

Spis treści

1. Wstęp.....	4
1.1. Podstawa opracowania	4
1.2. Przedmiot i zakres opracowania	4
2. Opis instalacji węzła	5
2.1. Stan projektowany – pomieszczenie węzła ciepłego.....	5
2.2. Stan projektowany – technologia węzła ciepłego	5
3. Wykonanie instalacji.....	7
3.1. Montaż wymienników i instalacji	7
3.2. Izolacje i zabezpieczenia antykorozyjne	8
4. Wytyczne instalacyjne	8
4.1. Wentylacja pomieszczenia	8
4.2. Odwodnienie węzła	8
5. Próby hydrauliczne	9
6. Zagadnienia BHP	9
7. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia dla zakresu prac instalacyjnych (BIOZ).....	9
8. Dane do obliczeń	10
8.1. Dane wejściowe do obliczeń wspólne dla sieci z agregatu kogeneracji (a.k.) i miejskiej sieci ciepłej (m.s.c.).....	10
8.2. Dane wejściowe do obliczeń dla strony sieci z agregatu kogeneracji (a.k.).....	11
8.3. Dane wejściowe do obliczeń dla strony miejskiej sieci ciepłej (m.s.c.)	11
9. Obliczenia dla strony sieci z agregatu kogeneracji (a.k.)	12
9.1. Obliczenia przepływów masowych po stronie a.k.	12
9.1.1. Centralne ogrzewanie.....	12
9.1.2. Ciepła woda użytkowa.....	13
9.1.3. Ciepło technologiczne 1 (woda-glikol).....	14
9.1.4. Ciepło technologiczne 2 (woda-woda)	14
9.1.5. Suma przepływów masowych wody a.k.....	15
9.2. Dobór wymienników dla a.k.	16
9.2.1. Wymiennik dla c.o.	16
9.2.2. Wymiennik dla c.w.u.....	16
9.2.3. Wymiennik dla c.t1	16
9.2.4. Wymiennik dla c.t2	17
9.3. Dobór zaworów po stronie a.k.	17
9.4. Opory w części wspólnej a.k.....	17
9.5. Opory w poszczególnych gałęziach a.k.	17
9.6. Dobór zaworów balansowych po stronie a.k.	18
9.6.1. Dobór zaworu balansowego c.o.....	18
9.6.2. Dobór zaworu balansowego c.t1.....	19
9.6.3. Dobór zaworu balansowego c.t2.....	19
10. Obliczenia dla miejskiej sieci ciepłej (m.s.c.)	19
10.1. Obliczenia przepływów masowych po stronie m.s.c.....	19
10.1.1. Centralne ogrzewanie	19
10.1.2. Ciepła woda użytkowa.....	20

10.1.3. Ciepło technologiczne 1 (woda-glikol)	21
10.1.4. Ciepło technologiczne 2 (woda-woda)	21
10.1.5. Suma przepływów masowych wody m.s.c.	22
10.2. Dobór wymienników dla m.s.c.	23
10.2.1. Wymiennik dla c.o.	23
10.2.2. Wymiennik dla c.w.u.	23
10.2.3. Wymiennik dla c.t1	23
10.2.4. Wymiennik dla c.t2	24
10.3. Dobór filtrów i zaworów po stronie m.s.c.	24
10.3.1. Dobór filtrodmulnika	24
10.3.2. Dobór filtra siatkowego	25
10.4. Dobór ciepłomierza.....	25
10.5. Opory w części wspólnej m.s.c.	26
10.6. Opory w poszczególnych gałęziach m.s.c.	26
10.7. Dobór zaworów regulacyjnych po stronie m.s.c.	26
10.7.1. Zawór regulacyjny c.o.	26
10.7.2. Zawór regulacyjny c.w.u.	27
10.7.3. Zawór regulacyjny c.t1	28
10.7.4. Zawór regulacyjny c.t2	29
10.8. Dobór zaworów balansowych po stronie m.s.c.	29
10.8.1. Dobór zaworu balansowego c.o.	29
10.8.2. Dobór zaworu balansowego c.t1.	30
10.8.3. Dobór zaworu balansowego c.t2.	30
10.9. Dobór zaworu różnicy ciśnień po stronie m.s.c.	30
11. Obliczenia dla strony instalacyjnej.....	31
11.1. Instalacja c.o.	31
11.1.1. Dane wejściowe dla instalacji c.o.:	31
11.1.2. Obliczenia przepływów masowych c.o.....	32
11.1.3. Dobór filtrodmulnika c.o.....	33
11.1.4. Dobór naczynia wzbiorniczego c.o.	33
11.1.5. Dobór pompy.....	34
11.1.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.o.	34
11.2. Instalacja c.w.u.	35
11.2.1. Dane wejściowe dla instalacji c.w.u.:	35
11.2.2. Obliczenia przepływów masowych c.w.u.	36
11.2.3. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.w.u.....	36
11.2.4. Obliczenia przepływów masowych c.w.u. w obwodzie cyrkulacji	37
11.2.5. Dobór filtra siatkowego w obwodzie cyrkulacji c.w.u	38
11.2.6. Dobór zaworu antyskażeniowego w obwodzie cyrkulacji c.w.u.....	38
11.2.7. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.	38
11.3. Zasilanie instalacji c.w.u. wodą zimną	39
11.3.1. Dobór filtra siatkowego w obwodzie zasilania c.w.u.....	39
11.3.2. Dobór zaworu antyskażeniowego w obwodzie zasilania c.w.u.....	39
11.3.3. Dobór reduktora ciśnienia w obwodzie zasilania c.w.u.	39
Dobrano: zawór DN32 (wg Heneywell).....	39
11.3.4. Dobór wodomierza w obwodzie zasilania c.w.u.	39

11.4. Instalacja c.t1 (woda-glikol)	40
11.4.1. Dane wejściowe dla instalacji c.t1:	40
11.4.2. Obliczenia przepływów masowych c.t1	40
11.4.3. Dobór filtrodmulnika w obwodzie c.t1	41
11.4.4. Dobór naczynia wzbiórczego c.t1	41
11.4.5. Dobór pompy c.t1	42
11.4.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t1	43
11.5. Instalacja c.t2 (woda-woda)	43
11.5.1. Dane wejściowe dla instalacji c.t2	43
11.5.2. Obliczenia przepływów masowych c.t2	44
11.5.3. Dobór filtrodmulnika w obwodzie c.t2	45
11.5.4. Dobór naczynia wzbiórczego c.t2	45
11.5.5. Dobór pompy c.t2	46
11.5.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t2	46
11.6. Obwody doładowania instalacji c.o. i c.t2 z m.s.c.	47
11.6.1. Dobór filtra siatkowego w obwodzie doładowania c.o. i c.t2	47
11.6.2. Dobór wodomierza w obwodzie wody zimnej w obwodzie doładowania c.o. i c.t2	48
12. Specyfikacja materiałowa	48

1. Wstęp

1.1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie inwestora
- wytyczne stosowania układów automatycznej regulacji węzłów ciepłych w łódzkim systemie ciepłowniczym - Łódź, sierpień 2015 r., wydane przez VEOLIA ENERGIA Łódź – SA
- projekty budowlano-wykonawcze projektowanych instalacji centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej z cyrkulacją oraz instalacji wentylacji pracującej w układzie woda-woda i woda glikol opracowanych w 2015 roku przez pracownię projektową KLIMASAN w Łodzi, 90-722 Łódź, ul. Więckowskiego 16
- protokół z dnia 17.06.2018 r. roku, spisany pomiędzy Odbiorcą ciepła, Jednostką projektową i Projektantem węzła ciepłego, uwzględniający podstawowe dane dla wykonania projektu węzła
- podkłady architektoniczno-budowlane projektowanego budynku szpitala opracowane przez pracownię architektoniczną ARCHITEKTON Sp. z o.o. w Łodzi, 91-341 Łódź, ul. Brukowa 6/8
- zestawienie ilości ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania i ciepłej wody oraz wentylacji w układzie woda-woda i woda-glikol
- wytyczne ZSC – Łódź dotyczące odbioru, instalowania liczników ciepła w łódzkim systemie ciepłowniczym - Łódź, sierpień 2015 r.
- DTR zaprojektowanych urządzeń
- techniczne dane wyjściowe

1.2. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy wykonania węzła ciepłego na potrzeby centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz na potrzeby wentylacji pracującej w układach woda-woda i woda-glikol dla projektowanego budynku Laboratorium Naukowego A6 na terenie Centrum Kliniczno-Dydaktycznego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi przy ul. Pomorskiej 251.

Zakres opracowania obejmuje wykonanie projektu wykonawczego czterofunkcyjnego wymiennikowego węzła ciepłego projektowanego na potrzeby:

- centralnego ogrzewania (c.o.)
- ciepłej wody użytkowej (c.w.u.)
- ciepła technologicznego (c.t1) w układzie woda-glikol
- ciepła technologicznego (c.t2) w układzie woda- woda

Węzeł ciepły projektowany będzie w zakresie od zaworów kulowych przyłącza ciepłowniczego wody gorącej 2xDN65 (wg odrębnego opracowania) do projektowanych rozdzielaczy zasilania i powrotu instalacji c.o. i instalacji wentylacji, których wyjścia należy połączyć z instalacjami wewnętrznymi wprowadzonymi do pomieszczenia węzła oraz w zakresie do podłączenia strony niskiej węzła c.w.u. z instalacją w budynku.

2. Opis instalacji węzła

2.1. Stan projektowany – pomieszczenie węzła ciepłego

Projektowany węzeł cieplny zlokalizowany zostanie w wydzielonym pomieszczeniu technicznym projektowanego budynku na poziomie +0,4 m.

Zasilanie projektowanego węzła wodą z miejskiej sieci ciepłej odbywać się będzie poprzez projektowane przyłącze ciepłe.

W pomieszczeniu węzła została zaprojektowana studzienka schładzająca i kratka ściekowa, jak również układ wentylacji mechanicznej. Do pomieszczenia węzła doprowadzona zostanie energia elektryczna.

2.2. Stan projektowany – technologia węzła ciepłego

Projektuje się czterofunkcyjny węzeł cieplny dla zasilania instalacji w nowoprojektowanym budynku szpitala, na potrzeby c.o. i c.w.u. oraz wentylacji do pracy w układzie woda-woda oraz woda-glikol. Węzeł cieplny projektuje się z wymiennikami płytowymi, przeponowymi naczyniami wzbiórczymi oraz automatyką pogodową.

Projektowany węzeł cieplny zbudowany jest w formie rozwiniętej na ścianie. Składa się z układu filtrującego tj. filtrododmulnika magnetycznego i filtru siatkowego oraz (z uwagi na ciśnienie magistralne występujące w sieci ciepłowniczej) z układu stabilizacji ciśnienia tj. zaworu redukcyjnego oraz zaworu różnicy ciśnień i przepływu. Na rurociągu powrotnym projektuje się licznik ciepła.

Projektuje się po stronie wysokich parametrów rozdzielacze, z których zasilane będą poszczególne układy. Dla umożliwienia regulacji przepływu wody sieciowej na poszczególne gałęzie, na rurociągach powrotnych na rozdzielacze, zaprojektowano zawory balansujące, umożliwiające rozdział czynnika grzewczego. Na rurociągach zasilających projektuje się zawory kulowe odcinające.

Źródłem ciepła dla układu c.o., c.w.u. i c.t. będą wymienniki lutowane płytowe zasilane ciepłem z agregatu kogeneracji (a.k.) o parametrach obliczeniowych 90/70 °C lub, w przypadku, gdyby to było niewystarczające - z miejskiej sieci ciepłej o parametrach obliczeniowych 120/55 °C w zimie i 70/25 °C w lecie. Parametry obliczeniowe instalacji c.o. w projektowanym budynku szpitala wynoszą 70/50 °C, natomiast parametry instalacji wentylacji dla układu woda-woda oraz woda-glikol wynoszą 75/55 °C.

Projektowany węzeł cieplny wyposażony będzie w układy kontrolno-pomiarowe spełniające następujące funkcje:

- automatyczna kontrola temperatury instalacji c.o., c.w.u., c.t1 i c.t2 będzie realizowana za pomocą elektronicznych regulatorów pogodowych
- ilość zużytego ciepła będzie mierzona za pomocą licznika ciepła, który zamontowany zostanie na rurociągu powrotnym
- pomiar temperatury i ciśnienia wody sieciowej oraz instalacyjnej zapewnią termometry i manometry posiadających możliwość zdalnego ich odczytywania

Dla układu c.o. i c.w.u. zaprojektowano automatykę pogodową składającą się z regulatora dwukanałowego ECL COMFORT 310 (z kluczem aplikacji A376.9), zaworów regulacyjnych dla

obwodów c.o., c.w.u. i c.t. oraz sterowanych elektronicznie pomp obiegowych i pompy cyrkulacyjnej.

Wielkość poboru ciepła będzie mierzona za pomocą projektowanego licznika ciepła składającego się z przepływomierza (typu ULTRAFLOW 54) współpracującego z przelicznikiem MULTICAL 602. Przelicznik ciepła wyposażono posiada moduł komunikacyjny do zdalnego odczytu za pomocą gniazda.

W celu zapewnienia współpracy licznika ciepła z regulatorem pogodowym przelicznik należy wyposażyć w moduł M-Bus z wejściem impulsowym. Taki układ pozwala na współpracę regulatora z licznikiem ciepła dla ograniczenia przepływu.

Przed i za przepływomierzem ultradźwiękowym projektuje się odcinki proste odpowiednio 5xDn i 3xDn średnicy nominalnej przepływomierza.

Dla wymuszenia obiegu wody w instalacji c.o. oraz w instalacjach wentylacji dla układu woda-woda i woda-glikol po stronie instalacyjnej obwodów projektuje się pompy obiegowe sterowane elektronicznie typu Magna3, zamontowane na rurociągach zasilających za poszczególnymi wymiennikami ciepła.

Dla zapewnienia ciągłości dostawy ciepłej wody użytkowej w każdym punkcie jej poboru z instalacji zaprojektowano pompę cyrkulacyjną zamontowaną na rurociągu cyrkulacji. Sterowanie pracą pompy cyrkulacyjnej odbywa się poprzez regulator pogodowy w funkcji czasowej.

Instalacje centralnego ogrzewania i wentylacji w budynku szpitala zostały zaprojektowane w układzie zamkniętym. Zabezpieczenie instalacji c.o. oraz instalacji wentylacji systemu wodnego zamkniętego przyjmuje się zgodnie z PN-B-02414, styczeń 1999 r. Zabezpieczenie instalacji przed wzrostem objętości wody lub glikolu stanowi przeponowe naczynie zbiorcze, a przed wzrostem ciśnienia zawór bezpieczeństwa.

Połączenie pośrednie instalacji c.o. oraz instalacji wentylacji (w obu układach) z miejską siecią ciepłą wymaga zastosowania naczyń ciśnieniowych które przejmują zmiany objętości czynnika grzewczego przy wzroście temperatury oraz stabilizację ciśnienia statycznego. Projektuje się naczynia zbiorcze firmy Reflex.

Instalacja ciepłej wody użytkowej zaprojektowana została z rur PE-x/Al/PE-RT systemu ALUPEX.

Do pomieszczenia węzła zostały doprowadzone rurociągi instalacji wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji o średnicach $\varnothing 50/\varnothing 40/\varnothing 15\text{mm}$.

Napełnianie instalacji c.o. oraz instalacji wentylacji pracującej w układzie woda-woda odbywać się będzie wodą sieciową poprzez wodomierz umożliwiający pomiar ilości wody z miejskiej sieci ciepłej. Wyposażony w nadajnik impulsów.

Napełnianie instalacji wentylacji pracującej (z uwagi na centrale wentylacyjne usytuowane na dachu) w układzie woda-glikol odbywać się będzie 35% roztworem glikolu propylenowego ze zbiornika magazynowego glikolu o pojemności 750 dm³ (usytuowanego na wysokości 0,5 m) poprzez pompę napełniającą.

Do utrzymania wymaganej wartości przepływu dla poszczególnych obiegów w węzłach, zaprojektowano na rurociągach powrotnych wody sieciowej z wymienników c.o. oraz wentylacji zaprojektowano zawory balansujące.

Projektowany węzeł cieplny wyposażony będzie w skrzynkę rozdzielczą, z której zasilane będą aparaty i urządzenia elektryczne.

Uwaga!

Projektowany węzeł cieplny zasilany wodą z miejskiej sieci ciepłej stanowi dodatkowe źródła zasilania projektowanych instalacji w budynku. Priorytetem będzie zasilania instalacji grzewczych poprzez układ kogeneracja, co ujęte jest w odrębnym opracowaniu.

3. Wykonanie instalacji

3.1. Montaż wymienników i instalacji

Wymienniki z regulatorami i urządzeniami należy wykonać w formie zwartej konstrukcji stalowej na specjalnej ramie. Instalację węzła po stronie wody sieciowej i wody instalacyjnej należy wykonać z rur stalowych bez szwu wg PN-80/H-74219 ze stali R35. Połączenie rur po stronie wody sieciowej wykonać przez spawanie zgodnie z PN-85/M-69775, bądź jako połączenia kołnierzowe lub gwintowane na ciśnienie 1,6 MPa, a po stronie niskiej stosować połączenia gwintowane na ciśnienie 0,6 MPa.

Jako armaturę odcinającą przewidziano zawory kulowe na max. ciśnienie 1,6 MPa i max temperaturę +130°C z końcówkami do spawania po stronie wody sieciowej, natomiast po stronie wody instalacyjnej zawory mufowe.

Przewody prowadzone przy ścianach montować na podporach ślizgowych, a pod stropem pomieszczenia na podwieszeniach, na klockach lub obejmach gumowych pod opaskami stalowymi.

Czujnik temperatury zewnętrznej należy montować na zewnątrz budynku na ścianie północnej i ok. 4 m nad terenem.

Czujnik temperatury czynnika należy zamontować na przewodzie zasilającym instalację c.o., powrotnym instalacji c.o. oraz na przewodzie powrotnym wody sieciowej. Na ciepłej wodzie czujnik temperatury montować na przewodzie zasilającym zasobnik c.w.u. jak najbliżej wymiennika oraz czujnik temperatury na przewodzie cyrkulacyjnym ciepłej wody.

Czujniki temperatury czynnika dla układów wentylacji należy zamontować na przewodach zasilających instalacje wentylacji pracujących w układzie woda-woda i woda-glikol, na przewodach powrotnych instalacji wentylacji oraz na przewodzie powrotnym wody sieciowej. Na ciepłej wodzie czujnik temperatury montować na przewodzie zasilającym zasobnik c.w.u. jak najbliżej wymiennika oraz czujnik temperatury na przewodzie cyrkulacyjnym ciepłej.

Instalację ciepłej wody i cyrkulacji oraz wody zimnej w obrębie węzła wykonać z rur stalowych ze stali nierdzewnej.

Całość robót montażowych wykonać zgodnie z „Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Węzłów Ciepłowniczych Zeszyt 8. Rok wyd. sierpień 2003 r.

3.2. Izolacje i zabezpieczenia antykorozyjne

Powierzchnie zewnętrzne rurociągów i urządzeń węzła wykonane ze stali nieodpornych na korozję należy zabezpieczyć antykorozyjnie, po uprzednim przygotowaniu powierzchni przez czyszczenie ręczne lub mechaniczne wg normy PN-H-97051, odpowiadające 3 stopniowi czystości zgodnie z PN-H-97050. Tak przygotowane powierzchnie należy malować farbą antykorozyjną odporną na temperaturę $+130^{\circ}\text{C}$. Pokrycie powinno być dwuwarstwowe (warstwa gruntowa i nawierzchniowa) o grubości całkowitej 80-120 μm . Wykonanie powłoki antykorozyjnej powinno odpowiadać 2 klasie staranności wykonania wg przedmiotowej normy PN-H-97070.

Po przeprowadzonych próbach szczelności, rurociągi i urządzenia o podwyższonej temperaturze powierzchni oraz rurociągi wody zimnej w obrębie węzła powinny być izolowane cieplnie izolacją odpowiadającą wymaganiom normy przedmiotowej PN-B-02421 lipiec 2000 r.

Przewody strony wysokiej oraz niskiej centralnego ogrzewania i wentylacji należy izolować łubkami wykonanymi z pianki poliuretanowej pokrytej folią PCV. Przewody ciepłej wody i cyrkulacji oraz wody zimnej izolować otuliną polietylenową na temperaturę 90°C . Izolacją cieplną nie należy pokrywać tych fragmentów poszczególnych urządzeń węzła, na których znajduje się tabliczka znamionowa (powinna być czytelna bez naruszenia izolacji). Na rurociągach należy zaznaczyć kierunki przepływu czynnika.

Należy stosować izolację (np. typu RISO firmy MAT) o grubościach minimalnych wg poniższej tabeli:

Średnia rury DN [mm]	d_z [mm]	δ [mm]		
		dla $T \leq 60^{\circ}\text{C}$	dla $T \leq 95^{\circ}\text{C}$	dla $T \leq 135^{\circ}\text{C}$
32	42,4	15	25	35
40	48,3	15	25	40
50	60,3	20	25	40
65	76,1	20	30	45
80	88,9	25	35	50
100	114,3	25	40	55
125	133,0	30	45	60

4. Wytyczne instalacyjne

1.1

4.1. Wentylacja pomieszczenia

W pomieszczeniu węzła należy zapewnić wentylację nawiewną i wywiewną. Zgodnie z projektem branżowym instalacji wentylacji w pomieszczeniu węzła ciepłego została zapewniona wentylacja mechaniczna nawiewna oraz wywiewna.

1.2

4.2. Odwodnienie węzła

Wodę z rurociągów znajdujących się w pomieszczeniu węzła należy odprowadzić do kanalizacji poprzez studzienkę schładzającą. W pomieszczeniu węzła należy wykonać wpust podłogowy i włączyć do istniejącej studzienki schładzającej. Podłoga w pomieszczeniu węzła powinna być wykonana ze spadkiem 1% w kierunku kratki ściekowej.

Uwaga! Ewentualne spusty roztworu glikolu, wykonywane w okresie eksploatacji węzła wentylacji układzie woda-glikol, należy wprowadzić do przenośnego zbiornika na glikol. Zabrania się odprowadzania glikolu do kanalizacji sanitarnej.

5. Próby hydrauliczne

Przed przystąpieniem do prób hydraulicznych bezwzględnie dokonać płukania instalacji węzła. Próby ciśnieniowe węzła przeprowadzić zgodnie z PN-64/B-10400 w następującej kolejności:

1. Próba na zimno (bez zaworów bezpieczeństwa) wodą o ciśnieniu:
2,4 MPa – po stronie wysokich parametrów
0,9 MPa – po stronie niskich parametrów
2. Próba na gorąco eksploatacyjna tzn. przy parametrach możliwych do uzyskania w dniu próby w czasie 72 godzin połączona z regulacją parametrów pracy

Odbioru węzła dokonuje Komisja Odbioru Robót.

6. Zagadnienia BHP

Węzeł zaprojektowano tak, aby zapewnić swobodny dostęp do urządzeń i armatury. Rurociągi prowadzone są na wysokości powyżej 2,0 m i gwarantują swobodne przejście. Wszystkie urządzenia w węźle powinny mieć czytelne tabliczki znamionowe.

Czynności rozruchowe, eksploatacyjne i remontowe muszą spełniać warunki BHP i wymogi normy PN-/B-10400 oraz wymagania podane w Warunkach Wykonania i Odbioru Robót-część Instalacje Sanitarne i Przemysłowe.

7. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia dla zakresu prac instalacyjnych (BIOZ)

Dla zakresu prac instalacyjnych w węźle cieplnym należy wyszczególnić zagadnienia wymienione w § 2, ust. 3 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r.:

1. zakres robót związany z wykonaniem węzła cieplnego
2. wykaz istniejących obiektów w węźle
3. wskazanie elementów wyposażenia węzła, które mogą stwarzać zagrożenie dla bezpieczeństwa i zdrowia ludzi
4. wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót w węźle szczególnie niebezpiecznych
5. wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.

Ad. 1. Wykonanie węzła cieplnego wiąże się z wprowadzeniem jego elementów do pomieszczenia węzła oraz ich zamontowaniem na ścianie węzła zgodnie z projektem w sposób zapewniający dostęp do wszystkich urządzeń obsługowych. Po zmontowaniu węzła należy wykonać jego połączenie z siecią miejską oraz z poszczególnymi instalacjami wewnętrznymi.

Ad. 2. W pomieszczeniu węzła musi być wykonana studzienka schładzająca, do której są sprowadzone wszystkie ścieki z odwodnienia urządzeń przed wpuszczeniem ich do kanalizacji. Poza tym w węźle występują: instalacja wody zimnej, instalacji kanalizacji, instalacja elektryczna.

Ad.3. Do węzła musi być doprowadzona instalacja elektryczna stanowiąca wydzielony obwód i zabezpieczona zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.

W węźle znajdują się również urządzenia zasilane prądem elektrycznym o napięciu 230V. Są to między innymi pompy oraz napędy zaworów regulacyjnych zasilane za pomocą przewodów i kabli elektroenergetycznych. Jedną z możliwości ochrony przed porażeniem prądem jest ochrona przed dotykiem bezpośrednim w postaci izolacji lub używaniu obudów zapobiegających dotknięciu części pod napięciem. Oprócz podanych wyżej zabezpieczeń należy stosować jeszcze ochronę uzupełniającą za pomocą urządzeń różnicowoprądowych. Polega ona na stosowaniu wysokoczułych urządzeń różnicowoprądowych, o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania nie przekraczającym 30 mA. Ma ona na celu tylko zwiększenie skuteczności ochrony przed dotykiem bezpośrednim w przypadku nieskutecznego działania innych środków ochrony lub w przypadku nieostrożności użytkowników.

Stosowana może być też ochrona przed dotykiem pośrednim przez samoczynne wyłączenie zasilania we wszystkich układach sieciowych zwłaszcza TN i TT.

W węźle należy również zabezpieczyć studzienkę schładzającą poprzez przykrycie jej włazem.

Wszystkie przewody powinny być prowadzone na wysokości min. 2,0m od posadzki umożliwiające swobodne przejście. Przewody należy izolować w celu zabezpieczenia ludzi przed poparzeniem.

Przy wykonywaniu prac spawalniczych w węźle należy stosować okulary ochronne lub maski jak również odzież ochronną (fartuch, rękawice). Przy wykonywaniu prac na wysokości (powyżej 1,0m) należy stosować rusztowania atestowane z poręczami. Pracownicy powinni posiadać ubrania i sprzęt ochrony osobistej.

Ad.4. Przeszkolenie pracowników w zakresie BHP przed rozpoczęciem realizacji prac przez uprawnioną osobę oraz systematyczne kontrolowanie poprawności wykonywania robót w zakresie zgodności z przepisami BHP.

Ad.5. W przypadku pojawienia się zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi przy wykonywaniu prac w węźle np. pożaru przy robotach spawalniczych należy wykorzystać odpowiednie środki ochrony pośredniej w tym gaśnice lub koce a w razie zagrożenia życia lub zdrowia pracowników należy opuścić miejsce robót najkrótszą możliwą drogą prowadzącą poza strefę zagrożenia i powiadomić odpowiednie służby ratunkowe o zaistniałym zagrożeniu i jego miejscu.

8. Dane do obliczeń

8.1. *Dane wejściowe do obliczeń wspólne dla sieci z agregatu kogeneracji (a.k.) i miejskiej sieci ciepłej (m.s.c.)*

1.3

Zapotrzebowanie na ciepło c.o.

$$Q_{co} = 11,90 \text{ kW}$$

Zapotrzebowanie na ciepło c.w.u.

$$Q_{cwu} = 150,00 \text{ kW}$$

Zapotrzebowanie na ciepło c.t.1 (woda-glikol)

$$Q_{ct1} = 266,00 \text{ kW}$$

Zapotrzebowanie na ciepło c.t.2 (woda-woda)

$$Q_{ct2} = 63,40 \text{ kW}$$

8.2. Dane wejściowe do obliczeń dla strony sieci z agregatu kogeneracji (a.k.)

Temperatura wody a.k. zasilającej zima/lato:

$$T_{zk} = 90 \text{ °C}$$

Temperatura wody a.k. powrotnej zima/lato:

$$T_{pk} = 70 \text{ °C}$$

Średnia temperatura wody a.k. zima/lato:

$$T_{sk} = \frac{T_{zk} + T_{pk}}{2} = \frac{90 + 70}{2} = 80,0 \text{ °C}$$

Gęstość wody a.k. dla średniej temperatury zima/lato:

$$\rho_k = 0,9718 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

8.3. Dane wejściowe do obliczeń dla strony miejskiej sieci ciepłej (m.s.c.)

Temperatura wody m.s.c. zasilającej zima:

$$T_{zz} = 120 \text{ °C}$$

Temperatura wody m.s.c. powrotnej zima::

$$T_{pz} = 65 \text{ °C}$$

Średnia temperatura wody m.s.c. zima:

$$T_{sz} = \frac{T_{zz} + T_{pz}}{2} = \frac{120 + 65}{2} = 92,5 \text{ °C}$$

Gęstość wody m.s.c. dla średniej temperatury zima:

$$\rho_{sz} = 0,9636 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Temperatura wody m.s.c. zasilającej lato:

$$T_{zl} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Temperatura wody m.s.c. powrotnej lato:

$$T_{pl} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Średnia temperatura wody m.s.c. latem:

$$T_{sl} = \frac{T_{zl} + T_{pl}}{2} = \frac{70 + 25}{2} = 47,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gęstość wody m.s.c. dla średniej temperatury latem:

$$\rho_{sl} = 0,9892 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Maksymalne ciśnienie w rurociągu m.s.c.:

$$p_0 = 16\text{ bar} = 1600\text{ kPa}$$

Ciśnienie na zasilaniu w rurociągu m.s.c.:

$$p_z = 1117\text{ kPa}$$

Ciśnienie na powrocie z rurociągu m.s.c.:

$$p_p = 597\text{ kPa}$$

9. Obliczenia dla strony sieci z agregatu kogeneracji (a.k.) 2

9.1. Obliczenia przepływów masowych po stronie a.k.

2.1

9.1.1. Centralne ogrzewanie

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.o. zimą:

$$G_{sc01z} = \frac{0,86 \times Q_{co}}{(T_{zk} - T_{pk})} = \frac{0,86 \times 11,9}{(90 - 70)} = 0,51 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.o. latem:

$$G_{sc01l} = 0,00 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Maksymalny przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.o.:

$$G_{sco1} = \max(G_{sco1z}; G_{sco1l}) = \max(0,51; 0,00) = 0,51 \frac{t}{h}$$

Średnica rur a.k. dla potrzeb c.o. (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$);

$$d_{sco1} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{sco1}}{\rho_k}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{0,55}{0,9718}} = 14,44 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN15

Średnica wewnętrzna dobranej rury a.k. dla potrzeb c.o.:

$$d_{nwsc1} = d_{nw15} = 16,0 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę a.k. dla potrzeb c.o.:

$$v_{sco1} = 353,86 \times \frac{G_{sco1}}{d_{nwsc1}^2 \times \rho_k} = 353,86 \times \frac{0,51}{16,0^2 \times 0,9718} = 0,73 \frac{m}{s}$$

9.1.2. Ciepła woda użytkowa

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.w.u. zimą:

$$G_{scwu1z} = \frac{0,86 \times Q_{cwu}}{(T_{zk} - T_{pk})} = \frac{0,86 \times 150,0}{(90 - 70)} = 6,45 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.w.u. latem:

$$G_{scwu1l} = \frac{0,86 \times Q_{cwu}}{(T_{zk} - T_{pk})} = \frac{0,86 \times 150,0}{(90 - 70)} = 6,45 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.w.u.:

$$G_{scwu1} = \max(G_{scwu1z}; G_{scwu1l}) = \max(6,45; 6,45) = 6,45 \frac{t}{h}$$

Średnica rur a.k. dla potrzeb c.w.u. (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$):

$$d_{scwu1} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{scwu1}}{\rho_k}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{6,45}{0,9718}} = 48,43 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN50

Średnica wewnętrzna dobranej rury a.k. dla potrzeb c.w.u.:

$$dnwscwu1 = dnw50 = 53,0 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę a.k. dla potrzeb c.w.u.:

$$vscwu1 = 353,86 \times \frac{Gscwu1}{dnwscwu1^2 \times \rho_k} = 353,86 \times \frac{6,45}{53,0^2 \times 0,9718} = 0,84 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

9.1.3. Ciepło technologiczne 1 (woda-glikol)

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.t1 zimą:

$$G_{sct11z} = \frac{0,86 \times Q_{ct1}}{(T_{zk} - T_{pk})} = \frac{0,86 \times 266,0}{(90 - 70)} = 11,44 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.t1 latem:

$$G_{sct11l} = 0,00 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Maksymalny przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.t1:

$$G_{sct11} = \max(G_{sct11z}; G_{sct11l}) = \max(11,44; 0,00) = 11,44 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Średnica rur a.k. dla potrzeb c.t1 (dla prędkości przepływu $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$):

$$dsct11 = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{sct11}}{\rho_k}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{11,44}{0,9718}} = 64,50 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN65

Średnica wewnętrzna dobranej rury a.k. dla potrzeb c.t1:

$$dnwsc11 = dnw65 = 68,8 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę a.k. dla potrzeb c.t1:

$$vsct11 = 353,86 \times \frac{G_{sct11}}{dnwsc11^2 \times \rho_k} = 353,86 \times \frac{11,44}{68,8^2 \times 0,9718} = 0,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

9.1.4. Ciepło technologiczne 2 (woda-woda)

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.t2 zimą:

$$G_{sct21z} = \frac{0,86 \times Q_{ct2}}{(T_{zk} - T_{pk})} = \frac{0,86 \times 63,4}{(90 - 70)} = 2,73 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.t2 latem:

$$G_{sct21l} = 0,00 \frac{t}{h}$$

Maksymalny przepływ masowy wody a.k. dla potrzeb c.t2:

$$G_{sct21} = \max (G_{sct21z}; G_{sct21l}) = \max (2,73; 0,00) = 2,73 \frac{t}{h}$$

Średnica rur a.k. dla potrzeb c.t2 (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$):

$$d_{sct21} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{sct21}}{\rho_k}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{2,73}{0,9718}} = 31,51 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN32

Średnica wewnętrzna dobranej rury a.k. dla potrzeb c.t2:

$$d_{nwsc21} = d_{nw32} = 35,9 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę a.k. dla potrzeb c.t2:

$$v_{sct21} = 353,86 \times \frac{G_{sct21}}{d_{nwsc21}^2 \times \rho_{sz}} = 353,86 \times \frac{2,73}{35,9^2 \times 0,9718} = 0,77 \frac{m}{s}$$

9.1.5. **Suma przepływów masowych wody a.k.**

Suma przepływów masowych wody a.k. zimą:

$$G_{s1z} = G_{sco1z} + G_{scwu1z} + G_{sct11z} + C_{sct21z} = 0,51 + 6,45 + 11,44 + 2,73 = 21,13 \frac{t}{h}$$

Suma przepływów masowych wody a.k. latem:

$$G_{s1l} = G_{scwu1l} = 6,45 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody a.k. w rurze głównej:

$$G_{s1} = \max (G_{s1z}, G_{s1l}) = \max (21,13; 6,457) = 21,13 \frac{t}{h}$$

Średnica rury głównej a.k. (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$):

$$ds1 = 18,8 \times \sqrt{\frac{Gs1}{\rho_k}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{21,13}{0,9718}} = 87,67 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN100

Średnica wewnętrzna dobranej rury głównej a.k.:

$$dnws1 = dnw100 = 105,3 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę główną m.s.c.:

$$vs1 = 353,86 \times \frac{Gs1}{dnws1^2 \times \rho_{sz}} = 353,86 \times \frac{21,13}{105,3^2 \times 0,9718} = 0,69 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

9.2. Dobór wymienników dla a.k.

9.2.1. Wymiennik dla c.o.

Dobrano wymiennik: typ LA34-20-3/4"

Opór hydrauliczny wymiennika c.o. po stronie a.k.:

$$Hwsco1 = 3,70 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k. dla potrzeb c.o. po stronie instalacyjnej:

$$Hwco1 = 3,10 \text{ kPa}$$

9.2.2. Wymiennik dla c.w.u.

Dobrano wymiennik: typ LB31-50-1"

Opór hydrauliczny wymiennika c.w.u. po stronie a.k.:

$$Hwscwu1 = 19,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k. dla potrzeb c.w.u. po stronie instalacyjnej:

$$Hwcwu1 = 3,00 \text{ kPa}$$

9.2.3. Wymiennik dla c.t1

Dobrano wymiennik: typ LC110-130-2S-2"

Opór hydrauliczny wymiennika c.t1 po stronie a.k.:

$$Hwsct11 = 18,90 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k. dla potrzeb c.t1 po stronie instalacyjnej:

$$Hwct11 = 19,20 \text{ kPa}$$

9.2.4. Wymiennik dla c.t2

Dobrano wymiennik: typ LB60-40H-1"

Opór hydrauliczny wymiennika c.t2 po stronie a.k.:

$$H_{wsct21} = 12,30 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k. dla potrzeb c.t2 po stronie instalacyjnej:

$$H_{wct21} = 11,30 \text{ kPa}$$

9.3. Dobór zaworów po stronie a.k.

Dobrana rura główna a.k.:

$$DN100$$

Przepływ masowy wody a.k. w zimie w rurze głównej:

$$G_{s1z} = 21,13 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody a.k. w lecie w rurze głównej:

$$G_{s1l} = 6,45 \frac{t}{h}$$

9.4. Opory w części wspólnej a.k.

Opór hydrauliczny części wspólnej po stronie a.k. w zimie:

$$H_{sw1z} = H_x = 5,00 = 5,00 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny części wspólnej po stronie a.k. w lecie:

$$H_{sw1} = H_x = 5,00 = 5,00 \text{ kPa}$$

9.5. Opory w poszczególnych gałęziach a.k.

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.o. po stronie a.k.:

$$H_{gco1} = H_{wsco1} + H_x = 3,70 + 5,00 = 8,70 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.w.u. po stronie a.k.:

$$H_{gcwu1} = H_{wscwu1} + H_x = 19,40 + 5,00 = 24,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.t1 po stronie a.k.:

$$H_{gct11} = H_{wsct11} + H_x = 18,90 + 5,00 = 23,90 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.t2 po stronie a.k.:

$$H_{gct21} = H_{wsct21} + H_x = 12,30 + 5,00 = 17,30 \text{ kPa}$$

Maksymalny opór hydrauliczny jednej gałęzi wymiennika po stronie a.k. w zimie:

$$\begin{aligned} H_{sg1z} &= \max (H_{gco1}; H_{gcw1}; H_{gct11}; H_{gct21}) = \\ &= \max (8,70; 24,40; 23,90; 17,30) = 24,40 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Maksymalny opór hydrauliczny jednej gałęzi wymiennika po stronie a.k. w lecie:

$$\begin{aligned} H_{sg1l} &= \max (H_{sco1}; H_{scw1}; H_{sct11}; H_{sct21}) = \\ &= \max (0,00; 22,40; 0,00; 0,00) = 24,40 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Maksymalny opór hydrauliczny jednej gałęzi wymiennika po stronie a.k.:

$$H_{sg2} = \max (H_{sg2z}; H_{sg2l}) = \max (22,40; 22,40) = 22,40 \text{ kPa}$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.o. po stronie a.k.:

$$\Sigma H_{sco1} = H_{gco1} = 8,70 \text{ kPa}$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.w.u. po stronie a.k.:

$$\Sigma H_{scw1} = H_{gcw1} = 24,40 \text{ kPa}$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.t1 po stronie a.k.:

$$\Sigma H_{sct11} = H_{gct11} = 23,90 \text{ kPa}$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.t2. po stronie a.k.:

$$\Sigma H_{sct21} = H_{gct21} = 17,30 \text{ kPa}$$

9.6. Dobór zaworów balansowych po stronie a.k.

Priorytetowy spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.w.u. po stronie a.k.:

$$\Delta H_{priocw1} = 1,1 \times \Sigma H_{scw1} = 1,1 \times 24,40 = 26,84 \text{ kPa}$$

9.6.1. Dobór zaworu balansowego c.o.

Spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.o. po stronie a.k.:

$$H_{balco1} = \Delta H_{priocw1} - \Sigma H_{sco1} = 26,84 - 8,70 = 18,14 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór: typ MSV-F2, DN15, kv = 3,1 $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, nr kat. 003Z1085

9.6.2. Dobór zaworu balansowego c.t1.

Spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.t1 po stronie a.k.:

$$H_{balct12} = \Delta H_{priocwu1} - \Sigma H_{sct11} = 26,84 - 23,90 = 2,94 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór: typ MSV-F2, DN65, kv = 93,4 $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, nr kat. 003Z1062

9.6.3. Dobór zaworu balansowego c.t2.

Spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.t2 po stronie a.k.:

$$H_{balct22} = \Delta H_{priocwu1} - \Sigma H_{sct21} = 26,84 - 17,30 = 9,54 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór: typ MSV-F2, DN32, kv = 15,5 $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$, nr kat. 003Z1088

10. Obliczenia dla miejskiej sieci ciepłej (m.s.c.)

10.1. Obliczenia przepływów masowych po stronie m.s.c.

10.1.1. Centralne ogrzewanie

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.o. zimą:

$$G_{sco2z} = \frac{0,86 \times Q_{co}}{(T_{zz} - T_{pz})} = \frac{0,86 \times 11,9}{(120 - 65)} = 0,19 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.o. latem:

$$G_{sco2l} = 0,00 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Maksymalny przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.o.:

$$G_{sco2} = \max (G_{sco2z}; G_{sco2l}) = \max (0,19; 0,00) = 0,19 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Średnica rur m.s.c. dla potrzeb c.o. (dla prędkości przepływu $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$);

$$d_{sco2} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{sco2}}{\rho_{sz}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{0,19}{0,9636}} = 8,35 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN15

Średnica wewnętrzna dobranej rury m.s.c. dla potrzeb c.o.:

$$d_{nwsc02} = d_{nw15} = 16,0 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę m.s.c. dla potrzeb c.o.:

$$v_{sco2} = 353,86 \times \frac{G_{sco2}}{d_{nwsc02}^2 \times \rho_{sz}} = 353,86 \times \frac{0,19}{16,0^2 \times 0,9636} = 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

10.1.2. Ciepła woda użytkowa

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.w.u. zimą:

$$G_{scwu2z} = \frac{0,86 \times Q_{cwu}}{(T_{zz} - T_{pz})} = \frac{0,86 \times 150,0}{(120 - 65)} = 2,35 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.w.u. latem:

$$G_{scwu2l} = \frac{0,86 \times Q_{cwu}}{(T_{zl} - T_{pl})} = \frac{0,86 \times 150,0}{(70 - 25)} = 2,87 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.w.u.:

$$G_{scwu2} = \max(G_{scwu2z}; G_{scwu2l}) = \max(2,35; 2,87) = 2,87 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Średnica rur m.s.c. dla potrzeb c.w.u. (dla prędkości przepływu $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$):

$$d_{scwu2} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{scwu2}}{\rho_{sz}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{2,87}{0,9636}} = 32,45 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN40

Średnica wewnętrzna dobranej rury m.s.c. dla potrzeb c.w.u.:

$$d_{nwscwu2} = d_{nw40} = 41,8 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę m.s.c. dla potrzeb c.w.u.:

$$v_{scwu2} = 353,86 \times \frac{G_{scwu2}}{d_{nwscwu2}^2 \times \rho_{co}} = 353,86 \times \frac{2,87}{41,8^2 \times 0,9636} = 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

10.1.3. Ciepło technologiczne 1 (woda-glikol)

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.t1 zimą:

$$G_{sct12z} = \frac{0,86 \times Q_{ct1}}{(T_{zz} - T_{pz})} = \frac{0,86 \times 266,0}{(120 - 65)} = 4,16 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.t1 latem:

$$G_{sct12l} = 0,00 \frac{t}{h}$$

Maksymalny przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.t1:

$$G_{sct12} = \max (G_{sct12z}; G_{sct12l}) = \max (4,16; 0,00) = 4,16 \frac{t}{h}$$

Średnica rur m.s.c. dla potrzeb c.t1 (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$):

$$d_{sct12} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{sct12}}{\rho_{sz}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{4,16}{0,9636}} = 39,06 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN40

Średnica wewnętrzna dobranej rury m.s.c. dla potrzeb c.t1:

$$d_{nwsc12} = d_{nw40} = 41,8 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę m.s.c. dla potrzeb c.t1:

$$v_{sct12} = 353,86 \times \frac{G_{sct12}}{d_{nwsc12}^2 \times \rho_{sz}} = 353,86 \times \frac{4,16}{41,8^2 \times 0,9636} = 0,87 \frac{m}{s}$$

10.1.4. Ciepło technologiczne 2 (woda-woda)

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.t2 zimą:

$$G_{sct22z} = \frac{0,86 \times Q_{ct2}}{(T_{zz} - T_{pz})} = \frac{0,86 \times 63,4}{(120 - 65)} = 0,99 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.t2 latem:

$$G_{sct22l} = 0,00 \frac{t}{h}$$

Maksymalny przepływ masowy wody m.s.c. dla potrzeb c.t2:

$$G_{sct22} = \max(G_{sct22z}; G_{sct22l}) = \max(0,99; 0,00) = 0,99 \frac{t}{h}$$

Średnica rur m.s.c. dla potrzeb c.t2 (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$):

$$d_{sct22} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{sct22}}{\rho_{sz}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{0,99}{0,9636}} = 19,06 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN20

Średnica wewnętrzna dobranej rury m.s.c. dla potrzeb c.t2:

$$d_{nwsct22} = d_{nw20} = 21,6 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę m.s.c. dla potrzeb c.t2:

$$v_{sct22} = 353,86 \times \frac{G_{sct22}}{d_{nwsct22}^2 \times \rho_{sz}} = 353,86 \times \frac{0,99}{21,6^2 \times 0,9636} = 0,78 \frac{m}{s}$$

10.1.5. Suma przepływów masowych wody m.s.c.

Suma przepływów masowych wody m.s.c. zimą:

$$G_{s2z} = G_{sco2z} + G_{scwu2z} + G_{sct12z} + C_{sct22z} = 0,19 + 2,35 + 4,16 + 0,99 = 7,69 \frac{t}{h}$$

Suma przepływów masowych wody m.s.c. latem:

$$G_{s2l} = G_{scwu2l} = 2,87 \frac{t}{h}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. w rurze głównej:

$$G_{s2} = \max(G_{s2z}, G_{s2l}) = \max(7,69; 2,87) = 7,69 \frac{t}{h}$$

Średnica rury głównej m.s.c. (dla prędkości przepływu $1 \frac{m}{s}$):

$$d_{s2} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{s2}}{\rho_{sz}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{7,69}{0,9636}} = 53,11 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN65

Średnica wewnętrzna dobranej rury głównej m.s.c.:

$$dn_{ws2} = dn_{w65} = 68,8 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobraną rurę główną m.s.c. sieciową:

$$v_{s2} = 353,86 \times \frac{G_{s2}}{dn_{ws2}^2 \times \rho_{sz}} = 353,86 \times \frac{7,69}{68,8^2 \times 0,9636} = 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

10.2. Dobór wymienników dla m.s.c.

10.2.1. Wymiennik dla c.o.

Dobrano wymiennik: typ LA14-10-3/4"

Opór hydrauliczny wymiennika c.o. po stronie m.s.c.:

$$H_{wsco2} = 1,20 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.o. po stronie instalacyjnej:

$$H_{wco2} = 5,60 \text{ kPa}$$

Powierzchnia otworu wypływowego wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.o.:

$$A_{wco2} = 12 \text{ mm}^2$$

10.2.2. Wymiennik dla c.w.u.

Dobrano wymiennik: typ LB31-70H-2S-5/4"

Opór hydrauliczny wymiennika c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$H_{wscwu2} = 17,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.w.u. po stronie instalacyjnej:

$$H_{wcwu2} = 13,40 \text{ kPa}$$

Powierzchnia otworu wypływowego wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.w.u.:

$$A_{wcwu2} = 15 \text{ mm}^2$$

10.2.3. Wymiennik dla c.t1

Dobrano wymiennik: typ LC110-30L-2"

Opór hydrauliczny wymiennika c.t1 po stronie m.s.c.:

$$H_{wsct12} = 2,50 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.t1 po stronie instalacyjnej:

$$H_{wct12} = 19,90 \text{ kPa}$$

Powierzchnia otworu wypływowego wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.t1:

$$A_{wct12} = 15 \text{ mm}^2$$

10.2.4. Wymiennik dla c.t2

Dobrano wymiennik: typ LA14-40-3/4"

Opór hydrauliczny wymiennika c.t2 po stronie m.s.c.:

$$H_{wsct22} = 2,30 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.t2 po stronie instalacyjnej:

$$H_{wct22} = 15,60 \text{ kPa}$$

Powierzchnia otworu wypływowego wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.t2:

$$A_{wct22} = 15 \text{ mm}^2$$

10.3. Dobór filtrów i zaworów po stronie m.s.c.

Dobrana rura główna m.s.c.:

$$DN65$$

Przepływ masowy wody m.s.c. w zimie w rurze głównej:

$$G_{s2z} = 7,69 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Przepływ masowy wody m.s.c. w lecie w rurze głównej:

$$G_{s2l} = 2,87 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

10.3.1. Dobór filtrodmulnika

Dobrano: filtrodmulnik TerFM-lux 65

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtrodmulnika:

$$k_{vfos} = 57,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Opór hydrauliczny filtrodmulnika w zimie:

$$H_{fos2z} = 100 \times \left(\frac{Gs_{2z}}{k_{vos}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{7,69}{57,0} \right)^2 = 1,82 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny filtrododmulnika w lecie:

$$H_{fos2l} = 100 \times \left(\frac{Gs_{2l}}{k_{vos}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,87}{57,0} \right)^2 = 0,25 \text{ kPa}$$

10.3.2. Dobór filtra siatkowego

Dobrano: filtr FS-1-65-PN16

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtra:

$$k_{vfs} = 82,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Opór hydrauliczny filtra w zimie:

$$H_{fs2z} = 100 \times \left(\frac{Gs_{2z}}{k_{vfs}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{7,69}{82,0} \right)^2 = 0,88 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny filtra w lecie:

$$H_{fs2l} = 100 \times \left(\frac{Gs_{2l}}{k_{vfs}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,87}{82,0} \right)^2 = 0,12 \text{ kPa}$$

10.4. Dobór ciepłomierza

Dobrano: Ultraflow 54 DN40

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) ciepłomierza:

$$k_{vqs} = 40,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Opór hydrauliczny ciepłomierza w zimie:

$$H_{qs2z} = 100 \times \left(\frac{Gs_{2z}}{k_{vqs}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{7,69}{40,0} \right)^2 = 3,70 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny ciepłomierza w lecie:

$$H_{qs2l} = 100 \times \left(\frac{Gs_{2l}}{k_{vqs}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,87}{40,0} \right)^2 = 0,51 \text{ kPa}$$

10.5. Opory w części wspólnej m.s.c.

Opór hydrauliczny części wspólnej po stronie m.s.c. w zimie:

$$H_{sw2z} = H_{fos2z} + H_{fs2z} + H_{qs2z} + H_x = 1,82 + 0,88 + 3,70 + 5,00 = 11,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny części wspólnej po stronie m.s.c. w lecie:

$$H_{sw2} = H_{fos2z} + H_{fs2z} + H_{qs2z} + H_x = 0,25 + 0,12 + 0,51 + 5,00 = 5,88 \text{ kPa}$$

10.6. Opory w poszczególnych gałęziach m.s.c.

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.o. po stronie m.s.c.:

$$H_{gco2} = H_{wsco2} + H_x = 1,20 + 5,00 = 6,20 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$H_{gcwu2} = H_{wsctu2} + H_x = 17,40 + 5,00 = 22,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.t1 po stronie m.s.c.:

$$H_{gct12} = H_{wsct12} + H_x = 2,50 + 5,00 = 7,50 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny gałęzi wymiennika c.t2 po stronie m.s.c.:

$$H_{gct22} = H_{wsct22} + H_x = 2,30 + 5,00 = 7,30 \text{ kPa}$$

Maksymalny opór hydrauliczny jednej gałęzi wymiennika po stronie m.s.c. w zimie:

$$\begin{aligned} H_{sg2z} &= \max (H_{gco2}; H_{gcwu2}; H_{gct12}; H_{gct22}) = \\ &= \max (6,20; 22,40; 7,51; 7,30) = 22,40 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Maksymalny opór hydrauliczny jednej gałęzi wymiennika po stronie m.s.c. w lecie:

$$\begin{aligned} H_{sg2l} &= \max (H_{sco2}; H_{scwu2}; H_{sct12}; H_{sct22}) = \\ &= \max (0,00; 22,40; 0,00; 0,00) = 22,40 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Maksymalny opór hydrauliczny jednej gałęzi wymiennika po stronie m.s.c.:

$$H_{sg2} = \max (H_{sg2z}; H_{sg2l}) = \max (22,40; 22,40) = 22,40 \text{ kPa}$$

10.7. Dobór zaworów regulacyjnych po stronie m.s.c.

10.7.1. Zawór regulacyjny c.o.

Opór hydrauliczny wymiennika c.o. po stronie m.s.c.:

$$H_{sco2} = H_{gco2} + H_{sw2z} = 6,20 + 11,25 = 17,45 \text{ kPa}$$

Spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze regulacyjnym c.o. po stronie m.s.c.:

$$\Delta h_{100co2} = 2,3 \times H_{gco2} = 2,3 \times 17,45 = 40,14 \text{ kPa}$$

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) zaworu regulacyjnego c.o. po stronie m.s.c.:

$$k_{vzrco2} = 10 \times \frac{G_{sco2}}{\sqrt{\Delta h_{100co2}}} = 10 \times \frac{0,19}{\sqrt{40,14}} = 0,30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dobrano zawór: typ VM2, DN15, kv = 1,0 $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym w gałęzi wymiennika c.o. po stronie m.s.c.:

$$\Delta z_{rco2} = 100 \times \left(\frac{G_{sco2}}{k_v} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{0,19}{1,0} \right)^2 = 3,61 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu regulacyjnego c.o. po stronie m.s.c.:

$$a_{zrco2} = \frac{\Delta z_{rco2}}{\Delta z_{rco2} + H_{zrco2}} = \frac{3,61}{3,61 + 6,2} = 0,37$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.o. po stronie m.s.c.:

$$\Sigma H_{sco2} = H_{sco2} + \Delta z_{rco2} = 17,45 + 3,61 = 21,06 \text{ kPa}$$

10.7.2. Zawór regulacyjny c.w.u.

Opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$H_{scwu2} = H_{gcwu2} + H_{sw2z} = 22,40 + 11,25 = 33,65 \text{ kPa}$$

Spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze regulacyjnym c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$\Delta h_{100cwu2} = 2,3 \times H_{gcwu2} = 2,3 \times 33,65 = 77,40 \text{ kPa}$$

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) zaworu regulacyjnego c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$k_{vzrcwu2} = 10 \times \frac{G_{scwu2}}{\sqrt{\Delta h_{100cwu2}}} = 10 \times \frac{2,87}{\sqrt{77,40}} = 3,26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dobrano zawór: typ VM2, DN20, kv = 4,0

Spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym w gałęzi wymiennika c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$H_{zrcwu2} = 100 \times \left(\frac{G_{scwu2}}{k_v} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,87}{4,0} \right)^2 = 51,48 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu regulacyjnego c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$a_{zrcwu2} = \frac{H_{zrcwu2}}{H_{zrcwu2} + H_{scwu2}} = \frac{51,48}{51,48 + 33,65} = 0,64$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$\Sigma H_{scwu2} = H_{scwu2} + \Delta z_{rcwu2} = 33,65 + 51,48 = 86,13 \text{ kPa}$$

10.7.3. Zawór regulacyjny c.t1

Opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.t1 po stronie m.s.c.:

$$H_{sct12} = H_{gct21} + H_{sw2z} = 7,50 + 11,25 = 18,75 \text{ kPa}$$

Spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze regulacyjnym c.t1 po stronie m.s.c.:

$$\Delta h_{100ct12} = 2,3 \times H_{gct21} = 2,3 \times 18,75 = 43,13 \text{ kPa}$$

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) zaworu regulacyjnego c.t1 po stronie m.s.c.:

$$k_{vzrct12} = 10 \times \frac{G_{sct12}}{\sqrt{\Delta h_{100co12}}} = 10 \times \frac{4,07}{\sqrt{43,13}} = 6,20 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dobrano zawór: typ VM2, DN32, $k_v = 10,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym w gałęzi wymiennika c.t1 po stronie m.s.c.:

$$\Delta z_{rct12} = 100 \times \left(\frac{G_{sct12}}{k_v} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{4,07}{10,0} \right)^2 = 16,56 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu regulacyjnego c.t1 po stronie m.s.c.:

$$a_{zrct12} = \frac{\Delta z_{rct12}}{\Delta z_{rct12} + H_{sct12}} = \frac{16,56}{16,56 + 18,75} = 0,47$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.t1 po stronie m.s.c.:

$$\Sigma H_{sct12} = H_{sct12} + \Delta z_{rct12} = 18,75 + 55,65 = 74,40 \text{ kPa}$$

10.7.4. Zawór regulacyjny c.t2

Opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.t2 po stronie m.s.c.:

$$H_{sct22} = H_{gct22} + H_{sw2z} = 7,30 + 11,25 = 18,55 \text{ kPa}$$

Spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze regulacyjnym c.t2 po stronie m.s.c.:

$$\Delta h_{100ct22} = 2,3 \times H_{gct22} = 2,3 \times 11,25 = 25,88 \text{ kPa}$$

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) zaworu regulacyjnego c.t2 po stronie m.s.c.:

$$k_{vzrc22} = 10 \times \frac{G_{sct22}}{\sqrt{\Delta h_{100co22}}} = 10 \times \frac{0,99}{\sqrt{25,88}} = 1,95 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dobrano zawór: typ VM2, DN15, kv = 1,6 $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Spadek ciśnienia na zaworze regulacyjnym w gałęzi wymiennika c.t2 po stronie m.s.c.:

$$\Delta z_{rct22} = 100 \times \left(\frac{G_{sct22}}{k_v} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{0,99}{1,6} \right)^2 = 38,29 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu regulacyjnego c.t2 po stronie m.s.c.:

$$a_{zrct22} = \frac{\Delta z_{rct22}}{\Delta z_{rct22} + H_{sct22}} = \frac{38,29}{38,29 + 18,55} = 0,67$$

Całkowity opór hydrauliczny obwodu wymiennika c.t2 po stronie m.s.c.:

$$\Sigma H_{sct22} = H_{sct22} + \Delta z_{rct22} = 18,55 + 38,29 = 56,84 \text{ kPa}$$

10.8. Dobór zaworów balansowych po stronie m.s.c.

Priorytetowy spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.w.u. po stronie m.s.c.:

$$\Delta H_{priocwu2} = 1,1 \times \Sigma H_{scwu2} = 1,1 \times 86,13 = 94,74 \text{ kPa}$$

10.8.1. Dobór zaworu balansowego c.o.

Spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.o. po stronie m.s.c.:

$$H_{balco2} = \Delta H_{balwu2} - \Sigma H_{sco2} = 94,74 - 21,06 = 73,68 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór: typ MSV-F2, $kv = 3,1 \frac{m^3}{h}$, nr kat. 003Z1085

10.8.2. Dobór zaworu balansowego c.t1.

Spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.t1 po stronie m.s.c.:

$$H_{balct12} = \Delta H_{balcw2} - \Sigma H_{sct12} = 94,74 - 56,84 = 37,90 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór: typ MSV-F2, $kv = 32,3 \frac{m^3}{h}$, nr kat. 003Z1089

10.8.3. Dobór zaworu balansowego c.t2.

Spadek ciśnienia na zaworze balansowym c.t2 po stronie m.s.c.:

$$H_{balct22} = \Delta H_{balcw2} - \Sigma H_{sct22} = 181,98 - 74,40 = 18,55 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór: typ MSV-F2, $kv = 6,3 \frac{m^3}{h}$, nr kat. 003Z1086

10.9. Dobór zaworu różnicy ciśnień po stronie m.s.c.

Całkowity opór hydrauliczny po stronie m.s.c. w zimie (dla zaworu różnicy ciśnień):

$$H_{s2z} = H_{sg2z} + H_{sw2z} = 22,4 + 11,25 = 33,65 \text{ kPa}$$

Całkowity opór hydrauliczny po stronie m.s.c. w lecie (dla zaworu różnicy ciśnień):

$$H_{s2l} = H_{sg2l} + H_{sw2l} = 22,4 + 5,88 = 28,28 \text{ kPa}$$

Ciśnienie dyspozycyjne na wejściu z m.s.c.:

$$\Delta p_d = p_z - p_p = 1117 - 597 = 520 \text{ kPa}$$

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) zaworu różnicy ciśnień:

$$kv_{zrc2} = 10 \times \frac{G_{s2}}{\sqrt{H_{s2}}} = 10 \times \frac{7,69}{\sqrt{33,65}} = 13,26 \frac{m^3}{h}$$

Dobrano zawór: typ VFQ2, DN32, $kv = 16,00 \frac{m^3}{h}$

Spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze różnicy ciśnień w zimie:

$$\Delta p_{zrc2z} = 100 \times \left(\frac{G_{s2z}}{kv} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{7,69}{16,00} \right)^2 = 23,10 \text{ kPa}$$

Spadek ciśnienia na całkowicie otwartym zaworze różnicy ciśnień w lecie:

$$\Delta p_{zrc2l} = 100 \times \left(\frac{G_{s2l}}{kv} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,87}{16,00} \right)^2 = 3,22 \text{ kPa}$$

Autorytet zaworu różnicy ciśnień zimie:

$$a_{zrc2z} = \frac{\Delta p_{zrc2z}}{\Delta p_{zrc2z} + H_{s2z}} = \frac{23,10}{23,10 + 33,65} = 0,41$$

Autorytet zaworu różnicy ciśnień lecie:

$$a_{zrc2l} = \frac{\Delta p_{zrc2l}}{\Delta p_{zrc2l} + H_{s2l}} = \frac{3,22}{3,22 + 28,28} = 0,10$$

Ciśnienie do zdławienia na zaworze różnicy ciśnień:

$$: \quad H_{zrc} = \Delta p_{zrc2l} - H_{s2l} = 520 - 33,65 = 486,35 \text{ kPa}$$

Sprawdzenie warunku początku kawitacji (dla $Z = 0,75$):

$$Z \times (H_{zrc} + 100) > \Delta p_d$$

$$Z \times (H_{zrc} + 100) = 0,75 \times (486,35 + 100) = 439,76 \text{ kPa} < 520 \text{ kPa}$$

Dobrano zawór redukcyjny: typ AVD, DN50, kv = 25,00, nr kat. nr kat. 003H6661

11. Obliczenia dla strony instalacyjnej

11.1. Instalacja c.o.

11.1.1. Dane wejściowe dla instalacji c.o.:

Temperatura wody zasilającej instalację c.o.:

$$t_{zco} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Temperatura wody powrotnej z instalacji c.o.:

$$t_{pcO} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Pojemność instalacji c.o. (oszacowana):

$$C_{co} = 18 \times Q_{co} = 18 \times 11,9 = 214,2 \text{ dm}^3$$

Opory hydrauliczne instalacji c.o. (oszacowane):

$$H_{co} = 55,00 \text{ kPa}$$

Opory hydrauliczne wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.o.

$$H_{wco1} = 5,60 \text{ kPa}$$

Opory hydrauliczne wymiennika a.k. dla potrzeb c.o.

$$H_{wco2} = 3,10 \text{ kPa}$$

Pozostałe opory hydrauliczne:

$$H_x = 5,00 \text{ kPa}$$

11.1.2. Obliczenia przepływów masowych c.o.

Przepływ wody instalacyjnej dla potrzeb c.o.:

$$G_{co} = \frac{0,86 \times Q_{co}}{(t_{pco} - t_{zco})} = \frac{0,86 \times 11,9}{(70 - 50)} = 0,51 \frac{t}{h} = 0,60 \frac{m^3}{h}$$

Gęstość wody c.o. w temperaturze $t_{pco} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\rho_{tpco} = 0,9778 \frac{t}{m^3}$$

Minimalna średnica rur instalacyjnych c.o.:

$$d_{co} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{co}}{\rho_{tpco}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{0,60}{0,9778}} = 14,73 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN20

Średnica wewnętrzna dobranej rury instalacyjnej c.o.:

$$d_{nwco} = d_{nw20} = 21,6 \text{ mm}$$

Średnia temperatura wody w instalacji c.o.:

$$t_{co} = \frac{(t_{pco} + t_{zco})}{2} = \frac{(70 + 50)}{2} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gęstość wody c.o. w temperaturze $t_{co} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\rho_{co} = 0,9832 \frac{t}{m^3}$$

Prędkość przepływu przez dobrane rury instalacyjne c.o.:

$$v_{co} = 353,86 \times \frac{G_{co}}{dnw_{co}^2 \times \rho_{co}} = 353,86 \times \frac{0,60}{21,6^2 \times 0,9832} = 0,46 \frac{m}{s}$$

11.1.3. Dobór filtrodmulnika c.o.

Dobrano: filtrodmulnik TerFM-lux 25

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtrodmulnika:

$$kv_{foco} = 14,0 \frac{m^3}{h}$$

Opór hydrauliczny filtrodmulnika c.o.:

$$H_{foco} = 100 \times \left(\frac{G_{co}}{kv_{foco}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{0,60}{14,0} \right)^2 = 0,18 \text{ kPa}$$

11.1.4. Dobór naczynia wzbiorniczego c.o.

Pojemność instalacji c.o. (oszacowana):

$$C_{co} = 214,2 \text{ dm}^3$$

Ciśnienie w instalacji c.o.:

$$p_{co} = 4 \text{ bar}$$

Gęstość wody c.o. w temperaturze $t_{pco} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\rho_{t_{zco}} = 0,9778 \frac{t}{m^3}$$

Przyrost objętości właściwej wody c.o.:

$$\Delta\gamma = 0,0224 \frac{dm^3}{kg}$$

Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorniczym instalacji c.o.:

$$p_n = 4 \text{ bar}$$

Pojemność użytkowa naczynia wzbiorniczego c.o.:

$$C_{uco} = C_{co} \times \rho_{t_{zco}} \times \Delta\gamma = 214,2 \times 0,9778 + 0,0224 = 209,47 \text{ dm}^3$$

Pojemność całkowita naczynia wzbiorniczego c.o.:

$$C_{nco} = C_{uco} \times \frac{p_{co} + 1}{p_{co} - p_n} = 209,47 \times \frac{4,0 + 1}{4,0 - 1,0} = 349,12 \text{ dm}^3$$

Dobrano naczynie: N 500 Reflex

Średnica rury do naczynia wzbiorniczego instalacji c.o.:

$$d_{nco} = 0,7 \times \sqrt{C_{uco}} = 0,7 \times \sqrt{349,12} = 13,08 \text{ dm}^3$$

Dobrano rurę: DN15

11.1.5. Dobór pompy

Gęstość wody w temperaturze $t_{pco} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\rho_{tpco} = 0,978 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Wydajność pompy c.o.:

$$G_{pco} = 1,15 \times \frac{G_{co}}{\rho_{tpco}} = 1,15 \times \frac{0,51}{0,978} = 0,60 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Wysokość podnoszenia pompy c.o.:

$$\begin{aligned} H_{pco} &= 1,2 \times (H_{co} + H_{wco1} + H_{wco2} + H_{foco} + H_x) = \\ &= 1,2 \times (55,00 + 5,60 + 3,10 + 0,18 + 5,00) = 82,66 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Dobrano pompę: Magna3 25-100F

11.1.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.o.

Ciśnienie w rurociągu sieciowym:

$$p_s = 16 \text{ bar}$$

Ciśnienie w obwodzie c.o.:

$$p_{co} = 4 \text{ bar}$$

Różnica ciśnień:

$$p_s - p_{co} = 16 - 4 = 12 \text{ bar}$$

Dla różnicy

$$p_s - p_{co} > 5 \text{ bar}$$

współczynnik

$$b = 2$$

Powierzchnia otworu wypływowego:

$$A_{wco2} = 12 \text{ mm}^2 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,000012 \text{ m}^2$$

Przepustowość masowa zaworu bezpieczeństwa c.o.:

$$\begin{aligned} M_{co2} &= 447,3 \times b \times A_{wco2} \times \sqrt{(p_s - p_{co}) \times \rho_{T_{zz}}} = \\ &= 447,3 \times 2 \times 0,000012 \times \sqrt{(16 - 4) \times 943,4} = 1,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Współczynnik wypływu zaworu:

$$\alpha_c = 0,27$$

Średnica przełotu zaworu bezpieczeństwa c.o.:

$$d_{co} = 54 \times \sqrt{\frac{M_{co2}}{\alpha_c \times \sqrt{p_{co} \times \rho_{T_{zz}}}}} = 54 \times \sqrt{\frac{1,14}{0,27 \times \sqrt{4 \times 943,4}}} = 14,17 \text{ mm}$$

Dobrano zawór: SYR 1915, d=20 mm

11.2. Instalacja c.w.u.

11.2.1. Dane wejściowe dla instalacji c.w.u.:

Temperatura wody zasilającej instalację c.w.u.:

$$t_{zcwu} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Temperatura wody powrotnej z instalacji c.w.u.:

$$t_{pcwu} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$$

Opór hydrauliczny instalacji c.w.u. (oszacowane):

$$H_{cwu} = 50,00 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.w.u.:

$$H_{wcwu1} = 13,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k.. dla potrzeb c.w.u.:

$$H_{wcwu2} = 3,00 \text{ kPa}$$

Pozostałe opory hydrauliczne:

$$H_x = 5,00 \text{ kPa}$$

11.2.2. Obliczenia przepływów masowych c.w.u.

Przepływ masowy wody instalacyjnej dla potrzeb c.w.u.:

$$G_{cwu} = \frac{0,86 \times Q_{cwu}}{(t_{pcwu} - t_{zcwu})} = \frac{0,86 \times 150,0}{(60 - 8)} = 2,48 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Gęstość wody c.w.u. w temperaturze $t_{pcwu} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\rho_{cwu} = 0,9832 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Minimalna średnica rur instalacyjnych c.w.u.:

$$d_{cwu} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{cwu}}{\rho_{pcwu}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{2,48}{0,9832}} = 29,86 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN40

11.2.3. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.w.u.

Ciśnienie w rurociągu sieciowym:

$$p_s = 16 \text{ bar}$$

Ciśnienie w obwodzie c.w.u.:

$$p_{cwu} = 4 \text{ bar}$$

Różnica ciśnień:

$$p_s - p_{cwu} = 16 - 4 = 12 \text{ bar}$$

Dla różnicy

$$p_s - p_{cwu} > 5 \text{ bar}$$

współczynnik

$$b = 2$$

Powierzchnia otworu wypływowego:

$$A_{wcwu2} = 15 \text{ mm}^2 = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,000015 \text{ m}^2$$

Przepustowość masowa zaworu bezpieczeństwa c.w.u.:

$$\begin{aligned}M_{cwu2} &= 447,3 \times b \times A_{wcwu2} \times \sqrt{(p_s - p_{cwu}) \times \rho_{T_{zz}}} = \\&= 447,3 \times 2 \times 0,000015 \times \sqrt{(16 - 4) \times 943,4} = 1,42 \frac{\text{kg}}{\text{s}}\end{aligned}$$

Współczynnik wypływu zaworu:

$$\alpha_c = 0,27$$

Średnica przelotu zaworu bezpieczeństwa c.w.u.:

$$d_{cwu} = 54 \times \sqrt{\frac{M_{cwu2}}{\alpha_c \times \sqrt{p_{cwu} \times \rho_{T_{zz}}}}} = 54 \times \sqrt{\frac{1,42}{0,27 \times \sqrt{4 \times 943,4}}} = 15,80 \text{ mm}$$

Dobrano zawór: SYR 1915, d=20 mm

Średnica wewnętrzna dobranej rury instalacyjnej c.w.u.:

$$d_{nwscwu} = d_{nw40} = 41,8 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobrane rury instalacyjne c.w.u.:

$$v_{cwu} = 353,86 \times \frac{G_{cwu}}{d_{nwscwu}^2 \times \rho_{cwu}} = 353,86 \times \frac{2,48}{41,8^2 \times 0,9832} = 0,51 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

11.2.4. Obliczenia przepływów masowych c.w.u. w obwodzie cyrkulacji

Przepływ masowy wody instalacyjnej dla potrzeb c.w.u. w obwodzie cyrkulacji:

$$G_{cyrk} = 0,3 \times G_{cwu} = 0,3 \times 2,48 = 0,74 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Gęstość wody c.w.u. w temperaturze $t_{pcwu} = 60^\circ\text{C}$:

$$\rho_{cwu} = 0,9832 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Minimalna średnica rur instalacyjnych c.w.u. w obwodzie cyrkulacji:

$$d_{cyrk} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{cyrk}}{\rho_{t_{pcwu}}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{0,74}{0,9832}} = 16,31 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN15

Średnica wewnętrzna dobranej rury instalacyjnej c.w.u. w obwodzie cyrkulacji:

$$dnwscyrk = dnw15 = 16,0 \text{ mm}$$

Prędkość przepływu przez dobrane rury instalacyjne c.w.u.:

$$v_{cyrk} = 353,86 \times \frac{G_{cyrk}}{dnw_{cyrk}^2 \times \rho_{cwu}} = 353,86 \times \frac{0,74}{16,0^2 \times 0,9832} = 1,04 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

11.2.5. Dobór filtra siatkowego w obwodzie cyrkulacji c.w.u

Dobrano: filtr siatkowy FS-1-15-PN16

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtra siatkowego:

$$kv_{fscyrk} = 7,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Opór hydrauliczny filtra siatkowego c.w.u.:

$$H_{fscyrk} = 100 \times \left(\frac{G_{cyrk}}{kv_{fscyrk}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{0,74}{7,0} \right)^2 = 1,12 \text{ kPa}$$

11.2.6. Dobór zaworu antyskażeniowego w obwodzie cyrkulacji c.w.u.

Dobrano zawór: typ EA251, DN15, Socla, nr kat. 149B2111

$$kv = 7,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Spadek ciśnienia na zaworze antyskażeniowym c.w.u.:

$$H_{fzascyrk} = 100 \times \left(\frac{G_{cyrk}}{kv} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{0,74}{7,0} \right)^2 = 1,12 \text{ kPa}$$

11.2.7. Dobór pompy cyrkulacyjnej c.w.u.

Gęstość wody w temperaturze $t_{pcwu} = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\rho_{t_{pcwu}} = 0,9832 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Ciśnienie w instalacji c.w.u.:

$$p_{cwu} = 4 \text{ bar}$$

Wydajność pompy cyrkulacyjnej c.w.u.:

$$G_{pcyrk} = 1,2 \times \frac{G_{cyrk}}{\rho_{tpco}} = 1,2 \times \frac{0,74}{0,9832} = 0,87 \frac{m^3}{h}$$

Wysokość podnoszenia pompy cyrkulacyjnej c.w.u.:

$$H_{pcyrk} = 1,2 \times (H_{cwu} + H_{wcwu1} + H_{wcwu2} + H_{fcwu} + H_{zascyrk} + H_x) = \\ = 1,2 \times (50,0 + 13,40 + 3,00 + 1,54 + 1,12 + 5,00) = 88,87 \text{ kPa}$$

Dobrano pompę: Magna3 25-80F

11.3. Zasilanie instalacji c.w.u. wodą zimną

11.3.1. Dobór filtra siatkowego w obwodzie zasilania c.w.u

Dobrano: filtr siatkowy FS-1-40-PN16

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtra siatkowego:

$$k_{vfscwu} = 32,0 \frac{m^3}{h}$$

Opór hydrauliczny filtra siatkowego w obwodzie zasilania c.w.u.:

$$H_{fscwu} = 100 \times \left(\frac{G_{cwu}}{k_{vfscwu}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,48}{32,0} \right)^2 = 0,60 \text{ kPa}$$

11.3.2. Dobór zaworu antyskażeniowego w obwodzie zasilania c.w.u.

Dobrano zawór: typ EA251, DN40 Socla, nr kat. 149B2115

$$k_v = 34,9 \frac{m^3}{h}$$

Spadek ciśnienia na zaworze antyskażeniowym w obwodzie zasilania c.w.u.:

$$H_{fzascwu} = 100 \times \left(\frac{G_{cwu}}{k_v} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{2,48}{34,9} \right)^2 = 0,50 \text{ kPa}$$

11.3.3. Dobór reduktora ciśnienia w obwodzie zasilania c.w.u.

2.2 Dobrano: zawór DN32 (wg Heneywell)

11.3.4. Dobór wodomierza w obwodzie zasilania c.w.u.

Umowny przepływ wodomierza wody zimnej w obwodzie zasilania c.w.u.

$$G_{wwz} = 2 \times G_{cwu} = 2 \times 2,48 = 4,96 \frac{m^3}{h}$$

Dobrano wodomierz: typ JS 2,5-02—Smart+, DN15, Apator Powogaz

11.4. Instalacja c.t1 (woda-glikol)

11.4.1. Dane wejściowe dla instalacji c.t1:

Temperatura wody zasilającej instalację c.t1.:

$$t_{zct1} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Temperatura wody powrotnej z instalacji c.t1.:

$$t_{pct1} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Pojemność instalacji c.t1:

$$C_{ct1} = 604,3 \text{ dm}^3$$

Opór hydrauliczny instalacji c.t1:

$$H_{ct1} = 70,30 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.t1:

$$H_{wct11} = 19,90 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k. dla potrzeb c.t1:

$$H_{wct12} = 19,20 \text{ kPa}$$

Pozostałe opory hydrauliczne:

$$H_x = 5,00 \text{ kPa}$$

11.4.2. Obliczenia przepływów masowych c.t1

Przepływ masowy wody instalacyjnej dla potrzeb c.t1.:

$$G_{ct1} = \frac{0,86 \times Q_{ct1}}{(t_{pct1} - t_{zct1})} = \frac{0,86 \times 266,00}{(75 - 55)} = 11,44 \frac{t}{h}$$

Minimalna średnica rur instalacyjnych c.t1:

$$d_{ct1} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{ct1}}{\rho_{tpct1}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{11,44}{0,9832}} = 64,13 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN65

Średnica wewnętrzna dobranej rury instalacyjnej c.t1:

$$dnwct1 = dnw65 = 68,8 \text{ mm}$$

Temperatura średnia wody w instalacji c.t1:

$$tct1 = \frac{(tpct1 + tzct1)}{2} = \frac{(75 + 55)}{2} = 65 \text{ °C}$$

Gęstość wody c.t1 w temperaturze $tpct1 = 65 \text{ °C}$:

$$\rho_{ct1} = 0,9806 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Prędkość przepływu przez dobrane rury instalacyjne c.t1:

$$vct1 = 353,86 \times \frac{Gct1}{dnwct1^2 \times \rho_{cwu}} = 353,86 \times \frac{11,44}{68,8^2 \times 0,9806} = 0,87 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

11.4.3. Dobór filtrodmulnika w obwodzie c.t1

Dobrano: filtrodmulnik TerFM-lux 65

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtrodmulnika:

$$kvfoct1 = 57,0 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Opór hydrauliczny filtrodmulnika c.t1:

$$Hfoct1 = 100 \times \left(\frac{Gco}{kvfoco} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{11,44}{57,0} \right)^2 = 4,03 \text{ kPa}$$

11.4.4. Dobór naczynia wzbiorczego c.t1

Pojemność wodna instalacji c.t1:

$$Cct1 = 604,3 \text{ dm}^3$$

Ciśnienie w instalacji c.t1:

$$pct1 = 4 \text{ bar}$$

Gęstość wody c.t1 w temperaturze $tpct1 = 70 \text{ °C}$:

$$\rho_{tct1} = 0,9778 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Przyrost objętości właściwej wody c.t1:

$$\Delta\gamma = 0,0224 \frac{\text{dm}^3}{\text{kg}}$$

Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiornym instalacji c.t1:

$$p_n = 4 \text{ bar}$$

Pojemność użytkowa naczynia wzbiornego c.t1:

$$C_{uct1} = C_{ct1} \times \rho_{t_{zct1}} \times \Delta\gamma = 604,3 \times 0,9778 + 0,0224 = 13,24 \text{ dm}^3$$

Pojemność całkowita naczynia wzbiornego c.t1:

$$C_{nct1} = C_{uct1} \times \frac{p_{ct1} + 1}{p_{ct1} - p_n} = 13,24 \times \frac{4,0 + 1}{4,0 - 1,0} = 22,07 \text{ dm}^3$$

Dobrano naczynie: NG 25 Reflex

Minimalna średnica rury wzbiornej instalacji c.t1:

$$d_{nct1} = 0,7 \times \sqrt{C_{uct1}} = 0,7 \times \sqrt{22,07} = 3,29 \text{ mm}$$

Dobrano rurę: DN20

11.4.5. Dobór pompy c.t1

Gęstość wody w temperaturze $t_{pct1} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\rho_{tpct1} = 0,9749 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Ciśnienie w instalacji c.t1:

$$p_{ct1} = 4 \text{ bar}$$

Wydajność pompy c.t1:

$$G_{pct1} = 1,15 \times \frac{G_{ct1}}{\rho_{ct1}} = 1,2 \times \frac{11,18}{0,9749} = 13,76 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Wysokość podnoszenia pompy c.t1:

$$\begin{aligned} H_{pct1} &= 1,2 \times (H_{ct1} + H_{wct11} + H_{wct12} + H_{fct1} + H_x) = \\ &= 1,2 \times (70,30 + 19,90 + 19,20 + 4,03 + 5,00) = 142,12 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Dobrano pompę: Magna3 65-150F

11.4.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t1

Ciśnienie w rurociągu sieciowym:

$$p_s = 16 \text{ bar}$$

Ciśnienie w obwodzie c.t1:

$$p_{ct1} = 4 \text{ bar}$$

Różnica ciśnień:

$$p_s - p_{ct1} = 16 - 4 = 12 \text{ bar}$$

Dla różnicy

$$p_s - p_{ct1} > 5 \text{ bar}$$

współczynnik

$$b = 2$$

Powierzchnia otworu wypływowego:

$$A_{wct12} = 15 \text{ mm}^2 = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,000015 \text{ m}^2$$

Przepustowość masowa zaworu bezpieczeństwa c.t1:

$$\begin{aligned} M_{cwt12} &= 447,3 \times b \times A_{wct12} \times \sqrt{(p_s - p_{ct1}) \times \rho_{T_{zz}}} = \\ &= 447,3 \times 2 \times 0,000015 \times \sqrt{(16 - 4) \times 943,4} = 1,42 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Współczynnik wypływu zaworu:

$$\alpha_c = 0,27$$

Średnica przełotu zaworu bezpieczeństwa c.t1:

$$d_{ct1} = 54 \times \sqrt{\frac{M_{cwt12}}{\alpha_c \times \sqrt{p_{ct1} \times \rho_{T_{zz}}}}} = 54 \times \sqrt{\frac{1,42}{0,27 \times \sqrt{4 \times 943,4}}} = 15,80 \text{ mm}$$

Dobrano zawór: SYR 1915, d=20 mm

11.5. Instalacja c.t2 (woda-woda)

11.5.1. Dane wejściowe dla instalacji c.t2

Temperatura wody zasilającej instalację c.t2.:

$$t_{zct2} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Temperatura wody powrotnej z instalacji c.t2.:

$$t_{pct2} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Pojemność instalacji c.t2:

$$C_{ct2} = 368,6 \text{ dm}^3$$

Opór hydrauliczny instalacji c.t2:

$$H_{ct2} = 65,40 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika m.s.c. dla potrzeb c.t2:

$$H_{wct21} = 15,60 \text{ kPa}$$

Opór hydrauliczny wymiennika a.k. dla potrzeb c.t2:

$$H_{wct22} = 11,30 \text{ kPa}$$

Pozostałe opory hydrauliczne:

$$H_x = 5,00 \text{ kPa}$$

11.5.2. Obliczenia przepływów masowych c.t2

Przepływ masowy wody instalacyjnej dla potrzeb c.t2.:

$$G_{ct2} = \frac{0,86 \times Q_{ct2}}{(t_{pct2} - t_{zct2})} = \frac{0,86 \times 63,40}{(75 - 55)} = 2,73 \frac{\text{t}}{\text{h}}$$

Minimalna średnica rur instalacyjnych c.t2:

$$d_{ct2} = 18,8 \times \sqrt{\frac{G_{ct2}}{\rho_{tpct2}}} = 18,8 \times \sqrt{\frac{2,73}{0,9749}} = 31,46 \text{ mm}$$

Dobrana średnica połączeń rurowych: DN32

Średnica wewnętrzna dobranej rury instalacyjnej c.t2:

$$d_{nwct2} = d_{nw32} = 35,9 \text{ mm}$$

Temperatura średnia wody w instalacji c.t2:

$$t_{ct2} = \frac{(t_{pct2} + t_{zct2})}{2} = \frac{(75 + 55)}{2} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gęstość wody c.t2 w temperaturze $t_{pct2} = 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\rho_{ct2} = 0,9806 \frac{t}{m^3}$$

Prędkość przepływu przez dobrane rury instalacyjne c.t2:

$$v_{ct2} = 353,86 \times \frac{G_{ct2}}{dn_{wct2}^2 \times \rho_{cwu}} = 353,86 \times \frac{2,73}{35,9^2 \times 0,9806} = 0,76 \frac{m}{s}$$

11.5.3. Dobór filtrodmulnika w obwodzie c.t2

Dobrano: filtrodmulnik TerFM-lux 32

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtrodmulnika:

$$kv_{fct2} = 28,5 \frac{m^3}{h}$$

Opór hydrauliczny filtrodmulnika c.t2:

$$H_{fct2} = 100 \times \left(\frac{G_{co}}{kv_{foco}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{0,99}{28,5} \right)^2 = 0,12 \text{ kPa}$$

11.5.4. Dobór naczynia wzbiorczego c.t2

Pojemność wodna instalacji c.t2:

$$V_{ct2} = 368,6 \text{ dm}^3$$

Ciśnienie w instalacji c.t2:

$$P_{ct2} = 4 \text{ bar}$$

Gęstość wody c.t2 w temperaturze $t_{pct2} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\rho_{tzct2} = 0,9778 \frac{t}{m^3}$$

Przyrost objętości właściwej wody c.t2:

$$\Delta\gamma = 0,0224 \frac{dm^3}{kg}$$

Ciśnienie wstępne w naczyniu wzbiorczym instalacji c.t2:

$$p_n = 4 \text{ bar}$$

Pojemność użytkowa naczynia wzbiorczego c.t2:

$$V_{uct2} = V_{ct2} \times \rho_{tzt1} \times \Delta\gamma = 368,6 \times 0,9778 + 0,0224 = 8,07 \text{ dm}^3$$

Pojemność całkowita naczynia zbiorczego c.t2:

$$V_{nct2} = V_{uct1} \times \frac{p_{ct1} + 1}{p_{ct1} - p_n} = 8,07 \times \frac{4,0 + 1}{4,0 - 1,0} = 13,45 \text{ dm}^3$$

Dobrano naczynie: NG 18 Reflex

Minimalna średnica rury zbiorczej instalacji c.t2:

$$d_{nct2} = 0,7 \times \sqrt{V_{uct2}} = 0,7 \times \sqrt{13,45} = 2,57 \text{ mm}$$

Dobrano rurę: DN20

11.5.5. Dobór pompy c.t2

Gęstość wody w temperaturze $t_{pct2} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\rho_{tpct2} = 0,975 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$$

Ciśnienie w instalacji c.t2:

$$P_{ct2} = 4 \text{ bar}$$

Wydajność pompy c.t2:

$$G_{pct2} = 1,15 \times \frac{G_{ct2}}{p_{ct2}} = 1,2 \times \frac{2,73}{0,9749} = 3,36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Wysokość podnoszenia pompy c.t2:

$$\begin{aligned} H_{pct2} &= 1,2 \times (H_{ct2} + H_{wct21} + H_{wct22} + H_{fct2} + H_x) = \\ &= 1,2 \times (65,40 + 15,60 + 11,30 + 0,12 + 5,0) = 116,90 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Dobrano pompę: Magna3 32-120F

11.5.6. Dobór zaworu bezpieczeństwa c.t2

Ciśnienie w rurociągu sieciowym:

$$p_s = 16 \text{ bar}$$

Ciśnienie w obwodzie c.t2:

$$p_{ct2} = 4 \text{ bar}$$

Różnica ciśnień:

$$p_s - p_{ct2} = 16 - 4 = 12 \text{ bar}$$

Dla

$$p_s - p_{ct2} > 5 \text{ bar}$$

współczynnik

$$b = 2$$

Powierzchnia otworu wypływowego:

$$A_{wct22} = 15 \text{ mm}^2 = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,000015 \text{ m}^2$$

Przepustowość masowa zaworu bezpieczeństwa c.t2:

$$\begin{aligned} M_{cwt22} &= 447,3 \times b \times A_{wct22} \times \sqrt{(p_s - p_{ct2}) \times \rho_{T_{zz}}} = \\ &= 447,3 \times 2 \times 0,000015 \times \sqrt{(16 - 4) \times 943,4} = 1,42 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Współczynnik wypływu zaworu:

$$\alpha_c = 0,27$$

Średnica przełotu zaworu bezpieczeństwa c.t2:

$$d_{ct2} = 54 \times \sqrt{\frac{M_{cwt22}}{\alpha_c \times \sqrt{p_{ct2} \times \rho_{T_{zz}}}}} = 54 \times \sqrt{\frac{1,42}{0,27 \times \sqrt{4 \times 943,4}}} = 15,80 \text{ mm}$$

Dobrano zawór: SYR 1915, d=20 mm

11.6. Obwody doładowania instalacji c.o. i c.t2 z m.s.c.

Przepływ w obwodzie doładowania instalacji c.o. i c.t2 z m.s.c.:

2.3

$$G_{coct2} = 1,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

2.4

11.6.1. Dobór filtra siatkowego w obwodzie doładowania c.o. i c.t2

Dobrano: filtr siatkowy FS-1-15-PN16

Współczynnik przepływu (przewodność hydrauliczna) filtra siatkowego w obwodzie doładowania c.o. i c.t2

:

$$kv_{fscot2} = 7,0 \frac{m^3}{h}$$

Opór hydrauliczny filtra siatkowego w obwodzie w obwodzie doładowania c.o. i c.t2:

$$H_{fscot2} = 100 \times \left(\frac{G_{cot2}}{kv_{fscot2}} \right)^2 = 100 \times \left(\frac{1,6}{7,0} \right)^2 = 5,22 \text{ kPa}$$

2.5

11.6.2. Dobór wodomierza w obwodzie wody zimnej w obwodzie doładowania c.o. i c.t2:

Dobrano wodomierz: typ JS 2,5-02 Smart, DN15, Apator Powogaz

12. Specyfikacja materiałowa

Pozycja	Funkcja	Wyszczególnienie	Producent	Uwagi
Obwody wspólne sieci z agregatu Kogeneracji (DN100)				
1	zawór	PHA-101, DN100		
2	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
8	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
9	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
16	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
17	zawór	PHA-101, DN100		
Obwody z miejskiej sieci ciepłej dla c.o. (DN15)				
21	zawór	PHA-101, DN15		
22	zawór regulacyjny	VM2, DN15, kv=1,0, z siłownikiem		
23	wymiennik	LA14-10-3/4"	Secespol	
24	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
25	zawór balansowy	MSV-F2, DN15, kv=3,1 nr kat. 003Z1085	Danfoss	
Obwody z agregatu kogeneracji dla c.o. (DN15)				
26	zawór	PHA-101, DN15		
27	wymiennik	LA34-20-3/4"	Secespol	
29	zawór balansowy	MSV-F2, DN15, kv=3,1 nr kat. 003Z1085	Danfoss	
Obwody z miejskiej sieci ciepłej dla c.w.u. (DN40)				
31	zawór	PHA-101, DN40		
32	zawór regulacyjny	VM2, DN20, kv=4,0, z siłownikiem	Danfoss	
33	wymiennik	LB31-70H-2S-5/4"	Secespol	
34	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
35	zawór	PHA-101, DN40		
Obwody z agregatu kogeneracji dla c.w.u. (DN50)				
36	zawór	PHA-101, DN50		
37	wymiennik	LB31-50-1"	Secespol	

Pozycja	Funkcja	Wyszczególnienie	Producent	Uwagi
39	zawór	PHA-101, DN50		
Obwody z miejskiej sieci ciepłej dla c.t1 (DN40)				
41	zawór	PHA-101, DN40		
42	zawór regulacyjny	VM2, DN32, kv=1,6, z siłownikiem		
43	wymiennik	LC110-30L-2"	Secespol	
44	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
45	zawór balansowy	MSV-F2, DN40, kv=32,3 nr kat. 003Z1089	Danfoss	
Obwody z agregatu kogeneracji dla c.t1 (DN65)				
46	zawór	PHA-101, DN65		
47	wymiennik	LC110-130-2S-2"	Secespol	
49	zawór balansowy	MSV-F2, DN65, kv=93,4 nr kat. 003Z1062	Danfoss	
Obwody z miejskiej sieci ciepłej dla c.t2 (DN20)				
51	zawór	PHA-101, DN20		
52	zawór regulacyjny	VM2, DN15, kv=1,6, z siłownikiem	Danfoss	
53	wymiennik	LA14-40-3/4"	Secespol	
54	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
55	zawór balansowy	MSV-F2, DN20, kv=6,3 nr kat. 003Z1086	Danfoss	
Obwody z agregatu kogeneracji dla c.t2 (DN32)				
56	zawór	PHA-101, DN32		
57	wymiennik	LB60-40H-1"	Secespol	
59	zawór balansowy	MSV-F2, DN32, kv=15,5 nr kat. 003Z1088	Danfoss	
Obwody doładowania instalacji c.o. i c.t2 z m.s.c.(DN15)				
61	zawór	PHA-101, DN15		
62	filtr siatkowy	FS-1-15-PN16, 300 ocz./cm ²	Polna	
63	wodomierz	JS 2,5-02-Smart+, DN15	Apator Powogaz	
64	zawór zwrotny	DN15	Socla	
Obwody wspólne sieci z miejskiej sieci ciepłej (DN65)				
71	zawór	PHA-101, DN65		
72	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
73	filtr siatkowy	TerFM-lux 65	Termen	
74	filtr siatkowy	FS-1-65-PN16, 300 ocz./cm ²	Polna	
75	zawór redukcyjny ciśnienia	AVD, DN50, PN25, kv=25,0, nr kat. 003H6661	Danfoss	
76	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
77	czujnik temperatury	do ciepłomierza		
78	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		

Pozycja	Funkcja	Wyszczególnienie	Producent	Uwagi
79	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w oprawie stalowej, długość zanurzenia 80 mm		
80	czujnik temperatury ciepłomierz	do ciepłomierza UltraFlow 54, DN40	Kamstrup	
81		- przelicznik MULTICAL 602 - moduł komunikacyjny Top, nr kat. 67-05, - gniazdo typ E40999 - moduł M-Bus z wejściem impulsowym (nr kat. 67-00-20)		
82	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
85	zawór różnicowy	VFQ2, DN32, kv=16,0	Danfoss	
86	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
87	zawór	PHA-101, DN65		
Obwody zasilania instalacji c.w.u. (DN40)				
91	zawór	PHA-101, DN40		
93	filtr siatkowy	FS-1-40 -PN16 230 ocz./cm ²	Polna	
94	reduktor ciśnienia	DN40		
95	wodomierz	JS 2,5-02-Smart+, DN15	Apator Powogaz	
96	zawór zwrotny	DN40		
97	zawór antyskażeniowy	EA251, DN40, nr kat. 149B215	Socla	
98	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
99	zawór bezpieczeństwa	SYR 1915, d=20 mm	Husty	
Obwody instalacji c.o. (DN20)				
101	czujnik temperatury z przekazaniem termostat	ESMU-100 z czuj. bezpieczeństwa z funkcją ponownego załączenia	Danfoss	
102		TR/STW (30-120°C		
103	zawór bezpieczeństwa	SYR 1915, d=20 mm	Husty	
104	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
105	pompa ze sterow. elektronicznym	Magna3 25-100F	Danfoss	
106	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
107	zawór	PHA-101, DN20		
108	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
109	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
111	zawór	PHA-101, DN20		
115	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
117	filtrrodmulnik	TerFM-lux 25	Termen	
118	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		

Pozycja	Funkcja	Wyszczególnienie	Producent	Uwagi
119	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
151	zawór	PHA-101, DN20		
152	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
154	naczynie wzbiornicze	N 500	Relex	
160	zawór	PHA-101, DN15		
Obwody instalacji c.w.u. (DN40/DN15)				
201	czujnik temperatury z przekazaniem termostat	ESMU-100 z czuj. bezpieczeństwa z funkcją ponownego załączenia	Danfoss	
202		TR/STW (30-120°C		
203	zawór bezpieczeństwa	SYR 1915, d=20 mm	Husty	
204	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
207	zawór	PHA-101, DN40		
208	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
209	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
211	zawór	PHA-101, DN15		
212	filtr siatkowy	FS-1-15-PN16	Polna	
214	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
215	Pompa ze sterow. elektronicznym	Magna3 25-80N	Danfoss	
216	zawór antyskażeniowy	EA251, DN15, nr kat. 149B2111	Socla	
217	zawór	PHA-101, DN15		
218	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
219	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
252	zawór	PHA-101, DN50		
Obwody instalacji c.t1 (DN65)				
301	czujnik temperatury z przekazaniem termostat	ESMU-100 z czuj. bezpieczeństwa z funkcją ponownego załączenia	Danfoss	
302		TR/STW (30-120°C		
303	zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 d=20 mm	Husty	
304	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
305	Pompa ze sterow. elektronicznym	Magna3 65-150F	Danfoss	
306	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
307	zawór	PHA-101, DN65		
308	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
309	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
311	zawór	PHA-101, DN65		
312	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		

ZP/91/2017/PW/W- OPIS DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO

DOKUMENTACJA PROJEKTOWA NA BUDOWĘ NOWEGO BUDYNKU DYDAKTYCZNO- NAUKOWEGO A6

NA TERENIE CENTRUM KLINICZNO- DYDAKTYCZNEGO UNIwersytetu Medycznego w Łodzi PRZY UL .POMORSKIEJ 251

Pozycja	Funkcja	Wyszczególnienie	Producent	Uwagi
317	filtroodmulnik	TerFM-lux 65	Termen	
318	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
319	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
351	złącze odcinające	SU R1"	Reflex	
352	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
354	naczynie wzbiórcze	NG25	Relex	
361	zawór zwrotny	typ601, DN65, Socla		
363	filtr siatkowy	FS-1-25-PN16, 230 ocz./cm ²	Polna	
362	pompa	CM3-4	Danfoss	
365	zawór	PHA-101, DN65		
366	zbiornik glikolu	750 dm ³	Roth	
Obwody instalacji c.t2 (DN32)				
401	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
	termostat	z czuj. bezpieczeństwa z funkcją ponownego załączenia	Roth	
402		TR/STW (30-120°C		
403	zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 d=20 mm	Husty	
404	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
405	Pompa ze sterow. elektronicznym	Magna3 32-120F	Roth	
406	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
407	zawór	PHA-101, DN32		
408	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
409	termometr przemysłowy prosty	0-100°C, w opr. stalowej, dł. zanurz. 80 mm		
411	zawór	PHA-101, DN32		
412	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
417	filtroodmulnik	TerFM-lux 32	Termen	
418	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
419	czujnik temperatury z przekazaniem	ESMU-100		
451	zawór	PHA-101, DN32		
452	manometr tarczowy	M 100-R/0-16/1,6N		
454	naczynie wzbiórcze	NG 18	Reflex	
460	zawór	PHA-101, DN15		
Szafka sterownicza				
901	elektroniczny regulator pogodowy	EL Comfort 310	Danfoss	
902	czujnik temperatury	ESMT		