

## **INSTALACE WOD.-KAN. , C.O., WENTYLACJI**

**Opis techniczny**  
**Część graficzna**

### **PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJA GRZEWCZA C.O. C.T. I GAZU**

BUDOWA HALI SPORTOWEJ STANOWIĄCA ROZBUDOWĘ ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU ZESPOŁU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH W RYTWIANACH WRAZ Z INSTALACJAMI WEWNĘTRZNYMI ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU NA DZIAŁKACH NR EW. 1366/6, 1366/4; 1366/3; 1365/4; 1365/5, 1365/1, 1367/3; OBR. 0006 RYTWIANY, GMINA RYTWIANY

#### **INWESTOR:**

GMINA RYWTWIANY  
UL. SATASZOWSKA 15  
28-236 RYWIANY

#### **JEDNOSTKA PROJEKTOWA**

Generalny Projektant: ARP dr inż. arch. Mateusz Manecki  
31-072 Kraków, ul. Wielopole 18B

Projektant branżowy: Bogdan Miszczyszyn  
BIURO PROJEKTOWE  
37-700 Przemyśl, ul. Gurbiela1, tel. (016) 670-18-00  
mf.516132847 e-mail: barman@poczta.onet.pl

#### **PROJEKTANT**

mgr inż.  
Bogdan Miszczyszyn upr. UAN/VII/6386/37/88

#### **SPRAWDZAJĄCY**

mgr inż.  
Marek Drozd upr.PDK/0127/POOS/07

STYCZEŃ 2018

## **I CZĘŚĆ OPISOWA**

### **1. STRONA TYTUŁOWA**

### **2. ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA**

### **3. OPIS TECHNICZNY**

- 3.1 Przedmiot i podstawa opracowania
- 3.2 Opis instalacji grzewczych C.O-C.T.
- 3.3 Opis techniczny montażu

### **4. OBLICZENIA**

- 4.1 Współczynniki przenikania ciepła
- 4.2 Obliczenia strat ciepła dla budynku

### **5. OPIS ŹRÓDŁA CIEPŁA – KOTŁOWNIA GAZOWA C.O., C.T., C.W.U.**

- 5.1 Opis zespołu kotłowego
- 5.2 Opis automatyki
- 5.3 Wymagania dla wody grzewczej
- 5.4 Układ hydrauliczny kotłowni
- 5.5 Układ odprowadzania spalin
- 5.6 Układ wentylacji nawiewno-wywiewnej
- 5.7 Wytyczne BHP., P.Poż., Wytyczne branżowe
- 5.8 Obliczenia

### **6. INSTALACJA GAZU**

- 6.1 Opis instalacji gazu-urządzenia gazowe
- 6.2 Opis montażu instalacji i wykonania
- 6.3 Próba szczelności i eksploatacja
- 6.4 Zabezpieczenia antykorozyjne
- 6.5 Obliczenia hydrauliczne gazu

### **7. ZESTAWIENIE WYPOSAŻENIA KOTŁOWNI**

### **8. ZESTAWIENIE OBOWIĄZUJĄCYCH NORM I PRZEPISÓW**

## **II CZĘŚĆ GRAFICZNA**

L.P.	SYMBOL RYSUNKU	TREŚĆ RYSUNKU
1	IS-01	Rzut parteru –p.+0,00 INST. CO-CT.
2	IS-02	Rzut I piętra-p.+3,40 INST. CO-CT.
3	IS-03	Rzut dachu INST.CT.
4	IS-04	Rzut kotłowni INST.CO-CT.,CWU.
5	IS-05	Schemat technologiczny INST.CO-CT.,CWU.
6	IS-06	Rozwinięcie inst.gazu INST. GAZU

### **3. OPIS TECHNICZNY**

### 3.1. PRZEDMIOT I PODSTAWA OPRACOWANIA.

Przedmiotem opracowania jest **projekt instalacji c.o. i c.t.- ciepła grzewczego grzejnikowego i technologicznego wentylacyjnego do nagrzewnic i aparatów grzewczych** a także kotłowni gazowej I w pomieszczeniach w budynku Hali sportowej przy Zespole Szkół Ogólnokształcących w Rytwianach.

Podstawę opracowania stanowi:

- projekt architektoniczno-budowlany hali opracowany przez Biuro ARP Manecki
- warunki techniczne przyłączenia do sieci gazowej wydane przez PSG Sp. z o.o. Sekcja Rozwoju i Obsługi Klienta w Sandomierzu
- mapa geodezyjna terenu z klauzulą do celów projektowych w skali 1:500
- normy i przepisy związane

Budynek Hali jest obiektem nowoprojektowanym z przyłączeniem do części komunikacyjnej istniejącej szkoły. Obiekt projektowany murowany w technologii bloczków silikatowych z dociepleniem warstwą płyt z wełny mineralnej. Budynek będzie wyposażony w instalację grzewczą C.O.-CT. , wod.-kan. , wentylacyjną i elektryczną . Budynek ogrzewany będzie z projektowanej kotłowni gazowej.

### 3.2 OPIS INSTALACJI GRZEWZYCH C.O. i C.T.

#### 3.2.1 ZAŁOŻENIA I DANE OGÓLNE

Temperatura czynnika grzewczego **dla instalacji C.O.- CT. 70/50°C.**

Projekt obejmuje instalację c.o. i c.t. od rozdzielaczy w kotłowni do urządzeń grzewczych wraz z kotłownią gazową. Dla obiektu nowoprojektowanego przeprowadzono obliczenia zapotrzebowania ciepła, dobór grzejników dla instalacji C.O. i aparatów grzewczych dla hali gier. Typ nagrzewnic wentylacyjnych i moc grzewczą określa projekt branży went.-klim.

Typy i wielkości grzejników i aparatów grzewczych hali gier przyjęto wg. zapotrzebowania strat ciepła. Obciążenia cieplne nagrzewnic wentylacyjnych oraz ich usytuowanie przyjęto według projektu wentylacji.

Wszystkie urządzenia zasilane w ciepło zostały pogrupowane w 3 obiegi grzewcze zasilające obiekt i jeden zasilający pojemnościowy podgrzewacz CWU.

Obiegi grzewcze zostały utworzone ze względu na przeznaczenie i sposób użytkowania poszczególnych części obiektu w zależności od ich funkcji.

**BILANS ZAPOTRZEBOWANEJ MOCY GRZEWCZEJ:**

**Obieg instalacji grzewczej C.O. grzejnikowej - 70/50°C**

**Obieg instalacji ciepła technologicznego nagrzewnicowego C.T. – 70/50°C**

**Bilans cieplny według mocy nominalnych:**

Obieg C.O. grzejnikowy	33,30 kW
Obieg aparatów grzejnikowych	53,80 kW
Obieg grzewczy CT.	58,90 kW
Obieg grzewczy zasobnika CWU.	45/81 kW
Rzaem:	<b>227,00 kW</b>

### **3.2.2 INSTALACJA CENTRALNEGO OGRZEWANIA – GRZEJNIKI**

Do ogrzewania pomieszczeń zaprojektowano instalację C.O. 70/50 °C grzejnikową i aparaty grzewcze 70/50°C z rozdziałem dolnym wyposażoną w grzejniki płytowe typu Brugman i aparaty grzewcze typu Volcano montowane tradycyjnie na ścianach pomieszczeń w układzie poziomym we wnękach, pod oknami lub na ścianach

wewnętrznych np. na korytarzach. Poziomy instalacji prowadzone są w poziomie piętra pod stropem ze spadkiem w kierunku do węzła kotłowni a piony w szachtach instalacyjnych.

Z pionów opisanych cyfrą rzymską zasilany jest poziom parteru z pionów opisanych cyfrą arabską zasilany jest poziom piętra. Rozprowadzenia z pionów do grzejników

zarówno na parterze jak i na piętrze wykonane są podposadzkowo w systemie trójnikowym.

Poziomy i piony wykonane są z rur stalowych czarnych instalacyjnych typ średni wg. PN-H-74200. Połączenia pionów z grzejnikami montowane są pod posadzkowo w sposób oddolny z grzejnikiem. Z jednego odejścia z pionu lub z poziomu montowane jest po kilka grzejników w systemie trójnikowym. Ta część instalacji wykonana jest z rur typ PEX PN 6

wielowarstwowych typu TECE. Każdy grzejnik jest wyposażony w zawór odpowietrzający. Na zasilaniu do grzejnika zabudować zawór z nastawą wstępną i głowicą termostatyczną typu

Heimaier. Na powrocie z grzejnika zabudować zaworowy zasilająco-powrotny z funkcjami odcinania, napełniania i opróżniania grzejnika.

W pomieszczeniu hali gier montować aparaty grzewczo-wentylatorowe o mocach

nominalnych strat ciepła. Aparaty zasilane są z obiegu równoległego opisanego jako obieg- II. Przyłączenia aparatów grzewczych

prowadzone są obok przewodów grzewczych grzejnikowych. Na zasilaniu do każdego aparatu grzewczego należy montować zawór ogranicznik przepływu typu systemowego technologii urządzenia.

Na odejściach od przewodu rozprowadzającego od pionu lub poziomu podsuifowego do grzejników zabudować zawory odcinające montowane w szachtach pionów lub poziomów i przykrywane maskownicą typu

„Awenta” o fakturze lica ściany lub sufitu. Na podejściach od poziomu do pionów instalacyjnych lub w poziomach należy montować zawory różnicy ciśnienia, zawory równoważące lub reguluxy zgodnie z opisem hydraulicznym instalacji.

Na zakończeniach pionów montować zawory odpowietrzające pionów. Zawory są montowane również w szachcie pod maskownicą typu Awenta.

Obieg grzewczy C.O. nr-I grzejnikowy i aparatów grzewczych nr-II zasilane są poprzez układ pompowo-regulacyjny od rozdzielacza w kotłowni wodą grzewczą o parametrach zmiennych z regulacją pogodową.

Instalacja grzewcza w całości jest izolowana termicznie.

### **3.2.3 INSTALACJA CIEPŁA WENTYLACYJNEGO – CT.**

Obieg ciepła nagrzewnicowego zasilany jest od rozdzielacza kotłowni poprzez węzeł bezpośredni o parametrach 70/50 °C i wyposażony jest w układ pompowo-regulacyjny i automatyki po stronie poszczególnych węzłów zasilających przypisanych do central wentylacyjnych. Obiegi dla każdej nagrzewnicy wyposażone są w zespół regulacji przepływu i temperatury po stronie instalacji went-klim. Po stronie instalacji grzewczej jest zabezpieczenie doprowadzenia czynnika o temperaturze i ciśnieniu dla wielkości nominalnej mocy i temperatury. Na przewodzie powrotnym przyłączenia nagrzewnicy montować zawory ograniczenia przepływu typu wg.

technologii centrali wentylacyjnej. Instalacja wykonana jest z rur stalowych czarnych instalacyjnych typ średni wg. PN-H-74200. Rurociąg zasilający z węzła kotłowni montowany jest pod stropem I-piętra i wyprowadzony do węzłów central went-klim. lokowanych na poziomie I-go piętra. Instalacja rur jest w całości izolowana termicznie w płaszczu ochronnym.

### **3.3 OPIS TECHNICZNY MONTAŻU.**

#### **3.3.1 RUROCIĄGI I ARMATURA**

Instalacje wody grzewczej wykonać z rur stalowych czarnych instalacyjnych typ średni wg. PN-H-74200 PN10 poziomy i pionowy.

Rozprowadzenia od pionów lub poziomów podstropowych do grzejników i aparatów wykonać w technologii rur giętkich typu PEX wielowarstwowych np. technologii TECE.

Armatura stosowana w instalacjach powinna być wykonana z odpowiednich materiałów odpornych na korozję. Zawory kulowe pełnoprzekrojowe PN16 dla mniejszych średnic i zasuw mufowe pełnoprzelotowe PN16 dla większych średnic.

Przewody układać na ścianach pod stropami i w szachtach instalacyjnych oraz w przestrzeni powyżej sufitów podwieszanych. Przewody grzejnikowe układać pod posadzkowo. Instalacje rurowe prowadzić z minimalnym, spadkiem 0,3 %

umożliwiającym w najniższych punktach odwodnienie, a w najwyższych odpowietrzenie instalacji. Odpowietrzenia wykonać zgodnie z PN-91/B-02420.

Armaturę odcinającą i regulacyjno-odcinającą – zawory różnicy ciśnienia typu Stap, zawory równoważące typu Stad lub ograniczniki typu regulujx. Zawory odcinające kulowe pełnoprzelotowe jednostronnie z tuleją do wspawania do odejścia z pionu stalowego z drugiej do połączenia do rury typu PEX obiegów typu trójnikowego grzejnikowego. Armaturę regulacyjną przewidziano typu TA Hydronix tj zawory różnicy ciśnień, zawory równoważące-pomiarowe i reguluxy.

#### **3.3.2 ŁĄCZENIE RUROCIĄGÓW**

Rury stalowe łączyć przez spawanie gazowe. W rurociągach o grubości ścianek nie przekraczającej 6,5 mm dla wartości ciśnienia roboczego nie większych niż 0,4 [MPa].

Rury stalowe o większej grubości ścianek powinny być łączone spawaniem elektrycznym, ręcznie przy użyciu elektrod otulonych lub półautomatycznie i automatycznie w osłonie gazów ochronnych albo łukiem krytym.

Rury elastyczne w zwojach PEX łączyć przy pomocy łączników w technologii montażu pod posadzkowego. Wymaga się ściśle przestrzegać

- reżimów technologii producentów rur
- karty technologiczne spawania

Średnice stosowanych rur :

1). Rury stalowe ze szwem wg PN-H-74200

DN 15 – 21,3 x 2,65                      DN 50 – 60,3 x 3,65

DN 20 – 26,9 x 2,65                      DN 65 – 76,1 x 3,65

DN 25 – 33,7 x 3,35                      DN 80 – 88,9 x 4,05

DN 32 – 42,4 x 3,25                      DN100 – 114,3 x 4,50

DN 40 – 48,3 x 3,25

2). Rury TECE wielowarstwowe PEXALPEX w zwoju o temperaturze 90°C PN6

Dzxcg – 16 - 17x2.75

20 - 21x3.3

25 - 26x4.0

32 - 32x4.0

Spawanie.

Spawanie rurociągów i badanie złączy spawanych należy wykonać zgodnie z PN-92/M-34031. Klasę wadliwości złącza przyjęto R4 wg PN-92/M-34031.

Spawanie i szczepianie rurociągów mogą wykonywać tylko spawacze z odpowiednimi aktualnymi kwalifikacjami i uprawnieniami dozoru technicznego, stosownie do zakresu wykonywanej pracy.

Połączenia spawane rurociągów wykonywać doczołowo.

Wszystkie złącza spawane należy wykonywać ściśle wg. opracowanej przez wykonawcę technologii, która powinna zawierać:

- ogólne zasady organizacji robót,
- wymagania dotyczące przygotowania złącza do spawania,
- wymagania dotyczące przygotowania miejsca pracy,
- karty technologiczne spawania i obróbki cieplnej.

Temperatura otoczenia w czasie spawania nie powinna być niższa niż 0 °C. Przy montażu rurociągów klasy jakości 4 dopuszcza się spawanie elementów ze stali niskostopowej w temperaturze otoczenia od – 5 °C pod warunkiem zabezpieczenia złącza przed wpływami atmosferycznymi i przed szybkim ostygnięciem.

Zamocowania stałe i ruchome powinny być usytuowane w odległości mniejszej niż 200 mm od połączeń spawanych rurociągów.

Montaż rur PEX winien wykonywać wykonawca z certyfikatem producenta technologii.

Temperatura otoczenia w czasie montażu nie powinna być niższa niż 0 °C.

### **3.3.3 CZYSZCZENIE RUROCIĄGÓW**

Instalacje należy przepłukać i oczyścić wodą z prędkością minimalną 1,7 m/s, aż woda będzie czysta.

Płukanie rurociągu powinno być wykonane za pomocą wody o temperaturze możliwie zbliżonej do temperatury roboczej i przy największym natężeniu przepływu. Końcową fazę płukania należy wykonać wodą zasilającą.

W zależności od stopnia zabrudzenia rurociągu płukanie powinno być wykonane, co najmniej dwukrotnie po 15 ÷ 20 min.

Podczas próby drożności rurociągu przy zachowaniu prawidłowej prędkości przepływu, temperatury i ciśnienia czynnika próbnego, wypływający czynnik nie powinien wykazywać zanieczyszczeń.

### **3.3.4 PRÓBY SZCZELNOŚCI**

Parametry pracy:

Temperatura zasilania 70 °C, temperatura powrotu 50 °C.

Ciśnienie robocze 2,5 bar.

Ciśnienie próbne 6,0 bar.

Sprawdzanie szczelności powinno być przeprowadzone przed nałożeniem izolacji na rurociągi.

Przed rozpoczęciem tej próby należy dokonać zewnętrznych oględzin rurociągów i sprawdzić zgodność z dokumentacją.

Próbie wodną należy przeprowadzić z zachowaniem następujących warunków:

1. rurociąg powinien być napełniony wodą na 24 h przed próbą,
2. temperatura wody powinna wynosić 10 do 40 °C,
3. próbę należy przeprowadzić odcinkami,
4. przed próbą należy rurociąg dokładnie odpowietrzyć,
5. przy próbach wodnych naprężenia nie powinny przewyższać 90 % wartości granicy plastyczności przy temperaturze 20 °C gwarantowanej dla danego materiału oraz powinny spełniać wymagania podane w PN-79/M-34033,
6. obniżenie i podwyższenie ciśnienia w zakresie ciśnień od roboczego do próbnego powinno się odbywać jednostajnie i powoli z prędkością nie przekraczającą 0,05 MPa na minutę,
7. w okresie gdy rurociąg znajduje się pod ciśnieniem zabrania się przeprowadzania jakichkolwiek prac związanych z usuwaniem usterek.

Przewody instalacji należy napełnić wodą, podnieść ciśnienie do 0,6 MPa lub 1,5-krotnej wielkości ciśnienia roboczego. Ciśnienie to musi być w okresie 30 minut wytworzone dwukrotnie w odstępie 10 minut. Po dalszych 30 minutach próby ciśnienie nie może obniżyć się o więcej niż 0,6 bar. Nie mogą wystąpić żadne nieszczelności. Bezpośrednio po próbie wstępnej, należy przeprowadzić próbę główną. Czas próby głównej wynosi 2 godziny. W tym czasie ciśnienie próbne, odczytane po próbie wstępnej, nie może obniżyć się o więcej niż 0,2 bar. Do pomiaru ciśnienia używać manometrów z odczytem 0.1 bara. Opomiarowanie montować co najmniej w dwóch miejscach. Najniższym i najwyższym punkcie instalacji.

Po próbie szczelności na elementach rurociągu i złączach spawanych nie powinno być rozerwań, widocznych odkształceń plastycznych, rys włoskowatych lub pęknięć oraz nieszczelności i pocenia się powierzchni.

Po zmontowaniu i przygotowaniu rurociągu do odbioru należy przeprowadzić ruch próbny instalacji na gorąco zgodnie z instrukcją eksploatacji w warunkach przewidzianych przy normalnej pracy rurociągu i możliwie przy pełnym obciążeniu cieplnym. W czasie ruchu próbnego na gorąco należy wykonać czynności nastaw armatury regulacyjnej przepływów i ciśnienia. Z próby sporządzić raport próby eksploatacyjnej i regulacji hydraulicznej instalacji.

### **3.3.5 ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE**

#### **Przygotowanie powierzchni**

Dla instalacji wewnętrznych przygotowanie powierzchni według PN-70/H-97050 – drugi stopień czystości powierzchni. Powierzchnia chropowata, nierówności powierzchni po oczyszczeniu nie przekroczą 80 mikronów. Przygotowanie powierzchni za pomocą oczyszczania pneumatycznego strumieniowo-ściernego lub przez czyszczenie ręczne.

#### **Malowanie**

Rurociągi pomalować dwukrotnie farbą podkładową i nawierzchniową zestawem malarskim. Wszystkie farby w ramach zestawu muszą pochodzić od tego samego producenta. Po wyschnięciu warstwy farby należy ocenić grubość suchej powłoki.

Powłoka musi pokryć rurę w sposób ciągły i mieć przyczepność do rury stalowej na całej długości i obwodzie. Najmniejsza dopuszczalna grubość powłoki malarskiej winna wynosić 1.8 mm dla rur o średnicy do 100 mm. Grubość powłoki bada się przy użyciu poroskopu iskrowego.

### **3.3.6 IZOLACJE RUROCIĄGÓW**

Rurociągi izolować cieplnie zgodnie z PN-B-02421.2000

Montaż izolacji cieplnej rozpoczynać należy po uprzednim przeprowadzeniu wymaganych prób szczelności oraz po potwierdzeniu prawidłowości wykonania powyższych robót protokołem odbioru.

Powierzchnia rurociągu lub urządzenia powinna być czysta i sucha. Nie dopuszcza się wykonywania izolacji cieplnych na powierzchniach zanieczyszczonych ziemią, cementem, smarami itp.

Materiały przeznaczone do wykonania izolacji cieplnej powinny być suche, czyste i nieuszkodzone, a sposób składowania materiałów na stanowisku pracy powinien wykluczać możliwość ich zawilgocenia lub uszkodzenia.

Do izolacji cieplnej armatury i połączeń kołnierzowych zaleca się stosować dwu lub wieloczęściowe kształtki izolacyjne wykonane z porowatych tworzyw sztucznych (np. z pianki poliuretanowej) lub wełny mineralnej.

Rurociągi wody grzewczej prowadzone wewnątrz (70/50 °C) należy izolować otuliną z wełny mineralnej z płaszczem z folii PCV z samoprzylepną zakładką lub izolacją z pianki poliuretanowej pokrytej folią PCV zgodnie z rozporządzeniem z dnia 6 listopada 2008r. (Dz. U. N201/2008 poz.1238)

Przewody pod posadzkowe zamawiać w otulinie systemowej czerwonej i niebieskiej typu Termaflex do zabetonowań.

Minimalne grubości warstwy izolacyjnej odpowiednio do średnic rurociągów wynoszą dla (materiału 0,035 W/mxK):

Wymagane grubości izolacji rur n [wg. Rozp. MT,BiGM z dnia 13 sierpnia 2013 r] instalacji wody :

- Ø22 - 20 mm,
- Ø22-35 - 30 mm,
- Ø35-100 - równa średnicy wewnętrznej

Przewody ułożone w podłodze g=6 mm

### **3.3.7 ZNAKOWANIE RUROCIĄGÓW**

Oznakowanie rurociągów należy wykonać po ułożeniu izolacji cieplnej rurociągów. Oznaczenia należy wykonać zgodnie z PN-70/N-01270

### **3.3.8 MONTAŻ, MOCOWANIE INSTALACJI**

Przewody mocować przy pomocy systemowych zawieszek i podpór stałych technologii np. Niczuk.

Rurociągi poziome prowadzone będą wzdłuż głównych elementów konstrukcyjnych,

stropów podwieszane w pierwszej kolejności do elementów konstrukcyjnych z rozprowadzeniem do poszczególnych urządzeń lub grupy urządzeń.

Mocowanie przewodów elastycznych montowanych pod posadzką wykonać wg. reżimu producenta technologii.

Rozstaw uchwytów przesuwnych dla rur :

Średnica rury [mm]	Odstęp pomiędzy podporami
12-15	1,20 m
18	1,50 m
22	2,00 m
28	2,20 m
35	2,70 m
42	3,00 m
54	3,50 m



Instalacje będą oddalone od siebie tak by umożliwić ewentualny demontaż lub założenie izolacji cieplnej.

Termiczne wydłużenia kompensacyjne instalacji grzewczych przenoszone będą na mocowaniach ruchomych dlatego w przypadku mocowania na podporach o długości podwieszenia mniejszej niż 0,7 m wymagane są połączenia przegubowe. Do mocowania przewodów stosować obejmę przesuwne zapewniające poprawną pracę kompensacji.

Przejścia rurociągów przez przegrody budowlane i dylatacje należy wykonać w tulejach ochronnych z rur stalowych o 2-dymensje większych niż rur przewodowych.

Montaż tuleii polega na wmurowaniu jej w przegrodę budowlaną a następnie przesunięciu rury przewodowej. Tuleja przepustowa winna wystawać po ok. 1 cm za lico ściany.

### **3.3.9 KOMPENSACJA**

Kompensacja wydłużeń termicznych wywołanych pracą instalacji grzewczej zostanie zapewniona przez zastosowanie kompensacji naturalnej kolanowej. Układ rurociągów poziomych przebiega w formie linii łamanej. Punkty stałe podparć tak zostały dobrane by ramiona kompensacyjne były dłuższe od wartości minimalnych określonych w nomogramach technicznych doboru.

### **3.3.10 UWAGI OGÓLNE**

- Przy przejściach przez ściany należy stosować rury ochronne
  - Instalację wyposażono w armaturę odcinającą, regulacyjną oraz kontrolno-pomiarową.
- W czasie wykonywania instalacji grzewczych należy przestrzegać obowiązujące przepisy w tym zakresie oraz przepisy BHP i p.poż.

Całość instalacji wykonać zgodnie z:

- a) „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano – montażowych”, część II „Instalacje sanitarne i przemysłowe”.
- b) „Instalacje z rur tworzywowych” wydane przez COBRTI „INSTAL” 1993r.
- c) PN-92/M-34031 Rurociągi pary i wody gorącej. Ogólnie wymagania i badania.
- d) PN-91/B-02420 Odpowietrzanie instalacji ogrzewań wodnych.
- e) PN-B-02421.2000 Izolacja cieplna rurociągów, armatury i urządzeń i wg. Rozp. MT, BiGM z dnia 13 sierpnia 2013 r

Prace winny być zlecone firmie wyspecjalizowanej posiadającej certyfikaty producentów technologii systemowych Instalacji grzewczych.

## **4. OBLICZENIA**

- 4.1 Współczynniki przenikania ciepła
- 4.2 Obliczenia strat ciepła dla budynku

## **5. OPIS ŹRÓDŁA CIEPŁA – KOTŁOWNIA GAZOWA - C.O., C.T., C.W.U.**

### **5.1. Opis zespołu kotłowego.**

W celu pokrycia zapotrzebowania energii cieplnej zastosowano kaskadę czterech kotłów kondensacyjnych WEISHAUPT WTC 60-A. Dobrane kotły kondensacyjne w układzie kaskadowym zapewniają płynną - bezstopniową regulację w zakresie od 12,7 kW – 229,6 kW (70/50 °C) oraz 13,9kW – 242,8kW (50/30 °C) zapewniając idealne dopasowanie mocy do zapotrzebowania w całym swoim zakresie bezstopniowo. Kotły zostały wyposażone w regulację zawartości O<sub>2</sub> w spalinach zapewniając: dynamiczny nadzór i ciągłą regulację jakości spalania uzyskując niezwykle wysoką sprawność w całym swoim zakresie pracy, niewielkie zużycie gazu i wysoką niezawodność przez cały rok. Stała zawartość O<sub>2</sub> w spalinach zapewnia utrzymywanie stałego minimalnego poziomu emisji substancji

System reguluje jakość spalania zapewniając zawsze optymalne parametry pracy kotłów. Specjalna dmuchawa z regulacją prędkości obrotowej powoduje, że zarówno rozruch jak i praca urządzeń przebiega wyjątkowo cicho. Aby zapewnić niezawodną eksploatację kotła, system regulacji O2 podlega automatycznej kalibracji w regularnych odstępach czasu. Aby wykorzystać ciepło kondensacji zastosowano wysokosprawny wymiennik ciepła ze stopu aluminiowo-krzemowego (maks. temperatura spalin przy parametrach 50/30°C 31 – 55°C a przy 80/60°C 57 – 74 ) oraz w celu zredukowania zużycia prądu zastosowano kotły z wbudowanymi pompami energooszczędnymi PEA (max. pobór prądu kotła z pompą 139W), które w połączeniu z blokiem oraz sprzęgłem hydraulicznym utrzymują odpowiednią różnicę temperatur, między zasilaniem a powrotem, sprzyjając warunkom kondensacji.

## 5.2. Opis Automatyki.

Pracę kotłów nadzoruje regulator kaskadowy WCM-KA 3.0 zapewniając możliwie największą modulację układu oraz dodatkowo steruje przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w zasobniku WAS500 LE/Eco i pracą cyrkulacji.

Regulator kaskadowy WCM-KA 3.0 zapewnia sterowanie oraz różne programy czasowe układu ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji.

Obieg ogrzewania grzejnikowego sterowany będzie poprzez moduł WCM-EM 2.1 na podstawie regulacji pogodowej z uwzględnieniem temperatury wewnętrznej – mierzonej poprzez układ sterowania WCM-FS 2.0.

Układ ciepła technologicznego oraz nagrzewnic powietrza będzie układem stałotemperaturowym 70/50 °C sterowany poprzez moduł WCM-EM 2.1. Moduł uruchomi pompy po otrzymaniu z regulatora nagrzewnic sygnału o zapotrzebowaniu energii.

Wszystkie obiegi grzewcze programowane są za pomocą modułu WCM-FS 2.0. Wszystkie moduły regulacji komunikują się za pomocą niezawodnej magistrali eBUS.

Praca urządzeń i parametrów będzie rejestrowana przez moduł komunikacji internetowej WCM-COM pozwalający na: sterowanie ogrzewaniem za pomocą App (iOS i Android) oraz za pomocą PC poprzez sieć w budynku.

## 5.3. Wymagania dla wody grzewczej.

Układ grzewczy powinien zostać napełniony zgodnie z wymaganiami normy VDI2035 dotyczącymi jakości wody grzewczej.

- Wartość pH (25° C)  $8,5 \pm 0,5$
- Przewodność elektryczna <1500  $\mu\text{S/cm}$  idealnie: <100  $\mu\text{S/cm}$
- Zawartość tlenu <0,02 mg/l
- Całkowita twardość wody 0°dH

Aby zagwarantować bezproblemową eksploatację zalecana jest całkowita demineralizacja wody:

- dzięki pozbawieniu wody składników unika się mechanicznego osadzania zawiesin oraz powstawania kamienia
- całkowicie zdemineralizowana woda ma niższą elektryczną przewodność właściwą, dzięki temu ryzyko powstawania korozji zmniejsza się do minimum
- w procesie demineralizacji zostają usunięte również sole obojętne, takie jak: chlorki, siarczany oraz azotany, które w określonym stężeniu i składzie również mogą oddziaływać na nie korodujące materiały
- w przypadku wody zdemineralizowanej może być tolerowana podwyższona ilość tlenu powstająca np. przy pierwszym napełnieniu instalacji

Należy dopilnować, aby przy całkowitej demineralizacji wody wartość pH została skontrolowana, oraz -poprzez alkalizowanie- dopasowana. Po kilku tygodniach wymagane jest ponowne skontrolowanie i w razie potrzeby powtórne dostosowanie wartości pH.

Zaleca się demineralizację z zastosowaniem złoża mieszanego (usuwa wszelkie kationy i aniony). Wodę demineralizowaną zalecaną do napełnienia można jednorazowo zakupić lub napełnić przez wypożyczoną stację wody na bazie złoża mieszanego którą oferuje producent oraz specjalistyczne firmy.

Do bieżącego eksploatacyjnego uzupełniania wody przewidziano moduł demineralizacji opisany jako poz.25 stacja uzupełniania wody grzewczej.

#### **5.4. Układ hydrauliczny kotłowni.**

Przewidziano rozwiązanie systemowe modułowe zespolone w układzie zamkniętym z zabezpieczeniem ciśnienia i temperatury przez naczynia wzbiorcze, zawory bezpieczeństwa i osprzęt pomiarowy ciśnienia i temperatury.

Kaskada 4-rech kotłów sprzęgnięta modułowym rozdzielaczem kotłowym łączonym ze sprzęgłem hydraulicznym i kolejno z rozdzielaczem systemowym zespolonym obiegów grzewczych. Przewidziano 4-ry obiegi grzewcze.

Obieg C.O. grzejnikowy	33,30 kW
Obieg aparatów grzejnikowych hali gier	53,80 kW
Obieg grzewczy CT.	58,90 kW
Obieg grzewczy zasobnika CWU.	45/81 kW

Rzaem: **227,00 kW**

Obieg grzejnikowy mieszaczowy i trzy obiegi bezpośrednie tj. aparatów grzewczych Hali gier, nagrzewnic central wentylacyjnych i nagrzewnicy zasobnika CWU.

Szczegóły opisano na rysunku schemat hydrauliczny kotłowni.

Układ wyposażony w pompy obiegowe i armaturę regulacyjno-przepływową i bezpieczeństwa ciśnienia a także w osprzęt pomiarowy ciśnienia i temperatury. Obiegi grzewcze wodne o parametrach 70/50°C.

#### **Rurociągi, armatura i urządzenia.**

Instalacja rurociągów kotłowni zostanie wykonana z rur stalowych instalacyjnych czarnych montowanych przez spawanie.

Przewody po stronie instalacyjnej c.o., c.t. wykonać z rur stalowych czarnych ze szwem według PN-89/H-84023/07 lub bez szwu wg PN-EN 10216-1:2004, PN-EN 10216-1:2004/A1:2002.

Średnice i grubości ścianek zgodnie dla rur stalowych stosowanych po stronie instalacyjnej załącznik nr 2 i 3 wg. PN-EN 10220:2005. Wszystkie rury stalowe powinny posiadać świadectwo odbioru 3.1.B wg. PN-EN 10204+A1:1997 oraz poświadczenie badania jakościowego.

Projektuje się armaturę odcinającą kulową. Minimalne wymagania dla armatury pod względem ciśnienia i temperatury:

-po stronie instalacyjnej  $p=1$  Mpa;  $T=90^{\circ}\text{C}$ .

z tym, że dla:

-zaworów automatyki  $p=2,5$  Mpa;  $T=130^{\circ}\text{C}$ ; - stopień ochrony obudowy IP 55

Armatura odcinająca kulowa do wspawania atestowana.

Armatura zwrotna niskooporowa.

Na rurociągu powrotnym montować filtr siatkowy jako ochronę pomp i armatury regulacyjnej.

#### **Próby hydrauliczne**

Próby hydrauliczne należy wykonać po przeprowadzeniu płukania instalacji przed zamontowaniem naczyń wzbiorczych i zaworów bezpieczeństwa.

Wszystkie próby ciśnieniowe przeprowadzić przed zakryciem i izolacją.

Ciśnienia próbne wynoszą:

0,9 Mpa – po stronie wody uzupełniającej

0,9 Mpa – po stronie wody instalacyjnej c.w.u.

0,5 Mpa – po stronie wody instalacyjnej c.o., c.t.

Zabezpieczenie antykorozyjne należy wykonać po przeprowadzeniu próby hydraulicznej. Zewnętrzne powierzchnie rurociągów (poza rurami nierdzewnymi c.w.u.) należy oczyścić i pomalować za pomocą powłok ochronnych i lakieru do metalu. Następnie wszelkie przewody przesyłowe wody instalacyjnej oraz ciepłej wody użytkowej i cyrkulacji należy zaizolować cieplnie izolacją z pianki poliuretanowej pokrytej folią PCV zgodnie z rozporządzeniem z dnia 13 sierpnia 2013r. (Dz. U. 2013 poz.926). Minimalne grubości warstwy izolacyjnej odpowiednio do średnic rurociągów wynoszą dla (materiału 0,035 W/mxK):

Średnica nominalna rurociągu [mm]	Grubość izolacji [mm]
15	20
20	20
25	30
32	40
40	45
50	60
65	70
80	90
100	100

#### **Pomiarowy osprzęt przepływu.**

Do pomiaru ubytków czynnika grzewczego stosować wodomierz marki B-METERS typ GSD8-R Dn1/2" z nadajnikiem impulsów ( 1 impule-1 dm3) klasa R160-H , woda 50° C, PN16 bar – 2,5 m3/h

#### **5.5. Układ odprowadzenia spalin**

Kotły pracują w układzie kaskadowym w systemie nadciśnieniowego odprowadzenia spalin do zbiorczego przewodu spalinowego i dalej do komina. Elementy przyłączeniowe kotła do przewodu zbiorczego o średnicy Ø80/ Ø110 wyposażone są w układ docinający uniemożliwiający wydostanie się spalin przez kocioł , który w danej chwili nie pracuje. Urządzenie odcinające włączone jest do przewodu zbiorczego przez kolano rewizyjne DN110 <87° . Zakończenie przewodu zbiorczego stanowi odcinek końcowy ze spustem skroplin poprzez syfon. Pobór powietrza do spalania odbywa się z przestrzeni hali kotłowni przez kratkę dopływu powietrza montowaną przy nasadzie przewodu spalinowego na każdym kotle. Komin stalowy DN200 wyprowadzony nad połacie dachu i jest zwieńczony daszkiem okapowym ochrony przed deszczem.

Trzon kominowy montować na systemie obejm dyblowanych do ściany konstrukcyjnej szachtu kominowego. W części otwartej atmosferycznej komin ocieplić wełną mineralną pod płaszczem stalowym.

#### **5.6. Układ wentylacji nawiewno-wywiewnej.**

W kotłowni należy wykonać wentylację nawiewną i wywiewną . Kanał nawiewny wykonać w stropie (posadzka hali kotłowni) nad podcieniem parteru o przekroju 70x50 cm i obudować na wysokość ok. 0.3m nad poziomem posadzki. Wentylację wywiewną wykonać w formie komina wentylacyjnego stalowego o przekroju Ø250 mm. Komin wentylacyjny wyprowadzić nad połacie dachu i zwieńczyć daszkiem okapowym ochrony przed deszczem.

#### **5.7. WYTYCZNE BHP , P.POŻ. I BRANŻOWE KOTŁOWNI.**

### 5.7.1 Kotłownia jest obiektem bezpiecznym.

1. Winna posiadać :
  - czystą zmywalną posadzkę zapobiegającą gromadzeniu kurzu.
  - jest skutecznie wentylowana w układzie nawiewno-wywiewnym
2. Jest wyposażona w gaśnicę proszkową 6 kg i instrukcję BHP i P.POŻ
3. Posiada zabezpieczenia ciśnienia i temperatury
4. Posiada instalację niskonapięciową 24 V
5. Obiegi technologiczne są starannie opisane w kolorach BHP
6. Drzwi wejściowe o 2h odporności ogniowej są wyposażone w zamki kulkowe otwierane na zewnątrz
7. Jest obsługiwana przez fachowy i wykwalifikowany personel
8. Eksploatacja jest opisywana w dzienniku pracy kotłowni
9. Co roku winna być serwisowana zgodnie z instrukcjami producentów urządzeń i przepisami BHP i p.poż i przepisami prawa budowlanego.

### 5.7.2. Wytyczne budowlane kotłowni.

- wykonać zmywalną posadzkę , ściany pomalować farbą emulsyjną
- wykonać wentylację nawiewno-wywiewną wg. opisów na rysunkach
- wykonać wkładkę spalinową ze stali kwasoodpornej jak w specyfikacji
- wmontować drzwi do kotłowni blaszane o 2h odporności ogniowej z zamkiem kulowym otwierane na zewnątrz

### 5.7.3. Wytyczne instalacji elektrycznej kotłowni.

- wykonać instalację oświetlenia, zasilania urządzeń , instalację niskonapięciową 24V
- wykonać instalację automatycznej regulacji pracy kotłowni i instalacji grzewczej c.o.
- wykonać instalację ochrony przeciwporażeniowej.

## 5.8. Obliczenia.

### 5.8.1. Bilans mocy i dobór kotłów, wymiennika i ciepłej wody, pomp

Wg. danych projektu instalacji c.o. :

1/. Moc zapotrzebowana instalacji C.O. - grzejniki	Q= 33,3 kW
2/. Moc zapotrzebowana na aparaty grzewcze hali gier	Q=53,8 kW
3/. Moc zapotrzebowana na cele C.T. ( wg. danych z projektu instalacji went.)	Q=58,9 kW
4/. Moc zapotrzebowana przygotowania ciepłej wody	Q= 45/81 kW
Razem:	Q <sub>c</sub> = 227,0 kW

Dobrano kaskadę 4-rech kotłów gazowych kondensacyjnych typ WTC 60-A wersja H-PEA ściennych.

Dobre kotły kondensacyjne w układzie kaskadowym zapewniają płynną - bezstopniową regulację w zakresie od 12,7 kW – 229,6 kW (80/60°C) oraz 13,9kW – 242,8kW

13.

(50/30 °C) zapewniając idealne dopasowanie mocy do zapotrzebowania w całym swoim zakresie bezstopniowo

Dobrano wymiennik C.W.U. z węzownicą spiralną

typ WAS500 LE/Eco poj. 440 l  
Moc cieplna potencjalna wymiennika węzownicy: 80 kW  
Ocieplony twardą pianką poliuretanowa 100mm; D=733mm, H(L) = 1726mm

## 5.8.2. Dobór pomp obiegowych i zespołów mieszających

### Wydajność pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

$$V=195 \text{ l} = 0,195 \text{ m}^3; u=5;$$

$$Q_{vc} = 0,195 \times 5 : 3,6 = 0,271 \text{ l/s} = 0,98 \text{ m}^3/\text{h}$$

- strata ciśnienia na wymienniku c.w.u..	- $p_2 = 10$ kPa
- strata ciśnienia na filtrze FS-1/50	- $p_F = 5$ kPa
- strata ciśnienia instalacji w kotłowni	- $p_i = 5$ kPa
- strata ciśnienia w instalacji wody	- $p_a = 10$ kPa
sumaryczna strata ciśnienia	$p_c = 30$ kPa

Dobrano pompę typ **Stratos –Z 25/1-8 PN10**

Pompy powinny posiadać certyfikat na znak bezpieczeństwa oraz być oznakowane tym znakiem.

### Wydajność pompy ładującej wymiennik ciepłej wody.

$$\text{Moc przenoszona } Q = 80 \text{ kW stąd } G = 80000 \times 0.86 / 25 \text{ } ^\circ\text{C} = 2750 \text{ l/h}$$

- strata ciśnienia na wymienniku c.w.u..	- $p_2 = 10$ kPa
- strata ciśnienia na filtrze FS-1/50	- $p_F = 5$ kPa
- strata ciśnienia instalacji w kotłowni	- $p_i = 5$ kPa
- strata ciśnienia w instalacji kotła	- $p_a = 10$ kPa
sumaryczna strata ciśnienia	$p_c = 30$ kPa

Dobrano : Zespół pompowy NW32 z pompą typ UPML 32-95 180 Auto  
typ WHI pump 32-9

### Wydajność pompy obiegowej C.O.

$$\text{Moc przenoszenia } Q = 33,30 \text{ kW stąd } G = 33300 \times 0.86 / 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 1432 \text{ l/h}$$

- strata ciśnienia instalacji	- $p_{co} = 23,5$ kPa
- strata ciśnienia na filtrze FS-1/50	- $p_F = 5$ kPa
- strata ciśnienia w instalacji kotłowni	- $p_a = 15$ kPa
sumaryczna strata ciśnienia	$p_c = 43,5$ kPa

Dobrano: Zespół mieszacza NW25 z trójdrogowym mieszaczem Kvs 8 i siłownikiem z pompą typ UMP3 Auto 25-70 180 z regulacją obrotów

14.

### Wydajność pompy obiegowej aparatów grzewczych hali gier

$$\text{Moc przenoszenia } Q = 53,8 \text{ kW stąd } G = 53800 \times 0.86 / 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 2313 \text{ l/h}$$

- strata ciśnienia instalacji	- $p_{\infty} = 30$	kPa
- strata ciśnienia na filtrze FS-1/50	- $p_F = 5$	kPa
- strata ciśnienia w instalacji kotłowni	- $p_a = 15$	kPa
sumaryczna strata ciśnienia	$p_c = 50$	kPa

Dobrano : Zespół pompowy NW32 z pompą typ UPML 32-95 180 Auto  
typ WHI pump 32-9

#### **Wydajność pompy obiegowej nagrzewnic C.T.**

Moc przenoszenia  $Q = 58,9$  kW stąd  $G = 58900 \times 0.86 / 20 \text{ }^{\circ}\text{C} = 2533$  l/h

- strata ciśnienia instalacji	- $p_{\infty} = 40$	kPa
- strata ciśnienia na filtrze FS-1/50	- $p_F = 5$	kPa
- strata ciśnienia w instalacji kotłowni	- $p_a = 15$	kPa
sumaryczna strata ciśnienia	$p_c = 60$	kPa

Dobrano : Zespół pompowy NW32 z pompą typ UPML 32-95 180 Auto  
typ WHI pump 32-9

#### **Dobór zaworu bezpieczeństwa.**

PSV=2,5 bar ;  $Q=227$  kW

Dobrano zawór bezp. **SYR 1915 dn 1 1/4 x 1 1/2** : d 27 [mm];

#### **5.8.3. Obliczenia układu zabezpieczenia instalacji C.O. , C.T. i C.W.U.**

**Dobór naczyń wzbiorczych wg. PN-EN-12828 2014 05E**  
(wydruk w załączeniu)

#### **5.8.4. Obliczanie układu spalinowo – wentylacyjnego.**

**Obliczenie obiegu wentylacji i spalinowego** /PN-EN 13384-1:2015-05 , PN-87/B-02411/  
Obliczenie wg. programu dostawcy technologii komina.

- Przyjęto:**
- układ odprowadzania spalin-zależne zasilanie powietrzem  
Typ WAL-PP-KA-1-110/200-2
  - podstawowy zestaw montażowy odprowadzenia spalin dla kaskady kotłów  
WTC 60-A dla 3-go i 4-go kotła DN110/200
  - Układ odprowadzania spalin-zależne zasilanie powietrzem  
Typ WAL-PP-KA-1-110/200-Z-1
  - Zestaw rozszerzający odprowadzenia spalin DN200  
Typ WAL-PP-KA-E-200-S
  - Rura DN200 L2m – 4 szt
  - Rura DN300 L2m - 4 szt
  - wełna mineralna g50; 4 m2

**wkładkę kominową ze stali kwasowej o średnicy  $D = 200$  mm i  $H = 7,00$  m**  
**Przekrój czopucha ze stali kwasowej  $D=200$  mm i  $L = 3,0$ m**

$$V_p = 2,25 \times V_{pom.} = 2,25 \times 19,3 \times 3 = 130 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$F_w = V_p / v = 130 : 3600 \text{ s} \times 1,0 \text{ m/s} = 0.036 \text{ m}^2$$

**Przyjęto komin wentylacyjny wywiewny stalowy o przekroju D=250mm**  
 - powierzchnia przekroju kanału nawiewnego

$$V_{nsp} = 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ kW} \times 227 = 2270 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{nc} = V_{nsp} + V_{nw} = 2270 + 130 = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$F_n = V_{nc} / v = 2400 / 3600 \times 1,9 \text{ m/s} = 0.35 \text{ m}^2$$

**Przyjęto kanał nawiewny murowany o przekroju 70x 50 cm = 0.35 m<sup>2</sup>**

## 6. INSTALACJA GAZU.

### 6.1 Opis instalacji gazu –urządzenia gazowe.

Dane ogólne.

Instalację gazu ziemnego typu E projektuje się dla potrzeb kotłowni gazowej.

W ramach instalacji gazowej ujęto:

- instalację gazu do palników kotłów
- układ detekcji gazu.

Zawór szybkozamykający typu MAG-3 DN65 przewidziano na ścianie zewnętrznej parteru w szafce razem z kurkiem ogniowym.

Przyłącze gazu w oddzielnym opracowaniu w ramach umowy przyłączeniowej w kompetencji Dostawcy gazu.

#### Opis projektowanego rozwiązania.

Obiekt będzie zasilany gazem ziemnym typ E z rurociągu przyłączonego średniego ciśnienia poprzez punkt redukcyjno-pomiarowy montowany w terenie – szafka wolnostojąca na cokół na terenie posesji inwestora. Ciśnienie gazu w instalacji wewnętrznej utrzymywane jest w granicach 1,8 ÷ 2,2 [kPa]. Pomiar gazu przewidziano w punkcie redukcyjno-pomiarowym wg. warunku dostawcy gazu.

Z szafki pomiarowej gaz niskiego ciśnienia jest prowadzony w grubości na głębokości ok. 0,9 do budynku. Na ścianie budynku montowany jest kurek ogniowy i zawór odcinający typu MAG z układu ochrony niekontrolowanego wypływu gazu typu Gazex. Z szafki kurka ogniowego instalacja jest doprowadzona do pomieszczenia kotłowni i do każdego kotła poprzez kurek gazowy odcinający gaz. Gaz po ścianie doprowadzony jest rurociągiem DN65 i dalej do kotłów rurociągami DN25 przez kurek gazowy kulowy DN25 do palnika każdego kotła.

Zapotrzebowanie gazu.

Zestawienie zapotrzebowania gazu dla kotłowni:

Maksymalne godzinowe: 4 x 59 kW = 236kW

$$V_h = (236 \times 3,6) : (35,7 \times 0,97) = 24,53 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Zapotrzebowanie maksymalne godzinowe gazu wynosi:  $Q_{hmax} = 24,53 \text{ [Nm}^3/\text{h]}$ , wymagane ciśnienie gazu przed palnikami: 1,8 ÷ 2,2 [kPa]

#### Sprawdzenie pojemności instalacji gazowej.

Pojemność instalacji gazowej winna stanowić co najmniej 0,3 – 0,5% przepustowości



odbiornika. Do obliczenia przyjmuje się moc 1-go kotła = 59 kW i zużycie 6,13 m<sup>3</sup>/h  
czyli :  $V_i = 0,005 \times 6,13 = 0,031 \text{ m}^3$

Rzeczywista pojemność inst. gazowej wynosi:  
- rurociąg  $\varnothing 65 - 12 \times 0,0032 = 0,038 \text{ m}^3$

W celu zwiększenia pojemności przewidziano zwiększenie średnicy rurociągu do  $\varnothing 150$  na odcinku 3m ( jak opisano na rysunku).

### **Opis układu zabezpieczenia przed wypływem niekontrolowanym gazu.**

Kotłownia wyposażona jest w detektory awaryjnego wypływu gazu zabudowane w rejonie kotłów powodujące samoczynne zamknięcie dopływu gazu za pośrednictwem zaworu klapowego szybkozamykającego MAG-3 DN65. Może to być aktywny system instalacji gazowej GX firmy GAZEX lub równoważny.

Do zamknięcia zaworu szybkozamykającego sygnał podawany jest poprzez moduł alarmowy MD-2Z, który otrzymuje sygnał z detektora gazu DEX 1.2. Detektory powinny powodować odcięcie dopływu gazu do kotłowni oraz odcięcie dopływu energii elektrycznej do pomieszczenia przy stężeniu gazu 0,1 dolnej granicy wybuchowości. Otwarcie zaworu MAG-3 może nastąpić tylko ręcznie.

Moduł alarmowy MD-2Z aktywnego systemu bezpieczeństwa instalacji gazowej oraz sygnalizator akustyczno-optyczny SL należy instalować wg. wytycznej instalacji elektrycznych.

### **Uziemienie instalacji gazu.**

Zastosowanie rur do gazu o grubości ścianki mniejszej niż 5mm, w których występują mieszaniny wybuchowe należy chronić zwodami nie izolowanymi poziomymi podwyższonymi zgodnie z normą PN 89/E 05003/03 p. 4.1.1.1. h) o ochronie odgromowej urządzeń technologicznych zagrożonych wybuchem.

Uziemienie rurociągu gazu jest realizowane poprzez zamocowania drutu stalowego ocynkowanego Fe/Zn  $\varnothing 8 \text{ mm}$  za pomocą wsporników do rurociągu gazu. Podparcie drutu stalowego na rurociągu gazu co 1m.

## **6.2 Opis montażu instalacji i wykonania.**

Instalację gazu wykonać z rur czarnych bez szwu dla mediów palnych wg PN-EN 10208-1 łączonych przez spawanie. Połączenia kołnierzowe należy zastosować przy połączeniu głowicy MAG-3 a połączenia gwintowane przy podłączeniu kotłów do instalacji, gazomierza i kurka głównego gazowego.

Łączenie rurociągów.

Rurociągi z armaturą należy łączyć za pomocą połączeń kołnierzowych lub gwintowanych. Powierzchnie uszczelniające powinny być równoległe, osie rur powinny znajdować się na jednej prostej. Połączenia kołnierzowe rur należy montować bez naciągu rurociągu. Nakrętki śrub powinny być umieszczone z jednej strony połączeń kołnierzowych.

Zaprojektowano kompensację naturalną dla zabezpieczenia instalacji gazowej. Zmiany kierunków realizować przy pomocy łuków gładkich  $R \geq 3d_z$ . Podejścia do urządzeń wykonać stosując łuki hamburskie.

Połączenia spawane rurociągów wykonywać doczołowo. Rowki do spawania przygotować zgodnie z PN-69/M-69019.

Wszystkie złącza spawane należy wykonywać ściśle według opracowanej przez Wykonawcę technologii. Klasę jakości rurociągu przyjąć 4 wg PN-92/M-34031.

Rury stalowe powinny być łączone spawaniem elektrycznym, ręcznie przy użyciu elektrod otulonych lub półautomatycznie i automatycznie w osłonie gazów ochronnych albo łukiem krytym.

Dopuszcza się spawanie gazowe w gazociągach o grubości ścianek nie przekraczającej 6,5 mm dla wartości ciśnienia roboczego nie większych niż 0,4 [MPa].

Przed rozpoczęciem prac spawalniczych należy sprawdzić zgodność dostarczonego materiału z dokumentacją oraz stan krawędzi łączonych rur. Odchyłki średnic łączonych rur powinny mieścić się w granicach tolerancji dopuszczonych normami. Końce rur rozwarstwione ze śladami pęknięć, porowatości, zażużenia lub przepalenia zwykle odcina się.

Rury o grubości ścianek do 5 [mm], których końce są prostopadle ścięte, spawa się z zachowaniem odległości względem siebie (dla uzyskania dobrego przetopu) w granicach 0,5 do 1,5 [mm].

Rury o grubości ścianek powyżej 5 [mm] mają zwykle krawędzie ukosowane fabrycznie. W razie potrzeby ukosowanie wykonuje się na budowie za pomocą przyrządów do ukosowania i profilowego cięcia rur.

Kontrola robót spawalniczych powinna obejmować:

- 1.kontrolę kwalifikacji spawaczy,
- 2.sprawdzanie jakości rur, jakości montażu i złączy spawanych,
- 3.systematyczną kontrolę zgodności wykonania robót z instrukcją spawania,
- 4.sprawdzenie jakości spoin metodami nieniszczącymi (badanie ultradźwiękami lub radiograficznie).

Złącze prawidłowo wykonane powinno mieć gładką, lekko wypukłą powierzchnię bez widocznych wad. Powierzchniowe wady (karby), jeżeli są płytsze niż 0,6 [mm], mogą być usunięte przez szlifowanie.

Przewody gazowe montujemy po wierzchu ścian na obejmach dyblowanych do konstrukcji.

Każde urządzenie gazowe czyli kotły gazowe i gazomierz jest odcinane przez użycie kurków gazowych gwintowanych MOP5-20; -20÷+60°C

### 6.3 Próba szczelności i eksploatacja.

Główną próbę szczelności przeprowadza się na instalacji nie posiadającej zabezpieczenia antykorozyjnego, po jej oczyszczeniu, zaślepieniu końcówek, otwarcia kurków i odłączeniu odbiorników gazu.

Ciśnienie czynnika próbnego w czasie przeprowadzenia głównej próby szczelności powinno wynosić 0,1 MPa.

Główną próbę szczelności przeprowadza wykonawca instalacji w obecności dostawcy gazu, przed plombowaniem lub ewentualnym przykryciem przewodów. Osoba kierująca wykonywaniem instalacji gazowej powinna posiadać odpowiednie uprawnienia budowlane. Jednym z podstawowych warunków przystąpienia do próby głównej szczelności instalacji jest dostarczenie przez wykonawcę protokołów badania sprawności kanałów spalinowych i wentylacyjnych.

Udział przedstawiciela dostawcy gazu ogranicza się do stwierdzenia szczelności, zgodności wykonania inst. z wydanymi uprzednio warunkami technicznymi oraz sprawdzenia prawidłowości wykonania i usytuowania połączeń gazomierza.

Przed rozpoczęciem prób konieczne jest wykonanie następujących czynności kontrolnych :

- sprawdzenie prawidłowości prowadzenia przewodów gazowych
- kontroli usytuowania poszczególnych elementów instalacji,
- stwierdzenie zgodności wykonania z zatwierdzonym projektem,
- sprawdzenie jakości użytych materiałów i prawidłowości wykonania robót montażowych,
- jakości wykonania połączeń skręcanych i spawanych.

Główna próba szczelności polega na napełnianiu przewodów pod ciśnieniem 0,1 MPa. Do napełniania przewodów można użyć sprężonego powietrza albo azotu lub dwutlenku węgla czerpanych z butli za pośrednictwem reduktora ciśnienia.

Przy próbie głównej pomiar spadku ciśnienia manometrem należy rozpocząć po upływie 15-30 minut od chwili napełnienia przewodów powietrzem. Czas ten jest niezbędny do wyrównania

temperatury powietrza z temperaturą otoczenia. Jeżeli w ciągu 30 minut nie zaobserwuje się spadku ciśnienia na manometrze, instalację można uznać za szczelną. Jeżeli wynik

próby jest ujemny, wykonawca powinien odnaleźć miejsce nieszczelne, używając do tego celu specjalnych testerów szczelności. Nieszczelne elementy instalacji należy wymienić względnie rozmontować, a przewody i złącza wykonać na nowo.

Jeżeli kilkakrotnie wykonana próba da wynik ujemny, instalacje należy zdyskwalifikować i żądać wykonania nowej.

Instalacja powinna być napełniona gazem w ciągu 6 miesięcy od daty wykonania próby szczelności. Po tym terminie próbę należy przeprowadzić na nowo.

W celu napełnienia gazem i uruchomienia instalacji konieczne jest wykonanie następujących czynności :

- podpisanie przez odbiorcę umowy o dostawie gazu,
- podłączenie do czynnej instalacji istniejącej
- napełnienie gazem instalacji

Manometr użyty do przeprowadzenia głównej próby szczelności powinien spełniać wymagania klasy 0,6 i posiadać świadectwo legalizacji.

Zakres pomiarowy manometru powinien wynosić 0 – 0,16 MPa w przypadku ciśnienia próbnego wynoszącego 0,1 MPa.

#### 6.4 Zabezpieczenie antykorozyjne.

Rurociągi stalowe powinny być zabezpieczone przed korozją przez zastosowanie zestawu malarskiego np. CEKOR-R warstwą podkładową i nawierzchniową w kolorze żółtym.

#### 6.5 Obliczenie hydrauliczne instalacji gazu.

Natężenie przepływu gazu ziemnego typ E – 24m<sup>3</sup>/h; ciśnienie gazu – 20/ 25 mbar

Przedłożono w załączeniu.

### 7. Zestawienie wyposażenia kotłowni

Oferta w cenach katalogowych ( w EUR ).

il.

lp.	szt.	oznaczenie
		Gazowy kocioł kondensacyjny Weishaupt Thermo Condens WTC 60-A wersja: H-PEA
		Do ogrzewania oraz/lub przygotowania ciepłej wody poprzez zewnętrzną pompę ładującą zasobnik za sprzęgłem hydraulicznym, z energooszczędną pompą obiegową (PEA) z regulowaną prędkością obrotową, bez naczynia wzbiorczego.
		Standardowo wbudowana regulacja O <sub>2</sub> w spalinach (system SCOT)
		Zakres modulacji dla temperatury zasilania 50/30°C: 13,9 do 60,7 kW
		Sprawność znormalizowana dla temperatury zasilania/powrotu 40/30°C: 108,4%
		Emisja znorm.: NOx=39 mg/kWh i CO=15 mg/kWh
		Ciężar: 65 kg
		Szerokość/Wysokość/Głębokość: 640/792/453 mm
		Rodzaj gazu: E, LL i P/B
		Produkt-ID-NR.: CE 0085 BO 6112
1	4	<b>Nr zamówieniowy 48160113</b> WTC 60-A Ausführung: H-PEA
		Podstawowy zespół armatury z zaworem do napełniania i opróżniania, zaworem bezpieczeństwa ¾"

2	4	<p>i przyłączem naczynia wzbiorczego Typ WHB5.0 <b>Nr zamówieniowy 48000007602</b> Hydraulik Basis-Erweiterungsmodul Typ WHB5.0</p>
3	1	<p>Kolektor magnetytowy G 1 1/4", samouszczelniający do wbudowania w sprzęgło hydrauliczne WHW 4 i blok hydrauliczny Twinbloc WHT <b>Nr zamówieniowy 40900005847</b> Magnetitsammler G 1 1/4"</p>
4	4	<p>Zawór przelotowy gazu 3/4" gwint wewnętrzny x 22 mm z TAE <b>Nr zamówieniowy 48000007362</b> Gas-Durchgangshahn Rp 3/4"</p>
5	2	<p>Rozdzielacz do 2-ech obiegów grzewczych, wersja modułowa PN6, rozbudowa poprzez obustronne kołnierze, z izolacją cieplną, przepływ do 10m3, komora 2x80x80, przyłącz od strony kotła DN65 Typ WHV 2-M-10 <b>Nr zamówieniowy 40900012282</b></p>
6	2	<p>Zestaw konsoli stojących do rozdzielacza WHV-M <b>Nr zamówieniowy 40900007052</b></p>
7	1	<p>Zespół mieszacza NW 25 z trójdrogowym mieszaczem Kvs 8 oraz siłownikiem, z pompą obiegową Grundfos typu UMP3 Auto 25-70 180 z regulowaną prędk. obr. Typ WHI mix 25-7-8 #1 <b>Nr zamówieniowy 40900021082</b> Hydraulik Mischerguppe NW 25</p>
8	3	<p>Zespół pompowy NW 32 z pompą obiegową Grundfos typu UPML 32-95 180 Auto z regulowaną prędkością obrotową Typ WHI pump 32-9 #1 <b>Nr zamówieniowy 40900021012</b> Hydraulik Pumpengruppe NW 32</p>
9	1	<p>Układ sterowania Typ WCM-FS 2.0 <b>Nr zamówieniowy 48100000912</b> Fernbedienstation-Set Typ WCM-FS 2.0 Konsola ścienna do montażu modułu WCM-FS na ścianie</p>
10	1	<p><b>Nr zamówieniowy 48100000802</b>  Moduł rozszerzający do obiegu pompowego, mieszacza lub ciepłej wody,</p>

11	3	<p>z czujnikiem temperatury zasilania Typ WCM-EM 2.1 <b>Nr zamówieniowy 48100000932</b> Erweiterungsmodul Typ WCM-EM 2.1</p>
12	1	<p>Manager kaskadowy do regulacji od dwóch do pięciu kotłów WTC. Sterowanie kolejnością kotłów dla jak najlepszego pasma modulacji. Nadaje się do przyłączania do nadrzędnych systemów regulacyjnych, zewnętrznego wprowadzania wartości zadanych sygnałem 0 do 10 V lub 4 do 20 mA. Dwa wyjścia wielofunkcyjne. Typ WCM-KA 3.0 <b>Nr zamówieniowy 48100000542</b> Kaskadenmanager Typ WCM-KA 3.0</p>
13	1	<p>Czujnik temperatury zewnętrznej NTC 600 Typ QAC 31 <b>Nr zamówieniowy 48100000902</b> Außenfühler NTC 600 Typ QAC31</p>
14	1	<p>Blok hydrauliczny Weishaupt Twinbloc do kaskady 4 kotłów kondensacyjnych Weishaupt WTC 32/45/60-A składający się z kolektora zasilania i powrotu z wbudowanym sprzęgłem hydraulicznym (kołnierz DN65), z tuleją zanurzeniową do czujników temperatury sprzęgła, izolacją cieplną, przygotowany do zastosowania kolektora magnetytowego. Obrotowy do przyłączenia prawo- lub lewostronnego, z zaślepkami. Natężenie przepływu do 14,3 m<sup>3</sup>/h Typ WHI coll-comp 4-14 #1 (WHT 4) <b>Nr zamówieniowy 40900005842</b> Hydraulik Twinbloc Typ WHT 4</p>
15	1	<p>Zestaw konsoli ściennych do WHT 2 - WHT 4 (2 szt.) <b>Nr zamówieniowy 40900005882</b> Wandkonsole-Set WHT</p>
16	4	<p>Zestaw rur falistych WHT-WTC 45/60 obejmujący po jednej rurze falistej z izolacją cieplną do zasilania i powrotu od kotła WTC do bloku Twinbloc, z zaworem zwrotnym <b>Nr zamówieniowy 40900006212</b> Wellrohr-Set WHT</p>
17	1	<p>Czujnik sprzęgła hydraulicznego NTC 5k, długość kabla 5,0 m Typ STF 222.10 <b>Nr zamówieniowy 660233</b> Temperaturfühler NTC 5k, Kabellänge 5,0 m Typ STF 222.10</p>

18	1	<p>Czujnik temp. zasobnika WAS NTC 12k, długość kabla 5,0 m Typ NTC 12k <b>Nr zamówieniowy 47130622022</b> Temperaturfühler NTC 12k, Kabellänge 5,0 m</p>
19	1	<p>Zasobnik Aqua WAS 500 LE/ Eco Klasa efektywności energetycznej A, pojemność 440l <b>Nr zamówieniowy 47550003</b></p>
20	1	<p>Układ odprowadzania spalin- zależne zasilanie powietrzem Typ WAL-PP-KA-1-110/200-2 <b>Nr zamówieniowy 48000008142</b> Grundbausatz Kaskade Typ WAL-PP-KA-1-110/200-2</p>
21	2	<p>Podstawowy zestaw montażowy odprowadzania spalin dla kaskady kotłów WTC 32/55/60-A dla trzeciego oraz/lub czwartego kotła DN110/200 Układ odprowadzania spalin- zależne zasilanie powietrzem Typ WAL-PP-KA-1-110/200-Z-1 <b>Nr zamówieniowy 48000008062</b></p>
22	1	<p>Zestaw rozszerzający odprowadzania spalin DN200 Typ WAL-PP-KA-E-200-S <b>Nr zamówieniowy 48000008122</b></p>
23	1	<p>Separator osadów z magnesem z izolacją Służy do oddzielenia cząstek i brudów ferromagnetycznych i niemagnetycznych z obiegów grzewczych i ciepłej wody o wielkości do 5 µm. Usuwanie osadów przez zawór odszlamiający bez przerywania pracy systemu. Medium: woda i mieszanina wody z glikolem DN80/PN16 <b>Nr zamówieniowy 40900018042</b></p>
24	4	<p>Naczynie wzbiorcze 8l czerwone z uchwytem ściennym Ciśnienie wstępne 1,5bar Maksymalne ciśnienie pracy 4bar Przyłącze RP 3/4" Pojemność 8l Typ WHI expan 8 #1 <b>Nr zamówieniowy 40900016112</b></p>
25	4	<p>Zawór kołpakowy G 3/4 I x G 3/4 A <b>Nr zamówieniowy 48001000732</b></p>
		<p>Stacja do uzupełniania wody grzewczej zgodnie z PN-EN 1717 i VDI 2035 do montażu i na stałe w kotłowni. Składa się z rozdzielacza systemowego BA z reduktorem ciśnienia, licznika wody, kartusza do całkowitej demineralizacji</p>

26	1	<b>Nr zamówieniowy 48200000152</b>
27	1	Miernik przewodności <b>Nr zamówieniowy 48200000247</b>
28	4	Neutralizator do kotłów kondensacyjnych do 60kW <b>Nr zamówieniowy 48100001352</b>  Moduł komunikacji home Typ WCM-COM 1.0 home do komunikacji z instalacją grzewczą za pomocą PC/smartfon – Sterowania ogrzewaniem z pomocą App (iOS i Android) • wyświetlanie temperatury zewnętrznej, ciepłej wody, pomieszczenia i kolektora • wyświetlanie mocy solarnej, uzysku solarnego i statystyki solarnej • zmiana trybu pracy i temperatury zadanej pomieszczenia • zmiana temperatury zadanej ciepłej wody użytkowej • zmiana programów czasowych ogrzewania i ciepłej wody użytkowej Do obsługi z pomocą App należy pobrać dostępną sklepach internetowych bezpłatną App "Sterowanie ogrzewaniem Weishaupt". – Sterowania ogrzewaniem z pomocą PC poprzez sieć w budynku (dodatkowo do wyżej wymienionych funkcji) • wyświetlanie i zmiana dużej ilości parametrów kotła kondensacyjnego, obiegów grzewczych, przygotowania ciepłej wody i ewentualnie instalacji solarnej • rejestracja danych: równoległy zapis maks. 8 wartości, graficzna prezentacja i eksport danych w formacie csv • wysyłanie komunikatów o zakłóceniach poprzez E-Mail na dowolny adres – z wbudowanym serwerem Web – komunikacja z systemem grzewczym poprzez eBUS Wymagania: • kocioł kondensacyjny z systemem regulacji WCM • sieć LAN z routerem (dla App) • do wyświetlania zintegrowanych stron Web wymagana jest przeglądarka internetowa (np. Internet Explorer, Mozilla Firefox).
29	1	<b>Nr zamówieniowy 48100000992</b>

Polskie normy :

1. PN-74/B-01405 Centralne ogrzewanie. Grzejniki. Nazwy i określenia.
2. PN-90/B-01430 Ogrzewnictwo. Instalacje centralnego ogrzewania.
3. PN-82/B-02402 Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
4. PN-82/B-02403 Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
5. PN-91/B-02413 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego. Wymagania.
6. PN-91/B-02414 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania.
- PN-91/B-02415 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych. Wymagania.
8. PN-91/B-02416 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego przyłączonych do sieci ciepłych. Wymagania.
9. PN-91/B-02419 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych. Badania.
10. PN-91/B-02420 Ogrzewnictwo. Odpowietrzanie instalacji ogrzewań wodnych. Wymagania.
11. PN-64/B-10400 Urządzenia centralnego ogrzewania w budownictwie powszechnym. Wymagania i badania techniczne przy odbiorze.
12. PN-91/B-10405 Ciepłownictwo. Sieci ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.
13. PN-93/C-04607 Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody.
14. PN-90/H-83131.01 Centralne ogrzewanie. Grzejniki. Ogólne wymagania i badania. Poprawki 1 BI 2/93 poz. 10 Zmiany 1 BI 14/93 poz. 79.
15. PN-EN ISO 6946 Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła Metody obliczania
  
16. PN-B-03406 Ogrzewnictwo. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m<sup>3</sup>
17. (Dz.U.75.690) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
18. WT Fortum Wrocław S.A. Wytyczne i wymagania techniczne dla węzłów ciepłych . Wytyczne tymczasowe. Część I, II, III

25.

19. PN-H-74200: 1998 Rury stalowe ze szwem gwintowane.
20. PN-EN 10216 -2:2004 Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych



Warunki techniczne dostawy. Część 2: Rury ze stali  
niestopowych i stopowych z określonymi własnościami  
w temperaturze podwyższonej.

21. PN-EN 10217 -2:2004 – Rury stalowe ze szwem do zastosowań ciśnieniowych .Warunki techniczne dostawy. Część 2: Rury ze stali niestopowych i stopowych zgrzewane elektrycznie z określonymi własnościami w temperaturze podwyższonej.
22. PN-EN ISO 8504-1:2002 Przygotowanie podłoża przed nakładaniem farb i podobnych produktów-Metody przygotowania powierzchni –Część 1: Zasady ogólne
23. PN-EN ISO 8504-3:2002 Przygotowanie podłoża przed nakładaniem farb i podobnych produktów . Metody przygotowania powierzchni . Część 3: Czyszczenie narzędziem ręcznym i napędem mechanicznym.
24. PN-EN ISO 12944-1:2001 Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich-. Część 1: ogólne wprowadzenie.
25. PN-EN ISO 12944-5:2001 Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich-. Część 5: Ochronne systemy malarskie.
26. PN-B-02421 Izolacja cieplna przewodów , armatury i urządzeń. Wymagania i badania

Opracował: Miszczyszyn Bogdan.