

TEMAT: **TECHNOLOGIA WYMIENNIKOWNI
DLA POTRZEB C.O. I C.T.**

OBIEKT: **BUDYNEK UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ (TEATR)**

ADRES: **UL. DR J. BABIŃSKIEGO 29/31
KRAKÓW
OBRĘB 70 PODGÓRZE,
DZ. NR 1/31**

INWESTOR: **Małopolskie Parki Przemysłowe sp. z o.o.
ul. dr Józefa Babińskiego 29/24/2A
30-393 Kraków**

STADIUM: **PROJEKT WYKONAWCZY**
BRANŻA CIEPŁOWNICZA

PROJEKTOWAŁ: **mgr inż. Marcin Olek
nr upr. MAP/0236/PWOS/12**

Kraków, Październik 2019

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA	3
2. CEL OPRACOWANIA I STAN ISTNIEJĄCY	3
3. RUROCIĄGI I ARMATURA.....	3
4. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE I IZOLACJA TERMICZNA RUROCIĄGÓW	4
5. URZĄDZENIA POMIAROWE.....	5
6. ODWODNIENIE I ODPOWIERZENIE.....	5
7. NAPEŁNIENIE I UZUPEŁNIENIE ZŁADU INSTALACJI C.O.	5
8. WYTYCZNE BUDOWLANE DLA POMIESZCZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO	5

OBLICZENIA

1. BILANS CIEPŁA I DANE WYJŚCIOWE	7
2. ZAPOTRZEBOWANIE CIEPŁA DLA C.O.....	7
3. OBLICZENIOWE ZAPOTRZEBOWANIE CIEPŁA NA CELE CIEPŁA TECHNOLOGICZNEGO	7
4. DOBÓR ŚREDNIC RUROCIĄGÓW WĘZŁA	8
5. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA NA POTRZEBY C.O.....	8
6. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA NA POTRZEBY C.T.:	8
8. DOBÓR ZAWORU REGULACYJNEGO DLA C.T.....	9
9. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ INSTALACJI C.O.....	9
10. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ INSTALACJI C.T.....	9
11. DOBÓR ZAWORU BEZPIECZEŃSTWA C.O.:	9
12. NACZYNIĘ WZBIORCZE DLA C.O. WG NORMY PN-B-02414.....	10
13. DOBÓR ZAWORU BEZPIECZEŃSTWA C.T.	11
14. NACZYNIĘ WZBIORCZE DLA C.T. WG NORMY PN-B-02414	12
15. DOBÓR CIEPŁOMIERZA C.O. ORAZ C.T.	12
16. REGULACJA CIŚNIENIA W WĘZLE PRZYŁĄCZENIOWYM	13
17. DOBÓR REDUKTORA CIŚNIENIA C.O. I C.T.	13
18. DOBÓR REGULATORA RÓŻNICY CIŚNIEŃ – POWRÓT Z WYMIENNIKA C.O.....	13
19. DOBÓR REGULATORA RÓŻNICY CIŚNIEŃ – POWRÓT Z WYMIENNIKA C.T.	14

ZAŁĄCZNIKI

1. Warunki Techniczne MPEC S.A.
2. Karta obiektu sieciowego wewnętrznych instalacji odbiorczych dla budynku
3. Krzywa grzewcza zapotrzebowania na c.t.
4. Dobór urządzeń
5. Uprawnienia projektanta

RYSUNKI

Rys. nr 1	Plan sytuacyjny	skala 1:500
Rys. nr 2	Schemat technologiczny węzła	skala –
Rys. nr 3	Rzut węzła	skala 1:25
Rys. nr 4	Przekroje węzła A-A, B-B	skala 1:25

OPIS TECHNICZNY

1. Podstawa opracowania

Podstawę niniejszego projektu stanowi:

- Zlecenie Inwestora
- Warunki techniczne wydane przez MPEC S.A. – pismo: RTW/1416/4630/KS/PZ/2019 z dnia 23.05.2019r
znak sprawy RTW/51/375/2019
- Wytyczne zawarte w zakładce „Strefa projektanta” strony internetowej MPEC S.A. w Krakowie
- Karta obiektu sieciowego wewnętrznych instalacji odbiorczych budynku

2. Cel opracowania i stan istniejący

Niniejsze opracowanie dotyczy węzła cieplnego, który ma obsługiwać gruntownie przebudowywany budynek użyteczności publicznej. Budynek ten zlokalizowany jest przy ul. Babińskiego w Krakowie na działce nr 1/31 obr. 70 jed.ewid. PODGÓRZE.

Punktem wyjścia do doboru węzła cieplnego jest wypełniona przez Projektanta instalacji wewnętrznych Karta Obiektu Sieciowego.

Zgodnie z wytycznymi Inwestora przedsięwzięcia budynek ma być zasilany w ciepło w oparciu o miejską sieć ciepłą poprzez dwufunkcyjny kompaktowy węzeł cieplny c.o. + c.t.. Będzie on zlokalizowany w osobnym do tego celu przygotowanym pomieszczeniu przy ścianie zewnętrznej budynku. Ze względu na wąską trasę transportową węzła do pomieszczenia wymiennikowni powinien być on wykonany na etapie prefabrykacji w wersji dzielonej z możliwością rozkręcenia i skręcenia ramy kompaktu bez ingerencji w zabudowane na niej instalacji i armatury. Zgodnie z wytycznymi MPEC S.A. w Krakowie czynnik z m.s.c. będzie wchodził rurociągami przyłącza bezpośrednio do projektowanej wymiennikowni. Projekt przyłącza cieplnego i części elektrycznej wraz z AKPiA są tematami osobnych opracowań.

3. Rurociągi i armatura

Rurociągi wysokich parametrów zaprojektowano z rur stalowych bez szwu wg.

PN-EN 10216-1:2004

PN-EN 10216-1:2004/A1

PN-EN 10216-2:2004

PN-EN 10216-2:2004/A1

PN-EN 10216-3:2004

PN-EN 10216-3:2004/A1

PN-EN 10216-2:2002{U}

PN-EN 10220:2003{U}

Rury te łączone będą przez spawanie. Rurociągi niskiego parametru projektuje się z rur stalowych ze szwem łączonym przez spawanie bądź stalowych cienkościennych w systemie zaprasowywanym.

Rurociągi powinny być połączone na stałe z elementami budynku tj. posadzki, przegrody, strop. Mocowania, podpory i zawiesia nie powinny przenosić ewentualnych drgań i hałasu przenoszonego przez rurociągi.

Armaturę stanowią zawory odcinające kulowe projektowane na ciśnienie 16 atm. Zawory po stronie wysokotemperaturowej należy montować poprzez łączenia spawane, po stronie niskotemperaturowej poprzez łączenia gwintowane.

Podczas montażu kompaktowego węzła oraz węzła przyłączeniowo-rozliczeniowego należy bezwzględnie stosować się do dokumentacji techniczno-ruchowej producenta montowanych urządzeń.

4. Zabezpieczenie antykorozyjne i izolacja termiczna rurociągów

Zabezpieczenie antykorozyjne rurociągów i zainstalowanych urządzeń wg normy nr PN-EN ISO 4618-3:2001 stanowi lakier antykorozyjny KORSIL 92 Ns-W (numer handlowy 7329-111-950). Lakierowanie należy stosować jedynie po uprzednim oczyszczeniu i odtłuszczeniu elementów lakierowanych.

Zgodnie z:

- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami oraz z uwzględnieniem zmian wprowadzonych RMI z dnia 6 listopada 2008r wchodzącym w życie z dniem 1 stycznia 2009r.

- normami PN-B02421
PN-EN 13467:2002U
PN-EN ISO 8497:1999
PN-EN ISO 12241:2001

rurociągi należy izolować termicznie. W tym celu należy zastosować otuliny poliuretanowe osadzone w niepalnym lub samogasnącym płaszczu PVC lub otuliny w wełny skalnej w płaszczu aluminiowym. Izolację tą należy montować na rurociągach wysokich i niskich parametrów c.o. oraz c.t. Grubości ww. izolacji dla wymaganej wartości współczynnika przewodzenia (0,035 W/mK) reguluje tabela 1.5. załącznika nr 2 RMI w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:

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:

Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K) ¹⁾
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury
4	Średnica wewnętrzna ponad 100 mm	100 mm
5	Przewody i armatura wg poz. 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 na zewnątrz izolacji cieplnej budynku)	80 mm
10	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone wewnątrz budynku ²⁾	50% wymagań z poz. 1-4
11	Przewody instalacji wody lodowej prowadzone na zewnątrz budynku ²⁾	100% wymagań z poz. 1-4

Uwaga:

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

²⁾ izolacja cieplna wykonana jako powietrznoszczelna.

Zaizolowane rurociągi należy oznaczyć odpowiednimi opaskami dwubarwnymi oraz umieścić znaki kierunku przepływu czynników grzewczych wraz z znakami ostrzegawczymi: wysoka temperatura i ciśnienie.

Na wymiennikach płytowych kompaktowego węzła cieplnego oraz stabilizatorach należy zastosować prefabrykowane otuliny termiczne proponowane przez producentów tych składowych węzła.

5. Urządzenia pomiarowe

Proces pomiaru ilości ciepła będzie realizowane za pomocą licznika ultradźwiękowego US ECHO II z przelicznikiem CF 55 firmy Itron Polska sp. z o.o. Zakłada się montaż dwóch osobnych ww. liczników na cele c.o. oraz c.t.

Pomiar ciśnienia realizowany będzie za pomocą manometrów M160-R(0-2,5)MPa i M160-R(0-1,0). Manometry te należy wyposażyć w kurki manometryczne nr kat. 523. Dodatkowo w obrębie rurociągów wysokich parametrów manometry należy wyposażyć w rurkę syfonową oraz zawór spawany DN15.

Do pomiaru temperatury założono termometry tarczowe typu T100-T (0-160°C) i T100-T (0-120°C).

6. Odwodnienie i odpowietrzenie

W najwyższych punktach instalacji należy zainstalować odpowietrzenie. W jego skład będzie wchodziła rurka Dn15 z zaworem kulowym. Rurkę należy spawać w przypadku rurociągów wysokich parametrów. Odpływ z tak wykonanego odpowietrzenia należy sprowadzić nad zlew lub kratkę odpływową. Automatyczny odpowietrznik z zaworem należy zainstalować za wymiennikiem na rurociągu zasilającym (niski parametr).

Nad kratkę odpływową należy sprowadzić również rurociągi spustowe z wymiennika, odmulacza i rurociągów.

7. Napełnienie i uzupełnienie zładu instalacji c.o.

Napełnienie/uzupełnienie zładu c.o. c.t. odbywać się będzie poprzez spinkę z zainstalowanymi wodomierzami ciepłej wody. Spinka ta łączy rurociąg powrotny wysokich parametrów, z którego pobierana będzie woda na napełnienie/uzupełnienie zładu z rurociągiem powrotnym niskich parametrów (wpięcie za pompą obiegową na odcinku ssawnym) – rys.2.

8. Wytyczne budowlane dla pomieszczenia węzła cieplnego

Projektowany kompaktowy węzeł cieplny zlokalizowany będzie w specjalnie wydzielonym do tego celu pomieszczeniu, do którego bezpośrednio wchodzić będzie przyłącz ciepłowniczy z wysokim parametrem. Zgodnie z normą PN-B-02423 pomieszczenie węzła cieplnego musi spełniać następujące warunki:

- należy osadzić drzwi stalowe 90x200 cm, wyposażone w zamek systemowy odpowiadającym wymaganiom MPEC S.A. w Krakowie. UWAGA: przed zamówieniem i osadzeniem nowych drzwi należy jej charakterystykę ustalić z właściwą magistralą). Drzwi muszą być otwierane na zewnątrz.

- pomieszczenie wymiennikowni należy wyposażyć w przynajmniej jedną kratkę odpływową osadzoną w posadzce pomieszczenia. Kratkę należy wpiąć do projektowanej studni schładzającej rurą $\varnothing 100\text{mm}$. Projektuje się studnię schładzającą $\varnothing 800\text{mm}$. Studnia powinna być przykryta kratą typu WEMA (zgodnie z projektem architektury pomieszczenia).

- studnię schładzającą należy wyposażyć w typowy układ do przepompowywania ścieków z poziomu niższego na wyższy bądź wyprowadzić ze studni odpływ grawitacyjny do instalacji podposadzkowej budynku. W przypadku braku możliwości grawitacyjnego odprowadzenia wody ze studni schładzającej należy zamontować pompę pływakową np. typu UNILIFT KP 150 prod. Grundfos. Na rurociągu tłocznym zainstalować zawór zwrotny DN 32. W ścianie studni wykonać otwór dla przeprowadzenia przewodu tłocznego od pompy. Przewód tłoczny wykonać z rur kanalizacyjnych HDPE Dn 32 i włączyć do najbliższego przewodu kanalizacyjnego biegnącego na budynku.

Pompa powinna być włączona w obwód, z którego zasilane będą urządzenia MPEC S.A. - zgodnie z zapisami w wydanych warunkach technicznych. Pompa i jej prawidłowe działanie stanowić będzie obowiązek użytkownika obiektu.

-posadzka powinna być wykonana z materiałów nienasiąkliwych, odpornych na wilgoć, w standardzie gładkim, niepalnym, wytrzymałym na uderzenia mechaniczne i nagłe zmiany temperatury. Wykonanie zakłada jej spadek 1% w kierunku kratki.

- posadzkę należy wyflizować i wykonać cokolik z płytek na wysokość co najmniej 15 cm.

-do pomieszczenia należy doprowadzić zimną wodę zgodnie z rysunkami niniejszej dokumentacji.

- pomieszczenie należy wyposażyć w komorę gospodarczą z zaworem czerpalnym z.w. ze złączką do węża. Odpływ komory należy włączyć do projektowanej studni schładzającej.

-pomieszczenie należy wyposażyć w oświetlenie sztuczne oraz wentylację nawiewno-wywiewną lub mechaniczną zrównoważoną (zgodnie z projektem instalacji wentylacyjnych wewnętrznych).

-ściany i strop pomieszczenia wymiennikowni należy otynkować na gładko oraz wykonać powłokę malarską z użyciem jasnych barw (użyte farby powinny zapewniać ochronę przed przenikaniem wilgoci).

OBLICZENIA

1. Bilans ciepła i dane wyjściowe

Dane stabelaryzowane zgodnie z kartą obiektu sieciowego wypełniona i podpisana przez projektanta instalacji sanitarnych

opis wartości	wartość	jednostka
Babińskiego 29/31		
Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania	54	kW
Zapotrzebowanie ciepła na potrzeby ciepła technologicznego	25	kW
moc cieplna średnia godzinowa c.w.u.	-	kW
moc cieplna maksymalna godzinowa c.w.u.	-	kW
obliczeniowa moc cieplna dla węzła c.w.u.	-	kW
Powierzchnia ogrzewana budynku	826,3	m ²
Kubatura budynku	2157,3	m ³
Parametry wody sieciowej zimą	135/55	°C
Parametry wody sieciowej latem	-	°C
Parametry wody sieciowej zimą dla ciepła technologicznego	135/55	°C
Parametry wody sieciowej latem dla ciepła technologicznego	-	°C
Parametry instalacji odbiorczej c.o. - zmienne	70/50	°C
Parametry instalacji odbiorczej c.t. – zmienne zima	70/50	°C
Parametry instalacji odbiorczej c.t. – stałe lato	-	°C
Parametry ciepłej wody użytkowej	-	°C
Opór instalacji centralnego ogrzewania	40	kPa
Opór instalacji ciepła technologicznego	45	kPa

2. Zapotrzebowanie ciepła dla c.o.

Zgodnie z danymi zawartymi w Karcie obiektu sieciowego wydaną przez Projektanta instalacji sanitarnych zapotrzebowanie mocy cieplnej na potrzeby centralnego ogrzewania w systemie zamkniętym wynosi:

$$Q_{co} = 54 \text{ [kW]}$$

Na podstawie tej wartości zostanie oparty dobór urządzeń kompaktowego węzła cieplnego (część c.o.).

3. Obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepła technologicznego

Zgodnie z danymi zawartymi w Karcie obiektu sieciowego wydaną przez Projektanta instalacji sanitarnych zapotrzebowanie mocy cieplnej na potrzeby nagrzewnicy wentylacyjnej w systemie zamkniętym wynosi:

$$Q_{ct} = 25 \text{ [kW]}$$

Na podstawie tej wartości zostanie oparty dobór urządzeń kompaktowego węzła cieplnego (część c.t.).

4. Dobór średnic rurociągów węzła

Poniżej zamieszczono dobór średnic dla poszczególnych rurociągów w węźle cieplnym:

Rodzaj instalacji	Moc	Przepływ	Przepływ	Prędkość	D _{obl}	DN
	kW	m ³ /h	m ³ /s	m/s	mm	mm
Budynek A						
Strona wysokoparametrowa						
c.o. + c.t.	79	0,88	0,0002	1	17,65	32
c.o.	54	0,60	0,0002	1	14,59	25
c.t. zima	25	0,28	0,0001	1	9,93	25
Strona niskoparametrowa						
c.o.	54	2,35	0,0007	1	28,86	40
c.t. zima	25	1,09	0,0003	1	19,64	32

5. Dobór wymiennika ciepła na potrzeby c.o.

Zgodnie z kartą obiektu sieciowego wewnętrznych instalacji odbiorczych dla przedmiotowego budynku, do obliczeń przyjęto parametry pracy instalacji 70/50°C zmiennej w funkcji temperatury zewnętrznej.

Doboru wymiennika dokonano w oparciu o program doboru firmy Secespol.

Dla c.o. dobrano wymiennik firmy **Secespol typ LB 31-20H-5/4''**.

Opór wymiennika strona pierwotna: 1,5 kPa

Opór wymiennika strona wtórna: 17,7 kPa

6. Dobór wymiennika ciepła na potrzeby c.t.:

Zgodnie z kartą obiektu sieciowego wewnętrznych instalacji odbiorczych dla przedmiotowego budynku, do obliczeń przyjęto parametry pracy instalacji 70/50°C zmienne w funkcji temperatury zewnętrznej.

Doboru wymiennika dokonano w oparciu o program doboru firmy Secespol.

Dla c.t. dobrano wymiennik firmy **Secespol typ LB 31-10H-5/4''**.

Dla warunków nominalnych (-20°C)

Opór wymiennika strona pierwotna: 1,6 kPa

Opór wymiennika strona wtórna: 15 kPa

Dla sprawdzenia poprawności doboru wymiennika przeprowadzono dodatkowe doборы dla najbardziej niekorzystnych warunków przejściowych temperatury zewnętrznej tj. -5° i +5°C wg krzywej grzewczej zapotrzebowania na ciepło do nagrzewnic centrali wentylacyjnej budynku. Krzywa grzewcza jest załącznikiem do projektu.

7. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.o.:

Przepływ w węźle c.o. – zima – $G_z=0,60$ [m³/h]

Założony wstępnie spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym wynosi: 1,0 [bar]

$$k_v = \frac{0,60}{\sqrt{1,0}} = 0,60 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Dobrano zawór regulacyjny **VM2 firmy Danfoss DN15 kv=1,0 [m³/h]**.

Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p = \left(\frac{0,60}{1,0} \right)^2 = 0,36 [bar]$$

8. Dobór zaworu regulacyjnego dla c.t.

Przepływ w węźle c.t. – zima – $G_z=0,28 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Założony wstępnie spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym wynosi: $1,0 \text{ [bar]}$

$$k_v = \frac{0,28}{\sqrt{1,0}} = 0,28 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Dobrano zawór regulacyjny **VM2 firmy Danfoss DN15 kv=0,4 [m³/h]**.

Rzeczywisty spadek ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p = \left(\frac{0,28}{0,4} \right)^2 = 0,49 \text{ [bar]}$$

9. Dobór pompy obiegowej instalacji c.o.

$$V_{co} = \frac{54}{4,216 * 983,2 * (70 - 50)} = 0,00065 [\text{m}^3 / \text{s}] = 2,35 \text{ [m}^3 / \text{h]}$$

Opór instalacji c.o.	40 [kPa]
Opór wymiennika po stronie wtórnej	17,7 [kPa]
Opór filtra	0,5 [kPa]
Opór instalacji w węźle cieplnym	3 [kPa]
Razem	61,2 [kPa]

6,1 mH₂O

Dobrano pompę f-my Grundfos typ MAGNA3 25-80.

10. Dobór pompy obiegowej instalacji c.t.

$$V_{co} = \frac{25}{4,216 * 983,2 * (70 - 50)} = 0,0003 [\text{m}^3 / \text{s}] = 1,09 \text{ [m}^3 / \text{h]}$$

Opór instalacji c.t.	45 [kPa]
Opór wymiennika po stronie wtórnej	15 [kPa]
Opór filtra	0,3 [kPa]
Opór instalacji w węźle cieplnym	2 [kPa]
Razem	62,3 [kPa]

6,2 mH₂O

Dobrano pompę f-my Grundfos typ MAGNA3 25-80.

11. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.o.:

Zawór bezpieczeństwa montowany za wymiennikiem c.o.

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z PN -B-02414.

Ciśnienie po stronie pierwotnej - $1,6 \text{ [MPa]}$

Najmniejsza średnica króćca

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{M}{\alpha_c \sqrt{p_1 \times \rho}}}$$

M - masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$M=447,3 \times b \times A \times \sqrt{(p_2 - p_1) \times \rho}$$

p_2 - ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej 16 [bar]

p_1 - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa 3 [bar]

A - powierzchnia przekroju poprzecznego jednej rurki wężownicy,

dla wymienników płytowych LB31-20H = $15 \text{ mm}^2 = 15 \times 10^{-6} [\text{m}^2] = 0,000015 [\text{m}^2]$
 ρ - gęstość wody sieciowej, dla $t = 135^\circ\text{C} = 930,39 [\text{kg}/\text{m}^3]$
 $b = 2$, dla $p_2 - p_1 > 0,5 [\text{Mpa}]$
 $\alpha_c = 0,9 \times \alpha_{crz} = 0,36$
 $\alpha_{crz} = 0,4$ (wg karty katalogowej SYR 1915)
 α_{crz} - rzeczywisty współczynnik wypływu zaworu SYR

$$M = 447,3 \times 2 \times 0,000015 \times \sqrt{(16 - 3) \times 930,39} = 1,48 [\text{kg} / \text{s}]$$

Dla 1 zaworu:

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{1,48}{0,36 * \sqrt{3 \times 930,39}}} = 15,06 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow A = \frac{3,14 \times d_o^2}{4} = \frac{3,14 \times 15,06^2}{4} = 178 [\text{mm}^2]$$

$$\text{dla 1 zaworu } A = \frac{3,14 \times 20^2}{4} = 314 [\text{mm}^2]$$

Dobrano 1 zawór bezpieczeństwa SYR 1915 1" $d_o = 20 \text{ mm}$, DN 25, ciśnienie otwarcia = 3,0 bar.

12. Naczynie zbiorcze dla c.o. wg normy PN-B-02414

Pojemność wodna instalacji c.o. 480 [l]
Wysokość statyczna instalacji 9 [msw]
Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa p_{sv} 3,0 [bar]

$$V_{uR} = V_u + V \times E \times 10 = 10,7 + 0,48 \times 1,0\% \times 10 = 15,5 [\text{dm}^3]$$

gdzie:

V_{uR} = użytkowa pojemność naczynia zbiorczego z rezerwą [dm^3],

V_u = pojemność naczynia zbiorczego przeponowego obliczona wg wzoru:

$$V_u = V \times \rho_1 \times \Delta v = 0,48 \times 999,7 \times 0,0224 = 10,7 [\text{dm}^3]$$

E = ubytki eksploatacyjne wody instalacyjnej między uzupełnieniami, w % pojemności instalacji ogrzewania wodnego (przyjęto 1,0%)

10 = współczynnik przeliczeniowy

Całkowitą pojemność naczynia zbiorczego przeponowego z hermetyczną przestrzenią gazową z uwzględnieniem użytkowej pojemności naczynia z rezerwą oblicza się ze wzoru:

$$V_{nR} = V_{uR} \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p_R}$$

gdzie:

p_{\max} = maksymalne ciśnienie w naczyniu, w barach, przyjęto $90\% * p_{sv} = 2,7 [\text{bar}]$

p_R = ciśnienie wstępne pracy instalacji, w barach

Ciśnienie wstępne pracy instalacji oblicza się ze wzoru:

$$p_R = \left[\frac{p_{\max} + 1}{1 + \frac{V_u}{V_{uR} * \left(\frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p} - 1 \right)}} \right] - 1 = \left[\frac{2,7 + 1}{1 + \frac{10,7}{15,5 * \left(\frac{2,7 + 1}{2,7 - 1,1} - 1 \right)}} \right] - 1 = 1,42 [\text{bar}]$$

gdzie:

p = ciśnienie wstępne w naczyniu = $p_{st} + 0,2 = 0,9 + 0,2 = 1,1$ [bar]

$$V_{nR} = V_{uR} * \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p_R} = 15,5 * \frac{2,7 + 1}{2,7 - 1,42} = 45 [dm^3]$$

Dobrano 1 naczynie wzbiornicze REFLEX typ NG wielkość 50 PN 6 bar.

Średnica rury wzbiorniczej

$$d = 0,7 * \sqrt{V_u} = 0,7 * \sqrt{10,7} = 2,29 [mm]$$

Przyjęto średnicę rury wzbiorniczej DN 20 [mm].

13. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t.

Zawór bezpieczeństwa montowany za wymiennikiem c.t.

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z PN -B-02414.

Ciśnienie po stronie pierwotnej - 1,6 [MPa]

Najmniejsza średnica króćca

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{M}{\alpha_c \sqrt{p_1} \times \rho}}$$

M - masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$M = 447,3 \times b \times A \times \sqrt{(p_2 - p_1) \times \rho}$$

p_2 - ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej 16 [bar]

p_1 - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa 3 [bar]

A - powierzchnia przekroju poprzecznego jednej rurki węzownicy,

dla wymienników płytowych LB 31-10H = $15 \text{ mm}^2 = 15 \times 10^{-6} [\text{m}^2] = 0,000015 [\text{m}^2]$

ρ - gęstość wody sieciowej, dla $t = 135^\circ\text{C} = 930,39 [\text{kg/m}^3]$

$b = 2$, dla $p_2 - p_1 > 0,5 [\text{Mpa}]$

$\alpha_c = 0,9 \times \alpha_{crz} = 0,36$

$\alpha_{crz} = 0,40$ (wg karty katalogowej SYR 1915)

α_{crz} - rzeczywisty współczynnik wpływu zaworu SYR

$$M = 447,3 \times 2 \times 0,000015 \times \sqrt{(16 - 3) \times 930,39} = 1,48 [\text{kg} / \text{s}]$$

Dla 1 zaworu:

$$d_o = 54 \sqrt{\frac{1,48}{0,36 * \sqrt{3 \times 930,39}}} = 15,06 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow A = \frac{3,14 \times d_o^2}{4} = \frac{3,14 \times 15,06^2}{4} = 178 [\text{mm}^2]$$

$$\text{dla 1 zaworu } A = \frac{3,14 \times 20^2}{4} = 314 [\text{mm}^2]$$

Dobrano 1 zawór bezpieczeństwa SYR 1915 1" $d_o = 20 \text{ mm}$, DN 25, ciśnienie otwarcia = 3,0 bar.

14. Naczynie wzbiornicze dla c.t. wg normy PN-B-02414

Pojemność wodna instalacji c.t.	160 [l]
Wysokość statyczna instalacji	4 [msw]
Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa p_{sv}	3,0 [bar]

$$V_{uR} = V_u + V \times E \times 10 = 3,58 + 0,16 \times 1,0\% \times 10 = 5,18 [dm^3]$$

gdzie:

V_{uR} = użytkowa pojemność naczynia wzbiorniczego z rezerwą [dm^3],

V_u = pojemność naczynia wzbiorniczego przeponowego obliczona wg wzoru:

$$V_u = V \times \rho_1 \times \Delta v = 0,16 \times 999,7 \times 0,0224 = 3,58 [dm^3]$$

E = ubytki eksploatacyjne wody instalacyjnej między uzupełnieniami, w % pojemności instalacji ogrzewania wodnego (przyjęto 1,0%)

10 = współczynnik przeliczeniowy

Całkowitą pojemność naczynia wzbiorniczego przeponowego z hermetyczną przestrzenią gazową z uwzględnieniem użytkowej pojemności naczynia z rezerwą oblicza się ze wzoru:

$$V_{nR} = V_{uR} \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p_R}$$

gdzie:

p_{max} = maksymalne ciśnienie w naczyniu, w barach, przyjęto $90\% \times p_{sv} = 2,7$ [bar]

p_R = ciśnienie wstępne pracy instalacji, w barach

Ciśnienie wstępne pracy instalacji oblicza się ze wzoru:

$$p_R = \left[\frac{p_{max} + 1}{1 + \frac{V_u}{V_{uR} * \left(\frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p} - 1 \right)}} \right] - 1 = \left[\frac{2,7 + 1}{1 + \frac{3,58}{5,18 * \left(\frac{2,7 + 1}{2,7 - 0,6} - 1 \right)}} \right] - 1 = 0,94 [bar]$$

gdzie:

p = ciśnienie wstępne w naczyniu = $p_{st} + 0,2 = 0,4 + 0,2 = 0,6$ [bar]

$$V_{nR} = V_{uR} * \frac{p_{max} + 1}{p_{max} - p_R} = 5,18 * \frac{2,7 + 1}{2,7 - 0,94} = 11 [dm^3]$$

Dobrano 1 naczynie wzbiornicze REFLEX typ NG wielkość 50 PN 6 bar.

Średnica rury wzbiorniczej

$$d = 0,7 * \sqrt{V_u} = 0,7 * \sqrt{3,58} = 1,32 [mm]$$

Przyjęto średnicę rury wzbiorniczej DN 20 [mm].

15. Dobór ciepłomierza c.o. oraz c.t.

Przepływ c.o.:

$$G_{co} = Q_{co} / ((c_w * \rho * (t_c - t_z))) = (54 * 3600) / (4,2 * 961,92 * 80) = 0,60 m^3/h$$

Dla pomiaru ciepła dla potrzeb c.o. dobrano licznik ultradźwiękowy **US ECHO II Dn 15, qn = 1,5 [m³/h] 2,5 l/imp** firmy ITRON wraz z przelicznikiem **CF55** i czujnikami **Pt500**.

Przepływ c.t.:

$$G_{ct \text{ zima}} = Q_{co} / ((c_w * \rho * (t_c - t_z))) = (25 * 3600) / (4,2 * 961,92 * 80) = 0,28 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$G_{ct \text{ zima } (-5^\circ\text{C})} = Q_{co} / ((c_w * \rho * (t_c - t_z))) = (17 * 3600) / (4,2 * 977,81 * 51,3) = 0,29 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$G_{ct \text{ zima } (+5^\circ\text{C})} = Q_{co} / ((c_w * \rho * (t_c - t_z))) = (11 * 3600) / (4,2 * 986,21 * 32,3) = 0,30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dla pomiaru ciepła dla potrzeb c.t. dobrano licznik ultradźwiękowy **US ECHO II Dn 15, qn = 1,5 [m³/h] 2,5l/imp** firmy ITRON wraz z przelicznikiem **CF55** i czujnikami **Pt500**.

Uwaga:

Przy montażu należy zachować proste odcinki rurociągu: 3 x DN za przepływomierzem i 5 x DN przed przepływomierzem.

16. Regulacja ciśnienia w węźle przyłączeniowym

Parametry ciśnieniowe po stronie wysokich parametrów

	zima:	lato:
- ciśnienie zasilania	9,7 [bar]	5,5 [bar]
- ciśnienie powrotu	2,9 [bar]	1,8 [bar]
- ciśnienie dyspozycyjne	6,8 [bar]	3,7 [bar]

Założono montaż wspólnego reduktora i osobnych regulatorów różnicy ciśnień dla węzłów c.o. i c.t.

17. Dobór reduktora ciśnienia c.o. i c.t.

Zasilanie:

Ciśnienie przed reduktorem:

	ZIMA
- ciśnienie na zasilaniu:	9,7 [bar]
- spadek ciśnienia na sieci	0,02 [bar]
- spadek ciśnienia na zaworze w węźle	0,00 [bar]
- spadek ciśnienia na odmulaczu	0,00 [bar]

razem $p_1 = 9,68 \text{ [bar]}$

Przepływ w węźle: $G = 0,88 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Założono wysokość ciśnienia za reduktorem $6,00 \text{ [bar]}$

$$kv = \frac{10xG}{\sqrt{\Delta p}} = 0,46 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

Zastosowano reduktor ciśnienia firmy DANFOSS typ AVD, PN 25, DN 15 $kvs = 1,0 \text{ [m}^3/\text{h]}$ o zakresie nastaw 3-12 [bar], nastawa 6,0 bar.

18. Dobór regulatora różnicy ciśnień – powrót z wymiennika c.o.

Ciśnienie przed regulatorem:

	ZIMA
- ciśnienie na zasilaniu:	6,0 [bar]
- spadek ciśnienia na zaworze w węźle (MSV-F2)	- 0,05 [bar]
- spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym VM2	- 0,36 [bar]
- opór wymiennika strona pierwotna	- 0,02 [bar]

-	opór instalacji w węźle	- 0,02 [bar]
		razem $p_1 = 5,55$ [bar]

Przepływ w węźle: $G =$	0,60 [m ³ /h]
Regulowana różnica ciśnienia	0,45 [bar]
Założono wysokość ciśnienia za regulatorem	3,5 [bar]
$kv = \frac{10 \times G}{\sqrt{\Delta p}} =$	0,42 [m ³ /h]

Zastosowano regulator ciśnienia firmy DANFOSS typ AVP montaż na powrocie, PN 25, DN 15
 $kvs = 1,0$ [m³/h] o zakresie nastaw 0,2-1,0 [bar], nastawa 0,45.

19. Dobór regulatora różnicy ciśnień – powrót z wymiennika c.t.

Ciśnienie przed regulatorem:

	ZIMA
- ciśnienie na zasilaniu:	6,0 [bar]
- spadek ciśnienia na zaworze w węźle (MSV-F2)	- 0,01 [bar]
- spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym VM2	- 0,49 [bar]
- opór wymiennika strona pierwotna	- 0,02 [bar]
- opór instalacji w węźle	- 0,01 [bar]
<hr/>	
razem	$p_1 = 5,47$ [bar]

Przepływ w węźle: $G =$	0,28 [m ³ /h]
Regulowana różnica ciśnienia	0,53 [bar]
Założono wysokość ciśnienia za regulatorem	3,5 [bar]
$kv = \frac{10 \times G}{\sqrt{\Delta p}} =$	0,20 [m ³ /h]

Zastosowano regulator ciśnienia firmy DANFOSS typ AVP montaż na powrocie, PN 25, DN 15
 $kvs = 0,4$ [m³/h] o zakresie nastaw 0,2-1,0 [bar], nastawa 0,53 bar.