

# SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

INWESTYCJA: TERMOMODERNIZACJA KOMPLEKSU  
BUDYNKÓW SZKOŁY PODSTAWOWEJ  
W GORZKOWICACH

OPRACOWANIE: INSTALACJE SANITARNE

INWESTOR: GMINA GORZKOWICE  
UL. SZKOLNA 3  
97-350 GORZKOWICE

Projektował: mgr inż. Radosław Maciak  
upr. bud. LOD/1029/POOS/08

Opracowała: mgr inż. Paulina Czubakowska

Łódź, maj 2024 r.

## **1. WSTĘP**

### **1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z budową instalacji c.o. i gazowej pompy ciepła dla kompleksu budynków Szkoły Podstawowej w Gorzkowicach, ul. Kościelna 20.

### **1.2. Zakres stosowania ST**

Specyfikacja techniczna (ST) stanowi obowiązującą podstawę jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji w/w robót budowlanych.

### **1.3. Zakres robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą prowadzenia robót związanych z budową instalacji grzewczej i źródła ciepła w postaci gazowych pomp ciepła.

### **1.4. Określenia podstawowe**

#### **1.4.1. Wspólny Słownik Zamówień**

45330000-9 Roboty instalacyjne wodno-kanalizacyjne i sanitarne,  
45232150-8 Roboty w zakresie rurociągów do przesyłu wody,  
45332200-5 Roboty instalacyjne hydrauliczne,  
45332400-7 Roboty instalacyjne w zakresie urządzeń sanitarnych,  
45232141-2 Roboty grzewcze,  
45331100-7 Instalowanie centralnego ogrzewania,  
45321000-3 Izolacja cieplna,  
45331100-7 Instalowanie centralnego ogrzewania,  
45315100 - Instalacyjne roboty elektrotechniczne,  
45331200-8 Instalacje: cieplna, wentylacyjna i konfekcjonowania powietrza,  
45111100-9 Roboty w zakresie burzenia,  
45111220 Roboty w zakresie usuwania gruzu.

### **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za ich zgodność z dokumentacją projektową, ST i poleceniami Inspektora Nadzoru Inwestorskiego (INI).

#### **1.5.1. Przekazanie terenu budowy**

Zamawiający w terminie określonym w dokumentach umowy przekaże Wykonawcy dziennik budowy, dwa egzemplarze dokumentacji projektowej i dwa egzemplarze ST.

Do rozpoczęcia montażu instalacji grzewczej i pompy ciepła można przystąpić po stwierdzeniu przez kierownika budowy, że:

- a) obiekt odpowiada warunkom zgodnym z przepisami BHP do prowadzenia robót instalacyjnych,
- b) elementy budowlano-konstrukcyjne, mające wpływ na montaż urządzeń instalacji grzewczej i pompy ciepła odpowiadają założeniom projektowym.

### **1.5.2. Dokumentacja projektowa**

Dokumentacja projektowa będzie zawierać rysunki i dokumenty, zgodnie z wykazem podanym w szczegółowych warunkach umowy.

### **1.5.3. Zgodność robót z dokumentacją projektową i ST**

Dokumentacja projektowa, ST oraz dodatkowe dokumenty przekazane przez INI Wykonawcy stanowią część umowy, a wymagania wyszczególnione w choćby jednym z nich są obowiązujące dla Wykonawcy tak jakby zawarte były w całej dokumentacji.

W przypadku rozbieżności w ustaleniach poszczególnych elementów obowiązuje kolejność ich ważności wymieniona w „Ogólnych warunkach umowy”.

Wykonawca nie może wykorzystywać błędów lub opuszczeń w dokumentach kontraktowych, jak również dokumentacji budowlanej, a o ich wykryciu winien natychmiast powiadomić INI, który dokona odpowiednich zmian i poprawek. Jeżeli zajdzie taka potrzeba w uzgodnieniu z Nadzorem Autorskim.

W przypadku rozbieżności opis wymiarów ważniejszy jest od odczytu ze skali rysunków.

Wszystkie wykonane roboty i dostarczone materiały będą zgodne z dokumentacją projektową i ST.

Dane określone w dokumentacji projektowej i ST będą uważane za wartości docelowe, od których dopuszczalne są odchylenia w ramach określonego przedziału tolerancji. Cechy materiałów i elementów budowli muszą być jednorodne i wykazywać zgodność z określonymi wymaganiami, a rozrzut tych cech nie może przekraczać dopuszczalnego przedziału tolerancji.

W przypadku, gdy materiały nie będą w pełni zgodne z dokumentacją projektową lub ST i wpłynie to na niezadowalającą jakość elementu budowli, to takie materiały zostaną zastąpione innymi, a roboty rozebrane i wykonane ponownie na koszt Wykonawcy.

### **1.5.4. Zabezpieczenie terenu budowy**

Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia terenu budowy w okresie trwania realizacji kontraktu, aż do zakończenia i odbioru ostatecznego robót.

Wykonawca dostarczy, zainstaluje i będzie utrzymywać tymczasowe urządzenia zabezpieczające, np.: oświetlenie, sygnały i znaki ostrzegawcze, dozorców, wszelkie inne środki niezbędne do ochrony robót, wygody społeczności i innych.

Koszt zabezpieczenia terenu budowy nie podlega odrębnej zapłacie i przyjmuje się, że jest włączony w cenę umowną.

### **1.5.5. Ochrona środowiska w czasie wykonywania robót**

Wykonawca ma obowiązek znać i stosować w czasie prowadzenia robót wszelkie przepisy dotyczące ochrony środowiska naturalnego. W okresie trwania budowy i wykańczania robót Wykonawca będzie podejmować wszelkie uzasadnione kroki mające na celu stosowanie się do przepisów i norm dotyczących ochrony środowiska na terenie i wokół terenu budowy oraz będzie unikać uszkodzeń lub uciążliwości dla osób lub własności społecznej i innych, a wynikających ze skażenia, hałasu lub innych przyczyn powstałych w następstwie jego sposobu działania.

Stosując się do tych wymagań będzie miał szczególny wzgląd na lokalizację baz, warsztatów, magazynów, składowisk, dróg dojazdowych do budynku, środki ostrożności i zabezpieczenia przed:

- zanieczyszczeniem powietrza pyłami i gazami,

- możliwością powstania pożaru.

#### **1.5.6. Ochrona przeciwpożarowa**

Wykonawca będzie przestrzegać przepisów ochrony przeciwpożarowej. Wykonawca będzie utrzymywać sprawny sprzęt przeciwpożarowy, wymagany przez odpowiednie przepisy, na terenie baz produkcyjnych, w pomieszczeniach biurowych, mieszkalnych i magazynach oraz w maszynach i pojazdach.

Materiały łatwopalne będą składowane w sposób zgodny z odpowiednimi przepisami i zabezpieczone przed dostępem osób trzecich.

Wykonawca będzie odpowiedzialny za wszelkie straty spowodowane pożarem, wywołanym jako rezultat realizacji robót albo przez personel Wykonawcy.

#### **1.5.7. Materiały szkodliwe dla otoczenia**

Materiały, które w sposób trwały są szkodliwe dla otoczenia, nie będą dopuszczone do użycia.

Nie dopuszcza się użycia materiałów wywołujących szkodliwe promieniowanie w stężeniu większym od dopuszczalnego, określonego odpowiednimi przepisami.

#### **1.5.8. Ochrona własności publicznej i prywatnej**

Wykonawca odpowiada za ochronę instalacji na powierzchni ziemi i za urządzenia zlokalizowane w budynku takie jak istniejące rurociągi, kable itp. oraz uzyska od odpowiednich władz będących właścicielami tych urządzeń potwierdzenie informacji dostarczonych mu przez Zamawiającego w ramach planu lokalizacji.

Wykonawca zapewni właściwe oznaczenie i zabezpieczenie przed uszkodzeniem tych instalacji i urządzeń w czasie trwania budowy i po jej zakończeniu, zgodnie z wymaganiami właściciela.

Wykonawca jest zobowiązany umieścić w swoim harmonogramie rezerwę czasową dla wszelkiego rodzaju robót, które mają być wykonane w zakresie przełożenia instalacji i powiadomić INI i władze lokalne o zamiarze rozpoczęcia robót. O fakcie przypadkowego uszkodzenia tych instalacji Wykonawca bezzwłocznie powiadomi INI i zainteresowane władze oraz będzie współpracował z nimi dostarczając wszelkiej pomocy potrzebnej przy dokonywaniu napraw.

Wykonawca będzie odpowiadać za wszelkie spowodowane przez jego działania uszkodzenia instalacji na powierzchni ziemi i urządzeń podziemnych wykazanych w dokumentach dostarczonych mu przez Zamawiającego.

#### **1.5.9. Bezpieczeństwo i higiena pracy.**

Podczas realizacji robót Wykonawca będzie przestrzegać przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy.

W szczególności Wykonawca ma obowiązek zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz niespełniających odpowiednich wymagań sanitarnych. Wykonawca zapewni i będzie utrzymywał wszelkie urządzenia zabezpieczające, socjalne oraz sprzęt i odpowiednią odzież dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych na budowie oraz dla zapewnienia bezpieczeństwa publicznego.

Uznaje się, że wszelkie koszty związane z wypełnieniem wymagań określonych powyżej nie podlegają odrębnej zapłacie i są uwzględnione w cenie umownej.

### **1.5.10. Ochrona i utrzymanie robót**

Wykonawca będzie odpowiedzialny za ochronę robót i za wszelkie materiały i urządzenia używane do robót od daty rozpoczęcia do daty zakończenia roboty (do wydania potwierdzenia zakończenia przez INI).

Wykonawca będzie utrzymywać roboty do czasu odbioru ostatecznego. Utrzymanie powinno być prowadzone w taki sposób, aby wykonane instalacje były w zadowalającym stanie przez cały czas, do momentu odbioru ostatecznego. Jeśli wykonawca w jakimkolwiek czasie zaniedba utrzymanie, to na polecenie INI powinien rozpocząć roboty utrzymaniowe nie później niż 24 godziny po otrzymaniu tego polecenia.

### **1.5.11. Stosowanie się do prawa i innych przepisów**

Wykonawca zobowiązany jest znać wszystkie przepisy wydane przez władze centralne i miejscowe oraz inne przepisy i wytyczne, które są w jakikolwiek sposób związane z robotami, i będzie w pełni odpowiedzialny za przestrzeganie tych praw przepisów i wytycznych podczas prowadzenia robót.

Wykonawca będzie przestrzegać praw patentowych i będzie w pełni odpowiedzialny za wypełnienie wszelkich wymagań prawnych odnośnie wykorzystania opatentowanych urządzeń lub metod, i w sposób ciągły będzie informować INI o swoich działaniach.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania**

#### **2.1.2. Materiały nieodpowiadające wymaganiom**

Materiały nieodpowiadające wymaganiom zostaną przez Wykonawcę wywiezione z terenu budowy, bądź złożone w miejscu wskazanym przez INI. Jeśli INI zezwoli Wykonawcy na użycie tych materiałów do innych robót niż te, dla których zostały zakupione, to koszt tych materiałów zostanie przewartościowany przez INI.

Każdy rodzaj robót, w którym znajdują się niezbadane i niezaakceptowane materiały Wykonawca wykonuje na własne ryzyko, licząc się z jego nie przyjęciem i nie zapłaceniem.

#### **2.1.3. Przechowywanie i składowanie materiałów**

Wykonawca zapewni, aby tymczasowo składowane materiały, do czasu, gdy będą one potrzebne do robót, były zabezpieczone przez zanieczyszczeniem, zachowały swoją jakość i właściwość do robót, i były dostępne do kontroli przez INI.

Miejsca czasowego składowania materiałów będą zlokalizowane w obrębie terenu budowy lub poza terenem budowy, w miejscach zorganizowanych przez Wykonawcę i uzgodnionych z INI.

#### **2.1.4. Wariantowe stosowanie materiałów**

Jeśli dokumentacja projektowa lub ST przewidują możliwość wariantowego zastosowania rodzaju materiału w wykonywanych robotach, Wykonawca powiadomi INI o swoim zamiarze, co najmniej 3 tygodnie przed użyciem materiału, albo w okresie dłuższym, jeśli będzie to wymagane dla badań prowadzonych przez INI. Zmianę materiału musi zaakceptować projektant.

**Materiały użyte do budowy instalacji powinny spełniać wymagania podane w dokumentacjach technicznych, Polskich Normach i aprobatkach technicznych.**

## **2.1. Instalacja grzewcza**

Instalację centralnego ogrzewania zaprojektowano z rur ze stali węglowej ocynkowanej w technologii zaciskowej. Przewody prowadzone w kotłowni oraz w zabudowie g-k izolować termicznie stosując otuliny z pianki poliuretanowej. Instalację układać na podporach stałych i przesuwnych mocowanych do ścian, stosując kompensację „L”, „Z”, „U”. Stosować podpory stałe i ruchome według wytycznych danego producenta.

Przewody prowadzone w ziemi wykonać z rur preizolowanych podwójnych w płaszczu PE, rury wewnętrzne PE-Xa.

Grzejniki boczozasilane wykonane z blachy ze stali niskowęglowej, o grubości blachy zgodnej z normą PN-EN 442, z profilowanymi płytami grzejnymi i elementami konwekcyjnymi, o maksymalnym ciśnieniu roboczym 10bar oraz maksymalnej temperaturze pracy 110°C, w kolorze RAL9016.

Grzejniki boczozasilane wyposażać w zawory termostaticzne z głowicami gazowymi oraz zawór odcinający prosty bez nastawy. Część głowic termostaticznych musi być zabezpieczona przed manipulacją (w pomieszczeniach, w których przebywają dzieci – wg części rysunkowej).

Armatura regulacyjna:

- Zawór automatyczny 20-60kPa GW kvs=10 m<sup>3</sup>/h
- Zawór automatyczny 5-25kPa GW kvs=10 m<sup>3</sup>/h
- Zawór automatyczny 5-25kPa GW kvs=16 m<sup>3</sup>/h
- Zawór automatyczny współpracujący kvs=26 m<sup>3</sup>/h
- Zawór automatyczny współpracujący kvs=40 m<sup>3</sup>/h
- Wkładka termostaticzna kvs=0,04-0,73 m<sup>3</sup>/h
- Głowica do zaworu termostaticznego z zabezpieczeniem przed manipulacją
- Głowica do zaworu termostaticznego bez zabezpieczenia przed manipulacją
- Zawór odcinający prosty (bez nast.)
- Grupa pompowa mieszająca do ogrzewania podłogowego hali sportowej Hobl=75,3 kPa, Qobl=1,27 dm<sup>3</sup>/s
- Sterownik temperatury do pracy pompy ogrzewania podłogowego

## **2.2. Źródło ciepła**

Proponowane rozwiązanie przewiduje zastosowanie dwóch zestawów składających się z czterech powietrznych absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem w wersji wyciszonej ze źródłem szczytowym. Urządzenia zainstalowane są na wspólnej stalowej szynie i połączone elektrycznie oraz hydraulicznie. Zestaw wyposażony jest w pompy obiegowe. Pompy ciepła pozwalają produkować ciepłą wodę do temperatury 65°C, natomiast kotły gazowe do temperatury 80°C. Zestaw urządzeń może być zasilany gazem ziemnym lub LPG (G31 – propan). Czynnik chłodniczy stanowi R717 natomiast substancją pochłaniającą jest woda. Urządzenia przeznaczone są do montażu zewnętrznego i pracują na wodnym roztworze glikolu (glikol propylenowy 40%).

Podstawowe parametry źródła ciepła:

- Moc grzewcza palnika obu zestawów 269,6 kW
- Nominalna moc grzewcza obu zestawów 374,4 kW
- Nominalne zużycie gazu dla obu zestawów - gaz ziemny E: 28,96 m<sup>3</sup>/h
- Zasilanie elektryczne 400V 3N 50 Hz
- Pobór mocy elektrycznej obu zestawów 8,14 kW
- Waga obu zestawów 4246 kg
- Ciśnienie akustyczne z 5 metrów 61 dB(A)

## SPECYFIKACJI TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

- Maksymalny przepływ kondensatu z jednego zestawu 19,4 l/h
- Wymiary jednego zestawu szer. 6490 x gł. 1245 x wys. 1626 mm

Właściwości automatyki dedykowanej źródła ciepła:

- Zdalna kontrola stanu pracy całej instalacji sterowanej z szafy automatyki;
- Ekran dotykowy na elewacji szafy z możliwością podglądu pracy instalacji;
- Nastawy i regulacja instalacji z jednego miejsca na panelu;
- Umożliwia diagnostykę pracy całej instalacji;
- Odczyt stanu pracy i możliwość zmian nastaw dla całej instalacji;
- Odczyt i kasowanie stanów alarmowych;
- Możliwość zdalnego dodawania/usuwania adresów email;
- Rejestracja parametrów serwisowych wybranych modułów;
- Komunikacja za pomocą połączenia kablowego Ethernet (RJ45) lub bezprzewodowego WiFi;
- Zdalny dostęp do wizualizacji przez usługę EasyAccess i program cMT Viewer dostępny dla systemu Windows, Android oraz iOS.

Instalację pompy ciepła zaprojektowano z rur stalowych, które należy izolować cieplnie kaucukiem. Dodatkowo na zewnątrz budynku izolację rur należy wykonać w płaszczu stalowym.

Przejścia rurociągów do budynku będą uszczelnione za pomocą łańcuchów uszczelniających wodoszczelnych i gazoszczelnych.

Urządzenia i armatura:

Lp.	Nazwa	Parametry techniczne
1.	Zestaw gazowych pomp ciepła i kotła gazowego o mocy nominalnej 187,2 kW: gazowa pompa ciepła	A7/W50: 153,2 kW, efektywność spalania gazu 152%, nominalna moc grzewcza palnika pompy ciepła 102,8 kW
2.	Zestaw gazowych pomp ciepła i kotła gazowego o mocy nominalnej 187,2 kW: kocioł gazowy	moc grzewcza 34 kW, zużycie gazu ziemnego G20 3,6 m <sup>3</sup> /h
3.	Skręcany uszczelkowy płytowy wymiennik ciepła	Liczba płyt: 114; powierzchnia czynna: 57,6 m <sup>2</sup> ; materiał płyty 0,4mm AISI 316L; materiał uszczelki: EPDM/150; maks. temp. robocza 100°C; masa netto: 677,67 kg
4.	Bufor ciepła w izolacji termicznej 1500 litrów, z grzałkami elektrycznymi	Wysokość bufora: 2,17m; średnica z izolacją: 1,20m; średnica bez izolacji: 1,0m; mufa grzałki: 1 1/2" Grzałka elektryczna 12 kW, 400V, zakres temperatur 20-85 st. C, średnica korka 6/4"
5.	Pompy obiegowe	
6.	Przeponowe naczynie wzbiorcze	
7.	Zawory bezpieczeństwa	
8.	Zawory odcinające	
9.	Filtry siatkowe	
10.	Zawory zwrotne	
11.	Złącza antywibracyjne	
12.	Zawór równoważący z przepływomierzem	

## **SPECYFIKACJI TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT**

Instalację gazową na ścianie zewnętrznej budynku zaprojektowano z rur stalowych czarnych bez szwu łączonych przez spawanie, a przy armaturze łączonych na gwint z uszczelnieniem.

Istniejące szafki gazowe należy wymienić na nowe:

- projektowana szafka z gazomierzem o wymiarach 130x120x52 cm
- projektowana szafka z zaworem szybkozamykającym MAG o wymiarach 50x50x25 cm

### **3. SPRZĘT**

#### **3.1 Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Wykonawca jest zobowiązany do używania jedynie takiego sprzętu, który nie spowoduje niekorzystnego wpływu na jakość wykonywanych robót. Sprzęt używany do robót powinien być zgodny z ofertą Wykonawcy i powinien odpowiadać pod względem typów i ilości wskazaniom zawartym w ST lub projekcie organizacji robót, zaakceptowanym przez INI; w przypadku braku ustaleń w takich dokumentach sprzęt powinien być uzgodniony i zaakceptowany przez INI.

Liczba i wydajność sprzętu będzie gwarantować przeprowadzenie robót, zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach INI w terminie przewidzianym umową.

Sprzęt będący własnością Wykonawcy lub wynajęty do wykonywania robót ma być utrzymywany w dobrym stanie i gotowości do pracy. Będzie on zgodny z normami ochrony środowiska i przepisami dotyczącymi jego użytkowania.

Wykonawca dostarczy INI kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania, tam gdzie jest to wymagane przepisami.

Jeżeli dokumentacja projektowa lub ST przewidują możliwość wariantowego użycia sprzętu przy wykonywanych robotach, Wykonawca powiadomi INI o swoim zamiarze wyboru i uzyska jego akceptację przed użyciem sprzętu. Wybrany sprzęt, po akceptacji INI, nie może być zmieniany bez jego zgody.

Jakikolwiek sprzęt, maszyny, urządzenia i narzędzia niegwarantujące zachowania warunków umowy, zostaną przez INI zdyskwalifikowane i niedopuszczone do robót.

### **4. TRANSPORT**

#### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

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

Liczba środków transportu będzie zapewniać prowadzenie robót zgodnie z zasadami określonymi w dokumentacji projektowej, ST i wskazaniach INI, w terminie przewidzianym umową.

Przy ruchu na drogach publicznych pojazdy będą spełniać wymagania dotyczące przepisów ruchu drogowego w odniesieniu do dopuszczalnych obciążeń na osie i innych parametrów technicznych. Środki transportu nieodpowiadające warunkom dopuszczalnych obciążeń na osie mogą być dopuszczone przez INI, pod warunkiem przywrócenia stanu pierwotnego użytkowanych odcinków dróg na koszt Wykonawcy.

Wykonawca będzie usuwać na bieżąco, na własny koszt, wszelkie zanieczyszczenia spowodowane jego pojazdami na drogach publicznych oraz dojazdach do terenu budowy.



## 5. SKŁADOWANIE MATERIAŁÓW

Powierzchnia składowania powinna być utwardzona i zabezpieczona przed gromadzeniem się wód opadowych. Podczas manipulowania, ładowania, transportu, rozładowywania i składowania należy zachować środki ostrożności. Nie dopuszcza się używania lin stalowych do przenoszenia czy zabezpieczania ładunku - można używać tylko pasy.

## 6. WYKONANIE ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady wykonywania robót.

Wykonawca jest odpowiedzialny za prowadzenie robót zgodnie z umową oraz za jakość zastosowanych materiałów i wykonywanych robót, za ich zgodność z dokumentacją projektową, wymaganiami ST, projektu organizacji robót oraz poleceniami INI.

Decyzje INI dotyczące akceptacji lub odrzucenia materiałów i elementów robót będą oparte na wymaganiach sformułowanych w dokumentach umowy, dokumentacji projektowej i w ST, a także w normach i wytycznych. Przy podejmowaniu decyzji INI uwzględni wyniki badań materiałów i robót, rozrzuty normalnie występujące przy wykonawstwie, doświadczenia z przeszłości, wyniki badań naukowych oraz inne czynniki wpływające na rozważaną kwestię.

Polecenia INI będą wykonywane nie później niż w czasie przez niego wyznaczonym, po ich otrzymaniu przez Wykonawcę, pod groźbą zatrzymania robót. Skutki finansowe ponosi Wykonawca.

### 6.2. Instalacja centralnego ogrzewania

Planowana jest całkowita wymiana instalacji grzewczej wraz z budową nowego źródła ciepła.

Istniejące przewody c.o. na hali sportowej do pozostawienia, do wymiany istniejące grzejniki. Instalacja ogrzewania podłogowego na hali sportowej do pozostawienia.

Na hali sportowej zaprojektowano grzejniki dolnozasilane. W pozostałej części budynku zaprojektowano grzejniki bocznozasilane wyposażonymi w zawory termostatyczne i głowice termostatyczne (głowice gazowe z wbudowanym czujnikiem, część głowic zabezpieczona przed manipulacją – lokalizacja wg części rysunkowej).

Do regulacji ciśnień w poszczególnych obiegach instalacji c.o. zaprojektowano zawory równoważące w zakresie 5-25 kPa, 20-60 kPa oraz zawory współpracujące z nastawą wstępną z gniazdem do rurki impulsowej. Nastawy dla zaworów regulacyjnych poszczególnych obiegów określono na rysunkach. Instalacja grzewcza prowadzona po wierzchu ścian oraz pod sufitem w obudowie G-K będzie wykonana z rur stalowych zaciskanych.

Instalację centralnego ogrzewania zaprojektowano z rur ze stali węglowej ocynkowanej w technologii zaciskowej. Podłączenia do grzejników wykonać o średnicy 18x2,0. Przewody rozdzielcze prowadzić pod sufitem po ścianie w zabudowie g-k, piony i podłączenia do grzejników po wierzchu.

Przewody prowadzone w kotłowni oraz w zabudowie g-k izolować termicznie stosując otuliny z pianki poliuretanowej. Instalację układać na podporach stałych i przesuwnych mocowanych do ścian, stosując kompensację „L”, „Z”, „U”. Stosować podpory stałe i ruchome według wytycznych danego producenta.

W pomieszczeniu kotłowni należy zamontować nowy rozdzielacz DN 200 z czterema obiegami grzewczymi: sala gimnastyczna, stara część szkoły, hala sportowa, nowa część szkoły.

Zasilenie hali sportowej pozostaje bez zmian za pomocą istniejących przewodów preizolowanych c.o. prowadzonych w ziemi.

Istniejące zasilanie z kotłowni poprzez studnię rewizyjną instalacji zewnętrznej c.o. wprowadzić do budynku wg rys. 3. Na korytarzu łącznika, pod schodami zamontować w zamykanej szafce armaturę równoważącą i odcinającą oraz zestaw pompowo mieszający na potrzeby pracy ogrzewania podłogowego hali sportowej. Zamontować pompę elektroniczną z montażem sterownika temperatury w hali, wyłączającym pracę pompy ogrzewania podłogowego.

Spust wody z instalacji w budynku będzie realizowany za pomocą zaworów odcinających z odwodnieniem przy rozdzielaczu w pomieszczeniu kotłowni gazowej.

Wszystkie przejścia przewodów przez przegrody budowlane (stropy, ściany), należy wykonać w tulejach ochronnych umożliwiających swobodne przesuwanie się przewodów. Na końcówkach pionów zamontować odpowietrzniki automatyczne.

Grzejniki bocznozasilane wykonane z blachy ze stali niskowęglowej, o grubości blachy zgodnej z normą PN-EN 442, z profilowanymi płytami grzejnymi i elementami konwekcyjnymi, o maksymalnym ciśnieniu roboczym 10bar oraz maksymalnej temperaturze pracy 110°C, w kolorze RAL9016.

Grzejniki bocznozasilane wyposażać w zawory termostaticzne z głowicami gazowymi oraz zawór odcinający prosty bez nastawy. Część głowic termostaticznych musi być zabezpieczona przed manipulacją (w pomieszczeniach, w których przebywają dzieci – wg części rysunkowej).

Wszystkie urządzenia montować wg instrukcji producenta.

Rozmieszczenie, rodzaj urządzeń oraz przebieg i średnice instalacji przedstawiono na rysunkach.

### Roboty ziemne:

Wykopy w miejscach występowania uzbrojenia podziemnego należy prowadzić ręcznie. Wykopy wykonywać z ostrożnością – możliwość występowania niezainwentaryzowanych instalacji. Instalację zewnętrzną c.o. prowadzić we wspólnym wykopie. Roboty w pobliżu kolizji należy zgłosić gestorom sieci. Montaż rur wykonać w wykopie. Wykonać podsypkę z piasku o grubości ok. 100 mm. Odstęp od rury do ścianki wykopu nie powinien być mniejszy niż 150 mm. Rurociąg należy obsypać piaskiem tak aby zakrył on rurociąg na wysokość ok. 100 mm. Resztę zasypki uzupełnić ziemią z wykopu lub w przypadku złej jakości gruntu należy go wymienić. Nad warstwą piasku ułożyć taśmę ostrzegawczą. Do zagęszczenia obsypki używać ubijaków ręcznych. Wierzchnią część obsypki zagęścić przy użyciu zagęszczarek mechanicznych.

Po wykonaniu prac należy odtworzyć nawierzchnię podwórza i budynek do stanu sprzed rozpoczęcia robót.

Przejścia przewodów przez ściany wykonać za pomocą pierścieni uszczelniających wg zaleceń producenta. Instalacje zewnętrzne w budynku zakończyć zaworami odcinającymi. Wszystkie prace związane z robotami wykonania sieci ciepłowniczych powinny być wykonane zgodnie z aktualnymi przepisami oraz COBRTI INSTAL.

### 2.3. Źródło ciepła

Projektowaną instalację gazową do zasilenia zestawów pomp ciepła należy włączyć między gazomierzem a zaworem szybkozamykającym MAG i prowadzić po elewacji budynku (po wykonaniu ocieplenia budynku) oraz po terenie. Przed projektowanym ociepleniem budynku istniejącą instalację gazową na elewacji zachodniej należy zdemontować. Po wykonaniu ocieplenia budynku instalację należy zamontować na wierzchu elewacji, zabezpieczyć antykorozyjnie i odmalować.

Proponowane rozwiązanie przewiduje zastosowanie dwóch zestawów składających się z czterech powietrznych absorpcyjnych pomp ciepła zasilanych gazem w wersji wyciszzonej ze źródłem szczytowym.

Urządzenia zainstalowane są na wspólnej stalowej szynie i połączone elektrycznie oraz hydraulicznie. Zestaw wyposażony jest w pompy obiegowe. Pompy ciepła pozwalają produkować ciepłą wodę do temperatury 65°C, natomiast kotły gazowe do temperatury 80°C. Zestaw urządzeń może być zasilany gazem ziemnym lub LPG (G31 – propan). Czynnik chłodniczy stanowi R717 natomiast substancją pochłaniającą jest woda. Urządzenia przeznaczone są do montażu zewnętrznego i pracują na wodnym roztworze glikolu (glikol propylenowy 40%). Zastosowanie glikolu jest niezbędnym zabezpieczeniem przy ewentualnych zanikach zasilania i podczas występowania niskich temperatur zewnętrznych. Ze względu na to, że instalacja wewnętrzna budynku jest napełniona wodą, konieczne jest zastosowanie płytowego wymiennika ciepła. Za wymiennikiem ciepła, aby urządzenie mogło pracować poprawnie oraz z wysoką efektywnością energetyczną, niezbędne jest zastosowanie dwóch zbiorników buforowych o minimalnej pojemności 1500 l, z którego następnie rozprowadzane jest ciepło do odbiorników. Maksymalne zalecane parametry pracy instalacji to 55/45°C.

Czynnikiem grzewczym po stronie instalacyjnej będzie woda. Czynnikiem grzewczym po stronie pomp ciepła będzie 40% wodny roztwór glikolu propylenowego opatrzony odpowiednimi dopuszczeniami i certyfikatami. Instalację pompy ciepła zaprojektowano z rur stalowych, które należy izolować cieplnie kauczukiem. Dodatkowo na zewnątrz budynku izolację rur należy wykonać w płaszczu stalowym.

Instalację gazową na ścianie zewnętrznej budynku zaprojektowano z rur stalowych czarnych bez szwu łączonych przez spawanie, a przy armaturze łączonych na gwint z uszczelnieniem.

Poziome odcinki instalacji gazowych powinny być usytuowane w odległości co najmniej 0,1m powyżej innych przewodów instalacyjnych, szczególnie przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących. Przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi powinny być od nich oddalone co najmniej o 2cm. Przewody należy mocować do elementów konstrukcyjnych obiektu za pomocą typowych obejm. Na załamaniach trasy instalacji stosować łuki gładkie. Dopuszcza się stosowanie kolan hamburskich. Poziome przewody prowadzić ze spadkiem min. 0,4% w kierunku dopływu gazu.

Średnice i sposób rozprowadzenia przewodów instalacji gazowej pokazano na rysunkach.

## 7. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

#### 7.1.1. Program zapewnienia jakości

Do obowiązków wykonawcy należy opracowanie i przedstawienie do aprobaty INI programu zapewnienia jakości, w którym przedstawi on zamierzony sposób wykonywania robót, możliwości techniczne, kadrowe i organizacyjne gwarantujące wykonanie robót zgodnie z dokumentacją projektową, ST oraz poleceniami i ustaleniami przekazanymi przez INI.

Program zapewnienia jakości będzie zawierać:

- a) część ogólną opisującą:
  - organizację wykonania robót (terminy, sposób prowadzenia robót),
  - bhp,
  - organizację ruchu na budowie,
  - wykaz zespołów roboczych, ich kwalifikacje i przygotowanie praktyczne,
  - wykaz osób odpowiedzialnych za jakość i terminowość wykonania poszczególnych elementów robót,

- system (sposób i procedurę) proponowanej kontroli i sterowania jakością wykonywanych robót,
- b) część szczegółową opisującą dla każdego asortymentu robót:
  - wykaz maszyn i urządzeń stosowanych na budowie z ich parametrami technicznymi oraz wyposażeniem w mechanizmy do sterowania i urządzenia pomiarowo-kontrolne,
  - rodzaje i ilości środków transportu oraz urządzeń do magazynowania i załadunku materiałów,
  - sposób zabezpieczenia i ochrony ładunków przed utratą ich właściwości w czasie transportu i magazynowania.

#### **7.1.2. Zasady kontroli jakości**

Celem kontroli robót będzie takie sterowanie ich przygotowaniem i wykonaniem, aby osiągnąć założoną jakość robót.

Wykonawca jest odpowiedzialny za pełną kontrolę robót i jakości materiałów. Wykonawca zapewni odpowiedni system kontroli, włączając personel, sprzęt, zaopatrzenie i wszystkie urządzenia niezbędne do pobierania próbek i robót.

Minimalne wymagania, co do zakresu badań i ich częstotliwości są określone w ST, normach i wytycznych. W przypadku, gdy nie zostały tam określone, INI ustali jaki zakres kontroli jest konieczny, aby zapewnić wykonanie robót zgodnie z umową.

#### **7.1.3. Certyfikaty i deklaracje**

INI może dopuścić do użycia tylko te materiały, które posiadają:

1. Certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie Polskich Norm, aprobat technicznych i właściwych przepisów i dokumentów technicznych.
2. Deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą lub Aprobata techniczną, w przypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy jeżeli nie są objęte certyfikacją określona w pkt 1 i które spełniają wymogi ST.

W przypadku materiałów, dla których w/w dokumenty są wymagane przez ST, każda partia dostarczona do robót będzie posiadać te dokumenty, określające w sposób jednoznaczny jej cechy.

Produkty przemysłowe muszą posiadać w/w dokumenty wydane przez producenta, a w razie potrzeby poparte wynikami badań wykonanych przez niego. Kopie tych badań będą dostarczone INI przez Wykonawcę.

Jakiegolwiek materiały, które nie spełniają tych wymagań będą odrzucone.

#### **7.1.4. Dokumenty budowy**

##### *Dziennik budowy*

Dziennik budowy jest wymaganym dokumentem prawnym obowiązującym Zamawiającego i Wykonawcę w okresie od przekazania Wykonawcy terenu budowy do końca okresu gwarancyjnego. Odpowiedzialność za prowadzenie dziennika budowy zgodnie z obowiązującymi przepisami spoczywa na Wykonawcy.

Zapisy w dzienniku budowy będą dokonywane na bieżąco i będą dotyczyć przebiegu robót, stanu bezpieczeństwa ludzi i mienia oraz technicznej i gospodarczej strony budowy.

## **SPECYFIKACJI TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT**

Każdy zapis w dzienniku budowy będzie opatrzony datą jego dokonania, podpisem osoby, która dokonała zapisu, podaniem jej imienia i nazwiska oraz stanowiska służbowego. Zapisy będą czytelne, dokonane trwałą techniką, w porządku chronologicznym, bezpośrednio jeden pod drugi, bez przerw.

Załączone do dziennika budowy protokoły i inne dokumenty będą oznaczone kolejnym numerem załącznika i opatrzone datą i podpisem wykonawcy i INI. Do dziennika budowy należy wpisywać w szczególności:

- datę przekazania Wykonawcy terenu budowy,
- datę przekazania przez Zamawiającego dokumentacji projektowej,
- uzgodnienie przez INI programu zapewnienia jakości i harmonogramu robót,
- terminy rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych elementów robót,
- przebieg robót, trudności i przeszkody w ich prowadzeniu, okresy i przyczyny przerw w robotach,
- uwagi i polecenia INI,
- daty zarządzenia wstrzymania robót, z podaniem powodu zgłoszenia i daty odbiorów robót zanikających i ulegających zakryciu, częściowych i ostatecznych odbiorów robót,
- dane dotyczące sposobu wykonywania zabezpieczenia robót,
- dane dotyczące jakości materiałów,
- inne istotne informacje o przebiegu robót.

Propozycje, uwagi i wyjaśnienia Wykonawcy, wpisane do dziennika budowy będą przedłożone INI do ustosunkowania się.

Decyzje INI wpisane do dziennika budowy Wykonawca podpisuje z zaznaczeniem ich przyjęcia lub zajęciem stanowiska.

Wpis projektanta do dziennika budowy obliguje INI do ustosunkowania się. Projektant nie jest jednak stroną umowy i nie ma uprawnień do wydawania poleceń Wykonawcy robót.

### *Rejestr obmiarów*

Rejestr obmiarów stanowi dokument pozwalający na rozliczenie faktycznego postępu każdego z elementów robót. Obmiary wykonanych robót przeprowadza się w sposób ciągły w jednostkach przyjętych w kosztorysie i wpisuje do rejestru obmiarów.

### *Dokumenty laboratoryjne*

Deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności materiałów, orzeczenia o jakości materiałów, kontrolne wyniki badań Wykonawcy będą gromadzone w formie uzgodnionej w programie zapewnienia jakości. Dokumenty te stanowią załączniki do odbioru robót. Winny być udostępnione na każde życzenie INI.

### *Pozostałe dokumenty budowy*

Do dokumentów budowy zalicza się, oprócz wymienionych, następujące dokumenty:

- pozwolenie na realizację zadania budowlanego,
- protokoły przekazania terenu budowy,
- umowy cywilno-prawne z osobami trzecimi i inne,
- protokoły odbioru robót,
- protokoły z narad i ustaleń,
- korespondencja na budowie.

Dokumenty budowy będą przechowywane na terenie budowy w miejscu odpowiednio zabezpieczonym. Zaginięcie któregośkolwiek z dokumentów budowy spowoduje konieczność jego natychmiastowego odtworzenia w formie przewidzianej prawem. Wszelkie dokumenty budowy będą zawsze dostępne dla INI i przedstawiane do wglądu na życzenie Zamawiającego.

### **7.2. Kontrola, pomiary i badania**

#### **7.2.1 Kontrola, pomiary i badania w czasie robót**

- sprawdzenie zgodności z dokumentacją projektową lokalizacji przewodów,
- sprawdzenie prawidłowości ułożenia przewodów,
- próba szczelności,
- sprawdzenie zabezpieczenia przez korozją.

## **8. OBMIAR ROBÓT**

### **8.1 Ogólne zasady obmiaru robót**

Obmiar robót będzie określać faktyczny zakres wykonywanych robót zgodnie z dokumentacją projektową i ST, w jednostkach ustalonych w kosztorysie.

Obmiaru robót dokonuje Wykonawca po pisemnym powiadomieniu INI o zakresie obmierzanych robót i terminie obmiaru, co najmniej 3 dni przed terminem .

Wyniki obmiaru będą wpisane do rejestru obmiarów.

Jakiegokolwiek błąd lub przeoczenie (opuszczenie) w ilościach podanych w ślepym kosztorysie lub gdzie indziej w ST nie zwalnia Wykonawcy od obowiązku ukończenia wszystkich robót. Błędne dane zostaną poprawione wg instrukcji INI na piśmie.

Obmiar gotowych robót będzie przeprowadzony z częstością wymaganą do celów określonych w umowie (okresy płatności na rzecz Wykonawcy) lub w innym czasie określonym w umowie lub oczekiwanym przez Wykonawcę i INI.

## **9. ODBIÓR ROBÓT**

### **9.1. Ogólne zasady odbioru robót**

#### **9.1.1. Rodzaje odbiorów robót**

W zależności od ustaleń odpowiednich ST, roboty podlegają następującym etapom odbioru:

- odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu,
- odbiór częściowy,
- odbiór ostateczny,
- odbiór pogwarancyjny.

#### **9.1.2. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu**

Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu polega na finalnej ocenie ilości i jakości wykonywanych robót, które w dalszym procesie realizacji ulegną zakryciu. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu będzie dokonany w czasie umożliwiającym wykonanie ewentualnych korekt i poprawek bez hamowania ogólnego postępu robót.

Odbioru robót dokonuje INI i eksploatacja sieci.

Gotowość danej części robót do odbioru zgłasza Wykonawca wpisem do dziennika budowy i jednocześnie powiadomieniem INI i eksploatatora.

Odbiór będzie przeprowadzony niezwłocznie, nie później jednak niż w ciągu 3 dni od daty zgłoszenia wpisem do dziennika budowy i powiadomienia o tym fakcie INI.

### **9.1.3. Odbiór częściowy**

Odbiór częściowy polega na ocenie ilości i jakości wykonywanych części robót.

Odbioru częściowego robót dokonuje się wg zasad jak przy odbiorze ostatecznym robót.

### **9.1.4. Odbiór ostateczny**

#### **9.1.4.1. Zasady odbioru ostatecznego robót**

Odbiór ostateczny polega na finalnej ocenie rzeczywistego wykonania robót w odniesieniu do ich ilości, jakości i wartości.

Całkowite zakończenie robót oraz gotowość do odbioru ostatecznego będzie stwierdzona przez Wykonawcę wpisem do dziennika budowy z bezzwłocznym powiadomieniem na piśmie INI.

Odbiór ostateczny nastąpi w terminie ustalonym w dokumentach umowy, licząc od dnia potwierdzenia przez INI zakończenia robót i przyjęcia dokumentów.

Odbioru ostatecznego robót dokona komisja wyznaczona przez Zamawiającego w obecności INI i Wykonawcy. Komisja odbierająca roboty dokona ich oceny jakościowej na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów, ocenie wizualnej oraz zgodności wykonania robót z dokumentacją projektową i ST.

W toku odbioru ostatecznego robót komisja zapozna się z realizacją ustaleń przyjętych w trakcie odbiorów robót zanikających i ulegających zakryciu, zwłaszcza w zakresie wykonania robót uzupełniających i robót poprawkowych.

W przypadkach niewykonania wyznaczonych robót poprawkowych lub robót uzupełniających Komisja przerwie swoje czynności i ustali nowy termin odbioru ostatecznego.

W przypadku stwierdzenia przez komisję, że jakość wykonywanych robót w poszczególnych asortymentach nieznacznie odbiega od wymaganej dokumentacją projektową i ST z uwzględnieniem tolerancji i nie ma większego wpływu na cechy eksploatacyjne obiektu i bezpieczeństwo ruchu, komisja dokona potrąceń o pomniejszoną wartość wykonywanych robót w stosunku do wymagań przyjętych w dokumentach umowy.

#### **9.1.4.2. Dokumenty do odbioru ostatecznego**

Podstawowym dokumentem do dokonania odbioru ostatecznego jest protokół odbioru ostatecznego robót sporządzony wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Do odbioru ostatecznego Wykonawca jest zobowiązany przygotować następujące dokumenty:

- dokumentację projektową podstawową z naniesionymi zmianami oraz dodatkową, jeżeli została sporządzona w trakcie realizacji umowy,
- szczegółowe specyfikacje techniczne (podstawowe z dokumentów umowy i ew. uzupełniające lub zamienne),
- recepty i ustalenia technologiczne,
- dzienniki budowy i rejestry obmiarów,
- wyniki pomiarów kontrolnych oraz badań zgodne z ST,

- deklaracje zgodności lub certyfikaty zgodności wbudowanych materiałów zgodne z ST,
  - o rysunki (dokumentacje) na wykonanie robót towarzyszących oraz protokoły odbioru i przekazania,
- protokół przeprowadzonych płukań i dezynfekcji przewodów, łącznie z wynikami wykonanych analiz, protokoły prób ciśnieniowych,

W przypadku, gdy wg komisji, roboty po względem przygotowania dokumentacyjnego nie będą gotowe do odbioru ostatecznego, komisja w porozumieniu z Wykonawcą wyznaczy ponowny termin odbioru ostatecznego robót.

Wszystkie zarządzone przez komisję roboty poprawkowe lub uzupełniające będą zestawione wg wzoru ustalonego przez Zamawiającego.

Termin wykonania robót poprawkowych i robót uzupełniających wyznaczy komisja.

### 9.1.5. Odbiór pogwarancyjny

Odbiór pogwarancyjny polega na ocenie wykonanych robót związanych z usunięciem wad stwierdzonych przy odbiorze ostatecznym i zaistniałych w okresie gwarancyjnym. Odbiór pogwarancyjny będzie dokonany na podstawie oceny wizualnej obiektu z uwzględnieniem zasad opisanych w punkcie „odbiór ostateczny robót”. Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami INI jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji dały wyniki pozytywne.

## 10. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Podstawą płatności jest umowa zawarta pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą. Cena jednostki obmiarowej obejmuje elementy wyszczególnione w w/w umowie.

## 11. PRZEPISY ZWIĄZANE -NORMY I INNE DOKUMENTY

- PN-82/B-02403: „Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.”
- PN-B-02421: 2000: „Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna rurociągów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania.”
- PN-93/C-04607: „Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody.”
- PN-89/H-02650: „Armatura i rurociągi. Ciśnienia i temperatury (wraz ze zmianą B1)”.
- PN-EN-ISO 13789: 2001: „Właściwości cieplne budynków. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie. Metoda obliczania.”
- PN-EN 442-1: 1999: „Grzejniki. Wymagania i warunki techniczne.”
- PN-EN 442-2: „Grzejniki. Moc cieplna i metody badań”
- PN-84-B-01400: „Centralne ogrzewanie. Oznaczenia na rysunkach.”
- PN-74/B-01405: „Centralne ogrzewanie. Grzejniki. Nazwy i określenia.”
- PN-91/B-02020: „Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia.”
- Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
- PN-H 74244 - Rury stalowe ze szwem przewodowe.
- PN-H 74244 - Rury stalowe ze szwem przewodowe. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót bud. – mont., cz. II. Instalacje sanitarne i przemysłowe.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót bud. – mont., cz. II. Instalacje sanitarne i przemysłowe.
- Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła. Część 1. Dolne źródło do pomp ciepła. Port PC.