

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

I. OPIS TECHNICZNY	
1. PODSTAWA OPRACOWANIA.....	2
2. ZAKRES OPRACOWANIA.....	2
3. OPIS BUDYNKU.....	2
4. ŹRÓDŁA CIEPŁA W BUDYNKU.....	2
4.1. INSTALACJA WENTYLACJI WYMIENNIKOWNI	4
4.2. INSTALACJA WOD.-KAN. WYMIENNIKOWNI	4
5. INSTALACJA GRZEWCZA.....	4
5.1. EMITORY CIEPŁA.....	5
5.2. REGULACJA HYDRAULICZNA INSTALACJI I ARMATURA.....	5
5.3. REGULACJA TEMPERATURY POMIESZCZEŃ.....	5
5.4. RZEWODY.....	5
5.5. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE	6
5.6. IZOLACJA TERMICZNA	6
5.7. PRÓBY SZCZELNOŚCI	6
5.8. ZABEZPIECZENIE P.POŻ.	6
6. WYTYCZNE BUDOWLANE	6
6.1. BRANŻA INSTALACYJNA.....	6
6.2. BRANŻA ARCHITEKTONICZNA.....	6
6.3. BRANŻA ELEKTRYCZNA.....	7
7. UWAGI KOŃCOWE.....	8
II. OBLICZENIA	
2.1. OBLICZENIA TECHNOLOGII ŹRÓDEŁ CIEPŁA.....	9
2.2. POWIETRZE DO CHŁODZENIA SPRĘŻAREK.....	12
2.3. BILANS CIEPLNY.....	12
III. ZA ŁĄCZNIKI	
- Uprawnienia projektanta i sprawdzającego.....	18
IV. RYSUNKI.....	19
Rys. S01 – INSTALACJA GRZEWCZA WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA	19
– rzut parteru hali produkcyjno magazynowej 1:200.....	19
Rys. S02 – INSTALACJA GRZEWCZA WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA	19
– rzut wymiennikowni 1:50.....	19
Rys. S03 – INSTALACJA GRZEWCZA WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA	19
– przekroje wymiennikowni 1:50.....	19
Rys. S04 – INSTALACJA GRZEWCZA WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA	19
– schemat technologiczny -.....	19

I. OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Zlecenie Inwestora;
- Projekt architektoniczno-budowlany wykonany przez Biuro Architektoniczne – “Plewa” ;
- Obowiązujące przepisy techniczno- budowlane oraz zasady wiedzy technicznej;
- Obowiązujące normy i przepisy
- Uzgodnienia branżowe.

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie obejmuje Projekt Przetargowy instalacji technologicznej źródeł ciepła dla budynku produkcyjno-magazynowego z zapleczem socjalnym oraz bud. biurowego w Lublinie przy ul. E. Plewińskiego/ Hessa.

W projekcie ujęto część technologiczną w wymiennikowni w budynku produkcyjno-magazynowym. Projekt ujmuję również rurociągi od rozdzielaczy w wymiennikowni do ściany budynku biurowego.

W projekcie ujęto również zasilenie w ciepło części socjalnej w budynku produkcyjno-magazynowym.

3. OPIS BUDYNKU

Przedmiotem inwestycji jest budowa: budynku produkcyjno-magazynowego z zapleczem socjalnym i inst. wew., budynku biurowego z zapleczem socjalnym i częścią laboratoryjną wraz z inst. wew., budynku sterylizatorni z zapleczem socjalnym i inst. wew. oraz zagospodarowaniem terenu, zlokalizowanych w Lublinie przy skrzyżowaniu ul. Plewińskiego i Hessa na działce nr 128/1. Inwestorem jest Przedsiębiorstwo Produkcyjne MARGOMED Stanisław Margol, z siedzibą w Lublinie przy Al. Wincentego Witosa 38.

Obiekt znajdować się będzie w obrębie Specjalnej Strefy Ekonomicznej Euro-Park Mielec

4. ŹRÓDŁA CIEPŁA W BUDYNKU

Głównym źródłem ciepła w budynku, będzie ciepło z odzysku z procesów technologicznych, oraz odzysk ciepła ze sprężarek. Niniejszy projekt obejmuje wykorzystanie ciepła z odzysku ze sprężarek.

Ciepło z odzysku ze sprężarek wykorzystywane będzie dla ogrzania budynku biurowego z zapleczem socjalnym i częścią laboratoryjną, części socjalnej w budynku produkcyjno-magazynowym oraz do przygotowania ciepłej wody użytkowej dla Zakładu.

Energia możliwa do odzyskania ze sprężarek (na podstawie wytycznych Producenta) wynosi:

$$Q = 32,56 \times 3 = 97,68 \text{ kW}$$

Ciepło dla potrzeb ogrzewania budynku biurowego wynosi – 49,0 kW

Ciepło dla ogrzania części socjalnej w bud prod-mag wynosi – 8,2 kW

Ciepło dla przygotowania ciepłej wody użytkowej wynosi – 15 kW

Dla odzysku ciepła ze sprężarek przewidziano zestaw, dostarczany razem ze sprężarkami. Do każdej sprężarki potrzebny jest oddzielny zestaw.

W skład zestawu wchodzi:

- zbiornik buforowy – 400 l
- pompa cyrkulacyjna
- naczynie przeponowe
- zawory bezpieczeństwa
- skrzynka sterownika
- czujniki temperatury
- zestaw do napełniania
- manometry
- odpowietrzniki
- elastyczne przewody rurowe i złączki

W okresie, gdy nie ma odbioru ciepła, sprężarka przełącza się na chłodzenie powietrzem. W tym celu należy wykonać czerpnię powietrza w ścianie zewnętrznej z przepustnicą z siłownikiem, oraz kanały wywiewne od każdej sprężarki z przepustnicą z siłownikiem i wyrzutnią w ścianie zewnętrznej.

W okresie, gdy sprężarki nie pracują, dla ogrzania części biurowej przewidziano montaż kotła elektrycznego o mocy 48 kW. Kocioł ten również uzupełnia ciepło w przypadku, gdy sprężarki nie pracują z pełną mocą, lub część sprężarek nie pracuje. Kocioł wyposażony jest w pompę obiegową, ogranicznik temperatury, zawór bezpieczeństwa, wewnętrzny regulator temperatury, manometr i automatyczny odpowietrznik.

Ciśnienie dopuszczalne – 3 bar

temperatura - 85°C

Do rozdzielenia obiegu od źródeł ciepła i obiegów grzewczych zastosowano sprzęgło hydrauliczne. Sprzęgło pełni funkcję zwrotnicy hydraulicznej i separatora powietrza. Sprzęgło jest wspólne dla instalacji odzysku ciepła ze sprężarek i kotła elektrycznego. Obiegi po stronie pierwotnej sprzęgła hydraulicznego wymuszają pompy obiegowe, oddzielne dla każdego układu odzysku ze sprężarek, oraz pompa zamontowana w kotle elektrycznym.

Układ odzysku ciepła wraz z kotłem elektrycznym zapewnia ciepło dla celów grzewczych budynku biurowego z zapleczem socjalnym i częścią laboratoryjną, części socjalnej w budynku produkcyjno-magazynowym, oraz dla przygotowania ciepłej wody użytkowej. Ciepła woda przygotowywana będzie w dwóch wymiennikach pojemnościowych, z których jeden usytuowany będzie w pomieszczeniu wymiennikowni, drugi w pom technicznym w części socjalno-biurowej.

Przepływ wody w obiegach grzewczych wymuszają pompy obiegowe z płynną regulacją prędkości obrotowej

Ogólny opis zasady działania projektowanego układu grzewczego.

Głównym źródłem ciepła jest odzysk ze sprężarek. Energia cieplna generowana przez sprężarki gromadzona jest w zbiornikach buforowych składający się (oprócz bufora) z wymiennika, pompy obiegowej, sterownika i elementów uzbrojenia. Dla każdej ze sprężarek wymagany jest oddzielny układ. Po stronie wtórnej zbiorników akumulacyjnych woda grzewcza za pomocą pomp obiegowych kierowana jest do rozdzielacza, a następnie do sprzęgła hydraulicznego. Do sprzęgła hydraulicznego włączony jest również obieg z kotła elektrycznego.

Źródłem podstawowym ciepła jest odzysk ciepła ze sprężarek, kocioł elektryczny jest źródłem uzupełniającym.

Sterowanie układem odzysku ciepła ze sprężarek odbywa się za pomocą sterownika dostarczanego ze sprężarkami. Po stronie wtórnej za zbiornikami buforowymi w zależności od temperatury w zbiorniku, pompy obiegowe kierują wodę grzewczą do sprzęgła, a następnie poszczególne obiegi grzewcze instalacji zasilają w ciepło odbiorniki. Gdy brakuje ciepła z odzysku, czujka temperatury na zasileniu po stronie instalacji grzewczej informuje o konieczności załączenia kotła elektrycznego.

Regulatory zapewniają regulację pogodową obiegów grzewczych w funkcji czasu i temperatury zewnętrznej. Zapewniają również płynny wybór mocy do podgrzewania ciepłej wody użytkowej łącznie z ochroną przed bakteriami legionella oraz priorytetowe podgrzewanie ciepłej wody.

Poszczególne urządzenia zabezpieczone są za pomocą zaworów bezpieczeństwa 3 bar.

Przyrost objętości wody w zładzie grzewczym kompensowany za pomocą przeponowego naczynia wzbiorczego.

Na przewodzie zimnej wody do podgrzewaczy przewidziano filtr siatkowy, zawór zwrotny antyskażeniowy typ EA oraz naczynie przeponowe.

Podgrzewanie ciepłej wody do temperatury 55 °C.

Instalacja ciepłej wody wyposażona w przewód cyrkulacyjny z pompą cyrkulacyjną. System cyrkulacji wyposażony jest w zawory odcinające, manometry, zawory zwrotne.

Podgrzewacze c.w.u. zabezpieczone są przed wzrostem ciśnienia membranowym zaworem bezpieczeństwa typ 2115, $p_{ot}=6,0$ bar.

Układ grzewczy kotłowni zabezpieczony przed zanieczyszczeniami filtrami siatkowymi umieszczonymi na powrocie obiegów grzewczych.

Przepływ wody w obiegach grzewczych wymuszają pompy obiegowe z płynną regulacją prędkości obrotowej. Z pomieszczenia wymiennikowni przewidziano następujące obiegi grzewcze:

- Zasilenie budynku biurowego z zapleczem socjalnym i częścią laboratoryjną
- Zasilenie grzejników w części socjalnej budynku produkcyjno-magazynowego

– Obieg ładowania zasobnika do ciepłej wody

Napełnienie i uzupełnienie wody w zładzie grzewczym wodą z sieci wodociągowej poprzez stację uzdatniania wody umieszczoną w pomieszczeniu wymiennikowni. Napełnianie i uzupełnianie wody za pomocą automatycznego zaworu do uzupełniania wody DN 20 mm umieszczonego na rozdzielaczu powrotnym instalacji.

Rurociągi obiegów grzewczych wykonać z rur stalowych czarnych ze szwem, o połączeniach spawanych, wg normy PN-EN-10224.

Po zakończeniu robót montażowych należy wykonać próbę hydrauliczną instalacji grzewczej. Próba instalacji na ciśnienie 0,6 MPa. Przed uruchomieniem instalację wypłukać mieszaną powietrzno-wodną.

Próba instalacji wody zimnej i ciepłej wg części projektu - Instalacja wod-kan i c.w.

Rurociągi stalowe oraz konstrukcje wsporcze zabezpieczyć przed korozją poprzez czyszczenie ręczne szczotkami stalowymi lub szlifierkami ręcznymi do II-stopnia czystości oraz dwukrotnie pomalować farbą ftalową do gruntowania i jednokrotnie farbą ftalową nawierzchniową.

Przewody grzewcze izolowane otuliną z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła $\Lambda_{50^{\circ}\text{C}}=0,047 \text{ W/mK}$ w folii aluminiowej.

Izolacja przewodów otulinami izolacyjnymi winna być zgodna z wymaganiami normy PN-B-02421:2000: Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania przy odbiorze.

Grubość izolacji przewodów winna być zgodna z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. „w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz.U. nr 75/2002, poz. 690) z późniejszymi zmianami.

4.1. INSTALACJA WENTYLACJI WYMIENNIKOWNI

Wymiennikownia

Wentylacja wg PW – Instalacje klimatyzacyjne i wentylacyjne w pomieszczeniach.

4.2. INSTALACJA WOD.-KAN. WYMIENNIKOWNI

Wymiennikownia wyposażona jest w zlew z zaworem czerpalnym i kratki ściekowe. Kratki połączone ze studzienką schładzającą. Przewody kanalizacyjne wykonać z żeliwa kanalizacyjnego. Woda zimna doprowadzona do zaworu czerpalnego nad zlewem.

Instalacja wod-kan wg części projektu - instalacji wod-kan budynku.

5. INSTALACJA GRZEWcza

Zaprojektowano instalację grzewczą, wodną, pompową pracującą w układzie zamkniętym. Czynnik grzewczy z rozdzielacza umieszczonego w wymiennikowni zasilać będzie grzejniki w części socjalnej budynku produkcyjno-magazynowego, wymiennik pojemnościowy dla c.w.u oraz doprowadzony będzie do rozdzielacza umieszczonego w pom technicznym na parterze w budynku biurowym z zapleczem socjalnym i częścią laboratoryjną.

Projektuje się zasilanie odrębnymi gałęziami, wychodzącymi z rozdzielacza zlokalizowanego w wymiennikowni następujących obiegów grzewczych:

- obieg I-szy do rozdzielacza w części socjalno-biurowej w pom technicznym. Parametry czynnika grzewczego: 60/40°C.
- obieg II-gi ogrzewanie części socjalnej w budynku produkcyjno-magazynowym. Parametry czynnika grzewczego w obiegu c.t.: 60/40°C w funkcji temperatury zewnętrznej.
- obieg III(c.w) do wymiennika pojemnościowego c.w

5.1. EMITORY CIEPŁA

Zastosowano następujące emitery ciepła:

- w magazynie komponentów- kompaktowy stalowy grzejnik płytowy w wykonaniu higienicznym,
- w szatniach czystych oraz jadalni- kompaktowe stalowe grzejniki płytowe,
- w szatniach brudnych- kompaktowe stalowe pionowe grzejniki płytowe,
- w węzłach sanitarnych- dekoracyjne grzejniki łazienkowe o podwójnym zestawie rur.

Lokalizacja grzejników wg części graficznej projektu. Montaż grzejników płytowych przy ścianach żelbetowych i murowanych za pomocą wieszaków ściennych.

5.2. REGULACJA HYDRAULICZNA INSTALACJI I ARMATURA

Regulacja hydrauliczna instalacji za pomocą:

- termostatycznych zaworów grzejnikowych z precyzyjną nastawą wstępną, w wykonaniu kątowym o średnicy DN15 i współczynniku $Kvs=0,35 \text{ m}^3/\text{h}$ montowanych przy grzejnikach płytowych,
- wkładek zaworowych (wbudowanych we wszystkie grzejniki łazienkowe),
- zaworu równoważącego dla grup grzejników przy rozdzielaczu.

Odwodnienie instalacji c.o. w najniższych punktach instalacji oraz przy grzejnikach. W przypadku odwodnienia poziomych przewodów rozprowadzających przedmuchać instalację sprężonym powietrzem. Zawory odwadniające ze złączką do węża.

5.3. REGULACJA TEMPERATURY POMIESZCZEŃ

Regulacja temperatury pomieszczeń za pomocą:

- głowic termostatycznych do zaworów termostatycznych przy grzejnikach z czujnikiem wbudowanym oraz zakresem nastaw 6-28 °C.

5.4. RZEWODY

Instalację c.o. wykonać z rur stalowych czarnych ze szwem wg PN-EN-10224 o połączeniach spawanych. Przewody poziome należy układać ze spadkiem 0,3 % w kierunku wymiennikowni. Przejście przewodów przez przegrody budowlane konstrukcyjne w stalowych tulejach ochronnych, umożliwiających wzdlużne przemieszczanie się przewodu. Średnica tulei większa od średnicy rurociągu o dwie dymensje.

Mocowanie przewodów do konstrukcji za pomocą typowych uchwytów. Kompensacja wydłużenia cieplnego przewodów naturalna.

Odwodnienie instalacji w wymiennikowni i pom technicznym.

Odpowietrzenie instalacji c.o. i c.t. za pomocą automatycznych zaworów odpowietrzających montowanych w najwyższych punktach instalacji.

Maksymalny odstęp pomiędzy podporami przewodów stalowych

Średnica DN [mm]	Przewody montowane	
	Pionowo [m] ¹⁾	Inaczej [m]
15-20	2,0	1,5
25	2,9	2,2
32	3,4	2,6

40	3,9	3,0
50	4,6	3,5
¹⁾ Lecz nie mniej niż jedna na każdą kondygnację		

5.5. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE

Rurociągi stalowe oraz konstrukcje wsporcze zabezpieczyć przed korozją poprzez czyszczenie ręczne szczotkami stalowymi lub szlifierkami ręcznymi do II-stopnia czystości oraz dwukrotnie pomalować farbą ftalową do gruntowania i jednokrotnie farbą ftalową nawierzchniową.

5.6. IZOLACJA TERMICZNA

Poziomy i pionowy obiegów c.o. izolowane otuliną z wełny mineralnej o współczynniku przewodzenia ciepła przy temp. $\Lambda_{50^{\circ}\text{C}} = 0,047 \text{ W/mK}$ w folii aluminiowej. Przy krzyżowaniu się przewodów oraz przy przejściach przez przegrody ½ powyższych wymagań.

Grubość izolacji wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002r. (z późn. zm.)

5.7. PRÓBY SZCZELNOŚCI

Po wykonaniu instalację należy poddać próbie ciśnieniowej wodnej na ciśnienie próbne 0,6MPa. Przed przystąpieniem do badania szczelności instalacja powinna być skutecznie wypłukana wodą.

Po uzyskaniu pozytywnego wyniku próby szczelności instalacji na zimno oraz wykonaniu regulacji montażowej przepływów w poszczególnych obiegach instalacji należy przeprowadzić badanie szczelności i działania instalacji w stanie gorącym. Wykonanie i odbiór instalacji winien być zgodny z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru instalacji Ogrzewczych - Wymagania techniczne COBRTI INSTAL - zeszyt 6.

5.8. ZABEZPIECZENIE P.POŻ.

Przejścia przewodów instalacji grzewczej przez elementy oddzielenia pożarowego winny być zabezpieczone przepustami instalacyjnymi o klasie odporności ogniowej (EI) wymaganej dla tych elementów.

6. WYTYCZNE BUDOWLANE

6.1. BRANŻA INSTALACYJNA

- Roboty montażowe elementów instalacji ogrzewania wykonać zgodnie z instrukcją montażu poszczególnych producentów oraz w sposób zapewniający dostęp do tych elementów w czasie eksploatacji;
- Przed przystąpieniem do montażu rurociągów c.o. uzgodnić kolejność prac z wykonawcami pozostałych instalacji szczególnie dotyczy to wentylacji, wod-kan. i elektrycznej;
- Do wykonania całości robót ujętych w projekcie należy stosować materiały posiadające atesty lub świadectwa dopuszczenia do stosowania w budownictwie wymagane przepisami krajowymi.

6.2. BRANŻA ARCHITEKTONICZNA

- Przewidzieć otwory przez przegrody dla projektowanych instalacji,
- Podłogę i ściany wymiennikowni wykonać jako wodoszczelne do wysokości 10 cm;
- Wykonać spadek posadzki w kierunku kratek ściekowych;

6.3. BRANŻA ELEKTRYCZNA

- Doprowadzić energię elektryczną do kotła elektrycznego,
- Podłączyć elementy regulacyjne urządzeń (siłowniki, sterowniki, regulatory obrotów i termostaty wg DTR tych urządzeń)
- Doprowadzić energię elektryczną do urządzeń oraz wykonać okablowanie sterowania kotła elektrycznego, pomp obiegowych i cyrkulacyjnych.
- Połączyć ze sterownikiem czujnik temperatury zewnętrznej (usytuowany od strony pn lub pn-zach), czujniki wody grzewczej.
- Zasilic stację uzdatniania wody.

WYTYCZNE AUTOMATYKI

Ciepło z odzysku ze sprężarek wykorzystywane będzie do:

- ogrzania budynku biurowego – 49,0 kW
- ogrzewanie części socjalnej w budynku prod-mag - 8,2 kW
- przygotowania ciepłej wody użytkowej dla Zakładu - 15 kW

Razem 72,2 kW

Energia możliwa do odzyskania ze sprężarek (na podstawie wytycznych Producenta) wynosi:

$$Q = 32,56 \times 3 = 97,68 \text{ kW}$$

Dla odzysku ciepła ze sprężarek przewidziano zestaw Thermokit dostarczany razem ze sprężarkami. Zestaw składa się ze zbiornika buforowego, wymiennika, pompy obiegowej, sterownika i elementów uzbrojenia. Do każdej sprężarki potrzebny jest oddzielny zestaw.

Wytyczne do sterowania układu odzysku ciepła ze sprężarek

- Sterowanie układem odzysku ciepła ze sprężarek odbywa się za pomocą sterownika dostarczanego z układem „Thermokit”.
- W zbiornikach buforowych odzysku ciepła temperatura wody grzewczej utrzymywana jest na poziomie 60°C. Gdy w zbiorniku temperatura obniży się (nie ma odzysku ciepła z danej sprężarki) powinna wyłączyć się pompa obiegowa POod po stronie wtórnej danego obiegu.
- Gdy temperatura wody na zasileniu instalacji (czujka za sprzęgłem hydraulicznym SH) obniży się (brakuje ciepła z odzysku ze sprężarek), załącza się kocioł elektryczny.
- Regulator umieszczony w wymiennikowni steruje następującymi obiegami grzewczymi:
 - obieg do wymiennika ciepłej wody PCW1
 - obieg do ogrzewania części socjalnej budynku produkcyjno-magazynowego
 - obieg do rozdzielacza w pom. technicznym w części socjalno-biurowej
- regulacja pogodowa w funkcji czasu i temperatury zewnętrznej
- Priorytet podgrzewu ciepłej wody
- Okresowy podgrzew ciepłej wody do 70 °C z kotła elektrycznego w celu ochrony przed legionellą
- Gdy nie ma odbioru ciepła z odzysku sprężarki automatycznie przełączają się na chłodzenie powietrzem. Czerpnia powietrza i kanały wywiewne od sprężarek wyposażone w przepustnice z siłownikami.
- W sprężarkowni przewiduje się dodatkowo wentylator ścienny sterowany termostatem

ZESTAWIENIE MOCY ELEKTRYCZNYCH – WYMIENNIKOWNIA I SPRĘŻARKOWNIA

Ozn.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Wytyczne elektryczne
1	Kocioł elektryczny Q- 48 kW	szt.	1	400V, 50Hz, 48 kW
PO1	Pompa obiegowa obiegu grzewczego z elektroniczną regulacją prędkości (wymiennikownia-pom techniczne)	szt.	1	230V, 50Hz, 200W
PO2	Pompa obiegowa obiegu grzewczego z elektroniczną regulacją prędkości (grzejniki)	szt.	1	230V, 50Hz, 20W
PL1	Pompa obiegowa do wymiennika c.w.u	szt.	1	230V, 50Hz, 100W
PC1	Pompa cyrkulacyjna	szt.	1	230V, 50Hz, 25W
POS1, POS2, POS3	Pompy obiegowe zbiornik buforowy - rozdzielacz	szt.	3	230V, 50Hz, 100W
SUW	Stacja uzdatniania wody – gniazdo 230V	kpl	1	
	Zasilić wentylator ścienny w sprężarkowni sterowany termostatem ściennym	kpl	1	230V, 50Hz, 1100W

7. UWAGI KOŃCOWE

Instalacje należy wykonać zgodnie z:

- Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlano- Montażowych cz. II– Instalacje Sanitarne i Przemysłowe,
 - Wymagania techniczne COBRTI INSTAL – zeszyt 6 „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych”
 - Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Rurociągów z Tworzyw Sztucznych – Warszawa 1994 r.
 - Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych. „Izolacje cieplne instalacji sanitarnych i sieci ciepłowniczych.” nr 439/2008, wydanymi przez Instytut Techniki Budowlanej,
 - Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych ITB– Roboty instalacyjne sanitarne - zeszyt 3- instalacja ogrzewcza.
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 12.04.2002 r. w sprawie „Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz.U. Nr 75/2002, poz. 690) z późniejszymi zmianami,
- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych ITB, część C: Zabezpieczenia i izolacje, zeszyt 10: Izolacje cieplne instalacji sanitarnych i sieci ciepłowniczych
- Obowiązującymi normami i przepisami,
 - Wytycznymi producentów materiałów i urządzeń.

Opracowała:
mgr inż. Barbara Dulowska

II. OBLICZENIA

2.1. OBLICZENIA TECHNOLOGII ŹRÓDEŁ CIEPŁA

2.1.1. Bilans cieplny

- | | |
|--|---------|
| 1. Ogrzewanie budynku biurowego – | 49,0 kW |
| 2. Ogrzewanie części socjanej w bud prod-mag – | 8,2 kW |
| 3. Ciepła woda użytkowa - | 15,0 kW |

Razem - 72,2 kW

Obliczenie zapotrzebowania ciepłej wody.

Ilość ciepłej wody policzono przy następujących założeniach:

- ilość osób pracujących na I zmianie – 155 osób
- ilość osób kąpiących się pod natryskiem – 20 osób
- ilość osób myjących się nad umywalką – 135 osób
- dla natrysku przyjęto zużycie wody 10 l/min, czas korzystania – 5 min
- dla umywalki przyjęto zużycie wody 3,5 l/min, czas korzystania – 3,5 min

Zużycie ciepłej wody o temp 36°C wyniesie:

$$V = (20 * 10 \text{ l/min} * 5 \text{ min}) + (135 * 3,5 \text{ l/min} * 3,5 \text{ min}) = 2655 \text{ l}$$

w przeliczeniu na temp 45°C

$$V = 2677 * (36-10)/(45-10) = 1972 \text{ l}$$

Przyjęto 2 wymienniki pojemnościowe o pojemności 1000 l każdy.

Ilość ciepła dla ogrzania w/w ilości wody w ciągu 7h wyniesie:

$$Q = 2000 * 1,163 * (55 - 10)/7 * 1000 = 15 \text{ kW}$$

Ilość ciepła z odzysku wynosi dla jednej sprężarki 32,56 kW (wg informacji Producenta)
dla trzech sprężarek

$$Q = 32,56 * 3 = 97,68 \text{ kW}$$

Dla zapewnienia ciepła w okresie, gdy sprężarki nie pracują przewidziano kocioł elektryczny o mocy 48 kW.

- moc znamionowa 48 kW/400V
- ciśnienie dopuszczalne 3 bar
- temperatura wylotowa 20 – 85°C, dopuszczalna 100°C

Kocioł wyposażony jest w pompę obiegową, zawór bezpieczeństwa, ogranicznik temperatury, manometr, odpowietrznik.

2.1.2. Dobór naczynia zbiorczego dla instalacji grzewczych

-Pojemność wodna instalacji grzewczych:

$$V_{\text{inst}} = 1840 \text{ dm}^3$$

- Pojemność użytkowa naczynia:

$$V_u = V_{\text{inst}} * \rho * \Delta v + 0,5\% * V_{\text{inst}}$$

Oznaczenia:

$r = 999,7 \text{ kg/m}^3$ dla temperatury 10°C
 $\Delta v = 0,0168 \text{ dm}^3/\text{kg}$ dla $t_z = 60^\circ\text{C}$

$$V_u = (1,840 \times 999,7 \times 0,0168) + 0,05 \times 1,840 \times 10 = 31,8 \text{ dm}^3$$

- Pojemność całkowita naczynia:

$$V_c = V_u \times (p_{\max} + 1) / (p_{\max} - p)$$
$$V_c = 31,8 \times (2,5 + 1) / (2,5 - 1,0) = 74 \text{ dm}^3$$

Oznaczenia:

$p_{\max} = 3,0 \text{ bara} - 0,5 \text{ bar}$ - maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu

$p = 1,0 \text{ bara}$ - ciśnienie wstępne w miejscu przyłączenia naczynia

Przyjęto naczynie zbiorcze o pojemności całkowitej 100 dm^3 .

2.1.3. Dobór naczynia zbiorczego do instalacji wody pitnej

Dobrano naczynie zbiorcze dla ciepłej wody użytkowej o pojemności 33 l , oddzielne dla każdego wymiennika do c.w.u.

2.1.4. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla kotła

Zawór bezpieczeństwa stanowi wyposażenie każdego kotła, $p_o = 3,0 \text{ bara}$

2.1.5. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla podgrzewacza ciepłej wody

- maksymalne ciśnienie w instalacji grzewczej:

$$p_o = 0,60 \text{ MPa}$$

Dla podgrzewacza o pojemności 1000 dm^3 dobrano zawór bezpieczeństwa DN $1''$, $d_o = 20 \text{ mm}$, $p_o = 6,0 \text{ bar}$.

2.1.6. Dobór sprzęgła hydraulicznego

Całkowita moc układu grzewczego wynosi:

$$Q = 98 + 48 = 146 \text{ kW}$$

$$G = 146 / (1,163 \times 20) = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano sprzęgło hydrauliczne bez wkładów magnetycznych o średnicy bocznego przyłącza DN50 i przepływie $6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Spadek ciśnienia - $0,03 \text{ bar}$

2.1.7. Dobór pomp

Wydajność pompy :

$$V_{PK} = 1,1 \times Q_K / (q \times c \times \Delta t)$$

gdzie:

Q_K - znamionowa moc kotła

Δt - różnica temperatur obiegu grzewczego

q - gęstość wody

c - ciepło właściwe wody użytkowej

Dobór pompy zbiornik buforowy - sprzęgło hydrauliczne (POS1, POS2, POS3)

$Q_K = 32,56 \text{ kW}$
 $V_{PK} = 1,1 \times 32,56 / (1,163 \times 20) = 1,54 \text{ m}^3/\text{h}$
opory instalacji – 35,0 kPa
opory sprzęgła hydraulicznego – 3,0 kPa

$H_{PK} = 1,2 \times (35,0 + 3,0) = 45,6 \text{ kPa}$
Przyjęto bezdławnicową pompa obiegowa z silnikiem EC i automatycznym dopasowaniem wydajności (oddzielną dla każdego obiegu – 3szt) 230V/ 7-75 W.

Dobór pompy ładującej wymiennik ciepłej wody (pom wymiennikowni) (PŁ 1)

$V_{PL} = 5,0 \text{ m}^3/\text{h}$
 $H = 20,0 \text{ kPa}$
 $H_{wym} = 18 \text{ kPa}$
 $H_p = 20,0 + 18 = 38 \text{ kPa}$
Przyjęto bezdławnicową pompa obiegowa z silnikiem EC i automatycznym dopasowaniem wydajności 230V / 5,0 ÷ 120 W.

Dobór pompy rozdzielacz wymiennikownia -rozdzielacz pom techniczne w części socjalnej (PO1)

$Q_K = 63,4 \text{ kW}$
 $V_{PK} = 1,1 \times 63,4 / (1,163 \times 20) = 3,0 \text{ m}^3/\text{h}$
opory instalacji – 35 kPa
opory sprzęgła hydraulicznego – 3,0 kPa
 $H_{PK} = 1,2 \times (35,0 + 3,0) = 45,6 \text{ kPa}$
Przyjęto bezdławnicową pompa obiegowa z silnikiem EC i automatycznym dopasowaniem wydajności.
230V / 5,0 ÷ 120 W

Dobór pompy rozdzielacz wymiennikownia -grzejniki w części socjalnej bud prod-mag (PO2)

$Q_K = 8,2 \text{ kW}$
 $V_{PK} = 1,1 \times 8,2 / (1,163 \times 20) = 0,39 \text{ m}^3/\text{h}$
opory instalacji – 10,8 kPa
opory sprzęgła hydraulicznego – 3,0 kPa
opory zaworu mieszającego – 4,9 kPa
 $H_{PK} = 1,2 \times (10,8 + 3,0 + 4,9) = 22,4 \text{ kPa}$
Przyjęto bezdławnicową pompa obiegowa z silnikiem EC i automatycznym dopasowaniem wydajności.
230V / 4,0 ÷ 20 W

Dobór pompy cyrkulacyjnej (PC1)

$G = 0,2 \text{ m}^3/\text{h}$
 $H = 24 \text{ kPa} \times 1,2 = 28,8 \text{ kPa}$
Przyjęto bezdławnicową pompa obiegowa z silnikiem EC i automatycznym dopasowaniem wydajności
 $P1 = 3- 25 \text{ W}, 1\sim 230$

2.1.8. Dobór zaworu mieszającego.

Dobór zaworu mieszającego dla obiegu grzejnikowego w bud prod-magazynowym

$G=0,36\text{m}^3/\text{h}$
Przyjęto zawór trójdrogowy, mieszający dn 15 mm, kvs = 1,63m³/h z siłownikiem (230V)
Straty zaworu mieszającego

$$\Delta p_m = 0,36^2/1,63^2 = 4,9 \text{ kPa}$$

2.1.9. Wentylacja pomieszczeń wymiennikowni

Wentylacja wg PW – wentylacja i klimatyzacja

2.1.10. Obliczenia kompensacji dla rurociągu rozdzielacz w wymiennikowni – rozdzielacz w pom. technicznym w bud. biurowym.

Wydłużenia cieplne obliczono ze wzoru

$$\Delta L = a \times L \times \Delta t$$

Oznaczenia:

ΔL - wydłużenie cieplne, mm

a - liniowy współczynnik rozszerzalności cieplnej $a = 12 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$

Δt - maksymalna różnica temperatur, K, $\Delta t = 50^\circ\text{C}$

L - długość rurociągu, m

$$L = 30\text{m}$$

$$\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 30 \times 50 = 0,018\text{m} = 1,8 \text{ cm}$$

Wysięg wydłużki U-kształtowej policzono ze wzoru :

$$H = 0,2 (D_N \times \Delta L)^{0,5} = 0,2 (4 \times 1,8)^{0,5} = 0,54 \text{ m}$$

$$D_N = 4,0 \text{ cm}$$

Przyjęto wysięg 1,0 m

2.2. POWIETRZE DO CHŁODZENIA SPRĘŻAREK

Powierzchnia sprężarkowni – 45,7 m²

Kubatura – 45,7 x 4,5 ≈ 205 m³

- ilość powietrza do chłodzenia dla jednej sprężarki wynosi – $V_1 = 6500 \text{ m}^3/\text{h}$

Razem ilość powietrza do chłodzenia sprężarek wynosi:

$$V_{\text{chl}} = 6500 \times 3 = 19500 \text{ m}^3/\text{h}$$

przyjmując prędkość powietrza na wlocie 3,0 m/s, powierzchnia czepni powinna wynosić:

$$19500/(3600 \times 3) = 1,8 \text{ m}^2$$

przyjęto czepnię 1,5x1,2m

Dla wywiewu 6500 m³/h powietrza od sprężarki przyjęto kanał 0,6x0,6m

Czepnię powietrza i kanały wywiewne wyposażyc w przepustnice z siłownikami.

Dodatkowo przewiduje się montaż wentylatora ściennego o maksymalnej wydajności $Q_{\text{max}}=12980 \text{ m}^3/\text{h}$, ciśnieniu statycznym $P_s=190 \text{ Pa}$, mocy $P=1102 \text{ W}$ z termostatem ściennym i regulatorem obrotów.

Pobór mocy 1102 W/230V

2.3. BILANS CIEPLNY

Straty ciepła dla obu budynków obliczono w oparciu o:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04 2002 r. Dz.U. Nr 75 poz. 690 w sprawie „warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” wraz z późniejszymi zmianami
 - wymagania normy PN-EN ISO 6946 „Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła”.
- zapotrzebowanie ciepła obliczono wg PN-EN 12381:2006 „Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego”.

Podstawowe parametry przyjęte do obliczeń:

a) temperaturę obliczeniową zewnętrzną przyjęto wg PN-EN 12381 - III strefa klimatyczna $t_e = -20^\circ\text{C}$.

b) średnia roczna temperatura zewnętrzna $7,6^\circ\text{C}$.

c) temperatury pomieszczeń przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12.04 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z późniejszymi zmianami.

Obliczenia cieplne $Q_{c.o.}$ wykonano techniką komputerową za pomocą programu OZC 6.7 PRO firmy Sankom. Poszczególne elementy zapotrzebowania zamieszczono poniżej:

Bilans ciepła dla parteru piętra budynku biurowego z zapleczem socjalnym i częścią laboratoryjną.

- $Q_{c.o.} = 49,0 \text{ k W}$.

Bilans ciepła dla części socjalnej bud produkcyjno-magazynowego.

- $Q_{c.o.} = 8,2 \text{ k W}$.

Opracowała:
mgr inż. Barbara Dulowska

III. WYKAZ URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW

Ozn.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Producent/ Dystrybutor
INSTALACJA OGRZEWcza - wymiennikownia				
1	Kocioł elektryczny o mocy znamionowej 48 kW, 400V, regulacja temperatury wody w instalacji w zakresie 40-85°C, ciśnienie dopuszczalne 3 bar, wyposażony w pompę obiegową, zawór bezpieczeństwa oraz ogranicznik temperatury	kpl	1	
2	Podgrzewacz pojemnościowy ciepłej wody użytkowej z jedną wężownicą o pojemności V=1000 dm ³ , powłoka emaliowana, izolowany cieplnie miękką pianką poliuretanową, dop. ciśnienie pracy woda grzewcza/woda użytkowa 16/10 bar, dop. temperatura pracy woda grzewcza/woda użytkowa 110/95 °C	szt	1	
3	Sprzęgło hydrauliczne o średnicy DN50 i przepływie 6 m ³ /h	szt	1	
4	Magnetoodmulacz z filtrem siatkowy z siatki 200 oczek/cm ² o wymiarach 0,5 x 0,5 mm, ciśnienie pracy 10 bar	szt	1	
5	Naczynie wzbiorcze o pojemności 100 l, 6 bar wraz z zaworem opróżniającym i szybkozłączką SU	szt	1	
6	Naczynie wzbiorcze o pojemności 33 l, 10 bar wraz z armaturą przepływową 3/4"	szt	1	
7	Pompa obiegowa zbiornik buforowy- sprzęgło hydrauliczne G=1,54 m ³ /h H=45,6 kPa, 230 V	szt	3	
8	Pompa ładująca zasobnik ciepłej wody G= 5,0 m ³ /h H=38 kPa, 230 V	szt	1	
9	Pompa obiegowa od rozdzielacza głównego do grzejników w części socjalnej budynku prod- mag G= 0,39 m ³ /h H= 22,4 kPa, 230 V	szt.	1	
10	Pompa obiegowa pomiędzy rozdzielaczem głównym a rozdzielaczem w pomieszczeniu technicznym części biurowej G=3,0 m ³ /h H=45,6 kPa, 230 V	szt.	1	
12	Pompa cyrkulacyjna G= 0,2 m ³ /h H= 28,8 kPa, 230 V	szt.	1	
14	Zawór bezpieczeństwa 1", d _o = 20 mm, p _o = 6,0 bar	szt	1	
16	Filtr siatkowy gwintowany dn 32	szt	5	
17	Filtr siatkowy gwintowany dn 20	szt	2	
18a	Zawór trójdrogowy mieszający	szt	1	
19	Zawór zwrotny gwintowany dn 40	szt	1	
20	Zawór zwrotny gwintowany dn 32	szt	4	
21	Zawór zwrotny gwintowany dn 20	szt	2	
22	Zawór kulowy gwintowany dn 50	szt.	7	
23	Zawór kulowy gwintowany dn 40	szt.	3	
24	Zawór kulowy gwintowany dn 32	szt	21	
25	Zawór kulowy gwintowany dn 25	szt	10	
26	Zawór kulowy gwintowany dn 20	szt	6	
27	Zawór kulowy gwintowany dn 15	szt	4	
28	Zawór równoważący do instalacji c.o., montowany na przewodzie zasilającym, z precyzyjną nastawą wstępną, posiadający dwa punkty pomiarowe i funkcję odcięcia, o	szt	1	

	średnicy DN40 i współczynnika Kvs dla tej średnicy równym 20,2 m³/h			
29	Zawór równoważący do instalacji c.o., montowany na przewodzie zasilającym, z precyzyjną nastawą wstępną, posiadający dwa punkty pomiarowe i funkcję odcięcia, o średnicy DN32 i współczynnika Kvs dla tej średnicy równym 20,1 m³/h	szt	3	
29a	Zawór równoważący do instalacji c.o., montowany na przewodzie zasilającym, z precyzyjną nastawą wstępną, posiadający dwa punkty pomiarowe i funkcję odcięcia, o średnicy DN25 i współczynnika Kvs dla tej średnicy równym 6,9 m³/h	szt	1	
30	Zawór kulowy gwintowany dn 20 ze złączką do węża	szt.	1	
31	Zawór do uzupełniania wody dn 20 z manometrem	szt.	1	
32	Zmiękcacz dwuelementowy sterowany objętościowo, przepływ nominalny 3 m³/h, objętość żywicy 100 l	kpl	1	
33	Odpowietrznik automatyczny dn 15	szt	11	
34	Termometr tarczowy 0-100 °C	szt.	15	-
35	- manometr tarczowy 0-6 bar - kurek manometryczny fig. 528	szt. szt.	15 24	-
36	Zawór antyskażeniowy typ EA, dn50	szt	1	
37	Zawór antyskażeniowy typ GA, dn 25	szt	1	
38	Filtr NW 1"	szt	1	
39	Rozdzielacz zasilający i powrotny, Dn80, L= 0,6m	szt	2	
40	Rozdzielacz zasilający i powrotny, Dn80, L= 0,75m	szt	2	
42	Rura stalowa, czarna ze szwem wraz z kształtkami, mat. Uszczelniającymi, zawieszzeniami, konstrukcjami wsporczymi, uchwytyami DN 15	m	5	PN-80/H-74244,
43	Rura stalowa j.w. DN 20	m	6	j.w.
44	Rura stalowa j.w. DN 25	m	10	j.w.
45	Rura stalowa j.w. DN 32	m	45	j.w.
46	Rura stalowa j.w. DN 40	m	267	j.w.
47	Rura stalowa j.w. DN 50	m	12	j.w.
48	Rurociąg z rur stalowych ocynkowanych, DN25 mm			PN-74/H-74200
49	Izolacja przewodów otulinami z wełny mineralnej w w folii aluminiowej - dla rurociągu DN32 o gr. 40 mm - dla rurociągu DN40 o gr. 50 mm - dla rurociągu DN50 o gr.70 mm	m m m	45 267 12	
50	Przejście p.poż przez ścianę EI60 dla rury stalowej Dn40	szt	2	
INSTALACJA OGRZEWCA – część socjalna budynku prod-magazynowego				
1	Rury stalowe średnie czarne ze szwem - DN15 - DN20	m m	210 25	PN-80/H-74244
2	Zawór termostatyczny kątowy z nastawą wstępną z			

	wkładką precyzyjną o średnicy DN15 i współczynniku Kvs dla tej średnicy równym 0,35 m³/h, PN10	szt.	8	
3	Zawór grzejnikowy powrotny kątowy bez nastawy wstępnej PN 10	szt.	8	
4	Głowica termostatyczna do grzejników, czujnik wbudowany zakres nastaw 6-28 °C	szt.	12	
5	Grzejnik stalowy dwupłytkowy w wykonaniu higienicznym, max ciśnienie pracy 10 bar, max temp. pracy 110 °C, o wysokości H= 600 mm oraz długością: - 21/600 L=520 mm	szt.	1	
6	Grzejnik stalowy dwupłytkowy (jedno żebrowy) kompaktowy z odpowietrznikiem, korkiem, z podłączeniem bocznym, max ciśnienie pracy 10 bar, max temp. pracy 110 °C, o wysokości H= 600 mm oraz długości: - 21K/600 L=520mm	szt.	1	
7	Grzejnik stalowy dwupłytkowy (dwu żebrowy) kompaktowy z odpowietrznikiem, korkiem, z podłączeniem bocznym, max ciśnienie pracy 10 bar, max temp. pracy 110 °C, o wysokości H= 900 mm oraz długości: - 22K/900 L=1000mm - 22K/900 L=1120mm	szt. szt.	1 1	
8	Grzejnik stalowy dwupłytkowy (dwu żebrowy) pionowy, max ciśnienie pracy 10 bar, max temp. pracy 110 °C, o wysokości H= 2100 mm oraz długości: - 22/2100 L=450 mm - 22/2100 L=600mm - 22/2100 L=750mm	szt. szt. szt.	1 2 1	
9	Grzejnik dekoracyjny łazienkowy z podwójnym zestawem rur o dolnym zaworowym podłączeniu środkowym, max ciśnienie pracy 10 bar, max temp. pracy 110 °C, o wysokości H= 1800 mm oraz szerokością - GŁ 1800 L=750 mm - GŁ 1800 L=900 mm	szt. szt.	1 3	
10	Izolacja przewodów otulinami z wełny mineralnej w folii aluminiowej - dla rurociągu DN15 o gr. 25 mm - dla rurociągu DN20 o gr. 25 mm	m m	210 25	
11	Odpowietrznik automatyczny prosty z zaworem stopowym - DN15	szt.	4	
12	Zabezpieczenie antykorozyjne przewodów i kształtek	kpl.	1	PN-H-97053 PN-H-97070
13	Płukanie i napełnianie instalacji	kpl.	1	
14	Próba szczelności	kpl.	1	PN-92/M-34031
15	Odgazowanie próżniowe instalacji	kpl.	1	
16	Regulacja instalacji atestowanym przyrządem z protokołem odbioru	kpl.	1	

WENTYLACJA NAWIEWNA I WYWIEWNA - SPRĘŻARKOWNIA

N1	Czerpnia powietrza z przepustnicą i siłownikiem 1500x1200	szt	1	
W1	Wyrzutnia powietrza 600x600	szt	3	
W2	Przepustnica z siłownikiem 600x600	szt	3	
W3	Kołano z blachy stal 600x600	szt	5	
W4	Kanał went z blachy stalowej 600x600, L=1,8m	szt	3	
W5	Kanał went z blachy stalowej 600x600, L=0,8m	szt	1	
W6	Kanał went z blachy stalowej 600x600, L=1,5m	szt	1	
W7	Kanał went z blachy stalowej 600x600, L=3,5m	szt	1	
W8	Kanał went z blachy stalowej 600x600, L=5,5m	szt	1	
W9	Wentylator osiowy HCFB/4-560/H z termostatem ściennym	szt	1	

III. ZAŁĄCZNIKI

- Uprawnienia projektanta i sprawdzającego

IV. RYSUNKI

Rys. S01 – INSTALACJA GRZEWcza WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA
– rzut parteru hali produkcyjno magazynowej 1:200

Rys. S02 – INSTALACJA GRZEWcza WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA
– rzut wymiennikowni 1:50

Rys. S03 – INSTALACJA GRZEWcza WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA
- przekroje wymiennikowni 1:50

Rys. S04 – INSTALACJA GRZEWcza WRAZ Z INSTALACJĄ TECHNOLOGICZNĄ ŹRÓDEŁ CIEPŁA
– schemat technologiczny -