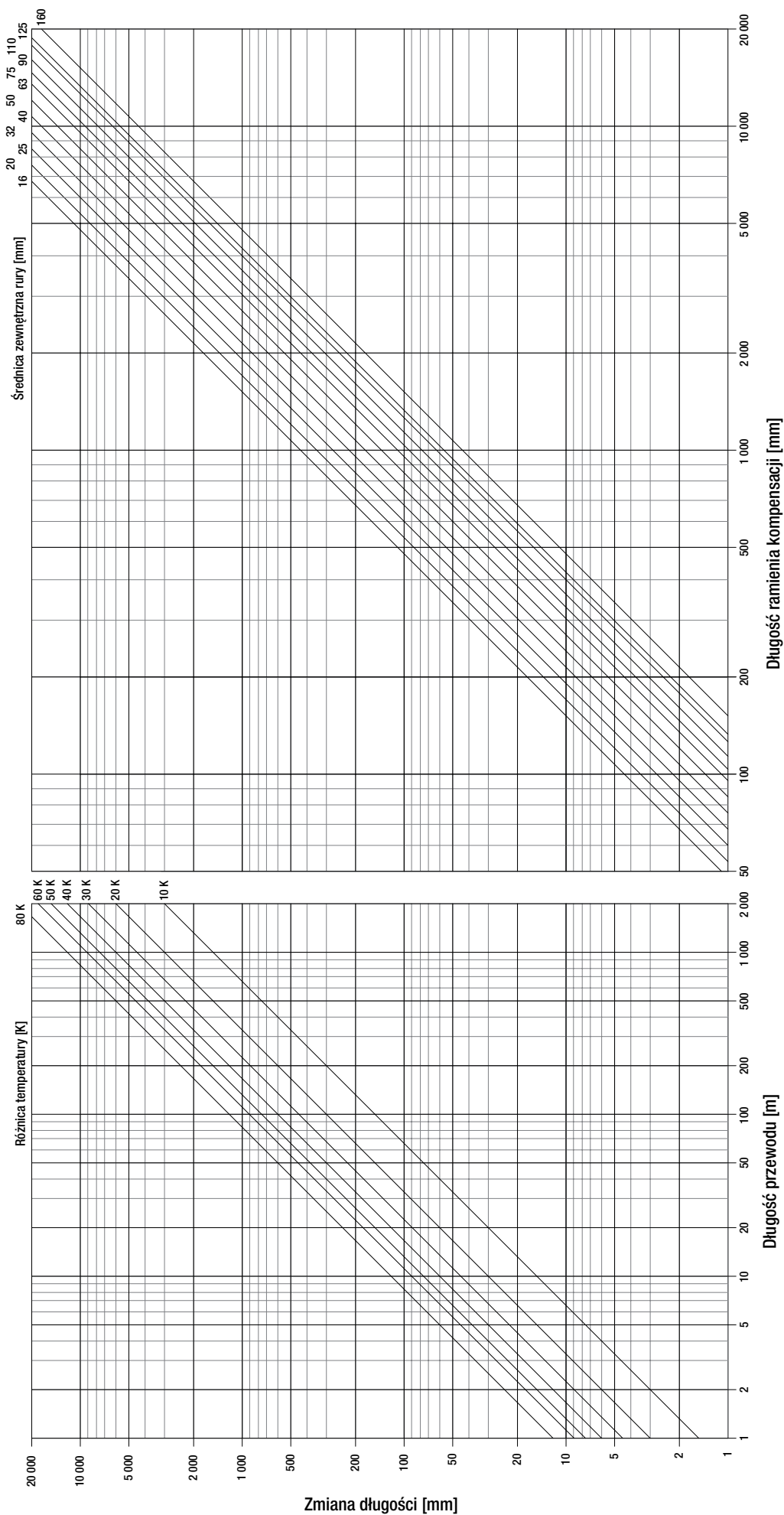
Gęstość medium 1 kg/dm³; maksymalna skręcalność 4mm

Tab. 31: Odległości między uchwytami dla rur RAUPEX mocowanych bez półupiny wciskowej

11.6.1 Montaż z ramieniem kompensacji

W celu obliczenia wymaganej długości ramienia kompensacji, obliczenia przeprowadzane są analogicznie jak w rozdziale 11.5.2, przy czym należy zastosować współczynnik wydłużalności $\alpha = 0,15 \text{ mm/mK}$. Można również posłużyć się metodą graficzną.

Określenie długości ramienia kompensacji dla rur RAUPEX z półtępiną wciskową 16-160 ($\alpha=0,15 \text{ mm/mK}$)



Rys. 135: Ramię kompensacji 16-160 bez półtępiny wciskowej

11.6.2 Montaż z naciąganiem wstępnym

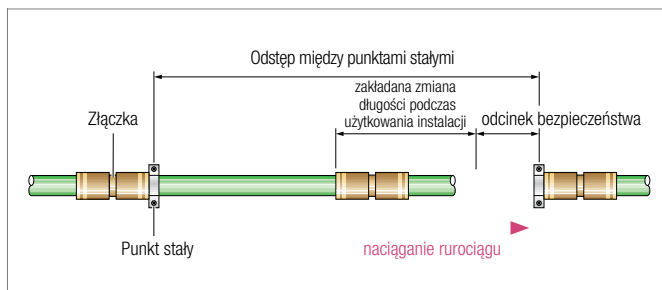
Rury RAUPEX mogą być również układane bez ramienia kompensacji i bez pólupin wciskowych.

Innym spotykanym rozwiązaniem jest montaż z naciąganiem wstępnym. Stosuje się go zazwyczaj wtedy, gdy nie można zastosować ramion kompensacji lub nie jest to pożądane oraz gdy podłączenie obejm rur na stałe do budynku jest problematyczne (np. prowadzenie rur z długimi prętami gwintowanymi z dachu hali).

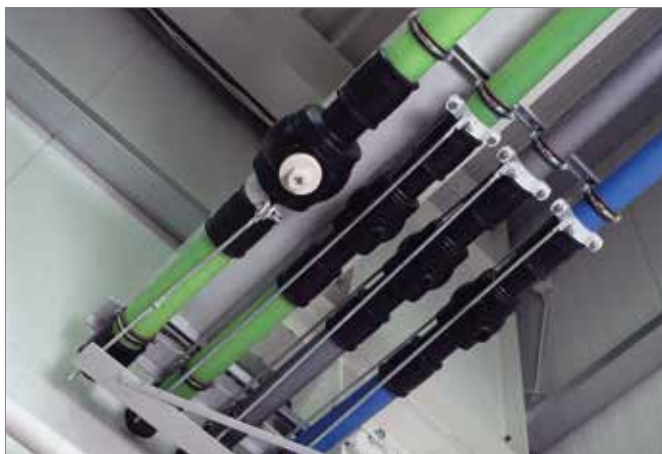
Montaż z naciąganiem wstępnym polega na ogrzaniu rury RAUPEX do maksymalnej spodziewanej w instalacji temperatury i na zamocowaniu jej w takim stanie wydłużenia poprzez punkty stałe. Siły występujące podczas ochładzania się materiału są przejmowane przez punkty stałe i bezpiecznie odprowadzane do struktury budynku, np. do podpór, ścian nośnych itp.

W przypadku techniki połączeń z zastosowaniem tulei zaciskowej mechanizm naciągający można usunąć zaraz po wykonaniu połączenia. Połączenia mufą elektrooporową i mufą FUSAPEX muszą się całkowicie schłodzić, zanim urządzenie naciągające zostanie odłączone (należy przestrzegać czasów chłodzenia),

Na rysunkach po prawej przedstawiono zasadę montażu z naciąganiem wstępnym oraz przykład zastosowania w praktyce.



Rys. 136: Zasada montażu z naciąganiem wstępnym



Rys. 137: Urządzenie naciągające i konstrukcja mocująca w obiekcie Winkermann GmbH + Co. KG

ΔT [K]		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Średnica [mm]		F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
20	x 1,9	117	233	350	467	583	700	817	933	1050	1167
25	x 2,3	177	354	531	709	886	1063	1240	1417	1594	1771
32	x 2,9	286	573	859	1145	1432	1718	2004	2291	2577	2863
40	x 3,7	456	911	1367	1823	2279	2734	3190	3646	4101	4557
50	x 4,6	709	1417	2126	2834	3543	4251	4960	5669	6377	7086
63	x 5,8	1126	2251	3377	4503	5628	6754	7879	9005	10131	11256
75	x 6,8	1574	3147	4721	6294	7868	9441	11015	12588	14162	15735
90	x 8,2	2276	4552	6828	9103	11379	13655	15931	18207	20483	22758
110	x 10	3393	6786	10179	13572	16965	20358	23750	27143	30536	33929
125	x 11,4	4394	8788	13182	17576	21970	26364	30758	35152	39546	43940
160	x 14,6	7203	14405	21608	28811	36013	43216	50418	57621	64824	72026

Współczynnik bezpieczeństwa 1,2; Siły podano dla temperatury 20°C. W innych temperaturach wartości sił odbiegają od podanych w tabeli.

Tab. 32: Wartości sił w punktach stałych dla rur RAUPEX SDR11

ΔT [K]		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Średnica [mm]		F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
16	x 2,2	103	206	309	412	515	618	721	824	927	1030
20	x 2,8	163	327	490	654	817	980	1144	1307	1471	1634
25	x 3,5	255	511	766	1021	1277	1532	1787	2043	2298	2553
32	x 4,4	412	824	1236	1648	2060	2472	2884	3296	3708	4120
40	x 5,5	644	1288	1931	2575	3219	3863	4507	5150	5794	6438
50	x 6,9	1009	2018	3027	4036	5045	6054	7063	8072	9081	10090
63	x 8,7	1603	3206	4809	6411	8014	9617	11220	12823	14426	16028

Współczynnik bezpieczeństwa 1,2; Siły podano dla temperatury 20°C. W innych temperaturach wartości sił odbiegają od podanych w tabeli.

Tab. 33: Wartości sił w punktach stałych dla rur RAUPEX SDR 7,4

12 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

UCHWYTY MOCUJĄCE REHAU

Uchwyty mocujące REHAU nadają się do mocowania rur RAUPEX **bez** półłupiny wciskowej. Należy przestrzegać masy rur podanej w poniższej tabeli:

Średnica	Ciężar	Pojemność	Ciężar rury wypełnionej wodą
[mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]
20x1,9	0,111	0,196	0,307
25x2,3	0,169	0,311	0,480
32x2,9	0,268	0,519	0,787
40x3,7	0,425	0,804	1,229
50x4,6	0,659	1,263	1,921
63x5,8	1,040	2,011	3,051
75x6,8	1,451	2,875	4,325
90x8,2	2,099	4,128	6,228
110x10,0	3,112	6,193	9,305
125x11,4	4,049	7,964	12,013
160x14,6	6,595	13,090	19,685

Tab. 34: Masa rur RAUPEX SDR 11

Średnica	Ciężar	Pojemność	Ciężar rury wypełnionej wodą
[mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]
16x2,2	0,098	0,097	0,195
20x2,8	0,153	0,152	0,304
25x3,5	0,238	0,238	0,476
32x4,4	0,382	0,398	0,780
40x5,5	0,594	0,625	1,219
50x6,9	0,926	0,979	1,904
63x8,7	1,468	1,555	3,024

Tab. 35: Masa rur RAUPEX SDR 7,4

12.1 Uchwyty mocujące REHAU z opaską spinającą i bez opaski

Uchwyty mocujące REHAU dla średnic do 32 dostarczane są bez opaski spinającej.

Rura jest wciskana w uchwyt, a w razie potrzeby można ją z niego wyciągnąć (rys. 138 i rys. 139).



Maksymalna temperatura mediów i/lub otoczenia, w jakiej można stosować uchwyty mocujące REHAU wynosi 60°C.



Rys. 138: Uchwyt mocujący bez opaski spinającej



Rys. 139: Rura RAUPEX wciśnięta w uchwyt mocujący

Dzięki zastosowaniu podkładki dystansowej można dopasować położenie osi rury do powierzchni mocowania (rys. 140 i rys. 141).



Rys. 140: Podkładka dystansowa



Rys. 141: Podkładka dystansowa z uchwytem mocującym

Dzięki możliwości połączenia uchwyty mocującego z podkładką dystansową można montować uchwyty dla kilku rur przebiegających równolegle (rys. 142).



Rys. 142: Połączenie w celu umocowania rur przebiegających równolegle

Uchwyty mocujące dla rur o średnicy powyżej 40 zaopatrzone są w opaskę spinającą (rys. 143, 144). W przypadku, gdy uchwyty są instalowane na suficie (opaską spinającą do dołu), nie wolno dopuścić do przekroczenia ich maksymalnej nośności (tabela 36).



Rys. 143: Uchwyt mocujący z opaską



Rys. 144: Rura RAUPEX wciśnięta w uchwyt mocujący z opaską

Opis	Nośność maks. [N]
Uchwyt mocujący 20	19,25
Uchwyt mocujący 25	20,00
Uchwyt mocujący 32	21,50
Uchwyt mocujący 40	359,50
Uchwyt mocujący 50	338,50
Uchwyt mocujący 63	377,25
Uchwyt mocujący 75	507,50
Uchwyt mocujący 90	458,00
Uchwyt mocujący 110	423,00
Uchwyt mocujący 125	387,50
Uchwyt mocujący 160	752,00

Nośność pod kątem 90° do osi rury;

Nośność podano dla temperatury 20°C. W innych temperaturach wartości nośności odbiegają od podanych w tabeli.

Tab. 36: Maksymalna nośność uchwyty mocujących REHAU

12.2 Uchwyty ściennie REHAU

W celu zamocowania rury bezpośrednio na ścianie, można zastosować ścienny uchwyt mocujący REHAU.



Rys. 145: Ścienny uchwyt mocujący REHAU

13 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

OZNAKOWANIE RUR

13.1 Kolory rur

Wyraźne oznakowanie przewodu rurowego w zależności od przesyłanego medium przepływającego jest konieczne w celu zapewnienia bezpieczeństwa, prawidłowego użytkowania oraz skutecznego gaszenia pożarów. Znakowanie powinno wskazywać na niebezpieczeństwa, aby można było uniknąć wypadków i szkód zdrowotnych. Dotyczy to przede wszystkim instalacji przemysłowych, gdzie wiele przewodów przebiega obok siebie.

Znakowania dokonuje się poprzez umieszczenie kolorowych tabliczek, nalepek, kolorowych pierścieni albo zastosowanie kolorowych przewodów rurowych. W przypadku, gdy stosowane są tabliczki, nalepki lub kolorowe pierścienie, należy je umieszczać na wszystkich punktach charakterystycznych instalacji, jak końce rury, rozgałęzienia, otwory ściennie i sufitowe oraz armatura. Znacznie łatwiejsze jest znakowanie kompletnych przewodów rurowych. Norma DIN 2403 podaje kolory dla określonych grup przesyłanych mediów. Oznaczenie kolorystyczne rur przemysłowych RAUPEX odpowiada tym wytycznym. Kolory nie są jednak identyczne, tylko zbliżone do wzorów kolorów RAL. Znakowanie za pomocą kolorów nie dotyczy rur układanych pod ziemią.

Przesyłane medium	Grupa	Kolor	Wzór koloru
Woda	1	zielony	RAL 6032
Para wodna	2	czerwony	RAL 3001
Powietrze	3	szary	RAL 7004
Gazy łatwopalne	4	żółty z czerwonym	RAL 1003 + RAL 3001
Gazy niepalne	5	żółty z czarnym	RAL 1003 + RAL 9004
Kwasy	6	pomarańczowy	RAL 2010
Zasady	7	fioletowy	RAL 4008
Ciecze łatwopalne i materiały sypkie	8	brązowy z czerwonym	RAL 8002 + RAL 3001
Ciecze niepalne i materiały sypkie	9	brązowy z czarnym	RAL 8002 + RAL 9004
Tlen	0	niebieski	RAL 5005

Tab. 37: Oznaczenie kolorystyczne rur w budynku wg DIN 2403

13.2 Etykiety samoprzylepne

Za pomocą etykiet samoprzylepnych naklejanych na rury (rys. 146) można opisać przesyłane medium oraz kierunek jego przepływu. Etykiety są samoprzylepne i mają strzałki w obu kierunkach. Dzięki perforacji można łatwo oddzielić od naklejki jedną ze strzałek.



Rys. 146: Etykieta samoprzylepna REHAU

14 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

14.1 Odporność ogniowa

Rury RAUPEX mają następującą odporność ogniową (tabela 37 i 38):

Wymiary	Ciężar [kg/m]	Odporność ogniowa [kWh/m]	Odporność ogniowa [MJ/m]
20 x 1,9	0,111	1,35	4,88
25 x 2,3	0,167	2,04	7,33
32 x 2,9	0,269	3,28	11,81
40 x 3,7	0,425	5,19	18,67
50 x 4,6	0,658	8,03	28,90
63 x 5,8	1,04	12,69	45,68
75 x 6,8	1,45	17,69	63,68
90 x 8,2	2,10	25,62	92,23
110 x 10	3,11	37,94	136,59
125 x 11,4	4,05	49,40	177,83
160 x 14,6	6,59	80,40	289,43

Tab. 38: Odporność ogniowa rur RAUPEX SDR 11

14.2 Manszety przeciwpożarowe

Przy montażu odcinków o dużym zagrożeniu pożarowym należy zastosować manszety przeciwpożarowe.

Wymiary	Ciężar [kg/m]	Odporność ogniowa [kWh/m]	Odporność ogniowa [MJ/m]
16 x 2,2	0,098	1,20	4,30
20 x 2,8	0,153	1,87	6,72
25 x 3,5	0,238	2,90	10,45
32 x 4,4	0,382	4,66	16,78
40 x 5,5	0,594	7,25	26,09
50 x 6,9	0,926	11,30	40,67
63 x 8,6	1,45	17,69	63,68

Tab. 39: Odporność ogniowa rur RAUPEX SDR 7,4

15 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ W PRAKTYCE



Rys. 147: DaimlerChrysler AG , Berlin



Rys. 148: Eberspächer GmbH & Co. KG



Rys. 149: Winkelmann GmbH + Co. KG

16 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

PROTOKÓŁ Z PRÓBY CIŚNIENIOWEJ / WZÓR DO KOPIOWANIA

Protokół z próby ciśnieniowej

Wykonanie próby w oparciu o DIN 1988 część 2

Medium: woda

1. Dane instalacji

Nazwa inwestycji: _____

Inwestor: _____

Ulica/nr lokalu: _____

Kod pocztowy/miejscowość: _____

2. Badanie wstępne

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 2.1 Ciśnienie próby | _____ bar (zalecane 1,5 x ciśnienie robocze) |
| 2.2 Aktualne ciśnienie po 10 min. | _____ bar (przywrócić ciśnienie próby) |
| 2.3 Aktualne ciśnienie po 20 min. | _____ bar (przywrócić ciśnienie próby) |
| 2.4 Aktualne ciśnienie po 30 min. | _____ bar |
| 2.5 Aktualne ciśnienie po 60 min. | _____ bar (dopuszczalny spadek ciśnienia < 0,6 bar) |

3. Badanie główne

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 3.1 Ciśnienie próby | _____ bar (wynik punktu 2.5 badania wstępnego) |
| 3.2 Aktualne ciśnienie po 2 godz. | _____ bar (dopuszczalny spadek ciśnienia < 0,2 bar) |
| 3.3 Uwagi: | |



Należy sprawdzić wzrokowo szczelność całej instalacji, w szczególności miejsca połączeń.

W żadnym miejscu instalacji, a w szczególności w miejscach połączeń, nie może dochodzić do wycieku.



Podczas próby ciśnieniowej nie może być przekroczone maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze określone w DIN 16892/93.

4. Potwierdzenie

Za zleceniodawcę: _____

Za zleceniobiorcę: _____

Miejscowość: _____ Data: _____

Załączniki: _____

17 SYSTEM INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH RAUPEX®

NORMY, PRZEPISY, WYTYCZNE



Należy przestrzegać wszystkich aktualnych krajowych i międzynarodowych przepisów dotyczących układania instalacji, zapobiegania wypadkom i bezpieczeństwa pracy oraz wskazówek zawartych w niniejszej informacji technicznej.

Należy również przestrzegać obowiązujących ustaw, norm, dyrektyw i przepisów (np. PN, EN, ISO, ITB), jak również przepisów dotyczących ochrony środowiska, zawodowego ubezpieczenia od wypadków oraz wytycznych miejscowych zakładów wodociągowych.

Obszary zastosowania, których nie obejmuje niniejsza informacja techniczna (zastosowania specjalne), wymagają konsultacji z naszym działem technicznym. Aby otrzymać szczegółowe informacje i wsparcie proszę skontaktować się z najbliższym Biurem Handlowo-Technicznym REHAU.

Wskazówki dotyczące projektowania i montażu są bezpośrednio związane z danym produktem REHAU. W niektórych przypadkach odsyła się do ogólnie obowiązujących norm i dyrektyw (przepisów).

Proszę sprawdzać na bieżąco aktualny stan norm, dyrektyw i przepisów.

Należy zaopatrzyć się w normy, przepisy i wytyczne dotyczące projektowania instalacji oraz eksploatacji budynku i urządzeń technicznych, nie są one bowiem częścią niniejszej informacji technicznej.

DIN 2403

Znakowanie przewodów rurowych zgodnie z przesyłanym medium

DIN 4124

Wykopy i rowy; skarpy, umocnienie ścian wykopu, przestrzeń robocza

DIN 4726

Rurociągi z tworzywa sztucznego; Wodne ogrzewanie podłogowe i podłączenia grzejników

DIN 8075

Rury z polietylenu (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Ogólne wymagania, badania

DIN 16892

Rury z sieciowanego polietylenu wysokiej gęstości (PE-X); Ogólne wymagania jakościowe, Badania

Poprawka 1

Poprawka do DIN 16892

DIN 16893

Rury z sieciowanego polietylenu wysokiej gęstości (PE-X); Wymiary, Badania

Poprawka 1

Poprawka do DIN 16893

PN-EN 10204

Wyroby metalowe – Rodzaje dokumentów kontroli

PN-EN 12164

Miedź i stopy miedzi – Pręty do obróbki skrawaniem na automatach

PN-EN 12165

Miedź i stopy miedzi – Materiał wstępny obrobiony i nie obrobiony plastycznie na odkuwki

PN-EN 12168

Miedź i stopy miedzi – Pręty z otworem do obróbki skrawaniem na automatach

PN-EN ISO 1133

Tworzywa sztuczne – Oznaczenie masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR) i objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia (MVR) tworzyw termoplastycznych

PN-EN ISO 1183

Tworzywa sztuczne – Metody oznaczania gęstości tworzyw sztucznych nieporowatych

PN-ISO 8573-1

Sprężone powietrze ogólnego stosowania – Zanieczyszczenia i klasy czystości

VDMA 15390

Jakość sprężonego powietrza; lista zalecanych klas czystości zgodnie z ISO 8573-1

DVGW W 400

Zasady techniczne urządzeń do rozdziału wody

PN-S-02205

Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania

Niniejszy dokument jest chroniony przez prawo autorskie. Powstałe w ten sposób prawa, w szczególności prawo do tłumaczenia, przedruku, pobierania rysunków, przesyłania drogą radiową, powielania na drodze fotomechanicznej lub podobnej, a także zapisywania danych w formie elektronicznej są zastrzeżone.

Przy projektowaniu i montażu zalecamy kierować się naszymi aktualnymi informacjami technicznymi. Jeżeli Państwo ich nie posiadacie, można je otrzymać w najbliższym Biurze Handlowo-Technicznym REHAU.

Dostawa i fakturowanie odbywają się zgodnie ze znanymi Państwu warunkami dostaw i płatności REHAU, które dostępne są pod adresem internetowym www.rehau.pl lub na życzenie zostaną Państwu przesłane.

Wszelkie wymiary i wagi są wartościami przybliżonymi. Zastrzegamy sobie prawo do zmian technicznych.

Jeżeli przewidziany jest inny cel zastosowania niż opisane w niniejszej informacji technicznej, użytkownik musi porozumieć się z firmą REHAU i przed użyciem uzyskać jej pisemną zgodę. Jeżeli zostanie to pominięte, dane zastosowanie leży wyłącznie w zakresie odpowiedzialności użytkownika. Zastosowanie i wykonanie inwestycji z udziałem naszych wyrobów odbywa się poza zasięgiem naszych możliwości kontroli i dlatego to właśnie Państwo ponosicie ostateczną odpowiedzialność.

Biura Handlowo-Techniczne REHAU

Gliwice: 44-109 Gliwice - ul. Jana Gutenberga 24 - tel. 0-32 77 55 100 - fax 0-32 77 55 101 - gliwice@rehau.com **Poznań:** 62-081 Przeźmierowo k. Poznania - Baranowo, ul. Poznańska 1 A - tel. 0-61 84 98 400 - fax 0-61 84 98 401 poznan@rehau.com **Warszawa:** 03-176 Warszawa - ul. Fleminga 2 A - tel. 0-22 51 97 300 - fax 0-22 51 97 301 - warszawa@rehau.com

REHAU Sp. z o.o. - NIP 781-00-16-806 - Sąd Rejonowy w Poznaniu, Nowe Miasto i Wilda w Poznaniu, VIII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego; nr KRS 0000049439 - Kapitał zakładowy: 46 500 000,00 zł