

**SPIS TREŚCI (CZĘŚĆ TECHNOLOGICZNA):**

	ZAWARTOŚCI CZĘŚCI OPISOWEJ PROJEKTU	STRONA
I.	OPIS TECHNICZNY	11
1.1.	PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	11
1.2.	PODSTAWA OPRACOWANIA	11
1.3.	STAN ISTNIEJĄCY – KOTŁOWNIA WĘGLOWA	12
1.4.	OPIS ROZWIĄZANIA	12
1.4.1.	WĘZEŁ CIEPLNY	12
1.4.2.	INSTALACJA GRZEWcza	14
1.4.2.1.	ROZDZIELACZE OBIEGÓW GRZEWczyCH LO	14
1.4.2.2.	ROZDZIELACZE OBIEGÓW GRZEWczyCH EKONOMIK	15
1.4.3.	WYTYCZNE MONTAŻU	15
1.4.4.	PŁUKANIE I PRÓBA CIŚNIENIOWA	16
1.4.5.	ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE	16
1.4.6.	IZOLACJE CIEPŁOCHRONNE	17
1.4.7.	WYTYCZNE BUDOWLANE	17
1.4.8.	WYTYCZNE ELEKTRYCZNE	18
1.4.9.	ZAGADNIENIA BHP I PPOŻ.	19
1.5.	DEMONTAŻ KOTŁOWNI I UKŁADU POMP CIEPŁA	19
1.6.	UWAGI KOŃCOWE	20
2.	OBLICZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO	21
3.	OBLICZENIA INSTALACJI GRZEWczej	42
3.1.	OBLICZENIA INSTALACJI GRZEWczej - LO	42
3.2.	OBLICZENIA INSTALACJI GRZEWczej - EKONOMIK	44
4.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	48
4.1.	WYKAZ URZĄDZEŃ WCHODZĄCYCH W SKŁAD WĘZŁA CIEPLNEGO	48
4.2.	ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ I MATERIAŁÓW POZA WĘZŁEM CIEPLNYM	55
4.3.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW INSTALACJI GRZEWczej LO	56
4.4.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW INSTALACJI GRZEWczej EKONOMIK	58

	ZAWARTOŚCI CZĘŚCI RYSUNKOWEJ PROJEKTU	SKALA	STRONA
IS-01	PLAN SYTUACYJNY	1:1000	62
IS-02	RZUT POMIESZCZENIA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA	1:50	63
IS-03	RZUT POMIESZCZENIA ROZDZIELACZY C.O. - EKONOMIK	1:50	64
IS-04	SCHEMAT TECHNOLOGICZNY WĘZŁA CIEPLNEGO	----	65
IS-05	SCHEMAT TECHNOLOGICZNY ROZDZIELACZY C.O. - LO	----	66
IS-06	SCHEMAT TECHNOLOGICZNY ROZDZIELACZY C.O. - EKONOMIK	----	67
IS-07	STUDZIENKA SCHŁADZAJĄCA	----	68

**ZAŁĄCZNIKI**

PROJEKTOWANA CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA	69-74
---	-------



## **I. Opis techniczny**

### **1.1. Przedmiot i zakres opracowania.**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany węzła cieplnego trzyfunkcyjnego w budynku I Liceum Ogólnokształcącego im. 14 Pułku Powstańców Śląskich przy ul. Szkolnej 1 w Wodzisławiu Śląskim. Z węzła cieplnego zasilana będzie instalacja centralnego ogrzewania oraz instalacja przygotowania ciepłej wody użytkowej I Liceum Ogólnokształcącego im. 14 Pułku Powstańców Śląskich (LO) oraz instalacja centralnego ogrzewania i cwu Zespołu Szkół Ekonomicznych (Ekonomik) w Wodzisławiu Śląskim.

W zakres projektu wchodzi:

- Inwentaryzacja stanu istniejącego.
- Technologia i wytyczne budowlane węzła cieplnego.

### **1.2. Podstawa opracowania.**

Podstawą niniejszego opracowania są:

- Umowa między inwestorem, a biurem projektów;
- Warunki nr NRR/123/2021 przyłączenia do sieci ciepłowniczej węzła cieplnego (korekta) z dnia 08.10.2021r. wydane przez PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa
- Ustalenia z Inwestorem co do zakresu projektu i przyjętych rozwiązań technicznych;
- PN-B-02423:1999 *Ciepłownictwo -- Węzły ciepłownicze -- Wymagania i badania przy odbiorze;*
- PN-82/B-02403 *Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne;*
- PN-B-02414 *Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie instalacji ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami przeponowymi wzbiórczymi. Wymagania;*
- Warunki techniczne wykonania i odbioru węzłów ciepłowniczych. Zalecane do stosowania przez Ministerstwo Infrastruktury. Wymagania techniczne COBRTI INSTAL, Warszawa, sierpień 2003 r. Zeszyt 8;
- Dane techniczne urządzeń zawarte w materiałach udostępnianych przez producentów;
- Dziennik Ustaw Nr 75 z dnia 12.04.2002 r. z późn. zmianami;
- Normy, normatywy i wytyczne techniczne w zakresie projektowania instalacji grzewczych i wentylacyjnych.

Zapotrzebowanie na moc cieplną wynosi:

- centralne ogrzewanie LO	374,0 kW
- centralne ogrzewanie i cwu EKONOMIK	379,0 kW
- ciepła woda użytkowa LO	<u>45,0 kW</u>
	798,0 kW



Zgodnie z Warunkami PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A. parametry docelowe czynnika grzewczego na jakie powinien być zaprojektowany węzeł cieplny to:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| - temp. obliczeniowa wody sieciowej w sezonie grzewczym | 125/ 70°C              |
| - temp. obliczeniowa wody sieciowej w sezonie letnim    | 70/ 35°C               |
| - obliczeniowe natężenie przepływu nośnika ciepła zima  | 12,25m <sup>3</sup> /h |
| lato  | 1,02m <sup>3</sup> /h  |
| - ciśnienie obliczeniowe w sieci ciepłowniczej          | 1,6 MPa                |
| - min. ciśnienie dyspozycyjne                           | 100 kPa                |

### **1.3. Stan istniejący – kotłownia węglowa i pompy ciepła**

Źródłem ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej poszczególnych budynków I Liceum Ogólnokształcącego im. 14 Pułku Powstańców Śląskich i Zespołu Szkół Ekonomicznych w Wodzisławiu Śląskim przy ulicy Szkolnej 1 jest kotłownia węglowa współpracująca z układem czterech pomp ciepła.

Dla pokrycia potrzeb c.o. i przygotowania c.w.u. pracują trzy kotły węglowe niskoparametrowe wodne typu EKO PLUS o mocy 300 kW każdy firmy HEF, trzy pompy ciepła GREENLINE F70 firmy IVT o mocy cieplnej 67,8 kW oraz jedna pompa ciepła GREENLINE G45 firmy IVT o mocy 45 kW, która dodatkowo przez zawór przełączający zapewnia energię na potrzeby c.w.u. LO (priorytet). Pompy ciepła współpracują ze zbiornikiem buforowym ACQUA firmy ELBI o pojemności 5000l i z wymiennikami typu JAD 6/50 firmy TERMOWENT.

Do przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku LO pracuje jeden pionowy zasobnik Si1001 firmy PARADIGMA o pojemności 968 l z grupą ładującą o mocy 60 kW.

Ciepło do budynków Zespołu Szkół Ekonomicznych doprowadzane jest siecią preizolowaną c.o. niskich parametrów. Pomieszczenie rozdzielaczy instalacji grzewczej jest zlokalizowane w piwnicy budynku sali gimnastycznej Ekonomika. Z rozdzielaczy zasilana jest instalacja centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Do przygotowania ciepłej wody użytkowej pracują dwa podgrzewacze cwu typu WGJ-500-S o pojemności 500 litrów każdy firmy ELEKTROMET.

### **1.4. Opis rozwiązania**

W piwnicy budynku głównego LO, w pomieszczeniu pomp ciepła, zaprojektowano tryfunkcyjny kompaktowy węzeł cieplny dostarczający ciepło na potrzeby instalacji centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej LO oraz instalacji centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej Ekonomika.

#### **1.4.1. Węzeł cieplny**

Kompaktowy tryfunkcyjny węzeł cieplny zaprojektowano jak równoległy, który zostanie wyposażony w płytowe wymienniki ciepła lutowane. Węzeł pracować będzie w pełnej automatyce zapewniając bezobsługową pracę.

Węzeł cieplny będzie pracował na potrzeby:

- |  |          |
|--|----------|
| 1. centralnego ogrzewania LO             | 374,0 kW |
| 2. centralnego ogrzewania i cwu EKONOMIK | 379,0 kW |
| 3. ciepłej wody użytkowej LO             | 45,0 kW  |



Na dopływie do węzła kompaktowego (moduł przyłączeniowy) przewidziano zawór kulowy spawany, filtrowymulnik. Na odpływie z węzła kompaktowego przewidziano wstawkę pod licznik energii cieplnej, filtr kołnierzowy z siatką oraz zawór odcinający kulowy spawany.

#### Technologia centralnego ogrzewania

##### Instalacja centralnego ogrzewania LO

Czynnik grzewczy zasilat będzie rozdzielacz grzewczy z czterema obiegami grzewczymi zgodnie z rysunkiem rzutu pomieszczenia wymiennikowni ciepła.

Regulacja ilości ciepła dostarczanego z węzła ciepłego do instalacji grzewczej z funkcją ograniczenia temperatury wody sieciowej na wylocie z wymiennika.

##### Instalacja centralnego ogrzewania i cwu Ekonomik

Ciepło do budynków Zespołu Szkół Ekonomicznych rozprowadzane będzie istniejącą siecią preizolowaną c.o. niskich parametrów. Czynniki grzewcze zasilat będzie rozdzielacz grzewczy z trzema obiegami grzewczymi w pomieszczeniu rozdzielaczy grzewczych w Ekonomiku.

Regulacja ilości ciepła dostarczanego z węzła ciepłego do instalacji grzewczej z funkcją ograniczenia temperatury wody sieciowej na wylocie z wymiennika.

Po stronie wysokich parametrów na dopływie do wymiennika przewidziano zawór odcinający kulowy spawany. Na odpływie z wymiennika przewidziano zawór regulacyjny i ręczny zawór równoważący z nastawą wstępną (zawór balansowy).

Dostawa energii cieplnej regulowana będzie w funkcji temperatury wody instalacyjnej za pomocą zaworu regulacyjnego oraz czujników temperatury na zasilaniu i powrocie niskich parametrów.

Na odpływie z wymiennika po stronie niskich parametrów przewidziano zawory bezpieczeństwa, licznik energii cieplnej oraz zawór odcinający kulowy gwintowany, na dopływie do wymiennika (niski parametr) znajduje się zawór odcinający kulowy gwintowany, filtr kołnierzowy z siatką oraz pompa obiegowa z płynną regulacją obrotów. Na rurociągach zamontowanych jest szereg punktów pomiaru ciśnienia i temperatury, armatura odpowietrzająca i spustowa.

Rurociągi technologiczne kompaktowego węzła zaprojektowano z rur stalowych przewodowych bez szwu, czarnych wg PN-80/H-74219 łączonych przez spawanie.

Połączenia rurociągów układu grzewczego z armaturą kołnierzową za pomocą kołnierzy okrągłych przyspawanych, na ciśnienie nominalne zgodnie z ciśnieniem nominalnym armatury. Załamania tras tych rurociągów wykonać za pomocą łuków o promieniu gięcia 1,5xDN.

W najwyższych punktach wykonać odpowietrzenia, a w najniższych odwodnienia.

Wodę z armatury odpowietrzającej i odwadniającej sprowadzić 10cm nad posadzkę.

System grzewczy regulowany będzie regulatorem węzła.

Stabilizację ciśnienia w instalacji c.o. zapewnią przeponowe naczynia wzbiorcze.

Ubytki wody w instalacji c.o. uzupełniane będą automatycznie z rurociągu powrotnego instalacji wysokoparametrowej poprzez zawór odcinający kulowy spawany, filtr kołnierzowy z siatką, wstawkę pod wodomierz uzupełnienia do ciepłej wody, reduktor ciśnienia bezpośredniego działania, zawór elektromagnetyczny normalnie zamknięty, zawór zwrotny, kryzę i zawór odcinający gwintowany.



#### Technologia przygotowania ciepłej wody użytkowej LO

Wymiennik ciepła produkował będzie ciepłą wodę użytkową na potrzeby LO.

Stałowartościowa regulacja temperatury ciepłej wody użytkowej po stronie pierwotnej wymiennika.

Na dopływie do wymiennika c.w.u. przewidziano zawór odcinający kulowy spawany oraz regulator temperatury bezpośredniego działania. Na odpływie z wymiennika przewidziano zawór regulacyjny i ręczny zawór równoważący z nastawą wstępną (zawór balansowy).

Na odpływie z wymiennika po stronie niskich parametrów przewidziano stabilizator temperatury i zawór odcinający gwintowany, na dopływie - zawór odcinający gwintowany, filtr kołnierzowy z siatką, pompa cyrkulacyjna, zawór zwrotny, zawór odcinający gwintowany (przewód wody cyrkulacyjnej) oraz zawór odcinający gwintowany, filtr kołnierzowy z siatką, wodomierz, zawór zwrotny, reduktor, zawór odcinający gwintowany (przewód wody zimnej). Rurociągi technologiczne c.w.u. (wysoki parametr) kompaktowego wężła zaprojektowano z rur stalowych przewodowych bez szwu, czarnych wg PN-80/H-74219 łączonych przez spawanie.

Rurociągi c.w.u. w obrębie wężła, do stabilizatora c.w.u. i za stabilizatorem wykonać z rur stalowych obustronnie ocynkowanych ze szwem, gwintowanych wg PN-H-74200:1998.

#### Odprowadzenie wody z pomieszczenia wymiennikowni ciepła

Przewiduje się odprowadzenie wody ze spustów i rur wyrzutowych zaworów bezpieczeństwa do wpustów podłogowych, do studzienki schładzającej a następnie za pomocą pompy zatapialnej zabezpieczonej zaworem zwrotnym przed przepływem zwrotnym, odprowadzenie ścieków do istniejącej kanalizacji sanitarnej  $\Phi 110$  przewodem tłocznym prowadzonym pod stropem. Podłączenie wykonać od góry poprzez trójnik powyżej terenu.

#### Wentylacja pomieszczenia wymiennikowni ciepła

Należy wykonać wentylację pomieszczenia wymiennikowni ciepła:

- wymiana przewodu nawiewnego na nowy typu „Z” o powierzchni przekroju 40x30 cm, wlot 1,0m nad ziemią, wylot 0,3m nad posadzką pomieszczenia;
- wywiew przez istniejący przewód wywiewny z nową kratką wentylacyjną wywiewną o wymiarach 27x27cm.

### **1.4.2. Instalacja grzewcza**

#### **1.4.2.1. Rozdzielacze obiegów grzewczych LO**

Instalacja centralnego ogrzewania LO oddzielona będzie od projektowanego wężła cieplnego sprzęgłem hydraulicznym. Rozdzielacze instalacji grzewczej LO zostały zaprojektowane w pomieszczeniu wymiennikowni ciepła.

Instalacje podzielono na cztery niezależne obiegi grzewcze:

- |             |                    |                                     |
|-------------|--------------------|-------------------------------------|
| - obieg I   | Q = 42,0 kW        | instalacja c.o. LO segment B        |
| - obieg II  | Q = 129,0 kW       | instalacja c.o. LO segment A lewy   |
| - obieg III | Q = 116,0 kW       | instalacja c.o. LO segment A prawy  |
| - obieg IV  | <u>Q = 87,0 kW</u> | instalacja c.o. LO segmenty C, D, E |
|             | Q = 374,0 kW       |                                     |



Obiegi grzewcze wyposażone będą w mieszacz i pompę obiegową. Regulowanie pracą obiegów grzewczych przez regulator instalacji grzewczych i ciepłowniczych.

Stabilizację ciśnienia w instalacji c.o. zapewni przeponowe naczynie wzbiorcze w węźle cieplnym.

#### **1.4.2.2. Rozdzielacze obiegów grzewczych Ekonomik**

Instalacja grzewcza w budynku Ekonomika oddzielona będzie od projektowanego węzła cieplnego sprzęgłem hydraulicznym. Rozdzielacze instalacji grzewczej zostały zaprojektowane w pomieszczeniu rozdzielaczy, w piwnicy budynku sali gimnastycznej Ekonomika. Instalacje podzielono na trzy niezależne obiegi grzewcze:

- |             |                    |   |
|-------------|--------------------|---|
| - obieg I   | Q =154,0 kW        | instalacja c.o. budynek główny                  |
| - obieg II  | Q = 93,0 kW        | instalacja c.o. podgrzewacze cwu                |
| - obieg III | <u>Q =132,0 kW</u> | instalacja c.o. i wentylacji sali gimnastycznej |
|             | Q =379,0 kW        |   |

Obiegi grzewcze I i III wyposażone będą w mieszacz i pompę obiegową. Regulowanie pracą obiegów grzewczych przez regulator instalacji grzewczych i ciepłowniczych.

Stabilizację ciśnienia w instalacji grzewczej zapewni przeponowe naczynie wzbiorcze w węźle cieplnym.

#### **Wentylacja pomieszczenia rozdzielaczy**

Należy wykonać wentylację pomieszczenia: nawiew przewodem typu „Z” o powierzchni przekroju 25x25 cm; wywiew przez kratkę wentylacyjną wywiewną 21x27cm.

#### **1.4.3. Wytyczne montażu**

Przed przystąpieniem do prac związanych z budową węzła cieplnego należy zdemontować niezbędne urządzenia i rurociągi w pomieszczeniu projektowanej wymiennikowni ciepła.

Do montażu można przystąpić po zakończeniu podstawowych prac adaptacyjnych, obejmujących m. in. odmalowanie ścian, wykonanie wpustów i studzienki schładzającej, wykonanie posadzek, wykonanie instalacji elektrycznej i wykonanie wentylacji naturalnej.

Przy montażu węzła prefabrykowanego (kompaktowego) należy przestrzegać następujących zasad:

- przed montażem prefabrykowanego węzła ciepłowniczego (kompaktowego) należy przeprowadzić odbiór techniczny częściowy pomieszczenia wymiennikowni ciepła;
- węzeł ciepłowniczy prefabrykowany (kompaktowy) powinien być dostarczony przez producenta z protokołem odbioru częściowego;
- w przypadku konieczności częściowego demontażu węzła podczas transportu do pomieszczenia węzła, po ponownym jego montażu w pomieszczeniu należy wykonać częściowy jego odbiór w zakresie szczelności w stanie zimnym.

Montaż wymienników oraz innych urządzeń technologicznych należy prowadzić uwzględniając wytyczne dokumentacji techniczno-ruchowych dostarczanych przez poszczególnych producentów, z uwzględnieniem wymagań technicznych i gwarancyjnych.

Próby i odbiory należy przeprowadzić według obowiązujących norm i przepisów. Montaż rurociągów technologicznych należy wykonać zgodnie ze schematem technologicznym, trasy



rurociągów pokazano na rzucie pomieszczenia wymiennikowni ciepła. Trasy te zaprojektowano w taki sposób, aby zapewnić samokompensację wydłużeń cieplnych.

Rurociągi w węźle należy prowadzić przy ścianach lub przy stropie na wspornikach umieszczonych w ścianie lub stropie.

Rurociągi wody sieciowej i instalacyjnej należy prowadzić ze spadkami zapewniającymi ich odwodnienie i odpowietrzenie (przez zawory spustowe).

Na wszystkich rurociągach technologicznych izolowanych i nieizolowanych należy wykonać oznakowanie rozpoznawcze oraz zaznaczyć kierunki przepływu:

zasilanie wp	kolor ciemnoczerwony
powrót wp	kolor ciemnoniebieski
zasilanie np	kolor jasnoczerwony
powrót np	kolor jasnoniebieski
przewód wody zimnej	kolor zielony
przewód c.w.u.	kolor żółtozielony (pomarańczowy)
przewód cyrkulacji	kolor żółty

Pomiędzy zaworem bezpieczeństwa a zabezpieczanym urządzeniem nie wolno montować żadnej armatury odcinającej lub ograniczającej przepływ.

Konieczne podpory rurociągów wykonać zgodnie z BN-76/8860-01/01 typu D.

Dopuszcza się także podparcia i podwieszenie rurociągów wykonane wg rozwiązań wykonawcy zgodnych ze sztuką budowlaną, dostępnych jako systemowe na rynku handlowym.

Przejścia przewodów grzewczych przez ścianę wymiennikowni ciepła należy wykonać za pomocą rur konstrukcyjnych.

#### **1.4.4. Płukanie i próba ciśnieniowa**

Rurociągi płukać wodą wodociągową o ciśnieniu 0,6 MPa. Po przeprowadzeniu płukania i opróżnieniu rurociągów należy je tego samego dnia napęłnić wodą uzdatnioną.

Po przeprowadzeniu płukania instalacji węzła, przed zamontowaniem naczyńia przeponowego i zaworów bezpieczeństwa należy przeprowadzić próby ciśnieniowe:

2,1 MPa - po stronie wody sieciowej - 0,5 godziny

0,8 MPa - po stronie wody instalacyjnej c.o. - 0,5 godziny

Badania odbiorcze węzła ciepłowniczego powinny przebiegać wg metodyki badań określonej w normie PN-B-02423:1999 oraz w "Warunkach technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych. Zeszyt 1. Węzły ciepłownicze. ITB 2010".

#### **1.4.5. Zabezpieczenie antykorozyjne**

Wszystkie urządzenia niezabezpieczone fabrycznie oraz rurociągi, podparcia i zamocowania należy zabezpieczyć antykorozyjnie przez malowanie. Powierzchnie przeznaczone do malowania winny być przygotowane zgodnie z obowiązującą normą.

Przewidziano trójstopniowe oczyszczanie powierzchni przez:

- usuwanie nierówności,
- odtłuszczenie,
- oczyszczenie.



Elementy „gorące” malować farbą do gruntowania silikonową termoodporną do 160°C oraz dwukrotnie farbą nawierzchniową silikonową termoodporną do 160°C szaro srebrzystą. Elementy „zimne”, podparcia, zamocowania, malować dwukrotnie farbą podkładową przeciwrzdzewną, miniową a następnie dwukrotnie emalią ftalową nawierzchniową ogólnego stosowania. Nakładanie farby pędzlem, czas schnięcia każdej warstwy 48 godzin.

Nie wyklucza się zastosowania do malowania innych równorzędnych zestawów malarskich, spełniających wymagania ochrony antykorozyjnej.

#### **1.4.6. Izolacje cieplochronne**

Rurociągi strony sieciowej znajdujące się w pomieszczeniu izolować miękką pianką poliuretanową z płaszczem z folii PCV o współczynniku przewodności cieplnej 0,035-0,036W/mK, gęstości ok. 23 kg/m<sup>3</sup>, T<sub>max</sub>=135°C.

Rurociągi strony instalacyjnej (przewody instalacji c.o., ciepłej wody użytkowej, zimnej i cyrkulacji) izolować pianką polietylenową montowaną bezklipsowo o współczynniku przewodności cieplnej 0,038 W/mK, gęstości ok. 30 kg/m<sup>3</sup>, T<sub>max</sub>=100°C.

Montaż izolacji przez klejenie.

Grubość izolacji określono w poniższej tabeli:

Średnica rurociągu	Grubość izolacji termicznej zależności od temp. przesyłanego czynnika, mm			
	135°C	95°C	65°C	55°C
Ø 15	35	30	30	30
20	35	30	30	30
25	40	30	30	30
32	45	35	30	30
40	45	35	30	30
50	50	35	35	35
65	55	40	40	40
80	60	45	40	40
100	65	50	45	45
125	75	60	50	50

Przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o innym współczynniku przenikania ciepła należy odpowiednio skorygować grubość warstwy izolacyjnej.

Według normy PN-B-02421:2000 izolację cieplną należy stosować na całej powierzchni prostych odcinków, kształtek i połączeń przewodów.

Zakończenia izolacji winny być zabezpieczone przed zawilgoceniem. Izolacja powinna być wykonana w sposób zapewniający nierozprzestrzenianie się ognia.

#### **1.4.7. Wytyczne budowlano - instalacyjne**

Pomieszczenie wymiennikowni ciepła należy przygotować zgodnie z częścią budowlaną.

Pomieszczenie oraz jego podstawowe wyposażenie powinno odpowiadać wymaganiom normy PN-B-02423:1999.

Zakres prac budowlano - instalacyjnych do wykonania:

- Zamontować studzienkę schładzającą Ø800 mm głębokość 1,2m wykonaną z elementów prefabrykowanych. Studzienkę wyposażyć we właz żeliwny klasy A15;



- istniejący wpust podłogowy należy zaślepić.
- w pomieszczeniu wykonać trzy nowe wpusty podłogowe żeliwne i podłączyć do projektowanej studzienki schładzającej;
- w studzience schładzającej zamontować pompę zatapialną zabezpieczoną zaworem zwrotnym przed przepływem zwrotnym, odprowadzenie ścieków do istniejącej kanalizacji sanitarnej  $\Phi 200$  przewodem tłocznym prowadzonym po ścianie. Podłączenie wykonać od góry poprzez trójnik powyżej terenu;
- wykonać nową posadzkę;
- naprawić i uzupełnić tynki, po zamurowaniu wszystkich przebić po demontowanej instalacji;
- wykonać wentylację pomieszczenia wymiennikowni ciepła: wymiana przewodu nawiewnego na nowy typu „Z” o powierzchni przekroju 40x30 cm, wlot 1,0m nad ziemią, wylot 0,3m nad posadzką pomieszczenia, otwór wlotowy i wylotowy kanału wentylacji nawiewnej należy zabezpieczyć siatką metalową, wywiew przez istniejący przewód wywiewny z nową kratką wentylacyjną wywiewną o wymiarach 27x27cm;
- wykonać wentylację pomieszczenia rozdzielaczy w Ekonomiku: przewód nawiewny typu „Z” o powierzchni przekroju 25x25 cm, wylot 0,3m nad posadzką pomieszczenia, otwór wlotowy i wylotowy kanału wentylacji nawiewnej należy zabezpieczyć siatką metalową, wywiew przez istniejący przewód wywiewny z nową kratką wentylacyjną wywiewną o wymiarach 21x27cm;
- ściany powyżej 1,60 m i sufity pomalować w kolorach jasnych farbą akrylową szorowaną. Ściany do wysokości 1,60 m pomalować farbą olejną. Malowanie wykonać zgodnie z zaleceniem producenta farby; min. 2x.
- z istniejącego przyłącza zimnej wody, doprowadzić zimną wodę zasilającą kompaktowy węzeł cieplny oraz zawór czerpalny z końcówką do węża. Przewód wody zimnej wykonać z rur polipropylenowych PN10, łączonych przy pomocy kształtek systemowych poprzez zgrzewanie i izolować otulinami z pianki polietylenowej grubości min. 10 mm (montaż izolacji przez klejenie). Uchwyty i inne mostki należy zaizolować, kolan PP ze względu na grubszą ściankę nie izolować. Na pionowym odcinku przewodu zasilającym zawór czerpalny zamontować zawór kulowy odcinający oraz wodomierz.

#### **1.4.8. Wytyczne elektryczne**

Instalację elektryczną wymiennikowni ciepła wykonać zgodnie z częścią elektryczną.

Sterownik swobodnie programowalny będzie wykonywał program:

- sterowaną pogodowo regulację jakościową instalacji c.o. LO;
- sterowaną pogodowo regulację jakościową instalacji c.o. i cwu Ekonomik;
- osłabienie ogrzewania budynków programowane w cyklu dobowym i tygodniowym;
- prowadzenie stałowartościowej regulacji temperatury cwu LO.



Automatyka obejmuje:

- czujnik temperatury zewnętrzny
- czujniki temperatury zasilanie po stronie parametrów niskich
- czujniki temperatury powrotu po stronie parametrów niskich
- czujniki ciśnień przed i za pompą
- siłowniki zaworów regulacyjnych
- sygnały kontrolno-sterujące pompami

#### **1.4.9. Zagadnienia bhp i p. poż.**

Rozwiązania projektowe przyjęte w niniejszym opracowaniu odpowiadają wymaganiom przepisów o bezpieczeństwie i higienie pracy. Wszystkie urządzenia ciśnieniowe podlegające przepisom dozoru technicznego przed rozruchem instalacji muszą zostać odebrane przez uprawnionego inspektora UDT. Wymiennikownia pracować będzie w systemie bezobsługowym, wyposażona w regulator pogodowy nadzorujący jej pracę. Projektując wymiennikownię przewidziano wykonanie odpowiednio szerokich przejść, umożliwiających dobry dostęp do poszczególnych urządzeń i armatury. Wszystkie urządzenia o temperaturze powierzchni ponad 55°C posiadać będą izolację ciepłochronną. Pomieszczenie wymiennikowni należy wyposażyć w wentylację grawitacyjną nawiewno-wyiewną, zapewniającą przewietrzanie pomieszczenia. Pracownicy dozoru pracy węzła cieplnego powinni posiadać niezbędne kwalifikacje i uprawnienia do obsługi węzłów cieplnych. Użytkowanie węzła odbywać się będzie zgodnie z zasadami podanymi w szczegółowej instrukcji obsługi i eksploatacji, która musi zostać opracowana i przekazana użytkownikowi przed uruchomieniem instalacji.

#### **1.5. Demontaż kotłowni i układu pomp ciepła**

**Wykaz robót demontażowych istniejących instalacji sanitarnych:**

- demontaż trzech kotłów węglowych, czterech pomp ciepła wraz z armaturą, okablowaniem i regulatorem;
- demontaż zbiornika buforowego, zasobnika cwu z armaturą,
- demontaż przewodów spalinowych od kotłów do komina;
- demontaż izolacji termicznej na przewodach;
- demontaż rozdzielaczy obiegu kotłowego, obiegu grzewczego wraz z armaturą;
- demontaż pomp obiegowych c.o., zaworów mieszających;
- demontaż rurociągów grzewczych wraz z armaturą od kotła do rozdzielaczy zasilających
- demontaż otwartego naczynia wzbiorczego, rur wzbiorczych, rur bezpieczeństwa;
- demontaż istniejącej instalacji zimnej wody do uzupełniania zładu;
- demontaż istniejącego kanału nawiewnego „Z”;
- demontaż przewodów dolnego źródła ciepła HDPE  $\varnothing 50 \times 4,6$  mm. Przewody po odcięciu przy ścianie zewnętrznej zamknąć zaślepką zgrzewaną doczołowo.

#### **Uwaga!**

*Przed przystąpieniem do robót demontażowych należy spuścić czynnik grzewczy z instalacji. Zdemontowany złom stanowi własność Inwestora.*



### **1.6. Uwagi końcowe**

- Instalacje kompaktowego węzła cieplnego należy realizować na podstawie niniejszej dokumentacji technicznej, przy zapewnieniu współpracy z projektantem w ramach nadzoru autorskiego.
- Rozruch węzła cieplnego powinna przeprowadzić specjalnie do tego celu powołana grupa rozruchowa, w skład której powinni wejść specjaliści z wszystkich branż objętych rozruchem.
- Przy zakupie urządzeń i materiałów należy żądać od dostawców niezbędnych atestów, dopuszczeń, paszportów, aprobat technicznych oraz instrukcji obsługi.
- Wszystkie materiały użyte do wykonania zamówienia muszą być **GATUNKU I**.
- Do zgłoszenia urządzeń podlegających odbiorowi przez Inspektorat Dozoru Technicznego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 9 lipca 2003 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie eksploatacji niektórych urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. 2003 nr 135 poz. 1269), należy dołączyć wymagane przepisami dokumenty i załączniki.
- Należy opracować i dostarczyć inwestorowi instrukcję eksploatacji węzła.
- W pomieszczeniu węzła w miejscu widocznym i łatwo dostępnym należy wywiesić schemat technologiczny. Schemat technologiczny powinien być w antyramie.
- Wszystkie zmiany wynikłe w trakcie realizacji projektu należy uzgodnić z projektantem.
- Wszystkie roboty montażowe wykonać zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych", tom II. - "Instalacje sanitarne i przemysłowe", oraz wytycznymi i zaleceniami producentów urządzeń. Podczas wykonywania robót montażowych bacznie uważać, aby nie spowodować pożaru. Wszystkie prace winni wykonywać pracownicy przeszkoleni z zakresu przepisów BHP i ochrony p/poż.
- Wszystkie protokoły odbiorów powinny znajdować się po zakończeniu robót w dokumentacji budynku.
- Niniejszy projekt wykonano zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.

Za kompletne opracowanie należy przyjąć wszystko, co zostało narysowane, opisane, objęte zestawieniem materiałowym, wyspecyfikowane oraz nieobjęte, a konieczne do prawidłowego wykonania instalacji oraz prawidłowego funkcjonowania systemu.

**UWAGA:** Przed wykonaniem kompaktowego węzła cieplnego należy skontaktować się z PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A. w sprawie ustalenia długości montażowej i średnicy króćców licznika ciepła oraz wodomierza uzupełnienia zładu.



## **2. OBLICZENIA WĘZŁA CIEPLNEGO**

### **2.1. DANE DO OBLICZEŃ**

1. Parametry obliczeniowe sieci LATO	zasilanie	$T_{ZL}$	70	°C
	powrót	$T_{PL}$	35	°C
2. Parametry obliczeniowe sieci ZIMA	zasilanie	$T_{ZZ}$	125	°C
	powrót	$T_{PZ}$	70	°C
3. Ciśnienie dyspozycyjne w sieci		$P_{dysp.}$	100	kPa
4. Ciśnienie nominalne wody sieciowej		$P_{MAX}$	1,6	MPa
5. Parametry temp. instalacji c.o.	zasilanie	$T_{z\ CO}$	80	°C
	powrót	$T_{p\ CO}$	60	°C
6. Parametry temp. instalacji c.w.u.	zasilanie	$T_{CW}$	60	°C
	powrót	$T_{ZW}$	10	°C
7. Zapotrzebowanie ciepła - instalacja c.o. LO		$Q_{c.o. LO}$	374	kW
8. Zapotrzebowanie ciepła - instalacja c.o. EKONOMIK		$Q_{c.o. Ekon.}$	379	kW
9. Zapotrzebowanie ciepła - instalacja cwu LO		$Q_{cwu}$	45	kW
10. Opory instalacji	instalacja c.o. LO	$H_{co LO}$	40,00	kPa
		$H_{co}$		
	instalacja c.o. Ekonomik	$H_{Ekonomik}$	50,00	kPa
	ciepła woda użytkowa	$H_{cwu LO}$	40,00	kPa
	instalacja c.o. LO	$P_{MAX\ co LO}$	0,40	MPa
		$P_{MAX\ co}$		
11. Ciśnienie dopuszczalne w instalacji	instalacja c.o. Ekonomik	$P_{Ekon}$	0,40	MPa
		$P_{MAXcwu}$		
	ciepła woda użytkowa	$P_{LO}$	0,60	MPa
	instalacja c.o. LO	$P_{stat\ co LO}$	1,25	bar
12. Ciśnienie statyczne )*		$P_{stat\ co}$		
	instalacja c.o. Ekonomik	$P_{Ekon}$	1,20	bar

\* - ciśnienie statyczne LO - piwnica + 2 kondygnacji \* 3,5m + 2,0 (ostatnia kondygnacja) = 12,5 m

\* - ciśnienie statyczne Ekonomik - piwnica + 2 kondygnacji \* 3,5m + 2,0 (ostatnia kondygnacja) = 12,0m



## 2.2. OBLICZENIA PRZEPŁYWÓW

### Przepływy - strona sieciowa

przepływ wody sieciowej - instalacja c.o. LO	$G_{s\text{ went}}$	1,53 kg/s	5,74 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - instalacja c.o. Ekonomik	$G_{s\text{ cwz}}$	1,55 kg/s	5,82 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej cwu LO - zima	$G_{s\text{ tech z}}$	0,18 kg/s	0,69 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej cwu LO - lato	$G_{s\text{ tech l}}$	0,28 kg/s	1,02 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - zima	$G_{mscz}$	3,27 kg/s	12,25 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - lato	$G_{mscl}$	0,28 kg/s	1,02 m <sup>3</sup> /h

### Przepływy - strona instalacyjna

przepływ wody instalacyjnej c.o. LO	$G_{i\text{ c.o. LO}}$	4,47 kg/s	16,47 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody instalacyjnej c.o. Ekonomik	$G_{i\text{ co Ekon}}$	4,53 kg/s	16,69 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody instalacyjnej cwu LO	$G_{i\text{ cwu}}$	0,22 kg/s	0,78 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody cyrkulacyjnej LO      0,3* $G_{icw}$	$G_{icyr}$	0,06 kg/s	0,23 m <sup>3</sup> /h

## 2.3. DOBÓR ŚREDNIC PRZYŁĄCZY

Średnica przyłącza - instalacja c.o. LO (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	50 mm
	prędkość przepływu	0,69 m/s
Średnica przyłącza - instalacja c.o. Ekonomik (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	50 mm
	prędkość przepływu	0,72 m/s
Średnica przyłącza - instalacja cwu LO (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	25 mm
	prędkość przepływu	0,51 m/s
Średnica przyłącza msc (strona sieciowa)	przyjęto dn rury	80 mm
	prędkość przepływu	0,67 m/s
Średnica przyłącza - instalacja c.o. LO (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	80 mm
	prędkość przepływu	0,91 m/s
Średnica przyłącza - instalacja c.o. Ekonomik (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	80 mm
	prędkość przepływu	0,92 m/s
Średnica przyłącza - instalacja cwu LO (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	25 mm
	prędkość przepływu	0,41 m/s
Średnica przyłącza cyrkulacji (strona instalacyjna)	przyjęto dn rury	25 mm
	prędkość przepływu	0,11 m/s



## **2.4. DOBÓR LICZNIKA ENERGII CIEPLNEJ**

### **Licznik główny**

przepływ wody sieciowej - zima		12,25 m <sup>3</sup> /h
przepływ wody sieciowej - lato		1,02 m <sup>3</sup> /h
<b>przepływ nominalny przepływomierza</b>	<b>Qn</b>	<b>15,00 m<sup>3</sup>/h</b>
spadek ciśnienia dla Qn		14,00 kPa
obliczeniowy spadek ciśnienia na przepływomierzu - zima		8,00 kPa
obliczeniowy spadek ciśnienia na przepływomierzu - lato		1,00 kPa

Dobrano przetwornik przepływu dn50, 15m<sup>3</sup>/h, L=270

Przyjęty licznik ciepła został dobrany na potrzeby obliczenia oporów wężła.

Zgodnie z warunkami TDD/35/2019 przyłączenia do sieci ciepłowniczej wężła ciepłego z dnia 28.03.2019r. wydanymi przez PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.

Układ pomiarowo - rozliczeniowy zużycia ciepła dostarcza i montuje PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.

**UWAGA:** Przed wykonaniem kompaktowego wężła ciepłego należy skontaktować się z PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A. w sprawie ustalenia długości montażowej i średnicy króćców licznika ciepła oraz wodomierza uzupełnienia.



## **2.5. INSTALACJA C.O. LO**

### **2.5.1. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA**

Obliczeniowa moc wymiennika ciepła 374 kW

Do doboru wymiennika	$T_{ZZ}/T_{PZ}$	125/70 °C
	$t_z/t_p$	80/60 °C
Przepływ - strona sieciowa		5,74 m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna		16,47 m <sup>3</sup> /h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 7,14m<sup>2</sup>.

#### **Zestawienie oporów wymiennika**

	<b>Opory wymiennika</b>	<b>Przepływ</b>
Strona sieciowa	Hr co LO 3,00 kPa	5,74 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna	Hp co LO 18,00 kPa	16,47 m <sup>3</sup> /h

### **2.5.2. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ**

Przepływ wody instalacyjnej	Gi co LO	16,47 m <sup>3</sup> /h
opory instalacji c.o. LO	Hwi	40,00 kPa
opór wymiennika ciepła - strona instalacyjna	Hp co LO	18,00 kPa
przyjęty opór na filtry	Hf	3,00 kPa
opory miejscowe	Hwi	2,00 kPa
wysokość podnoszenia		63,00 kPa
wydatek pompy $V_p = 1,15 \cdot G_{ico LO}$	Vp	18,9 m <sup>3</sup> /h
wysokość podnoszenia	Hp	6,3 mH <sub>2</sub> O

Dobrano pompę obiegową c.o. o wydajności 18,9 m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 6,3 m.



### 2.5.3. PRZEPONOWE NACZYNIE WZBIORCZE WG PN-B-02414:1999

#### - INSTALACJA C.O. LO

##### Parametry instalacji grzewczej

zapotrzebowanie ciepła	Q <sub>co</sub>	374,0 kW
pojemność instalacji	V	5,61 m <sup>3</sup>
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej na zasilaniu	t <sub>z</sub>	80 °C
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej na powrocie	t <sub>p</sub>	60 °C
ciśnienie statyczne instalacji	p <sub>stat.</sub>	1,25 bar
ilość naczyń	n	1 szt.

#### 1. Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorcym przeponowym min. 1,0 bar

$$p = p_{\text{stat}} + p_{\text{nad}} = 1,45 \text{ bar}$$

p<sub>nad</sub> - nadwyżka ciśnienia w naczyniu wzbiorcym, zalecane min 0,2 bara

Przyjęto p 1,45 bar

#### 2. Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu

p<sub>max</sub> 4,0 bar

#### 3. Pojemność użytkowa naczynia

gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej t <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	999,7 kg / m <sup>3</sup>
temperatura początkowa	t <sub>1</sub>	10 °C
przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej	Dv	0,0287 dm <sup>3</sup> /kg

Minimalna pojemność użytkowa naczynia wzbiorczy przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_u = V * r_1 * Dv / n \quad V_u \quad 161,0 \text{ dm}^3$$

#### 4. Pojemność całkowita naczynia

Minimalna pojemność całkowita naczynia wzbiorczy przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_n = V_u * ((p_{\text{max}} + 1) / (p_{\text{max}} - p)) \quad V_n \quad 315,6 \text{ dm}^3$$

Dla powyższych parametrów dobrano naczynie wzbiorcze o poj. 400 litrów 1 szt.

#### 5. Rura wzbiorcza

Minimalna średnica wewnętrzna rury wzbiorczej (nie mniej niż 20 mm):

$$d = 0,7 * (V_u)^{0,5} \quad d \quad 8,9 \text{ mm}$$

$$d_{\text{min}} \quad 25 \text{ mm}$$

Dobrano naczynie wzbiorcze o pojemności 400 litrów, średnicy wewnętrznej rury wzbiorczej d<sub>min</sub>=25,0 mm.



#### **2.5.4. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI GRZEWczej - INSTALACJA C.O. LO**

##### **2.5.4.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI WG PN-B-02414:1999**

###### **Dobrano zawór bezpieczeństwa**

Średnica nominalna	dn	32	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	27	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	4,0	bar
Współ. wypływu dla cieczy	ac <sub>rzecz.</sub>	0,25	

###### **Masowa przepustowość zaworu**

$$M = 447,3 \cdot b \cdot A \cdot [(p_2 - p_1) \cdot g]^{0,5}$$

p <sub>2</sub>	16,0 bar	- ciśnienie dopuszczalne wody sieciowej
p <sub>1</sub>	4,0 bar	- ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnień (jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> >5 to b=2, jeżeli p <sub>2</sub> -p <sub>1</sub> ≤5 to b=1)
A	0,00005 m <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju płyty wymiennika
M	4,75 kg/s	- masowa przepustowość zaworu

Dobrano	2 szt.	zawory bezpieczeństwa
<b>G</b>	<b>2,37 kg/s</b>	- masowa przepustowość pojedynczego zaworu przy zastosowaniu 1 zaworu bezpieczeństwa

###### **Średnica wlotu zaworu**

$$d_{o \min} = 54 \cdot [G / (ac \cdot (p_1 \cdot g)^{0,5})]^{0,5}$$

G	2,37 kg/s	- masowa przepustowość zaworu
ac	0,225	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu ac = 0,9* ac <sub>rzecz.</sub>
g	939 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	4 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.o.
<b>d<sub>o min</sub></b>	<b>22,41 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>omin</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-B-02414.



#### **2.5.4.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI WG UDT**

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

##### **1. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

###### **1) ze względu na moc wymiennika**

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	374 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2099,32 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa (ciśnieniu zrzutowym)

$$m_1 = 641,35 \text{ kg/h}$$

###### **2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika**

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	współczynnik wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	powierzchnia przekroju płyty wymiennika
$p_1$	1,6 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p_2'$	0,4 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,44 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	859,6 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$

$$m_2 = 7941,73 \text{ kg/h}$$

###### **3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 8583,08 \text{ kg/h}$$

##### **2. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa**

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

###### **1) Udział pary w mieszance parowo-wodnej**

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2099,32 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2 =$	0,125	



## **2) Powierzchnia wypływu pary**

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48	-	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532	-	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0	-	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,44	MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	779,113	mm <sup>2</sup>	

## **3) Powierzchnia wypływu wody**

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * p_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25	-	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,44	MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0	MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	917,05	kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$
$A_w$	297,26	mm <sup>2</sup>	

## **4) Sumaryczna powierzchnia wypływu**

$$A = A_p + A_w = 1076,37 \text{ mm}^2$$

## **5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa**

$$d_o = (4 * A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n$	2	-	przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa
$d_o$	26,18	mm	

## **3. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa**

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	2	-	ilość
$p$	0,4	MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$d_n$	32	mm	średnica nominalna
$d$	27	mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### **UWAGA:**

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowanie wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.



### **2.5.5. Dobór zaworu bezpieczeństwa przy uzupełnianiu zładu**

#### **1) Dobór reduktora ciśnienia**

Dobrano regulator bezpośredniego działania (reduktor ciśnienia) 2-6 bar dn15

$$kvs = 3,2 \text{ m}^3/\text{h} = 3110,4 \text{ kg/h}$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

#### **2) Wewnętrzna powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa**

##### **a) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej**

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
$r$	2099,32 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2$	0,125	

##### **b) Powierzchnia wypływu pary**

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,532	- współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0	- współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,44 MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	282,34 mm <sup>2</sup>	

##### **c) Powierzchnia wypływu wody**

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,44 MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0 MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	972 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$

$$A_w = 104,63 \text{ mm}^2$$

##### **d) Sumaryczna powierzchnia wypływu**

$$A = A_p + A_w = 386,97 \text{ mm}^2$$

#### **3) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa**

$$d_o = (4 * A) / \pi)^{0,5}$$

$$d_o = 22,20 \text{ mm}$$

#### **4) Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa**

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	1	- ilość
$p$	0,40 MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$dn$	32 mm	średnica nominalna
$d$	27 mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęty zawór bezpieczeństwa spełnia warunki UDT.



## **2.6. INSTALACJA C.O. EKONOMIK**

### **2.6.1. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA**

Obliczeniowa moc wymiennika c.o.	Qcomax	379	kW
	T <sub>zz</sub> /T <sub>pz</sub>	125/70	°C
	T <sub>zL</sub> /T <sub>pL</sub>	80/60	°C
Przepływ - strona sieciowa		5,82	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna		16,69	m <sup>3</sup> /h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 8,19m<sup>2</sup>.

#### **Zestawienie oporów wymiennika**

	<b>Opory wymiennika</b>	<b>Przepływ</b>
Strona sieciowa	Hrcw 2,00 kPa	5,82 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna	Hpcw 15,00 kPa	16,69 m <sup>3</sup> /h

### **2.6.2. DOBÓR POMPY OBIEGOWEJ C.O.**

Przepływ wody instalacyjnej cwu	G <sub>ico Ekon.</sub>	16,69	m <sup>3</sup> /h
opór instalacji c.o.	Hcw	50,00	kPa
opór wymiennika c.o. - strona instalacyjna	Hpcw	15,00	kPa
przyjęty opór na filtrze	Hf	3,00	kPa
opory miejscowe	Hwi	2,00	kPa
wysokość podnoszenia		<u>70,00</u>	<u>kPa</u>
wydatek pompy V <sub>p</sub> = 1,15 * G <sub>ico Ekon.</sub>	V <sub>p</sub>	19,2	m <sup>3</sup> /h
wysokość podnoszenia	H <sub>p</sub>	7,0	mH <sub>2</sub> O

Dobrano pompę obiegową c.o. o wydajności 19,2m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 7,0m.



### **2.6.3. PRZEPONOWE NACZYNIĘ WZBIORCZE WG PN-B-02414:1999 - INSTALACJA C.O. EKONOMIK**

#### **Parametry instalacji grzewczej**

zapotrzebowanie ciepła	Q <sub>co</sub>	379,0 kW
pojemność instalacji	V	3,95 m <sup>3</sup>
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej na zasilaniu	t <sub>z</sub>	80 °C
obliczeniowa temperatura wody instalacyjnej na powrocie	t <sub>p</sub>	60 °C
ciśnienie statyczne instalacji	p <sub>stat.</sub>	1,20 bar
ilość naczyń	n	1 szt.

#### **1. Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorcym przeponowym min. 1,0 bar**

$$p = p_{\text{stat}} + p_{\text{nad}} = 1,4 \text{ bar}$$

p<sub>nad</sub> - nadwyżka ciśnienia w naczyniu wzbiorcym, zalecane min 0,2 bara

Przyjęto p 1,40 bar

#### **2. Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu**

p<sub>max</sub> 4,0 bar

#### **3. Pojemność użytkowa naczynia**

gęstość wody instalacyjnej w temperaturze początkowej t <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>	999,7 kg / m <sup>3</sup>
temperatura początkowa	t <sub>1</sub>	10 °C
przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej dla t <sub>z1</sub>	Dv	0,0287 dm <sup>3</sup> /kg

Minimalna pojemność użytkowa naczynia wzbiorczy przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_u = V * r_1 * Dv / n \quad V_u \quad 113,2 \text{ dm}^3$$

#### **4. Pojemność całkowita naczynia**

Minimalna pojemność całkowita naczynia wzbiorczy przeponowego wyznaczona wg wzoru:

$$V_n = V_u * ((p_{\text{max}} + 1) / (p_{\text{max}} - p)) \quad V_n \quad 217,7 \text{ dm}^3$$

Dla powyższych parametrów dobrano naczynie wzbiorcze o poj. 250 litrów 1 szt.

#### **5. Rura wzbiorcza**

**Minimalna średnica wewnętrzna rury wzbiorczej (nie mniej niż 20 mm):**

$$d = 0,7 * (V_u)^{0,5} \quad \begin{array}{ll} d & 7,4 \text{ mm} \\ d_{\text{min}} & 25 \text{ mm} \end{array}$$

**Dobrano naczynie wzbiorcze o pojemności 250 litrów, średnicy wewnętrznej rury wzbiorczej d<sub>min</sub>=25,0 mm.**



## **2.6.4. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CO - INSTALACJA C.O. EKONOMIK**

### **2.6.4.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CO WG PN-76/B-02440**

#### **Dobrano zawór bezpieczeństwa**

Średnica nominalna	dn	32	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	27	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	6	bar
wsp. wypływu dla gazu	a	0,48	
ac dla dobranego zaworu	ac=0,35*a	0,168	
wsp. wypływu wody grzejnej	ac1	1	

#### **Masowa przepustowość zaworu**

$$G=1,59 * ac1 * b * F * [(p_3-p_1) * \gamma_1] ^{0,5}$$

p <sub>3</sub>	16,0 bar	- ciśnienie czynnika grzejącego na zasilaniu
p <sub>1</sub>	6,0 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.
γ <sub>1</sub>	986 kg/m <sup>3</sup>	- ciężar objętościowy wody grzejnej przy najwyższej występującej na zasilaniu temp. tej wody
ac1	1	- współ. wypływowy wody grzejnej dla pękniętej rury grzejnej
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnienia czynnika grzejącego i ciśnienia dopuszczalnego dla podgrzewacza
F	50 mm <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju poprzecznego płyty wymiennika
<b>G</b>	<b>15788,3 kg/s</b>	- masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa

#### **Średnica wlotu zaworu**

$$d_{o\ min} = [4G_1 / 3,14 * 1,59 * ac * ((1,1p_1-p_2)*\gamma_1)^{0,5}] ^{0,5}$$

G <sub>1</sub>	7894,15 kg/s	- masowa przepustowość jednego zaworu
ac	0,168	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu
γ <sub>1</sub>	986 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	6 MPa	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.
p <sub>2</sub>	0 MPa	- ciśnienie na wylocie z zaworu
<b>d<sub>o\ min</sub></b>	<b>21,60 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>omin</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-76/B-02440.



#### **2.6.4.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CO WG UDT**

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

##### **1. Podstawowe dane obliczeniowe:**

Największa trwała moc wymiennika	N =	379 kW
Ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej (sieciowej)	$p_1 =$	1,60 MPa
Ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej	$p'_2 =$	0,40 MPa
Ciśnienie zrzutowe ( $b_1=10\%$ )	$p_2 =$	0,44 MPa
Temperatura czynnika grzejnego na zasilaniu	$T_1 =$	125 °C
Temperatura czynnika grzejnego na powrocie	$T_2 =$	70 °C

##### **2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

###### **1) ze względu na moc wymiennika**

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	379 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2099,32 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$m_1 =$	649,92 kg/h	

###### **2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika**

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	Współ. wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju poprzecznego płyty wymiennika
$p_1$	1,6 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p'_2$	0,40 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,44 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	859,6 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$
$m_2 =$	7941,73 kg/h	

###### **3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 8591,66 \text{ kg/h}$$

##### **3. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa**

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

###### **1) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej**

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	681 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2099,32 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2 =$	0,125	



## 2) Powierzchnia wypływu pary

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48	-	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,522	-	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0	-	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,44	MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	794,83	mm <sup>2</sup>	

## 3) Powierzchnia wypływu wody

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * p_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25	-	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,44	MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0	MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	899,85	kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$
$A_w$	300,39	mm <sup>2</sup>	

## 4) Sumaryczna powierzchnia wypływu

$$A = A_p + A_w = 1095,22 \text{ mm}^2$$

## 5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa

$$d_o = (4 * A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n = 2$  - przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa

$$d_o = 26,41 \text{ mm}$$

## 4. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$	2	-	ilość
$p$	0,6	MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$d_n$	32	mm	średnica nominalna
$d$	27	mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### UWAGA:

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowanie wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.



## **2.6.5. Dobór zaworu bezpieczeństwa przy uzupełnianiu zładu**

### **1) Dobór reduktora ciśnienia**

Dobrano regulator bezpośredniego działania (reduktor ciśnienia) 2-6 bar dn15

$$kvs = 3,2 \text{ m}^3/\text{h} = 3110,4 \text{ kg/h}$$

Przyjęto zawór bezpieczeństwa dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$  0,48 współczynnik wypływu dla par i gazów

$\alpha_c$  0,25 współczynnik wypływu dla cieczy

### **2) Wewnętrzna powierzchnia przekroju kanału dopływowego zaworu bezpieczeństwa**

#### **a) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej**

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$  681 kJ/kg entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu  $p_1$

$i_2$  418 kJ/kg entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa

$r$  2099,32 kJ/kg ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa

$$x_2 = 0,125$$

#### **b) Powierzchnia wypływu pary**

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$  0,48 - dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa

$K_1$  0,532 - współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa

$K_2$  1,0 - współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa

$p_1$  0,44 MPa ciśnienie zrzutowe

$$A_p = 282,34 \text{ mm}^2$$

#### **c) Powierzchnia wypływu wody**

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * \rho_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$  0,25 - dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa

$p_1$  0,44 MPa ciśnienie zrzutowe

$p_2$  0 MPa ciśnienie odpływowe

$\rho_1$  972 kg/m<sup>3</sup> gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu  $p_1$  i temperaturze  $T_1$

$$A_w = 104,63 \text{ mm}^2$$

#### **d) Sumaryczna powierzchnia wypływu**

$$A = A_p + A_w = 386,97 \text{ mm}^2$$

### **3) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa**

$$d_o = (4 * A) / \pi^{0,5}$$

$$d_o = 22,20 \text{ mm}$$

### **4) Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa**

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

$n$  1 - ilość

$p$  0,40 MPa wartość ciśnienia początku otwarcia

$dn$  32 mm średnica nominalna

$d$  27 mm wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęty zawór bezpieczeństwa spełnia warunki UDT.



## **2.7. INSTALACJA CWU LO**

### **2.7.1. DOBÓR WYMIENNIKA CIEPŁA**

Obliczeniowa moc wymiennika ciepła		45,0	kW
Do doboru wymiennika	$T_{ZZ}/T_{PZ}$	125/70	°C
	$T_{ZL}/T_{PL}$	70/35	°C
	$T_{CW}/T_{ZW}$	60/10	°C
Przepływ - strona sieciowa - zima		0,69	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona sieciowa - lato		1,02	m <sup>3</sup> /h
Przepływ - strona instalacyjna		0,78	m <sup>3</sup> /h

Dla powyższych parametrów dobrano płytowy wymiennik ciepła o powierzchni grzewczej 0,39m<sup>2</sup>.

#### **Zestawienie oporów wymiennika**

	<b>Opory wymiennika</b>	<b>Przepływ</b>
Strona sieciowa - zima	$H_{rBZ}$ 16,00 kPa	0,69 m <sup>3</sup> /h
Strona sieciowa - lato	$H_{rBL}$ 6,12 kPa	1,02 m <sup>3</sup> /h
Strona instalacyjna	$H_{pBZ}$ 7,00 kPa	0,78 m <sup>3</sup> /h

### **2.7.2. DOBÓR POMPY CYRKULACYJNEJ**

Przepływ wody cyrkulacyjnej	$G_{cyr}$	0,23 m <sup>3</sup> /h
opory instalacji cwu	$H_{inst}$	40,00 kPa
opór wymiennika ciepła - strona instalacyjna	$H_p$	7,00 kPa
przyjęty opór na filtrze	$H_f$	1,00 kPa
opory miejscowe	$H_{wi}$	1,00 kPa
wysokość podnoszenia		49,00 kPa
wydatek pompy $V_p = 1,15 \cdot G_{ico}$	$V_p$	0,27 m <sup>3</sup> /h
wysokość podnoszenia	$H_p$	4,9 mH <sub>2</sub> O

Dobrano pompę cyrkulacyjną cwu o wydajności 0,27m<sup>3</sup>/h i wysokości podnoszenia 4,9m.



### 2.7.3. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CWU

#### 2.7.3.1. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CWU WG PN-76/B-02440

##### Dobrano zawór bezpieczeństwa

Średnica nominalna	dn	32	mm
Ilość zaworów		2	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d <sub>o</sub>	27	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p <sub>o</sub>	6,00	bar
wsp. wypływu dla par i gazów	a	0,48	
ac dla dobranego zaworu	ac=0,35*a	0,168	
wsp. wypływu wody grzejnej	ac1	1	

##### Masowa przepustowość zaworu

$$G=1,59 * ac1 * b * F * [(p_3-p_1) * y1] ^{0,5}$$

p <sub>3</sub>	16 bar	- ciśnienie czynnika grzejnego na zasilaniu
p <sub>1</sub>	6,00 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.
y <sub>1</sub>	983 kg/m <sup>3</sup>	- ciężar objętościowy wody grzejnej przy najwyższej występującej na zasilaniu temp. tej wody
ac1	1	- współ. wypływowy wody grzejnej dla pękniętej rury grzejnej
b	2	- współ. zależny od różnicy ciśnienia czynnika grzejnego i ciśnienia dopuszczalnego dla podgrzewacza
F	50 mm <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju poprzecznego płyty wymiennika
<b>G</b>	<b>15764,3 kg/s</b>	- masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa

##### Średnica wlotu zaworu

$$d_{o \min} = [4G_1 / 3,14 * 1,59 * ac * ((1,1p_1-p_2)*y1)^{0,5}] ^{0,5}$$

G <sub>1</sub>	7882,14 kg/s	- masowa przepustowość jednego zaworu
ac	0,168	- dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu
y <sub>1</sub>	983 kg/m <sup>3</sup>	- gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.
p <sub>1</sub>	6,00 bar	- ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.
p <sub>2</sub>	0 bar	- ciśnienie na wylocie z zaworu
<b>d<sub>o min</sub></b>	<b>21,60 mm</b>	- średnica wlotu zaworu

Warunek d<sub>o</sub> > d<sub>omin</sub> jest spełniony.

Dobre zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy PN-76/B-02440.



### 2.7.3.2. ZABEZPIECZENIE INSTALACJI CWU WG UDT

Dobór zaworu bezp. przeprowadzono zgodnie z normami i przepisami Urzędu Dozoru Technicznego:

- WUDT-UC-KW/04
- WUDT-UC-WO-A/01
- WUDT-UC-ZS/E

#### 1. Podstawowe dane obliczeniowe:

Największa trwała moc wymiennika	N =	45 kW
Ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej (sieciowej)	$p_1 =$	1,60 MPa
Ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej	$p'_2 =$	0,60 MPa
Ciśnienie zrzutowe ( $b_1=10\%$ )	$p_2 =$	0,66 MPa
Temperatura czynnika grzejącego na zasilaniu	$T_1 =$	125 °C
Temperatura czynnika grzejącego na powrocie	$T_2 =$	70 °C

#### 2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

##### 1) ze względu na moc wymiennika

$$m_1 = (3600 \cdot N) / r$$

N	45 kW	największa trwała moc wymiennika
r	2055,30 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$m_1 =$	78,82 kg/h	

##### 2) ze względu na możliwość pęknięcia wspólnej ścianki wymiennika

$$m_2 = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot ((p_1 - p_2) \cdot \gamma_1)^{0,5}$$

$\alpha_c$	1	Współ. wypływu dla cieczy, przyjmujemy wartość max równą 1,0
A	50 mm <sup>2</sup>	- powierzchnia przekroju poprzecznego płyty wymiennika
$p_1$	1,60 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzejnej
$p'_2$	0,60 MPa	ciśnienie dopuszczalne przestrzeni grzanej
$p_2$	0,66 MPa	ciśnienie zrzutowe (ciśnienie otwarcia + 10%)
$\gamma_1$	859,6 kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $t_1$
$m_2 =$	7149,08 kg/h	

##### 3) Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa

$$m = m_1 + m_2$$

$$m = 7227,90 \text{ kg/h}$$

#### 3. Średnica kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Przyjęto zawór bezpieczeństwa do wody użytkowej dn32, o współczynnikach wypływu:

$\alpha$	0,48	współczynnik wypływu dla par i gazów
$\alpha_c$	0,25	współczynnik wypływu dla cieczy

##### 1) Udział pary w mieszaninie parowo-wodnej

$$x_2 = (i_1 - i_2) / r$$

$i_1$	708 kJ/kg	entalpia wody przed zaworem bezpieczeństwa, przy ciśnieniu $p_1$
$i_2$	418 kJ/kg	entalpia wody na wylocie z zaworu bezpieczeństwa
r	2055,30 kJ/kg	ciepło parowania wody przy ciśnieniu przed zaworem bezpieczeństwa
$x_2 =$	0,141	



## **2) Powierzchnia wypływu pary**

$$A_p = (x_2 * m) / (10 * K_1 * K_2 * \alpha * (p_1 + 0,1))$$

$\alpha$	0,48	-	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla par i gazów dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$K_1$	0,522	-	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika roboczego i jego parametry przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$K_2$	1,0	-	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień przed i za zaworem lub głowicą bezpieczeństwa
$p_1$	0,66	MPa	ciśnienie zrzutowe
$A_p$	536,32	mm <sup>2</sup>	

## **3) Powierzchnia wypływu wody**

$$A_w = ((1-x_2)*m) / (5,03 * \alpha_c * ((p_1 - p_2) * p_1)^{0,5})$$

$\alpha_c$	0,25	-	dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu lub głowicy bezpieczeństwa dla cieczy dla przyjętego zaworu bezpieczeństwa
$p_1$	0,66	MPa	ciśnienie zrzutowe
$p_2$	0	MPa	ciśnienie odpływowe
$\rho_1$	899,85	kg/m <sup>3</sup>	gęstość cieczy przed zaworem lub głowicą bezpieczeństwa przy nadciśnieniu $p_1$ i temperaturze $T_1$
$A_w$	202,53	mm <sup>2</sup>	

## **4) Sumaryczna powierzchnia wypływu**

$$A = A_p + A_w = 738,85 \text{ mm}^2$$

## **5) Najmniejsza średnica kanału dopływowego zaworu lub głowicy bezpieczeństwa**

$$d_o = (4 * A/n) / \pi)^{0,5}$$

$n$	2	-	przyjęta ilość zaworów bezpieczeństwa
$d_o$	21,69	mm	

## **4. Dobór typu i wielkości zaworu bezpieczeństwa**

Dobrano zawór bezpieczeństwa dn32

$n$	2	-	ilość
$p$	0,6	MPa	wartość ciśnienia początku otwarcia
$dn$	32	mm	średnica nominalna
$d$	27	mm	wewnętrzna średnica króćca dolotowego

Przyjęte zawory bezpieczeństwa spełniają wymagania normy i warunki UDT.

### **UWAGA:**

Doboru zaworów bezpieczeństwa dokonano przyjmując powierzchnię przepływu „A” równą 50mm<sup>2</sup>. W przypadku zastosowanie wymienników równoważnych, dla których powierzchnia przepływu „A” jest mniejsza niż 50 mm<sup>2</sup> wielkość i ilość zaworów bezpieczeństwa należy przyjąć jak w projekcie. W przypadku zastosowania wymienników równoważnych o powierzchni przepływu „A” większej niż 50 mm<sup>2</sup> należy dokonać nowego doboru zaworów bezpieczeństwa i uzgodnić go z UDT.



## **2.8. DOBÓR ZAWORÓW REGULACYJNYCH**

### **Zawór regulacyjny - instalacja c.o. LO**

przepływ wody sieciowej przez zawór		5,74 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego		10,49 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	H100%	32,98 kPa

#### **Dobrano zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	10 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	32 mm

### **Zawór regulacyjny - instalacja c.o. Ekonomik**

przepływ wody sieciowej przez zawór		5,82 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego		10,63 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	H100%	33,87 kPa

#### **Dobrano zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	10,0 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	32 mm

### **Zawór regulacyjny - instalacja cwu LO**

przepływ wody sieciowej przez zawór	ZIMA		0,69 m <sup>3</sup> /h
	LATO		1,02 m <sup>3</sup> /h
kv zaworu regulacyjnego	ZIMA		1,26 m <sup>3</sup> /h
	LATO		1,86 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	ZIMA	H <sub>ZCWZ</sub> 100%	7,64 kPa
	LATO	H <sub>ZCW1</sub> 100%	16,64 kPa

#### **Dobrano zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym o parametrach:**

kvs zaworu	2,5 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	15 mm

### **Regulator temperatury bezpośredniego działania**

przepływ wody sieciowej przez zawór	ZIMA		0,69 m <sup>3</sup> /h
	LATO		1,02 m <sup>3</sup> /h
kvs zaworu regulacyjnego	ZIMA		1,78 m <sup>3</sup> /h
	LATO		2,63 m <sup>3</sup> /h
rzeczywisty opór zaworu całkowicie otwartego	ZIMA	H <sub>ZCWZ</sub> 100%	7,64 kPa
	LATO	H <sub>ZCW1</sub> 100%	16,64 kPa

Dobrano regulator temperatury bezpośredniego działania z termostatem o zakresie 20-70°C o danych:

kvs zaworu	2,5 m <sup>3</sup> /h
średnica nominalna	15 mm



## **2.9. OBLICZENIA OPORÓW MODUŁU PRZYŁĄCZENIOWEGO**

### **Opór węzła przyłączeniowego - zima**

filtroodmulnik	2,00	kPa
opór na przepływomierzu licznika głównego	8,00	kPa
opory miejscowe	2,00	kPa
<b>opór węzła przyłączeniowego zima</b>	<b>12,00</b>	<b>kPa</b>

### **Opór węzła przyłączeniowego - lato**

filtroodmulnik	1,00	kPa
opór na przepływomierzu licznika głównego	1,00	kPa
opory miejscowe	2,00	kPa
<b>opór węzła przyłączeniowego lato</b>	<b>4,00</b>	<b>kPa</b>

## **2.10. OBLICZENIA OPORÓW WĘZŁA**

	instalacja c.o. LO	instalacja c.o. Ekonomik	instalacja cwu LO	
<b>Zima</b>				
opór na wymienniku ciepła	3,00	2,00	16,00	kPa
opór zaworu regulacyjnego	32,98	33,87	7,64	kPa
opór regulatora temp.	0,00	0,00	7,64	
opory miejscowe	2,00	2,00	1,00	kPa
<b>Opór gałęzi dla całkowicie otwartych zaworów</b>	<b>37,98</b>	<b>37,87</b>	<b>32,28</b>	<b>kPa</b>

### **Lato**

opór na wymienniku ciepła	6,12	kPa
opór zaworu regulacyjnego	16,64	kPa
opór regulatora temp.	16,64	
opory miejscowe	1,00	kPa
<b>Opór gałęzi dla całkowicie otwartych zaworów</b>	<b>40,41</b>	<b>kPa</b>

### **Minimalne ciśnienie dyspozycyjne dla węzła - zima**

opór węzła przyłączeniowego	12,00	kPa
opór gałęzi max	37,98	kPa
<b>minimalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła zimą</b>	<b>49,98</b>	<b>kPa</b>

### **Minimalne ciśnienie dyspozycyjne dla węzła - lato**

opór węzła przyłączeniowego	4,00	kPa
opór gałęzi max	49,98	kPa
<b>minimalne wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła latem</b>	<b>53,98</b>	<b>kPa</b>



### **3. Obliczenia instalacji grzewczej**

#### **3.1. Obliczenia instalacji grzewczej - LO**

- obieg I            Q= 42 kW            instalacja c.o. (segment B)
- obieg II           Q=129 kW           instalacja c.o. (segment A lewy)
- obieg III          Q=116 kW           instalacja c.o. (segment A prawy)
- obieg IV          Q= 87 kW            instalacja c.o. (segment C, D, E)

##### **3.1.1. Dobór pomp obiegowych**

Obieg I            Q= 42 kW (segment B)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{42 \cdot 860}{70 - 55} = 2769 \text{ l/h} = 2,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 2,77 + 2,00 + 0,60 = 5,37 \text{ m H}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie, dane techniczne: P1=9-116W, prąd znamionowy I=0,09-1,02A, napięcie nominalne 1x230V 50Hz.

Obieg II            Q=129 kW (segment A lewy)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{129 \cdot 860}{50 - 40} = 12758 \text{ l/h} = 12,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 3,74 + 2,00 + 0,78 = 6,52 \text{ m H}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie dane techniczne: P1=17-427W, prąd znamionowy I=0,19-1,96A, napięcie nominalne 1x230V, 50/60Hz.

Obieg III            Q=116 kW (segment A prawy)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{116 \cdot 860}{50 - 40} = 11472 \text{ l/h} = 11,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 3,74 + 2,00 + 0,64 = 6,38 \text{ m H}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie dane techniczne: P1=17-427W, prąd znamionowy I=0,19-1,96A, napięcie nominalne 1x230V, 50/60Hz.

Obieg IV            Q= 87 kW (segment C, D, E)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{87 \cdot 860}{70 - 55} = 5736 \text{ l/h} = 5,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 3,28 + 2,00 + 0,42 = 5,70 \text{ m H}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie dane techniczne: P1=15-333W, prąd znamionowy I=0,18-1,55A, napięcie nominalne 1x230V, 50Hz.



### 3.1.2. Dobór zaworów mieszających

Obieg I                      Q= 42 kW (segment B)

$$Q_{c.o.} = 42 \text{ kW}, \quad t_1 = 70^\circ\text{C}, \quad t_2 = 55^\circ\text{C},$$

$$c_w = 4190 \text{ J/ kg K}, \quad \rho = 978 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{42000 \cdot 3600}{4190 \cdot 978 \cdot 15} = 2,46 \text{ m}^3 / h$$

$$\Delta p = 0,03 \text{ bar}, \quad k_v = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{2,46}{\sqrt{0,03}} = 14,2$$

Dobrano zawór mieszający dn25 kvs=10 z siłownikiem elektrycznym.

$$\Delta p_{rz} = \left( \frac{V_s}{k_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{2,46}{10} \right)^2 = 0,060 \text{ bar}$$

Obieg II                      Q= 129 kW (segment A lewy)

$$Q_{c.o.} = 129 \text{ kW}, \quad t_1 = 50^\circ\text{C}, \quad t_2 = 40^\circ\text{C},$$

$$c_w = 4179 \text{ J/ kg K}, \quad \rho = 988 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{129000 \cdot 3600}{4179 \cdot 988 \cdot 10} = 11,2 \text{ m}^3 / h$$

$$\Delta p = 0,03 \text{ bar}, \quad k_v = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{11,2}{\sqrt{0,03}} = 64,7$$

Dobrano zawór mieszający dn50 kvs=40 z siłownikiem elektrycznym.

$$\Delta p_{rz} = \left( \frac{V_s}{k_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{11,2}{40} \right)^2 = 0,078 \text{ bar}$$

Obieg III                      Q= 116 kW (segment A prawy)

$$Q_{c.o.} = 245 \text{ kW}, \quad t_1 = 50^\circ\text{C}, \quad t_2 = 40^\circ\text{C},$$

$$c_w = 4179 \text{ J/ kg K}, \quad \rho = 988 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{116000 \cdot 3600}{4179 \cdot 988 \cdot 10} = 10,1 \text{ m}^3 / h$$

$$\Delta p = 0,03 \text{ bar}, \quad k_v = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{10,1}{\sqrt{0,03}} = 58,3$$

Dobrano zawór mieszający dn50 kvs=40 z siłownikiem elektrycznym.

$$\Delta p_{rz} = \left( \frac{V_s}{k_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{10,1}{40} \right)^2 = 0,064 \text{ bar}$$

Obieg IV                      Q= 87 kW (segment C, D, E)

$$Q_{c.o.} = 87 \text{ kW}, \quad t_1 = 70^\circ\text{C}, \quad t_2 = 55^\circ\text{C},$$

$$c_w = 4190 \text{ J/ kg K}, \quad \rho = 978 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{87000 \cdot 3600}{4190 \cdot 978 \cdot 15} = 5,1 \text{ m}^3 / h$$



$$\Delta p = 0,03 \text{ bar}, \quad k_v = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{5,1}{\sqrt{0,03}} = 29,4$$

Dobrano zawór mieszający dn40 kvs=25 z siłownikiem elektrycznym.

$$\Delta p_{rz} = \left( \frac{V_s}{k_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{5,1}{25} \right)^2 = 0,042 \text{ bar}$$

### **3.2. Obliczenia instalacji grzewczej - EKONOMIK**

- obieg I            Q=154 kW            instalacja c.o. (budynek główny)
- obieg II           Q= 93 kW            zasilanie dwóch podgrzewaczy cwu
- obieg III          Q=132 kW           instalacja c.o. (sala gimnastyczna)

#### **3.2.1. Dobór pomp obiegowych**

Obieg I            Q=154 kW (instalacja c.o. - budynek główny)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{154 \cdot 860}{70 - 55} = 10154 \text{ l/h} = 10,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 3,0\text{m} + 2,0\text{m} + 0,51\text{m} = 5,51 \text{ mH}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie dane techniczne: P1=15-333W, prąd znamionowy I=0,18-1,55A, napięcie nominalne 1x230V, 50Hz.

Obieg II            Q= 93 kW (zasilanie dwóch podgrzewaczy cwu)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{93 \cdot 860}{10} = 9198 \text{ l/h} = 9,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 3,0 \text{ m H}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie dane techniczne: P1=9-136W, prąd znamionowy I=0,09-1,19A, napięcie nominalne 1x230V, 50Hz.

Obieg III            Q=109 kW (instalacja c.o. - sala gimnastyczna)

Wydajność pompy

$$G = 1,15 \cdot \frac{132 \cdot 860}{70 - 55} = 8703 \text{ l/h} = 8,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wysokość podnoszenia

$$H_p = 3,0\text{m} + 2,0\text{m} + 0,95\text{m} = 5,95 \text{ mH}_2\text{O}$$

Dobrano pompę obiegową c.o. sterowaną elektronicznie dane techniczne: P1=15-333W, prąd znamionowy I=0,18-1,55A, napięcie nominalne 1x230V, 50Hz.



### **3.2.2. Dobór zaworów mieszających**

Obieg I                      Q=154 kW (instalacja c.o. - budynek główny)

$$Q_{c.o.} = 154 \text{ kW}, t_1 = 70^\circ\text{C}, \quad t_2 = 55^\circ\text{C},$$

$$c_w = 4190 \text{ J/kg K}, \quad \rho = 978 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{154000 \cdot 3600}{4190 \cdot 978 \cdot 15} = 9,0 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\Delta p = 0,03 \text{ bar}, \quad k_v = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{9,0}{\sqrt{0,03}} = 52$$

Dobrano zawór mieszający dn50 kvs=40 z siłownikiem elektrycznym.

$$\Delta p_{rz} = \left( \frac{V_s}{k_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{9,0}{40} \right)^2 = 0,051 \text{ bar}$$

Obieg III                      Q=109 kW (instalacja c.o. - sala gimnastyczna)

$$Q_{c.o.} = 132 \text{ kW}, t_1 = 70^\circ\text{C}, \quad t_2 = 55^\circ\text{C},$$

$$c_w = 4190 \text{ J/kg K}, \quad \rho = 978 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{c_p \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{132000 \cdot 3600}{4190 \cdot 978 \cdot 15} = 7,7 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\Delta p = 0,03 \text{ bar}, \quad k_v = \frac{V_s}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{7,7}{\sqrt{0,03}} = 44,4$$

Dobrano zawór mieszający dn40 kvs=25 z siłownikiem elektrycznym.

$$\Delta p_{rz} = \left( \frac{V_s}{k_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{7,7}{25} \right)^2 = 0,095 \text{ bar}$$



### **3.2.3. Zawór bezpieczeństwa na przewodzie wody zimnej zasilającym podgrzewacz cwu wg PN-76/B-02440 i WUDT-UC-KW/04:10.2003**

#### **Dane do obliczeń**

Max moc cieplna podgrzewacza cwu  $N = 46,5 \text{ kW}$

Moc grzałki elektrycznej  $N_g = 6,0 \text{ kW}$

Max moc cieplna  $N = 46,5 + 6 = 52,5 \text{ kW}$

Pojemność podgrzewacza pojemnościowego  $V = 500 \text{ dm}^3$

Ciśnienie początku otwarcia  $p = 0,6 \text{ MPa}$

#### **1) Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

$$m = 3600 \frac{N}{r}$$

$$m = 3600 \cdot \frac{52,5}{2055,3} = 92,0 \text{ kg/h}$$

#### **2) Minimalna powierzchnia przekroju kanału dolotowego zaworu bezpieczeństwa**

$$A = \frac{m}{5,03 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(p_1 - p_2)} \cdot \rho_1}$$

$m$  – przepustowość zaworu bezpieczeństwa  $m = 0,16 \cdot V = 0,16 \cdot 500 = 80 \text{ kg/h}$

$p_1$  – ciśnienie zrzutowe  $p_1 = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 0,6 = 0,66 \text{ MPa}$

$p_2$  – ciśnienie odpływowe  $p_2 = 0 \text{ bar}$

$\alpha_c$  - współczynnik wypływu dla cieczy przyjętego zaworu bezpieczeństwa 3/4"  $\alpha_c = 0,20$

$g$  - ciężar właściwy wody przy temperaturze otwarcia  $g = 999,6 \text{ kg/m}^3$

$$A = 3,1 \text{ mm}^2$$

#### **3) Minimalna średnica kanału dolotowego zaworu bezpieczeństwa**

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = 2,0 \text{ mm}$$

#### **4) Sprawdzenie wg WUDT-UC-KW/04:10.2003**

Dobiera się zawór bezpieczeństwa do wody użytkowej wielkość 3/4" o średnicy kanału dolotowego 14mm, współczynnika  $\alpha = 0,55$  i ciśnieniu otwarcia  $p = 0,6 \text{ MPa}$ .

#### **Powierzchnia przekroju kanału dopływowego**

$$A_s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 14^2}{4} = 154 \text{ mm}^2$$

#### **Sprawdzenie rzeczywistej przepustowości zaworu bezpieczeństwa**

$$m_{rz} = 10 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \alpha \cdot A_s (p_1 + 0,1)$$

$K_1$  – współczynnik poprawkowy równy 0,52

$K_2$  – współczynnik dla pary wodnej równy 1,0

$p$  - ciśnienie początku otwarcia 0,6 MPa

$p_1$  – ciśnienie zrzutowe  $p_1 = 1,1 \cdot p = 1,1 \cdot 0,6 = 0,66 \text{ MPa}$

$$m_{rz} = 10 \cdot 0,52 \cdot 1,0 \cdot 0,55 \cdot 154 \cdot (0,66 + 0,1) = 335 \text{ kg/h} > 92 \text{ kg/h}$$

Zawór bezpieczeństwa do wody użytkowej wielkość 3/4" o nastawie 6bar, średnica kanału dolotowego 14mm został dobrany prawidłowo.

Zawór bezpieczeństwa umieścić na dopływie wody zimnej do każdego podgrzewacza cwu.



### **3.2.4. Dobór przeponowego naczynia wzbiorczego do instalacji wody użytkowej (wg DIN 4807 T5) na przewodzie wody zimnej**

#### **1. Parametry instalacji**

V = 1000 litrów	- pojemność dwóch podgrzewaczy cwu (pojemność jednego V=500l)
$t_{ww} = 70^{\circ}\text{C}$	- max temperatura wody w zasobniku
$t_{kw} = 10^{\circ}\text{C}$	- min temperatura wody w zasobniku
$p_a = 4,00 \text{ bar}$	- ciśnienie spoczynku (ciśnienie za reduktorem ciśnienia)
$p_{sv} = 6,00 \text{ bar}$	- ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa
$n = 2,2\%$	- rozszerzalność dla wody w odniesieniu do temp. $10^{\circ}\text{C}$

#### **2. Ciśnienie wstępne naczynia wzbiorczego**

$p_o = p_a - (0,2-1,0 \text{ bar})$	przyjęto 0,2 bar
$p_o = 4,0 - 0,2 = 3,8 \text{ bar}$	
$p_o = 3,80 \text{ bar}$	- ciśnienie wstępne naczynia wzbiorczego

#### **3. Pojemność nominalna**

$$V_n = V_{sp} * (n * (p_{sv} + 0,5) * (p_o + 1,2)) / (100 * (p_o + 1) * (p_{sv} - p_o - 0,7))$$

$V_n = 99,3 \text{ litry}$

Dobrano naczynie wzbiorcze do instalacji wody użytkowej o pojemności 100 litrów z armaturą przepływową 1 1/4". Montaż na przewodzie wody zimnej zasilającym dwa podgrzewacze cwu.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

#### 4. Zestawienie materiałów

##### 4.1. Wykaz urządzeń wchodzących w skład węzła cieplnego

Poz.	Nazwa	Typ	DN	Ilość
1	2	3	4	5
<b>1 – WYSOKI PARAMETR – MODUŁ PRZYŁĄCZENIOWY</b>				
1.01	Zawór odcinający kulowy do spawania	PN25, Tmax=150°C,	80	2 szt.
1.02	Filtroodmulnik	Malowany, kvs 118, PN16, temp.max. 150°C, Kołnierz	80	1 szt.
	Odpowietrznik filtroodmulnika	Dn15, Gwint wewnętrzny	15	1 szt.
	Izolacja filtroodmulnika	Izolacja do filtroodmulnika DN80		1 kpl.
	Zawór spustowy filtroodmulnika	Dn15, Gwint wewnętrzny	15	1 szt.
1.03	Filtr kołnierzowy z siatką	300 oczek/cm <sup>2</sup> PN16, Tmax=150°C	80	1 szt.
1.04	Wstawka do licznika ciepła Czujnik temp. licznika ciepła	UWAGA: układ pomiarowo - rozliczeniowy zużycia ciepła dostarcza i montuje PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.		1 szt. 2 szt.
1.05	Ręczny zawór równoważący z nastawą wstępną	PN16, Tmax=150°C, kołnierz	65	1 szt.
1.06	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-150°C		2 szt.
1.07	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,6 MPa		2 szt.
	zawór kulowy gwintowany dn15 (obejście)	PN16	15	4 szt.
1.08	Przetwornik ciśnienia	przyłącze M 20x1,5; zakres ciśnienia 0-1,6 MPa, sygnał wyjściowy 0-10V, przetwornik montować z użyciem rurki pętlicowej Φ10 i kurka manometrycznego		2 szt.
<b>2 – WYSOKI PARAMETR – INSTALACJA C.O. LO</b>				
2.01	Wymiennik ciepła płytowy, wykonany ze stali kwasoodpornej AISI 316 lub wyższej klasy, lutowany (lut miedziany lub jednorodny z materiałem płyt), wyposażony w podstawę montażową i prefabrykowaną izolację cieplną	obciążenie cieplne 374,0kW temp. obliczeniowa wody sieciowej w sezonie grzewczym 125/ 70 °C, temp. obliczeniowa wody instalacyjnej 80/ 60 °C		1 kpl.
2.02	Zawór regulacyjny  Siłownik elektryczny dla zaworu	kvs=10, 1 1/2", gwint zewnętrzny Ciśnienie nominalne nie mniejsze niż PN16; Temperatura czynnika grzewczego nie mniej niż 150 °C; ze sprężynową funkcją	32	1 kpl.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

	regulacyjnego	bezpieczeństwa, 230V		
2.03	Zawór odcinający kulowy do wspawania	PN25, Tmax=150°C,	50	1 szt.
2.04	Zawór odcinający kulowy odpowietrzający/spustowy do wspawania	PN25, Tmax=150°C,	15	2 szt.
2.05	Ręczny zawór równoważący z nastawą wstępną	PN16, Tmax=150°C, kołnierz	40	1 szt.
2.06	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,6 MPa		2 szt.
2.07	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-150°C		1 szt.
2.08	Czujnik kieszeniowy			1 szt.
<b>3 – NISKI PARAMETR – INSTALACJA C.O. LO</b>				
3.01	Pompa obiegowa z płynną regulacją obrotów z modułem do pompy	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 18,9 m³/h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 6,3 m dane techniczne: pobór mocy P <sub>1</sub> =22-601W, pobór prądu I <sub>max</sub> =2,75A, Napięcie zasilania 1x230 V Częstotliwość prądu 50/60 Hz Ciśnienie robocze nie mniej niż 10 bar		1 kpl.
3.02	Zawór odcinający kulowy	PN10, Tmax=100°C, gwintowany	80	2 szt.
3.03	Zawór odcinający kulowy odpowietrzający/spustowy gwintowany	PN10, Tmax=100°C, Gwint wewnętrzny	15	2 szt.
3.04	Filtr z siatką i wkładem magnetycznym	300 oczek/cm² PN16, Tmax=150°C,	80	1 szt.
3.05	Zawór bezpieczeństwa	wewn. średnica króćca dolotowego 27mm, 1 1/4" 4 bary, z rurą spustową	32	2 szt.
3.06	Zawór bezpieczeństwa	wewn. średnica króćca dolotowego 27mm, 1 1/4" 4 bary, z rurą spustową	32	1 szt.
3.07	Złącze samoodcinające	1"	25	1 szt.
3.08	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-100°C		2 szt.
3.09	Czujnik temperatury zewnętrznej			1 szt.
3.10	Czujnik temperatury wody zanurzeniowy - osłona czujnika			2 szt.
3.11	Termostat zabezpieczający	- osłona ze stali nierdzewnej, 50mm z wbudowanym termostatem oraz czujnikiem bezpieczeństwa, z funkcją automatycznego ponownego włączenia, zakres nastaw 30-120°C		1 kpl.
3.12	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie	M100/ 0-1,0 MPa		3 szt.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

	gwintowaną $\Phi 10$			
3.13	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną $\Phi 10$	M100/ 0-1,0 MPa		1 szt.
	zawór kulowy gwintowany dn15 (obejście)	PN16, Tmax=100°C	15	2 szt.
3.14	Przetwornik ciśnienia przetwornik montować z użyciem rurki pętlicowej i kurka manometrycznego	przyłącze M 20x1,5; zakres ciśnienia 0-1,0 MPa, sygnał wyjściowy 0-10V		2 szt.
3.15	Licznik energii cieplnej - ultradźwiękowy przetwornik przepływu - urządzenie zliczające - czujnik temperatury zasilania Pt 500 - czujnik temperatury powrotu Pt 500	- DN65 25m <sup>3</sup> /h, PN16, 300mm (montaż na zasilaniu) - moduł + 2 wejścia impulsowe, zasilanie bateryjne,		1 kpl.
<b>4 – WYSOKI PARAMETR – INSTALACJA C.O. EKONOMIK</b>				
4.01	Wymiennik ciepła płytowy, wykonany ze stali kwasoodpornej AISI 316 lub wyższej klasy, lutowany (lut miedziany lub jednorodny z materiałem płyt), wyposażony w podstawę montażową i prefabrykowaną izolację cieplną	obciążenie cieplne 379,0kW temp. obliczeniowa wody sieciowej w sezonie grzewczym 125/ 70 °C, temp. obliczeniowa wody instalacyjnej 80/ 60 °C		1 kpl.
4.02	Zawór regulacyjny  Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	kvs=10, 1 1/2", gwint zewnętrzny Ciśnienie nominalne nie mniejsze niż PN16; Temperatura czynnika grzewczego nie mniej niż 150 °C; ze sprężynową funkcją bezpieczeństwa, 230V	32	1 kpl.
4.03	Zawór odcinający kulowy do wspawania	PN25, Tmax=150°C,	50	1 szt.
4.04	Zawór odcinający kulowy odpowietrzający/spustowy do wspawania	PN25, Tmax=150°C,	15	2 szt.
4.05	Ręczny zawór równoważący z nastawą wstępną	PN16, Tmax=150°C, kołnierz	40	1 szt.
4.06	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną $\Phi 10$	M100/ 0-1,6 MPa		2 szt.
4.07	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-150°C		1 szt.
<b>5 – NISKI PARAMETR – INSTALACJA C.O. EKONOMIK</b>				



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

5.01	Pompa obiegowa z płynną regulacją obrotów z modułem do pompy	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 19,2 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 7,0 m dane techniczne: pobór mocy P <sub>1</sub> =22-601W, pobór prądu I <sub>max</sub> =2,75A, Napięcie zasilania 1x230 V Częstotliwość prądu 50/60 Hz Ciśnienie robocze nie mniej niż 10 bar		1 kpl.
5.02	Zawór odcinający kulowy	PN10, Tmax=100°C, gwintowany	80	2 szt.
5.03	Zawór odcinający kulowy odpowietrzający/spustowy gwintowany	PN10, Tmax=100°C, Gwint wewnętrzny	15	2 szt.
5.04	Filtr z siatką i wkładem magnetycznym	300 oczek/cm <sup>2</sup> PN16, Tmax=150°C,	80	1 szt.
5.05	Zawór bezpieczeństwa	wewn. średnica króćca dolotowego 27mm, 1 1/4" 4 bary, z rurą spustową	32	2 szt.
5.06	Zawór bezpieczeństwa	wewn. średnica króćca dolotowego 27mm, 1 1/4" 4 bary, z rurą spustową	32	1 szt.
5.07	Złącze samoodcinające	1"	25	1 szt.
5.08	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-100°C		2 szt.
5.09	Czujnik temperatury wody zanurzeniowy - osłona czujnika	- osłona ze stali nierdzewnej, 50mm		2 szt.
5.10	Termostat zabezpieczający	z wbudowanym termostatem oraz czujnikiem bezpieczeństwa, z funkcją automatycznego ponownego włączenia, zakres nastaw 30-120°C		1 kpl.
5.11	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,0 MPa		3 szt.
5.12	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,0 MPa		1 szt.
	zawór kulowy gwintowany dn15 (obejście)	PN16, Tmax=100°C	15	2 szt.
5.13	Przetwornik ciśnienia przetwornik montować z użyciem rurki pętlicowej i kurka manometrycznego	przyłącze M 20x1,5; zakres ciśnienia 0-1,0 MPa, sygnał wyjściowy 0-10V		2 szt.
5.14	Licznik energii cieplnej - ultradźwiękowy przetwornik przepływu - urządzenie zliczające - czujnik temperatury zasilania Pt	- DN65 qp=25m <sup>3</sup> /h, PN16, 300mm (montaż na zasilaniu) - moduł + 2 wejścia impulsowe, zasilanie bateryjne,		1 kpl.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

	500 - czujnik temperatury powrotu Pt 500			
<b>6 – WYSOKI PARAMETR – CIEPŁA WODA UŻYTKOWA</b>				
6.01	Wymiennik ciepła płytowy, wykonany ze stali kwasoodpornej AISI 316 lub wyższej klasy, lutowany (lut miedziany lub jednorodny z materiałem płyt), wyposażony w podstawę montażową i prefabrykowaną izolację cieplną	obciążenie cieplne 45kW temp. obliczeniowa wody sieciowej zima 125/ 70 °C, lato 70/35 °C temp. obliczeniowa cwu 60°C		1 kpl.
6.02	Zawór regulacyjny  Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	kvs=2,5, 3/4", gwint zewnętrzny Ciśnienie nominalne nie mniejsze niż PN16; Temperatura czynnika grzewczego nie mniej niż 150 °C; ze sprężynową funkcją bezpieczeństwa, 230V	15	1 kpl.
6.03	Regulator temperatury bezpośredniego działania	Kvs=2,5, PN25, zakres nastawy 20- 70°C, gwint zewnętrzny - zawór regulacyjny dn15 - termostat, 20-70°C - końcówki podłączeniowe do spawania	15	1 kpl.
6.04	Zawór odcinający kulowy do wspawania	PN25, Tmax=150°C,	25	1 szt.
6.05	Zawór odcinający kulowy odpowietrzający/spustowy do wspawania	PN25, Tmax=150°C,	15	2 szt.
6.06	Ręczny zawór równoważący z nastawą wstępną	PN16, Tmax=150°C, kołnierz	20	1 szt.
6.07	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,6 MPa		2 szt.
6.08	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-150°C		1 szt.
<b>7 – NISKI PARAMETR – CIEPŁA WODA UŻYTKOWA</b>				
7.01	Pompa cyrkulacyjna z płynną regulacją obrotów	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 0,27 m³/h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 4,9 m dane techniczne: pobór mocy P <sub>1</sub> =9-92W, pobór prądu I <sub>max</sub> =0,74A, Napięcie zasilania 1x230 V Częstotliwość prądu 50/60 Hz Ciśnienie robocze nie mniej niż 10 bar		1 kpl.
7.02	Wodomierz skrzydełkowy	Qn=1,5m³/h, dn15	15	1 kpl.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

		z nadajnikiem impulsów (wartość impulsu 10I/imp.)		
7.03	Zawór bezpieczeństwa do wody użytkowej	wewn. średnica króćca dolotowego 27mm, 1 1/4" 6 bar, z rurą spustową	32	2 szt.
7.04	Filtr kołnierzowy z siatką	300 oczek/cm <sup>2</sup> PN16, Tmax=150°C,	25	1 szt.
7.05	Filtr kołnierzowy z siatką	300 oczek/cm <sup>2</sup> PN16, Tmax=150°C,	25	1 szt.
7.06	Zawór zwrotny gwintowany	PN16, Tmax=100°C	25	1 szt.
7.07	Zawór zwrotny antyskażeniowy	typu EA, PN16, Tmax=100°C	25	1 szt.
7.08	Zawór odcinający gwintowany	PN16, Tmax=100°C, Gwint wewnętrzny	25	3 szt.
7.09	Zawór odcinający gwintowany	PN16, Tmax=100°C, Gwint wewnętrzny	25	2 szt.
7.10	Zawór odcinający gwintowany odpowietrzający/spustowy	PN16, Tmax=100°C, Gwint wewnętrzny	15	2 szt.
7.11	Reduktor ciśnienia	max przepływ 5,4m <sup>3</sup> /h, 1", PN16, Tmax=100°C, gwint zewnętrzny	25	1 szt.
7.12	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-100°C		3 szt.
7.13	Termostat zabezpieczający	z wbudowanym termostatem oraz czujnikiem bezpieczeństwa, z funkcją automatycznego ponownego włączenia, zakres nastaw 30-120°C		1 kpl.
7.14	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,0 MPa		4 szt.
7.15	Czujnik temperatury wody instalacyjnej zanurzeniowy	Tmax=120°C, PN16, długość 70mm		2 szt.
7.16	Przetwornik ciśnienia	przyłącze M 20x1,5; zakres ciśnienia 0-1,0 MPa, sygnał wyjściowy 0-10V, przetwornik montować z użyciem rurki pętlicowej i kurka manometrycznego		2 szt.
<b>8 – UKŁAD STABILIZACJI CIŚNIENIA I UZUPEŁNIANIA ZŁADU</b>				
8.01	Zawór odcinający kulowy spawany	PN25, Tmax=150°C	15	1 szt.
8.02	Filtr kołnierzowy z siatką	300 oczek/cm <sup>2</sup> PN16, Tmax=100°C,	15	1 szt.
8.03	Wstawka do wodomierza uzupełnienia do ciepłej wody	UWAGA: układ pomiarowo - rozliczeniowy zużycia ciepła dostarcza i montuje PGNiG Termika Energetyka Przemysłowa S.A.		1 kpl.
8.04	Reduktor ciśnienia bezpośredniego działania	PN25, Tmax=150°C	15	1 szt.
8.05	Zawór elektromagnetyczny normalnie zamknięty	z cewką, napięcie zasilania 24V AC	15	2 kpl.
8.06	Ręczny zawór równoważący z	PN16, Tmax=150°C kołnierz	15	2 szt.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

	nastawą wstępną			
8.07	Zawór odcinający gwintowany	PN25, T <sub>max</sub> =150°C	15	6 szt.
8.08	Zawór zwrotny gwintowany	PN16, T <sub>max</sub> =150°C	15	2 szt.
8.09	Kryza dławiąca w połączeniu kołnierзовym	Dk=6mm, PN25, T <sub>max</sub> =150°C	15	1 szt.
<b>9 – REGULATOR WĘZŁA</b>				
9.01	Sterownik swobodnie programowalny	<p>Sterownik będzie wykonywał program:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sterowaną pogodowo regulację jakościową instalacji c.o. LO;</li> <li>- sterowaną pogodowo regulację jakościową instalacji c.o. Ekonomik;</li> <li>- osłabienie ogrzewania budynków programowane w cyklu dobowym i tygodniowym;</li> <li>- prowadzenie stałowartościowej regulacji temperatury cwu.</li> </ul> <p>Automatyka obejmuje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- czujnik temperatury zewnętrzny</li> <li>- czujniki temperatury zasilanie po stronie parametrów niskich</li> <li>- czujniki temperatury powrotu po stronie parametrów niskich</li> <li>- czujniki ciśnień przed i za pompą</li> <li>- siłowniki zaworów regulacyjnych</li> <li>- sygnały kontrolno-sterujące pompami</li> </ul>		1 kpl.
<b>10 - URZĄDZENIA POZA WĘZŁEM KOMPAKTOWYM</b>				
10.1	Przeponowe naczynie wzbiórcze	Pojemność 400 litrów, 6 bar		1 kpl.
10.2	Przeponowe naczynie wzbiórcze	Pojemność 250 litrów, 6 bar		1 kpl.
10.3	Stabilizator temperatury, malowanie wewn. farbą epoksydową (atest PZH)	z izolacją, pojemność 600dm <sup>3</sup> , PN16, średnica króćców przyłączeniowych dn50		1 kpl.
10.4	Termometr techniczny, prosty	T100/ 0-100°C		1 szt.
10.5	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną Φ10	M100/ 0-1,0 MPa		1 szt.
10.6	Zawór odcinający gwintowany	PN16, T <sub>max</sub> =100°C, gwint wewnętrzny	50	5 szt.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

**4.2. Zestawienie urządzeń i materiałów poza węzłem cieplnym**

Poz.	Nazwa	DN	Ilość
1	2	3	4
1	Rury stalowe czarne, bez szwu wg normy PN-H-74219:1980 33,7x2,9/ DN25 88,9x3,6/ DN80	25 80	5,0mb 14,0mb
2	Złączki stalowe – kolano czarne hamburskie 33,7x2,9/ DN25 88,9x3,6/ DN80	25 80	6 szt. 8 szt.
3	Rura stalowa ocynkowana wg normy PN-H-74200:1998 dn50	50	8,0mb
4	Otulina izolacyjna z miękkiej pianki poliuretanowej z płaszczem z folii PCV o współczynniku przewodności cieplnej 0,035-0,036 W/mK, gęstości ok. 23 kg/m <sup>3</sup> , Tmax=135°C DN80/ gr. 60mm DN80/ gr. 45mm	80 80	7,0mb 7,0mb
5	Otulina izolacyjna z pianki polietylenowej montowanej bezklipsowo o współczynniku przewodności cieplnej 0,038 W/mK, gęstości ok. 30 kg/m <sup>3</sup> , Tmax=100°C DN50 oc./ gr. 35mm	50 oc.	8,0mb



#### 4.3. Zestawienie materiałów instalacji grzewczej LO

Poz.	Nazwa	Typ	DN	Ilość
1	2	3	4	5
<b>INSTALACJA GRZEWcza - ROZDZIELACZE C.O. LO</b>				
1.1	Sprzęgło hydrauliczne (wartownik) z izolacją termiczną	wydajność 30m <sup>3</sup> /h, podłączenie DN100 (114,3mm) max ciśnienie robocze PN 6 max temperatura robocza 110 °C	100	1 kpl.
		złączki redukcyjne między wartownikiem a rozdzielaczem DN100/ DN150 (114,3/ 168,3mm)		2 kpl.
1.2	Rozdzielacz c.o. moduł 2-obwodowy wraz z izolacją termiczną	wydajność 30m <sup>3</sup> /h, podłączenie DN150 (168,3mm) max ciśnienie robocze PN 10 max temperatura robocza 110 °C	150	2 kpl.
1.3a	Pompa obiegowa bezdławnicowa, sterowana elektronicznie	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 2,8 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 5,37 m dane techniczne: P1=9-116W, I=0,09-1,02A, 1x230V, 50 Hz		1 kpl.
1.3b	Pompa obiegowa bezdławnicowa, sterowana elektronicznie	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 11,5 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 6,38 m dane techniczne: P1=17-427W, I=0,19-1,96A, 1x230V, 50/ 60 Hz		2 kpl.
1.3c	Pompa obiegowa bezdławnicowa, sterowana elektronicznie	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 5,7 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 5,7 m dane techniczne: P1=15-333W, I=0,18-1,55A, 1x230V, 50 Hz		1 kpl.
1.4a	Zawór mieszający z siłownikiem elektrycznym	dn25 kvs=10 zakres temp. pracy 5-110°C ciśnienie pracy max 10 bar	25	1 kpl.
1.4b	Zawór mieszający z siłownikiem elektrycznym	dn50 kvs=40 zakres temp. pracy 5-110°C ciśnienie pracy max 10 bar	50	2 kpl.
1.4c	Zawór mieszający z siłownikiem elektrycznym	dn40 kvs=25 zakres temp. pracy 5-110°C ciśnienie pracy max 10 bar	40	1 kpl.
1.5a	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	50	4 szt.
1.5b	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	65	4 szt.
1.5c	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	80	8 szt.
1.5d	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	100	2 szt.
1.6a	Zawór kulowy ze złączką do węża	p <sub>min</sub> =0,6MPa	20	8 kpl.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

1.6b	Zawór kulowy ze złączką do węża	$p_{min}=0,6MPa$	25	2 kpl.
1.7a	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=0,6MPa$	50	1 szt.
1.7b	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=0,6MPa$	65	1 szt.
1.7c	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=0,6MPa$	80	2 szt.
1.8a	Filtr siatkowy	$p_{min}=0,6MPa$	50	1 szt.
1.8b	Filtr siatkowy	$p_{min}=0,6MPa$	65	1 szt.
1.8c	Filtr siatkowy	$p_{min}=0,6MPa$	80	2 szt.
1.9	Termometr techniczny prosty	T100/ 0-100°C		8 szt.
1.10	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną	M100/ 0-1.0 MPa		8 szt.
1.11	Regulator instalacji grzewczych i ciepłowniczych	Sterownik do regulacji czterech obiegów grzewczych z zaworami mieszającymi, czujniki temperatury: - czujnik temp. zewnętrznej - 4 czujniki temp. zasilania - 4 czujniki temp. powrotu - czujnik temp. na sprzęgle		1 kpl.
<b>INNE</b>				
-	Rury stalowe czarne bez szwu		50 65 80 100	35,0mb 26,0mb 48,0mb 55,0mb
-	Otuliny izolacyjne z pianki polietylenowej o współczynniku $\lambda=0,040$ W/m2K, klasy pożarowej co najmniej B dn50 gr. 50mm dn65 gr. 70mm dn80 gr. 80mm dn100 gr. 100mm		50 65 80 100	35,0mb 26,0mb 48,0mb 55,0mb
-	Rury polipropylenowe PN20 PP25x4,2 PP40x6,7		25 40	7,0mb 12,0mb
-	Rury polipropylenowe PN10 PP25x2,3		25	28,0mb
-	Otuliny izolacyjne z pianki polietylenowej o współczynniku $\lambda=0,040$ W/m2K, klasy pożarowej co najmniej B PP25x2,3 gr. 10mm PP25x4,2 gr. 30mm PP40x6,7 gr. 40mm PP40x6,7 gr. 10mm dn40 gr. 40mm		25 25 40 40 40	28,0mb 7,0mb 5,0mb 7,0mb 10,0mb
-	Rura stalowa ocynkowana PN-H-74200:1998		40	10,0mb
	Rury konstrukcyjne - przejście przez ścianę 88,9x10 (dn50), L=0,6m 108,0x10 (dn65), L=0,6m 121,0x10 (dn80), L=0,6m			2 szt. 2 szt. 4 szt.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

	139,7x10 (dn100), L=0,6m		2 szt.
-	Zaślepka zgrzewana doczołowo HDPE 50 - zamknięcie przewodów dolnego źródła ciepła HDPE 50x4,6mm		33 kpl.
-	Kształtki, uchwyty, zawieszenia wg przedmiaru robót		
<b>INSTALACJA WOD-KAN I WENTYLACJA POMIESZCZENIA</b>			
-	Zawór kulowy gwintowany PN10	15 40	1 szt. 1 szt.
-	Zawór czerpakny kulowy z końcówką do węża dn15 PN10	15	1 kpl.
-	Wodomierz skrzydełkowy do wody zimnej $q_n=1,0 \text{ m}^3/\text{h}$		1 kpl.
-	Zlew blaszany emaliowany z syfonem		1 kpl.
-	Podejście kanalizacyjne PVC 50		3,0mb
-	Wpust podłogowy żeliwny Ø100		3 kpl.
-	Rura kanalizacyjna o podwyższonej odporności termicznej PVC HT 160		10,0 mb
-	Studzienka schładzająca Ø800mm, głębokość 1,2m, z gotowych elementów żelbetowych z dnem, z włazem żeliwnym Ø600 klasy A15, wyposażona w pompę zatapialną z pływakiem (dane techniczne pompy: moc P1=300W, In=1,3A) i zaworem zwrotnym dn40		1 kpl.
-	Rura kanalizacyjna HDPE 40x3,0		25,0mb
-	Trójnik PVC 200/110/87° z zestawem podłączeniowym Mufa redukcyjna Ø110/Ø50 Mufa redukcyjna Ø50/Ø40		1 kpl. 1 szt. 1 szt.
-	Przewód nawiewny typu "Z" z blachy stalowej gr.0,8mm; 0,40x0,30m, (oba otwory przewodu zabezpieczyć kratką)		1 kpl.
-	Kratka wentylacyjna przystosowana do montażu wewnątrz budynku, wykonana z aluminium, o wymiarach 27x27mm		1 kpl.
-	Kształtki, uchwyty, zawieszenia wg przedmiaru robót		



#### 4.4. Zestawienie materiałów instalacji grzewczej Ekonomik

Poz.	Nazwa	Typ	DN	Ilość
1	2	3	4	5
<b>INSTALACJA GRZEWcza - ROZDZIELACZE C.O.</b>				
2.1	Sprzęgło hydrauliczne (wartownik) z izolacją termiczną	wydajność 30m <sup>3</sup> /h, podłączenie DN100 (114,3mm) max ciśnienie robocze PN 6 max temperatura robocza 110 °C	100	1 kpl.
		złączki redukcyjne między wartownikiem a rozdzielaczem DN100/ DN150 (114,3/ 168,3mm)		2 kpl.
2.2	Rozdzielacz c.o. moduł 3-obwodowy wraz z izolacją termiczną	wydajność 30m <sup>3</sup> /h, podłączenie DN150 (168,3mm) max ciśnienie robocze PN 10 max temperatura robocza 110 °C	150	1 kpl.
2.3a	Pompa obiegowa bezdławnicowa, sterowana elektronicznie	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 10,2 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 5,51 m dane techniczne: P1=15-333W, I=0,18-1,55A, 1x230V, 50 Hz		1 kpl.
2.3b	Pompa obiegowa bezdławnicowa, sterowana elektronicznie	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 9,2 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 3,0 m dane techniczne: P1=9-136W, I=0,09-1,19A, 1x230V, 50Hz		1 kpl.
2.3c	Pompa obiegowa bezdławnicowa, sterowana elektronicznie	Przepływ obliczeniowy nie mniejszy niż 8,7 m <sup>3</sup> /h Wysokość podnoszenia nie mniejsza niż 5,95 m dane techniczne: P1=15-333W, I=0,18-1,55A, 1x230V, 50 Hz		1 kpl.
2.4a	Zawór mieszający z siłownikiem elektrycznym	dn50 kvs=40 zakres temp. pracy 5-110°C ciśnienie pracy max 10 bar	50	1 kpl.
2.4b	Zawór mieszający z siłownikiem elektrycznym	dn40 kvs=25 zakres temp. pracy 5-110°C ciśnienie pracy max 10 bar	40	1 kpl.
2.5a	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	50	4 szt.
2.5b	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	65	4 szt.
2.5c	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	80	4 szt.
2.5d	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	100	2 szt.
2.5e	Zawór odcinający	p <sub>min</sub> =0,6MPa	32	4 szt.
2.6a	Zawór kulowy ze złączką do węża	p <sub>min</sub> =0,6MPa	20	6 kpl.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

2.6b	Zawór kulowy ze złączką do węża	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	25	2 kpl.
2.7a	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	50	1 szt.
2.7b	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	65	1 szt.
2.7c	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	80	1 szt.
2.8a	Filtr siatkowy	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	50	1 szt.
2.8b	Filtr siatkowy	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	65	1 szt.
2.8c	Filtr siatkowy	$p_{min}=0,6\text{MPa}$	80	1 szt.
2.9	Termometr techniczny prosty	T100/ 0-100°C		6 szt.
2.10	Manometr tarczowy z kurkiem manometrycznym i rurką pętlicową jednostronnie gwintowaną	M100/ 0-1.0 MPa		6 szt.
2.11	Separator powietrza ze zintegrowanym odpowietrznikiem automatycznym	mosiężna obudowa, maksymalna temperatura pracy 110°C, PN 10 bar	50	1 kpl.
2.12	Regulator instalacji grzewczych i ciepłowniczych	Sterownik do regulacji trzech obiegów grzewczych (dwa z zaworami mieszającymi) oraz przygotowania cwu czujniki temperatury: - czujnik temp. zewnętrznej - 3 czujniki temp. zasilania - 3 czujniki temp. powrotu - czujnik temp. na sprężelę - czujnik na podgrzewaczu cwu		1 kpl.
<b>PRZYGOTOWANIE CIEPŁEJ WODY UŻYTKOWEJ</b>				
3.1	Podgrzewacz cwu o pojemności 500 litrów z grzałką elektryczną - istniejący			2 kpl. Istn.
3.2	Pompa bezdławnicowa elektroniczna do wody użytkowej	dane techniczne: P1=9-73W, I=0,09-0,59A, 1x230V, 50/60 Hz		1 kpl.
3.3	Przeponowe przepływowe naczynie wzbiorcze do wody użytkowej	pojemność 100 litrów, z armaturą przepływową 1 1/4", zaworem odcinającym i opróżniającym		1 kpl.
3.4	Zawór bezpieczeństwa membranowy do wody użytkowej	średnica kanału dolotowego 14mm, ciśnienie otwarcia 6 bar	3/4"	2 szt.
3.5a	Zawór kulowy gwintowany	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	20	2 szt.
3.5b	Zawór kulowy gwintowany	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	25	2 szt.
3.5c	Zawór kulowy gwintowany	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	32	4 szt.
3.5d	Zawór kulowy gwintowany	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	40	2 szt.
3.6a	Zawór zwrotny gwintowany	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	25	1 szt.
3.6b	Zawór antyskażeniowy typ BA	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	40	1 szt.
3.7a	Filtr siatkowy	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	25	1 szt.
3.7b	Filtr siatkowy	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	40	1 szt.
3.8	Zawór kulowy ze złączką do węża	$p_{min}=1,0\text{MPa}$	25	2 kpl.
3.9	Manometr z kurkiem manometrycznym	zakres 0-1,0MPa		1 szt.



**BUDOWA WYMIENNIKOWNI CIEPŁA WRAZ Z ADAPTACJĄ INSTALACJI I ROZBIÓRKA SKŁADU OPAŁU  
W BUDYNKU I LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCEGO IM. 14 PUŁKU POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH  
PRZY ULICY SZKOLNEJ 1 W WODZISŁAWIU ŚLĄSKIM – PROJEKT TECHNICZNY**

3.10	Wodomierz skrzydełkowy jednostrumieniowy	qn=1,5m <sup>3</sup> /m	15	1
3.11	Zawór równoważący	pmin=1,0MPa	20	1 szt.
<b>INNE</b>				
-	Rury stalowe czarne bez szwu		32 50 65 80 100	8,0mb 17,0mb 5,0mb 5,0mb 7,0mb
-	Otuliny izolacyjne z pianki polietylenowej o współczynniku $\lambda=0,040$ W/m <sup>2</sup> K, klasy pożarowej co najmniej B dn32 gr. 30mm dn50 gr. 50mm dn65 gr. 70mm dn80 gr. 80mm dn100 gr. 100mm		32 50 65 80 100	8,0mb 17,0mb 5,0mb 5,0mb 7,0mb
-	Rury polipropylenowe PN20 PP20x3,4 PP25x4,2 PP32x5,4 PP40x6,7 PP50x8,3		20 25 32 40 50	4,0mb 6,0mb 6,0mb 9,0mb 7,0mb
-	Otuliny izolacyjne z pianki polietylenowej o współczynniku $\lambda=0,040$ W/m <sup>2</sup> K, klasy pożarowej co najmniej B PP20x3,4 gr. 30mm PP25x4,2 gr. 30mm PP32x5,4 gr. 40mm PP40x6,7 gr. 40mm PP50x8,3 gr. 10mm		20 25 32 40 50	4,0mb 6,0mb 6,0mb 9,0mb 7,0mb
-	Przewód nawiewny typu "Z" z blachy stalowej gr.0,8mm; 0,25x0,25m, (oba otwory przewodu zabezpieczyć kratką)			1 kpl.
-	Kratka wentylacyjna przystosowana do montażu wewnątrz budynku, wykonana z aluminium, o wymiarach 21x27mm			1 kpl.
-	Kształtki, uchwyty, zawieszenia wg przedmiaru robót			