

## FW STAHLMANTELROHR technologia rurociągów w płaszczu stalowym

### Spis treści:

| <i>Rozdział</i> | <i>Treść</i>                            | <i>strona</i> |
|-----------------|---|---------------|
|                 | <b>SYSTEM FW STAHLMANTELROHR</b>        |               |
| 1               | Opis ogólny                             | 2             |
| 2               | Elementy systemu                        | 3             |
| 2.1             | Rury proste                             | 3             |
| 2.2             | Kolana                                  | 4             |
| 2.3             | Kompensatory osiowe                     | 4             |
| 2.4             | Izolacja termiczna                      | 5             |
| 2.5             | Izolacja antykorozyjna                  | 6             |
| 3               | System alarmowy                         | 6             |
| 4               | Komory sieciowe                         | 6             |
| 5               | Inne elementy systemu                   | 7             |
| 5.1             | Punkt stały                             | 7             |
| 5.2             | Trójnik odgałęźny                       | 7             |
| 5.3             | Przepust przez ścianę                   | 8             |
| 5.4             | Uszczelnienie końcowe                   | 8             |
| 5.5             | Połączenie mufowe                       | 8             |
| 5.6             | Podpora kierunkowa                      | 9             |
| 5.7             | Zabezpieczenie transportowe             | 9             |
| 6               | Straty ciepła                           | 9             |
| 7               | Układ wytworzenia i utrzymywania próżni | 10            |

**Przedstawiciel w Polsce:**  
**KELVIN TERNO oddział Kelvin Spółki z o.o.**  
**ul. Sobieskiego 413, 43-300 Bielsko-Biała**  
**tel. 033 818 23 96, [www.terno.kelvin.pl](http://www.terno.kelvin.pl)**

## 1 Opis ogólny

System stalowych rurociągów w płaszczu stalowym FW STAHLMANTELROHR jest kompletnym rozwiązaniem technologicznym, umożliwiającym przesył pary, wody gorącej i mediów niebezpiecznych, o wysokiej niezawodności i długiej żywotności oraz minimalnych stratach ciepła.

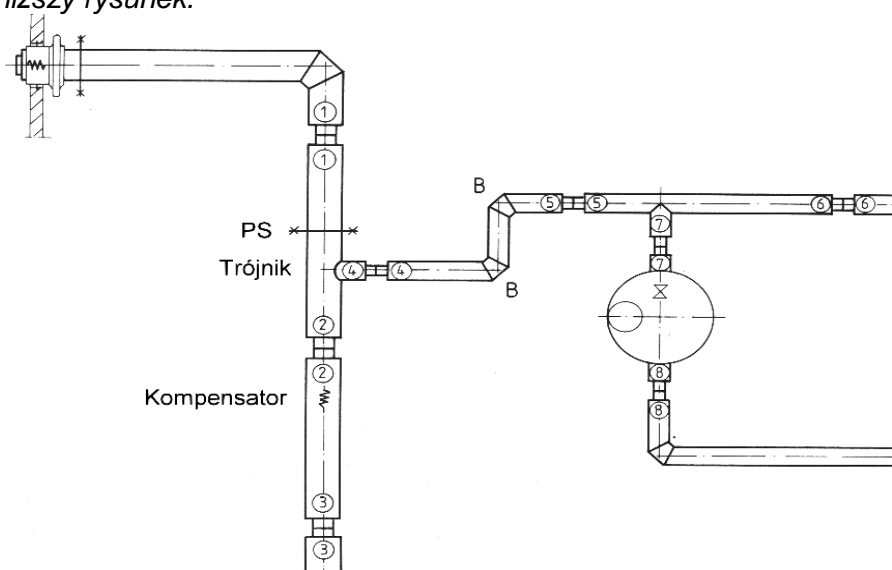
**Producent:** firma FW FERNWÄRME-TECHNIK GmbH, Niemcy, Celle,

**Przedstawiciel w Polsce:** KELVIN sp. z o.o., 43-300 Bielsko-Biała, ul. Sobieskiego 413

Integralnym elementem systemu jest projekt technologiczny opracowywany indywidualnie dla każdego zadania, a także wspomaganie techniczne i serwisowe w trakcie montażu i uruchomienia.

Po zmontowaniu i uruchomieniu systemu rurociąg wewnętrzny stanowi przewód do przesyłu medium ( np. pary ) a rurociąg płaszczowy stanowi kanał zewnętrzny. Od strony mechanicznej system zachowuje się jak klasyczny, kanałowy system ciepłowniczy, w którym wzrost temperatury powoduje wydłużanie rurociągu przewodowego, co jest kompensowane w takich elementach jak kolana czy mieszkowe kompensatory osiowe. Rurociąg zewnętrzny (płaszcz) w trakcie pracy nie podlega przemieszczeniom (oprócz punktów szczególnych, jak wejścia do komór lub budynków), a wzrost jego temperatury kompensowany jest poprzez zmiany naprężeń materiału.

*Przykładowy schemat montażowy systemu stalowych rurociągów w płaszczu stalowym obrazuje poniższy rysunek.*



Rurociąg wewnętrzny (przewodowy) izolowany jest wełną mineralną spojona żywicą epoksydową, układaną ze specjalnie nacinanych mat w dwóch lub więcej warstwach, zapewniających szczelną i jednorodną izolację. Pomiędzy rurociągiem a podporami i punktami stałymi stosowane są specjalne przekładki izolacyjne redukujące zjawisko mostków cieplnych. Podpory przesuwne wykonane są ze stali nierdzewnej, której właściwości pozwalają uzyskać dalsze obniżenie strat ciepła. Podpory ślizgowe (dla przemieszczeń poprzecznych) pokrywane są zmniejszającą tarcie warstwą teflonu. Rurociąg zewnętrzny (płaszczowy) zapewnia właściwą izolację dzięki zabezpieczeniu przed dostępem wilgoci i umożliwieniu wytworzenia próżni wokół rurociągu przewodowego (likwidacja strat ciepła z rurociągu przewodowego w drodze konwekcji).

## Podstawowe parametry i normy techniczne.

- Ciśnienie 10,0 MPa
- temperatura 400 °C

### *materiał i jakość:*

Rurociąg z płaszczem z rur stalowych FW - STAHLMANTELROHR jest prefabrykowany w odcinkach o długościach montażowych do 16 m. Rurociąg składa się z:

rury wewnętrznej z rury stalowej spawanej według normy DIN 2458/1626, jakość spoiny 1, lub rury stalowej bez szwu według normy DIN 2448/1629, wymiary według normy DIN, lub rury ze stali szlachetnych, lub z innych, odpowiedni dobranych materiałów;

izolacji cieplnej z mat z wełny mineralnej spojonej żywicą syntetyczną o masie objętościowej od 110 do 150 kg/m<sup>3</sup>, o odporności termicznej do 600°C, ułożonej w sposób ciągły, także na podporach rurociągu i umocowanej taśmą ze stali nierdzewnej;

rury zewnętrznej (płaszczowej) z rury stalowej spawanej wzdłużnie lub spiralnie według normy DIN 2458, materiał St.37.0 (WA), warunki techniczne dostawy według normy DIN 1626/10/84 ze świadectwem odbioru według normy DIN EN 10204/2.2, zabezpieczonej bitumiczną warstwą podkładową i podwójną izolacją antykorozyjną z termoodpornego bitumenu, typ A 5,5, z powłoki o odporności termicznej według zaleceń DIN 30673, zbrojonej matą z włókna szklanego, alternatywnie twardej polietylen, o odporności na przebicie elektryczne 25 000 Volt; końce rur na odcinku 100 mm są nieizolowane antykorozyjnie; dla odcinków napowietrznych rury płaszczowe pokryte są fabrycznie potrójną powłoką antykorozyjną,

podpory przesuwne ślizgowe lub rolkowe, rolki na osiach ze stali nierdzewnej, chromowo-niklowej,

przekładki pod podporami ślizgowymi - Centellin 200 ( materiał bezazbestowy ).

## 2 Elementy systemu

### 2.1 Rury proste

#### *budowa:*

rura przewodowa ( wewnętrzna ), izolowana wełną mineralną, zainstalowana w rurze zewnętrznej ( płaszczowej ) na podporach przesuwnych, rolkowych lub ślizgowych.



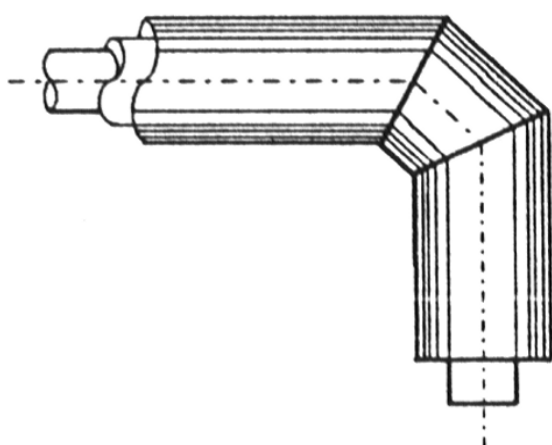
### Wymiary:

- średnice i grubość ścianek rur przewodowych i płaszczowych zgodnie ze specyfikacją wynikającą z projektu technicznego,
- długości standardowe odcinków prostych, mierzone wzdłuż rury wewnętrznej – wynoszące do 16m,
- długości niestandardowe, dostosowane do konfiguracji sieci, dla odcinków połączonych fabrycznie z kolanami lub innymi elementami systemu,
- grubość izolacji - zgodnie z projektem technicznym.

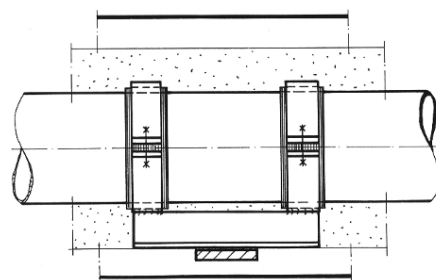
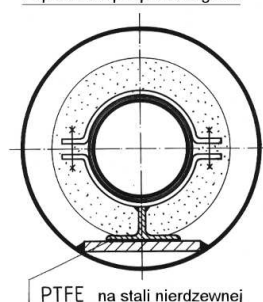
## 2.2 Kolana

- kolana wewnętrzne, z łuków gładkich zgodnie z normą DIN 2605/2606,
- kolana zewnętrzne z łuków segmentowych,
- materiał, średnica i grubość ścianek oraz izolacja jak dla odcinków prostych, do których kolana będą przyspawane,
- kąt załamania kolan dostosowany do konfiguracji sieci i wymagań kompensacyjnych; kolana spawane są fabrycznie do odpowiednich odcinków prostych i dostarczane na budowę jako kompletny element.

*Rysunki przedstawiają wygląd ogólny kolana i budowę podpory poprzecznej*



Poprzeczna podpora ślizgowa



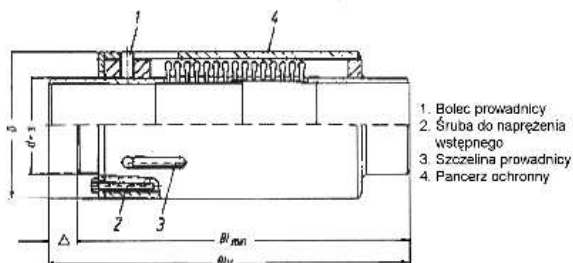
### Producent kolan gładkich:

- Mannesman
- Preussag
- Hoesch

lub inny producent gwarantujący jakość wykonania odpowiednią jak wyżej wymienieni.

## 2.3 Kompensatory osiowe

Do kompensacji wydłużeń rurociągu przewodowego stosowane są kompensatory osiowe firm Teddington, IWKA lub innych wytwórców zapewniających jakość i parametry wyrobu odpowiednie do wymienionych.



Przykładowy rysunek przedstawia kompensatory MAXCOMP, o parametrach:

Ciśnienie nominalne – 25 bar

Temperatura nominalna – 300°C

Ciśnienie próbne – 37,5 bar

*Przykładowe wymiary dla kompensatora mieszkowego DN 300*

| Wydłużenie L | długość zabudowy (naprężonej) | średnica podłączenia | średnicy obudowy | naprężenie ściskające | siła ścinająca a śruby napręż. | masa |
|--------------|-------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|------|
| [mm]         | [mm]                          | [mm]                 | [mm]             | N/mm <sup>2</sup>     | KN                             | Kg   |
| 125          | 700                           |                      |                  | 248                   |                                | 78   |
| 195          | 1050                          | 323,9 x 5,6          | 406,4            | 162                   | 69                             | 111  |
| 250          | 1320                          |                      |                  | 124                   |                                | 134  |

materiał mieszka 1.4541

materiał korpusu stal węglowa.

Kompensator osiowy jest dostarczany i wbudowany w odcinek z naciągiem wstępnym, posiada 4 przewodnice kierunkowe.

Ilość pełnych cykli dla P.=16 bar i t = 250°C wynosi 2800.

## 2.4 Izolacja termiczna

Do wykonania izolacji termicznej w systemie FW FERNWARME stosuje się spajaną żywicą syntetyczną wełnę mineralną firmy ROCKWOOL, posiadającą m.in. tak istotne cechy jak:

- dobra izolacyjność,
- mała higroskopijność,
- łatwość montażu na rurociągach,
- niepalność,
- odporność na temperatury do 600°C,
- gęstość 110 – 150 kg/m<sup>3</sup>
- przewodność cieplna:

| Warstwa | Grubość | Nazwa handlowa     | $\lambda$ W/m <sup>2</sup> |        |        |        |        |
|---------|---------|--------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
|         |         |                    | 50 °C                      | 100 °C | 150 °C | 200 °C | 300 °C |
| Wewn.   | 50 mm   | Rockwool 880 łupki | 0,039                      | 0,046  | 0,064  | 0,077  | 0,092  |
| Zewn.   | 60 mm   | Rockwool 880 łupki | 0,042                      | 0,048  | 0,057  |        |        |

Izolacja mocowana jest na rurociągu przewodowym opaskami z taśmy nierdzewnej. Mocowanie punktów stałych i podpór ślizgowych wszystkich typów do rurociągu przewodowego dokonywane jest z użyciem materiału izolacyjnego Centellin 200 (materiał bezazbestowy), oddzielającego termicznie elementy stalowe.

Uszczelnienia elementów końcowych wykonywane są z mieszków wielofalowych, ze stali nierdzewnej - co zapewnia dobre oddzielenie termiczne (na dużej długości) rury zewnętrznej i wewnętrznej.

Ostatnim, ale nie najmniej ważnym, elementem izolacyjnym jest próżnia wytworzona w przestrzeni międzyrurowej, zapobiegająca stratom ciepła w drodze konwekcji poprzez powietrze .

## 2.5 Izolacja antykorozyjna

Izolacją antykorozyjną zabezpieczony jest od zewnątrz rurociąg płaszczowy. Dla rurociągów układanych w gruncie mogą być stosowane dwa rodzaje zabezpieczeń – z termoodpornego bitumu lub twardego polietylenu. Rurociągi wykorzystywane do przesyłu czynnika o wysokich temperaturach winny być jednak zabezpieczone antykorozyjnie termoodpornym bitumem, który wykazuje zdecydowanie lepsze właściwości w razie poddania go działaniu wysokich temperatur. Sytuacja taka może mieć miejsce w razie awarii rurociągu przewodowego i wydostania się czynnika grzewczego (np. pary) do przestrzeni izolacyjnej. Twardy polietylen, nawet przy krótkotrwałym obciążeniu temperaturą powyżej 140 °C, ulega zniszczeniu, natomiast termoodporny, zbrojony włóknem szklanym bitum ulega w tych temperaturach jedynie zmięknieniu, więc po ustaniu oddziaływania wysokich temperatur izolacja utrzymuje wymagane właściwości.

Nie stosuje się izolacji antykorozyjnej na powierzchni wewnętrznej rurociągu płaszczowego i zewnętrznej rurociągu przewodowego FW STAHLMANTELROHR, jako że nieobecność tlenu w przestrzeni izolacyjnej, odpompowanego w procesie wytwarzania próżni, uniemożliwia występowanie korozji. W sytuacji, gdy nie przewiduje się utrzymywania próżni w eksploatowanym rurociągu, przestrzeń izolacyjną wypełnia się gazem obojętnym.

## 3. System alarmowy.

W parociągach wykonywanych w technologii FW FERNWÄRME nie przewiduje się stosowania systemu alarmowego.

Zastosowanie któregośkolwiek z obecnych na rynku systemów wykrywania uszkodzeń i zawilgoceń nie jest celowe ze względu na rodzaj przesyłanego medium. Oferowane na rynku systemy nie wykrywają bowiem obecności pary, działają jedynie w razie wystąpienia wilgoci. W przypadku wydostania się pary do przestrzeni izolacyjnej rurociągu wykroplenie wilgoci może nastąpić w znacznej odległości od miejsca nieszczelności, a lokalizacja miejsca wykroplenia nie umożliwi określenia miejsca uszkodzenia.

Detekcja faktu nieszczelności przewodu parowego następuje poprzez pomiar wielkości podciśnienia (próżni) w przestrzeni izolacyjnej, np. poprzez kontrolę częstości włączeń pompy próżniowej. W systemie stosuje się także specjalne zawory membranowe, które w sytuacjach awaryjnych umożliwiają kontrolowany wyrzut pary do atmosfery i detekcję ewentualnego uszkodzenia.

#### 4. Komory sieciowe.

Odwodnienie i odpowietrzenie systemu stalowych rurociągów w płaszczu stalowym odbywa się w komorach projektowanych na sieci.

Na sieci budowanej w systemie FW STAHLMANTELROHR mogą być budowane tradycyjne komory betonowe lub murowane. Wyposażenie komór zgodnie z projektem budowlanym.

System oferuje także jako integralny element stalowe komory prefabrykowane FW STAHLSCHACHT, kotwione w gruncie na podłożu betonowym, wodoszczelne, z włazem szczelnym, wyposażone kompletnie, zgodnie z wymaganiami eksploatacyjnymi.

#### 5. Inne elementy systemu rurociągów stalowych w płaszczu stalowym firmy FW FERNWÄRME

##### 5.1 Punkt stały.

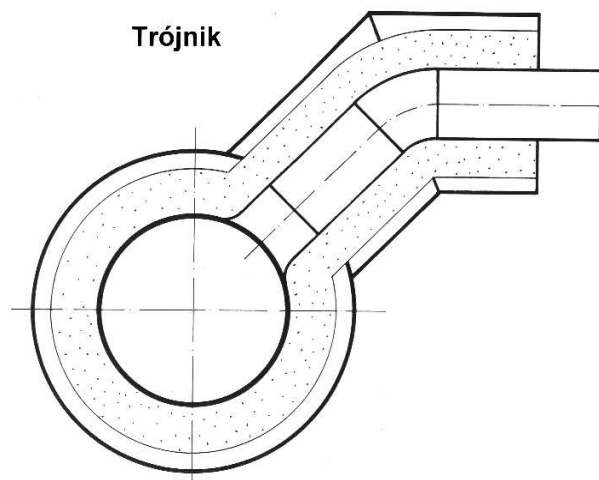
Punkty stałe zapewniają wydłużenie termiczne rurociągu w pożądanym kierunku. Siły wywoływane w rurociągu przewodowym przenoszone są poprzez punkt stały na rurociąg płaszczowy i dalej na grunt przeciwdziałający przemieszczeniom w wyniku tarcia. Występujące tarcie może przeciwdziałać siłom wielokrotnie przewyższającym siły oddziałujące na punkt stały i tym samym zbędne jest budowanie specjalnych fundamentów oporowych.

Punkt stały składa się z jednej płyty przyspawanej do rury zewnętrznej, dwóch płyt przyspawanych do rury wewnętrznej i odpornych na ściskanie przekładek izolacyjnych, ograniczających straty ciepła; jest on prefabrykowany i wbudowany fabrycznie do odcinka rurociągu.

##### 5.2 Trójnik odgałęźny

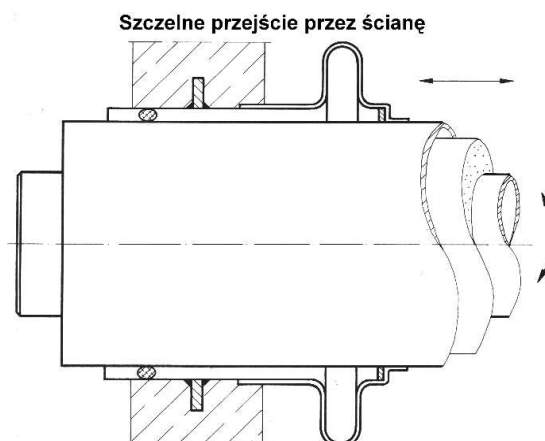
Trójniki odgałęźne, jak wszelkie pozostałe elementy, są prefabrykowane i łączone fabrycznie z odcinkiem prostym. Ich wykonanie uwzględnia geometrię i statykę parociągu oraz przemieszczenia rurociągu przewodowego.

Dla odgałęzień rurociągu przewodowego wykorzystane są trójniki, zgodnie z normą DIN 2615. Odgałęzienia rury płaszczowej wykonywane są jako rurociągi przenikające się.



### 5.3 Przepust przez ścianę

Przepust przez ścianę, pasujący do rury, składający się z rury ochronnej z dospawanym kołnierzem do osadzenia w ścianie, włącznie z centrowaniem i uszczelnieniem między rurą zewnętrzną a ochronną, wykonany z użyciem kompensatora soczewkowego i pierścienia uszczelniającego.

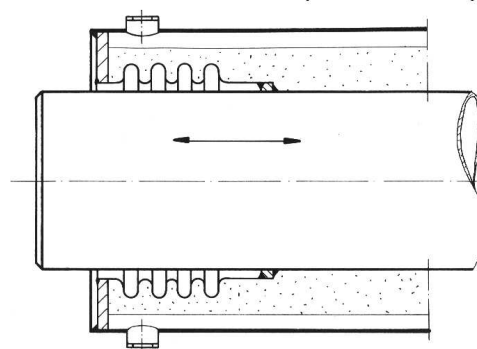


### 5.4 Uszczelnienie końcowe

Uszczelnienie końcowe między rurą zewnętrzną a rurą wewnętrzną, gazo- i próżnioszczelne, umożliwiające przemieszczanie się rury wewnętrznej w kierunku osiowym, producent Teddington, IWKA, lub równoważny, wraz z korkiem odpowietrzającym i odwadniającym DN40 na rurze zewnętrznej, prefabrykowane, połączone fabrycznie z odcinkiem rurociągu.

W niektórych przypadkach uszczelnienie końcowe dostarczone jest ze wstępnym naprężeniem. Klamry zabezpieczające nie mogą być usunięte przed całkowitym zmontowaniem i podłączeniem parociągu.

Uszczelnienie końcowe (110 °C - 400 °C)

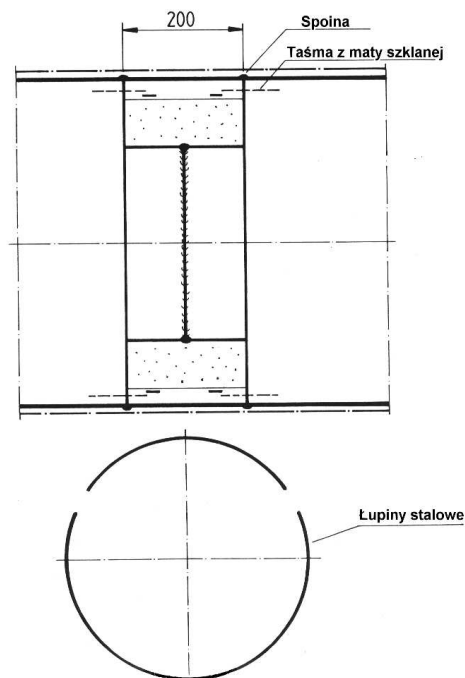


## 5.5 Połączenie mufowe

Materiały do wykonania połączeń i mufowania na placu budowy, składające się z:

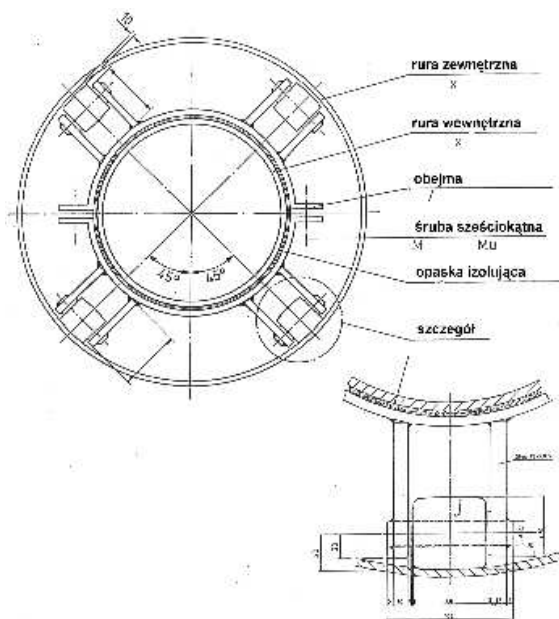
- odcinka rury uszczelniającej o długości 300 mm, ze stali o grubości odpowiedniej dla rury zewnętrznej.  
lub
- muf wykonanych z rury czarnej do dopasowania na placu budowy, wraz z taśmami z włókna szklanego dla ochrony izolacji termicznej na czas prac spawalniczych taśm z termoodpornego bitumu zbrojonego matą z włókna szklanego, o grubości 4 mm i szerokości 200 mm, do dwukrotnego owinięcia rury w miejscu mufowania wraz ze spoiwem bitumicznym dla rur zewnętrznych powleczonych bitumem
- z izolacji termicznej z wełny mineralnej Rockwool 880 w postaci łupek lub mat z taśmami ze stali nierdzewnej i złączami,

## Połączenia mufowe



## 5.6 Podpora kierunkowa

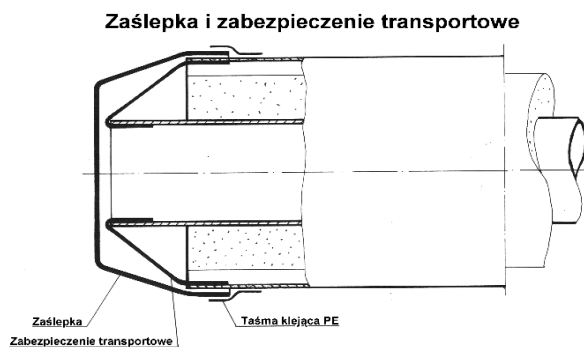
Stosowana m.in. w miejscach zainstalowania kompensatorów osiowych i tam, gdzie dopuszczalne jest ściśle osiowe przemieszczenie się rurociągu przewodowego.



Podpora kierunkowa

## 5.7 Zabezpieczenie transportowe

Składa się z płaskowników łączących rury przewodowe z rurą płaszczową, demontowanych po wstępnym zmontowaniu (sczepieniu) rurociągu przewodowego, oraz z zaślepek plastikowych zapobiegających penetracji wilgoci i zanieczyszczeń.



## 6. Straty ciepła

Straty ciepła z rurociągów wykonanych w technologii FW FERNWÄRME zależą w oczywisty sposób od przyjętych na etapie projektowania założeń i są determinowane m.in. grubością izolacji. Efekty izolacyjne uzyskiwane w tej technologii są jednakże zdecydowanie lepsze od tradycyjnych wykonanych kanałowych czy też napowietrznych. Wynika to z faktu, że w procesie wytwarzania próżni przeprowadzanym po zakończeniu montażu, następuje całkowite usunięcie wilgoci z przestrzeni izolacyjnej. W miejsce odessanego powietrza i wilgoci można wprowadzić następnie suchy gaz obojętny, jednakże najlepszą izolacyjność zapewnia utrzymywanie stałej próżni, kiedy to rurociąg staje się bardzo długim termosem. Utrzymywanie stałej próżni w długim okresie czasu wymaga zainstalowania stacjonarnej pompy próżniowej. Dla rurociągów o długości powyżej 500m koszty eksploatacyjne takiego układu są relatywnie niskie.

Poniższa tabela zawiera porównanie wielkości strat ciepła rurociągów z próżnią i bez dla kilku wybranych średnic i temperatury przesyłanej pary 150 °C:

| Średnica rury |             | Grubość izolacji | Straty ciepła dla |              |
|---------------|-------------|------------------|-------------------|--------------|
| przewodowej   | płaszczowej |                  | p = 1023 mbar     | p = 0,5 mbar |
| 100 mm        |             |                  |                   |              |
| 150 mm        |             |                  |                   |              |
| 200 mm        |             |                  |                   |              |
| 300 mm        |             |                  |                   |              |

## 7. Układ wytworzenia i utrzymywania próżni.

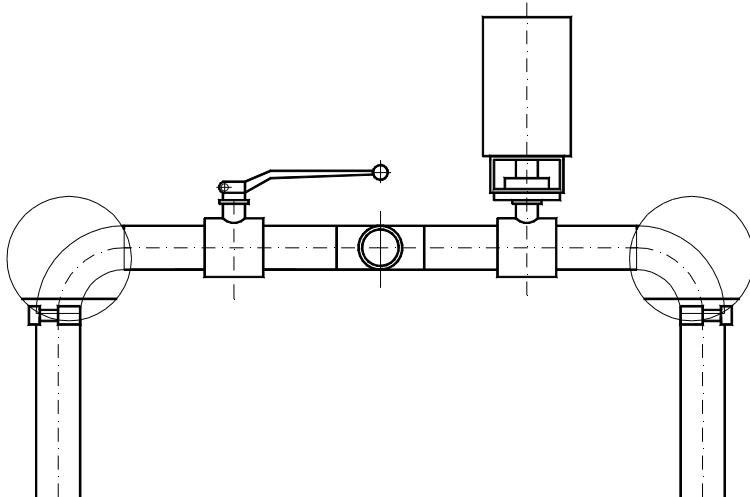
Po zmontowaniu i uruchomieniu sieci parociągu FW STAHLMANTELROHR przystępuje się do wytworzenia próżni w przestrzeni izolacyjnej. W tym celu na rurze płaszczowej wykonane są króćce umożliwiające zainstalowanie wakuometrów i wysokiej klasy zaworów odcinających.

Próżnia jest wytwarzana z zastosowaniem agregatu przewodnego, poprzez odessanie powietrza z przestrzeni międzyrurowej.

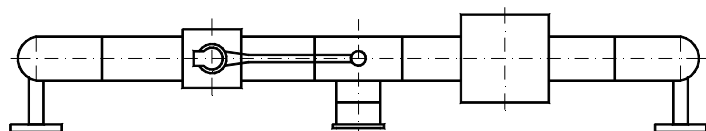
Po uzyskaniu podciśnienia o wartości ok. 1 mbara następuje odłączenie agregatu i połączenie przestrzeni izolacyjnej odcinka z układem stacjonarnej pompy próżniowej, która zapewni trwałe utrzymywanie próżni.

Jeżeli długość rurociągu przekracza kilkaset metrów wówczas projektowane są na nim przegrody rozdzielające przestrzenie izolacyjne, dzielące go za sekcje. Połączenie pomiędzy sekcjami wykonywane jest poprzez obejścia próżniowe, na których montowane są specjalne zawory odcinające, zamykające się w przypadku wzrostu ciśnienia w którejś z sekcji ponad 50 mbar. Po połączeniu tych zaworów linią telemetryczną z dyspozytornią można uzyskać natychmiastowe raportowanie utraty próżni służbom nadzorującym pracę sieci.

Rysunek poniższy przedstawia sekcję próżniową.



WIDOK



RZUT