



**INWESTOR:** Spółdzielnia Mieszkaniowa „Widok”  
30-147 Kraków, ul. Na Błonie 7

**NAZWA INWESTYCJI:** Budowa instalacji centralnej ciepłej wody użytkowej  
z rozbudową wymiennikowni o moduł ciepłej wody

**ADRES:** Budynek mieszkalny wielorodzinny  
30-150 Kraków, ul. Armii Krajowej 85

**STADIUM:** Projekt wykonawczy

**TEMAT:** ROZBUDOWA WĘZŁA CIEPLNEGO CENTRALNEGO  
OGRZEWANIA O MODUŁ CIEPŁEJ WODY  
UŻYTKOWEJ - KLATKA 6

**PROJEKTOWAŁ:** mgr inż. Zofia Bubka upr.bud.92/2001 mgr inż. Zofia Bubka  
Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji urządzeń wodociagowych i kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych  
Nr ewid. 92/2001

**SPRAWDZIŁ:** mgr inż. Anna Abramek upr.bud.MAP/0491/POOS/12

**mgr inż. Anna Abramek**  
Uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci instalacji urządzeń cieplnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociagowych i kanalizacyjnych  
nr ewid. MAP/0491/POOS/12

**DATA WYKONANIA:** Kwiecień 2017 r

## CZĘŚĆ OPISOWA

### SPIS TREŚCI

1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA .....	4
2.	OGÓLNE ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE.....	4
2.1.	Dane wyjściowe, opis stanu istniejącego .....	4
2.2.	Bilans ciepłej wody .....	5
3.	OPIS PROJEKTOWANYCH ROZWIĄZAŃ.....	5
3.1.	Instalacja wysokoparametrowa.....	5
3.1.3.	Instalacja ciepłej wody użytkowej.....	6
4.	URZĄDZENIA POMIAROWE .....	6
4.1.	Pomiar zużycia ciepła dla ciepłej wody użytkowej.....	6
5.	DOBÓR KOMPAKTOWEGO WĘZŁA C.W.U.....	6
5.1.	Wymienniki ciepła .....	7
5.2.	Pompy obiegowe .....	7
5.2.1.	Dobór pompy cyrkulacyjnej dla instalacji c.w.u.: .....	7
5.3.	Zabezpieczenie systemu ciepłowniczego po stronie wysokich i niskich parametrów.....	7
5.3.1.	Zabezpieczenie układu ciepłego c.w.u. ....	7
5.3.2.	Dobór regulatora różnicy ciśnień c.w.u. ....	8
6.	RUROCIĄGI I IZOLACJE .....	9
6.1.	Opis materiałów .....	9
6.2.	Izolacje.....	9
6.3.	Łączenie rurociągów .....	10
6.4.	Czyszczenie rurociągów .....	10
6.5.	Próby szczelności .....	10
6.6.	Zabezpieczenie antykorozyjne .....	11
6.7.	Znakowanie rurociągów.....	11
6.8.	Odpowietrzenie .....	12
6.9.	Montaż, mocowanie instalacji .....	12
6.10.	Kompensacja wydłużeń cieplnych .....	12
7.	WYTYCZNE BRANŻOWE .....	12
7.1.	Branża budowlana .....	12
7.2.	Branża wod.-kan. ....	12
7.3.	Branża elektryczna i automatyki .....	12
8.	BADANIA I ODBIORY .....	13
9.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ WYMIENNIKOWNI CIEPŁA .....	13

### ZAŁĄCZNIKI:

- Zestawienie materiałów opracowane na podstawie wytycznych do projektowania węzłów ciepłych kompaktowych opublikowane na stronie internetowej MPEC S.A. w Krakowie
- Warunki techniczne wydane przez MPEC S.A.
- Karta obiegu sieciowego wewnętrznych instalacji odbiorczych
- Decyzje o stwierdzeniu przygotowania zawodowego projektanta
- Wydruki doborów urządzeń

## CZĘŚĆ RYSUNKOWA

1. Sytuacja
2. Schemat technologiczny węzła wymiennikowego
3. Rzut węzła ciepłego
4. Przekrój A-A
5. Przekrój B-B
6. Rzut węzła ciepłego – inwentaryzacja
7. Rzut węzła ciepłego – wytyczne branżowe

## 1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy rozbudowy istniejącego węzła cieplnego wymiennikowego c.o. o moduł ciepłej wody użytkowej dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego w Krakowie przy ul. Armii Krajowej 85 w kl. 6.

Opracowanie obejmuje dobór urządzeń i elementów dla wymiennikowni ciepła zgodnie z wydanymi warunkami technicznymi dostawy ciepła oraz parametrami wewnętrznej instalacji ciepłej wody użytkowej.

Podstawa opracowania:

- Umowa-zlecenie z Inwestorem
- Warunki techniczne wydane przez MPEC S.A. RMW/51/352/2017 z dnia 10.03.2017 r.
- PW „Instalacji ciepłej wody użytkowej” dla budynku mieszkalnego przy ul. Armii Krajowej 85
- Inwentaryzacja budowlano-instalacyjna pomieszczenia przeznaczonego na węzeł cieplny
- wytyczne branżowe, technologiczne i wytyczne inwestora,
- Wytyczne do projektowania węzłów cieplnych kompaktowych MPEC S.A. opublikowane na stronie internetowej [www.mpec.krakow.pl/strefa\\_projektanta](http://www.mpec.krakow.pl/strefa_projektanta)
- obowiązujące normy, przepisy i rozporządzenia.

Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. nr 207 z 05.12.2003 r. z poz. 2016 – z późniejszymi zmianami),

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. nr 75 z 2002 r., poz. 690 - z późniejszymi zmianami),

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy ( Dz.U. nr 169 z 2003 r., poz. 1650 ),

„Warunki techniczne wykonania i odbioru węzłów cieplowniczych” – zeszyt nr 8 COBRTI INSTAL

PN-B-02423:1999+ Ap1:2000 - Ciepłownictwo. Węzły cieplownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.

BN-90/8864-46 Węzły cieplownicze. Klasyfikacja, wymagania i badania przy odbiorze.

PN91/B02413 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu otwartego. Wymagania.

PN-B-02414:1999 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania.

PN-91/B-02416 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego przyłączonych do sieci cieplnych. Wymagania.

PN-91/B-02419 PN-EN 10224:2006 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych zamkniętych systemów cieplowniczych. Badania.

PN-91/B-02420 Ogrzewnictwo. Odpowietrzanie instalacji ogrzewań wodnych. Wymagania.

PN-B-02420:2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania przy odbiorze.

PN-C-04607:1993 Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody.

PN-80/H-74219 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania

PN-76/B-02151.02 - Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.

PN-90/M-75003 - Armatura instalacji centralnego ogrzewania. Ogólne wymagania i badania

PN-91/M-75009 - Armatura instalacji centralnego ogrzewania. Zawory regulacyjne. Wymagania i badania

## 2. OGÓLNE ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Istniejący budynek mieszkalny wielorodzinny, podpiwniczony, zlokalizowany w Krakowie przy ul. Armii Krajowej 85. W budynku są trzy niezależne węzły cieplne wymiennikowe c.o. w kl. 2 (zasila klatki 1, 2, 3), kl. 6 (zasila klatki 4, 5, 6, 7), kl. 9 (zasila klatki 8, 9, 10).

### 2.1. Dane wyjściowe, opis stanu istniejącego

Wg. stanu istniejącego źródłem ciepła dla istniejącego budynku przy ul. Armii Krajowej 85 dla celów c.o. klatek 4, 5, 6, 7 jest istniejący przyłącz sieci cieplnej 2x Dn40 wraz z węzłem wymiennikowym jednofunkcyjnym c.o. w kl. 6. Węzeł cieplny zlokalizowana jest w wydzielonym pomieszczeniu w piwnicach budynku.

Istniejący węzeł przyłączeniowo-rozliczeniowy zostanie dostosowany do zwiększonego zapotrzebowania ciepła na c.w.u. Do istniejącego Węzła cieplnego zostanie wstawiony jednofunkcyjny kompakt wymiennikowy na potrzeby c.w.u.

**Wg informacji mistrza z rejonu i inwentaryzacji istniejąca szafka automatyki obsługująca układ c.o. posiada już elementy do regulacji kompaktu c.w.u., dlatego nie ma konieczności wykonywania projektu automatyki węzła c.w.u.**

Zapotrzebowanie ciepła:	zima	lato
Zapotrzebowanie ciepła w rozbiu na poszczególne instalacje: Instalacja centralnego ogrzewania Instalacja dla ciepłej wody użytkowej	104,8 kW $Q_{\max,h}=101,0 \text{ kW}$ $Q_{\text{śr},h}=31,8 \text{ kW}$	----- 101,0 kW
Sumaryczne:	<b>205,8 kW</b>	<b>101,0 kW</b>
Parametry temperatury wody dla poszczególnych instalacji: Instalacja centralnego ogrzewania Temperatura c.w.u.	zmienne 80/60 °C stała 55 °C-60 °C	
Ciśnienie dyspozycyjne w miejscu przyłączenia do sieci ciepłej w: sezon grzewczy okres letni	0,85-0,5=0,35 MPa 0,80-0,40=0,40MPa	
Temperatura w miejscu przyłączenia do sieci ciepłej w: sezonie grzewczym okres letni	135/65°C 70/30 °C	

Projektowana wymiennikownia będzie zasilana:  
- instalację ciepłej wody użytkowej.

## 2.2. Bilans ciepłej wody

### 1. Bilans wody ciepłej- mieszkania

Zapotrzebowanie wody ciepłej wg PN-92/B-01706 „Instalacje wodociągowe. Wymagania przy projektowaniu”, wynosi: 110 l/dob na 1 osobę (o temp. 60°C).

Ilość mieszkańców: **82 osób**

$$Q_{\text{śr},\text{dob}} = 70 \times 110 = 9200 \text{ l/dob} = 9,2 \text{ m}^3/\text{dob}$$

$$Q_{\text{śr},h} = 9,2 : 18 = 0,50 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N_h = 9,32 \times (82)^{-0,244} = 3,18$$

$$Q_{\max,h} = 0,50 \times 3,18 = 1,59 \text{ m}^3/\text{h}$$

Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. ze średniego godzinowego zapotrzebowania wody wynosi:

$$Q_{\text{śr},h} = 0,5 \times (60-5) \times 4,18 \times 994,1/3600 = \mathbf{31,8 \text{ kW}}$$

Obliczeniowa moc cieplna do przygotowania c.w.u. z maksymalnego godzinowego zapotrzebowania wody dla układu bez zasobnika wynosi:

$$Q_{\max,h} = 1,59 \times (60-5) \times 4,18 \times 994,1/3600 = \mathbf{101 \text{ kW}}$$

## 3. OPIS PROJEKTOWANYCH ROZWIĄZAŃ

### 3.1. Instalacja wysokoparametrowa

**Zestaw przyłączeniowo – rozliczeniowy zostanie dostosowany do rozszerzonego zapotrzebowania na c.w.u. poprzez przesunięcie istniejącego licznika ciepła i reduktora ciśnienia dla układu c.o. Przesunięcie to zapewni możliwość wpięcia się odejścia na kompakt c.w.u. przed układem pomiarowym i regulacją ciśnienia dla instalacji c.o. Na odejściu wysokiego parametru na kompakt c.o. projektujemy zawór odcinający i zawór regulacyjny w celu umożliwienia niezależnego zamknięcia układów. Zakres przebudowy pokazany w części graficznej opracowania.**

Dla celów rozliczeniowych za pobrane ciepło zaprojektowano układ pomiarowy z ultradźwiękowymi przetwornikami przepływu zamontowanymi na powrocie wysokich parametrów.

Układ regulacji temperatury wody zasilającej obieg będzie sterował zaworem regulacyjnym dwudrogowym przy wymienniku realizując krzywą grzewczą od temperatury powietrza zewnętrznego.

Instalacja wysokoparametrowa składa się z:

- rurociągów wykonanych z rur stalowych bez szwu wg PN-80/H-74219, łączonych przez spawanie,
- armatury odcinającej tj. zaworów kulowych spawanych na ciśnienie 2,5[MPa] i maksymalną temperaturę pracy do 150 [°C],
- zaworów regulacyjno-odcinających,

- magneto-filtra na powrocie wysokich parametrów zabezpieczających układ SWC przy napełnianiu zładu przez powrót wysokich parametrów
- armatury odpowietrzającej i spustowej,
- aparatury pomiaru bezpośredniego temperatury i ciśnienia,
- aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki będącej tematem oddzielnego opracowania.

### 3.1.3. Instalacja ciepłej wody użytkowej

Elementami układu c.w.u. podgrzewającego wodę wodociągową od 5°C do 60°C i zapewniającego niezbędny jej zapas są m.in.:

- rury i kształtki zaciskowe produkowane ze stali austenitycznych odpornych na korozję,
- rury ze stali ocynkowanej do wody zimnej,
- zawory kulowe, gwintowane na ciśnienie 1,0 MPa,
- magneto-filtr FSM na przewodzie wodociągowym i przed wymiennikiem ciepła,
- pompa cyrkulacyjna – pompa zapewnia ciągły ruch wody w instalacji cyrkulacyjnej,
- stabilizator c.w.u. dobrano o poj. 250l,
- reduktor ciśnienia,
- zaworów bezpieczeństwa SYR na rurze wody przy wymienniku c.w.u.,
- termostatu zabezpieczającego instalację przed nadmierną temperaturą zasilania,
- przewodów odpowietrzających i zaworów spustowych jak wyżej.

## 4. URZĄDZENIA POMIAROWE

### 4.1. Pomiar zużycia ciepła dla ciepłej wody użytkowej

#### Pomiar zużycia ciepła dla ciepłej wody użytkowej - zima

Maksymalny przepływ przez licznik ciepła LC 1 wynosi:

$$q_{lc}[m^3/h] = \frac{101 \times 3600}{4,18 \times 958,3 \times 70} = 1,24 m^3/h$$

#### Pomiar zużycia ciepła dla ciepłej wody użytkowej - lato

Maksymalny przepływ przez licznik ciepła LC 1 wynosi:

$$q_{lc}[m^3/h] = \frac{101 \times 3600}{4,18 \times 988,0 \times 40} = 2,17 m^3/h$$

Licznik energii cieplnej (przelicznik do ciepłomierzy) CF51 z ultradźwiękowym przetwornikiem przepływu USECHO II, PN 25, DN20, przepływ nominalny  $Q_n=2,5m^3/h$ , z czujnikami temperatury PT 500. Licznik energii cieplnej dostosowany jest do komunikacji w standardzie M-BUS lub LON (wg AKPiA), zabudowa na powrocie.

#### Pomiar ciśnienia

Do pomiaru ciśnienia będą montowane manometry zwykłe tarczowe o średnicy 160[mm], klasie dokładności 1.6 w wykonaniu R.

Na rurociągach i rozdzielaczach wysokich parametrów stosować manometry o zakresie  $0 \div 1.6$  [MPa], na pozostałych o zakresie  $0 \div 1,0$  [MPa].

Lokalizacja manometrów:

- przed i za pompą
- przed i za filtrem i odmulaczem
- na rozdzielaczach oraz w miejscach wskazanych na schemacie

#### Pomiar temperatury

Do pomiaru temperatury przyjęto termometry techniczne o zakresie:

- $0 \div 150$  dla wysokich parametrów po stronie sieciowej
- $0 \div 100$  dla niskich parametrów po stronie instalacyjnej, montaż na rozdzielaczach oraz przewodach powrotnych instalacji c.o. i c.w.u. oraz miejscach wskazanych na schemacie.

## 5. DOBÓR KOMPAKTOWEGO WĘZŁA C.W.U.

Na podstawie wytycznych do projektowania węzłów cieplnych kompaktowych MPEC S.A. opublikowanych na stronie internetowej [www.mpec.krakow.pl](http://www.mpec.krakow.pl) zaprojektowano kompaktowy węzeł cieplny cwu-101-6-bzc.

Dokonano w sposób indywidualny doboru urządzeń w oparciu o aktualne pozyskiwane przez MPEC S.A. w ramach organizowanych przetargów oraz dostosowano średnice rurociągów i armatury do wymagań instalacji c.w.u.

### 5.1. Wymienniki ciepła

Zasilanie układu ciepłej wody użytkowej odbywać się będzie z odrębnego wymiennika o mocy 101,0kW Typ XB12M-1 50 (w załączeniu karta doboru).

### 5.2. Pompy obiegowe

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

#### 5.2.1. Dobór pompy cyrkulacyjnej dla instalacji c.w.u.:

Wg danych z PW wod.- 3,5 mSW.

Dobrano pompę typ Magna1 25-80N (w załączeniu karta doboru)

**Sterowanie pompy lokalne – rodzaj regulacji – wg. Stała charakterystyka.**

moc P1=0,033kW

zasilanie 1x230V/50Hz

### 5.3. Zabezpieczenie systemu ciepłowniczego po stronie wysokich i niskich parametrów

Zabezpieczenia dobrano zgodnie z PN-82/M-74101. Zawory bezpieczeństwa. Wymagania i badania oraz odpowiednimi przepisami UDT.

Zaprojektowano zawory bezpieczeństwa dla instalacji ciepłej wody użytkowej typu SYR 2115 1" d<sub>o</sub> 20mm, ciśnienie otwarcia 6 bary z atestami UDT.

Dla instalacji c.w.u. zawory redukcyjne na zimnej wodzie.

#### 5.3.1. Zabezpieczenie układu ciepłego c.w.u.

Dla zabezpieczenia wymiennika c.w.u. na rurociągu zasilającym instalację c.w.u. projektuje się zamontowanie zaworu bezpieczeństwa SYR typ 2115 , R1", ciśnienie otwarcia zaworu 6 bar .Obliczenie zaworu wg. PN-76/B-02440

Dane do obliczeń:

Ilość wymienników 1 sztuka XB12M-1 50

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$G = 1,59 \cdot \alpha_{c1} \cdot b \cdot F \sqrt{(p_3 - p_1) \cdot \gamma_1} [kG/h]$$

$\alpha$  - dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa dla cieczy wg danych katalogowych  
wytwórcy podanych dla gazu,

$\alpha=0,54$

$\alpha_c$  - współczynnik wypływu zaworu bezpieczeństwa obliczony wg zależności  $\alpha_c=0,35 \cdot \alpha$  PN-82/M-74101

$\alpha_{c1}$  – współczynnik wypływu wody grzejnej dla pękniętej rury grzejnej  $\alpha_{c1}=1$

$b$  - współczynnik zależny od różnicy ciśnień  $p_1 - p_2 = 16 - 6 = 10 \text{ bar} > 5 \text{ bar}$   
stąd  $b = 2$

$F$  - powierzchnia przekroju wymiennika płytowego XB12M-1 50 = 0.000006 m<sup>2</sup>

$\gamma$  - ciężar objętościowy wody użytkowej przy temperaturze dopuszczonej tej wody, kG/m<sup>3</sup>,

$p_1$ - ciśnienie instalacji c.w.u., kG/cm<sup>2</sup>,

$p_3$  – ciśnienie czynnika grzejącego na zasilaniu wymiennika, kG/cm<sup>2</sup>,

$$G = 1,59 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 6 \sqrt{(16 - 6) \cdot 977} [kG/h]$$

$$G = 1885,93 [kG/h]$$

Przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$d = \sqrt{\frac{4G}{3.14 \cdot 1.59 \cdot \alpha_c \sqrt{(1.1p_1 - p_2)} \cdot \gamma_1}} [mm]$$

$p_2$  – ciśnienie na wylocie z zaworu (przy wylocie do atmosfery  $p_2=0$ ), kG/cm<sup>2</sup>,

$p_2 = 0$  bar       $\gamma_1 = 997$  kG/m<sup>3</sup>

$\gamma_1$  – ciężar objętościowy wody grzejnej przy najniższej, występującej na zasilaniu podgrzewacz, temperaturze tej wody, kG/m<sup>3</sup>

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1885,93}{3.14 \cdot 1.59 \cdot 0.3 \sqrt{(1.1 \cdot 6 - 0)} \cdot 977}}$$

$d = 7,92$  mm

dla wyliczonego  $d = 7,92$  mm pole powierzchni siedliska wynosi  $F=25$  mm<sup>2</sup>

**W oparciu o powyższe obliczenia dobrano :**

- zawór bezpieczeństwa membranowy typ SYR – Dn25 o powierzchni siedliska  $F=314$  mm<sup>2</sup> ,  $d_o=20$  mm , nastawa 0.6 MPa. – szt. -1

**5.3.1. Zawory regulacyjne temperatury**

**Wymiennik C.W.U. o mocy 101 kW**

Parametry lato  $t_z/t_p - 70^\circ\text{C} / 30^\circ\text{C}$

$$q_{\text{wym.cwu.}} [m^3 / h] = \frac{101 \times 3600}{4,18 \times 988,0 \times 40} = 2,17 m^3 / h$$

Parametry zima  $t_z/t_p - 135^\circ\text{C} / 65^\circ\text{C}$

$$q_{lc} [m^3 / h] = \frac{101 \times 3600}{4,18 \times 958,3 \times 70} = 1,24 m^3 / h$$

Dobrano zawór regulacyjny przelotowy odciażony ciśnieniowo z regulacją ciągłą VM2 o współczynniku wypływu  $Kvs=4,0$  m<sup>3</sup>/h, DN20, PN25, z siłownikiem AMV 33 firmy Danfoss, montaż na zasilaniu max. temperatura pracy 150°C. Wykonanie gwintowane. (Wg projektu AKPiA).

**5.3.2. Dobór regulatora różnicy ciśnień c.w.u.**

**Dane wyjściowe:**

w zimie na zasilaniu – ok. 0,85 [MPa],      na powrocie – ok. 0,50 [MPa],

w lecie na zasilaniu – ok. 0,80 [MPa],      na powrocie – ok. 0,40 [MPa],

przepływ czynnika grzewczego przez wymiennik w zimie: 1,24 [m<sup>3</sup>/h]

przepływ czynnika grzewczego przez wymiennik w lecie: 2,17 [m<sup>3</sup>/h]

Zestawienie strat dla okresu grzewczego:

- Zawór odcinający Dn40 – 1,4kPa
- Filtrodmulacz Dn40 – 0,07kPa
- Ręczny zawór równoważący Dn25– nastawa 2– 4kPa
- Zawór regulacyjny – 30kPa
- Wymiennik c.w.u. – 1,90kPa
- Licznik ciepła – 2,5kPa
- Zawór odcinający Dn40– 0,60kPa
- Filtr siatkowy Dn40 – 0,7kP
- Zawór odcinający Dn40 – 1,3kPa
- Pozostałe opory 10kPa

**Suma strat po stronie sieciowej dla okresu grzewczego 52 kPa**

Zestawienie strat dla lata:

- Zawór odcinający Dn40 – 1,0kPa
- Filtrodmulacz Dn40 – 0,05kPa
- Ręczny zawór równoważący Dn25 – nastawa 2– 10kPa

- Zawór regulacyjny – 30kPa
- Wymiennik c.w.u. – 5,82kPa
- Licznik ciepła – 7,5kPa
- Zawór odcinający Dn32 – 2,0kPa
- Filtr siatkowy Dn40 – 0,5kPa
- Zawór odcinający D40 – 1,0kPa
- Pozostałe opory 10kPa

**Suma strat po stronie sieciowej dla lata: 68kPa**

Dobrano regulator różnicy ciśnienia firmy Danfoss typ AVP z napędem membranowym 0,2÷1,0 bar, współczynnik wypływu  $K_{vs}=1,6\text{m}^3/\text{h}$ , DN15, PN25, do montażu na powrocie max. temperatura pracy 150°C. Rurki impulsowe 2 sztuki.

Nastawa: ok. 0,4 [bar].

**Pozostałe ciśnienie do zdławienia na regulatorze różnicy ciśnień 332kPa.**

## 6. RUROCIĄGI I IZOLACJE

### 6.1. Opis materiałów

Wszystkie instalacje po stronie wysokich parametrów wykonać z rur stalowych przewodowych czarnych bez szwu z końcówkami gładkimi Bz z mat. R35 według PN-80/H-74219 D1-Cz-A2 łączonych przez spawanie o średnicach:

DN15: D1 – CZ – A2 – 21,3 x 2,3 R35

DN20: D1 – CZ – A2 – 26,9 x 2,3 R35

DN25: D1 – CZ – A2 – 33,7 x 2,9 R35

DN32: D1 – CZ – A2 – 42,4 x 2,9 R35

DN40: D1 – CZ – A2 – 48,3 x 2,9 R35

DN50: D1 – CZ – A2 – 60,3 x 3,2 R35

DN65: D1 – CZ – A2 – 76,1 x 3,2 R35

DN80: D1 – CZ – A2 – 88,9 x 3,6 R35

DN100: D1 – CZ – A2 – 114,3 x 4,0 R35

Jako kształtki należy stosować łuki hamburskie przy zmianie kierunków i na podłączeniach do urządzeń.

Łuki o promieniu gięcia  $R \geq 4D_n$  na kompensatorach U-kształtowych i kompensacjach naturalnych.

### 6.2. Izolacje

Izolacje cieplne wykonać zgodnie z PN-B-02421 i Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Na podstawie art.7 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 i Nr 170, poz. 1217, z 2007 r. Nr 88, poz. 587, Nr 99, poz. 665, Nr 127, poz. 880, Nr 191, poz. 1373 i Nr 247, poz. 1844 oraz z 2008 r. Nr 145, poz. 914) zarządza się, co następuje: § 1. W rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690 z 2003 r. Nr 33, poz. 270 oraz z 2004 r. Nr 109, poz. 1156), wprowadza się wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów załącznik nr 2 do Rozporządzenia pkt 1.5. Izolacja cieplna przewodów rozdzielczych i komponentów w instalacjach centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej (w tym przewodów cyrkulacyjnych), instalacji chłodu i ogrzewania powietrznego powinna spełniać następujące wymagania minimalne określone w poniższej tabeli:

Lp	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/mx K)1
1	2	3
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm.	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 mm do 35 mm.	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 mm do 100 mm.	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm.	100 mm
5	Przewody i armatura wg pozycji 1 ÷ 4, przechodzące przez ściany lub stropy, skrzyżowania przewodów.	½ wymagań z poz. 1 ÷ 4



6	Przewody ogrzewań centralnych wg poz. 1÷4, ułożone w komponentach budowlanych między ogrzewanymi pomieszczeniami różnych użytkowników	½ wymagań z poz. 1 ÷ 4
7	Przewody wg poz.6 ułożone w podłodze.	6 mm
8	Przewody ogrzewania powietrznego(ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku).	40 mm
9	Przewody ogrzewania powietrznego(ułożone wewnątrz izolacji cieplnej budynku).	80 mm

<sup>1)</sup> przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła niż podano w tabeli należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej

Do izolacji cieplnej armatury, pomp i połączeń kołnierzowych stosować dwu lub wieloczęściowe kształtki izolacyjne wykonane z porowatych tworzyw sztucznych (np. z pianki poliuretanowej) lub wełny mineralnej. Znakowanie opaskowe rurociągów wykonać za pomocą opasek dwubarwnych. Ponadto należy umieścić znaki przepływu czynnika i znaki ostrzegawcze BHP (wysoka temperatura i ciśnienie). Wymienniki płytowe należy izolować otulinami prefabrykowanymi zamówionymi u producenta wymienników.

### 6.3. Łączenie rurociągów

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

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

Wszystkie złącza spawane należy poddać oględzinom zewnętrznym.

Na złączach spawanych umieszczać należy stałe znaki.

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

### 6.4. Czyszczenie rurociągów

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

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

Pole przekroju prowizorycznego rurociągu odprowadzającego wodę nie powinno być mniejsze niż połowa powierzchni przekroju rurociągu. 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.

### 6.5. Próby szczelności

Należy ją przeprowadzić zgodnie z warunkami technicznymi Dozoru Technicznego DT-UC-90/ZS/06 tab. I i wymaganiami norm PN-81/B-10700.00 oraz PN-81/B-02650, czyli na ciśnienie:

po stronie WP - 2,0 [MPa]

po stronie NP - 0,9 [MPa]

Sprawdzanie szczelności przeprowadzić przed nałożeniem izolacji na rurociągi. Dopuszczalne jest przeprowadzenie badań szczelności na izolowanych rurociągach (z wyjątkiem złączy spawanych i kołnierzowych) w przypadku, kiedy elementy rurociągu były badane u wykonawców tych elementów.

Przed rozpoczęciem tej próby dokonać zewnętrznych oględzin rurociągów i sprawdzić zgodność z dokumentacją. Próbę 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. oględziny rurociągu należy przeprowadzić przy ciśnieniu roboczym lecz nie większym niż 0,8 MPa,

8. w czasie znajdowania się rurociągu pod ciśnieniem zabrania się przeprowadzania jakichkolwiek prac związanych z usuwaniem usterek.

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 rozruch próbny zgodnie z instrukcją eksploatacji w warunkach przewidzianych przy normalnej pracy rurociągu i możliwie przy pełnym obciążeniu.

#### **6.6. Zabezpieczenie antykorozyjne**

Rurociągi stalowe zabezpieczyć antykorozyjnie wg PN-EN ISO 12944 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich farbami epoksydowymi.

Mycie i odtłuszczenie

Powierzchnię należy zmyć strumieniem wody zawierającej dodatek detergentu lub gotowego preparatu Oliclean 123 tak, aby usunąć zanieczyszczenia ze wszystkich zakamarków rurociągów. Po umyciu całą powierzchnię dokładnie opłukać czystą wodą.

Przygotowanie powierzchni

Ostre krawędzie stępić, usunąć odpryski i oszlifować szwy spawów. Powierzchnię stalową oczyścić metodą strumieniowo-ścierną do stopnia czystości, co najmniej SA 2.5 według PN-ISO 8501-1. Chropowatość powierzchni  $R_z$  powinna wynosić 30-50 $\mu$ m. Po oczyszczeniu powierzchnię dokładnie odkurzyć przez przedmuchiwanie strumieniem czystego sprężonego powietrza lub odessanie zanieczyszczeń odkurzaczem przemysłowym. Powierzchnia przygotowana do malowania powinna być sucha, pozbawiona tłuszczu i kurzu. Wszystkie trudno dostępne miejsca oraz krawędzie przed malowaniem należy dobrze wyrobić pędzlem.

Malowanie

Malować dwukrotnie natryskiem bezpowietrznym lub pędzlem w zależności od wymiarów powierzchni 2 x 100 $\mu$ m EPINOX 98 – pierwszą warstwę nanieść na etapie prefabrykacji, (aby uniknąć czyszczenia strumieniowo-ściernego na obiekcie) można też nanieść drugą warstwę na etapie prefabrykacji. Po zamontowaniu miejsca uszkodzeń termicznych powłoki wyczyścić ręcznie do stopnia czystości St 3 według PN ISO 8501-1 i pomalować tą samą farbą.

Malować natryskiem bezpowietrznym lub pędzlem w zależności od wymiarów powierzchni (1÷2 x 50 $\mu$ m) EPINOX 55 – w zależności, gdy wymagana jest odpowiednia kolorystyka, gdzie temperatura powierzchni jest poniżej 120°C.

UWAGI:

Wskazane w załączonych kartach katalogowych zużycie teoretyczne wynika z zawartości części stałych w farbách i zalecanej grubości warstwy.

Przy wykonywaniu wymalowań farbami wykonawcy powinni wziąć pod uwagę fakt, iż podana wielkość „zużycie teoretyczne” odbiega od rzeczywistego zużycia farb w trakcie aplikacji.

Zużycie praktyczne zależy jest m.in. od:

- warunków i sposobu nanoszenia powłoki
- sposobu przygotowania podłoża do malowania
- chropowatości powierzchni
- rodzaju malowanej konstrukcji
- kwalifikacji malarza

UWAGI:

- Powyższe wyroby nakładać zgodnie z parametrami podanymi w kartach stosowania.
- Przy malowaniu pędzlem może być konieczne nakładanie farby w kilku warstwach dla uzyskania zalecanej grubości pojedynczej powłoki.
- W kartach technologicznych grubość powłoki suchej podana jest dla natrysku bezpowietrznego.

Zaleca się natrysk bezpowietrzny dla uzyskania odpowiedniej grubości powłoki oraz odporności chemicznej i mechanicznej

Wszystkie farby w ramach schematu muszą pochodzić od tego samego producenta. Po wyschnięciu warstwy farby należy zmierzyć grubość suchej powłoki.

Miejsca przewidziane do spawania należy odpowiednio przygotować i zagruntować do takiej samej jakości po spawaniu.

#### **6.7. Znakowanie rurociągów**

Oznaczenie rurociągów należy wykonać po ukończeniu izolacji cieplnej rurociągów.

Oznaczenie należy wykonać zgodnie z PN-70/N-01270.

Wzory kolorów i wielkości strzałek oraz napisy i sposób oznaczenia poszczególnych czynników zostaną przedstawione Inwestorowi do zatwierdzenia.

### **6.8. Odpowietrzenie**

Instalacje należy wyposażyć w odpowietrzniki automatyczne z zaworami odcinającymi w najwyższych jej punktach i zawory spustowe w punktach najniższych. Rury należy prowadzić ze spadkami umożliwiającymi odpowietrzenie instalacji za pomocą odpowietrzników automatycznych oraz ich odwodnienie poprzez zawory spustowe. W najwyższych punktach instalacji należy zamontować zbiorniki wraz z przewodami odpowietrzającymi i zaworami kulowymi. Wszystkie przewody spustowe doprowadzić należy nad lejki spustowe zamontowane na rurach spustowych odprowadzających wyrzucaną wodę do studzienki schładzającej. Zawory na rurkach spustowych po stronie wysokiej spawane, po stronie niskiej – gwintowane.

### **6.9. Montaż, mocowanie instalacji**

Rurociągi mocować do stropów żelbetowych przy pomocy typowych podwiesi (elementy systemowe np. firmy Hilti) w rozstawie jak w tabeli na rysunkach.

Przejścia rurociągów przez przegrody budowlane i dylatacje należy wykonać w tulejach ochronnych.

Przejścia przez wszystkie ściany ogniowe należy wykonać, zgodnie z zaleceniami producentów, przejść o odporności ogniowej równej odporności ogniowej ściany. 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.

Na rurociągach zastosowano kompensację naturalną. Kompensację naturalną wykonać z łuków gładkich giętych o promieniu  $R > 4D_n$ ;

Wykonać naciąg wstępny rurociągów wynoszący 50 % wydłużeń liniowych.

### **6.10. Kompensacja wydłużeń cieplnych**

Należy zapewnić kompensację wydłużeń cieplnych instalacji. W przypadku gdy kompensacja naturalna jest niewystarczająca należy stosować kompensatory U-kształtowe.

Punkty stałe mają być mocowane do stropów żelbetowych za pomocą elementów systemowych firmy HILTI.

Rozmieszczenie podpór stałych ma być tak przewidziane, aby siły w tych podporach nie przekraczały 10 kN.

## **7. WYTYCZNE BRANŻOWE**

### **7.1. Branża budowlana**

Projektowany kompakt jednofunkcyjny c.w.u. będzie zlokalizowany w istniejącym pomieszczeniu Węzła cieplnego, w którym znajduje się obecnie kompakt jednofunkcyjny dla potrzeb c.o. Pomieszczenie węzła jest wyposażone w kratkę ściekową i zlew.

### **7.2. Branża wod.-kan.**

Wykonać odprowadzenie wody od zaworów bezpieczeństwa do kratki ściekowej. Doprowadzić wodę zimną do wymiennikowni Dn50.

Zapewnić chemiczną dezynfekcję ciepłej wody użytkowej.

Dokonać regulacji hydraulicznej instalacji cyrkulacji centralnej ciepłej wody po jej realizacji. Instalacja ciepłej wody powinna zapewnić uzyskanie w punktach czerpalnych temperatury wody nie niższej niż  $+55[^\circ\text{C}]$  i nie wyższej niż  $+60[^\circ\text{C}]$ . Instalacja powinna umożliwić przeprowadzenie jej okresowej dezynfekcji termicznej przy temperaturze wody  $+70[^\circ\text{C}]$  (Dz.U.Nr 75 poz. 690 z dnia 15.06.2002r wraz z późniejszymi zmianami) pod warunkiem technicznych możliwości jej przeprowadzenia (rodzaj materiałów w instalacji c.w.u.) lub przeprowadzenie okresowe dezynfekcji stosując metodę chemiczną. Powyższe należy realizować w uzgodnieniu z Zarządcą budynku.

### **7.3. Branża elektryczna i automatyki**

Projektowany kompakt c.w.u. należy podłączyć do istniejącej szafki sterowniczej przy kompakcie c.o., która przewiduje obsługę układu c.w.u.

Należy wykonać okablowanie zasilające i sterownicze pomiędzy tablicą wymiennikowni ciepła a poszczególnymi urządzeniami i elementami automatyki (pompy c.w.u., zawory regulacyjne temperatury z siłownikami z napędem elektrycznym, czujniki temperatury i ciśnienia itp.).

Z tablicy wymiennikowni nie należy zasilać odbiorników nie związanych z instalacjami cieplowniczymi.

Doprowadzić energię elektryczną do urządzeń elektrycznych w kompakcie c.w.u. przy czym należy zapewnić prowadzenie przewodów elektrycznych oddzielnie dla kabli siłowych i sterowniczo-pomiarowych.

## **8. BADANIA I ODBIORY**

Badania i odbiory wymiennikowni ciepła należy wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru węzłów ciepłowniczych” – zeszyt nr 8 COBRTI INSTAL oraz wg metodyki badań określonych normą PN-B-02423:2000 z uwzględnieniem podziału na badania przy odbiorach częściowych i odbiorze końcowym. Odbiory wykonać w obecności przedstawicieli MPEC Kraków.

Do końcowego protokołu odbioru wymiennikowni należy załączyć:

1. Wyniki wszystkich badań odbiorczych częściowych i końcowych na zimno oraz z ich oceną.
2. Wyniki wszystkich badań odbiorczych na gorąco oraz w czasie ruchu próbnego z ich oceną.
3. Potwierdzenie zgodności dokumentacji powykonawczej ze stanem faktycznym.

Sposób wykonania instalacji, odbioru, badań, pomiarów kontrolnych oraz wykonania protokołów określają:

- Wymagania techniczne COBRTI INSTAL zalecane do stosowania przez Ministerstwo Infrastruktury: „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru węzłów ciepłowniczych” – zeszyt nr 8 COBRTI INSTAL
- PN-B- PN-B-02423:1999+ Ap1:2000 - Ciepłownictwo. Węzły ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.
- 02421:2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo – Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń – Wymagania i badania odbiorcze.

## 9. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ WYMIENNIKOWNI CIEPŁA

Lp.	Oznaczenie	Nazwa urządzenia	Oznaczenie typu, średnicy, kvs	Producent	Ilość
1.	2	3	4	5	6
		<b>A. WYSOKI PARAMETR</b>			
1	LC1 300	Przelicznik CF51 z ultradźwiękowym przetwornikiem przepływu USECHO II oraz czujnikami temperatury Pt500(c.w.u.)	q <sub>p</sub> =2,5m <sup>3</sup> /h Dn20 PN25	ITRON	1
2.	301	Zawór odcinający spawany	Dn 32 PN25	Breon	2
3.	302	Zawór odcinająco-regulacyjny	MSV-F2 Dn 25 PN25	Danfoss	2
		<b>B. NISKI PARAMETR</b>			
4.	320	Zawór kulowy odcinający	Gwint, Dn50, P=10 bar	Valvx	5
5.	321	Zawór kulowy odcinający	Gwint, Dn25, P=10 bar	Valvx	2
6.	322	Zawór redukcyjny	Typ. 315.2 nr zam. 0315.40.222, Dn40, 4,8bar	Syr	1
7.	323	Zawór zwrotny	Gwint, Dn50	Perfexim	1
8.	324	Licznik przepływu– wodomierz wody zimnej	Wodomierz dla wody zimnej 50[°C], Q <sub>nom</sub> =6 m <sup>3</sup> /h, Q <sub>3</sub> =10m <sup>3</sup> /h D <sub>nom</sub> =32[mm]		1
9.	325	Filtr siatkowy	Gwint, Dn50, P=10 bar		1
10.	326	Manometr	0-1,0 [MPa]	Wika	2
11.	327	Kurek manometryczny PN16	Dn10	Wika	2
12.	328	Odpowietrznik automatyczny z zaworem odcinającym		Flanco	1
13.	329	Stabilizator	emaliowany, P <sub>nom</sub> =6bar, t <sub>nom</sub> =110°C 250l	Instalmet	1

## KARTA DOBORU URZĄDZEŃ KOMPAKTOWEGO WĘZŁA CIEPLNEGO

Kompaktowy węzeł cieplny dwufunkcyjny dla centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej w układzie bezzasobnikowym.

Obiekt: Budynek mieszkalny wielorodzinny

Adres: os. Armii Krajowej 85, Kraków, kl. 6

Oznaczenie kompaktowego węzła ciepła: **cwu-101-6-bzc**

	opór węzła po stronie EC ≤ 150 [kPa]	
	temperatura zasilania EC 135 [°C]	ZIMA
	temperatura powrotu EC 65 [°C]	
	temperatura zasilania EC 70 [°C]	LATO
	temperatura powrotu EC 30 [°C]	
	P instalacji cwu: 6 bar]	
	temperatura zasilania instalacji: +55-60 [°C]	
	temperatura wody zimnej: 5 [°C]	
	opór obiegu cyrkulacji cwu: H=3.5[m]	

Zestawienie urządzeń węzeł dwufunkcyjny cwu o mocy:

**Q<sub>cwu</sub> = 101 [kW]**

### Część II cwu

Lp.	Oznaczenie wg schematu	Nazwa urządzenia	Oznaczenie (typ, średnica, k <sub>vs</sub> )	Producent	ilość
25.	124	Regulator różnicy ciśnień z zaworem dławiącym na rurce impulsowej	AVP, Dn15, 1.6	Danfoss	1
26.	101	Wymiennik ciepła cwu	XB12M-1 50	Danfoss	1
27.	102a	Pompa cyrkulacyjna	Magna1 25-80N	Grundfos	1
28.	103b, 103c	Czujnik temperatury czynnika	ESMU-100	Danfoss	2
29.	104	Zawór regulacyjny	VM 2 Dn20 4.0	Danfoss	1
30.	104a	Siłownik zaworu regulacyjnego	AMV 33	Danfoss	1
31.	103d	Termostat	5348-2	Samson	1
32.	108	Zawór kulowy PN 10	Dn50		2
33.	109	Zawór kulowy PN 10	Dn15		5
34.	122	Zawór regulacyjny PN 10	Dn20		1
35.	111	Zawór kulowy PN 16	Dn15		3
36.	113a	Zawór zwrotny PN 10	Dn25		1
37.	114	Filtr siatkowy PN 10	Dn25		1
38.	115	Kurek manometryczny PN16	Dn10	Wika	3
39.	116	Manometr 0-1,0 [MPa]	111.10 0-10 bar	Wika	1
40.	117	Manometr 0-1,6 [MPa]	111.10 0-16 bar	Wika	2
41.	119	Termometr 0-120 [°C]		KWT	3
42.	120	Zawór bezpieczeństwa	typ 2115 Dn25 6bar	SYR	1
Średnica przewodu EC			DN32		
Średnica przewodu cwu			Ø54x1,5		
Średnica przewodu cyrkulacji			Ø28x1,8		