

Nazwa opracowania	SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT
Nazwa nadana zamówieniu przez Zamawiającego	Węzeł wymiennikowy dla potrzeb c.o. i przygotowania c.w.u. na terenie bazy MZUK przy ul. Strzelców Bytomskich 25C w Gliwicach dokumentacja projektowa
Nazwa obiektu	Adres obiektu: Baza Miejskiego Zarządu Usług Komunalnych Gliwice, ul. Strzelców Bytomskich 25C dz. nr 260 obręb: Łabędy
Zamawiający Nazwa i adres	Miejski Zarząd Usług Komunalnych 44-109 Gliwice ul. Strzelców Bytomskich 25C
Jednostka projektowa Nazwa Adres	EKO-WILMAR Sp. z o.o., 44-121 Gliwice, ul. Gagarina 3/15 tel.32 230 90 92, 505 193 093, e-mail: biuro@ekowilmar.pl,
Zakres specyfikacji	Budowa węzła cieplnego – cz. technologiczna
Branża:	SANITARNA ST 02. INSTALACJA WĘZŁA CIEPLNEGO
Autorzy opracowania:	mgr inż. Grażyna Wilk
Data opracowania:	Gliwice 06.2019

Wspólny słownik zamówień CPV:

- **45.33.00.00 – 9** – roboty instalacyjne wodno – kanalizacyjne i sanitarne,
- **45.30.00.00 – 0** – roboty instalacyjne w budynkach
- **45.32.10.00 - 3** - Izolacja ciepła
- **45.33.00.00 - 9** - Hydraulika i roboty sanitarne

ST 02. INSTALACJA TECHNOLOGICZNA

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem węzła cieplnego i podłączenia mediów do instalacji wewnętrznych i zewnętrznych.

1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Specyfikacja Techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy przy zleceniu i realizacji robót.

1.3. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, ST, i poleceniami Inspektora Nadzoru.

2. MATERIAŁY

2.1 Źródła uzyskania materiałów.

Co najmniej na trzy tygodnie przed planowanym wykorzystaniem jakichkolwiek materiałów przeznaczonych do robót Wykonawca przedstawi szczegółowe informacje dotyczące źródła ich wytwarzania, zamawiania lub wykonywania, odpowiednie świadectwa badań laboratoryjnych oraz próbki do ich zatwierdzenia przez Zamawiającego. Zatwierdzenie partii materiałów z danego źródła nie oznacza automatycznie, że wszystkie materiały z danego źródła uzyskają zatwierdzenie. Wykonawca zobowiązany jest do prowadzenia badań w celu udokumentowania, że materiały uzyskane z dopuszczonego źródła w sposób ciągły spełniają wymagania specyfikacji technicznej i dokumentacji projektowej w czasie postępu robót.

Zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych (Dz.U.04.92.881) wszystkie materiały muszą być oznakowane znakiem CE lub posiadać aprobaty techniczne lub zatwierdzone w inny sposób przewidziany ustawą. Wszelkie materiały muszą być zastosowane zgodnie z ich przeznaczeniem.

Materiały mające kontakt z wodą pitną winny posiadać atest PZH.

2.2. Materiały nie odpowiadające wymaganiom.

Materiały nie odpowiadające wymaganiom zostaną wywiezione przez Wykonawcę z terenu budowy, bądź złożone w miejscu wskazanym przez Zamawiającego. Jeśli Zamawiający zezwoli na użycie tych materiałów do innych robót, niż do tych dla których zostały zakupione, to koszt materiałów zostanie przewartościowany przez Zamawiającego. Każdy rodzaj robót, w którym znajdują się nie zbadane i nie zaakceptowane materiały, Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z ich nie przyjęciem i brakiem zapłaty.

2.3 Przechowywanie i składowanie materiałów.

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu ich wbudowania były zabezpieczone przed zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość do robót i były dostępne do kontroli przez Zamawiającego. Miejsca czasowego składowania materiałów będą zlokalizowane w obrębie terenu budowy w miejscach uzgodnionych z Zamawiającym lub poza terenem budowy w miejscach zorganizowanych przez Wykonawcę.

2.4 Wariantowe stosowanie materiałów.

Jeśli dokumentacja projektowa przewiduje możliwość wariantowego zastosowania rodzaju materiałów w wykonywanych robotach, Wykonawca powiadomi Zamawiającego o swoim zamierzeniu co najmniej 3 tygodnie przed użyciem materiału albo w okresie dłuższym, jeśli będzie to wymagane dla badań prowadzonych przez Zamawiającego. Wybrany i zaakceptowany rodzaj materiału nie może być później zmieniany bez zgody Zamawiającego.

Dobre urządzenia i armatura (system regulacji, wymienniki, pompy) zostały obliczone (ze względu na specyfikę inwestycji) w oparciu o dane techniczne producentów. Dopuszcza się zmiany urządzeń na inne (o nie gorszych parametrach hydraulicznych, sterowania, gwarancji i.t.p.) pod warunkiem ich ponownego przeliczenia oraz pisemnej akceptacji autora projektu, inwestora oraz dostawcy ciepła.

2.5 Zastosowane materiały

Źródło ciepła

W budynku wykonać nowy węzeł ciepłowniczy w wydzielonym pomieszczeniu technicznym (aktualnie zabudowana jest tu kotłownia gazowa) na parterze budynku bazy MZUK przy ul. Strzelców Bytomskich 25C w Gliwicach. Węzeł należy wykonać zgodnie z załączonymi do DP Warunkami technicznymi wydanymi przez PEC Gliwice. Zabudowa nowego węzła będzie realizowana przy zachowaniu ciągłości pracy kotłowni.

Wydzielony tu będzie:

- a) węzeł przygotowania c.w.u. z wymiennikiem płytowym skręcanym w fabrycznej izolacji, o wydajności $Q=35\text{kW}$ (opory str.pierwotna/wtórna $\Delta p=1,2/0,3\text{kPa}$, przewymiarowanie 11%) i 2 szt. zasobników c.w.u. emaliowanym, o pojemności 1000l każdy. Regulacja parametrów cwu realizowana będzie poprzez zawór regulacyjny DN15 $K_{VS}=2,5\text{ m}^3/\text{h}$ z siłownikiem elektrycznym 1x230V z funkcją bezpieczeństwa, o krótkim czasie przestawienia, sterowany z regulatora w funkcji temperatury c.w.u. za wymiennikiem, a zabudowany za wymiennikiem po stronie grzewczej. Jako zabezpieczenie przed przekroczeniem temperatury zastosowano termostat STW.

Pomiar zużycia ciepła realizowany będzie za pomocą ultradźwiękowego przetwornika przepływu firmy Kamstrup typ Ultraflow 54 DN20, PN16 $T_{\max}130^\circ\text{C}$; połączenia gwintowane o parametrach roboczych: przepływ nominalny $G_n=2,5\text{m}^3/\text{h}$; max strumień objętości $G_{\max}=7,5\text{m}^3/\text{h}$; min strumień objętości $G_{\min}=12\text{l/h}$ (dostawa PEC Gliwice). Przed przetwornikiem należy zachować odcinek prosty min 200mm, a za przetwornikiem odcinek prosty długości min 120mm. Przepływomierz współpracować będzie z przelicznikiem ultradźwiękowym Multical 602 i dwoma czujnikami temperatury termorezystancyjnymi Pt500 w tulejach ochronnych typ OG3. Mufy pod tuleje wspawać do rurociągu skośnie pod kątem 45° przeciwnie do kierunku przepływu. Czujniki powinny sięgać do osi rurociągów, a długość kabli łączących czujniki z przelicznikiem powinna wynosić min 3m. Ciepłomierz dostarcza PEC Gliwice.

Dla zapobieżenia przed spadkiem temperatury c.w. zabudować pompę cyrkulacyjną o parametrach: $G=1,1\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=4,4\text{mSW}$ z certyfikatem dla c.w.u..

W czasie braku rozbioru c.w. nastąpi proces ładowania zasobników. Obieg wody wymusi wówczas pompa ładująca o parametrach: $G=1,2\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=4,7\text{mSW}$ z certyfikatem dla c.w.u.. Pompa sterowana od pomiaru temp. w zasobniku c.w.u.

Stabilizację ciśnienia w układzie c.w.u. zapewni przeponowe naczynie wzbiorcze o pojemności $V=200\text{dm}^3$ PN10. Instalację zabezpieczyć membranowym zaworem bezpieczeństwa $t_{\max}=120^\circ\text{C}$, $p_{\text{otw}}=6\text{bar}$. Na przewodzie wody zimnej przewidziano filtr siatkowy, wodomierz wody zimnej z nadajnikiem impulsów o przepływie nominalnym $2,5\text{m}^3/\text{h}$ PN6bar, zawór zwrotny oraz zawory odcinające.

UWAGA! Węzeł współpracuje z istniejącą instalacją solarną tzn. woda zimna i podczas ładowania zasobników kierowana jest najpierw na wymiennik solarny, a następnie na wymiennik zasilany z PEC Gliwice, na którym następuje ostateczne podgrzanie wody w sezonie zimowym.

- b) Węzeł c.o. przygotowującym wodę grzewczą o parametrach $80/60^\circ\text{C}$ na wymienniku płytowym lutowanym w fabrycznej izolacji, o wydajności $Q=160\text{kW}$ (opory str.pierwotna/wtórna $\Delta p=1,1/9,7\text{kPa}$, przewymiarowanie 21%) Regulacja parametrów wody wychodzącej z wymiennika realizowana będzie poprzez zawór regulacyjny DN20 PN25 $K_{VS}=6,3\text{ m}^3/\text{h}$ z siłownikiem elektrycznym 1x230V z funkcją bezpieczeństwa, zabudowany na przewodzie powrotnym wody grzewczej.

Pomiar zużycia ciepła realizowany będzie za pomocą ultradźwiękowego przetwornika przepływu firmy Kamstrup typ Ultraflow 54 DN20, PN16 $T_{\max}130^\circ\text{C}$; połączenia gwintowane o

parametrach roboczych: przepływ nominalny $G_n=2,5\text{m}^3/\text{h}$; max strumień objętości $G_{\text{max}}=7,5\text{m}^3/\text{h}$; min strumień objętości $G_{\text{min}}=12\text{l/h}$ (dostawa PEC Gliwice). Przed przetwornikiem należy zachować odcinek prosty min 200mm, a za przetwornikiem odcinek prosty długości min 120mm. Przepływomierz współpracować będzie z przelicznikiem ultradźwiękowym Multical 602 i dwoma czujnikami temperatury termorezystancyjnymi Pt500 w tulejach ochronnych typ OG3. Mufy pod tuleje wspawać do rurociągu skośnie pod kątem 45° przeciwnie do kierunku przepływu. Czujniki powinny sięgać do osi rurociągów, a długość kabli łączących czujniki z przelicznikiem powinna wynosić min 3m. Ciepłomierz dostarcza PEC Gliwice.

Instalacja wewnętrzna zabezpieczono przeponowym naczyniem wzbiórczym o pojemności $V=200\text{dm}^3$ PN6, a obieg wody wymuszać będzie pompa obiegowa z regulacją obrotów o parametrach: $G=7,3\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=6,5\text{mSW}$ 1x230V. Instalację zabezpieczyć membranowym zaworem bezpieczeństwa $t_{\text{max}}=120^\circ\text{C}$, $p_{\text{otw}}=4\text{bar}$.

Instalacja będzie napełniana i uzupełniana wodą z rurociągu powrotnego wysokoparametrowego. Na spince uzupełniającej zamontowane będą: filtr siatkowy, wodomierz wody ciepłej z impulsatorem typu UNIMAG+ $Q_n2,5$ firmy ITRON (dostarcza PEC Gliwice), reduktor ciśnienia bezpośredniego działania DN15 $K_{VS}=3,2\text{m}^3/\text{h}$ i zakresie nastaw 1 – 4bar, zawór zwrotny i odcinający oraz kryza dławiąca $\varnothing 5\text{mm}$.

- c) Funkcje sterowania węzłem realizowane będą poprzez regulatory firmy SAMSON typ TROVIS 5571 pogodowy dla instalacji c.o. i typ TROVIS 5573-1 dla instalacji przygotowania c.w.u. – warunek określony przez PEC Gliwice.
- d) Ponadto układ węzła wymiennikowego należy wyposażyć w niezbędną aparaturę kontrolno - pomiarową, manometry i termometry oraz spusty i odpowietrzenia, zaopatrzone w zawory kulowe.

Przewody należy wykonać z:

- sieciowe – rury stalowe przewodowe bez szwu mat. P235TR2 wg PN-EN10216-1 łączonych przez spawanie
- instalacja c.o. – rury stalowe ze szwem S235JR wg PN-EN10219-1
- woda zimna i instalacja c.w.u. – rury ze stali nierdzewnej wg PN-EN-10216-5
-

Wszystkie załamania i rozgałęzienia dla średnic DN25 i większych wykonywać przy pomocy kolan hamburskich (wg PN-EN 10253-1:1999), trójników stalowych i zwężek symetrycznych (wg PN-EN 10253-1:1999). Średnica zewnętrzna kształtek stalowych winna odpowiadać średnicy zewnętrznej rury stalowej, zaś grubość ścianki winna być nie mniejsza.

Dopuszcza się wspawywanie w rurociąg przewodów i króćców o średnicy do DN20.

Rozdzielacze rurowe zakańczać dennicami z pogrubioną ścianką.

Należy stosować armaturę:

- po stronie wysokich parametrów - na ciśnienie 1,6 MPa z końcówkami do spawania lub kołnierzowe;
- po stronie niskich parametrów - na ciśnienie 0,6 MPa; gwintowane.

Dla umożliwienia kontroli parametrów pracy węzła, na rurociągach wody sieciowej i instalacyjnej zamontowane będą manometry tarczowe i termometry przemysłowe szklane, służące do pomiarów miejscowych.

Węzeł cieplny wyposażony będzie w:

- termometry szklane o zakresie $0...150^\circ\text{C}$ - do pomiarów po stronie wysokich parametrów;
- termometry szklane o zakresie $0...100^\circ\text{C}$ - do pomiarów po stronie niskich parametrów;

- manometry tarczowe firmy KFM o średnicy 100 mm, klasy dokładności 1,6 i zakresie pomiarowym 0...1,6 MPa - do pomiarów po stronie wysokich parametrów;
- manometry tarczowe firmy KFM o średnicy 100 mm, klasy dokładności 1,6 i zakresie pomiarowym 0...1,0 MPa - do pomiarów po stronie niskich parametrów.

Na rurkach manometrycznych zabudować kurki 3-drogowe.

Miejsca montażu termometrów i manometrów przedstawiono na schemacie węzła cieplnego.

Po wykonaniu z wynikiem pozytywnym prób ciśnieniowych rury zaizolować cieplnie kształtkami z pianki poliuretanowej w płaszczu ochronnym z PCV systemu o grubości zgodnej z PN-B-02421 t.j. określonej w wykazie materiałów.

Rurociągi należy oznakować strzałkami o kolorze:

- zasilanie wysokich parametrów	czerwony ciemny
- powrót wysokich parametrów	niebieski ciemny
- zasilanie c.o.	czerwony jasny
- powrót c.o.	niebieski jasny
- woda zimna	zielony
- c.w.u.	zielono-pomarańczowy
- cyrkulacja	zielono-biały
- przewody bezpieczeństwa	żółto-czarny
- przewody impulsowe	czarny
- przewody odpowietrzające i odwadniające	brązowy

Materiały i urządzenia stosowane w węzłach ciepłej wody użytkowej i mające z nią kontakt powinny posiadać Atest Higieniczny Państwowego Zakładu Higieny dopuszczający je do kontaktu z wodą pitną.

3. SPRZĘT

Wykonawca zobowiązany jest do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. W przypadku braku ustaleń w takich dokumentach sprzęt musi być uzgodniony i zaakceptowany przez Zamawiającego. Liczba i wydajność sprzętu będzie gwarantować przeprowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, warunkach kontraktu i wskazaniach Zamawiającego w terminie przewidzianym umową. Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonywania robót ma być utrzymywany w dobrym stanie technicznym i gotowości do pracy. Będzie on zgodny z normami ochrony środowiska, przepisami dotyczącymi jego użytkowania oraz przepisami BHP. Wykonawca dostarczy Zamawiającemu kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami. Wariantowe użycie sprzętu jest możliwe gdy przewiduje taki przypadek dokumentacja projektowa, pod warunkiem uzyskania akceptacji Zamawiającego. Jakikolwiek sprzęt, maszyny i urządzenia oraz narzędzia nie gwarantujące zachowania warunków umowy, zostaną przez Zamawiającego zdyskwalifikowane i nie dopuszczone do robót.

4. TRANSPORT

Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów. Dobór środków transportowych Wykonawca przedstawia do akceptacji Zamawiającego.

Liczba środków transportu będzie zapewniać prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej i wskazaniach

Zamawiającego w terminie przewidzianym umową. Przy ruchu po drogach publicznych pojazdy będą spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego. Wykonawca będzie na bieżąco i na własny koszt usuwać wszelkie zanieczyszczenia spowodowane jego pojazdami na drogach publicznych i dojazdach do budowy.

5. WYKONANIE INSTALACJI

5.1 Wymagania ogólne

5.1.1 Instalacja powinna, zgodnie z art. 5 ust. 1 ustawy, zapewnić obiektowi budowlanemu, w którym ją wykonano, możliwość spełnienia wymagań podstawowych dotyczących w szczególności:

- a) bezpieczeństwa konstrukcji,
- b) bezpieczeństwa pożarowego,
- c) bezpieczeństwa użytkowania,
- d) odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska,
- e) ochrony przed hałasem i drganiami,
- f) oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród.

5.1.2 Instalacja powinna być wykonana zgodnie z projektem oraz przy spełnieniu we właściwym zakresie wymagań przepisu techniczno - budowlanego wydanego w drodze rozporządzenia, zgodnie z art. 7 ust. 2 ustawy Prawo budowlane, z uwzględnieniem ewentualnych odstępstw udzielonych od tych przepisów w trybie przewidzianym w art. 8 tej ustawy, a także zgodnie z zasadami wiedzy technicznej.

5.1.3 W budynkach istniejących lub ich części, w przypadku nadbudowy, przebudowy i zmianie użytkowania, zgodnie z § 2 ust. 2 rozporządzenia, spełnienie wymagań wymienionych w 6.1.1 i 6.1.2 jest możliwe także w inny sposób, stosownie do wskazań ekspertyzy technicznej właściwej jednostki badawczo - rozwojowej albo rzeczoznawcy budowlanego oraz do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, uzgodnionych z właściwym komendantem wojewódzkim Państwowej Straży Pożarnej lub państwowym wojewódzkim inspektorem sanitarnym, odpowiednio do przedmiotu tej ekspertyzy.

5.1.4 Ponadto zgodnie z art. 5 ust. 1 ustawy, instalacja ogrzewcza powinna być wykonana, przy wzięciu pod uwagę przewidywanego okresu użytkowania, w sposób umożliwiający zapewnienie jej prawidłowego użytkowania w zakresie ogrzewania i wentylacji, zgodnych z przeznaczeniem obiektu i założeniami projektu budowlanego tej instalacji oraz we właściwym zakresie zgodnych z wymaganiami przepisów techniczno budowlanych dotyczących warunków technicznych użytkowania obiektów budowlanych, wydanych w drodze rozporządzeń, zgodnie z art. 7 ust. 3 ustawy Prawo budowlane, a także zgodnie z zasadami wiedzy technicznej.

5.2 Prowadzenie przewodów

5.2.1 Przewody poziome powinny być prowadzone ze spadkiem min 3‰. Przewody prowadzić ze wzniosem do zbiorników i zaworów odpowietrzających oraz ze spadkiem do kurków spustowych. Dopuszcza się możliwość układania odcinków przewodów bez spadku jeżeli prędkość przepływu wody zapewni ich samo odpowietrzenie, a opróżnianie z wody jest możliwe przez przedmuchanie sprężonym powietrzem.

5.2.2 Przewody poziome prowadzone przy ścianach, na lub pod stropami itp. powinny spoczywać na podporach stałych (w uchwytych) i ruchomych (w uchwytych, na wspornikach, zawieszonych itp.) usytuowanych w odstępach nie mniejszych niż wynika to z wymagań dla materiału z którego wykonane są rury. Przewód powrotny powinien być usytuowany na wysokości 0,7m od posadzki, a odległość między przewodem zasilającym i powrotnym węzła nie powinna być mniejsza niż 0,6m. Odległość tych przewodów od ścian nie mniejsza niż 0,5 m. W miejscach przejść przewody prowadzić na wysokości 2,0m (wymiar do izolacji przewodu).

5.2.3 Przewody należy prowadzić w sposób zapewniający właściwą kompensację wydłużeń cieplnych (z maksymalnym wykorzystaniem możliwości samokompensacji),

5.2.4 Przewody należy prowadzić w sposób umożliwiający wykonanie izolacji antykorozyjnej (przewody ze stali węglowej zwykłej) i cieplnej.

5.2.5 Nie dopuszcza się prowadzenia przewodów bez stosowania kompensacji wydłużeń cieplnych.

5.2.6 Przewody prowadzone obok siebie, powinny być ułożone równolegle.

5.3 Podpory

5.3.1 Podpory stałe i przesuwne

5.3.1.1 Rozwiązanie i rozmieszczenie podpór stałych i podpór przesuwnych (wsporników i wieszaków) powinno być zgodne z projektem technicznym. Nie należy zmieniać rozmieszczenia i rodzaju podpór bez akceptacji projektanta instalacji, nawet jeżeli nie zmienia to zaprojektowanego układu kompensacji wydłużeń cieplnych przewodów i nie wywołuje powstawania dodatkowych naprężeń i odkształceń przewodów.

5.3.1.2 Konstrukcja i rozmieszczenie podpór powinny umożliwić łatwy i trwały montaż przewodu, a konstrukcja i rozmieszczenie podpór przesuwnych powinny zapewnić swobodny, poosiowy przesuw przewodu.

5.3.1.3 Uchwyty dla przewodów z rur stalowych montować w rozstawie maksymalnie: 1,8m dla Ø15÷20mm; 2,2m dla Ø25÷32mm i 2,5m dla Ø40÷65mm, jednak nie rzadziej niż co drugi odcinek prosty.

5.4 Tuleje ochronne

5.4.1 Przy przejściach rurą przez przegrodę budowlaną (np. przewodem poziomym przez ścianę, a przewodem pionowym przez strop), należy stosować tuleje ochronne.

5.4.2 W tulei ochronnej nie może znajdować się żadne połączenie rury.

5.4.3 Tuleja ochronna powinna być rurą o średnicy wewnętrznej większej od średnicy zewnętrznej rury przewodu:

a) co najmniej o 2 cm, przy przejściu przez przegrodę pionową,

b) co najmniej o 1 cm, przy przejściu przez strop.

5.4.4 Tuleja ochronna powinna być dłuższa niż grubość przegrody pionowej o około 5 cm z każdej strony, a przy przejściu przez strop powinna wystawać około 2 cm powyżej posadzki. Nie dotyczy to tulei ochronnych na rurach przyłączy grzejnikowych (gałązek), których wylot ze ściany powinien być osłonięty tarczką ochronną.

5.4.5 Przestrzeń między rurą przewodu a tuleją ochronną powinna być wypełniona materiałem trwale plastycznym nie działającym korozyjnie na rurę, umożliwiającym jej wzdłużne przemieszczanie się i utrudniającym powstanie w niej naprężeń ścinających.

5.4.6 Przepust instalacyjny w tulei ochronnej w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinien być wykonany w sposób zapewniający przepustowi odpowiednią klasę odporności ogniowej (szczelności ogniowej E; izolacyjności ogniowej I) wymaganą dla tych elementów, zgodnie z rozwiązaniem szczegółowym znajdującym się w projekcie technicznym.

5.4.7 Przepust instalacyjny w tulei ochronnej, wykonany w zewnętrznej ścianie budynku poniżej poziomu terenu, powinien być wykonany w projekcie technicznym.

5.4.8 Wodoszczelny przepust instalacyjny w tulei ochronnej, powinien być wykonany zgodnie z rozwiązaniem szczegółowym znajdującym się w projekcie technicznym.

5.4.9 Przejście rurą w tulei ochronnej przez przegrodę nie powinno być podporą przesuwą tego przewodu.

5.6 Montaż armatury

5.6.1 Armatura powinna odpowiadać warunkom pracy (ciśnienie, temperatura) instalacji, w której jest zainstalowana.

5.6.2 Przed instalowaniem armatury należy usunąć z niej zaślepienia i ewentualne zanieczyszczenia.

5.6.3 Armatura, po sprawdzeniu prawidłowości działania, powinna być instalowana tak, żeby była dostępna do obsługi i konserwacji.

5.6.4 Armaturę na przewodach należy tak instalować, żeby kierunek przepływu wody instalacyjnej był zgodny z oznaczeniem kierunku przepływu na armaturze.

5.6.5 Armatura na przewodach powinna być zamocowana do przegród lub konstrukcji wsporczych przy użyciu odpowiednich wsporników, uchwytów lub innych trwałych podparć, zgodnie z projektem technicznym.

5.6.6 Armatura spustowa powinna być lokalizowana w miejscach łatwo dostępnych i być zaopatrzona w złączkę do węża w sposób umożliwiający gromadzenie wody usuwanej z instalacji w zbiornikach (stałych lub przenośnych) wykonanych z materiału (tworzywa sztucznego) nie powodującego zanieczyszczenia wody.

5.7 Izolacja cieplna

5.7.1 Przewody instalacji powinny być izolowane cieplnie.

5.7.2 Armatura instalacji ogrzewczej powinna być izolowana cieplnie, jeżeli wymaganie to wynika z projektu technicznego tej instalacji.

5.7.3 Wykonywanie izolacji cieplnej należy rozpocząć po uprzednim przeprowadzeniu wymaganych prób szczelności, wykonaniu wymaganego zabezpieczenia antykorozyjnego powierzchni przeznaczonych do zaizolowania oraz po potwierdzeniu prawidłowości wykonania powyższych robót protokołem odbioru.

5.7.4 Materiał z którego będzie wykonana izolacja cieplna, jego grubość oraz rodzaj płaszcza osłaniającego, powinny być zgodne z projektem technicznym instalacji ogrzewczej. Materiały przeznaczone do wykonywania izolacji cieplnej powinny być suche, czyste i nie uszkodzone, a sposób składowania materiałów na stanowisku pracy powinien wykluczać możliwość ich zawilgocenia lub uszkodzenia.

5.7.5 Powierzchnia na której jest wykonywana izolacja cieplna powinna być czysta i sucha. Nie dopuszcza się wykonywania izolacji cieplnych na powierzchniach zanieczyszczonych ziemią, cementem, smarami itp. oraz na powierzchniach z niecałkowicie wyschniętą lub uszkodzoną powłoką antykorozyjną.

5.7.6 Zakończenia izolacji cieplnej powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem lub zawilgoceniem.

5.7.7 Izolacja cieplna powinna być wykonana w sposób zapewniający nierozprzestrzenianie się ognia

5.8 Połączenia gwintowe

Połączenie gwintowe może być wykonywane z uszczelnieniem na gwincie lub z uszczelnieniem uszczelką zaciskaną między odpowiednio przygotowanymi powierzchniami. Wymagania dotyczące gwintów wykonanych w metalu oraz zasady ich stosowania powinny być zgodne z wymaganiami PN-ISO 7-1 *) i/lub PN-ISO 228-1 **).

Gwint może być wykonany w materiale rodzimym elementu łączonego (uformowany metodą obróbki mechanicznej lub w trakcie wtrysku) albo z innego materiału w postaci pierścieniowej wkładki, stanowiącej integralną część łączonego elementu.

Gwinty powinny być równo nacięte i odpowiadać wymaganiom odpowiedniej normy. Dokładność nacięcia gwintu sprawdza się przez nakręcenie złączki.

Połączenie skręca się wstępnie ręcznie, a następnie dokręca za pomocą narzędzi specjalnych (przewidzianych przez producenta elementów połączenia) lub za pomocą narzędzi uniwersalnych. Bez względu na sposób dokręcania, niedopuszczalne jest dokręcanie zbyt słabe, zbyt mocne, a także powodowanie mechanicznego uszkodzenia łączonych elementów.

Jako materiał uszczelniający należy stosować taśmę teflonową lub pastę uszczelniającą. Stosowanie konopi w połączeniach z uszczelnieniem na gwincie jest dopuszczone z wyjątkiem połączeń z gwintami wykonanymi w tworzywie (bez wkładek metalowych), nawet gdy gwint ukształtowany w tworzywie sztucznym ma tylko jeden z łączonych elementów (w połączeniach z gwintami wykonanymi w tworzywie nie mogą być stosowane materiały pęczniejące pod wpływem wody).

Połączenia gwintowe rur mogą być wykonywane w instalacjach, w których ciśnienie robocze nie przekracza 10 bar i temperatura robocza nie przekracza 120°C. Połączenia gwintowe mogą być stosowane do połączeń rur z armaturą oraz urządzeniami kontrolno - pomiarowymi o parametrach roboczych przekraczających powyższe wartości, jeżeli gwintowane króćce połączeniowe armatury lub urządzenia, wykonane są w ich materiale rodzimym.

5.9 Połączenia spawane

Połączenie spawane może być wykonywane różnymi metodami:

- spawanie gazowe z dodatkiem lub bez dodatku spoiwa,
- spawanie łukowe elektrodami otulonymi,
- inne nie stosowane powszechnie w warunkach budowy.

Przy połączeniu spawanym należy:

- możliwie ograniczyć powierzchnię spoiny stykającą się z czynnikiem znajdującym się w przewodzie,
- stosować spoiny czołowe ciągle z pełnym przetopem,
- nie stosować jednostronnych połączeń spawanych na zakładkę i spoin punktowych,
- nie stosować centrowania z zastosowaniem nie dających się usunąć wkładek.

Spawanie gazowe wykonuje się mieszaniną tlenu i acetylenu. Stosowanie spawania gazowego jest zalecane do wykonywania połączeń obwodowych na rurach o grubości ścianek do 4 mm i to niezależnie od średnicy rury oraz o grubości ścianek większej od 4 mm, lecz o średnicy nie przekraczającej 100 mm.

Spawanie łukowe elektrodami otulonymi stosuje się do łączenia wyrobów zarówno ze stali węglowych jak i niskostopowych.

5.10 Zabezpieczenie antykorozyjne zewnętrzne przewodów i innych elementów instalacji

Zabezpieczenie antykorozyjne zewnętrzne przewodów i innych elementów instalacji wykonanych ze stali węglowej, powinno być wykonane farbami miniovymi dwukrotnie oraz farbami nawierzchniowymi dwukrotnie po wcześniejszym oczyszczeniu do trzeciego stopnia czystości.

5.11. Wymagania dla węzła ciepłowniczego

5.11.1 Pomieszczenie węzła ciepłowniczego oraz jego podstawowe wyposażenie powinno odpowiadać wymaganiom normy przedmiotowej PN-B-O2423. Przy stosowaniu węzłów prefabrykowanych (kompaktowych) o masie skoncentrowanej na małej powierzchni, należy uwzględnić dopuszczalne obciążenia jednostkowe na podłogę pomieszczenia węzła. W przypadku ich przekroczenia, dokumentacja węzła powinna uwzględniać szczegółową lokalizację fundamentowania węzła kompaktowego. Łącznie z wymaganiami zawartymi w polskich normach i przywalanymi tym przepisem.

5.11.2 Jeżeli występuje możliwość przekroczenia dopuszczalnych obciążeń na ciągu komunikacyjnym do pomieszczenia węzła w czasie transportu węzła prefabrykowanego, dokumentacja techniczna powinna podawać sposób jego wprowadzenia do pomieszczenia węzła.

5.11.3 Gdy transport węzła kompaktowego, zasobnika wody ciepłej lub innych elementów wyposażenia ze względu na masę lub gabaryty jest niemożliwy istniejącymi ciągami komunikacyjnymi, należy przewidzieć w przegrodzie zewnętrznej pomieszczenia węzła specjalny luk montażowy.

5.11.4 Przewody doprowadzające i powrotne czynnika grzejnego do węzła ciepłowniczego jak również doprowadzające czynnik ogrzewany z węzła do instalacji ogrzewczych (centralnego ogrzewania, wody ciepłej i ciepła technologicznego) powinny być wyposażone w armaturę odcinającą.

5.11.5 Zaleca się, żeby armatura odcinająca węzeł od źródła ciepła i instalacji odbiorczych znajdowała się w pomieszczeniu węzła.

5.11.6 Zabezpieczenie, przy użyciu zaworów bezpieczeństwa, przed przekroczeniem dopuszczalnego ciśnienia powinno być realizowane w węzłach ciepłownicznych zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm przedmiotowych PN-B-02414; PN-B-02416; PN-B-02440 i przepisach UDT przy ich usytuowaniu:

- 1) w wymiennikowych węzłach ciepłownicznych ogrzewczych wodnych, przy zabezpieczeniu instalacji odbiorczej naczyniem wzbiórczym przeponowym - na wylocie wody ogrzewanej z wymiennika ciepła przed armaturą odcinającą. W przypadku baterii wymienników połączonych wspólnym kolektorem lecz wyposażonych indywidualnie w armaturę odcinającą, każdy z wymienników powinien być zabezpieczony zaworem bezpieczeństwa umiejscowionym między armaturą odcinającą wymiennik,
- 3) w węzłach ciepłownicznych wody ciepłej zawór bezpieczeństwa powinien być usytuowany na dopływie zimnej wody między wymiennikiem (podgrzewaczem) i zaworem zwrotnym.
- 3) w węzłach z zasobnikiem wody ciepłej należy zastosować:
 - a) albo drugi zawór bezpieczeństwa za wymiennikiem (podgrzewaczem) wody ciepłej,
 - b) albo naczynie wzbiórcze przeponowe dostosowane do pojemności układu wody ciepłej, umiejscowione obok zaworu bezpieczeństwa na dopływie wody zimnej między podgrzewaczem i zaworem zwrotnym.

5.11.7 Nastawa zaworów bezpieczeństwa w węźle ciepłownicznym powinna być o 10% wyższa od ciśnienia roboczego przewidzianego dokumentacją techniczną w danym punkcie usytuowania.

5.11.8 Rurociągi spustowe od zaworów bezpieczeństwa oraz od zaworów spustowych należy wyprowadzić nad podłogową kratkę ściekową, specjalną studzienkę lub zlew jeśli jest on umiejscowiony poniżej poziomu tych rurociągów.

5.11.9 Węzeł ciepłowniczny należy wyposażać w ciepłomierz (układ pomiarowo rozliczeniowy) zliczający całkowitą ilość ciepła pobieraną przez węzeł z sieci ciepłowniczej. W węzłach wielofunkcyjnych dla rozdziela ilości ciepła na poszczególne funkcje węzła, wyposażenie w zakresie ciepłomierzy może być rozszerzone.

5.11.10 Filtr siatkowy należy obowiązkowo stosować nana przewodzie zasilającym wysokich parametrów oraz na przewodzie powrotnym z instalacji wewnętrznych. Filtry nie mogą posiadać obejść.

5.11.11 Bezpośrednio przed i za filtrami winny być zainstalowane manometry z kurkiem fig. 528.

5.11.12 Węzeł ciepłowniczny wody ciepłej powinien być wyposażony w wodomierz na dopływie wody zimnej do wymiennika wody ciepłej.

5.11.13 Powierzchnie zewnętrzne rurociągów i urządzeń węzła ciepłowniczego wykonane ze stali nieodpornych na korozję wymagają zabezpieczenia antykorozyjnego. Przygotowanie powierzchni pod zabezpieczenie antykorozyjne wykonywane przez czyszczenie ręczne lub mechaniczne zgodnie z normą Pn-ISO 8501-1 powinno odpowiadać St2 stopniowi czystości. Tak przygotowane powierzchnie powinny być zabezpieczone przed korozją przy użyciu materiałów malarskich ogólnego zastosowania odpornych na maksymalną temperaturę zabezpieczanych powierzchni, zgodną z projektem technicznym. Pokrycie antykorozyjne powinno być dwuwarstwowe (warstwa gruntowa i nawierzchniowa) o grubości całkowitej 80 7 120 µm.

5.11.14 Rurociągi i urządzenia węzła ciepłowniczego o podwyższonej temperaturze powierzchni oraz rurociągi wody zimnej w obrębie węzła powinny być izolowane cieplnie. Izolacja cieplna powinna być zgodna z projektem technicznym węzła i odpowiadać wymaganiom normy przedmiotowej PN-B-02421. Izolacją cieplną nie należy pokrywać tych fragmentów poszczególnych urządzeń węzła na których znajduje się firmowe znakowanie (tabliczka znamionowa), które powinno być czytelne bez naruszania izolacji.

5.11.15 Zaleca się stosowanie w węźle ciepłownicznym instalacji ogrzewczej zbiornika bezciśnieniowego wody uzdatnionej do uzupełniania zładu tej instalacji. Pojemność zbiornika powinna odpowiadać pojemności całkowitej instalacji lub pojemności największej sekcji instalacji odcinanej armaturą na głównych rozdzielaczach (kolektorach) usytuowanych w węźle ciepłownicznym.

5.11.16 Węzeł ciepłowniczny zasilający instalację odbiorczą o odporności termicznej mniejszej od maksymalnej temperatury jaka może wystąpić w przypadkach awaryjnych powinien być wyposażony w automatyczny ogranicznik temperatury. Jego zadziałanie powinno w sposób trwały powodować odcięcie przepływu czynnika grzejnego do czasu interwencji i usunięcia przyczyny takiego stanu przez obsługę węzła.

5.11.17 W przypadku limitowania przepływu czynnika grzejnego w rozliczeniach za ciepło, węzeł ciepłowniczny powinien być wyposażony w automatyczny układ regulacji przepływu czynnika grzejnego z ogranicznikiem przepływu o konstrukcji umożliwiającej założenie plomby po zadaniu nastawy obliczeniowej.

5.11.18 Węzeł ciepłowniczy instalacji ogrzewczej powinien być wyposażony w układ automatycznej regulacji temperatury wody zasilającej instalację ogrzewczą w funkcji temperatury zewnętrznej. Konstrukcja układu regulacyjnego (zaworu regulacyjnego z siłownikiem) powinna umożliwiać ręczne ustawienie zaworu w dowolnym położeniu w przypadku zaniku zasilania lub awarii.

5.11.19 Węzeł ciepłowniczy wody ciepłej powinien być wyposażony w układ automatycznej regulacji temperatury ciepłej wody użytkowej (stałowartościowy). Konstrukcja układu regulacyjnego powinna być wyposażona w automatyczną funkcję zwrotną w przypadku zaniku zasilania lub awarii (automatyczne zamknięcie zaworu).

5.12. Zasady montażu rurociągów i podstawowych urządzeń

5.12.1 Podstawowe urządzenia węzła ciepłowniczego powinny być rozmieszczone w pomieszczeniu węzła zgodnie z dokumentacją techniczną. Przy zachowaniu rozwiązania funkcjonalnego węzła dopuszcza się korektę rozmieszczenia zaprojektowanych urządzeń jeśli wiąże się to z optymalizacją, zwartością, likwidacją kolizji rurociągów itp. Zmiany w tym zakresie powinny uzyskać akceptację projektanta węzła.

5.12.2 Urządzenia węzła ciepłowniczego powinny być ustawione w węźle w położeniu wymaganym przez DTR producentów poszczególnych urządzeń.

5.12.3 Urządzenia wymagające okresowej regulacji lub konserwacji jak wymienniki ciepła, zawory regulacyjne, filtry, odmulniki, zasobniki itp. powinny być montowane w węźle z uwzględnieniem łatwego dostępu i obsługi w tym zakresie.

5.12.4 Rurociągi w węźle ciepłowniczym należy prowadzić przy ścianach lub przy stropie węzła na wspornikach umieszczonych w ścianie lub stropie. W przypadku gdy konstrukcja ściany lub stropu nie pozwala na takie obciążenie, rurociągi należy mocować na konstrukcjach wsporczych wykonanych ze stali profilowej osadzonych w betonowej podłodze pomieszczenia węzła. Konstrukcje wsporcze powinny zapewniać stałość położenia rurociągów węzła.

5.12.5 Na wspornikach umieszczonych w ścianach, jeśli konstrukcja ich na to pozwala, lub na konstrukcjach wsporczych ze stali profilowej osadzonych w betonowej podłodze węzła należy mocować także urządzenia węzła, jak: wymienniki ciepła, odmulniki, duże pompy bezdławnicowe i inne, których masa i wymiary gabarytowe mogą stwarzać trudności z ich montażem i demontażem jak również mogą powodować nadmierne obciążenie rurociągów na których są zamontowane. Dla zapewnienia prawidłowego działania i zabezpieczenia przed deformacją, odpowiednie konstrukcje wsporcze należy także stosować w pobliżu połączeń elastycznych elementów czy rurociągów w węźle (kompensatory wydłużeń termicznych, elastyczne amortyzatory drgań itp.).

5.12.6 Rurociąg powrotny powinien znajdować się nie niżej niż 30 cm nad podłogą. Odległość między przewodem zasilającym i powrotnym węzła nie powinna być mniejsza niż 60 cm. Odległość tych przewodów od ścian nie powinna być mniejsza niż 50 cm.

5.12.7 Rurociągi w na których znajduje się strumienica powinny być prowadzone poziomo na długości 2,5 -; 3,0 m. Wszystkie inne rurociągi powinny być prowadzone ze spadkiem w kierunku najniższego punktu gdzie znajduje się armatura spustowa.

5.12.8 Wszystkie podstawowe urządzenia powinny być łączone z rurociągami w sposób rozłączny umożliwiający łatwy demontaż i wymianę poszczególnych elementów węzła bez konieczności demontażu innych urządzeń. Dopuszcza się stosowanie armatury odcinającej łączonej z rurociągami przez spawanie.

5.12.9 Połączenia spawane rurociągów i kształtek powinny być wykonywane po przygotowaniu końcówek do spawania zgodnie z wymaganiami przedmiotowej normy PN-ISO 6761. Natomiast kształty złącz spawanych połączeń króćców i odgałęzień powinny być zgodne z przedmiotową normą PN-B-69012.

5.12.10 Rurociągi stalowe ocynkowane powinny być łączone za pomocą gwintowanych kołnierzy wg PN-ISO 7005-1 i gwintowanych ocynkowanych z żeliwa ciągliwego zgodnych z normą PN-EN 10242.

5.12.11 Pompy wirowe fundamentowe powinny być mocowane do fundamentów przy użyciu amortyzatorów drgań przystosowanych do typu i wielkości pompy.

5.12.12 Pompy powinny być montowane między armaturą odcinającą, a w przypadku równoległegołączenia pomp, na przewodzie tłocznym między pompą i armaturą odcinającą należy montować zawór zwrotny.

5.12.13 Pompy hermetyczne (bezdławnicowe) należy instalować na prostych odcinkach przewodów w osi rurociągu tak, aby oś silnika była w położeniu poziomym natomiast elektryczna skrzynka przyłączeniowa pompy nie powinna znajdować się pod silnikiem. W przypadku gdy konstrukcja pompy dopuszcza pracę przy pionowym położeniu osi, silnik pompy powinien znajdować się nad pompą.

5.12.14 Rurociągi przyłączeniowe pompy lub kolektory zestawu pompowego powinny być mocowane do wsporników lub konstrukcji wsporczych uchwytami elastycznymi.

5.12.15 Podłączenia króćców tłocznych pomp wirowych do rurociągów powinny być wykonywane przy użyciu elastycznych łączników amortyzujących. Warunek ten nie dotyczy pomp hermetycznych o mocy silnika < 100 W. W przypadku zestawu pomp (w tym bliźniaczych) pracujących cyklicznie

(przełączanych automatycznie) zaleca się stosowanie łączników amortyzacyjnych także na króćcach ssawnych.

5.12.16 Zawory regulacyjne sterowane automatycznie powinny być montowane w położeniu zgodnym z instrukcją montażu producenta. Zawory regulacyjne z siłownikami elektrycznymi nie powinny być montowane w pozycji z siłownikiem skierowanym do dołu (siłownik pod zaworem).

5.12.17 Nie należy montować aparatury i armatury regulacyjnej i pomiarowej pod rurociągami wody zimnej, pod odpowietrznikami automatycznymi, a także w pobliżu wylotów króćców spustowych wody z rurociągów wężła, zaworów bezpieczeństwa itp.

5.13 Zasady montażu prefabrykowanego wężła ciepłowniczego (kompaktowego)

5.13.1 Przed montażem prefabrykowanego wężła ciepłowniczego (kompaktowego) należy przeprowadzić odbiór techniczny – częściowy pomieszczenia wężła.

5.13.2 Węzeł ciepłowniczy prefabrykowany (kompaktowy) powinien być dostarczony przez producenta z protokołem odbioru częściowego.

5.13.3 W przypadku konieczności częściowego demontażu wężła podczas transportu do pomieszczenia wężła, po ponownym jego montażu w pomieszczeniu wężła należy wykonać częściowy jego odbiór w zakresie szczelności w stanie zimnym.

5.14 Zasady montażu urządzeń kontrolno - pomiarowych

5.14.1 Montaż urządzeń do pomiaru ilości ciepła (ciepłomierzy), oraz innych urządzeń pomiarowych służących do rozliczeń za ciepło i wodę wodociągową zużyte do przygotowania ciepłej wody, powinien być zgodny z warunkami montażu określonymi przez producenta. Dla określonej dokładności pomiarów szczególnej uwagi wymaga miejsce i sposób montażu czujników termometrycznych oraz zachowanie odpowiednich prostych odcinków rurociągów przyłącznych przed i za urządzeniem pomiarowym przepływu jeśli takie są wymagane przez producenta urządzeń.

5.14.2 Pomiar temperatury w węźle następujących punktach:

- 1) na wejściu i wyjściu czynnika grzejjego do i z wężła,
- 2) na wejściu i wyjściu czynnika ogrzewanego do i z wężła oraz instalacji ogrzewczych,
- 3) na zasobnikach wody ciepłej,
- 4) wszędzie tam gdzie wskutek działania poszczególnych urządzeń wężła następuje zmiana parametrów temperaturowych.

5.14.3 Pomiar ciśnienia (oraz różnicy ciśnienia) w węźle ciepłowniczym powinien być prowadzony w następujących punktach:

- 1) na wejściu i wyjściu czynnika grzejjego do wężła,
- 2) na wejściu i wyjściu czynnika ogrzewanego z wężła do instalacji odbiorczych,
- 3) na króćcach (kolektorach) ssawnych i tłocznych pomp cyrkulacyjnych,
- 4) na zasobnikach ciepła,
- 5) wszędzie tam gdzie następuje funkcjonalna zmiana parametrów ciśnieniowych w węźle.

5.14.4 Do pomiaru temperatury w odpowiednich punktach pomiarowych wężła należy stosować:

- 1) szklane termometry przemysłowe odpowiadające wymaganiom przedmiotowej normy PN-M-53820 w oprawie metalowej wg normy (BN-66/2215-01),
- 2) termometry bimetaliczne ze skalą kołową i działką elementarną o wartości jednego stopnia Celsjusza,
- 3) termometry elektryczne z czujnikami rezystancyjnymi lub termoelektrycznymi odpowiadające normom przedmiotowym PN-M-53852 i PN-M-53820.

5.14.5 Do pomiaru ciśnienia w odpowiednich punktach pomiarowych wężła ciepłowniczego należy stosować:

- 1) ciśnieniomierze wskazówkowe (manometry) o klasie dokładności pomiarów::: 1,5 odpowiadające normie przedmiotowej PN-M-42304. Ciśnieniomierze powinny być wyposażone w armaturę odpowietrzająco-spustową (kurki) zgodną z normą przedmiotową PN-M-42303. Króćce przyłączne ciśnieniomierzy w punktach pomiarowych o podwyższonej temperaturze powinny być zasyfonowane.
- 2) elektryczne (elektroniczne) przetworniki ciśnienia.

5.14.6 Zaleca się stosowanie mierników różnicy ciśnienia mechanicznych lub elektrycznych w punktach pomiarowych, w których parametr ten jest niezbędny, a określany w oparciu o wskazania ciśnieniomierzy jak: króćce (kolektory) pomp cyrkulacyjnych, kolektory zasilania instalacji odbiorczych itp.

5.5.7 W przypadku stosowania centralnych pomiarów temperatury i ciśnienia (także różnicy ciśnienia) - przy użyciu np. centralnego, stacjonarnego lub przenośnego miernika elektrycznego tych parametrów z przełącznikiem odczytu poszczególnych wartości mierzonych - należy oprócz pomiarów centralnych stosować stacjonarne termometry i manometry na przewodach wejściowych i wyjściowych (do instalacji odbiorczych) wężła ciepłowniczego oraz w punktach redukcji ciśnienia.

5.14.8 Ciśnieniomierze (manometry) umiejscowione na przewodach zasilających instalacje ogrzewcze oraz za urządzeniami redukcji ciśnienia (za każdym reduktorem) powinny mieć na skali oznaczoną czerwoną kreską wartość dopuszczalnego ciśnienia w tym punkcie pomiarowym.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Zasady ogólne

Kontrola winna przebiegać zgodnie z zasadami ogólnymi podanymi w ST a sprawdzenie i odbiór robót winny być wykonane zgodnie z odpowiednimi normami.

6.2. Warunki szczegółowe

Sprawdzenie robót polega na skontrolowaniu ich zgodności z wymaganymi określonymi w niniejszej Specyfikacji, Dokumentacji Projektowej i odpowiednimi Normami.

6.3 Badanie odbiorcze szczelności instalacji ogrzewczej

6.3.1 Warunki wykonania badania szczelności

6.3.1.1 Badanie szczelności należy przeprowadzać przed zakryciem bruzd i kanałów, przed pomalowaniem elementów instalacji oraz przed wykonaniem izolacji cieplnej. Jeżeli postęp robót budowlanych wymaga zakrycia bruzd i kanałów, w których zmontowano część przewodów instalacji, przed całkowitym zakończeniem montażu całej instalacji, wówczas badanie szczelności należy przeprowadzić na zakrywanej jej części, w ramach odbiorów częściowych.

6.3.1.2 Badanie szczelności powinno być przeprowadzone wodą. Podczas odbiorów częściowych instalacji, w przypadkach uzasadnionych możliwością zamarznięcia instalacji lub spowodowania nadmiernej jej korozji, dopuszcza się wykonanie badania szczelności sprężonym powietrzem.

6.3.1.3 Podczas badania szczelności zabrania się, nawet krótkotrwałego podnoszenia ciśnienia ponad wartość ciśnienia próbnego.

6.3.1.4 Podczas badania szczelności instalacja powinna być odłączona od źródła ciepła lub źródło ciepła powinno być skutecznie zabezpieczone przed uruchomieniem.

6.4 Przebieg badania szczelności wodą zimną

6.4.1 Do instalacji należy podłączyć ręczną pompę do badania szczelności. Pompa powinna być wyposażona w zbiornik wody, zawory odcinające, zawór zwrotny i spustowy.

6.4.2 Podczas badania powinien być używany cechowany manometr tarczowy (średnica tarczy minimum 150 mm) o zakresie o 50 % większym od ciśnienia próbnego i działce elementarnej:

a) 0,1 bar przy zakresie do 10 bar,

b) 0,2 bar przy zakresie wyższym.

6.4.3 Badanie szczelności instalacji wodą możemy rozpocząć po okresie co najmniej jednej doby od stwierdzenia jej gotowości do takiego badania i nie wystąpienia w tym czasie przecieków wody lub roszczenia.

6.4.4 Po potwierdzeniu gotowości zładu do podjęcia badania szczelności należy zwiększyć ciśnienie w instalacji za pomocą pompy do badania szczelności, kontrolując jego wartość w najniższym punkcie instalacji.

6.4.5 Co najmniej trzy godziny przed i podczas badania, temperatura otoczenia powinna być taka sama (różnica temperatury nie powinna przekraczać ± 3 K) i nie powinno występować promieniowanie słoneczne.

6.4.6 Po przeprowadzeniu badania szczelności wodą zimną, powinien być sporządzony protokół badania określający ciśnienie próbne, przy którym było wykonywane badanie, oraz stwierdzenie, czy badanie przeprowadzono i zakończono z wynikiem pozytywnym, czy z wynikiem negatywnym. W protokole należy jednoznacznie zidentyfikować tę część instalacji, która była objęta badaniem szczelności.

6.5 Badanie odbiorcze działania na zimno instalacji

Po zakończeniu badania szczelności na zimno należy:

- ponownie dołączyć instalację do źródła ciepła (jeżeli była odłączona),

- podłączyć naczynie wzbiornicze,

- sprawdzić działanie instalacji do dozowania inhibitora korozji - o ile jest ona wykonana, - sprawdzić napełnienie instalacji wodą oraz:

- w przypadku instalacji z naczyniem wzbiorniczym otwartym - sprawdzić czy właściwy jest poziom wody w naczyniu,

- w przypadku instalacji z naczyniem wzbiorniczym zamkniętym – sprawdzić czy ciśnienie początkowe w naczyniu jest zgodne z projektem

- technicznym,

- uruchomić pompy obiegowe,

a następnie przeprowadzić badanie działania na zimno, to znaczy we wskazanych w projekcie punktach instalacji, sprawdzić zgodność wartości ciśnienia i różnicy ciśnienia z wartościami zaprojektowanymi.

Po przeprowadzeniu badań powinien być sporządzony protokół zawierający wyniki badań. Jeżeli wynik badania był negatywny, w protokole należy określić termin w którym instalacja powinna być przedstawiona do ponownych badań.

6.6 Badania odbiorcze poprawności działania i szczelności na gorąco instalacji

6.6.1 Prowadzenie badania

6.6.1.1 Przed przystąpieniem do badania należy sprawdzić czy wykonane przegrody zewnętrzne budynku spełniają wymagania ochrony cieplnej. Należy sprawdzić szczelność okien i drzwi oraz spowodować usunięcie zauważonych usterek. Istotne spostrzeżenia powinny być udokumentowane wpisem do dziennika budowy, a ich wpływ na warunki regulacji uwzględnione w protokole odbioru.

6.6.1.2 Badanie działania i szczelności na gorąco należy przeprowadzić:

- a) po uzyskaniu pozytywnego wyniku badania szczelności na zimno,
- b) po uzyskaniu pozytywnych wyników badań zabezpieczenia instalacji,
- c) po przeprowadzeniu regulacji montażowej i eksploatacyjnej w niezbędnym zakresie,

6.6.1.3 Badanie działania i szczelności na gorąco należy przeprowadzić po uruchomieniu źródła ciepła, w miarę możliwości przy najwyższych parametrach roboczych czynnika grzejącego, lecz nie przekraczających parametrów obliczeniowych.

6.6.1.4 Przed przystąpieniem do badania działania i szczelności na gorąco, budynek powinien być ogrzewany co najmniej przez trzy doby.

6.6.1.5 Podczas badania działania i szczelności na gorąco należy dokonać oględzin wszystkich połączeń, uszczelnień, dławnic itp. oraz skontrolować zdolność wydłużania kompensatorów. Wszystkie zauważone nieszczelności i inne usterki należy usunąć. Wynik badania uważa się (za pozytywny, jeśli cała instalacja nie wykazuje przecieków ani roszczenia, a po ochłodzeniu nie stwierdzono uszkodzeń i innych trwałych odkształceń).

6.6.1.6 W celu zapewnienia maksymalnej szczelności eksploatacyjnej należy, po badaniu szczelności na gorąco zakończonej wynikiem pozytywnym, poddać instalację dodatkowej obserwacji. Instalację taką można uznać za spełniającą wymagania szczelności eksploatacyjnej, jeżeli w czasie trzy dobowej obserwacji ubytki wody w układzie nie przekroczyły 0,1 % jego pojemności.

6.6.1.7 Zaleca się, aby podczas badania działania i szczelności na gorąco instalacji z naczyniem wzbiorczym przeponowym z hermetyczną przestrzenią gazową sporządzić dla celów eksploatacyjnych nomogram umożliwiający określenie stopnia napełnienia instalacji wodą w funkcji ciśnienia i średniej temperatury wody w instalacji.

6.6.1.8 Po przeprowadzeniu badań powinien być sporządzony protokół zawierający wyniki badań. Jeżeli wynik badania był negatywny, w protokole należy określić termin w którym instalacja powinna być przedstawiona do ponownych badań.

6.7 Badania armatury przy odbiorze instalacji

6.7.1 Badania armatury odcinającej

Badania armatury odcinającej, przy odbiorze instalacji, obejmują sprawdzenie:

- a) doboru armatury, co wykonuje się przez jej identyfikację i porównanie z projektem technicznym,
- b) szczelność połączeń armatury,
- c) poprawność i szczelność montażu głowicy armatury.

Z przeprowadzonych badań odbiorczych należy sporządzić protokół. Jeżeli wynik badania był negatywny, w protokole należy określić termin w którym armatura powinna być przedstawiona do ponownych badań.

6.7.2 Badania armatury automatycznej regulacji (regulatorów)

Badania armatury automatycznej regulacji (regulatorów), przy odbiorze instalacji, obejmują sprawdzenie:

- a) doboru armatury automatycznej regulacji (regulatorów), co wykonuje się przez ich identyfikację (sprawdzenie cechowania) i porównanie z projektem technicznym,
- b) poprawność i szczelność montażu połączeń armatury (regulatorów),
- c) poprawność i szczelność montażu głowicy armatury (regulatorów),
- d) poprawność montażu elementów i połączeń automatycznej regulacji,
- e) nastaw wartości zadanych na regulatorach i funkcjonowania regulatorów podczas ruchu próbnego,
- f) plomb na regulatorach (jeżeli są wymagane),

Z przeprowadzonych badań odbiorczych należy sporządzić protokół. Jeżeli wynik badania był negatywny, w protokole należy określić termin w którym armatura powinna być przedstawiona do ponownych badań.

6.7.3. Badanie wymienników ciepła

- a) Sprawdzenie zgodności tabliczek znamionowych (wielkości nominalnych) z projektem;
- b) Sprawdzenie szczelności zamocowania w obudowie;
- c) Sprawdzenie, czy nie ma uszkodzeń
- d) Sprawdzenie materiału, z jakiego wykonano wymienniki;
- e) Sprawdzenie prawidłowości przyłączenia zasilenia i powrotu czynnika;
- f) Sprawdzenie warunków zainstalowania zaworów regulacyjnych;

6.7.4. Badanie pomp

- a) Sprawdzenie, czy elementy urządzenia zostały połączone w prawidłowy sposób (prawidłowy kierunek przepływu);
- b) Sprawdzenie zgodności tabliczek znamionowych (wielkości nominalnych);
- c) Sprawdzenie prawidłowości obracania się wirnika w obudowie;

7. ODBIÓR ROBÓT

7.1 Odbiór międzyoperacyjny robót poprzedzających wykonanie instalacji ogrzewczej

7.1.1 Odbiory międzyoperacyjne są elementem kontroli jakości robót poprzedzających wykonywanie instalacji i w szczególności powinny im podlegać prace, których wykonanie ma istotne znaczenie dla realizowanej instalacji, np. ma nieodwracalny wpływ na zgodne z projektem i prawidłowe wykonanie elementów tej instalacji.

7.1.2 Odbiory międzyoperacyjne należy dokonywać szczególnie, jeżeli dalsze roboty będą wykonywane przez innych pracowników.

7.1.3 Odbiory międzyoperacyjne należy przeprowadzać, przykładowo w stosunku do następujących rodzajów robót:

- a) wykonanie przejść dla przewodów przez ściany i stropy - umiejscowienie i wymiary otworu,
- b) wykonanie bruzd w ścianach - wymiary bruzdy; czystość bruzdy; w przypadku odcinka pionowego instalacji - zgodność kierunku bruzdy z pionem; w przypadku odcinka poziomego instalacji - zgodność kierunku bruzdy z projektowanym spadkiem; w przypadku odcinka instalacji w przegrodzie zewnętrznej - projektowana izolacja cieplna bruzdy,
- c) wykonanie kanałów w budynku dla podpodłogowego prowadzenia przewodów części wewnętrznej instalacji ogrzewczej lub kanałów dla prowadzenia przewodów części zewnętrznej tej instalacji - wymiary wewnętrzne, wykonanie dna i ścian, spadek, odwodnienie,
- d) wykonanie studzienek rewizyjnych i komór - wymiary wewnętrzne, wykonanie dna i ścian, osadzenie stopni włazowych i drabinek, odwodnienie.

7.1.4 Po dokonaniu odbioru międzyoperacyjnego należy sporządzić protokół stwierdzający jakość wykonania robót oraz potwierdzający ich przydatność do prawidłowego wykonania instalacji. W protokole należy jednoznacznie zidentyfikować miejsca i zakres robót objętych odbiorem.

7.1.5 W przypadku negatywnej oceny jakości wykonania robót albo ich przydatności do prawidłowego wykonania instalacji, w protokole należy określić zakres i termin wykonania prac naprawczych lub uzupełniających. Po wykonaniu tych prac należy ponownie dokonać odbioru międzyoperacyjnego.

7.2 Odbiór techniczny-częściowy instalacji

7.2.1 Odbiór techniczny-częściowy powinien być przeprowadzany dla tych elementów lub części instalacji, do których zanika dostęp w wyniku postępu robót. Dotyczy on na przykład: przewodów ułożonych i zaizolowanych w zamurowywanych brudach lub zamykanych kanałach nieprzelazowych, przewodów układanych w rurach płaszczowych w warstwach budowlanych podłogi, uszczelnień przejść w przepustach przez przegrody budowlane, których sprawdzenie będzie niemożliwe lub utrudnione w fazie odbioru końcowego (technicznego).

7.2.2 Odbiór częściowy przeprowadza się w trybie przewidzianym dla odbioru końcowego (technicznego) jednak bez oceny prawidłowości pracy instalacji.

7.2.3 W ramach odbioru częściowego należy:

- a) sprawdzić czy odbierany element instalacji lub jej część jest wykonana zgodnie z projektem technicznym oraz z ewentualnymi zapisami w dzienniku budowy dotyczącymi zmian w tym projekcie,
- b) sprawdzić zgodność wykonania odbieranej części instalacji z wymaganiami określonymi w odpowiednich punktach WTWiO, a w przypadku odstępstw, sprawdzić uzasadnienie konieczności odstępstwa wprowadzone do dziennika budowy,
- c) przeprowadzić niezbędne badania odbiorcze.

7.2.4 Po dokonaniu odbioru częściowego należy sporządzić protokół potwierdzający prawidłowe wykonanie robót, zgodność wykonania instalacji z projektem technicznym i pozytywny wynik niezbędnych badań odbiorczych. W protokole należy jednoznacznie zidentyfikować miejsce zainstalowania elementów lub lokalizację części instalacji, które były objęte odbiorem częściowym. Do protokołu należy załączyć protokoły niezbędnych badań odbiorczych.

7.2.5 W przypadku negatywnego wyniku odbioru częściowego, w protokole należy określić zakres i termin wykonania prac naprawczych lub uzupełniających. Po wykonaniu tych prac należy ponownie dokonać odbioru częściowego.

7.3 Odbiór techniczny-końcowy instalacji

7.3.1 Instalacja powinna być przedstawiona do odbioru technicznego-końcowego po spełnieniu następujących warunków:

- a) zakończono wszystkie roboty montażowe przy instalacji, łącznie z wykonaniem izolacji cieplnej,
- b) instalację wypłukano, napełniono wodą i odpowietrzono,
- c) dokonano badań odbiorczych, z których wszystkie zakończyły się wynikiem pozytywnym,

d) zakończono uruchamianie instalacji obejmujące w szczególności regulację montażową oraz badanie na gorąco w ruchu ciągłym podczas których źródło ciepła bezpośrednio zasilające instalację zapewniało uzyskanie założonych parametrów czynnika grzejącego (temperatura zasilania, przepływ, ciśnienie dyspozycyjne),

e) zakończono roboty budowlane - konstrukcyjne, wykończeniowe i inne, mające wpływ na efekt ogrzewania w pomieszczeniach obsługiwanych przez instalację i spełnienie wymagań rozporządzenia w zakresie izolacyjności cieplnej i innych wymagań związanych z oszczędnością energii.

7.3.2 Przy odbiorze końcowym instalacji należy przedstawić następujące dokumenty:

a) projekt techniczny powykonawczy instalacji (z naniesionymi ewentualnymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w czasie budowy),

b) dziennik budowy,

c) potwierdzenie zgodności wykonania instalacji z projektem technicznym, warunkami pozwolenia na budowę i przepisami,

d) obmiary powykonawcze,

e) protokoły odbiorów międzyoperacyjnych

f) protokoły odbiorów technicznych-częściowych

g) protokoły wykonanych badań odbiorczych,

h) dokumenty dopuszczające do stosowania w budownictwie wyroby budowlane, z których wykonano instalację,

i) dokumenty wymagane dla urządzeń podlegających odbiorom technicznym,

j) instrukcje obsługi i gwarancje wbudowanych wyrobów,

k) instrukcję obsługi instalacji.

7.3.3 W ramach odbioru końcowego należy:

a) sprawdzić czy instalacja jest wykonana zgodnie z projektem technicznym powykonawczym,

b) sprawdzić zgodność wykonania odbieranej instalacji z wymaganiami określonymi w odpowiednich punktach WTWiO, a w przypadku

odstępstw, sprawdzić w dzienniku budowy uzasadnienie konieczności wprowadzenia odstępstwa,

c) sprawdzić protokoły odbiorów międzyoperacyjnych,

d) sprawdzić protokoły odbiorów technicznych częściowych,

e) sprawdzić protokoły zawierające wyniki badań odbiorczych,

f) uruchomić instalację, sprawdzić osiąganie zakładanych parametrów.

7.3.4 Odbiór końcowy kończy się protokolarnym przejęciem instalacji do użytkowania lub protokolarnym stwierdzeniem braku przygotowania instalacji do użytkowania, wraz z podaniem przyczyn takiego stwierdzenia.

7.3.5 Protokół odbioru końcowego nie powinien zawierać postanowień warunkowych. W przypadku zakończenia odbioru protokolarnym stwierdzeniem braku przygotowania instalacji do użytkowania, po usunięciu przyczyn takiego stwierdzenia należy przeprowadzić ponowny odbiór instalacji. W ramach odbioru ponownego należy ponadto sprawdzić czy w czasie pomiędzy odbiorami elementy instalacji nie uległy destrukcji spowodowanej korozją, zamarznięciem wody instalacyjnej lub innymi przyczynami.

8. OBMIAR ROBÓT

Jak w przedmiarze robót

9. WYKAZ NORM I PRZEPISÓW:

→ Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r (Dz.U. Nr 106/00 poz. 1126, Nr 109/00 poz. 1157, Nr 120/00 poz. 1268, Nr 5/01 poz. 42, Nr 100/01 poz. 1085, Nr 110/01 poz. 1190, Nr 115/01 poz. 1229, Nr 129/01 poz. 1439, Nr 154/01 poz. 1800, Nr 74/02 poz. 676, Nr 80/03 poz. 718, Nr 93/04 poz. 888, Nr 163/05 poz. 1364, Nr 191/07 poz. 1373, Nr 145/08 poz. 914, Nr 206/08 poz. 1287, Nr 121/10 poz. 809, Dz.U. 2015 poz. 528, z późniejszymi zmianami) tekst jednolity - Dz.U. 2018 poz. 1202

→ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.u. Nr 75/02 poz. 690, Nr 33/03 poz. 270 z późniejszymi zmianami)) tekst jednolity - Dz.U. 2019 poz. 1065

→ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 sierpnia 1999 r. w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych (Dz.U. Nr 74/99 poz. 836)

- Rozporządzenie Ministra ds Budownictwa, Gospodarki Przestrzennej i Mieszkaniowej z dnia 16 kwietnia 2004 r. Ustawa o wyrobach budowlanych (Dz.U. Nr 92/04 poz. 881) tekst jednolity – Dz.U. 2019 poz.266
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. Nr 198/04 poz. 2041)z późniejszymi zmianami, tekst jednolity – Dz.U.2018 poz. 1233
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności. (Dz.U. Nr 166/02 poz. 1360)
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 maja 2005 r. w sprawie wymagań dotyczących dokumentacji technicznej, stosowania etykiet i charakterystyk technicznych oraz wzorów etykiet dla urządzeń (Dz.U. Nr 98/05 poz. 825)
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2012 poz. 462) z późniejszymi zmianami tekst jednolity Dz.U.2018 poz. 1935
- Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji. Seria wydawnicza: Wymagania techniczne COBRTI INSTAL. Zeszyt 7. Warszawa, lipiec 2003 r.
- PN-B-02025:2001 Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego
- PN- B-02414: 1999 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania
- PN-91/B-02416 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego przyłączonych do sieci ciepłych. Wymagania
- PN-91/B-02420 Ogrzewnictwo. Odpowietrzanie instalacji ogrzewań wodnych. Wymagania
- PN- B-02421:2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania przy odbiorze
- PN-B-02423;1999 „Węzły ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze”
- PN -83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania - wraz ze zmianą PN-83/B-03430/Az3:2000
- PN-B-10720:1999 Wodociągi. Zabudowa zestawów wodomierzowych wodociągowych w instalacjach wodociągowych. Wymagania i badania przy odbiorze
- PN-C-04601:1985 Woda do celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych
- PN -C-04607: 1993 Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania jakości wody
- PN-EN10216-1 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania
- PN-EN-10216-5 Rury ze stali nierdzewnej
- PN- 70/N-01270.01 Wytyczne znakowania rurociągów. Postanowienia ogólne
- PN- 70/N-01270.03 Wytyczne znakowania rurociągów. Kod barw rozpoznawczych dla przesyłanych czynników
- PN-70/H-97051 Ochrona przed korozją. Przygotowanie powierzchni stali, staliwa i żeliwa do malowania. Ogólne wytyczne
- PN-70/H-97050 Ochrona przed korozją. Wzorce jakości przygotowania powierzchni stali do malowania
- PN-70/H-97052 Ochrona przed korozją. Ocena przygotowania powierzchni stali, staliwa i żeliwa do malowania
- PN-71/H-97053 Ochrona przed korozją. Malowanie konstrukcji stalowych. Ogólne wytyczne
- PN-79/H-97070 Ochrona przed korozją. Pokrycia lakierowe. Wytyczne ogólne
- PN-88/M-42303 Armatura manometrycznych urządzeń pomiarowych. Kurki
- PN-88/M-42304 Ciśnieniomierze wskaźnikowe zwykłe z elementami sprężystymi
- PN-85/M-53820 Termometry przemysłowe. Wymagania i badania
- PN-83/M-53850 Termometry elektryczne. Czujniki termometrów termoelektrycznych. Ogólne wymagania i badania
- PN-83/M-53852 Termometry elektryczne. Charakterystyki termometryczne oporników (rezystorów) termometrycznych