

Zawartość projektu węzła cieplnego

I. Opis techniczny	2
1. Podstawa opracowania	2
2. Temat i zakres opracowania	2
3. Dane wyjściowe	2
4. Opis projektowanego rozwiązania.....	3
5. Armatura, rurociągi, izolacje termiczne i antykorozyjne	4
II. Obliczenia węzła cieplnego	8
1. Parametry obliczeniowe węzła cieplnego.....	8
2. Dobór naczynia wzbiorniczego instalacji c.o.....	10
3. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.o.	10
4. Dobór naczynia wzbiorniczego instalacji c.t.....	14
5. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.t.	15
6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu c.w.u	19
7. Układy pomiarowo-rozliczeniowe	23
8. Pompy cyrkulacyjne c.o.	23
9. Pompy obiegowa c.t.....	24
10. Pompa obiegu c.w.u.....	25
11. Dobór regulatorów różnicy ciśnień i przepływu	26
12. Strata ciśnienia węzłów.....	26
13. Nastawy na regulatorze różnicy ciśnienia i przepływu	26
14. Sprawdzenie zaworu $\Delta p/V$ ze względu na możliwość wystąpienia kawitacji...	27
15. Dobór wodomierza w układzie uzupełniania zładu instalacji	28
III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA ...	30
IV. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW	31
1. Plan sytuacyjny 1:500	
2. Rzut węzła cieplnego 1:50	
3. Schematy węzłów cieplnych	

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, ciepła technologicznego i ciepłej wody użytkowej zasilający dom studencki dla celów szkoły wyższej UAM uzupełnionego o funkcje usług, z wewnętrzną komunikacją, parkingami i infrastrukturą techniczną na terenie obr. Morasko dz. nr 277, 278/1, 278/4, 278/3 przy ul. Umultowskiej w Poznaniu.

Przewiduje się budowę kompaktowego węzła cieplnego firmy Gebwell na potrzeby centralnego ogrzewania, ciepła technologicznego i ciepłej wody.

Węzeł zlokalizowany zostanie w budynku na kondygnacji 1. Miejscem włączenia węzła cieplnego będzie projektowane przyłącze sieci ciepłej 2xDn80 mm.

3. Dane wyjściowe

Do obliczeń przyjęto następujące dane:

Dane	
Zapotrzebowanie ciepła na cele c.o.	570 kW
Zapotrzebowanie ciepła na cele wentylacji	130 kW
Temperatura zasilania powrotu instalacji c.o.	70/50°C
Temperatura zasilania powrotu instalacji wentylacji	70/50 °C
Temperatura zewnętrzna obliczeniowa	-18 °C
Maksymalne ciśnienie w instalacji c.o.	4,0 bar
Maksymalne ciśnienie w instalacji wentylacji	4,0 bar
Ciśnienie dyspozycyjne na obiegu c.o. i wentylacji	57,5 kPa(co) 38,5 kPa (went.)
Średnie obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody	130 kW
Maksymalne obliczeniowe zapotrzebowanie ciepła na cele ciepłej wody	280 kW
Parametry pracy instalacji c.w.u.	5/55-60°C
Strata ciśnienia na obiegu cyrkulacyjnym ciepłej wody	-- kPa
Maksymalne ciśnienie w instalacji wodociągowej	6,0 bar
Ciśnienie dyspozycyjne m.s.c. lato/zima	100/150 kPa
Ciśnienie statyczne instalacji c.o. i wentylacji	17,5 mH ₂ O

Pojemność zładu instalacji c.o.	9,55 m ³
Pojemność zładu instalacji wentylacji	1,44 m ³
Instalacja wewnętrzna c.o. wykonana będzie z rur PEX/STAL Instalacja wewnętrzna wentylacji wykonana będzie z rur STAL Instalacja c.w.u. wykonana będzie z rur PEX	

4. Opis projektowanego rozwiązania

Zaprojektowano 3-funkcyjny kompaktowy węzeł cieplny firmy Gebwell dla instalacji centralnego ogrzewania, ciepła technologicznego i ciepłej wody użytkowej budynku. Kompaktowy węzeł cieplny należy połączyć z odpowiednimi obiegami instalacji wewnętrznej c.o. c.t. i c.w.u. w pomieszczeniu węzła.

Projektowany węzeł cieplny oparty na wymiennikach produkcji firmy Alfa-Laval o mocy maksymalnej na c.o. - 570 kW, c.t.- 130 kW i na c.w.u. 280 kW.

Przewiduje się zastosowanie automatycznej regulacji temperatury wody instalacyjnej za pomocą urządzeń firmy Danfoss. Regulacja temperatury wody instalacyjnej c.o. c.t. 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 CB110-54M(B23,B23) firmy Alfa-Laval. Do regulacji temperatury wody instalacyjnej zaprojektowano zawór typu VM2 DN50, Kvs 25 m³/h z siłownikiem ze sprężyną powrotną typ AMV 23 230V firmy Danfoss. 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 produkcji Grundfos MAGNA3 65-150 F 1x230V 5,69A 1301W PN6/10. Zabezpieczenie instalacji przed przekroczeniem maksymalnego ciśnienia stanowić będzie zawór bezpieczeństwa SYR 1915 DN32 4,0 BAR – 2 szt.; nastawa zaworu 4,0 bar. Przyrost objętości wody przejmie naczynie wzbiorcze Reflex N 600/6 bar o maksymalnym ciśnieniu roboczym 6,0 bar – 2 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 c.t. będzie przygotowywana w płytowym wymienniku ciepła typu CB110-46M(6 połączeń) firmy Alfa-Laval. Do regulacji temperatury wody instalacyjnej zaprojektowano zawór typu VM2 DN32, Kvs 10 m³/h z siłownikiem ze sprężyną powrotną typ AMV 33 230V firmy Danfoss. Temperatura wody regulowana będzie w zależności od temperatury zewnętrznej i nastawionej krzywej grzewczej dla instalacji wewnętrznej.

Obieg wody instalacyjnej c.t. wymuszony będzie przez pompę elektroniczną produkcji Grundfos MAGNA3 32-120 1x230V 1,56A 182W PN6/10. Zabezpieczenie instalacji przed przekroczeniem maksymalnego ciśnienia stanowić będzie zawór bezpieczeństwa SYR 1915 DN32 4,0 BAR – 2 szt.; nastawa zaworu 4,0 bar. Przyrost objętości wody przejmie naczynie wzbiorcze Reflex N 250/6 bar o maksymalnym ciśnieniu roboczym 6,0 bar – 1 szt. Dla ochrony przed wzrostem temperatury wody instalacyjnej c.t. 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 dwustopniowym płytowym wymienniku ciepła typu CB30-34H(V22,V22) firmy Alfa-Laval. Do regulacji temperatury wody instalacyjnej zaprojektowano zawór typu VM2 DN20, Kvs 4,0

m³/h z siłownikiem ze sprężyną powrotną typ AMV 13, 230V firmy Danfoss. Zabezpieczenie instalacji c.w. przed nadmiernym wzrostem ciśnienia stanowi zawór bezpieczeństwa SYR 2115 DN32 6 BAR o nastawie 6 bar – 2 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 MAGNA3 25-60 N 1x230V 0,75A 91W PN6/10. Automatyka wężła zapewni priorytet ciepłej wody.

Włączenie wężła wykonać zgodnie z załączonym schematem.

Automatyka wężła 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 EA291NF firmy SOCLA i reduktor ciśnienia DRVN DN50 zak. 1,5÷6 bar t=30°C PN25 firmy MTR WATTS.

W wężle przewiduje się wykonanie wstawek dla licznika ciepła i regulatora różnicy ciśnień i przepływu. Urządzenia te dostarczy Veolia Energia Poznań S.A. Przewiduje się montaż licznika MC603+UF 54 qp 15,0 m³/h 270 mm x DN50 PN25, Gwint zewnętrzny, (powrót).

Jako regulator różnicy ciśnień i przepływu przewiduje się montaż 2 zaworów AVPQ4 DN50 PN25 Kvs=25m³/h 0,2÷1,0 bar_0,8÷15 m³/h firmy Danfoss.

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

Q3=2,5m³/h 10l/imp. DN15, Gwint zew.

5. Armatura, rurociągi, izolacje termiczne i antykorozyjne

Wszystkie rurociągi wysokoparametrowe w wężle 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 $1,5 \cdot p_{rob}$ bez podłączenia armatury i zaworu bezpieczeństwa lub $1,25 \cdot p_{rob}$ 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 wężle 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 wężlem 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) ¹)
1	Średnica wewnętrzna do 22 mm	20 mm
2	Średnica wewnętrzna od 22 do 35 mm	30 mm
3	Średnica wewnętrzna od 35 do 100 mm	równa średnicy wewnętrznej rury

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 ciągi komunikacyjne.

Pomieszczenie węzła posiada naturalne i sztuczne oświetlenie, w pomieszczeniu należy wykonać wentylację nawiewno-wywiewną, kanalizację sanitarną z kratkę kanalizacyjną i studnię schładzającą.

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;
- Wykonać wentylację grawitacyjną nawiewno-wywiewną, W pomieszczeniu węzła należy zapewnić odpowiednią wentylację grawitacyjno-nawiewno-wywiewną. Przewiduje się wykorzystanie istniejących kanałów wywiewnych w pomieszczeniu węzła ciepłego. W pomieszczeniu węzła ciepłego zamontować kanał wentylacji wywiewnej o przekroju 14x21 cm oraz wykonać kanał nawiewny typu „Z” o wymiarach 20x20 cm.

- W pomieszczeniu węzła ciepłego wykonać studzienkę schładzająco-odwadniającą. Studzienka odwadniająca, wykonana jako studnia betonowa zagłębiona w posadzce i będzie odprowadzała wody spustowe do kanalizacji.
- 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 węzła ciepłego wg punktu 12. „Instalacje elektryczne”. W szczególności:

- W rozdzielni głównej budynku przewidzieć układ rozliczeniowy – dwutaryfowy, energii
- elektrycznej na potrzeby węzła ciepłego;
- W pomieszczeniu wymiennikowni zamontować rozdzielnicę elektryczną szafkową, blaszana. Rozdzielnicę umieścić możliwie najbliżej drzwi wejściowych z zachowaniem wymaganych odległości od urządzeń technologicznych. Schemat rozdzielni wg wytycznych dostawcy ciepła;
- Do rozdzielni elektrycznej węzła doprowadzić napięcie 3X400V, 50Hz. Zasilanie zrealizować przewodem YDY 3x2,5mm². Z rozdzielni zasilane są urządzenia automatyki i pompy. Przewidywana moc elektryczna na potrzeby węzła wynosi 5,0kW;
- Pomieszczenie węzła wyposażać w oświetlenie sztuczne o średnim natężeniu, nie mniejszym niż 200Lx. Stosować oświetlenie jarzeniowe, energooszczędne, hermetyczne;
- Jedną z opraw oświetleniowych wyposażać w inwerter w celu zabezpieczenia oświetlenia awaryjnego;
- Instalacje elektryczne prowadzić w rurkach instalacyjnych lub korytkach natynkowo;
- Osprzęt instalacyjny tj. wyłączniki, puszkę instalacyjną, oprawy oświetleniowe, rozdzielnicę itp. stosować w stopniu ochrony IP 44;
- W obwodach oświetlenia i gniazd stosować zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe o charakterystyce „B” dla oświetlenia i z członem różnicowo-prądowym 30mA dla gniazda;
- Dla urządzeń zamontowanych na stałe jako środek ochrony przeciwpożarowej dodatkowej należy stosować szybkie wyłączenie zasilania. Dla urządzeń przenośnych (gniazda) stosować wyłącznik przeciwporażeniowy różnicowo-prądowy. Niedopuszczalne jest zabezpieczenie jednym wyłącznikiem różnicowo-prądowym całego obiektu;
- W pomieszczeniu przewidzieć gniazdo 230V umożliwiające podłączenie elektronarzędzi o mocy maksymalnej 2,0kW;
- Należy stosować połączenia wyrównawcze urządzeń i instalacji.
- Przygotować miejsce na szynie DIN w szafce rozdzielczej szerokości 53 mm do montażu transformatora prod. EDEL typ 7V 1A DIN TYP TS-E08/01 wraz z zabezpieczeniem nadprądowym typ S 301 C 1A.

branża instalacyjna

- doprowadzić instalację zimnej wody z pomieszczenia wodomierza do pomieszczenia węzła cieplnego;
- wykonać wszystkie podłączenia węzłów kompaktowych do sieci ciepłej, 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 węzła połączyć z przyłączem sieci ciepłej rurami stalowymi, przewodowymi bez szwu wg PN/H-74219, o średnicy $2 \times DN_{80}$, łączonymi przez spawanie. Rury zabezpieczyć przed korozją wg PN-80/H-74219 i zaizolować;
- Króćce instalacyjne c.o. węzła połączyć z rozdzielaczami instalacyjnymi w pomieszczeniu węzła 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 naczyniem zamontować złącze samoodcinające z manometrem oraz zawór spustowy. Ciśnienie wstępne w naczyniu (po stronie gazowej) ustawić na poziomie 2,2bar.
- Czujnik temperatury zewnętrznej zamontować na ścianie północnej budynku, na wysokości ok. 2,5m nad poziomem terenu, z dala od otwieranych okien;
- Przewody należy prowadzić ze spadkiem 0,3% w kierunku odwodnień. Stosować łagodne kolana i zwężki;
- Na przewodzie uzupełniającym instalację grzewczą należy zamontować tabliczkę 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 ciepłego

1. Parametry obliczeniowe węzła ciepłego

Temperatury:

	zasilanie	powrót (lub z.w.)	Przepływy obliczeniowe węzła - sieć:	
sieć okres grzewczy:	125°C	55°C	Obieg przyłącze. 125/65°C	11,69 m³/h
sieć lato:	70°C	25°C	Obieg przyłącze. 70/25°C	5,47 m³/h
instalacja c.o.:	70°C	50°C	Obieg c.o. 80/60°C	7,19 m³/h
instalacja c.t.	70°C	50°C	Obieg c.t. 80/60°C	1,70 m³/h
instalacja c.w.:	60°C	8°C	Obieg c.w.u. 60/8°C	5,89 m³/h
Ciśnienie dyspozycyjne sieci zima:	150,00 kPa			
Ciśnienie dyspozycyjne sieci lato:	100,00 kPa			

Dane do doboru węzła trzyfunkcyjnego wysokie parametry

Wymienniki			Ilość [szt.]	DN (sieć) [mm]	DN (inst.) [mm]	dP _{sieć} [kPa]	dP _{inst} [kPa]
Q _{c.o.} =	570,0 kW	CB110-54M	1	50	50	2,66	24,70
Q _{c.t.} =	130,0 kW	CB30-34H	1	25	25	2,77	25,40
Q _{c.w. max.} =	280,0 kW	CB110-46M 6 poł.	1	50	50	14,60	8,34
Q _{c.w. śr.h.} =	130,0 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]
Przyłącze węzła									
Zawór odc. spaw. Dn80	2	315	Dn 80	11,69	0,61	0,28	5,47	0,28	0,06
FOM, DN80	1	118	Dn 80	11,69	0,61	0,98	5,47	0,28	0,21
Multical 603 UF 54-S DN50 Qn=15	1	40	Dn 50	11,69	1,39	8,54	5,47	0,65	1,87
AVPQ(4) DN50 PN25 Kvs=25 m³/h kołn.	1	25	Dn 50	11,69	1,39	21,86	5,47	0,65	4,79
opór dławnicy - w przypadku ograniczenia przepływu						20,00			20,00
pozostałe opory:						0,47			0,11
				Razem: 52,13			Razem: 27,04		
Obwód regulacyjny c.o.									
Zawór odc. spaw. Dn65	1	182	Dn 65	7,45	0,53	0,17			

Zawór odc. spaw. Dn50	1	105	Dn 50	3,73	0,44	0,13	- z obiegu c.o. na I st. 50%		
Zawór regulacyjny - DN50 Kvs=25 m3/h	1	25	Dn 50	7,45	0,89	8,88			
Wymiennik c.o. CB110-46M	1		Dn 50	7,45	0,89	2,66			
Zawór równoważący Dn50	1	66,2	Dn 50	7,45	0,89	1,27			
Multical 603 UF 54-S DN40 Qn=10	1	40	Dn 40	7,45	1,42	3,47			
pozostałe opory:						0,57			
				Razem:		17,15			
Obwód regulacyjny c.t.									
Zawór odc. spaw. Dn32	2	41	Dn 32	1,98	0,51	0,34			
Zawór regulacyjny - DN20 Kvs=4 m3/h	1	4	Dn 20	1,98	1,41	18,06			
Wymiennik c.t. CB30-34H	1		Dn 25	1,98	0,14	2,77			
Multical 603 UF 54-S DN20 Qn=2,5	1	13,4	Dn 20	1,98	1,41	1,61			
pozostałe opory:						0,47			
				Razem:		23,25			
Obwód regulacyjny c.w.									
- powrót z c.o. 50% + przepływ c.w.u.	1	182	65	8,47	0,61	0,22	5,47	0,39	0,09
Zawór odc. spaw. Dn65									
Zawór odc. spaw. Dn50	1	105	Dn 50	4,27	0,51	0,12	5,47	0,65	0,27
Zawór regulacyjny - DN32 Kvs=10 m3/h	1	10	Dn 32	4,27	1,09	13,40	5,47	1,40	29,92
Wymiennik c.w. CB110-46M 6 poł.	1		Dn 50	4,27	0,51	14,60	5,47	0,65	14,60
pozostałe opory:						0,74			0,44
				Razem:		29,02	Razem: 45,32		
Wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła:				81,18			72,35		
Wymagana nastawa regulatora różnicy ciśnień:				37,59			47,19		
Przyjęto nastawę regulatora różnicy ciśnień:				38,00			48,00		
Stąd wymagane ciśnienie dyspozycyjne dla węzła:				80,59			73,17		

Autorytet zaworu regulacyjnego c.o.:	-	-	-	-	-	0,32	-	-	-
Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego c.o.:	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-
Autorytet zaworu regulacyjnego c.t.:	-	-	-	-	-	0,54	-	-	-
Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego c.t.:	-	-	-	-	-	0,43	-	-	-
Autorytet zaworu regulacyjnego c.w.:	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63
Stopień otwarcia zaworu regulacyjnego c.w.:	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55

2. Dobór naczynia zbiorczego instalacji c.o.

Doboru dokonano zgodnie z wytycznymi firmy REFLEX w zakresie doboru układów stabilizacji ciśnienia:

Założenia :

- pojemność instalacji i sieci : $V = 9,550 \text{ m}^3$,
- maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu : $p_{\max} = 4,0 \text{ bar}$,
- ciśnienie statyczne w naczyniu : $p_{\text{st}} = 1,75 \text{ bar}$,
- obliczeniowa temperatura na zasilaniu : $t_z = 70 \text{ }^\circ\text{C}$.
- przyrost objętości wody instalacyjnej $t_{\text{sr}}(z/p) : x = 0,0224 \text{ l/kg}$,
- gęstość wody instalacyjnej przy $t=10 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$
- ilość naczyń : $n = 1$.

Pojemność użytkowa naczynia V_u :

$$V_u = V \cdot x \cdot \rho$$

$$V_u = 213,86 \text{ dm}^3$$

Minimalne ciśnienie robocze :

$$p_o = H(\text{m})/10 + 0,2 = 1,95 \text{ bar},$$

Minimalna pojemność całkowita:

$$V_n = V_u \cdot (p_{\max} + 1 / (p_{\max} - p_o)) = 521,61 \text{ dm}^3$$

Rura zbiorcza:

$$d_{wz} = 0,7 \cdot (V_u)^{0,5} = 0,7 \cdot (213,86)^{0,5} = 10,24 \text{ mm}$$

Przyjęto rurę o średnicy **$d_{wz} = 25 \text{ mm}$**

Całkowita pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 1200 l

przy wymagane: 521,6 l

Użytkowa pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 413,3 l

przy wymagane: 213,9 l

Dobrano 2 naczynia ciśnieniowe firmy Reflex typu N 600 o następujących parametrach technicznych:

- ilość naczyń : 2 szt.,
- pojemność naczynia 600 l,
- średnica przyłącza 25 mm,
- ciśnienie wstępne 1,95 bar.

3. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.o.

Sprawdzenie zaworu wg PN

Obliczenia zaworu zgodnie z PN-B-02414:1999 wymaganą najmniejszą średnicę przełotu zaworu bezpieczeństwa jeżeli ciśnienie wody sieciowej jest większe niż ciśnienie dopuszczalne instalacji.

Wstępnie dobrano 2 zawory SYR 1915 Dn32mm, $d_o = 27 \text{ mm}$,

Współczynnik wypływu dla cieczy $\alpha_c = 0,48$,

Ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa $p_1 = 4,0 \text{ bar}$,

Ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej $p_2 = 16,0 \text{ bar}$,

Gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp. $\rho = 939,0 \text{ kg/m}^3$,

Wymagana masa przepustowości zaworu bezpieczeństwa [kg/s] :

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

$b = 1$ gdy $p_2 - p_1 \leq 5$ bar,

$b = 2$ gdy $p_2 - p_1 > 5$ bar,

$p_2 - p_1 = 10$ bar , $b = 2$,

$A = 0,0000352$ wg. karty katalogowej wymiennika,

$$M = 3,343 \text{ kg/s,}$$

Minimalna średnica wewnętrzna pojedynczego zaworu bezpieczeństwa :

$$d_{\min} = 54 \times \sqrt{\frac{M}{\alpha c * \sqrt{p_1 * \rho}}} = 18,8 \text{ mm} < d_o = 27 \text{ mm.}$$

Warunek $d_o > d_{\min}$ jest spełniony.

Sprawdzenie zaworu wg UDT

Sprawdzenie dobranego zaworu na przepustowość dla pary

Wymagana przepustowość zaworu dla pary

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

N - wydajność max wymiennika = 570 kW,

r - ciepło parowania dla $p = 4,4$ bar $r = 2094,65 \text{ kJ/kg}$,

$$m = 979,6 \text{ kg/h,}$$

Wymagana przepustowość dla pojedynczego zaworu:

$$m = 489,8 \text{ kg/h}$$

- przepustowość dobranego zaworu dla pary:

$$m = 10 K_1 K_2 \alpha A (p_1 + 0,1)$$

$$K_1 = 0,53$$

$$\beta = (p_2 + 0,1) / (p_1 + 0,1)$$

$$\beta = (0 + 0,1) / (0,55 + 0,1)$$

$$\beta = 0,154$$

$$\text{stąd } K_2 = 1$$

$$m_z = 10 \times 0,53 \times 1,0 \times 0,48 \times 572,6 \times (0,44 + 0,1)$$

$$m_z = \mathbf{1573,2 \text{ kg/h} > 979,6 \text{ kg/h}}$$

Dobrano 2 zawory firmy Hans Sasserath & Co. KG typ SYR 1915 o średnicy d_o = 27 mm, ciśnienie otwarcia 4,0 bar, średnica siedliska zaworu 32 mm spełnia warunki i wymogi Polskiej Normy i Urzędu Dozoru Technicznego.

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

Dane wejściowe:

N	Moc wymiennika	570	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CB110 - lutowany ALFA	
Parametry sieci ciepłej			
T _{zw}	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	125,0	[°C]
T _{pw}	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	65,0	[°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]

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

Ze względu na moc wymiennika ciepła

p ₁	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.o./c.t.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} =$	0,44	[MPa]
r	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu p ₁ + 0,1	r =	2094,6581	[kJ/kg]
m ₁	Wymagana przepustowość zaworu	m ₁ =	979,634	[kg/h]

Ze względu na otwarcie przewodu uzupełniania z zabudowaną kryzą przy trwałym połączeniu powrotu wody sieciowej

z powrotem wody instalacyjnej

d	średnica kryzy	d =	6,00	[mm]
A	pole powierzchni przekroju kryzy	A =	28,274	[mm ²]
p _{uz}	maks. ciśnienie w instalacji uzup. zładu	p _{uz} =	1,6	[MPa]
t ₁	maks. temperatura	t ₁ =	55,00	[°C]

ρ_1	wody w instalacji uzup. gęstość wody w temp. t_1	$\rho_1 =$	985,665	[kg/m ³]
α_c	współczynnik wypływu wody przez kryzę	$\alpha_c =$	1,00	
		$m_2 =$	4891,204	[kg/h]

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

d	średnica kryzy	$d =$	6,0	[mm]
ΔP	obliczeniowa różnica ciśnień na przewodzie uzupełniania	$\Delta P =$	1200000	[Pa]
		$m_{KR} =$	3851,174	[kg/h]

Do dalszych obliczeń przyjęto:

		$m_{KR} \leq m_2$	
		$m_2 =$	4891,204 [kg/h]

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	$p_1 =$	0,5	[MPa]
t_1	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	$t_1 =$	125	[°C]
ρ_1	gęstość wody w temp. 120°C	$\rho_1 =$	939,034	[kg/m ³]
α_c	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	$\alpha_c =$	1,0	
F_k	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	$F_k =$	35,2	[mm ²]
		$m_3 =$	5943,498	[kg/h]

Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

$m =$	
$m_1 +$	11814,337
$m_2 +$	
$m_3 =$	

Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Udział pary wodnej w mieszanke parowo-wodnej.

i_4	entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym	$i_4 =$	524,96	[kJ/kg]
i_5	entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym	$i_5 =$	417,51	[kJ/kg]
r	ciepło parowania wody przed zaworem	$r =$	2094,658	[kJ/kg]
		$x_2 =$	0,051	

Powierzchnia wypływu dla wody.

α	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy
ρ	gęstość wody w temp. 120°C
p_3	ciśnienie odpływowe

$\alpha =$	0,36	
$\rho =$	939,034	[kg/m ³]
$p_3 =$	0,00	[MPa]
$A_w =$	438,494	[mm ²]

Powierzchnia wypływu pary wodnej.

α	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy
K_1	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem
K_2	współczynnik poprawkowy uwzględniający wpływ stosunku ciśnień
p_1	ciśnienie zrzutowe

$\alpha =$	0,51	
$K_1 =$	0,53	
$K_2 =$	1,00	
$p_1 =$	0,44	[MPa]
$A_w =$	441,1625	[mm ²]
$A_{min} =$	879,6569	[mm ²]

Powierzchnia łączna

Dobór zaworu.

Typ zaworu	SYR 1915
Liczba zaworów	2
Ciśnienie otwarcia [bar]	szt. 4,0
Średnica sprawdzanego zaworu	
bezpieczeństwa	32
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego d_0	= 27
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu	
A	= 1145,11

$A_{min} \leq A$

Spełnia warunki

4. Dobór naczynia zbiorczego instalacji c.t.

Doboru dokonano zgodnie z wytycznymi firmy REFLEX w zakresie doboru układów stabilizacji ciśnienia:

Założenia :

- pojemność instalacji i sieci : $V = 1,44 \text{ m}^3$,
- maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu : $p_{\max} = 4,0 \text{ bar}$,
- ciśnienie statyczne w naczyniu : $p_{\text{st}} = 1,75 \text{ bar}$,
- obliczeniowa temperatura na zasilaniu : $t_z = 70 \text{ }^\circ\text{C}$.
- przyrost objętości wody instalacyjnej $t_{\text{sr}}(z/p)$: $x = 0,0224 \text{ l/kg}$,
- gęstość wody instalacyjnej przy $t=10 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$
- ilość naczyń : $n = 1$.

Pojemność użytkowa naczynia V_u :

$$V_u = V \cdot x \cdot \rho$$

$$V_u = 32,25 \text{ dm}^3$$

Minimalne ciśnienie robocze :

$$p_o = H(\text{m})/10 + 0,2 = 1,95 \text{ bar},$$

Minimalna pojemność całkowita:

$$V_n = V_u \cdot (p_{\max} + 1 / (p_{\max} - p_o)) = 78,658 \text{ dm}^3$$

Rura wzbiorcza:

$$d_{wz} = 0,7 \cdot (V_u)^{0,5} = 0,7 \cdot (32,25)^{0,5} = 3,98 \text{ mm}$$

Przyjęto rurę o średnicy $d_{wz} = 25 \text{ mm}$

Całkowita pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 250 l

przy wymagane: 78,7 l

Użytkowa pojemność urządzeń zabezpieczających wynosi: 86,2 l

przy wymagane: 32,3 l

Dobrano naczynie ciśnieniowe firmy Reflex typu N250 o następujących parametrach technicznych:

- ilość naczyń : 1 szt.,
- pojemność naczynia 250 l,
- średnica przyłącza 25 mm,
- ciśnienie wstępne 1,95 bar.

5. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla instalacji c.t.

Sprawdzenie zaworu wg PN

Obliczenia zaworu zgodnie z PN-B-02414:1999 wymaganą najmniejszą średnicę przelotu zaworu bezpieczeństwa jeżeli ciśnienie wody sieciowej jest większe niż ciśnienie dopuszczalne instalacji.

Wstępnie dobrano 2 zawory SYR 1915 Dn32mm, $d_o = 27 \text{ mm}$,

Współczynnik wypływu dla cieczy $\alpha_c = 0,23$,

Ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa $p_1 = 4,0 \text{ bar}$,

Ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej $p_2 = 16,0 \text{ bar}$,

Gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp. $\rho = 939,0 \text{ kg/m}^3$,

Wymagana masa przepustowości zaworu bezpieczeństwa $[\text{kg/s}]$:

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

$b = 1$ gdy $p_2 - p_1 \leq 5$ bar,
 $b = 2$ gdy $p_2 - p_1 > 5$ bar,
 $p_2 - p_1 = 10$ bar, $b = 2$,
 $A = 0,0000311$ wg. karty katalogowej wymiennika,

$M = 2,95$ kg/s,

Minimalna średnica wewnętrzna pojedynczego zaworu bezpieczeństwa :

$$d_{\min} = 54 \times \sqrt{\frac{M}{\alpha \cdot \sqrt{p_1 \cdot \rho}}} = 17,7 \text{ mm} < d_o = 27 \text{ mm}.$$

Warunek $d_o > d_{\min}$ jest spełniony.

Sprawdzenie zaworu wg UDT

Sprawdzenie dobranego zaworu na przepustowość dla pary

Wymagana przepustowość zaworu dla pary

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

N - wydajność max wymiennika = 130 kW,

r - ciepło parowania dla $p=4,4$ bar $r = 2094,658$ kJ/kg,

$$m = 223,4 \text{ kg/h},$$

Wymagana przepustowość dla pojedynczego zaworu:

$$m = 111,7 \text{ kg/h}$$

- przepustowość dobranego zaworu dla pary:

$$m = 10 K_1 K_2 \alpha A (p_1 + 0,1)$$

$$K_1 = 0,53$$

$$\beta = (p_2 + 0,1) / (p_1 + 0,1)$$

$$\beta = (0 + 0,1) / (0,55 + 0,1)$$

$$\beta = 0,154$$

$$\text{stąd } K_2 = 1$$

$$m_z = 10 \times 0,53 \times 1,0 \times 0,48 \times 572,6 \times (0,44 + 0,1)$$

$$m_z = 1573,2 \text{ kg/h} > 223,4 \text{ kg/h},$$

Dobrano zawór firmy Hans Sasserath & Co. KG typ SYR 1915 o średnicy $d_o = 27$ mm, ciśnienie otwarcia 3,0 bar, średnica siedliska zaworu 32 mm spełnia warunki i wymogi Polskiej Normy i Urzędu Dozoru Technicznego.

Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t.
(wg przepisów UDT WUDT-UC-KW/04, WUDT-UC-WO-A, WUDT-UC-ZS/E)

Dane wejściowe:

N	Moc wymiennika	130	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CB110 - 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	5,0	[bar]

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

Ze względu na moc wymiennika ciepła

p ₁	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.o./c.t.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} =$	0,44	[MPa]
r	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu p ₁ + 0,1	r =	2094,658	[kJ/kg]
m ₁	Wymagana przepustowość zaworu	m ₁ =	223,425	[kg/h]

Ze względu na otwarcie przewodu uzupełniania z zabudowaną kryzą przy trwałym połączeniu powrotu wody sieciowej

z powrotem wody instalacyjnej

d	średnica kryzy	d=	6,00	[mm]
A	pole powierzchni przekroju kryzy	A=	28,274	[mm ²]
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]
ρ ₁	gęstość wody w temp. t ₁	ρ ₁ =	983,14	[kg/m ³]
α _c	współczynnik wypływu wody przez kryzę	α _c =	1,00	
		m ₂ =	4891,20	[kg/h]

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

d średnica kryzy
 ΔP obliczeniowa różnica ciśnień na przewodzie uzupełniania

d= **6,00** [mm]

ΔP = **1200000** [Pa]

m_{KR} = **3851,174** [kg/h]

$m_{KR} \leq m_2$

m_2 = **4891,2046** [kg/h]

Do dalszych obliczeń przyjęto:

Ze względu na pęknięcie wspólnej ścianki wymiennika dopuszczalne ciśnienie wody w sieci

p_{max} cieplowniczej
 p_1 ciśnienie zrzutowe dla instalacji
 t_1 temperatura wody w sieci cieplowniczej
 ρ_1 gęstość wody w temp. 120°C
 α_c współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki
 F_k powierzchnia przekroju przebiccia wspólnej ścianki

p_{max} = **1,6** [MPa]

p_1 = **0,3** [MPa]

t_1 = **125** [°C]

ρ_1 = **939,034** [kg/m³]

α_c = **1,0**

F_k = **31,1** [mm²]

m_3 = **5251,2157** [kg/h]

Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.

m =
 $m_1 +$
 $m_2 +$ **10365,845**
 $m_3 =$ [kg/h]

Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Udział pary wodnej w mieszanke parowo-wodnej.

i_4 entalpia wody przed zaworem przy ciśnieniu zrzutowym
 i_5 entalpia wody na wylocie zaworu przy ciśnieniu atmosferycznym
 r ciepło parowania wody przed zaworem

i_4 = **524,96** [kJ/kg]

i_5 = **417,51** [kJ/kg]

r = **2094,658** [kJ/kg]

x_2 = **0,051**

Powierzchnia wypływu dla wody.

α współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy
 ρ gęstość wody w temp. 120°C
 p_3 ciśnienie odpływowe

α = **0,25**

ρ = **939,034** [kg/m³]

p_3 = **0,00** [MPa]

A_w = **384,732** [mm²]

]

Powierzchnia wypływu pary wodnej.

α współczynnik wypływu wg. zaświadczenia
wytwórcy

$\alpha =$ **0,48**

K_1 współczynnik
poprawkowy
uwzględniający
właściwości czynnika
przed zaworem

$K_1 =$ **0,53**

K_2 współczynnik
poprawkowy
uwzględniający wpływ
stosunku ciśnień

$K_2 =$ **1,00**

p_1 ciśnienie zrzutowe

$p_1 =$ **0,33** [MPa]

$A_w =$ **387,074**

 [mm²]

A_{min}
= **771,806**

 [mm²]

Powierzchnia łączna

Dobór zaworu.

	SYR
Typ zaworu	1915
	2
Liczba zaworów	szt.
Ciśnienie otwarcia [bar]	4,0
Średnica sprawdzanego zaworu	
bezpieczeństwa	32
Wewnętrzna średnica króćca dolotowego d_0	= 27
Łączna powierzchnia rzecz. wypływu	
	$A =$ 1145,1105

$A_{min} \leq A$ Spełnia warunki

6. Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu c.w.u.

Wstępnie zakładana średnica zaworu bezpieczeństwa SYR 2115 Dn25 mm – 2szt,
 Ciśnienie dopuszczalne instalacji c.w.u. $p_1 = 6,0$ bar,
 Ciśnienie na wylocie zaworu bezpieczeństwa $p_2 = 0,0$ bar,
 Ciśnienie czynnika grzejącego $p_3 = 16,0$ bar,
 Najniższa temperatura wody grzejnej na zasilaniu $T_1 = 55$ °C,
 Ciężar objętościowy wody przy jej obliczeniowej temp. $\rho = 980,5$ kg/m³ dla $t=65$ C
 Dopuszczalny współczynnik wypływu zaworu dla cieczy $\alpha_c = 0,19$,

Współczynnik wypływu wody grzejnej dla pękniętej powierzchni $\zeta_{c1}=1$

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa :

$$G = 1,59 \times \zeta_{c1} \times b \times F \times \sqrt{(p_3 - p_1) \times \rho} \quad [\text{kg/s}],$$

$$b = 1 \text{ gdy } p_3 - p_1 \leq 5,0 \text{ kG/cm}^2,$$

$$b = 2 \text{ gdy } p_3 - p_1 > 5,0 \text{ kG/cm}^2,$$

$$p_3 - p_1 = 10 \text{ bar} \quad b = 2$$

$$F = 35,2 \text{ mm}^2 \text{ dla wymiennika płytowego wg karty producenta}$$

$$G = 10956,7 \text{ kg/h},$$

$$\text{Ciężar objętościowy wody przy jej obliczeniowej temp. } \rho = 980,5 \text{ kg/m}^3 \text{ dla } t=65^\circ\text{C}$$

Minimalna średnica wewnętrzna dla pojedynczego zaworu bezpieczeństwa :

$$d_{\text{omin}} = [4G / 3,14 \times 1,59 \times \alpha_c \times ((1.1 \times p_1 - p_2)^{0.5} \times \rho)^{0.5}] = 17,1 \text{ mm} < d_o = 20 \text{ mm},$$

Warunek $d_o > d_{\text{omin}}$ jest spełniony.

Sprawdzenie dobranego zaworu na przepustowość dla pary

Wymagana przepustowość zaworu dla pary

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

$$N - \text{wydajność max wymiennika} = 280 \text{ kW},$$

$$r - \text{ciepło parowania dla } p=6,6 \text{ bar } r = 2054,8 \text{ kJ/kg},$$

$$m = 490,6 \text{ kg/h},$$

$$\begin{aligned} n &= 2,0 && \text{- ilość zaworów bezpieczeństwa} \\ m &= 245,3 && \text{kg/h - wymagana przepustowość jednego zaworu} \\ &&& \text{bezpieczeństwa} \end{aligned}$$

- przepustowość dobranego zaworu dla pary:

$$m = 10 K_1 K_2 \alpha A (p_1 + 0,1)$$
$$K_1 = 0,524$$

$$\beta = (p_2 + 0,1) / (p_1 + 0,1)$$

$$\beta = (0 + 0,1) / (0,66 + 0,1)$$

$$\beta = 0,13$$

$$\text{stąd } K_2 = 1$$

$$m_z = 10 \times 0,524 \times 1,0 \times 0,54 \times 572,6 \times (0,66 + 0,1)$$

$$m_z = 1244,6 \text{ kg/h} > 490,6 \text{ kg/h},$$

Dobrano 2 zawory firmy Hans Sasserath & Co. KG typ SYR 2115 o średnicy $d_o = 20$ mm, ciśnienie otwarcia 6,0 bar, średnica siedliska zaworu 25 mm spełnia warunki i wymogi Polskiej Normy i Urzędu Dozoru Technicznego

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

Dane wejściowe:

N	Moc wymiennika	280	[kW]
	Typ wymiennika ciepła, producent	CB60 - lutowany ALFA	
Parametry sieci ciepłej			
T_{zw}	Obliczeniowa temperatura zasilania wody sieciowej	70,0	[°C]
T_{pw}	Obliczeniowa temperatura powrotu wody sieciowej	25,0	[°C]
p_{max}	Obliczeniowe ciśnienie sieci ciepłowniczej	16,0	[bar]
Parametry instalacji c.w.			
T_{zn}	Obliczeniowa temperatura zasilania wody w instalacji	60,0	[°C]
T_{pn}	Obliczeniowa temperatura powrotu wody w instalacji	8,0	[°C]
p_{dop}	Obliczeniowe ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa	6,0	[bar]

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa

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

p_1	maksymalne ciśnienie dla instalacji c.w.u.	$p_1 = 1,1 \cdot p_{dop} = \mathbf{0,66}$	[MPa]
r	ciepło parowania wody przed zaworem przy ciśnieniu $p_1 + 0,1$	$r = \mathbf{2067,4}$	[kJ/kg]
m_1	Wymagana przepustowość zaworu	487,568	[kg/h]

Przepustowość zaworu wynikająca z przebicia wymiennika.

p_{max}	dopuszczalne ciśnienie wody w	$p_{max} = \mathbf{1,6}$	[MPa]
-----------	-------------------------------	--------------------------	-------

	sieci ciepłowniczej			
p_1	ciśnienie zrzutowe dla instalacji	$p_1 =$	0,6	[MPa]
t_1	temperatura wody w sieci ciepłowniczej	$t_1 =$	70,0	[°C]
ρ_1	gęstość wody w temp. 70°C	$\rho_1 =$	977,68	[kg/m³]
α_c	współczynnik wypływu wody z pękniętej ścianki	$\alpha_c =$	1,0	
F_k	powierzchnia przekroju przebicia wspólnej ścianki	$F_k =$	35,2	[mm²]
		$m_2 =$	5536,156	[kg/h]
Sumaryczna przepustowość zaworu bezpieczeństwa.				
		$m =$	6023,724	
		$m_1 +$		
		$m_2 =$		[kg/h]

Obliczenie średnicy kanału przepływowego zaworu bezpieczeństwa

Udział pary wodnej w mieszaninie parowo-wodnej.

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

Powierzchnia wypływu dla wody.

α	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	0,3	
ρ	gęstość wody w temp. 60°C	$\rho =$	977,676	[kg/m³]
p_3	ciśnienie odpływowe	$p_3 =$	0,00	[MPa]
		$A_w =$	157,147	[mm²]

Powierzchnia wypływu pary wodnej.

α	współczynnik wypływu wg. zaświadczenia wytwórcy	$\alpha =$	0,54	
K_1	współczynnik poprawkowy uwzględniający właściwości czynnika przed zaworem	$K_1 =$	0,53	
K_2	współczynnik	$K_2 =$	1,00	

poprawkowy
uwzględniający
wpływ stosunku
ciśnień

p_1 ciśnienie zrzutowe

$p_1 =$ **0,66** [MPa]

$A_w =$ **0,00** [mm²]

Powierzchnia łączna

$A_{min} =$ **157,147** [mm²]

Dobór zaworu.

Typ SY
zaworu R **2115**
Liczba 2sz
zaworów t.
Ciśnienie
otwarcia
[bar] 6,0
Średnica
sprawdzan
ego
zaworu
bezpieczeń
stwa 25
Wewnętrzna
średnica
króćca
dolotowego
 $d_0 =$ 20
Łączna
powierzchnia
rzecz.
wypływu $A =$ **628,3185**

$A_{min} \leq A$ Spełnia warunki

7. Układy pomiarowo-rozliczeniowe

Zaprojektowano podlicznik ciepła Kamstrup, MC603+UF 54 qp 15,0 m³/h 270 mm x DN50 PN25, Gwint zewnętrzny, Powrót dla obliczeniowego przepływu $m_1 = 11,69$ m³/h, $\Delta p_{licz.} = 8,54$ kPa

8. Pompa obiegowa c.o.

Parametry obliczeniowe węzła cieplnego

	zasilanie	powrót	Moce cieplne:	
instalacja c.o.:	70°C	50°C	instalacja c.o.:	570,0 kW
			przepływ:	25,05 m ³ /h

Obliczenia strona instalacyjna

typ	ilość [szt.]	kv [m³/h]	Dn [mm]	G [m³/h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
Obwód c.o.						
Przepustnica Dn100	1	496	Dn 100	25,05	0,77	0,26
Wymiennik c.o. CB110-46M	1		Dn 50	25,05	2,98	24,70
FOM, DN100	1	166	Dn 100	25,05	0,77	2,28
Przepustnica Dn100	1	496	Dn 100	25,05	0,77	0,26
pozostałe opory:						0,58
					Razem:	28,08

Dobór pompy obiegowej c.o.

opory wężła: 28,08 kPa

opory instalacji: 57,50 kPa

wymagana wysokość podnoszenia 8,6 mH₂O

wymagany przepływ: 25,1 m³/h

Dobrano pompę obiegową c.o.:

typ: MAGNA3 65-150 F - 97924299

producent: Grundfos

ilość: 1 szt.

9. Pompy obiegowa c.t.

Parametry obliczeniowe węzła cieplnego

Temperatury:

	zasilanie	powrót	Moce cieplne:	
instalacja c.t.:	70°C	50°C	instalacja c.t.:	130,0 kW
			przepływ:	5,71 m³/h

Obliczenia strona instalacyjna

DN 50

typ	ilość [szt.]	kv [m³/h]	Dn [mm]	G [m³/h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
Obwód c.t.						
Zawór odc. gwint. Dn50	1	210	Dn 50	5,71	0,68	0,07
Wymiennik c.t. CB30-34H	1		Dn 25	5,71	2,49	25,40
Filtr siatkowy kołnierzowy, DN65	1	75	Dn 65	5,71	0,41	0,58
Zawór odc. gwint. Dn50	1	210	Dn 50	5,71	0,68	0,07
pozostałe opory:						0,61

					Razem:	26,73
--	--	--	--	--	---------------	--------------

Dobór pompy obiegowej c.t.

opory wężła:	26,73	kPa
opory instalacji:	38,50	kPa
wymagana wysokość podnoszenia	6,5	mH₂O
wymagany przepływ:	5,7	m³/h
Dobrano pompę obiegową c.o.:		

typ: MAGNA3 32-120 - 98609707

producent: Grundfos

ilość: 1 szt.

10. Pompa obiegu c.w.u.

Parametry obliczeniowe wężła ciepłego

Temperatury:

	zasilanie	z.w. / cyrk.
instalacja c.w.:	60°C	8°C
instalacja cyrkulacji.:	60°C	50°C

Moce cieplne:

$Q_{c.w.} =$	280,0 kW
Przybliżone straty ciepła cyrkulacji $Q_{cyrk.} = 8\% \times Q_{c.w.}$	28,0 kW

Obliczenia strona instalacyjna c.w.u.

typ	ilość [szt.]	kv [m³/h]	Dn [mm]	G [m³/h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
<u>Obwód c.w.</u>						
c.w.						
Zawór odc. gwint. Dn50	1	210	Dn 50	5,89	0,70	0,08
Wymiennik c.w. CB110-46M 6 poł.	1		Dn 50	5,89	0,70	8,34
pozostałe opory w węźle:						1,25
				Razem: 9,67		
z.w.						
Zawór odc. spaw. Dn50	1	105	Dn 50	4,63	0,55	0,19
Zawór zwrotny gwint. DN50	1	45	Dn 50	4,63	0,55	1,06
JS 16 Master+ Q3=16,0 m3/h DN40	1	20	Dn 40	4,63	0,88	5,36
Filtr siatkowy gwint., DN50	1	50	Dn 50	4,63	0,55	0,86
DRVN DN50 PN25	1	18	Dn 50	4,63	0,55	6,62
pozostałe opory w węźle:						0,72

				Razem: 14,81		
<u>Obwód cyrkulacji</u>						
Zawór odc. gwint. Dn32	2	70	Dn 32	2,35	0,60	0,22
Filtr siatkowy gwint., DN32	1	20	Dn 32	2,35	0,60	1,38
Zawór zwrotny gwint. DN32	1	17	Dn 32	2,35	0,60	1,91
Przyjęte opory cyrkulacji c.w.						30,00
pozostałe opory w węźle:						0,44
				Razem: 33,95		

Dobór pompy cyrkulacyjnej:

wymagana wysokość podnoszenia : 4,4 mH₂O

wymagany przepływ: 2,4 m³/h

Dobrano pompę cyrkulacji c.w.:

typ: MAGNA3 25-60 N - 97924337

producent: Grundfos

ilość: 1 szt.

11. Dobór regulatorów różnicy ciśnień i przepływu

Dla przepływu na potrzeby c.o. ct i c.w. $m = 11,69 \text{ m}^3/\text{h}$ zaprojektowano regulator różnicy ciśnień i przepływu wersja na zasilanie typu Danfoss, AVPQ4 DN50 PN25 Kvs=25m³/h 0,2÷1,0 bar_0,8÷15 m³/h.

Strata ciśnienia na regulatorze wynosi $\Delta p_{RRCP} = [(11,69/20)^2 + 0,2] \times 100 = 41,86 \text{ kPa}$.

12. Strata ciśnienia węzłów

Minimalne ciśnienie dyspozycyjne na progu węzła wynosi:

$\Delta p_{\text{dysp.min.zima}} = 81,59 \text{ kPa}$

$\Delta p_{\text{dysp.min.lato}} = 73,17 \text{ kPa}$

13. Nastawy na regulatorze różnicy ciśnienia i przepływu

Regulator różnicy ciśnienia i przepływu typu Danfoss, AVPQ4 DN50 PN25 Kvs=25m³/h 0,2÷1,0 bar_0,8÷15 m³/h.

Strata ciśnienia na zaworze:

zima: $\Delta p = 0,42 \text{ bar}$

lato: $\Delta p = 0,25 \text{ bar}$

Nastawa na zaworze:

zima:	Q = 11,69 m ³ /h Δp = 38 kPa
lato:	Q = 5,47 m ³ /h Δp = 48 kPa

14. Sprawdzenie zaworu Δp/V ze względu na możliwość wystąpienia kawitacji

OKRES ZIMY

- maksymalne ciśnienie dyspozycyjne dla wężła:

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

- dopuszczalny spadek ciśnienia na zaworze:

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

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

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

- minimalne ciśnienie zasilania:

$$p_{z\ min} = \mathbf{1,42\ MPa}$$

- spadek ciśnienia na zasilaniu wężła podłączeniowego:
(od głównego zaworu odcinającego do zaworu regulatora Δp/V)

$$\Delta p_{wężel\ zasil.} = \mathbf{0,001\ MPa}$$

$$p_1 = 1,42 - 0,0013 = \mathbf{1,41874\ MPa}$$

- współczynnik kawitacji "z" dla zaworu:

$$z = \mathbf{0,6}$$

- ciśnienie parowania cieczy przy maksymalnej temperaturze:

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

$$\Delta p_{r\ dop.kaw} < 0,6 \cdot (1,4187 - 0,24) =$$

$$\Delta p_{r\ dop.kaw} < \mathbf{0,707\ MPa}$$

- maksymalna dyspozycyjna różnica ciśnień w węźle bez kawitacji:

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

- spadek ciśnienia na dławiku członu reg. przepływu:

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

- spadek ciśnienia na powrocie wężła podłączeniowego:
(od miejsca poboru sygnału impulsowego regulatora Δp/V do głównego zaworu odcinającego)

$$\Delta p_{wężel\ powr.} = \mathbf{0,00882\ MPa}$$

- nastawa regulowanej różnicy ciśnień [MPa]:

$$\Delta H = \mathbf{0,038\ MPa}$$

$$\Delta p_{dysp.max.kaw} = 0,707 + 0,02 + 0,0013 + 0,0088 + 0,038 = \mathbf{0,775\ MPa}$$

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

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

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

$$G_s = 11,69 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$k_{vs} = 25 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$242,94 \quad \text{kPa}$$

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

$$\Delta p_{dysp.\ max/0,3/} = \Delta p_{r/0,3/V}^{\Delta p/V} + \Delta p_w + \Delta p_{weze\ l_{zas.}} + \Delta p_{weze\ l_{pow.}} + \Delta H$$

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

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

$$150\ \text{kPa} < 311\ \text{kPa}$$

Warunek został spełniony

15. Dobór wodomierza w układzie uzupełniania zładu instalacji

Pojemność instalacji (obliczeniowa):

$$V_i = 9,55 \quad \text{m}^3$$

Założona pojemność wodna węzła cieplnego:

$$V_m = 0,12 \quad \text{m}^3$$

Założony czas napełniania instalacji:

$$t = 5 \quad \text{h}$$

$$q_{obl} = V/t = 1,61 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

Obliczeniowa wydajność wodomierza:

Dobrano wodomierz uzupełniania zładu:

typ: **JS90 2,5-NK Q3=2,5m³/h 10l/imp. DN15**

producent: **APATOR POWOGAZ**

ilość: **1 szt.**

typ	ilość [szt.]	kv [m ³ /h]	Dn [mm]	G [m ³ /h]	C (dla Dn) [m/s]	Dp [kPa]
Wodomierz JS 90 2,5	1	3,125	15	1,61	2,53	26,54

Dobór kryzy w układzie uzupełniania zładu instalacji:

Natężenie przepływu w układzie uzupełniania:

$$m = 1,61 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

Ciśnienie dopuszczalne dla instalacji c.o.:

pzb = 4 bar

Ciśnienie wody sieciowej na powrocie:

ps = 7 bar

Strata ciśnienia na wodomierzu przy przepływie nominalnym:

pw = 26,54 kPa

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

gdzie: Δp [bar] - spadek ciśnienia na kryzie

$$\Delta p_{kr} = p_s - (p_w + p_{st}) = \mathbf{2,735 \text{ bar}}$$

stąd:

$$d_{kr} = 5,6 \cdot \sqrt[4]{m^2 / \Delta p_{kr}} = \mathbf{5,53 \text{ mm}}$$

dobrano kryzę dławiącą o średnicy:

$$d_{kr} = \mathbf{6 \text{ mm}}$$

Rzeczywisty spadek na kryzie wynosi:

$$\Delta p_{kr_{rz}} = m^2 / (d_{kr} / 5,6)^4 = \mathbf{1,97 \text{ bar}}$$

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.

Uwaga

Zgodnie z art.28 ust.2 ustawy Prawo Budowlane obszar oddziaływania inwestycji zamyka się w obszarze domu studenckiego dla celów szkoły wyższej UAM uzupełnionego o funkcje usług, z wewnętrzną komunikacją, parkingami i infrastrukturą techniczną na terenie obr. Morasko dz. nr 277, 278/1, 278/4, 278/3 przy ul. Umultowskiej w Poznaniu.

IV. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW

Ozn.	Nazwa urządzenia	Typ	Dostawca	Ilość	Jedn.
WYSOKI PARAMETR					
1	Wymiennik ciepła	CB110-54M(B23,B23)	ALFA LAVAL	1	szt.
	Izolacja wymiennika	CB110 31÷60	ALFA LAVAL	1	szt.
	Podstawa wymiennika	CB110 - szpilki	GEBWELL	1	szt.
2	Wymiennik ciepła	CB110-46M(6 połączeń)	ALFA LAVAL	1	szt.
	Izolacja wymiennika	CB110 31÷60	ALFA LAVAL	1	szt.
	Podstawa wymiennika	CB110 - szpilki	GEBWELL	1	szt.
3	Wymiennik ciepła	CB30-34H(V22,V22)	ALFA LAVAL	1	szt.
	Izolacja wymiennika	CB30 10-20	ALFA LAVAL	1	szt.
	Podstawa wymiennika	CB30-CB60 - 1"/1"	GEBWELL	1	szt.
FOM0	Filtroodmulnik magnetyczny	FM-Aulin 80	AULIN	1	szt.
	Izolacja do FO2M(bis)	80÷100/300	THERMO	1	szt.
K1	Zawór odcinający gwint.	DN40 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
K2	Zawór odcinający gwint.	DN20 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	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.
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	3	szt.
CV1	Zawór regulacyjny	VM2 DN50, Kvs 25 m³/h	DANFOSS	1	szt.
A1	Siłownik sprężyna powrotna	AMV 23 230V	DANFOSS	1	szt.
CV2	Zawór regulacyjny	VM2 DN32, Kvs 10 m³/h	DANFOSS	1	szt.
A2	Siłownik sprężyna powrotna	AMV 33 230V	DANFOSS	1	szt.
CV3	Zawór regulacyjny	VM2 DN20, Kvs 4,0 m³/h	DANFOSS	1	szt.
A3	Siłownik sprężyna powrotna	AMV 13 230V	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	DN65 PN25	NAVAL/VEXVE	1	szt.
BV0	Zawór regulacyjny spawany	NAVALTRIM DN65 PN25	NAVAL/VEXVE	1	szt.
PU1	Pompa	MAGNA3 65-150 F 1x230V 5,69A 1301W PN6/10	GRUNDFOS	1	szt.
HM1	WSTAWKA POD Licznik ciepła Multical 603	MC603+UF 54 qp 10,0 m³/h 300 mm x G2B (R1½) PN16	KAMSTRUP	1	szt.
HM1	Tuleje stalowe do czujników Pt500	L=90mm-R1/2"	KAMSTRUP	2	szt.

SV1	Zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 DN32 4,0 BAR	Hans Sasserath&Co	2	szt.
H1	Przepustnica	DN100 PN16/10 Tmax=120 C	EFAR	2	szt.
FOM1	Filtroodmulnik magnetyczny	FM-Aulin 100	AULIN	1	szt.
	Izolacja do FO2M(bis)	80÷100/300	THERMO	1	szt.
K1	Zawór odcinający gwint.	DN40 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
K2	Zawór odcinający gwint.	DN20 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
H10	Zawór odcinający gwint.	DN15 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
MODUŁ C.T.					
P3	Zawór odcinający spawany	DN32 PN40	NAVAL/VEXVE	1	szt.
PU3	Pompa	MAGNA3 32-120 1x230V 1,56A 182W PN6/10	GRUNDFOS	1	szt.
HM2	WSTAWKA POD Licznik ciepła Multical 603	MC603+UF 54 qp 2,5 m³/h 190 mm x G1B (R¾) PN16	KAMSTRUP	1	szt.
HM1	Tuleje stalowe do czujników Pt500	L=90mm-R1/2"	KAMSTRUP	2	szt.
SV3	Zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 DN32 4,0 BAR	Hans Sasserath&Co	2	szt.
H3	Zawór odcinający gwint.	DN50 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	2	szt.
F3	Filtr siatkowy gwint.	DN50 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
H10	Zawór odcinający gwint.	DN15 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
MODUŁ C.W.U.					
PU2	Pompa c.w.u.	MAGNA3 25-60 N 1x230V 0,75A 91W PN6/10	GRUNDFOS	1	szt.
P2	Zawór odcinający spawany	DN50 PN40	NAVAL/VEXVE	1	szt.
P3	Zawór odcinający spawany	DN65 PN25	NAVAL/VEXVE	2	szt.
SV2	Zawór bezpieczeństwa	SYR 2115 DN25 6,0 BAR	Hans Sasserath&Co	2	szt.
W0	Zawór odcinający gwint.	DN50 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
W1	Zawór odcinający gwint.	DN50 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	1	szt.
W2	Zawór odcinający gwint.	DN32 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	2	szt.
ZZ1	Zawór zwrotny antyskażeniowy	EA DN50	SOCCLA	1	szt.
ZZ2	Zawór zwrotny gwint.	DN32 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
F1	Filtr siatkowy gwint.	DN50 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
F2	Filtr siatkowy gwint.	DN32 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE	1	szt.
RC	Reduktor ciśnienia zimna woda	DRVN DN50 zak. 1,5÷6 bar t=30°C PN25	MTR WATTS	1	szt.
-	Manometr do reduktora ciśnienia	F+R100 zakres 0÷6 bar	MTR WATTS	1	szt.
WM	Wodomierz wody zimnej	JS 16 Master+ Q3=16m³/h DN40	APATOR POWOGAZ	1	szt.
W10	Zawór odcinający gwint.	DN15 PN 2,5 MPa Tmax=150 C	EFAR/GENEBRE	3	szt.
UZUPEŁNIANIE ZŁADU					
HS	Wężyk giętki w oplocie metal.	SUPER HG-1/2"/1/2" L=300÷600mm	TUCAI	1	szt.
POMIAR TEMPERATURY I CIŚNIENIA					
M1	Manometr	0÷16 bar/MPa +130C	QVINTUS/WIKA	4	szt.
M2	Manometr	0÷10 bar/MPa +130C	QVINTUS/WIKA	10	szt.
KM	Kurek manometryczny	fig. 528	GEBWELL	14	szt.
T2	Termometr	0÷120°C	QVINTUS	6	szt.
URZĄDZENIA DOSTARCZANE LUZEM					
NW1	Naczynie wzb. przepon.	N 600/6 bar	REFLEX	2	szt.
SU	Złącze samoodcinające	SU 1"	CALEFFI/REFLEX	2	szt.

M2	Manometr	0÷10 bar/MPa +130C	QVINTUS	2	szt.
KM	Kurek manometryczny	fig. 528	GEBWELL	2	szt.
NW2	Naczynie wzb. przepon.	N 250/6 bar	REFLEX	1	szt.
SU	Złącze samoodcinające	SU R ¾"	CALEFFI/REFLEX	1	szt.
M2	Manometr	0÷10 bar/MPa +130C	QVINTUS	1	szt.
KM	Kurek manometryczny	fig. 528	GEBWELL	1	szt.
MODUŁ PRZYŁĄCZENIOWY					
URZĄDZENIA DOSTARCZA I MONTUJE VEOLIA POZNAŃ					
P0	Zawór odcinający spawany	DN80 PN25	NAVAL/VEXVE	2	szt.
F0	Filtr kołnierzowy	DN80/300 PN25	EFAR/ZETKAMA	1	szt.
HM0	Licznik ciepła Multical 603	MC603+UF 54 qp 15,0 m³/h 270 mm x DN50 PN25	KAMSTRUP	1	szt.
te	Tuleje stalowe do czujników Pt500	L=140mm-R1/2"	KAMSTRUP	2	szt.
DPC	Reg. różnicy ciśn. i przepł. - zasil.	AVPQ4 DN50 PN25 Kvs=25m³/h 0,2÷1,0 bar_0,8÷15 m³/h	DANFOSS	1	szt.
U1	Zawór odcinający spaw./gwint.	DN15 PN40	VEXVE	3	szt.
F10	Filtr siatkowy gwint.	DN15 PN 1,6 MPa	EFAR/GENEBRE/OEM	1	szt.
KR	Kryza dławiąca	DN15/ 7 mm	GEBWELL	1	szt.
WM0	Wodomierz wody ciepłej z nadajnikiem imp.	JS90 2,5-02-NK DN15 Q3=2,5m³/h	POWOGAZ	1	szt.
M1	Manometr	0÷16 bar/MPa +130C	QVINTUS/WIKA	2	szt.
KM	Kurek manometryczny	fig. 528 PN16	REM	2	szt.
IZOLACJA WĘZŁA					
IZOL	Izolacja węzła 3F	zakres średnic do DN100	GEBWELL	1	szt.