

## Spis zawartości.

### Część opisowa:

Spis zawartości .....	1
Spis rysunków i załączników .....	2
1. Opis techniczny .....	3
1.1. Przedmiot opracowania .....	3
1.2. Podstawa opracowania.....	3
1.3. Tryb pracy węzła .....	3
2. Węzeł chłodniczy .....	3
2.1. Parametry obliczeniowe.....	3
2.2. Źródło chłodu .....	4
3. Opis rozwiązań projektowych.....	5
3.1. Strona pierwotna .....	5
3.2. Dobór urządzeń po stronie pierwotnej.....	5
3.2.1. Dobór wymienników .....	5
3.2.2. Zabezpieczenia .....	5
3.2.3. Dobór zbiornika buforowego .....	6
3.2.4. Pompa obiegu chłodniczego (mieszanka 35% glikolu) PCH 1 .....	6
3.3. Dobór urządzeń dla strefy I .....	6
3.3.1. Układ zabezpieczenia .....	6
3.3.2. Dobór urządzeń dla obiegów. ....	6
Obliczenia zaworu regulacyjnego dokonano wg wzoru: .....	6
3.4. Dobór urządzeń dla strefy II .....	11
3.4.1. Układ zabezpieczenia .....	11
3.4.2. Dobór urządzeń dla obiegów. ....	12
Obliczenia zaworu regulacyjnego dokonano wg wzoru: .....	12
3.5. Regulacja wydajności chłodnic i klimakonwektorów.....	14
4. Węzeł cieplny .....	14
4.1. Stan istniejący.....	14
4.2. Prace modernizacyjne .....	15
4.3. Dane wyjściowe.....	15
4.4. Dobór pomp obiegowych dla obiegów grzewczych. ....	15
5. Opis wykonania .....	15
5.1. Materiały i wytyczne montażu .....	15
5.2. Zabezpieczenie antykorozyjne.....	16
5.2.1. Oznaczenie korozyjnej agresywności środowiska (wg. KOR 3-A).....	16
5.2.2. Opis wykonania robót antykorozyjnych.....	16
5.3. Izolacje termiczne.....	16
5.4. Wytyczne zabezpieczenia otoczenia.....	17
5.4.1. Zabezpieczenie akustyczne .....	17
5.4.2. Zagadnienie BHP i p-poż.....	17
5.4.3. Wytyczne budowlane .....	17
5.4.4. Wytyczne elektryczne .....	17
5.4.5. Instalacje wod-kan.....	17
5.5. Próby i badania.....	18
5.6. Uwagi ogólne .....	18
6. OBLICZENIA-CZĘŚĆ TECHNOLOGICZNA, ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW .....	18

## Spis rysunków i załączników

L.p.	Nr rysunku	Nazwa rysunku	Skala
1	IWC/01	Plan sytuacyjny	1:500
2	IWC/02	Węzeł ciepłno-chłodniczy- Schemat technologiczny węzła	-
3	IWC/03	Węzeł ciepłno-chłodniczy- Schemat istniejącego węzła cieplnego-fragment	-
4	IWC/04	Węzeł ciepłno-chłodniczy- Rzut piwnic	1:50

## Spis załączników

- Karta doboru wymiennika
- Karty doboru pomp
- Karta doboru agregatu chłodniczego

## 1. Opis techniczny

### 1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest Projekt Wykonawczy węzła chłodniczego i modernizacji węzła ciepłego dla Budynku Wydziału Nauk o Ziemi w Sosnowcu przy ul. Będzińskiej.

Ze względu na fakt, iż w obiekcie zaprojektowano układ instalacji klimakonwektorów dwururowy (grzewczo/chłodzący) instalacja wody grzewczej wiąże się nierozzerwalnie z instalacją wody chłodzącej. Układ grzewczo-chłodzący potraktowano łącznie

Zakres opracowania obejmuje:

- Projekt węzła chłodniczego o mocy 1010 kW dla Budynku Dydaktycznego
- Dobór agregatu chłodniczego dla potrzeb przyszłych Budynku Laboratorium
- Modernizację istniejącego węzła ciepłego pod kątem wymiany instalacji co w Budynku Dydaktycznym na instalację grzewczo-chłodzącą klimakonwektorów

### 1.2. Podstawa opracowania

- Dz. U. Nr 75 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- PN-B-02423 Węzły ciepłownicze – wymagania i badania przy odbiorze
- PN-B-02414 Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi.
- Inwentaryzacja stanu istniejącego

### 1.3. Tryb pracy węzła

Zaprojektowany układ dwururowy instalacji klimakonwektorów wymusza połączenie układu grzewczego i chłodniczego. Źródłem chłodu dla całości obiektu dydaktycznego jest agregat chłodniczy zabudowany pod łącznikiem.

Źródłem ciepła dla obiektu –istniejący węzeł ciepły w piwnicy budynku dydaktycznego, który należy zmodernizować pod kątem pracy instalacji dwururowej grzewczo-chłodzącej.

Transport medium chłodzącego z węzła chłodniczego do węzła grzewczego odbywa się rurociągiem tranzytowym w piwnicy.

**Tryb pracy zimowej:-** układ grzewczy- pracuje węzeł ciepły. Układ wody lodowej jest odcięty (zawory odcinające przy wymiennikach wody lodowej są zamknięte).

**Tryb pracy letniej:-** układ chłodzący- pracuje agregat wody lodowej i węzeł wody lodowej . Układ grzewczy jest odcięty –odcięte są ręcznie na zaworach przy rozdzielaczu wszystkie odbiory grzewcze strefy I , oprócz obiegu klimakonwektorów.

## 2. Węzeł chłodniczy

### 2.1. Parametry obliczeniowe

Lp.	Obieg	Nr obiegu	Ilość chłodu kW	Spadek ciśnienia kPa
1	Instalacja klimakonwektorów - strona północna strefa I	1	127,6	49,8
2	Instalacja klimakonwektorów- strona północna strefa II	2	129,2	53,4
3	Instalacja klimakonwektorów- strona południowa strefa II	3	204,0	58,4
4	Instalacja klimakonwektorów- strona południowa strefa I	4	197,4	59,5
5	Chłodnice wentylacyjne		137	93
6	Instalacja wentylacji dla pomieszczeń biurowych przy salach audytoryjnych		115	
7	<b>Łączne zapotrzebowanie na chłód</b>		<b>888,2</b>	

**Przyjęto moc chłodniczą agregatu  $Q=1000$  kW**

**Agregat chłodniczy dla klimatyzacji budynku laboratorium-oszacowano zyski ciepła budynku na poziomie 500 kW.**

Parametry obliczeniowe:

- |  |              |
|--|--------------|
| ○ Glikol   | 5/10°C       |
| ○ zakres ciśnień –strefa I                                 | ~0,6 MPa     |
| ○ zakres ciśnień –strefa II                                | ~1,0 MPa     |
| ○ Parametry obliczeniowe dla chłodnic wentylacyjnych. -    | Woda 7/12°C  |
| ○ Parametry obliczeniowe instalacji klimakonwektorów zima- | Woda 50/45°C |
| ○ Parametry obliczeniowe instalacji klimakonwektorów lato- | Woda 7/12°C  |
| ○ Maksymalna wysokość budynku                              | 72 m         |

## **2.2. Źródło chłodu**

### **BUDYNEK DYDAKTYCZNY**

Źródłem chłodu dla Budynku Dydaktycznego jest agregat zewnętrzny o mocy 1010 kW wytwarzający chłód dla potrzeb wężła wymiennikowego usytuowanego w pomieszczeniu w piwnicy.

**Przyjęto moc cieplną agregatu wody lodowej  $Q=1010$  kW**

Dobrano agregat chłodniczy typu AG1 30XA1202

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| • Czynnik chłodniczy      | R134A              |
| • Wydajność               | 1007,5 kW          |
| • Króćce wlotowe/wylotowe | 150 mm             |
| • Wentylatory             | 20 szt             |
| • Zasilanie               | 400V               |
| • Łączny pobór mocy       | 338,3 kW           |
| • Poziom mocy akustycznej | 96 dB              |
| • COP                     | 2,98               |
| • Wymiary L*B*H           | 11962/2253/2297 mm |
| • Waga                    | 11890 kg           |

### **BUDYNEK LABORATORYJNY**

Źródłem chłodu dla potrzeb przyszłych Budynku Laboratoryjnego jest agregat zewnętrzny o mocy 498 kW.

**Przyjęto moc cieplną agregatu chłodniczego  $Q=498$  kW**

Dobrano agregat chłodniczy AG2 30XA0602

- |                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| • Czynnik chłodniczy      | R134A             |
| • Wydajność               | 1007,5 kW         |
| • Króćce wlotowe/wylotowe | 125 mm            |
| • Wentylatory             | 11 szt            |
| • Zasilanie               | 400V              |
| • Łączny pobór mocy       | 166,7 kW          |
| • Poziom mocy akustycznej | 96 dB             |
| • COP                     | 2,99              |
| • Wymiary L*B*H           | 7186/2253/2297 mm |
| • Waga                    | 6260 kg           |

Przyszłościowo (po zabudowie agregatu dla Laboratorium) przewiduje się spięcie obu agregatów i sterowanie ich pracą poprzez zawory klapowe, Układ taki pozwoli na racjonalne wykorzystanie czasu pracy obu urządzeń w okresach przejściowych, a także zapewnienie medium w przypadku awarii jednego z agregatów. Zastosowano zawory regulacyjne typu V222 TRV-5 firmy TAC z siłownikami M22

### 3. Opis rozwiązań projektowych

Węzeł chłodu jest źródłem wody lodowej dla projektowanej instalacji grzewczo-chłodzącej klimatyzatorów, chłodnic wentylacyjnych oraz instalacji wentylacji dla pomieszczeń przyległych do auli.

Został on zlokalizowany w pomieszczeniu po byłej wentylatorowni II w lewym północnym narożu budynku.

Woda chłodnicza przygotowana w wymiennikach jest kierowana do pomieszczenia węzła cieplnego i tam włączona odpowiednio do rozdzielaczy I i II strefy ogrzewania.

Zachowano istniejący układ podziału instalacji c.o. na dwie niezależne strefy i rozdział na część północną i południową:

- Strefa I-550 kW (ciśnienie max 5 bar)- obejmuje instalację od parteru do 9 piętra- w projekcie:
  - Obieg I -północny
  - Obieg IV -południowy
  - Zasilanie chłodnic wentylacyjnych
  - Zasilanie chłodnic wentylacyjnych dla potrzeb wentylacji pomieszczeń przy auli
- Strefa II-350 kW (ciśnienie max 10 bar)- obejmuje instalację od 10 do 18 piętra- w projekcie:
  - Obieg II -północny
  - Obieg III -południowy

Dla zabezpieczenia instalacji wody lodowej dobrano zawory bezpieczeństwa SYR.

Wykorzystuje się istniejący układ stabilizacji ciśnienia przewidziany dla instalacji grzewczej.

#### 3.1. Strona pierwotna

Roztwór 35% wody z glikolem ochłodzony w agregacie zewnętrznym do parametrów 5/10°C doprowadzony będzie do płytowych wymienników chłodu.

Ze względu na podział budynku na dwie strefy chłodzenia/ogrzewania:

- Strefa I o parametrach nominalnych ciśnienia 0,6 MPa
- Strefa II o parametrach nominalnych ciśnienia 1,0 MPa

Zaprojektowano dwa płytowe wymienniki oddzielne dla każdej ze stref.

STREFA I

Wymiana chłodu dla potrzeb obiektów oparta jest na płytowym skręcanym wymienniku ciepła SONDEX typu:

- Q=580 kW S62-IS10-296-TMTL66-LIQUID

STREFA II

Wymiana chłodu dla potrzeb obiektów oparta jest na płytowym skręcanym wymienniku ciepła SONDEX typu:

- Q=350 kW S47-IS10-234-TMTL74-LIQUID

#### 3.2. Dobór urządzeń po stronie pierwotnej

Do obliczeń przyjęto :

- zapotrzebowanie chłodu	1010 kW
- maksymalne parametry wody w instalacji co	5/10 °C
- ciśnienie statyczne instal. wewn.	0,30 MPa
- maksymalne ciśnienie robocze	1,0 MPa

##### 3.2.1. Dobór wymienników

Dobór wymienników -wg. załącznika.

##### 3.2.2. Zabezpieczenia

Zabezpieczenie instalacji obliczone zostało (przez analogię) w oparciu o normę PN-B-02414 „Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiórczymi przeponowymi.”

Zabezpieczenie instalacji co przed wzrostem ciśnienia ponad wartość dopuszczalną zapewni membranowy zawór bezpieczeństwa typu SYR 2115 Dn 25 do 20-1 szt.

System stabilizacji ciśnienia w instalacji wewnętrznej będzie bazował na przeponowym naczyniu wzbiórczym typu REFLEX N 250- 1 szt.

Uzupełnianie zładu ręczne.

Obliczenia zaworów bezpieczeństwa i naczyńa wzbiornczego znajdują się w części obliczeniowej powyższego opisu.

### 3.2.3. Dobór zbiornika buforowego

W celu zniwelowania uderzeń hydraulicznych układu, oraz zapewnienia lepszej i płynnej pracy skraplacza w okresie mniejszego zapotrzebowania na chłód na rurociągu zasilającym instalację zaprojektowano zbiornik buforowy.

Zgodnie z wytycznymi producenta przyjęto pojemność zbiornika równą 2,5 l/kW mocy.

Dla mocy chłodniczej 1000 kW pojemność wynosi  $2,5 \cdot 1000 = 2500$  l.

Pojemność zładu instalacji 500l

Przyjęto zbiornik buforowy o pojemności 2000 l.

### 3.2.4. Pompa obiegu chłodniczego (mieszanka 35% glikolu) PCH 1

Dane do obliczeń:

- Obliczeniowy przepływ przez skraplacz  $G = 38,26$  l/s

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg agregat	25,3
2	Obieg wymiennik	10
3	Przewody, kształtki	10
Wysokość podnoszenia pompy		45,3

✓ Wymagany przepływ pompy obiegowej  $G \sim 144,6$  m<sup>3</sup>/h

✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej  $H_p = \sim 50$  [kPa]

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE 125-130/4 produkcji GRUNDFOS

Parametry pompy:

$V_{\max} = 145$  [m<sup>3</sup>/h]

$H_{\max} = 8$  mH<sub>2</sub>O

$U = 3 \times 400V/50Hz$   $N = 5,5$  kW

## 3.3. Dobór urządzeń dla strefy I

### 3.3.1. Układ zabezpieczenia

Zabezpieczenie instalacji chłodniczej opracowane zostało na podstawie normy „Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiornczymi przeponowymi „ PN-91/B-02414. Obliczenia zaworu bezpieczeństwa zawarto na końcu opracowania.

Dla danych: ciśnienie dopuszczalne w instalacji wewn.-5 bar dobrano zawór bezpieczeństwa SYR 1915 dn 25 do 20.

### 3.3.2. Dobór urządzeń dla obiegów.

Ze względu na fakt, iż w obiekcie zaprojektowano układ instalacji klimakonwektorów dwururowy (grzewczo/chłodzący) -instalacja wody grzewczej wiąże się nierozzerwalnie z instalacją wody chłodzącej - dla obiegu klimakonwektorów zawory regulacyjne i pompy dobrano wspólnie.

Obliczenia zaworu regulacyjnego dokonano wg wzoru:

- Kvs zaworu obliczono wg wzoru:

$$Kvs = 36 * \frac{G}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{1,21}{\sqrt{50}} =$$

- gdzie:  $\Delta p$  -Spadek na zaworze regulacyjnym  $\Delta p =$  (kPa) przyjęto 10 kPa
- G- przepływ nominalny kg/s

### 3.3.2.1. Dobór pompy obiegowej dla chłodnic wentylacyjnych PCH2

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na chłód  $Q = 137 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 6,52 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 63 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	63
2	Przewody, kształtki	15
3	Obieg wymiennika	15
Wysokość podnoszenia pompy		93

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{137 \times 860}{5 \times 10^3} = 23,6 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 93 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE 65-180/2 produkcji GRUNDFOS

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 24,8 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 9,8 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 1,5 \text{ kW}$$

### 3.3.2.2. Obieg I-obieg klimakonwektorów

#### Obieg wody lodowej 7/12°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 127,6 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 6,1 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 49,8 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 65 Kvs 63 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 12 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	49,8
2	Zawór regulacyjny	12
3	Pozostałe	28
Wysokość podnoszenia pompy		89,8

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{127,6 \times 860}{5 \times 10^3} = 21,9 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 90 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-180/2S produkcji GRUNDFOS-PCH3

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 23 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 9,5 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 1,5 \text{ kW}$$

### Obieg wody grzewczej 50/45°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 64 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 3,0 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 34,5 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 65 Kvs 63 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 3 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	34,5
2	Zawór regulacyjny	3
3	Pozostałe	25
Wysokość podnoszenia pompy		62,5

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{64 \times 860}{5 \times 10^3} = 11,0 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 65 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-180/2S produkcji GRUNDFOS-PCH3

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 23 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 9,5 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 1,5 \text{ kW}$$

### **3.3.2.3. Obieg IV-obieg klimakonwektorów**

#### Obieg wody lodowej 7/12°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 197,4 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 9,4 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 59,5 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 80 Kvs 100 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 11,5 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	59,5
2	Zawór regulacyjny	11,5
3	Pozostałe	30
Wysokość podnoszenia pompy		101

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej



$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{197,4 \times 860}{5 \times 10^3} = 33,9 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 101 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-230/2S produkcji GRUNDFOS-PCH4

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 35,5 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$H_{\max} = 10,6 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 3,0 \text{ kW}$$

#### **Obieg wody grzewczej 50/45°C.**

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 70,5 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 3,4 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 17,6 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 80 Kvs 100 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 2,5 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	17,6
2	Zawór regulacyjny	2,5
3	Pozostałe	25
Wysokość podnoszenia pompy		45,1

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{70,5 \times 860}{5 \times 10^3} = 12,1 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 46 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-230/2S produkcji GRUNDFOS-PCH4

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 35,5 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

$$H_{\max} = 10,6 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 3,0 \text{ kW}$$

#### **3.3.2.4. Obieg –nagrzewnic wentylacyjnych**

##### **Obieg wody grzewczej 80/60°C.**

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 452,5 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 5,4 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 46,5 \text{ kPa}$
- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{452,5 \times 860}{20 \times 10^3} = 19,45 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 46,5 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu MAGNA 50-120FN produkcji GRUNDFOS-PCH5

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 20,4 [m^3/h]$$

$$H_{\max} = 4,9 \text{ H}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400V/50Hz \quad N = 0,8 \text{ kW}$$

### 3.3.2.5. Obieg –nagrzewnica centrali wentylacyjnej N1

#### Obieg wody grzewczej 80/60°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 236 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 2,87 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 13 \text{ kPa}$

Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V341 Dn 50 Kvs 38 z siłownikiem Forta M800

- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 7,5 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg nagrzewnicy	13
2	Zawór regulacyjny	7,5
Wysokość podnoszenia pompy		20,5

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{236 \times 860}{20 \times 10^3} = 10,2 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 20,5 \text{ [kPa]}$$

Dobrano pompę obiegową typu UPS 50-60/4F produkcji GRUNDFOS

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 11,6 [m^3/h]$$

$$H_{\max} = 2,6 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400V/50Hz \quad N = 0,5 \text{ kW}$$

### 3.3.2.6. Obieg –nagrzewnica centrali wentylacyjnej N2

#### Obieg wody grzewczej 80/60°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 216,5 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 2,64 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 11 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V341 Dn 40 Kvs 25 z siłownikiem Forta M800

- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 14,5$  kPa

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg nagrzewnicy	11
2	Zawór regulacyjny	14,5
Wysokość podnoszenia pompy		25,5

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{216,5 \times 860}{20 \times 10^3} = 9,3 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 25,5 \text{ [kPa]}$$

Dobrano pompę obiegową typu UPS 50-60/4F produkcji GRUNDFOS

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 10,1 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 2,9 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 0,5 \text{ kW}$$

### 3.3.2.7. Obieg –chłodnica centrali wentylacyjnej N1

#### Obieg wody chłodniczej 7/12°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na chłód  $Q = 70$  kW
- Przepływ  $G = 3,32$  kg/s
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 19$  kPa

Dla powyższych danych dobrano zawór rozdzielający firmy SIEMENS typu VXG41.40 Dn 40 Kvs 25 z siłownikiem BELIMO

- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 23$  kPa

### 3.3.2.8. Obieg –chłodnica centrali wentylacyjnej NW2

#### Obieg wody chłodniczej 7/12°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na chłód  $Q = 67$  kW
- Przepływ  $G = 3,3$  kg/s
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 18$  kPa
- Dla powyższych danych dobrano zawór rozdzielający firmy SIEMENS typu VXG41.40 Dn 40 Kvs 25 z siłownikiem BELIMO
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 22,6$  kPa

## 3.4. Dobór urządzeń dla strefy II

### 3.4.1. Układ zabezpieczenia

Zabezpieczenie instalacji chłodniczej opracowane zostało na podstawie normy „Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiórczymi przeponowymi „ PN-91/B-02414. Obliczenia zaworu bezpieczeństwa zawarto na końcu opracowania.

Dla danych: ciśnienie dopuszczalne w instalacji wewn-10 bar dobrano zawór bezpieczeństwa SYR 2115 dn 25 do 20.

### 3.4.2. Dobór urządzeń dla obiegów.

Ze względu na fakt, iż w obiekcie zaprojektowano układ instalacji klimakonwektorów dwururowy (grzewczo/chłodzący) -instalacja wody grzewczej wiąże się nierozdzielnie z instalacją wody chłodzącej - dla obiegu klimakonwektorów zawory regulacyjne i pompy dobrano wspólne.

Obliczenia zaworu regulacyjnego dokonano wg wzoru:

- Kvs zaworu obliczono wg wzoru:

$$K_{vs} = 36 * \frac{G}{\sqrt{\Delta p}} = 36 * \frac{1,21}{\sqrt{50}} =$$

gdzie:

- $\Delta p$  -Spadek na zaworze regulacyjnym  $\Delta p=$  (kPa) przyjęto 10 kPa
- G- przepływ nominalny kg/s

#### 3.4.2.1. Obieg II-obieg klimakonwektorów

##### Obieg wody lodowej 7/12°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q= 129,2$  kW
- Przepływ  $G=6,15$  kg/s
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p=53,4$  kPa
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 65 Kvs 63 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p= 12$  kPa

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	53,4
2	Zawór regulacyjny	12
3	Pozostałe	30
Wysokość podnoszenia pompy		95,4

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{129,2 \times 860}{5 \times 10^3} = 22,2 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 95,4 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-180/2S produkcji GRUNDFOS-PCH7

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 22,2 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 10 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400\text{V}/50\text{Hz} \quad N=1,5 \text{ kW}$$

##### Obieg wody grzewczej 50/45°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q= 68,6$  kW
- Przepływ  $G=3,27$  kg/s
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p=22$  kPa
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 65 Kvs 63 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p= 3$  kPa

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	22
2	Zawór regulacyjny	3
3	Pozostałe	25
Wysokość podnoszenia pompy		50

✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{68,6 \times 860}{5 \times 10^3} = 11,7 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 50 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-180/2S produkcji GRUNDFOS-PCH7

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 22,2 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 10 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 1,5 \text{ kW}$$

### 3.4.2.2. Obieg III-obieg klimakonwektorów

#### Obieg wody lodowej 7/12°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 204 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 9,7 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 58,4 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 80 Kvs 100 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 12 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	58,4
2	Zawór regulacyjny	12
3	Pozostałe	25
Wysokość podnoszenia pompy		100

✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{204 \times 860}{5 \times 10^3} = 35 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 100 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-230/2S produkcji GRUNDFOS-PCH6

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 35 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 10,5 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 3,0 \text{ kW}$$

### Obieg wody grzewczej 50/45°C.

- Dane do obliczeń:
- Zapotrzebowanie na ciepło  $Q = 66,4 \text{ kW}$
- Przepływ  $G = 3,16 \text{ kg/s}$
- Obliczeniowy spadek ciśnienia w obiegu  $\Delta p = 12 \text{ kPa}$
- Dla powyższych danych dobrano zawór regulacyjny firmy TAC typu V321 Dn 80 Kvs 100 z siłownikiem Forta M800
- Spadek ciśnienia na zaworze  $\Delta p = 2,0 \text{ kPa}$

Dobór pompy obiegowej:

Lp	Urządzenie	Spadek ciśnienia kPa
1	Obieg instalacji	12
2	Zawór regulacyjny	2,0
3	Pozostałe	25
Wysokość podnoszenia pompy		39

- ✓ Wymagana wydajność pompy obiegowej

$$G = \frac{Q \times 860}{\Delta t \times 10^3} = \frac{66,4 \times 860}{5 \times 10^3} = 12,0 \left[ \frac{m^3}{h} \right]$$

- ✓ Wysokość podnoszenia pompy obiegowej

$$H_p = \sim 40 \text{ [kPa]}$$

Dobrano elektroniczną pompę obiegową typu TPE65-180/2S produkcji GRUNDFOS-PCH6

Parametry pompy:

$$V_{\max} = 35 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

$$H_{\max} = 10,5 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$U = 3 \times 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz} \quad N = 3,0 \text{ kW}$$

### **3.5. Regulacja wydajności chłodziń i klimakonwektorów.**

Regulacja wydajności chłodziń zainstalowanych w centralach wentylacyjnych odbywa się poprzez zawory rozdzielające z siłownikami współpracujące ze sterownikiem centrali. Regulacja wydajności klimakonwektorów odbywać się będzie przy pomocy regulatorów miejscowych.

Regulacja hydrauliczna układu odbywać się będzie przy pomocy zaworów hydraulicznych zabudowanych na rozdzielaczu i przy odbiornikach.

## **4. Węzeł cieplny**

### **4.1. Stan istniejący**

Źródłem ciepła dla instalacji c.o. budynku wysokiego i budynków przyległych (Laboratorium i Sal Audytoryjnych) jest Stacja wymienników zlokalizowana w piwnicy

Stacja wymienników zasilana jest z sieci ciepłej miejskiej o parametrach 135/75°C.

Ze względu na znaczną wysokość instalacja c.o. budynku podzielona została na 2 strefy ogrzewania, każdą zasilaną z odrębnego wymiennika z odrębnym układem stabilizacji ciśnienia.

Parametry pracy instalacji c.o. woda 90/70°C.

**I strefa** ogrzewania obejmująca piętra od piwnic do 8 piętra (p nom 6 bar) piony 1-24.

podzielona została na dwa obiegi:

- północny piony 1-13  $Q_n = 370 \text{ kW}$
- południowy piony 14-24  $Q_n = 403 \text{ kW}$

każdy wyposażony w oddzielną pompę obiegową pracującą w układzie z zaworem trójdrogowym mieszającym.

Z wymiennika I strefy zasilane są również następujące obiegi grzewcze:

- Laboratorium  $Q_n = 430 \text{ kW}$

- Węzeł I etapu Qn=301,8 kW
  - Węzeł II etapu Qn=1000 kW
- Łączna zainstalowana moc 2504,8 kW

**II strefa** ogrzewania obejmująca piętra od 8 do 18 (p nom 10 bar) piony 1-24 o łącznej wydajności 803 kW zasilana jest z jednej pompy obiegowej.

Jako elementy grzewcze występują różnego rodzaju grzejniki. słupkowe, grzejniki żeliwne, rury ożebrowane.

#### 4.2. Prace modernizacyjne

Prace modernizacyjne w węźle cieplnym polegały będą na przeróbce odgałęzień do pionów instalacji co 1-24 dla strefy I. Wymianie podlegają całkowicie przewody doprowadzające wodę grzewczą, armatura, zawory trójdrogowe i pompy. Należy wykonać odrębne odgałęzienie do nagrzewnic wentylacyjnych.

#### 4.3. Dane wyjściowe

Lp.	Obieg	Nr obiegu	Ilość ciepła kW	Spadek ciśnienia w obiegu kPa
1	Instalacja klimakonwektorów - strona północna strefa I	1	64,0	34,5
2	Instalacja klimakonwektorów - strona północna strefa II	2	68,6	22
3	Instalacja klimakonwektorów - strona południowa strefa II	3	66,4	12,0
4	Instalacja klimakonwektorów - strona południowa strefa I	4	70,5	17,6
5	Nagrzewnice wentylacyjne		452,2	46,5
7	<b>Łączne zapotrzebowanie ciepło</b>		<b>721,7</b>	
	o zakres ciśnień –strefa I		~0,6 MPa	
	o zakres ciśnień –strefa II		~1,0 MPa	
	o Parametry obliczeniowe dla nagrzewnic wentylacyjnych. -		Woda 80/60°C	
	o Parametry obliczeniowe instalacji klimakonwektorów zima-		Woda 50/45°C	
	o Maksymalna wysokość budynku		72 m	

#### 4.4. Dobór pomp obiegowych dla obiegów grzewczych.

Ze względu na fakt, iż w obiekcie zaprojektowano układ instalacji klimakonwektorów dwururowy (grzewczo/chłodzący) -instalacja wody grzewczej wiąże się nierozdzielnie z instalacją wody chłodzącej - dla obiegu klimakonwektorów zawory regulacyjne i pompy dobrano wspólne- dobór w/w elementów znajduje się w punkcie 3 opisu.

### 5. Opis wykonania

#### 5.1. Materiały i wytyczne montażu

**RUROCIĄGI:**

- orurowanie węzła wody lodowej i wymiennikowni, łączące ze sobą podstawowe urządzenia i układy należy wykonać z rur stalowych czarnych bez szwu wg. PN-80/H-74219, łączonych przez spawanie;

Instalację wody lodowej łączyć przez spawanie za pomocą gotowych elementów instalacji wg.KER Główne przewody rozdzielcze należy prowadzić ze spadkiem 3-5 ‰ w kierunku przepływu i podwieszać średnio co 1,2-2m za pomocą uchwytów.

W najniższych punktach instalacji należy przewidzieć odwodnienia, a w najwyższych odpowiednie odpowietrzenia;

**ARMATURA:**

połączenia z armaturą kołnierzowe lub spawane;

armatura odcinająca -zawory kulowe kołnierzowe/spawane;  
 armatura zabezpieczająca (filtry siatkowe i zawory zwrotne ) kołnierzowe  
 w celu możliwości pomiaru i regulacji przepływu, a także jako zawory odcinające zastosowano  
 zawory typu STAD/STAF;  
 do odpowietrzeń i odwodnień zawory kulowe spawane WP i gwintowane NP;  
 na układzie uzupełniania zładu zastosować armaturę spawaną  
 zawory odcinające przy naczyniach wyrównawczych zabezpieczyć przed niekontrolowanym zamknięciem.

## 5.2. Zabezpieczenie antykorozyjne

### 5.2.1. Oznaczenie korozyjnej agresywności środowiska (wg. KOR 3-A)

- Środowisko:
  - klasa: III
  - rodzaj : przemysłowe
- Mikroklimat : umiarkowany N
- warunki mikroklimatu: pomieszczenie zamknięte PZ
- Możliwość kondensacji pary wodnej : AK
- Określenie środowiska korozyjnego : N-PZ-AK
- Stopień agresywności korozyjnej : 2 do 3

### 5.2.2. Opis wykonania robót antykorozyjnych

Rurociągi oraz metalowe elementy instalacji takie jak : podpory, konstrukcje wsporcze, zbiorniki odpowietrzające itp. należy oczyścić do 3-go stopnia czystości wg PN -70/H-97050, a następnie pokryć dwukrotnie farbą ftalową do gruntowania przeciwrdzewną 60% miniową o symbolu 3121-002-270 wg PN -65/C-81650 oraz dwukrotnie farbą nawierzchniową ogólnego stosowania o symbolu 3151-000- xxx lub podobnymi.

Łączna grubość warstw powinna wynosić ok.120 mikronów.

## 5.3. Izolacje termiczne

Wszystkie rurociągi przesyłające ciepło w wymiennikowni należy zaizolować otulinami z pianki poliuretanowej zgodnie z normą PN-B-02421:2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania odbiorcze

Grubość izolacji zestawiono w poniższej tabeli:

D nom	Grubość izolacji (mm) przy temp. przesyłu czynnika:	
(mm)	90 °C	60-70 °C
do50	20	20
80	30	20
125	30	20
150	30	20

Przewody instalacji chłodniczej należy zaizolować za pomocą izolacji z kauczuku syntetycznego np. typu „Armaflex” o grubości wg tabeli :

D nom	Grubość izolacji (mm) przy temp. przesyłu czynnika:	
(mm)	7 °C	12 °C
15-40	20	20
50-100	25	20
150	30	30

Przewody instalacji prowadzone na zewnątrz zabezpieczyć przed wpływem czynników atmosferycznych.



## 5.4. Wytyczne zabezpieczenia otoczenia

### 5.4.1. Zabezpieczenie akustyczne

Zagadnienia zabezpieczenia akustycznego w niniejszym opracowaniu nie występują. Instalacje nie wymagają stałej obsługi. Pomieszczenie węzła wydzielone jest w sposób trwały przegrodami budowlanymi od pozostałych pomieszczeń. Zastosowane pompy posiadają niski poziom szumów w trakcie pracy, nie przekraczający poziomu dopuszczalnego.

### 5.4.2. Zagadnienie BHP i p-poż.

Zagadnienia p-poż w omawianym projekcie nie występują. Urządzenia i instalacje wykonane będą z materiałów niepalnych.

Dla uniknięcia poparzeń obsługi- wszystkie gorące powierzchnie urządzeń i rurociągów należy zaizolować termicznie.

Ruchome elementy napędów (sprzęgła, wały itp.) należy osłonić obudowami. Elementy instalacji technologicznej, które ze względów konstrukcyjnych nie posiadają zachowanej skrajni dla komunikacyjnych ciągów pieszych należy pomalować jaskrawymi barwami ostrzegawczymi oraz dobrze oświetlić.

### 5.4.3. Wytyczne budowlane

W pomieszczeniu wentylatorowi wykonać niezbędne prace adaptacyjne dla potrzeb pomieszczenia węzła chłodu.

Dostęp do pomieszczenia powinien być możliwy bezpośrednio z korytarza, lub klatki schodowej. Wykonać drzwi stalowe, lub pokryte blachą o minimalnych wymiarach 0,8x2,0 m otwierające się pod naciskiem od strony pomieszczenia.

Ściany i strop pomieszczenia pokryć powłoką malarską chroniącą przed wilgocią.

Wykonać podłogę gładką, zmywalną ze spadkiem nie mniejszym niż 1% w kierunku kratki ściekowej. Zdemontować wszystkie niepotrzebne przewody. Otwory po wykuciach uzupełnić.

Wykonać fundamenty pod agregaty chłodnicze.

### 5.4.4. Wytyczne elektryczne

Zasilić w energię elektryczną następujące urządzenia

Należy zasilić:

Lp	Urządzenie	Ilość szt	Napięcie (V)	Moc jedn (kW)
1.	Agregat chłodniczy Bud, Dydaktyczny	1	400	340
2.	Agregat chłodniczy Bud, Laboratorium	1	400	168
3.	Pompa węzła chłodu - glikol	1	400	5,5
4.	Pompa obiegu chłodnic wentylacyjnych	1	400	1,5
5.	Pompa obiegu I	1	400	1,5
6.	Pompa obiegu II	1	400	1,5
7.	Pompa obiegu III	1	400	3,0
8.	Pompa obiegu IV	1	400	3,0
9.	Pompa obiegu nagrzewnic	1	400	0,8
10.	Pompy przy nagrzewnicach	2	400	0,5

### 5.4.5. Instalacje wod-kan

Do pomieszczenia doprowadzić wodę zimną i odprowadzić ścieki. Zabudować w pomieszczeniu kratkę ściekową i zainstalować zlew z zaworem czerpalnym, oraz zawór ze złączką do węża.

### 5.5. Próby i badania

Badania węzła polegają na:

- sprawdzeniu wykonania i zastosowania materiałów zgodnie z dokumentacją techniczną;
- sprawdzenie szczelności urządzeń węzła;
- sprawdzeniu, czy wymienniki, zbiorniki, armatura automatycznej regulacji i sterowania wyposażona jest w tabliczki znamionowe;
- sprawdzenie zgodności strumienia czynnika grzejącego z wymaganym w dokumentacji technicznej;
- sprawdzeniu, czy zawory bezpieczeństwa reagują prawidłowo na przekroczenie ustalonego ciśnienia;
- sprawdzeniu, czy armatura automatycznej regulacji spełnia swoje zadanie;

Sprawdzenie szczelności urządzeń należy przeprowadzić przy zamkniętych i zaślepionych głównych zaworach odcinających wewnętrzną instalację co.

Wykonać próby szczelności na ciśnienie  $1,5 \cdot P_{nom}$

Wszelkie prace montażowe należy wykonywać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru węzłów cieplnych „ COBRTI INSTAL.

Instalację napełnić wodą o jakości zgodnej z PN-93/C-04607 „Woda w instalacjach ogrzewania”

Czas trwania ruchu próbnego -72 h.

### 5.6. Uwagi ogólne

- Całość węzła należy wykonać z/g z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Węzłów Ciepłowniczych –COBRTI 2003 r.
- Dopuszcza się zmianę doboru urządzeń i armatury na urządzenia o zaprojektowanych parametrach technicznych ,
- Prace montażowe powinna wykonać firma specjalistyczna w zakresie wykonawstwa węzłów chłodniczych i cieplnych.
- Podłączenie instalacji chłodniczej powierzyć firmie specjalistycznej. Instalację wykonać zgodnie ze sztuką.

## 6. OBLICZENIA-CZĘŚĆ TECHNOLOGICZNA, ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW