

## Zawartość projektu węzła cieplnego

I	Opis techniczny	3
1	Podstawa opracowania	3
2	Temat i zakres opracowania	3
3	Dane wyjściowe	3
4	Opis projektowanego rozwiązania	4
5	Armatura, rurociągi, izolacje termiczne i antykorozyjne	4
6	Wytyczne dla branż	6
II	Obliczenia węzła cieplnego	9
1	Obliczenia węzła cieplnego strona wysokoparametrowa	9
2	Dobór naczynia wzbiorniczego instalacji c.o.	11
3	Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.o	12
4	Dobór naczynia wzbiorniczego instalacji wentylacji	15
5	Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji wentylacji	16
6	Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji cw.u.	19
7	Obieg instalacji c.o.	22
8	Obieg instalacji wentylacji	23
9	Obieg instalacji c.w.u.	23
10	Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu	25
11	Strata ciśnienia węzła	25
12	Nastawy na regulatorze różnicy ciśnienia i przepływu	25
13	Sprawdzenie zaworu dp/V ze względu na możliwość wystąpienia kawitacji	26
14	Dobór wodomierza i kryzy w układzie uzupełniania	29
III	INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA	30
IV	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	31

### ZAŁĄCZNIKI:

1. Warunki techniczne Veolia Energia Poznań S.A.
2. Karty doboru wymienników
3. Karty doboru pomp

### ZESTAWIENIE RYSUNKÓW

1. Schemat węzła cieplnego
2. Rzut węzła cieplnego 1:50

## I. Opis techniczny

### 1. Podstawa opracowania

- obowiązujące normy i przepisy
- materiały informacyjne do doboru armatury i urządzeń
- projekty instalacji wewnętrznych sanitarnych
- uzgodnienia z Inwestorem
- warunki techniczne i wytyczne do projektowania Veolia Energia Poznań S.A.

### 2. Temat i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt węzła cieplnego centralnego ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej zasilający budynek kuchni centralnej na działce 2/21-cz, należącej do Szpitala Wojewódzkiego w Poznaniu przy ul. Juraszów 7/19, 60-479 Poznań. Obecnie obiekt jest na etapie projektowania.

Przewiduje się budowę kompaktowego tryfunkcyjnego węzła cieplnego firmy Gebwell na potrzeby centralnego ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej.

Węzeł zlokalizowany zostanie w wydzielonym pomieszczeniu na parterze budynku. Miejscem włączenia węzła cieplnego będzie projektowane przyłącze ciepłe 2xDn32 mm.

### 3. Dane wyjściowe

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

Dane	
Zapotrzebowanie ciepła na cele c.o.	15 kW
Temperatura zasilania i powrotu instalacji c.o.	70/50 °C
Temperatura zewnętrzna obliczeniowa	-18 °C
Ciśnienie dyspozycyjne na obiegu c.o.	13,9 kPa
Zapotrzebowanie ciepła na cele wentylacji	98 kW
Temperatura zasilania i powrotu instalacji wentylacji	70/50 °C
Temperatura zewnętrzna obliczeniowa	-18 °C
Ciśnienie dyspozycyjne na obiegu wentylacji	11,4 kPa
Średnie obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody	2 kW
Maksymalne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody	60,0 kW
Parametry pracy instalacji c.w.u.	5/55-60°C
Strata ciśnienia na obiegu cyrkulacyjnym ciepłej wody	2,06 kPa
Maksymalne ciśnienie w instalacji wodociągowej	6,0 bar
Ciśnienie dyspozycyjne m.s.c. lato/zima	150/100 kPa
Temperatura wody sieciowej w okresie grzewczym	125/65°C
Temperatura wody sieciowej do doboru wymiennika c.o. i wentylacji	120/65°C
Temperatura wody sieciowej w okresie letnim	70/25°C

Temperatura wody sieciowej w okresie letnim dla wymiennika	65/25°C
Ciśnienie statyczne instalacji c.o.	4,9 mH <sub>2</sub> O
Pojemność zładu instalacji c.o.	197 l
Ciśnienie statyczne instalacji wentylacji	6,0 mH <sub>2</sub> O
Pojemność zładu instalacji wentylacji	262 l

#### 4. Opis projektowanego rozwiązania

Zaprojektowano trzyfunkcyjny kompaktowy węzeł cieplny firmy Gebwell dla instalacji centralnego ogrzewania, wentylacji i ciepłej wody użytkowej budynku. Kompaktowy węzeł cieplny należy połączyć z odpowiednimi obiegami instalacji wewnętrznej c.o., wentylacji i c.w.u. w pomieszczeniu węzła.

Projektowany węzeł cieplny oparty został na wymiennikach produkcji firmy Alfa-Laval o mocy maksymalnej na c.o. 15,0 kW, na wentylację 98,0 kW i na c.w.u. 60,0 kW.

Przewiduje się zastosowanie automatycznej regulacji temperatury wody instalacyjnej za pomocą urządzeń firmy Danfoss i Siemens. Regulacja temperatury wody instalacyjnej c.o., wentylacji i c.w.u. będzie realizowana przez regulator ECL Comfort 310 z kartą A376.

Woda instalacyjna dla potrzeb c.o. będzie przygotowywana w płytowym wymienniku ciepła typu CBH16-13A(Z31,Z31) firmy Alfa-Laval. Do regulacji temperatury wody instalacyjnej zaprojektowano zawór VVG549.15-0.4 DN15 Kvs=0,4 m<sup>3</sup>/h z siłownikiem ze sprężyną powrotną typ SAS31.50 3-pkt. 230 V AC 150 s 400N firmy Siemens. Temperatura wody regulowana będzie w zależności od temperatury zewnętrznej i nastawionej krzywej grzewczej dla instalacji wewnętrznej.

Obieg wody instalacyjnej c.o. wymuszony będzie przez pompę elektroniczną Yonos Pico 25/1-4 firmy Wilo. Zabezpieczenie przed przekroczeniem maksymalnego ciśnienia stanowić będzie zawór bezpieczeństwa SYR 1915 DN25 3,0 BAR - 1szt.; nastawa zaworu 3,0 bar. Przyrost objętości wody przejmie naczynie wzbiorcze Reflex N12/4 bar o maksymalnym ciśnieniu roboczym 4,0 bar – 1 szt. Dla ochrony przed wzrostem temperatury wody instalacyjnej c.o. projektuje się termostat GEBTH-TRSTB-3232 TR (0...120°C) STB (70...130°C) firmy Gebwell.

Woda instalacyjna dla potrzeb wentylacji będzie przygotowywana w płytowym wymienniku ciepła typu CB20-40H (B21; B21) firmy Alfa-Laval. Do regulacji temperatury wody instalacyjnej zaprojektowano zawór VVG549.20-4K DN20 Kvs=4,0 m<sup>3</sup>/h z siłownikiem ze sprężyną powrotną typ SAS31.53 3-pkt. 230 V AC 30 s 400N firmy Siemens. Temperatura wody regulowana będzie w zależności od temperatury zewnętrznej i nastawionej krzywej grzewczej dla instalacji wewnętrznej.

Obieg wody instalacyjnej wentylacji wymuszony będzie przez pompę elektroniczną Yonos MAXO 25/0,5-7 PN10 firmy Wilo. Zabezpieczenie przed przekroczeniem maksymalnego ciśnienia stanowić będzie zawór bezpieczeństwa SYR 1915 DN25 3,0 BAR - 1szt.; nastawa zaworu 3,0 bar. Przyrost objętości wody przejmie naczynie wzbiorcze Reflex N18/4 bar o maksymalnym ciśnieniu roboczym 4,0 bar – 1 szt. Dla ochrony przed wzrostem temperatury wody instalacyjnej c.o. projektuje się termostat GEBTH-TRSTB-3232 TR (0...120°C) STB (70...130°C) firmy Gebwell.

Woda instalacyjna dla potrzeb ciepłej wody przygotowywana będzie w płytowym wymienniku ciepła typu CB30-34H(V22,V22) firmy Alfa-Laval. Do regulacji temperatury wody instalacyjnej zaprojektowano zawór VVG549.20-4K DN20 Kvs=4,0 m<sup>3</sup>/h z siłownikiem ze sprężyną powrotną typ SAS31.50 3-pkt. 230 V AC 150 s 400N firmy Siemens. Zabezpieczenie instalacji c.w. przed nadmiernym wzrostem ciśnienia stanowi zawór bezpieczeństwa SYR 2115 DN25 6,0 BAR o nastawie 6 bar – 1 szt. Dla ochrony przed wzrostem temperatury wody instalacyjnej c.w. projektuje się termostat GEBTH-TRSTB-3232 TR (0...120 °C) STB (70...130 °C). Dla utrzymania stałego obiegu wody cyrkulacyjnej przewiduje się zastosowanie pompy firmy Wilo typu Stratos PICO-Z 20/1-4 1x230V/0,33 A/0,025 kW. Automatyka węzła zapewnia priorytet ciepłej wody.

Włączenie węzła wykonać zgodnie z załączonym schematem.

Automatyka węzła umożliwi okresowy przegrzew instalacji ciepłej wody użytkowej.

Zgodnie z wymaganiami stawianymi przez przepisy Prawa Budowlanego za zaworem odcinającym na przewodzie doprowadzającym wodę zimną do modułu ciepłej wody zaprojektowano zespół antyskażeniowy typu EA25 produkcji Socla i reduktor ciśnienia DRVN DN25 zak. 1,5÷6 bar t=30°C PN25 produkcji MTR WATTS. Dodatkowo przewiduje się montaż wodomierza JS 4,0-02 Smart+ Q3=4,0m<sup>3</sup>/h DN20.

W węźle przewiduje się montaż licznika ciepła i regulatora różnicy ciśnień i przepływu. Urządzenia te dostarczy Veolia Energia Poznań S.A. Przewiduje się montaż licznika MC603+UF 54 qp 2,5 m<sup>3</sup>/h 190 mm x G1B (R<sup>3</sup>/<sub>4</sub>) PN16, gwint zewnętrzny (powrót).

Jako regulator różnicy ciśnień i przepływu przewiduje się montaż zaworu AVPQ4 DN15 PN25 Kvs=4,0m<sup>3</sup>/h 0,2÷1,0 bar 0,07÷2,4 m<sup>3</sup>/h firmy Danfoss.

Do pomiaru wody uzupełniającej zaprojektowano wodomierz POWOGAZ, JS90 2,5-NK

Q3=2,5m<sup>3</sup>/h 10l/imp. DN15, gwint zewnętrzny.

## 5. Armatura, rurociągi, izolacje termiczne i antykorozyjne

Wszystkie rurociągi wysokoparametrowe w węźle należy wykonać z rur stalowych bez szwu, walcowanych na gorąco, o sprawdzonej wytrzymałości wg PN 80/H-74219. Rurociągi te łączyć przez spawanie i prowadzić ze spadkiem 3‰ w kierunku odwodnień. Rurociągi podpierać na wspornikach przy ścianie lub umocować na specjalnej konstrukcji ze stali profilowanej, umocowanej na betonowej posadzce. Odległości między podporami powinny wynosić od 3 do 4 m.

Najwyższe punkty instalacji należy odpowietrzyć, a najniższe odwodnić.

Instalację należy poddać próbie wodnej na ciśnienie 1,5·p<sub>rob</sub> bez podłączenia armatury i zaworu bezpieczeństwa lub 1,25·p<sub>rob</sub> dla instalacji z armaturą.

Ciśnienie próbne należy utrzymać przez co najmniej 0,5 godziny.

Rurociągi pomalować farbą poliwinylową do gruntowania termoodporną do 150 °C, szarą, srebrzystą, a następnie dwa razy emalią poliwinylową termoodporną do 150°C.

Wszystkie rurociągi w węźle kompaktowym izolować za pomocą otulin termoizolacyjnych o grubościach wynikających z poniższej tabeli.

DN rury	Grubość izolacji [mm]		
	„A” Parametry wody MSC 120/75□C	„A” Parametry wody CO, CT 90-100/70□C	„B” Parametry wody CW / CYRK. CW / WZ 8-60□C
15-125	40	30	30/25/25

A – otulina ze półsztywnej pianki poliuretanowej STEINONORM

B – otulina z pianki polietylenowej.

Wszystkie rurociągi poza węzłem kompaktowym izolować za pomocą otulin termoizolacyjnych o grubościach spełniających wymogi Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami).

Wymagania izolacji cieplnej przewodów i komponentów

Lp.	Rodzaj przewodu lub komponentu	Minimalna grubość izolacji cieplnej (materiał 0,035 W/(m · K) <sup>1</sup> )
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury

Kierunki przepływu wody oznaczyć czarnymi strzałkami o długości 50 do 300 mm, zależnie od średnicy rurociągu zgodnie z Polską Normą.

#### **UWAGA :**

1. Urządzenia montować zgodnie z ich DTR.
2. Wszystkie prace wykonać zgodnie z:
  - Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych Część II. - Instalacje sanitarne i przemysłowe.
  - Wymagania techniczne COBRTI Instal zeszyty 1-9
3. Wszystkie prace budowlane wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami BHP

Dojście do pomieszczenia węzła jest zapewnione przez drzwi zewnętrzne.

Instalacja wewnętrzna c.o., wentylacji, ciepłej i zimnej wody wykonana zostanie z rur PP.

## **6. Wytyczne dla branż**

### **branża budowlana**

- Wydzielić pomieszczenie węzła ścianą o odporności ogniowej minimum 60 minut,
- W ścianie wewnętrznej pomieszczenia wstawić drzwi wejściowe: stalowe 90x205 o odporności ogniowej minimum 30min, otwierane na zewnątrz. Drzwi wyposażać w dwa zamki patentowe lub jeden zamek posiadający certyfikat klasy B;
- W pomieszczeniu węzła należy zapewnić odpowiednią wentylację nawiewno-wywiewną. W pomieszczeniu węzła ciepłego zamontować kanał wentylacji wywiewnej oraz wykonać kanał nawiewny, zgodnie z załączonym rzutem pomieszczenia węzła.

- W pomieszczeniu wężła ciepłego wykonać studzienkę schładzająco-odwadniającą. Studzienka odwadniająca, wykonana jako studnia betonowa zagłębiona w posadzce i będzie odprowadzała wody spustowe do kanalizacji. W studni zamontować pompę typu KP.
- Posadzkę pomieszczenia wymiennikowni wykonać z materiałów nie pyłących, wyrównać, wyprofilować spadki w kierunku studzienki odwadniającej, zatrzeć na gładko i pomalować dwukrotnie gruntem do betonów (np. Unigruntem);
- Ściany pomieszczenia pomalować dwa razy Unigruntem, następnie ściany do wysokości 2m pomalować farbą olejną. Ściany powyżej 2m oraz sufit pomalować farbą emulsyjną; stosować farby w kolorach jasnych;
- Zabezpieczyć pomieszczenie przed dostępem osób niepowołanych, na drzwiach od strony zewnętrznej umieścić napis: "Węzeł ciepły nieupoważnionym wstęp wzbroniony".

### **branża instalacji elektrycznych i automatyki**

Całość robót wykonać zgodnie z wytycznymi Veolia Poznań S.A. w zakresie przygotowania pomieszczenia wężła ciepłego wg punktu 12. „Instalacje elektryczne”. W szczególności:

Pomieszczenie wężła ciepła sklasyfikowane jest jako pomieszczenie przejściowo wilgotne. Instalacja elektryczna w pomieszczeniu wężła powinna być wykonana z zachowaniem odpowiedniego stopnia IP urządzeń. W pomieszczeniu wężła może występować wilgotność powyżej 75%, a także wysoka temperatura powyżej 35°C. W pomieszczeniu wężła ciepła należy stosować:

- ze względu na okrągłe uszczelnienie dławikowe przewody okrągłe o izolacji 400/750 V,
- rozdzielnice, łączniki, gniazda, puszkę o stopniu ochrony co najmniej IP55.

Przewody instalacyjne powinny być prowadzone natynkowo w rurkach instalacyjnych PCV lub korytkach. W przypadku instalacji połączeń wyrównawczych prowadzonych w rurkach PCV nie należy stosować w złączek. Podejścia do silników i innej aparatury należy mocować na konstrukcjach wsporczych osłaniających od uszkodzeń mechanicznych. Puszki instalacyjne (łączeniowe) zaleca się instalować na pionowych ścianach pomieszczenia wężła ciepła.

Instalację elektryczną w pomieszczeniu wężła ciepła należy wykonać w układzie TN-S.

### **branża instalacyjna**

- doprowadzić instalację zimnej wody z pomieszczenia wodomierza do pomieszczenia wężła ciepłego;
- wykonać wszystkie podłączenia wężła kompaktowego do sieci ciepłej, c.o., wentylacji, wodociągowej, ciepłej wody i cyrkulacji;
- rurociągi pomalować farbą poliwinylową do gruntowania termoodporną do 150 °C, szarą, srebrzystą, a następnie dwa razy emalią poliwinylową termoodporną do 150°C
- wszystkie przewody wody ciepłej i gorącej izolować termicznie za pomocą otulin termoizolacyjnych o grubościach spełniających wymogi PN-B-02421 aktualne wydanie
- kierunki przepływu wody oznaczyć czarnymi strzałkami o długości 50 do 300 mm, zależnie od średnicy rurociągu zgodnie z Polską Norm
- instalację należy poddać próbie wodnej na ciśnienie  $1,5 \cdot p_{rob}$  bez podłączenia armatury i zaworu bezpieczeństwa oraz  $1,25 \cdot p_{rob}$  dla instalacji z armaturą.
- Króćce strony pierwotnej wężła połączyć z przyłączem sieci ciepłej rurami stalowymi, przewodowymi bez szwu wg PN/H-74219, łączonymi przez spawanie. Rury zabezpieczyć przed korozją wg PN-80/H-74219 i zaizolować;
- Króćce instalacyjne c.o. i wentylacji wężła połączyć z rozdzielaczami instalacyjnymi w pomieszczeniu wężła rurami stalowymi przewodowymi bez szwu wg PN/H-74219,

- łączonymi przez spawanie. Rury zabezpieczyć przed korozją wg PN-80/H-74219 i zaizolować;
- Króćce instalacyjne ciepłej i zimnej wody użytkowej oraz cyrkulacji w węźle cieplnym połączyć z rurociągami tych instalacji doprowadzonymi do pomieszczenia węzła rurami z polipropylenu łączonymi przez zgrzewanie.
  - Naczynia wzbiorcze przeponowe połączyć z rurociągiem powrotnym instalacji grzewczej rura stalową DN25; Przed naczyniami zamontować złącza samoodcinające z manometrem oraz zawór spustowy. Ciśnienie wstępne w naczyniu (po stronie gazowej) ustawić na poziomie 0,8 bar.
  - Czujnik temperatury zewnętrznej zamontować na ścianie północnej budynku, na wysokości ok. 2,5 m nad poziomem terenu, z dala od otwieranych okien;
  - Przewody należy prowadzić ze spadkiem 0,3% w kierunku odwodnień. Stosować łagodne kolana i zwężki;
  - Na przewodach uzupełniających instalacje grzewczą i wentylacji należy zamontować tabliczki z nakazem rozłączenia złącza do uzupełniania po napełnieniu instalacji;
  - W najwyższych punktach prowadzonych rurociągów sieciowych oraz instalacji grzewczej przewidzieć odpowietrzenia, w najniższych – odwodnienia;
  - Zarówno w układzie węzła jak też przy połączeniach z instalacjami w budynku nie stosować połączeń uszczelnianych pakułami. Wymagany teflon lub inne nieorganiczne uszczelnienia;
  - Mocowania rurociągów w wymiennikowi przeprowadzić stosując typowe podparcia i zawiesia. Rozmieszczenie podpór ruchomych i stałych wykonać zgodnie z wytycznymi producenta rur. Ewentualna kompensacja wydłużeń termicznych przewodów połączeniowych zrealizować w sposób naturalny poprzez załamania tras rurociągów.

## II. Obliczenia węzła cieplnego

### 1. Obliczenia węzła cieplnego strona wysokoparametrowa

Wyniki obliczeń hydraulicznych węzła cieplnego									
Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19									
Parametry obliczeniowe węzła cieplnego									
Temperatury:									
	zasilanie	powrót (lub z.w.)	Przepływy obliczeniowe węzła - sieć:						
sieć okres grzewczy:	125°C	55°C	Obieg przyłącze. 125/55°C	1,52 m³/h	<b>DN32</b>  <b>DN20</b> <b>DN25</b> <b>DN25</b>				
sieć lato:	70°C	25°C	Obieg przyłącze. 70/25°C	1,17 m³/h					
instalacja c.o.:	70°C	50°C	Obieg c.o. 70/50°C	0,20 m³/h					
instalacja c.t.	70°C	50°C	Obieg c.t. 70/50°C	1,28 m³/h					
instalacja c.w.:	60°C	8°C	Obieg c.w.u. 60/8°C	1,26 m³/h					
Ciśnienie dyspozycyjne sieci zima:	150,00 kPa		Minimalne ciśnienie zasilania: 1,09 MPa						
Ciśnienie dyspozycyjne sieci lato:	100,00 kPa								
Dane do doboru węzła tryfunkcyjnego wysokie parametry									
Moce cieplne:			Wymienniki	Ilość [szt.]	DN (sieć) [mm]	DN (inst.) [mm]	dP <sub>sieć</sub> [kPa]	dP <sub>inst</sub> [kPa]	
Q <sub>c.o.</sub> = 15,0 kW			CBH16-13A	1	20	20	1,00	3,80	
Q <sub>c.t.</sub> = 98,0 kW			CB30-34H	1	25	25	1,60	14,50	
Q <sub>c.w. max.</sub> = 60,0 kW			CB20-40H	1	25	25	6,80	4,60	
Q <sub>c.w. śr.h.</sub> = 2,0 kW									
Obliczenia strona sieciowa									
				Okres grzewczy/przejściowy			Lato		
typ	ilość [szt.]	kv [m³/h]	Dn [mm]	G [m³/h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]	G [m³/h]	C (dla Dn) [m/s]	dP [kPa]
<b>Przyłącze węzła</b>									
Zawór odc. spaw. Dn32	2	41	Dn 32	1,52	0,39	0,28	1,17	0,30	0,16
Filtr siatkowy kolnierkowy, DN32	1	20	Dn 32	1,52	0,39	0,58	1,17	0,30	0,34
Multical 603 UF 54-S DN20 Qn=2,5	1	13,4	Dn 20	1,52	1,08	1,29	1,17	0,83	0,76
AVPQ(4) DN15 PN25 Kvs=4 m³/h	1	4	Dn 15	1,52	1,93	14,44	1,17	1,48	8,56
opór dławnicy - w przypadku ograniczenia przepływu						20,00			20,00
pozostałe opory:						0,28			0,18
				<b>Razem: 36,87</b>			<b>Razem: 30,00</b>		
<b>Obwód regulacyjny c.o.</b>									
Zawór odc. spaw. Dn20	2	14	Dn 20	0,20	0,14	0,04			
Zawór regulacyjny - DN15 Kvs=0,4 m³/h	1	0,4	Dn 15	0,20	0,25	25,00			
Wymiennik c.o. CBH16-13A	1		Dn 20	0,20	0,14	1,00			
Multical 603 UF 54-S DN15 Qn=0,6	1	3,2	Dn 15	0,20	0,25	0,39			
pozostałe opory:						0,07			
				<b>Razem: 26,50</b>					



<b>Obwód regulacyjny c.t.</b>									
Zawór odc. spaw. Dn25	2	26	Dn 25	1,28	0,56	0,48			
Zawór regulacyjny - DN20 Kvs=4 m3/h	1	4	Dn 20	1,28	0,91	10,24			
Wymiennik c.t. CB30-34H	1		Dn 25	1,28	0,91	1,60			
Multical 603 UF 54-S DN15 Qn=1,5	1	3,2	Dn 15	1,28	1,62	16,00			
pozostałe opory:						0,91			
				<b>Razem: 29,23</b>					
<b>Obwód regulacyjny c.w.</b>									
Zawór odc. spaw. Dn25	2	26	Dn 25	0,78	0,34	0,18	1,17	0,51	0,40
Zawór regulacyjny - DN20 Kvs=4 m3/h	1	4	Dn 20	0,78	0,55	3,80	1,17	0,83	8,56
Wymiennik c.w. CB20-40H	1		Dn 25	0,78	0,34	6,80	1,17	0,51	6,80
pozostałe opory:						0,42			0,99
				<b>Razem: 11,20</b>			<b>Razem: 16,75</b>		
Wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła:				<b>66,10</b>			<b>46,75</b>		
Wymagana nastawa regulatora różnicy ciśnień:				<b>30,52</b>			<b>17,51</b>		
<u>Przyjęto nastawę regulatora różnicy ciśnień:</u>				<u><b>31,00</b></u>			<u><b>18,00</b></u>		
<u>Stąd wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła:</u>				<u><b>66,58</b></u>			<u><b>47,24</b></u>		
Autorytet zaworu regulacyjnego c.o.:				<u><b>0,86</b></u>					
Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego c.o.:				<u><b>0,50</b></u>					
Autorytet zaworu regulacyjnego c.t.:				<u><b>0,32</b></u>					
Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego c.t.:				<u><b>0,32</b></u>					
Autorytet zaworu regulacyjnego c.w.:							<u><b>0,47</b></u>		
Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego c.w.:							<u><b>0,29</b></u>		

## 2. Dobór naczynia wzbiorczego instalacji c.o.

**Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19**

Pojemność instalacji grzewczej:

$$V = 197 \text{ dm}^3 = 0,197 \text{ m}^3$$

Pojemność użytkowa naczynia:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v$$

gdzie: V - pojemność instalacji ogrzewania wodnego

$\rho_1$  - gęstość wody instalacyjnej przy temperaturze  $t_1 = 10^\circ\text{C}$

$$\rho_1 = 999,73 \text{ kg/m}^3$$

Dn - przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej od  $t_1$  do  $t_2$

$$Dn = 0,0224 \text{ dm}^3/\text{kg} \quad - \text{ dla } \Delta t = t_2 - t_1 = 70 - 10 = 60^\circ\text{C}$$

$$V_u = 0,197 \cdot 999,73 \cdot 0,0224$$

$$V_u = 4,41 \text{ dm}^3$$

Pojemność całkowita naczynia wzbiorczego:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p}$$

gdzie:

$$p_{\max} = 3 \text{ bar} \quad - \text{ max. ciśnienie w instalacji c.o.}$$

$$p = 0,69 \text{ bar} \quad - \text{ ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej naczynia wzbiorczego } p = p_{\text{st}} + 0,2$$

$$V_u = 4,41 \text{ dm}^3$$

$$V_n = 4,41 \cdot \frac{3 + 1}{3 - 0,69}$$

stąd :

$$V_n = 7,64 \text{ dm}^3$$

**Dobrano membranowe naczynie wzbiorcze produkcji REFLEX typu: NG 12 w ilości n = 1 szt.**

Całkowita pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 12 l

przy wymagane: 7,6 l

Użytkowa pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 6,2 l

przy wymagane: 4,4 l

Dobór rury wzbiorczej:

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{V_u}$$

$$V_u = 4,41 \text{ dm}^3$$

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{4,41}$$

stąd:

$$d_w = 1,47 \text{ mm}$$

Minimalna dopuszczalna wewnętrzna średnica rury wzbiorczej wynosi 20mm.

Dobrano średnicę rury wzbiorczej Dn20 (dw=21,25mm)

### 3. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.o. (wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)

1. Dane wejściowe:			
N	Moc wymiennika	15,0	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CBH16A - lutowany ALFA	
Parametry sieci ciepłej			
T <sub>zw</sub>	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	125,0	[°C]
T <sub>pw</sub>	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	55,0	[°C]
p <sub>max</sub>	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	16,0	[bar]
Parametry instalacji c.o./c.t.			
T <sub>zn</sub>	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	80,0	[°C]
T <sub>pn</sub>	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	50,0	[°C]
p <sub>dop</sub>	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	3,0	[bar]
2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa			
2.1 Ze względu na moc wymiennika ciepła			
p <sub>1</sub>	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.o./c.t.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} =$	0,33 [MPa]
r	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu p <sub>1</sub> + 0,1	r =	2125,7 [kJ/kg]
m <sub>1</sub>	Wymagana przepustowość zaworu	m <sub>1</sub> =	25,403 [kg/h]
2.2 Ze względu na otwarcie przewodu uzupełniania z zabudowaną kryzą przy trwałym połączeniu powrotu wody sieciowej z powrotem wody instalacyjnej			
d	średnica kryzy	d =	4,00 [mm]
A	pole powierzchni przekroju kryzy	A =	12,57 [mm <sup>2</sup> ]
p <sub>uz</sub>	maks. ciśnienie w instalacji uzup. zładu	p <sub>uz</sub> =	1,6 [MPa]
t <sub>1</sub>	maks. temperatura wody w instalacji uzup.	t <sub>1</sub> =	55,00 [°C]
ρ <sub>1</sub>	gęstość wody w temp. t <sub>1</sub>	ρ <sub>1</sub> =	985,666 [kg/m <sup>3</sup> ]
α <sub>c</sub>	współczynnik wypływu wody przez kryzę	α <sub>c</sub> =	1,00
		m <sub>2</sub> =	2262,63 [kg/h]
Sprawdzenie maksymalnego przepływu przez kryzę przy obliczeniowej różnicy ciśnień na przewodzie uzupełniania			
d	średnica kryzy	d =	4,00 [mm]
ΔP	obliczeniowa różnica ciśnień na przewodzie uzupełniania	ΔP =	1300000 [Pa]
		m <sub>KR</sub> =	1781,52 [kg/h]
		m <sub>KR</sub> ≤ m <sub>2</sub>	
Do dalszych obliczeń przyjęto:		m <sub>2</sub> =	2262,63 [kg/h]
2.3 Ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika			
p <sub>max</sub>	dopuszczalne ciśnienie wody w sieci ciepłowniczej	p <sub>max</sub> =	1,6 [MPa]
p <sub>1</sub>	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	p <sub>1</sub> =	0,3 [MPa]
t <sub>1</sub>	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	t <sub>1</sub> =	125,0 [°C]
ρ <sub>1</sub>	gęstość wody w temp. 125°C	ρ <sub>1</sub> =	939,03 [kg/m <sup>3</sup> ]
α <sub>c</sub>	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	α <sub>c</sub> =	1,0
F <sub>k</sub>	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	F <sub>k</sub> =	33,00 [mm <sup>2</sup> ]
		m <sub>3</sub> =	5799,55 [kg/h]
2.4 Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.		m = m <sub>1</sub> + m <sub>2</sub> + m <sub>3</sub> = 8087,59 [kg/h]	

### 3. Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

3.1 Udział pary wodnej w mieszaninie parowo-wodnej.

$i_4$	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4 =$	<b>524,962</b>	[kJ/kg]
$i_5$	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5 =$	<b>417,51</b>	[kJ/kg]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem	$r =$	<b>2125,70</b>	[kJ/kg]
		$x_2 =$	<b>0,051</b>	

3.2 Powierzchnia wypływu dla wody.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,40</b>	
$\rho$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho =$	<b>939,03</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$p_3$	ciśnienie odpływowe	$p_3 =$	<b>0,00</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>216,80</b>	[mm <sup>2</sup> ]

3.3 Powierzchnia wypływu pary wodnej.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,67</b>	
$K_1$	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1 =$	<b>0,53</b>	
$K_2$	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień	$K_2 =$	<b>1,00</b>	
$p_1$	ciśnienie zrzutowe	$p_1 =$	<b>0,33</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>267,74</b>	[mm <sup>2</sup> ]

3.4 Powierzchnia łączna

$A_{min} =$	<b>484,54</b>	[mm <sup>2</sup> ]
-------------	---------------	--------------------

### 4. Dobór zaworu.

Typ zaworu	SYR	<b>1915</b>
Liczba zaworów	2 szt.	
Ciśnienie otwarcia [bar]	3,0	
Średnica sprawdzanego zaworu bezpieczeństwa	25	
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego $d_0$	= 20	
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu $A$	=	<b>628,32</b>
<b><math>A_{min} \leq A</math></b>	<b>Spełnia warunki</b>	

**Dobór zaworu bezpieczeństwa c.o. (wg normy PN-B-02414:1999)**

Typ wymiennika: CBH16A - lutowany ALFA

1. Obliczenie urządzeń bezpieczeństwa wg PN-B-02414

Wymagana łączna przepustowość wszystkich zaworów bezpieczeństwa:

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

gdzie :

$p_1$  - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa

$p_2$  - ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej

$r$  - gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.

$A$  - powierzchnia przekroju poprzecznego zakładanego pęknięcia

$b$  - współczynnik zwiększający powierzchnię pęknięcia

$$A = 0,0000330 \text{ m}^2$$

$$p_2 = 16,0 \text{ bar}$$

$$p_1 = 3,0 \text{ bar}$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$b = 2 \text{ - obliczenia dla zwiększonej powierzchni pęknięcia}$$

$$M = 447,3 \cdot 2 \cdot 0,000033 \cdot \sqrt{(16 - 3) \cdot 939}$$

stąd :

$$M = 3,26 \text{ kg/s}$$

**Do obliczeń przyjęto zabezpieczenie zaworem typu: SYR 1915 - 1" - wykonanie 3 bar  
w ilości: n = 2 szt.**

Obliczenie najmniejszej wewnętrznej średnicy króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{M_i}{\alpha_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}}$$

gdzie:

$$\alpha_c = 0,36 \text{ - współczynnik wypływu zaworu dla cieczy wybranego zaworu bezp. (0,9 \cdot \alpha_c \text{ rz})}$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 3,0 \text{ bar - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa}$$

$$M = 3,262 \text{ kg/s - wymagana łączna przepustowość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$n = 2 \text{ - ilość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$M_i = 1,631 \text{ kg/s - wymagana przepustowość jednego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{1,631}{0,36 \cdot \sqrt{3 \cdot 939}}}$$

$$d_0 = 15,8 \text{ mm - wymagana najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 20,0 \text{ mm - najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego dobranego zaworu bezpieczeństwa}$$

**Wybrany do obliczeń zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania PN-B-02414**

#### 4. Dobór naczynia wzbiorczego instalacji wentylacji

Pojemność instalacji grzewczej:

$$V = 262 \text{ dm}^3 = 0,262 \text{ m}^3$$

Pojemność użytkowa naczynia:

$$V_u = V \cdot \rho_1 \cdot \Delta v$$

gdzie:  $V$  - pojemność instalacji ogrzewania wodnego

$\rho_1$  - gęstość wody instalacyjnej przy temperaturze  $t_1 = 10^\circ\text{C}$

$$\rho_1 = 999,73 \text{ kg/m}^3$$

$\Delta v$  - przyrost objętości właściwej wody instalacyjnej od  $t_1$  do  $t_2$

$$\Delta v = 0,0224 \text{ dm}^3/\text{kg} \quad - \text{ dla } \Delta t = t_2 - t_1 = 70 - 10 = 60^\circ\text{C}$$

$$V_u = 0,262 \cdot 999,73 \cdot 0,0224$$

$$V_u = 5,87 \text{ dm}^3$$

Pojemność całkowita naczynia wzbiorczego:

$$V_n = V_u \cdot \frac{p_{\max} + 1}{p_{\max} - p}$$

gdzie:

$$p_{\max} = 3 \text{ bar} - \text{max. ciśnienie w instalacji c.o.}$$

$$p = 0,8 \text{ bar} - \text{ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej naczynia wzbiorczego } p = p_{\text{st}} + 0,2$$

$$V_u = 5,87 \text{ dm}^3$$

$$V_n = 5,87 \cdot \frac{3 + 1}{3 - 0,8}$$

stąd :

$$V_n = 10,67 \text{ dm}^3$$

**Dobrano membranowe naczynie wzbiorcze produkcji REFLEX typu: NG 18 w ilości n = 1 szt.**

Całkowita pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 18 l

przy wymagane: 10,7 l

Użytkowa pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 8,7 l

przy wymagane: 5,9 l

Dobór rury wzbiorczej:

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{V_u}$$

$$V_u = 5,87 \text{ dm}^3$$

$$d_w = 0,7 \cdot \sqrt{5,87}$$

stąd:

$$d_w = 1,70 \text{ mm}$$

Minimalna dopuszczalna wewnętrzna średnica rury wzbiorczej wynosi 20mm.

Dobrano średnicę rury wzbiorczej Dn20 ( $d_w=21,25\text{mm}$ )

## 5. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji wentylacji (wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)

### 1. Dane wejściowe:

N	Moc wymiennika	98,0	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CB30 - lutowany ALFA	
Parametry sieci ciepłej			
$T_{zw}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	125,0	[°C]
$T_{pw}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	55,0	[°C]
$p_{max}$	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	16,0	[bar]
Parametry instalacji c.o./c.t.			
$T_{zn}$	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	80,0	[°C]
$T_{pn}$	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	50,0	[°C]
$p_{dop}$	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	3,0	[bar]

### 2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

#### 2.1 Ze względu na moc wymiennika ciepła

$p_1$	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.o./c.t.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} =$	0,33	[MPa]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu $p_1 + 0,1$	$r =$	2125,7	[kJ/kg]
$m_1$	Wymagana przepustowość zaworu	$m_1 =$	165,969	[kg/h]

#### 2.2 Ze względu na otwarcie przewodu uzupełniania z zabudowaną kryzą przy trwałym połączeniu powrotu wody sieciowej z powrotem wody instalacyjnej

$d$	średnica kryzy	$d =$	4,00	[mm]
$A$	pole powierzchni przekroju kryzy	$A =$	12,57	[mm <sup>2</sup> ]
$p_{uz}$	maks. ciśnienie w instalacji uzup. zładu	$p_{uz} =$	1,6	[MPa]
$t_1$	maks. temperatura wody w instalacji uzup.	$t_1 =$	55,00	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. $t_1$	$\rho_1 =$	985,666	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody przez kryzę	$\alpha_c =$	1,00	
		$m_2 =$	2262,63	[kg/h]

#### Sprawdzenie maksymalnego przepływu przez kryzę przy obliczeniowej różnicy ciśnień na przewodzie uzupełniania

$d$	średnica kryzy	$d =$	4,00	[mm]
$\Delta P$	obliczeniowa różnica ciśnień na przewodzie uzupełniania	$\Delta P =$	1300000	[Pa]
		$m_{KR} =$	1781,52	[kg/h]
		$m_{KR} \leq m_2$		
		$m_2 =$	2262,63	[kg/h]

Do dalszych obliczeń przyjęto:

#### 2.3 Ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika

$p_{max}$	dopuszczalne ciśnienie wody w sieci ciepłowniczej	$p_{max} =$	1,6	[MPa]
$p_1$	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	$p_1 =$	0,3	[MPa]
$t_1$	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	$t_1 =$	125,0	[°C]
$\rho_1$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho_1 =$	939,03	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\alpha_c$	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	$\alpha_c =$	1,0	
$F_k$	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	$F_k =$	31,10	[mm <sup>2</sup> ]
		$m_3 =$	5465,64	[kg/h]

#### 2.4 Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = 7894,24 \quad [\text{kg/h}]$$

3. Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa			
3.1 Udział pary wodnej w mieszaninie parowo-wodnej.			
$i_4$	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4 =$	<b>524,962</b> [kJ/kg]
$i_5$	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5 =$	<b>417,51</b> [kJ/kg]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem	$r =$	<b>2125,70</b> [kJ/kg]
		$x_2 =$	<b>0,051</b>
3.2 Powierzchnia wypływu dla wody.			
$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,40</b>
$\rho$	gęstość wody w temp. 125°C	$\rho =$	<b>939,03</b> [kg/m <sup>3</sup> ]
$p_3$	ciśnienie odpływowe	$p_3 =$	<b>0,00</b> [MPa]
		$A_w =$	<b>211,62</b> [mm <sup>2</sup> ]
3.3 Powierzchnia wypływu pary wodnej.			
$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,67</b>
$K_1$	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1 =$	<b>0,53</b>
$K_2$	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień	$K_2 =$	<b>1,00</b>
$p_1$	ciśnienie zrzutowe	$p_1 =$	<b>0,33</b> [MPa]
		$A_w =$	<b>261,34</b> [mm <sup>2</sup> ]
3.4 Powierzchnia łączna			
		$A_{min} =$	<b>472,96</b> [mm <sup>2</sup> ]
4. Dobór zaworu.			
	Typ zaworu	SYR	1915
	Liczba zaworów	2 szt.	
	Ciśnienie otwarcia [bar]	3,0	
	Średnica sprawdzanego zaworu bezpieczeństwa	25	
	Wewnętrzna średnica króćca dolotowego $d_0$	= 20	
	Łączna powierzchnia rzecz. wypływu $A$	=	<b>628,32</b>
	$A_{min} \leq A$	Spełnia warunki	

Dobór zaworu bezpieczeństwa wentylacji (wg normy PN-B-02414:1999)



Typ wymiennika: CB30 - lutowany ALFA

1. Obliczenie urządzeń bezpieczeństwa wg PN-B-02414

Wymagana łączna przepustowość wszystkich zaworów bezpieczeństwa:

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

gdzie :

$p_1$  - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa

$p_2$  - ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej

$r$  - gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.

$A$  - powierzchnia przekroju poprzecznego zakładanego pęknięcia

$b$  - współczynnik zwiększający powierzchnię pęknięcia

$$A = 0,0000311 \text{ m}^2$$

$$p_2 = 16,0 \text{ bar}$$

$$p_1 = 3,0 \text{ bar}$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$b = 2 \text{ - obliczenia dla zwiększonej powierzchni pęknięcia}$$

$$M = 447,3 \cdot 2 \cdot 0,0000311 \cdot \sqrt{(16 - 3) \cdot 939}$$

stąd :

$$M = 3,07 \text{ kg/s}$$

**Do obliczeń przyjęto zabezpieczenie zaworem typu: SYR 1915 - 1" - wykonanie 3 bar  
w ilości: n = 2 szt.**

Obliczenie najmniejszej wewnętrznej średnicy króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{M_i}{\alpha_c \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}}$$

gdzie:

$$a_c = 0,36 \text{ - współczynnik wypływu zaworu dla cieczy wybranego zaworu bezp. (0,9 \cdot \alpha_c \text{ rz})}$$

$$r = 939,0 \text{ kg/m}^3 \text{ dla temp. } 125 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 3,0 \text{ bar - ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa}$$

$$M = 3,074 \text{ kg/s - wymagana łączna przepustowość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$n = 2 \text{ - ilość zaworów bezpieczeństwa}$$

$$M_i = 1,537 \text{ kg/s - wymagana przepustowość jednego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 54 \cdot \sqrt{\frac{1,537}{0,36 \cdot \sqrt{3 \cdot 939}}}$$

$$d_0 = 15,3 \text{ mm - wymagana najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 20,0 \text{ mm - najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego dobranego zaworu bezpieczeństwa}$$

**Wybrany do obliczeń zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania PN-B-02414**

**6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu c.w.u.**  
(wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)

**1. Dane wejściowe:**

N	Moc wymiennika	60,0	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CB20 - lutowany ALFA	
Parametry sieci ciepłej			
T <sub>zw</sub>	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	70,0	[°C]
T <sub>pw</sub>	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	25,0	[°C]
p <sub>max</sub>	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	16,0	[bar]
Parametry instalacji c.w.			
T <sub>zn</sub>	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	70,0	[°C]
T <sub>pn</sub>	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	8,0	[°C]
p <sub>dop</sub>	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	6,0	[bar]

**2. Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa**

2.1 Przepustowość zaworu bezpieczeństwa wynikająca ze wzrostu ciśnienia wskutek ogrzania wody w wymienniku.

p <sub>1</sub>	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.w.u.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} =$	0,66	[MPa]
r	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu p <sub>1</sub> + 0,1	r =	2067,4	[kJ/kg]
m <sub>1</sub>	Wymagana przepustowość zaworu	m <sub>1</sub> =	104,479	[kg/h]

2.2 Przepustowość zaworu wynikająca z przebicia wymiennika.

p <sub>max</sub>	dopuszczalne ciśnienie wody w sieci ciepłowniczej	p <sub>max</sub> =	1,6	[MPa]
p <sub>1</sub>	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	p <sub>1</sub> =	0,6	[MPa]
t <sub>1</sub>	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	t <sub>1</sub> =	70,0	[°C]
ρ <sub>1</sub>	gęstość wody w temp. 70°C	ρ <sub>1</sub> =	977,68	[kg/m³]
α <sub>c</sub>	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	α <sub>c</sub> =	1,0	
F <sub>k</sub>	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	F <sub>k</sub> =	14,30	[mm²]
		m <sub>2</sub> =	2249,06	[kg/h]

2.3 Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

$$m = m_1 + m_2 = 2353,542 \quad [\text{kg/h}]$$

### 3. Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

3.1 Udział pary wodnej w mieszaninie parowo-wodnej.

$i_4$	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4 =$	<b>251,02</b>	[kJ/kg]
$i_5$	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5 =$	<b>417,51</b>	[kJ/kg]
$r$	ciepło parowania wody przed zaworem	$r =$	<b>2054,82</b>	[kJ/kg]
		$x_2 =$	<b>0,000</b>	

3.2 Powierzchnia wypływu dla wody.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,30</b>	
$\rho$	gęstość wody w temp. 70°C	$\rho =$	<b>977,68</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
$p_3$	ciśnienie odpływowe	$p_3 =$	<b>0,00</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>61,40</b>	[mm <sup>2</sup> ]

3.3 Powierzchnia wypływu pary wodnej.

$\alpha$	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	<b>0,54</b>	
$K_1$	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1 =$	<b>0,53</b>	
$K_2$	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień	$K_2 =$	<b>1,00</b>	
$p_1$	ciśnienie zrzutowe	$p_1 =$	<b>0,66</b>	[MPa]
		$A_w =$	<b>0,00</b>	[mm <sup>2</sup> ]

3.4 Powierzchnia łączna

$A_{min} =$	<b>61,40</b>	[mm <sup>2</sup> ]
-------------	--------------	--------------------

### 4. Dobór zaworu.

Typ zaworu	SYR	<b>2115</b>
Liczba zaworów	1 szt.	
Ciśnienie otwarcia [bar]	6,0	
Średnica sprawdzanego zaworu bezpieczeństwa	25	
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego $d_0$	= 20	
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu $A$	=	<b>314,16</b>
$A_{min} \leq A$	Spełnia warunki	

Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu c.w.u. (wg normy PN-B-02414:1999)

Typ wymiennika: CB20 - lutowany ALFA

### 1. Obliczenie urządzeń bezpieczeństwa wg PN-76/B-02440

Wymagana łączna przepustowość wszystkich zaworów bezpieczeństwa:

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

gdzie :

$\alpha_{c1}$  - współczynnik wypływu wody grzejnej dla pękniętej powierzchni

b - współczynnik zwiększający powierzchnię pęknięcia

$p_1$  - ciśnienie dopuszczalne w instalacji

$p_3$  - ciśnienie max. czynnika grzejącego

F - powierzchnia przekroju poprzecznego zakładanego pęknięcia

$\gamma_1$  - ciężar objętościowy wody grzejnej przy najniższej temp. na zasilaniu

$$\begin{aligned} F &= 14,3 \quad \text{mm}^2 \\ p_3 &= 15,7 \quad \text{kg/cm}^2 \\ p_1 &= 5,9 \quad \text{kg/cm}^2 \\ \gamma_1 &= 977,68 \quad \text{kg/m}^3 \quad \text{dla temp. } 70 \quad ^\circ\text{C} \\ b &= 2 \quad \text{- obliczenia dla zwiększonej powierzchni pęknięcia} \\ \alpha_{c1} &= 1 \end{aligned}$$

$$G = 1,59 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 14,3 \cdot \sqrt{(15,7 - 5,9) \cdot 977,68}$$

stąd :

$$G = 4\,451,2 \quad \text{kg/h}$$

**Do obliczeń przyjęto zabezpieczenie zaworem typu: SYR 2115 - 1" - wykonanie 6 bar w ilości: n = 1 szt.**

Obliczenie najmniejszej wewnętrznej średnicy króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_i}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1p_1 - p_2) \cdot \gamma}}}$$

gdzie:

$$\begin{aligned} a &= 0,54 \quad \text{- współczynnik wypływu zaworu dla gazów wybranego zaworu bezp.} \\ a_c &= 0,19 \quad \text{- } a_c = 0,35 a \text{ - obliczeniowy współczynnik wypływu zaworu bezp.} \\ g &= 977,68 \quad \text{kg/m}^3 \quad \text{dla temp. } 60 \quad ^\circ\text{C} \\ p_1 &= 5,9 \quad \text{kg/cm}^2 \text{ - ciśnienie dopuszczone instalacji} \\ p_2 &= 0,0 \quad \text{kg/cm}^2 \text{ - ciśnienie na wylocie z zaworu (do atmosfery)} \\ G &= 4\,451 \quad \text{kg/h - wymagana łączna przepustowość zaworów bezpieczeństwa} \\ n &= 1 \quad \text{- ilość zaworów bezpieczeństwa} \\ G_i &= 4\,451 \quad \text{kg/h - wymagana przepustowość jednego zaworu bezpieczeństwa} \end{aligned}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4451}{3,14 \cdot 1,59 \cdot 0,19 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot 5,9 - 0,0) \cdot 977,68}}}$$

$$d_0 = 15,4 \text{ mm} \quad \text{- wymagana najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa}$$

$$d_0 = 20,0 \text{ mm} \quad \text{- najmniejsza średnica wewnętrzna kanału przepływowego dobranego zaworu bezpieczeństwa}$$

**Wybrany do obliczeń zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania PN-76/B-02440**

## 7. Obieg instalacji c.o.

Dane do doboru węzła tryfunkcyjnego niskie parametry - obieg c.o.						
Wyniki obliczeń hydraulicznych węzła cieplnego						
Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19						
	zasilanie	powrót	<b>Moce cieplne:</b>			
instalacja c.o.:	70°C	50°C	instalacja c.o.:	15,0 kW		
			przepływ:	0,66 m <sup>3</sup> /h		
<b>Obliczenia strona instalacyjna</b>						
typ	ilość [szt.]	kv [m <sup>3</sup> /h]	Dn [mm]	G [m <sup>3</sup> /h]	c <sub>p</sub> (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
<b>Obwód c.o.</b>						
Zawór odc. gwint. Dn25	1	45	Dn 25	0,66	0,29	0,02
Wymiennik c.o. CBH16-13A	1		Dn 20	0,66	0,47	3,80
Filtr siatkowy gwint., DN25	1	12,5	Dn 25	0,66	0,29	0,28
Zawór odc. gwint. Dn25	1	45	Dn 25	0,66	0,29	0,02
pozostałe opory:						0,18
					<b>Razem:</b>	<b>4,30</b>
<b>Dobór pompy obiegowej c.o.</b>						
opory węzła:	4,30	kPa				
opory instalacji:	13,90	kPa				
wymagana wysokość podnoszenia	1,8	mH <sub>2</sub> O				
wymagany przepływ:	0,7	m <sup>3</sup> /h				
Dobrano pompę obiegową c.o.:						
typ: Yonos PICO 25/1-4-130						
producent: WILO						
ilość: 1 szt.						

## 8. Obieg instalacji wentylacji

Dane do doboru węzła tryfunkcyjnego niskie parametry - obieg c.t.						
Wyniki obliczeń hydraulicznych węzła cieplnego						
Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19						
	zasilanie	powrót	<b>Moce cieplne:</b>			
instalacja c.t.:	70°C	50°C	instalacja c.t.:	98,0 kW		
			przepływ:	4,31 m <sup>3</sup> /h		
<b>Obliczenia strona instalacyjna</b> <span style="float: right;"><b>DN 40</b></span>						
typ	ilość [szt.]	kv [m <sup>3</sup> /h]	Dn [mm]	G [m <sup>3</sup> /h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
<b>Obwód c.t.</b>						
Zawór odc. gwint. Dn40	1	115	Dn 40	4,31	0,82	0,14
Wymiennik c.t. CB30-34H	1		Dn 25	4,31	1,88	14,50
Filtr siatkowy kołnierzowy, DN40	1	33	Dn 40	4,31	0,82	1,71
Zawór odc. gwint. Dn40	1	115	Dn 40	4,31	0,82	0,14
pozostałe opory:						1,02
					<b>Razem:</b>	<b>17,51</b>
<b>Dobór pompy obiegowej c.o.</b>						
opory węzła:	17,51	kPa				
opory instalacji:	11,40	kPa				
<b>wymagana wysokość podnoszenia</b>	<b>2,9</b>	<b>mH<sub>2</sub>O</b>				
<b>wymagany przepływ:</b>	<b>4,3</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>				
<b>Dobrano pompę obiegową c.o.:</b>						
typ: Yonos MAXO 25/05-7						
producent: WILO						
ilość: 1 szt.						

## 9. Obieg instalacji c.w.u.

<b>Dane do doboru wężła trzyfunkcyjnego</b> <b>niskie parametry - obieg c.w.u.</b>						
<b>Wyniki obliczeń hydraulicznych wężła cieplnego</b> <b>Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19</b>						
	zasilanie	powrót (lub z.w.)	<b>Moce cieplne:</b>			
sieć lato:	70°C	25°C	instalacja c.w.u.:	60,0 kW		
instalacja c.w.:	60°C	8°C	przepływ c.w.u.:	1,26 m <sup>3</sup> /h		
instalacja cyrkulacji:	60°C	50°C				
			przepływ cyrk.:	0,5 m <sup>3</sup> /h		
<b>Obliczenia strona instalacyjna ciepła woda</b>						
typ	ilość [szt.]	kv [m <sup>3</sup> /h]	Dn [mm]	G [m <sup>3</sup> /h]	c <sub>p</sub> (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
<b>Obwód c.w.</b>						
<b>c.w.</b>						
Zawór odc. gwint. Dn25	1	45	Dn 25	1,26	0,55	0,08
Wymiennik c.w. CB20-40H	1		Dn 25	1,26	0,55	4,60
pozostałe opory w węźle:						1,01
				<b>Razem: 5,69</b>		
<b>z.w.</b>						
Zawór odc. spaw. Dn25	1	26	Dn 25	0,99	0,43	0,14
Zawór zwrotny gwint. DN25	1	12	Dn 25	0,99	0,43	0,68
JS 4 Smart+ Q3=4,0 m <sup>3</sup> /h DN20	1	5	Dn 20	0,99	0,70	3,92
Filtr siatkowy gwint., DN25	1	12,5	Dn 25	0,99	0,43	0,63
DRVN DN25 PN25	1	6	Dn 25	0,99	0,43	2,72
pozostałe opory w węźle:						0,59
				<b>Razem: 8,68</b>		
<b>Obwód cyrkulacji</b>						
Zawór odc. gwint. Dn25	2	45	Dn 25	0,50	0,22	0,02
Filtr siatkowy gwint., DN25	1	12,5	Dn 25	0,50	0,22	0,16
Zawór zwrotny gwint. DN25	1	12	Dn 25	0,50	0,22	0,17
Przyjęte opory cyrkulacji c.w.						<b>2,06</b>
pozostałe opory w węźle:						0,07
				<b>Razem: 2,48</b>		
<b>Dobór pompy cyrkulacyjnej:</b> wymagana wysokość podnoszenia : <b>0,8     mH<sub>2</sub>O</b> wymagany przepływ: <b>0,5     m<sup>3</sup>/h</b> Dobrano pompę cyrkulacji c.w.: <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <b>typ: Stratos PICO-Z 20/1-4</b>  <b>producent: WILO</b>  <b>ilość: 1 szt.</b> </div>						

## 10. Dobór regulatora różnicy ciśnień i przepływu

Dla przepływu  $m = 1,52 \text{ m}^3/\text{h}$  zaprojektowano regulator różnicy ciśnień i przepływu wersja na zasilanie typu Danfoss, AVPQ4 DN15  $Kvs=4 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN25,  $0,2 \div 1,0 \text{ bar}$   $0,07 \div 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Strata ciśnienia na regulatorze wynosi:

Dla sezonu grzewczego:  $\Delta p_{RRCP} = 34,4 \text{ kPa}$

Dla sezonu letniego:  $\Delta p_{RRCP} = 28,6 \text{ kPa}$ .

## 11. Strata ciśnienia wężła

Minimalne ciśnienie dyspozycyjne na progu wężła wynosi:

$$\Delta p_{\text{dysp.min.zima}} = 66,58 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{\text{dysp.min.lato}} = 47,24 \text{ kPa}$$

## 12. Nastawy na regulatorze różnicy ciśnienia i przepływu

Dobrano regulator różnicy ciśnienia i przepływu typu Danfoss AVPQ4 DN15  $Kvs=4 \text{ m}^3/\text{h}$ , PN25,  $0,2 \div 1,0 \text{ bar}$   $0,07 \div 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Strata ciśnienia na zaworze:

zima:  $\Delta p = 0,34 \text{ bar}$

lato:  $\Delta p = 0,28 \text{ bar}$

Nastawa na zaworze:

zima:  $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta p = 31 \text{ kPa}$

lato:  $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Delta p = 18 \text{ kPa}$



### 13. Sprawdzenie zaworu $\Delta p/V$ ze względu na możliwość wystąpienia kawitacji

OKRES ZIMY

**Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19**

- maksymalne ciśnienie dyspozycyjne dla węzła:

$$\Delta p_{dysp\ max} = 150 \text{ kPa}$$

- dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p_{r\ dop.kaw} < z \cdot (p_1 - p_v)$$

- ciśnienie cieczy przed zaworem [MPa (abs)]:

$$p_1 = p_{z\ min} - \Delta p_{węzeł\ zasil.}$$

- minimalne ciśnienie zasilania:

$$p_{z\ min} = 1,09 \text{ MPa}$$

- spadek ciśnienia na zasilaniu węzła podłączeniowego:  
(od głównego zaworu odcinającego do zaworu regulatora  $\Delta p/V$ )

$$\Delta p_{węzeł\ zasil.} = 0,001 \text{ MPa}$$

$$p_1 = 1,09 - 0,0009 = 1,08914 \text{ MPa}$$

- współczynnik kawitacji "z" dla zaworu:

$$z = 0,6$$

- ciśnienie parowania cieczy przy maksymalnej temperaturze:

$$p_v = 0,24 \text{ (abs) MPa dla } T_z = 125^\circ\text{C}$$

$$\Delta p_{r\ dop.kaw} < 0,6 \cdot (1,0891 - 0,24) =$$

$$\Delta p_{r\ dop.kaw} < 0,509 \text{ MPa}$$

**- maksymalna dyspozycyjna różnica ciśnień w węźle bez kawitacji:**

$$\Delta p_{dysp.max.kaw} = \Delta p_{r\ dop.kaw} + \Delta p_w + \Delta p_{węzeł\ zasil.} + \Delta p_{węzeł\ powr.} + \Delta H$$

- spadek ciśnienia na dławiku członu reg. przepływu:

$$\Delta p_w = 0,02 \text{ MPa}$$

- spadek ciśnienia na powrocie węzła podłączeniowego:  
(od miejsca poboru sygnału impulsowego regulatora  $\Delta p/V$  do głównego zaworu odcinającego)

$$\Delta p_{węzeł\ powr.} = 0,00157 \text{ MPa}$$

- nastawa regulowanej różnicy ciśnień [MPa]:

$$\Delta H = 0,031 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \Delta p_{dysp.max.kaw} &= 0,509 + 0,02 + 0,0009 + 0,0016 + 0,031 = 0,563 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\Delta p_{dysp\ max} < \Delta p_{dysp.max.kaw}$$

Spadek ciśnienia na zaworze regulatora  $\Delta p/V$  przy 30% stopniu otwarcia:

$$\Delta p_{r/0,3/\Delta p/V} = 100 \cdot \left[ \frac{G_s}{0,3 \cdot k_{vs}^{\Delta p/V}} \right]^2$$

$$G_s = 1,52 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$k_{vs} = 4 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$160,44 \quad \text{kPa}$$

- maksymalna dyspozycyjna różnica ciśnień w węźle dla 30% otwarcia zaworu:

$$\Delta p_{dysp.\max/0,3/} = \Delta p_{r/0,3/\Delta p/V} + \Delta p_w + \Delta p_{\text{węzeł}_{\text{zas.}}} + \Delta p_{\text{węzeł}_{\text{pow.}}} + \Delta H$$

$$\Delta p_{dysp.\max/0,3/} = \dots \text{MPa}$$

$$\Delta p_{dysp.\max} < \Delta p_{dysp.\max/0,3/}$$

$$150 \text{ kPa} < 214 \text{ kPa}$$

Warunek został spełniony

OKRES LATO

**Obiekt: Poznań, ul. Juraszów 7/19**

- maksymalne ciśnienie dyspozycyjne dla węzła:

$$\Delta p_{dysp.\max} = 100 \quad \text{kPa}$$

- dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze:

$$\Delta p_{r.dop.kaw} < z \cdot (p_1 - p_v)$$

- ciśnienie cieczy przed zaworem [MPa (abs)]:

$$p_1 = p_{z.\min} - \Delta p_{\text{węzeł}_{\text{zasil.}}}$$

- minimalne ciśnienie zasilania:

$$p_{z.\min} = 1,09 \quad \text{MPa}$$

- spadek ciśnienia na zasilaniu węzła podłączeniowego:

(od głównego zaworu odcinającego do zaworu regulatora  $\Delta p/V$ )

$$\Delta p_{\text{węzeł}_{\text{zasil.}}} = 0,001 \quad \text{MPa}$$

$$p_1 = 1,09 - 0,0005 = 1,0895 \quad \text{MPa}$$

- współczynnik kawitacji "z" dla zaworu:

$$z = 0,6$$

- ciśnienie parowania cieczy przy maksymalnej temperaturze:

$$p_v = 0,24 \quad \text{MPa (abs)} \quad \text{dla } T_z = 125^\circ\text{C}$$

$$\Delta p_{r.dop.kaw} < 0,6 \cdot (1,0895 - 0,24) =$$

$$\Delta p_{r.dop.kaw} < 0,510 \quad \text{MPa}$$

- maksymalna dyspozycyjna różnica ciśnień w węźle bez kawitacji:

$$\Delta p_{dysp.\max.kaw} = \Delta p_{r.dop.kaw} + \Delta p_w + \Delta p_{\text{węzeł}_{\text{zasil.}}} + \Delta p_{\text{węzeł}_{\text{pow.}}} + \Delta H$$

- spadek ciśnienia na dławiku członu reg. przepływu:

$$\Delta p_w = 0,02 \text{ MPa}$$

- spadek ciśnienia na powrocie węzła podłączeniowego:  
(od miejsca poboru sygnału impulsowego regulatora  $\Delta p/V$  do głównego zaworu odcinającego)

$$\Delta p_{\text{węzeł powr.}} = 0,00234 \text{ MPa}$$

- nastawa regulowanej różnicy ciśnień [MPa]:

$$\Delta H = 0,018 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{dysp.max.kaw}} &= 0,51 + 0,02 + 0,0005 + 0,0023 + 0,018 = 0,551 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\Delta p_{\text{dysp max}} < \Delta p_{\text{dysp.max.kaw}}$$

Spadek ciśnienia na zaworze regulatora  $\Delta p/V$  przy 30% stopniu otwarcia:

$$\Delta p_{r/0,3/\Delta p/V} = 100 \cdot \left[ \frac{G_s}{0,3 \cdot k_{vs}} \right]^2$$

$$G_s = 1,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$k_{vs} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$95,06 \text{ kPa}$$

- maksymalna dyspozycyjna różnica ciśnień w węźle dla 30% otwarcia zaworu:

$$\Delta p_{\text{dysp.max/0,3/}} = \Delta p_{r/0,3/\Delta p/V} + \Delta p_w + \Delta p_{\text{wezeł}_{zas.}} + \Delta p_{\text{wezeł}_{powr.}} + \Delta H$$

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{dysp.max/0,3/}} &= \dots \text{ MPa} \\ \Delta p_{\text{dysp\_max}} &< \Delta p_{\text{dysp.max/0,3/}} \end{aligned}$$

$$100 \text{ kPa} < 136 \text{ kPa}$$

**Warunek został spełniony**

#### 14. Dobór wodomierza i kryzy w układzie uzupełniania

Pojemność instalacji (obliczeniowa):	$V_i =$	0,459	$m^3$
Założona pojemność wodna wężła cieplnego:	$V_m =$	0,08	$m^3$
Założony czas napełniania instalacji:	$t =$	0,5	h
Obliczeniowa wydajność wodomierza:	$q_{obl} = V/t =$	1,08	$m^3/h$

Dobrano wodomierz uzupełnienia zładu:

typ: **JS90 2,5-NK Q3=2,5m<sup>3</sup>/h 10l/imp. DN15**

producent: **APATOR POWOGAZ**

ilość: **1 szt.**

typ	ilość [szt.]	kv [m <sup>3</sup> /h]	Dn [mm]	G [m <sup>3</sup> /h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
Wodomierz JS 90 2,5	1	3,125	15	1,08	1,7	11,94

#### Dobór kryzy w układzie uzupełniania zładu instalacji:

Natężenie przepływu w układzie uzupełniania:	$m =$	1,08	$m^3/h$
Ciśnienie dopuszczalne dla instalacji c.o.:	$p_{zb} =$	3	bar
Ciśnienie wody sieciowej na powrocie:	$p_s =$	16	bar
Strata ciśnienia na wodomierzu przy przepływie nominalnym:	$p_w =$	11,94	kPa

$$d_{kr} = 5,6 \sqrt[4]{m^2 / \Delta p} \text{ [mm]}$$

gdzie:  $\Delta p$  [bar] - spadek ciśnienia na kryzie  $\Delta p_{kr} = p_s - (p_w + p_{st}) =$  **12,881 bar**

stąd:  $d_{kr} = 5,6 \cdot \sqrt[4]{m^2 / \Delta p_{kr}} =$  **3,08 mm**

dobrano kryzę dławiącą o średnicy:  $d_{kr} =$  **4 mm**


Rzeczywisty spadek na kryzie wynosi:  $\Delta p_{kr, rz} = m^2 / (d_{kr} / 5,6)^4 =$  **4,49 bar**

### **III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA**

**Na podstawie Ustawy – Prawo budowlane Art.20 poz. 1. 1a oraz Art.21a nie stwierdza się konieczność sporządzenia planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowie.**

- Zakres robót oraz ich kolejność realizacji.  
Obiekt realizowany będzie jednoetapowo.
- Roboty prowadzone będą w obrębie projektowanego budynku.
- Sposób prowadzenia instruktażu pracowników – standardowy zgodny z obowiązującymi przepisami BHP.
- Środki zapobiegające niebezpieczeństwom wynikające z wykonywania robót budowlanych – standardowe zgodne z obowiązującymi przepisami.

## IV. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

<div></div>		ZESTAWIENIE URZĄDZEŃ		MOC [kW]	
		Klient	Nr zam./oferty	c.o.	15
		-	-	c.w.u.	60
		Adres montażu węzła		c.t.	98
ul. Gdynńska 103, 80-209 Chwaszczyno		Poznań, ul. Juraszów 7/19		typ	3F
04.02.2022					
Ozn.	Nazwa urządzenia	Typ	Dostawca	Ilość	Jedn.
WYSOKI PARAMETR					
1	Wymiennik ciepła	CBH16-13A(Z31,Z31)	ALFA LAVAL	1	szt.
	Izolacja wymiennika	CBH16 9÷18	ALFA LAVAL	1	szt.
2	Wymiennik ciepła	CB20-40H (B21; B21)	ALFA LAVAL	1	szt.
	Izolacja wymiennika	CB20 31÷60	ALFA LAVAL	1	szt.
	Podstawa wymiennika	CB20 - 1"/1"	GEBWELL	1	szt.
3	Wymiennik ciepła	CB30-34H(V22,V22)	ALFA LAVAL	1	szt.
	Izolacja wymiennika	CB30 21-40	ALFA LAVAL	1	szt.
	Podstawa wymiennika	CB30-CB60 - 1"/1"	GEBWELL	1	szt.
AUTOMATYKA					
R	Regulator z zegarem cyfrowym wyświetlaczem graficznym	ECL Comfort 310	DANFOSS	1	szt.
	Podstawa regulatora ECL Comfort 210/310	do montażu na ścianie lub szynie DIN	DANFOSS	1	szt.
	Klucz aplikacji	A376	DANFOSS	1	szt.
	Wewnętrzny moduł WE/WY (ECL Comfort 310/310B)	ECA 32	DANFOSS	1	szt.
S10	Czujnik temperatury zanurzeniowy	GEBIS Pt1000 L=100	GEBWELL	1	szt.
S1	Czujnik temperatury zanurzeniowy	GEBIS Pt1000 L=100	GEBWELL	6	szt.
S2	Czujnik temperatury zanurzeniowy	GEBIS Pt1000 L=100	GEBWELL	2	szt.
ST1	Termostat	GEBTH-TRSTB-3232 TR (0...120 °C) STB (70...130 °C)	GEBWELL	1	szt.
ST2	Termostat	GEBTH-TRSTB-3232 TR (0...120 °C) STB (70...130 °C)	GEBWELL	1	szt.
ST3	Termostat	GEBTH-TRSTB-3232 TR (0...120 °C) STB (70...130 °C)	GEBWELL	1	szt.
CV1	Zawór regulacyjny gwint.	VVG549.15-0.4 DN15 Kvs=0,4 m3/h	SIEMENS	1	szt.
A1	Siłownik sprężyna powrotna	SAS31.50 3-pkt. 230 V AC 150 s 400N	SIEMENS	1	szt.
CV2	Zawór regulacyjny gwint.	VVG549.20-4K DN20 Kvs=4,0 m3/h	SIEMENS	1	szt.
A2	Siłownik sprężyna powrotna	SAS31.53 3-pkt. 230 V AC 30 s 400N	SIEMENS	1	szt.
CV3	Zawór regulacyjny gwint.	VVG549.20-4K DN20 Kvs=4,0 m3/h	SIEMENS	1	szt.
A3	Siłownik sprężyna powrotna	SAS31.50 3-pkt. 230 V AC 150 s 400N	DANFOSS	1	szt.
SKRZYŃKA AKPIA					
SE	Skrzynka elektryczna węzła obudowa plastik	230V - 3 strefy	GEBWELL	1	szt.
SE	Połączenia wyrównawcze		GEBWELL	1	szt.
SE	Protokoły elektryczne - pomiary		GEBWELL	1	szt.
MODUŁ C.O.					
P1	Zawór odcinający spawany	DN20 PN40	NAVAL/VEXVE	2	szt.
P10	Zawór odcinający spaw./gwint.	DN15 PN40	NAVAL/VEXVE	1	szt.
PTs	Przetwornik ciśnienia zasilanie 15 -30V DC	MIDAS C08 0÷16bar/4÷20mA/G1/2	JUMO	2	szt.
	Kurek manometryczny z uszczelnieniem teflonowym	fig. 528 G1/2"	GEBWELL	2	szt.
HM1	<b>WSTAWKA POD</b> Licznik ciepła Multical 603	MC603+UF 54 qp 0,6 m³/h 110 mm x G½B (R½) PN16	KAMSTRUP	1	szt.
te	Mufy pod tuleje stalowe do czujników Pt500	L=90mm-R1/2"	KAMSTRUP	2	szt.
PU1	Pompa	Yonos Pico 25/1-4	WILO	1	szt.
H1	Zawór odcinający gwint.	DN25 PN 2,5 MPa Tmax=150°C	EFAR/GENEBRE	2	szt.
HF1	Filtr siatkowy gwint.	DN25 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
SV1	Zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 DN25 3,0 BAR	Hans Sasserath&Co	2	szt.
H10	Zawór odcinający gwint.	DN15 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
PTi	Przetwornik ciśnienia zasilanie 15 -30V DC	MIDAS C08 0÷6bar/4÷20mA/G1/2	JUMO	1	szt.
	Kurek manometryczny z uszczelnieniem teflonowym	fig. 528 G1/2"	GEBWELL	1	szt.

<b>MODUŁ C.T.</b>					
P3	Zawór odcinający spawany	DN25 PN40	NAVAL/VEXVE	2	szt.
P10	Zawór odcinający spaw./gwint.	DN15 PN40	NAVAL/VEXVE	1	szt.
HM2	<b>WSTAWKA POD</b> Licznik ciepła Multical 603	MC603+UF 54 qp 1,5 m³/h 110 mm x G½B (R½) PN16	KAMSTRUP	1	szt.
te	Mufy pod tuleje stalowe do czujników Pt500	L=90mm-R1/2"	KAMSTRUP	2	szt.
PU3	Pompa	Yonos MAXO 25/0,5-7 PN10	WILO	1	szt.
-	Izolacja pompy Yonos	25(30)/0,5-7(10)	WILO	1	szt.
H3	Zawór odcinający gwint.	DN40 PN 2,5 MPa Tmax=150°C	EFAR/GENEBRE	2	szt.
HF3	Filtr siatkowy gwint.	DN40 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
SV3	Zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 DN25 3,0 BAR	Hans Sasserath&Co	2	szt.
H10	Zawór odcinający gwint.	DN15 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
PTi	Przetwornik ciśnienia zasilanie 15 -30V DC	MIDAS C08 0÷6bar/4÷20mA/G1/2	JUMO	1	szt.
	Kurek manometryczny z uszczelnieniem teflonowym	fig. 528 G1/2"	GEBWELL	1	szt.
<b>MODUŁ C.W.U.</b>					
P2	Zawór odcinający spawany	DN25 PN40	NAVAL/VEXVE	2	szt.
P10	Zawór odcinający spaw./gwint.	DN15 PN40	NAVAL/VEXVE	1	szt.
PU2	Pompa c.w.u.	Stratos PICO-Z 20/1-4 1x230V/0,33 A/0,025 kW	WILO	1	szt.
W1	Zawór odcinający gwint.	DN25 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	2	szt.
W2	Zawór odcinający gwint.	DN25 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
WF1	Filtr siatkowy gwint.	DN25 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
WF2	Filtr siatkowy gwint.	DN25 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
EA1	Zawór zwrotny antyskażeniowy	EA DN25	SOCLA	1	szt.
WZ2	Zawór zwrotny gwint.	DN25 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
SV2	Zawór bezpieczeństwa	SYR 2115 DN25 6,0 BAR	Hans Sasserath&Co	1	szt.
WM	Wodomierz wody zimnej	JS 4,0-02 Smart+ Q3=4,0m³/h DN20	APATOR	1	szt.
RC	Reduktor ciśnienia zimna woda	DRVN DN25 zak. 1,5÷6 bar t=30°C PN25	MTR WATTS	1	szt.
RC	Manometr do reduktora ciśnienia	F+R100 zakres 0÷6 bar	MTR WATTS	1	szt.
H10	Zawór odcinający gwint.	DN15 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	3	szt.
PTi	Przetwornik ciśnienia zasilanie 15 -30V DC	MIDAS C08 0÷10bar/4÷20mA/G1/2	JUMO	1	szt.
	Kurek manometryczny z uszczelnieniem teflonowym	fig. 528 G1/2"	GEBWELL	1	szt.
<b>UZUPEŁNIANIE ZŁADU</b>					
HS	Wężyk giętki w oplocie metal.	SUPER HG-1/2"/1/2" L=300÷600mm	TUCAI	1	szt.
<b>POMIAR TEMPERATURY I CIŚNIENIA</b>					
M1	Manometr	0÷16 bar/MPa +130C	QVINTUS/WIKA	2	szt.
M2	Manometr	0÷10 bar/MPa +130C	QVINTUS/WIKA	2	szt.
KM	Kurek manometryczny	fig. 528	GEBWELL	12	szt.
T2	Termometr	0÷120°C	QVINTUS	6	szt.
<b>URZĄDZENIA DOSTARCZANE LUZEM</b>					
ET1	Naczynie wzb. przepon.	N 12/4 bar	REFLEX	1	szt.
ET2	Naczynie wzb. przepon.	N 18/4 bar	REFLEX	1	szt.
SU	Złącze samoodcinające	SU R ¾"	CALEFFI/REFLEX	2	szt.
S50	Sonda załania	SZH-03	ZAMEL	1	szt.
	Przełącznik załania	PZM-10	ZAMEL	1	szt.
<b>MODUŁ PRZYŁĄCZENIOWY</b>		<b>URZĄDZENIA DOSTARCZA I MONTUJE VEOLIA POZNAŃ</b>			
P0	Zawór odcinający spawany	DN32 PN25	NAVAL/VEXVE	2	szt.
F0	Filtr kołnierzowy	fig. 821 DN32/300 PN25	ZETKAMA	1	szt.
HMO	Licznik ciepła Multical 603	MC603+UF 54 qp 2,5 m³/h 190 mm x G1B (R¾) PN16	KAMSTRUP	1	szt.
te	Tuleje stalowe do czujników Pt500	L=90mm-R1/2"	KAMSTRUP	2	szt.
DPC	Reg. różnicy ciśn. i przepł. - zasil.	AVPQ4 DN15 PN25 Kvs=4,0m³/h 0,2÷1,0 bar_0,07÷2,4 m³	DANFOSS	1	szt.
U1	Zawór odcinający spaw./gwint.	DN15 PN40	NAVAL/VEXVE	3	szt.
F10	Filtr siatkowy gwint.	DN15 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
KR	Kryza dławiąca	DN15/ 4 mm	GEBWELL	1	szt.
WM0	Wodomierz wody gorącej z nadajnikiem imp.	JS90 2,5-NK Q3=2,5m³/h 10l/imp. DN15	APATOR	1	szt.
M1	Manometr	0÷16 bar/MPa +130C	QVINTUS/WIKA	2	szt.
KM	Kurek manometryczny	fig. 528 PN16	GEBWELL	2	szt.
<b>IZOLACJA</b>					
IZOL	Izolacja węzła 3F gr. izol. 20mm	zakres średnic do DN50	GEBWELL	1	szt.