

**Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Usługowo-Handlowe**

***„CIEPŁOPROJEKT” S.c.***

**41-200 Sosnowiec ul. Piłsudskiego 41 ; tel./fax. 32 299-56-11.**

Nr proj. PIE/6/2010

OBIEKT: Budynek Akademii Sztuk przy ul. Koszarowa 19  
w Katowicach.

TEMAT: Projekt wykonawczy rozbudowy węzła cieplnego dla potrzeb  
centralnego ogrzewania o układ dla przygotowania ciepłej wody.

INWESTOR: Akademii Sztuk przy ul. Raciborskiej 37  
w Katowicach.

Część technologiczna :

Autor : mgr inż. J. Janeczek

Opracował : M. Jarzębiński

Sprawdził : mgr inż. J. Czapińska

Część AKPiA :

Opracował : A. Sepioł

Sosnowiec kwiecień 2010 r.

## Spis treści.

### **A. Część technologiczna.**

#### **I. Część opisowa.**

1. Opis techniczny.
2. Warunki techniczne
3. Uzgodnienie węzła z PEC Katowice
4. Obliczenia i dobór urządzeń.
5. Karta doboru wymiennika.
6. Zestawienie urządzeń i armatury.
7. Przedmiar robót do cz. technologicznej i AKPiA.

#### **II. Część rysunkowa.**

- |                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| 1. Sytuacja.                     | rys. nr 1/6. |
| 2. Schemat technologiczny węzła. | rys. nr 2/6. |
| 3. Rzut poziomy.                 | rys. nr 3/6. |
| 4. Przekrój A-A.                 | rys. nr 4/6. |
| 5. Przekrój B-B.                 | rys. nr 5/6. |
| 6. Przekrój C-C.                 | rys. nr 6/6. |

### **B. Część AKPiA (wg. odrębnego spisu treści).**

## **OPIS TECHNICZNY**

### **dla rozbudowy węzła ciepłowniczego centralnego ogrzewania o moduł dla potrzeb przygotowania ciepłej wody.**

#### **1. Wstęp.**

Niniejszy projekt opracowano na podstawie :

- zapewnienia dostawy ciepła i warunków technicznych dostawy
- projektu instalacji c.o. z 2000 r.
- inwentaryzacji dla potrzeb projektowych
- projektu architektonicznego z 2006 r.
- projektu instalacji wod-kan. z 2007 r.
- uzgodnień z Inwestorem
- wizji lokalnej

Na potrzeby przygotowania ciepłej wody w budynku zaprojektowano elektryczny podgrzewacz ciepłej wody o  $V=200 \text{ dm}^3$ . Urządzenie ma moc grzewczą  $N=2,4 \text{ kW}$ .

Zarówno pojemność podgrzewacza jak i moc grzewcza nie zapewniają prawidłowego przygotowania ciepłej wody dla zasilanych z niego przyborów.

Zgodnie z ustaleniami dla potrzeb przygotowania ciepłej wody istniejący węzeł ciepły jednofunkcyjny dla potrzeb c.o. zostanie rozbudowany o dodatkowy moduł wymiennikowy.

#### **2. Stan istniejący.**

Na poziomie piwnic (w wydzielonym pomieszczeniu) zlokalizowany jest węzeł ciepły wymiennikowy dla potrzeb centralnego ogrzewania budynku. Do budynku doprowadzona jest sieć ciepłownicza wysokiego parametru preizolowana o średnicy  $2 \times \text{dn } 65/140 \text{ mm}$ .

Sieć pracuje całorocznie.

W budynku istnieje instalacja odbiorcza o temperaturach nominalnych  $90/70^\circ\text{C}$ .

Temperatury nominalne sieci wysokoparametrowej :

- $135/70^\circ\text{C}$  (zmiennie w sezonie grzewczym)
- $70/35^\circ\text{C}$  (stałe poza sezonem grzewczym i w okresie przejściowym)

W węźle zabudowany jest wymiennik c.o. firmy SONDEX lutowany typu SL34-BR25-56-TL-LIQUID. Układ pracuje w systemie zamkniętym z zabezpieczeniem przy pomocy przeponowego naczynia wzbiorczego i zaworów bezpieczeństwa.

Obieg wody wymuszany jest przy pomocy pompy obiegowej typu UPE 40-120F zabudowanej na powrocie z instalacji. W pomieszczeniu węzła znajduje się rozdzielnia ciepła z 4 odgałęzieniami. Na zasilaniu odgałęzienia wyposażone są w kulowe zawory odcinające. Na głównych przewodach powrotnych zabudowane są zawory odcinająco-nastawne (równoważące). Brak termometrów na tych przewodach.

Wydajność węzła dotychczasowa  $Q_{co}=364,0 \text{ kW}$ . Potrzeby cieplne węzła c.o. zostaną zmniejszone w związku z korektą zapotrzebowania ciepła uwzględniającego termomodernizację budynku.

Węzeł wyposażony jest w układ pomiarowy firmy SIEMENS składający się z :

- ultradźwiękowego przetwornika przepływu o  $q_n=6,0 \text{ m}^3/\text{h}$  i średnicy  $G 1 \frac{1}{4}''$
- elektronicznego przelicznika
- 2 czujników temperatury (zasilanie i powrót)

Przyłącze wysokich parametrów wyposażone jest ponadto w regulator różnicy ciśnień bezpośredniego działania.

Dla napełniania i uzupełniania wody w instalacji wewnętrznej centralnego ogrzewania wodą uzdatnioną zostało wykonane sztywne podłączenie  $\text{dn } 15 \text{ mm}$  z parą zaworów odcinających kulowych i wodomierzem. Brak na podłączeniu zaworu zwrotnego i reduktora ciśnienia.

Układ centralnego ogrzewania regulowany jest w układzie regulacji pogodowej przy wykorzystaniu swobodnie programowalnego sterownika firmy TAC typu XENTA 302 z wolnymi dla regulacji drugiego układu wyjściami regulacyjnymi.

**Przewiduje się wykorzystać to urządzenie do regulacji projektowanego układu przygotowania ciepłej wody.**

W pomieszczeniu węzła zlokalizowany jest podgrzewacz ciepłej wody.

Układ pracuje w układzie cyrkulacji pompowej. Obieg wody wymuszany jest przez pompę cyrkulacyjną typu UP 20-14. Instalacja zasilana jest przewodem o średnicy 1 ¼” , przewód cyrkulacyjny ¾” , wyprowadzenie wody ciepłej przewodem o średnicy 1 ¼”.

### **3.Zakres opracowania.**

Niniejszy projekt obejmuje :

- obliczenia, dobór urządzeń i armatury dla węzła cieplnego c.w.u.
- schemat technologiczny węzła cieplnego z uwzględnieniem rozbudowy
- zestawienia urządzeń i armatury istn. i projektowanej
- dyspozycje lokalizacyjne węzła c.w.u. i podłączenie z instalacjami wysokich parametrów, ciepłej wody i cyrkulacji

Zasilanie elektryczne węzła nie jest ujęte w niniejszym opracowaniu .

### **4.Zaopatrzenie w ciepło.**

Temperatury nominalne wody sieciowej w sezonie grzewczym będą wynosić 135/70 °C (408/343 K) dla węzła wymiennikowego i 70/35°C w okresie przejściowym i poza sezonem grzewczym.

Sieć czynna przez cały rok. Ciśnienie nominalne w sieci 1,6 MPa.

Ciśnienie dyspozycyjne w sieci zasilającej dla projektowanego węzła zgodnie z warunkami technicznymi przyjęto :

$\Delta p=15,0$  mH<sub>2</sub>O (dla potrzeb projektowych).

### **5.Charakterystyka węzła cieplnego.**

Po rozbudowie węzeł cieplny składać się będzie z trzech układów :

- węzła przyłączeniowego bezpośredniego wysokoparametrowego z układem pomiarowym i regulatorem różnicy ciśnień (wspólny układ dla układów c.o. i c.w.u.)
- węzła cieplnego wymiennikowego dla potrzeb centralnego ogrzewania
- węzła cieplnego wymiennikowego dla potrzeb przygotowania ciepłej wody

Projektowany węzeł cieplny wymiennikowy służyć będzie do przygotowania wody instalacyjnej dla potrzeb zasilania instalacji ciepłej wody.

Nominalne wartości charakterystyczne węzła cieplnego :

wydajność :  $Q=58,15$  kW

- obliczeniowe temperatury wody sieciowej : 135/70°C (70/35°C)
- obliczeniowe temperatury wody instalacyjnej z układu za wymiennikiem : 5/55°C
- ciśnienie dyspozycyjne dla przepływu cyrkulacyjnego : 10,0 kPa

Przewiduje się wykorzystanie elementów istniejącego węzła ciepłowniczego. Przewiduje się uzupełnienie istniejącego węzła o odpowietrzenia podłączenia wysokiego parametru oraz ścieżki uzupełniania wody instalacji c.o. o reduktor ciśnienia i zawór zwrotny o średnicy ½” . Zabudowę dodatkowych kurków kulowych międzykołnierzowych dn 32 mm na zasilaniu istniejącego modułu wymiennikowego dla centralnego ogrzewania (z uwagi na brak miejsca).

## **6.Instalacja dla wysokich parametrów.**

Do pomieszczenia węzła ciepłota woda sieciowa jest doprowadzona przy pomocy sieci ciepłej o średnicy 2 \* Dn 65 mm. Po wejściu do budynku przewody są redukowane na 2\* Dn 50 mm. Zasyfonowane podejścia nie posiadają odpowietrzenia (zostaną uzupełnione w niniejszym opracowaniu).

Węzeł kompaktowy ma średnice dn 32 mm. Za układem pomiarowym węzła przewiduje się wykonanie odgałęzienia 2\*dn 32 mm dla zasilania projektowanego układu oraz docelowo dodatkowego modułu dla wentylacji mechanicznej.

Instalację wysokoparametrową (rurociągi główne i pomocnicze) zmontować z rur stalowych bez szwu wg.PN-80/H-74219, materiał R-35, łączonych przez spawanie.

Przewody odpowietrzające i spustowe należy montować z rur grubościennych.

### **6.1.Moduł nr 1 - przyłączy wysokich parametrów.**

Przewiduje się wykonanie modułu przyłączeniowego wyposażonego w :

- parę głównych zaworów odcinających na odgałęzieniach do obu układów
- zaworu regulacyjnego z siłownikiem

### **6.2.Moduł nr 3 – przygotowania ciepłej wody.**

W węźle przewidziano zastosowanie wymiennika płytowego, rozbieralnego typu SONDEX typ S4A (tej samej firmy co wymiennik dla c.o.).

Wymiennik przymocowany będzie do konstrukcji wsporczej z profili stalowych.

Temperatura ogrzewanej wody będzie regulowana przy pomocy istn. układu regulacji c.o. firmy TAC składającego się ze sterownika programowalnego, czujników temperatury oraz projektowanego zaworu regulacyjnego dn 15 mm i siłownika typ M-700 firmy TAC. Regulacja prowadzona będzie w zależności od temperatury ciepłej wody wychodzącej z wymiennika.

Przewody wody instalacyjnej wykonać z rur stalowych ocynkowanych wg. PN-79/H-74244.

Cyrkulacja będzie się odbywać z wykorzystaniem istniejącej pompy cyrkulacyjnej pochodzącej z demontażu. Jako stabilizator ciepłej wody przewiduje się wykorzystanie istniejącego podgrzewacza elektrycznego ciepłej wody.

### **6.3. Zabezpieczenie układu przygotowania ciepłej wody.**

Dla zapewnienia hermetyzacji zładu ciepłej wody przy braku rozbiórów projektuje się naczynie wzbiorcze przeponowe typu Refix DE o pojemności 25 dm<sup>3</sup>.

Zgodnie z PN-76/B-02414 projektuje się zabezpieczenie układu grzejnego po stronie instalacyjnej przy pomocy zaworu .

Zabezpieczenie\_ stanowić będzie zawór bezpieczeństwa typ SYR 2115 o średnicy 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>”

### **6.4. Filtracja wody cyrkulacyjnej.**

Dla zabezpieczenia wymiennika i pompy na przewodzie cyrkulacyjnym projektuje się zamontowanie filtra siatkowego 3/4” .

## **7. Napełnianie i uzupełnianie zładu.**

Dla zwiększenia żywotności zastosowanych urządzeń i armatury przewiduje uzupełnienie instalacji służącej do napełnianie i uzupełnianie zładu wodą sieciową o filtr siatkowy, zawór zwrotny oraz reduktor ciśnienia.

### **8. Próba szczelności.**

Po zakończeniu montażu, przepłukaniu instalacji, poszczególne fragmenty instalacji należy poddać próbie szczelności przy ciśnieniu próbnym wynoszącym :

- dla układu wysokich parametrów - 2,4 MPa
- dla układu instalacji wodociągowych - 0,9 MPa

### **9. Zabezpieczenie antykorozyjne.**

Po przeprowadzeniu prób szczelności instalacja powinna być oczyszczona z rdzy i zabezpieczona przed korozją zgodnie z Instrukcją KOR-3A, przez 2-krotne malowanie farbą antykorozyjną odporną na temp. 150°C np. Korsil-90K lub Syntokor A. Minimalna grubość warstw 120 µm.

Malowaniu podlegają wszystkie przewody wykonane z rur czarnych, rozdzielacze i pozostałe elementy stalowe.

### **10. Izolacja termiczna.**

Wszystkie przewody prowadzące wodę sieciową i instalacyjną c.o., należy izolować cieplnie z prefabrykowanymi otulinami izolacyjnymi z wełny mineralnej lub pianki poliuretanowej.

Wymienniki ciepła, należy izolować cieplnie przy pomocy systemowej obudowy.

Izolacja cieplna winna spełniać wymagania normy PN-B-02421.

Określone zgodnie z normą grubości warstw izolacyjnych dla wersji z PUR podano w poniższej tabeli :

D <sub>nom</sub> mm	Grubość izolacji			
	Wysokie parametry		Ciepła	woda
	135°C	70°C	55°C	45°C
15-25	30	20	20	15
32	35	20	25	15

### **11. Uwagi końcowe.**

Wszystkie roboty montażowe należy wykonywać zgodnie z przepisami BHP, normami i przepisami technicznymi oraz "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych" cz. II oprac. przez COBRTI "INSTAL" Warszawa z 2000 r. i "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru węzłów ciepłowniczych" Zeszyt nr 8 oprac. przez COBRTI "INSTAL" Warszawa z 08.2003 r.

### **12. Normy.**

*PN- 76/B-02440 - Zabezpieczenie urządzeń ciepłej wody użytkowej. Wymagania.*

*PN-82/M-54910 - Wodociągi. Zabudowa zestawów wodomierzowych w instalacjach wodociągowych.*

*PN-92/B-01706 - Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu.*

*PN-92/B-01707 - Instalacje kanalizacyjne. Wymagania w projektowaniu.*

*PN-B-02423 – Ciepłownictwo. Węzły ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.*

*PN-B-02421 - Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna rurociągów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania.*

*PN-ISO 7-1 : 1995 Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością uzyskiwaną na gwincie. Wymiary, tolerancje i oznaczenia*

*PN-C-04601 : 1985 Woda do celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych*

*PN-H-74200: 1998 Rury stalowe ze szwem gwintowane*

*PN-79/H-74244 Rury stalowe ze szwem przewodowe*

SOSNOWIEC kwiecień 2010 r.

## OBLICZENIA

węzeł cieplny rozbudowywany dla potrzeb przygotowania ciepłej wody dla budynku Akademii Sztuk Pięknych przy ul. Koszarowej 19 w Katowicach.

### 1. Założenia projektowe :

- a). instalacja centralnego ogrzewania grzejnikowego istniejąca : 181,00 kW ;  
- temperatury nominalne wody grzejnej 135/70 °C (70/35 °C)  
- temperatury nominalne wody ogrzewanej 90/70 °C  
- typ wymiennika dla c.o. płytowy lutowany SONDEX typ SL34-BR25-56-TL-LIQUID
- b). instalacja ciepłej wody :  $Q_{MAXcwu}=58,15$  kW  
- ilość c.w.u. 1,0 m<sup>3</sup>/h  
- temperatury wody instalacyjnej 5/55 °C

### 2. Węzeł wymiennikowy dla ciepłej wody.

#### 2.1. Wymiennik .

- strumień masy wody sieciowej

$$G_s^{co} = \frac{Q}{c_w \cdot (T_z - T_p) \cdot 987} = 1,474 \text{ t/h (dla } T_z/T_p = 70/35^\circ\text{C)} ; \text{ Dn } 32 \text{ mm} ; \Delta p_j = 99,0 \text{ Pa/m}$$

$$w = 0,43 \text{ m/s} ;$$

- strumień masy wody instalacyjnej

$$G_i = \frac{Q}{c_w \cdot (\tau_z - \tau_p) \cdot 995} = 1,044 \text{ t/h (dla } t_z/t_p = 5/55^\circ\text{C)} ;$$

$$\text{Dn } 32 \text{ mm} ; \Delta p_j = 47 \text{ Pa/m} ; w = 0,29 \text{ m/s}$$

Dla wyżej przedstawionych parametrów sprawdzono pracę istniejącego wymiennika typu SONDEX S4A-TL-LIQUID przy wykorzystaniu programu komputerowego.

Charakterystyka wymiennika :

- powierzchnia wymiany : 1,05 m<sup>2</sup>
- wymiary 117\*294\*47 mm
- średnica króćca wody grzejnej G 1 1/4" mm (typ króćca gwintowany)
- średnica króćca wody instal. G 1 1/4" mm (typ króćca gwintowany)
- ciśnienie robocze  $p_n = 1,6$  MPa
- materiał płyty stal AISI 316

Sposób łączenia po stronie wody grzejnej i ogrzewanej równoległy przeciwwądowy.

Straty ciśnienia przez wymiennik :

- po stronie wody sieciowej  $\Delta p_s = 16,22$  kPa
- po stronie wody instalacyjnej  $\Delta p_i = 9,15$  kPa

#### 2.2. Sprawdzenie doboru pompy cyrkulacyjnej.

Wymagana wydajność pompy obiegowej : 0,6 m<sup>3</sup>/h

Wysokość podnoszenia pomp obiegowych :

$$H_p = 1,0 \text{ mH}_2\text{O} (10 \text{ kPa})$$

Dobiera się jedną pompę pojedynczą o następującej charakterystyce :

typ Comfort UP 20-14 (istniejąca)

wydajność 0,6 m<sup>3</sup>/h

podnoszenie 1,0 mH<sub>2</sub>O

moc silnika max. 0,25 kW

napięcie 1\* 230 V



masa 5,1 kg

### 2.3. Zabezpieczenie wymienników .

Zgodnie z PN-76/B-02440 przewiduje się dla zabezpieczenia jednostopniowego węzła c.w.u. zasilanego z sieci ciepłowniczej zawór bezpieczeństwa o przepustowości :

$$G = 0,16 * V$$

gdzie :

$V = 250 \text{ dm}^3$  - pojemność zasobnika, wymiennika oraz rur

$$G = 0,16 * 250 = 40 \text{ dm}^3/\text{h}$$

$$F = \frac{G}{1,59 * \alpha * \sqrt{1,1 * p_1 * \rho}}$$

$$F = \frac{40}{1,59 * 0,25 * \sqrt{1,1 * 6,0 * 986,1}} = 0,74 \text{ mm}^2$$

- średnica siedliska :

$$d = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 1,75}{\pi}} = 0,97 \text{ mm}$$

Dobiera się zawór bezpieczeństwa typu SYR 2115 o średnicy siedliska zaworu  $d_0 = 12 \text{ mm}$  ; średnica nominalna zaworu dn 15 mm; zakres nastawienia sprężyn 0.6 - 0.8 MPa; ciśnienie otwarcia 0,6 MPa.

### 2.4. Zawór regulacyjny.

Przepływ nominalny  $G_{sco} = 1,43 \text{ t/h}$  ( $1,46 \text{ m}^3/\text{h}$ )

Założony spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym :  $\Delta p_{zco} = 40,0 \text{ kPa}$ .

Typ zaworu TAC V241 dn 15 mm o  $k_{vs} = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$  .

Obliczeniowy spadek ciśnienia :

$$\Delta p = [(10 * 1,46)^2 * 980] / 4,0^2 = 11792 \text{ Pa} < 40 \text{ kPa}$$

Spełnione założone kryterium spadku ciśnienia dla projektowanego zaworu.

## 3. Obliczenia przyłącza wysokich parametrów.

### 3.1. Odcinek wspólny dla c.o. i c.w.u.

#### a). Obieg wymiennika c.o.

- Instalacja sieciowa węzła c.o. i c.w.u. (wspólna)

działka 1 -  $G = 3,815 \text{ t/h}$ ;

- średnica przewodu - 2 \* dn 50 mm ;  $L = 4,5 \text{ m}$  ;

$$\Delta h_j = 87,5 \text{ Pa/m} ; w = 0,515 \text{ m/s} ; ; \Delta p = 4,5 * 87,5 = 393,8 \text{ Pa}$$

- opory miejscowe : 10 kolan dn 50 mm ;  $l_z = 0,72 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 10 * 0,72 * 87,5 = 630,0 \text{ Pa}$ ;

- średnica przewodu - 2 \* dn 25 mm ;  $L = 0,65 \text{ m}$  ;

$$\Delta h_j = 2964,15 \text{ Pa/m} ; w = 1,95 \text{ m/s} ; ; \Delta p = 0,65 * 2964,15 = 1926,7 \text{ Pa}$$

- opory miejscowe :

$$\text{zweżka DN 50/DN 25} - 1 \text{ szt.} ; l_z = 0,7 \text{ m} ; \Delta p = 0,7 * 2964,15 = 2074,9 \text{ Pa};$$

$$\text{zweżka DN 25/DN 32} - 2 \text{ szt.} ; l_z = 0,2 \text{ m} ; \Delta p = 2 * 0,2 * 2964,15 = 1185,6 \text{ Pa};$$

$$\text{zawór regulacyjny STAD o średnicy 1''} (k_{vs} = 8,7 \text{ m}^3/\text{h}) ; \Delta p = 18267,3 \text{ Pa}$$

- przepływomierz LC dn 25 mm ;  $q_n=6,0 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\Delta p= 7000 \text{ Pa}$   
 - średnica przewodu - 2 \* dn 32 mm ; L= 3,8 m ;  
 $\Delta h_j= 704,45 \text{ Pa/m}$  ;  $w = 1,115 \text{ m/s}$  ; ;  $\Delta p= 3,8*704,45=2676,9 \text{ Pa}$   
 - opory miejscowe :  
 1 zawór kulowy DN 32 mm ; ( $k_{vs}=41,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p= 839,8 \text{ Pa}$   
 2 filtry siatkowe DN 32 mm ; ( $k_{vs}=20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p= 2*3529,4=7058,8 \text{ Pa}$   
 zwężka DN 32/DN 25 mm – 1 szt. ;  $l_z=0,7 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 0,7*2964,15=2074,9 \text{ Pa}$ ;  
 zwężka DN 32/DN 50 mm – 1 szt. ;  $l_z=1,0 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 1*704,45=704,45 \text{ Pa}$ ;  
 2 kolana dn 32 mm ;  $l_z=0,4 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 2*0,4*704,45=563,6 \text{ Pa}$ ;  
 regulator różnicy ciśnień z ogranicznikiem przepływu typu AVP dn 32 mm ;  
 ( $k_{vs}=8,7 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p= 18651,9 \text{ Pa}$

Ogółem :  $\Delta p_1= 64048,65 \text{ Pa}$

b). Obieg wymiennika c.o. w sezonie grzewczym

działka 2 – odgałęzienie do wym. c.o. średnica przewodu  $G = 2,395 \text{ t/h}$ ;

- średnica przewodu - 2 \*DN 32 mm ; L= 1,8 m ;  
 $\Delta h_j= 260,6 \text{ Pa/m}$  ;  $w = 0,69 \text{ m/s}$  ;  $\Delta p= 1,8*260,6 =469,1 \text{ Pa}$

- opory miejscowe :

- 2 zawory kulowe dn 32 mm ; ; ( $k_{vs}=41,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p= 2*839,8=1679,6 \text{ Pa}$   
 5 kolan dn 32 mm ;  $l_z=0,4 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 5*0,4*260,6=521,2 \text{ Pa}$ ;  
 wymiennik SONDEX SL34TL56 ;  $\Delta p= 6,0 \text{ kPa}$

- średnica przewodu - 2 \*DN 20 mm ; L= 0,3 m ;

$$\Delta h_j= 4132,8 \text{ Pa/m} ; w = 1,96 \text{ m/s} ; \Delta p= 0,3*4132,8 = 1239,8 \text{ Pa}$$

- opory miejscowe

- zwężka 32/20 ;  $l_z= 1,0 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 1,0*260,6=260,6 \text{ Pa}$   
 zawór regulacyjny Dn 20 mm ;  $k_{vs}=6,3 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\Delta p= 13,73 \text{ kPa}$   
 zwężka 20/32 ;  $l_z= 1,0 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 1,0*260,6=260,6 \text{ Pa}$

Ogółem :  $\Delta p_2= 8669,9+15491,0=24160,9 \text{ Pa}$

Łącznie obieg w/p c.o. :  $64048,65+24160,9= 88,21 \text{ kPa} < 150,0 \text{ kPa}$

c). Obieg wymiennika c.w.u. okres przejściowy (sezon grzewczy)

- Instalacja sieciowa wężła c.o. i c.w.u. działka 1 - 64,05 kPa

działka 3 – obieg wymiennika c.w.u.

odgałęzienie do wym. c.w.u. średnica przewodu  $G = 1,395 \text{ t/h}$ ;

- średnica przewodu - 2 \*DN 32 mm ; L= 1,6 m ;

$$\Delta h_j= 89,6 \text{ Pa/m} ; w = 0,41 \text{ m/s} ; \Delta p= 1,6*89,6 =143,4 \text{ Pa}$$

- opory miejscowe :

- 2 zawory kulowe dn 32 mm ; ; ( $k_{vs}=41,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p= 2*121,3=242,6 \text{ Pa}$   
 5 kolan dn 32 mm ;  $l_z=0,4 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 5*0,4*89,6 =179,2 \text{ Pa}$ ;  
 wymiennik SONDEX S4/ 27 ;  $\Delta p= 16,22 \text{ kPa}$

- średnica przewodu - 2 \*DN 15 mm ; L= 0,1 m ;

$$\Delta h_j= 10257 \text{ Pa/m} ; \Delta p= 0,1*10257 = 1025,7 \text{ Pa}$$

- opory miejscowe

- zwężka 32/15 ;  $l_z= 1,3 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 1,3*10257 \text{ Pa/m} =13334,1 \text{ Pa}$   
 zawór regulacyjny Dn 15 mm ;  $k_{vs}=4,0 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\Delta p= 11,798 \text{ kPa}$   
 zwężka 15/32 ;  $l_z= 1,55 \text{ m}$  ;  $\Delta p= 1,55*10257 \text{ Pa/m} =15898,4 \text{ Pa}$

Ogółem :  $\Delta p_3 = 58814,4 \text{ Pa}$

Łącznie obieg w/p c.w.u :  $64048,65 + 58814,4 = 12,29 \text{ kPa} < 150,0 \text{ kPa}$

3.2. Instalacja sieciowa węzła c.w.u. (poza sezonem grzewczym)

działka 1 -  $G = 1,395 \text{ t/h}$ ;

- średnica przewodu - 2 \* dn 50 mm ; L= 4,5 m ;

$\Delta h_j = 12,1 \text{ Pa/m}$  ; w = 0,18 m/s ; ;  $\Delta p = 4,5 * 12,1 = 54,45 \text{ Pa}$

- opory miejscowe : 10 kolan dn 50 mm ;  $l_z = 0,72 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 10 * 0,72 * 12,1 = 87,12 \text{ Pa}$ ;

- średnica przewodu - 2 \* dn 25 mm ; L= 0,65 m ;

$\Delta h_j = 393,8 \text{ Pa/m}$  ; w = 0,71 m/s ; ;  $\Delta p = 0,65 * 393,8 = 296,0 \text{ Pa}$

- opory miejscowe :

zweżka DN 50/DN 25 – 1 szt. ;  $l_z = 0,7 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 0,7 * 393,8 = 275,7 \text{ Pa}$ ;

zweżka DN 25/DN 32 – 2 szt. ;  $l_z = 0,2 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 2 * 0,2 * 393,8 = 157,5 \text{ Pa}$ ;

zawór regulacyjny STAD o średnicy 1" ( $k_{vs} = 8,7 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p = 2442,5 \text{ Pa}$

przepływomierz LC dn 25 mm ;  $q_n = 6,0 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\Delta p = 900 \text{ Pa}$

- średnica przewodu - 2 \* dn 32 mm ; L= 3,8 m ;

$\Delta h_j = 89,6 \text{ Pa/m}$  ; w = 0,41 m/s ; ;  $\Delta p = 3,8 * 89,6 = 340,5 \text{ Pa}$

- opory miejscowe :

1 zawór kulowy DN 32 mm ; ( $k_{vs} = 41,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p = 110,0 \text{ Pa}$

2 filtry siatkowe DN 32 mm ; ( $k_{vs} = 20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p = 2 * 462,2 = 924,4 \text{ Pa}$

zweżka DN 32/DN 25 mm – 1 szt. ;  $l_z = 0,7 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 0,7 * 393,8 = 275,7 \text{ Pa}$ ;

zweżka DN 32/DN 50 mm – 1 szt. ;  $l_z = 1,0 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 1 * 89,6 = 89,6 \text{ Pa}$ ;

2 kolana dn 32 mm ;  $l_z = 0,4 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 2 * 0,4 * 89,6 = 71,7 \text{ Pa}$ ;

regulator różnicy ciśnień z ogranicznikiem przepływu typu AVP dn 32 mm ;

(  $k_{vs} = 8,7 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p = 2442,5 \text{ Pa}$

Ogółem :  $\Delta p_1 = 8467,67 \text{ Pa}$

- Instalacja sieciowa węzła c.o. i c.w.u. działka 1 - 8,47 kPa

działka 3 – obieg wymiennika c.w.u.

odgałęzienie do wym. c.w.u. średnica przewodu  $G = 1,395 \text{ t/h}$ ;

- średnica przewodu - 2 \* DN 32 mm ; L= 1,6 m ;

$\Delta h_j = 89,6 \text{ Pa/m}$  ; w = 0,41 m/s ;  $\Delta p = 1,6 * 89,6 = 143,4 \text{ Pa}$

- opory miejscowe :

2 zawory kulowe dn 32 mm ; ; ( $k_{vs} = 41,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ) ;  $\Delta p = 2 * 121,3 = 242,6 \text{ Pa}$

5 kolan dn 32 mm ;  $l_z = 0,4 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 5 * 0,4 * 89,6 = 179,2 \text{ Pa}$ ;

wymiennik SONDEX S4/ 27 ;  $\Delta p = 16,22 \text{ kPa}$

- średnica przewodu - 2 \* DN 15 mm ; L= 0,1 m ;

$\Delta h_j = 10257 \text{ Pa/m}$  ;  $\Delta p = 0,1 * 10257 = 1025,7 \text{ Pa}$

- opory miejscowe

zweżka 32/15 ;  $l_z = 1,3 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 1,3 * 10257 \text{ Pa/m} = 13334,1 \text{ Pa}$

zawór regulacyjny Dn 15 mm ;  $k_{vs} = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$  ;  $\Delta p = 11,798 \text{ kPa}$

zweżka 15/32 ;  $l_z = 1,55 \text{ m}$  ;  $\Delta p = 1,55 * 10257 \text{ Pa/m} = 15898,4 \text{ Pa}$

Ogółem :  $\Delta p_3 = 58814,4 \text{ Pa}$

Łącznie obieg w/p c.w.u (poza sezonem grzewczym) :

$8467,67 + 58814,4 = 67,28 \text{ kPa} < 150,0 \text{ kPa}$