

INWESTPROJEKT ŚWIĘTOKRZYSKI

ul. Targowa 18
25-520 Kielce

Prezes 41/34-42-316
Sekretariat 41/34-30-250
Tel./Fax 41/34-42-316

SPÓŁDZIELNIA PRACY

Dt. 08. 2023 r.

Pracownia P.P.

<u>Nazwa elementu projektu</u> budowlanego	PROJEKT WYKONAWCZY TECHNOLOGIA WĘZŁA CIEPLNEGO
<u>Nazwa zamierzenia budowlanego</u>	BUDYNEK MIESZKALNY WIELORODZINNY
<u>Adres obiektu bud.</u>	INOWROCŁAW, UL WOJSKA POLSKIEGO
<u>Kategoria obiektu budowlanego</u>	XIII
<u>Nazwa jedn. ewidencyjnej</u> <u>Nazwa i nr obrębu ewid.</u> Numery działek ewidencyjnych	Inowrocław obręb 241 działka 4/172, 4/173
<u>Inwestor - adres:</u>	Spółeczna Inicjatywa Mieszkaniowa KZN-Bydgoski Sp. z o.o. ul. Studzienna 12/14 lok.22, , 88-100 Inowrocław

Zakres opracowania	Pełniona funkcja projektanta	Imię i nazwisko Specjalność Nr uprawnień budowlanych	Data oprac.	Podpis
INSTALACJE SANITARNE	PROJEKTANT	mgr inż..Grażyna Urbanowicz -Ślusarek specjalność instalacyjno – inżynierska (instalacje i sieci sanitarne) bez ograniczeń nr upr. KL-657/94, KL-658/94	08.2023r.	
Centralne Ogrzewanie	SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Jadwiga Dziedzic specjalność instalacyjno – inżynierska (instalacje i sieci sanitarne) bez ograniczeń nr upr. KL-373/94, KL-254/88	08.2023r.	
	OPRACOWAŁ	mgr inż. Szymon Biegała	08.2023r.	

ZAKŁAD ENERGETYKI CIEPLNEJ
Sp. z o.o.
88-100 INOWROCŁAW
ul. Torowa 40
091580660
NIP 556-080-07-96

Niniejsze opracowanie projektu wykonawczy
technologii węzła ciepłowniczego w
bud. miesz. wielorodzinnym przy
ul. Wiska Polskiego d. nr 4/172
4/173 Obr. 241 w Inowroc-
ławie.

nie uzgodniono - z uwagi w zakresie
wydanych warunków technicznych,
Inowrocław, r. 29.08.2023 r. 815/223

KIEROWNIK
DZIAŁU TECHNICZNEGO
Krzysztof Mazurkiewicz

Imię i nazwisko	Stanowisko	Data	Podpis
mgr inż. Grzegorz Jankowski	mgr inż. Grzegorz Jankowski	09.08.2023	[Podpis]
mgr inż. Jacek Jankowski	mgr inż. Jacek Jankowski	09.08.2023	[Podpis]
mgr inż. Jacek Jankowski	mgr inż. Jacek Jankowski	09.08.2023	[Podpis]

Zawartość opracowania:

1. Opis techniczny
2. Moduł węzła kompaktowego
 - 2.1. Arkusz parametryzacji pracy węzła
 - 2.2. Arkusze doboru wymienników
 - 2.3. Arkusze doboru zaworów bezpieczeństwa
 - 2.4. Arkusz doboru naczynia wzbiorniczego
 - 2.5. Zestawienie materiałowe węzła kompaktowego
3. Moduł pompy ciepła
 - 3.1. Obliczenia i arkusz parametryzacji pracy pompy ciepła wraz z wymiennikiem
 - 3.2. Arkusze doboru zaworów bezpieczeństwa
 - 3.3. Arkusze doboru naczynia wzbiorniczego
 - 3.4. Zestawienie materiałowe pompy ciepła
4. Oświadczenie projektanta, warunki przyłączeniowe
5. Rysunki
 - schemat technologiczny węzła rys.1
 - rzut i przekrój pom. węzła rys.2

1. OPIS TECHNICZNY

Do projektu wykonawczego INSTALACJI TECHNOLOGICZNEJ WĘZŁA CIEPLNEGO w budynku mieszkalnym wielorodzinnym w Inowrocławiu.

Podstawa opracowania

- zlecenie Inwestora
- podkłady architektoniczno-budowlane
- uzgodnienia branżowe
- obowiązujące normy i przepisy
- warunki przyłączenia wydane przez ZEC w Inowrocławiu
- projekty instalacji CO i wod-kan

Dane ogólne i zakres opracowania

Projektowany węzeł będzie obsługiwał budynek mieszkalny składający się z 107 mieszkań z liczbą mieszkańców 320. Podstawowym źródłem ciepła dla budynku jest ciepło dostarczane przez sieć ciepłowniczą wysokoparametrową. Z powodu wymagań dotyczących ograniczenia energii pierwotnej dla budynków ($EP=65\text{kWh/m}^2\text{rok}$) zachodzi konieczność zastosowania odnawialnego źródła ciepła. Przyjęto, że 50% przygotowania ciepłej wody użytkowej zrealizowane będzie za pomocą pompy ciepła powietrze-woda.

Przedmiotem opracowania jest część technologiczna instalacji węzła cieplnego:

1. Węzeł cieplny kompaktowy składający się z modułu przyłączeniowego, modułu CO i modułu CWU
2. Zespół pompy ciepła
3. Urządzenie zmiękczające wodę

Lokalizacja węzła

Pomieszczenie węzła cieplnego zlokalizowano na parterze projektowanego budynku. Pompę ciepła umieszczono w odległości ok 6m od budynku na przygotowanym placu, z ochronnym płotem dźwiękochłonnym

Dane pomieszczenia – część budowlano - konstrukcyjna

Pomieszczenie wydzielone od mieszkania ścianą żelbetową grubości 25 cm, izolowaną akustycznie wełną mineralną oraz od strony pomieszczeń technicznych ściankami z silikatów grubości 12cm. Ściany i sufit tynkowane, malowane na jasny kolor farbą chroniącą przed przenikaniem wilgoci. Na ścianach, na wys. 50-60cm bednarka z blachy ocynkowanej 25x5mm. Na suficie izolacja akustyczna z wełny mineralnej 10cm.

Posadzki ze spadkiem 1,0% w kierunku wpustów punktowych, wykonane z płytek gresowych antypoślizgowych trudnościelalnych. Przy podłodze na ścianach cokolik wys. 10 cm wykonany z płytek gresowych.

- wysokość pomieszczenia w świetle 2,53 m.
- powierzchnia pomieszczenia: 18,8 m².

Do pomieszczenia prowadzą drzwi stalowe pełne, o wymiarach w świetle ościeży 100 x 210, EI 60, z samozamykaczem. Drzwi otwieralne pod naciskiem od strony pomieszczenia, wyposażone w dwa komplety zamków wielozastawkowych z kluczami.

Pomieszczenie wyposażono w zlew/umywalkę 30x35 cm i zawór ze złączką do węża i zaworem antyskażeniowym HA216, 3/4'.

Instalacja wentylacji

Zakładana ilość wymian – 1,5w/h – wentylacja grawitacyjna.

Wywiew poprzez kanał blaszany do kanału prefabrykowanego wg projektu architektury.

Nawiew poprzez kanał typu „Z” w ścianie zewnętrznej, sprowadzony 30cm nad posadzkę.

Centralne ogrzewanie – instalacja odbiorcza

Instalację centralnego ogrzewania zaprojektowano od zaworów odcinających c.o. usytuowanych w pomieszczeniu węzła ciepłego. Główne przewody zasilające instalację c.o. zaprojektowano z rur PP stabilizowanych włóknem szklanym.

Przewody zaizolowane otulinami z pianki polietylenowej, grubość izolacji zgodna z normą.

Izolacja o klasie reakcji na ogień „B”.

Przejścia rur przez ścianę między węzłem a korytarzem zaprojektowano w tulejach ochronnych jako typowe szczelne o odporności ogniowej odpowiadającej wymaganej odporności ogniowej danej przegrody.

Instalacja wod – kan.

W pomieszczeniu węzła ciepłego zaprojektowano studnię schładzającą średnicy 800mm, głębokości 1,0 m. Studnia z kręgów betonowych z włazem typu lekkiego.

W posadzce przewidziano wpusty piwniczne żeliwne o średnicy 100mm, podłączone do studni schładzającej przewodem pod posadzką.

Instalacja wody zimnej z rur PP PN 20.

Nad zlewem zamontować wodomierz skrzydełkowy JS 1,5 średnicy 15 mm zabezpieczony filtrem siatkowym średnicy 15 mm, zawór ze złączką do węża oraz zawór antyskażeniowy HA.

Instalację wody ciepłej i cyrkulacji zaprojektowano od zaworów odcinających usytuowanych w pomieszczeniu węzła ciepłego. Główne przewody zasilające instalację c.c.w. zaprojektowano z rur PP stabilizowanych włóknem szklanym.

Przejścia rur wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji przez ściany do sąsiednich pomieszczeń należy wykonać w tulejach ochronnych jako typowe szczelne o odporności ogniowej odpowiadającej wymaganej odporności ogniowej danej przegrody. Woda w wodociągu jest bardzo twarda w związku z tym całość wody doprowadzonej do węzła ciepłej wody użytkowej w zmiękczaczu.

Instalacja elektryczna.

Instalację elektryczną węzła ciepłego wykonać przewodami YDYżo 3×2,5 mm². Przewody układać w rurkach instalacyjnych RL na tynku. WLZ zasilający tablicę węzła ciepłego TWC wykonać przewodem YDYżo 3×6 mm² ułożonym w korytku kablowym do pomieszczenia węzła , a w pomieszczeniu węzła na tynku w rurze instalacyjnej RL28. Przewód LiYCY 2×1 mm² do czujnika temperatury zewnętrznej układać w rurze osłonowej RL 18 przed wykonaniem elewacji. Razem z przewodem do czujnika temperatury zewnętrznej poprowadzić kabel antenowy RG6 TRISET 113 75. W pomieszczeniu węzła , od szafy sterowniczej kompaktu pozostawić po 3mb zapasu tych przewodów. Obwody: zasilający szafę sterowniczą kompaktu, czujnika temperatury zewnętrznej i antenowy doprowadzić do szafy sterowniczej, schodząc z sufitu

wykonując trasę kablową z ceownika perforowanego, przymocowanego do konstrukcji. Tablicę TWC należy wykonać jako naścienną, w obudowie IP44. W tablicy TWC zaprojektowano ochronnik przeciwprzepięciowy SPN115. W tablicy Licznikowej TL2 zabudować jednofazowy licznik energii elektrycznej oraz zabezpieczenie przedlicznikowe – wyłącznik nadprądowy selektywny HTN125C. Do oświetlenia węzła ciepłego zaprojektowano trzy oprawy ATLANTYK STRONG LED 1299 2650lm 3000K acrylic (IP65), zapewniające średnie natężenie oświetlenia 229 lx. Oświetlenie ewakuacyjne zaprojektowano oprawami ESSYSTEM 8770310 MONITOR1 IP65 LED-OP3-A 4x1 TA 1 WD zapewniającymi średnie natężenie oświetlenia na poziomie 29 lx. W węźle wykonać lokalne połączenie wyrównawcze łącząc wypusty uziemiające bednarką PFe/Zn 25×3 z konstrukcją węzła i metalowymi instalacjami wchodzącymi i wychodzącymi z węzła. Lokalizację gniazdek wtyczkowych i zasilania kompaktowego węzła ciepłego porównać z projektem instalacji węzła ciepłego i w razie potrzeby skorygować. Doprowadzić zasilanie elektryczne do pompy ciepła.

Dane szczegółowe

Węzeł kompaktowy:

Zaprojektowano węzeł kompaktowy w układzie równoległym do celów CO i CWU, z zastosowaniem wymienników płytowych. Po stronie niskich parametrów CO węzeł pracował będzie w układzie zamkniętym z naczyniem wzbiorczym przeponowym „Reflex” oraz zaworem bezpieczeństwa. Na zasilaniu – pompa obiegowa CO. Uwzględniono możliwość uzupełnienia zładu instalacji CO, poprzez podpięcie do powrotu strony pierwotnej. Podgrzew wody na rzecz CWU poprzez drugi wymiennik węzła kompaktowego, podłączonego do modułu podgrzewu wstępnego pompy ciepła. Ciśnienie dyspozycyjne zapewnione z sieci i stacji hydroforowej przyłącza. W obrębie obiegu CWU zastosowano zawór bezpieczeństwa. Podłączenie i obieg cyrkulacyjny z pompą obiegową – zapewniono.

Węzeł spełnia następujące założenia konstrukcyjne: – rama nośna 1 częściowa,

- konstrukcja zamknięta w zabudowie stojącej,
- boczny system podejścia przewodów podłączeniowych,
- króćce przyłączeniowe obiegów wyposażone w kulową armaturę odcinającą,
- wskaźniki temperatury i ciśnienia,
- moduł węzła jest spawany, a poszczególne elementy są skręcane lub łączone ze sobą kołnierzowo co zapewnia łatwość odłączania urządzenia od przewodów instalacyjnych, – wymienniki płytowe - lutowane,
- zabudowa ciepłomierza,
- połączenia hydrauliczne wewnątrz stacji wykonane w technologii spawanej i kołnierzowej, wysokociśnieniowej,
- rury stalowe,
- wymienniki, połączenia hydrauliczne w obrębie modułu izolowane termicznie, wysokosprawnymi izolacjami termicznymi odpornymi na degradację w zakresie temperatur roboczych,
- filtry siatkowe pełniące rolę separatorów istotnych zanieczyszczeń nośników ciepła,

Siec wysokoparametrowa

Zasilanie węzła cieplnego nastąpi z miejskiej sieci ciepłej wysokich parametrów za pośrednictwem przyłącza, stanowiącego temat odrębnego opracowania.

Siec niskoparametrowa

W węźle wytwarzana będzie woda grzewcza instalacji centralnego ogrzewania o parametrach 75/65°C. W węźle przygotowywana będzie woda ciepła do celów użytkowych. Instalacja CWU oraz cyrkulacji stanowi temat odrębnego opracowania. Projektowana temperatura wody ciepłej - 60°C. z możliwością przegrzewu do 70°C (okresowa dezynfekcja).

Projektowana nominalna wydajność węzła

-dla potrzeb CO – 250 kW

-dla potrzeb CW – 137 kW (po 50% z pompy ciepła i z węzła)

Pompa ciepła:

Parametryzacja pompy ciepła została wykonana na rzecz podgrzewu wstępnego CWU z temperatury około 10°C do około 30°C. Urządzenie zaprojektowane zostało w formie monobloku jednostki zewnętrznej. Dobór mocy urządzenia i jego praca, ściśle zależna jest od warunków zewnętrznych. Moc cieplną w punkcie pracy A7/W35 oszacowano na wartość 74 kW, co stanowi wymagane 50% na rzecz podgrzewu CWU. Medium zasilającym pompę jest powietrze. Obieg chłodniczy urządzenia pracuje w oparciu o czynnik R410A. Dostarczenie energii z zewnątrz do wewnątrz budynku odbywa się poprzez medium – glikol 35%. Przepływ czynnika odbywa się poprzez integralną pompę obiegową. Obieg podłączenia pompy wyposażony jest w bufor, w postaci 400 litrowego zbiornika. Obwód podłączony jest do wymiennika ciepła, gdzie następuje odbiór energii poprzez czynnik w postaci wody. Akumulacja ciepła zapewniona jest poprzez 950 litrowy zbiornik ciepłej wody użytkowej. Zasilanie strony wtórnej wymiennika odbywa się z sieci wodociągowej. Woda jest uprzednio zmiękczonej w stacji uzdatniania. Zbiornik CWU podłączono do króćca zasilania strony wtórnej wymiennika CWU węzła kompaktowego.

Zbiornik buforowy:

Zbiornik o pojemności 400 litrów, przystosowany do pracy z medium jakim jest glikol 35%. Zapewnia elastyczność pracy układu pracy pompy ciepła poprzez akumulację wyprodukowanego ciepła w sposób ograniczający ilość cykli załączania i wyłączania pompy ciepła. Przeznaczony jest również do procesu rozmrażania pompy.

Zbiornik akumulacyjny CWU:

Zbiornik o pojemności o 950 litrów. Przeznaczony do akumulacji ciepłej wody użytkowej, o parametrach podgrzewu wstępnego. Łączy obieg pompy ciepła z kompaktowym węzłem, wymiennikiem odpowiedzialnym za podgrzew wody użytkowej

Opis wykonania robót

Rurociągi i armatura

Instalację technologiczną po stronie wysokich parametrów oraz niskich parametrów centralnego

ogrzewania i uzupełnienia zładu wykona z rur stalowych bez szwu wg PN-H-74219, łączonych przez spawanie. Armatura wg wykazu urządzeń.

Przewody zewnętrzne podłączenia pompy ciepła – stal czarna, poprowadzić nad gruntem w izolacji 100mm w płaszczu z blachy stalowej ocynkowanej, w celu ochronny przed warunkami zewnętrznymi.

Wewnętrzne obiegi, wypełnione glikolem wykonać ze stali czarnej. Pozostałą część po stronie wtórnej wymiennika, wykonać z przewodów ze stali ocynkowanej.

Armatura wg zestawienia materiałów.

Instalację wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji zaprojektowano z rur PP stab. Al.

Armatura wg zestawienia materiałów.

Konstrukcje wsporcze

Rurociągi montowane do ścian i sufitu za pomocą typowych uchwytów z wkładką amortyzacyjną. W razie konieczności uchwyt wzmocni stałą kształtową.

Węzeł kompaktowy oraz naczynia zbiorcze przeponowe i zasobnik ciepłej wody oraz bufor ustawić bezpośrednio na posadzce z zastosowaniem podkładek gumowych. Wymiennik układu pompy ciepła ustawić na ramie wsporczej przykręconej do podłogi. Pompę ciepła posadowić na wcześniej przygotowanym fundamencie.

Izolacja antykorozyjna

Powierzchnie rur stalowych czarnych, przed malowaniem powinny być dokładnie oczyszczone z rdzy i innych zanieczyszczeń oraz odtłuszczone. Rurociągi pomalować farbą syntetyczną do gruntowania, a następnie emalią silikonową odporną na temperaturę do 200°C.

Rury ocynkowane nie wymagają malowania.

Izolacja cieplochronna

Instalacja CO niskoparametrowa – otuliny z pianki polietylenowej z płaszczem PVC o grubości 30mm, odporne na temperaturę do 135o C.

Instalacja wysokich parametrów jw., lecz grubość 40mm.

Instalacja wody ciepłej i cyrkulacji jw., lecz grubości 20mm.

Instalacja zewnętrzna pompy ciepła – izolacja z pianki polietylenowej z płaszczem PVC o grubości 100mm, zabezpieczenie zewnętrzne obudowa ze stali ocynkowanej.

Instalacja wewnętrzna pompy ciepła – przewody DN 80 pianka polietylenowa z płaszczem PVC o grubości 100mm, reszta przewodów grubość izolacji według średnicy wewnętrznej.

Rury kanalizacyjne odprowadzające skropliny z pompy ciepła , owinać kablem grzewczym i zaizolować.

Wytyczne dla branż

Elektryczna

Zaprojektować instalację oświetleniową, gniazda 24V, 230V w tablicy głównej oraz gniazdo 230V w okolicy wejścia sieci ciepłej wysokoparametrowej.

Zaprojektować zasilanie regulatora węzła kompaktowego $P_{\max} = 2\text{kW}$, 400V.

Zaprojektować zasilanie pompy ciepła $P_{\max} = 39,5\text{kW}$, 400V + kable grzejne

Przewidzieć osobny pomiar energii elektrycznej dla węzła cieplnego.

Budowlana

Zaprojektować pomieszczenie węzła, Szerokość drzwi min. 90cm.

Wykonać wentylację zgodnie z wymogami.

Ściany pomieszczenia węzła zmywalne, posadzka ceramiczna z ukształtowaniem spadków w kierunku wpustów.

Sanitarna

Zaprojektować studnię schładzającą oraz odwodnienie posadzki węzła zgodnie z rzutem.

Wykonać doprowadzenie wody zimnej, ciepłej i cyrkulacji oraz rury CO do węzła.

Uwagi końcowe

- Przed wykonaniem izolacji rurociągi poddać próbie ciśnieniowej: wysokie parametry 1,6 MPa, niskie parametry co oraz instalacja wodna 0,9 MPa
- Instalacje po wykonaniu zgłosi do odbioru przez nadzór inwestorski przy udziale przedstawiciela dostawcy ciepła.
- Producentem i dostawcą węzła kompaktowego zastosowanego w tym projekcie jest Danfoss – można zastąpić innym o takich samych parametrach.
- Producentem i dostawcą zespołu pompy ciepła zastosowanego w tym projekcie jest Viessmann – można zastąpić innym o takich samych parametrach.
- Całość robót wykonać zgodnie z Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych – cz,II, instrukcjami producentów oraz Warunkami Technicznymi, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania.

PROJEKTANTKA
sieci i instalacji sanitarnych
mgr inż. Grażyna Urbanowicz-Ślusarek
nr upr. KL-657/94, KL-658/94

2. MODUŁ WĘZŁA KOMPAKTOWEGO

2.1 Arkusz parametryzacji pracy węzła

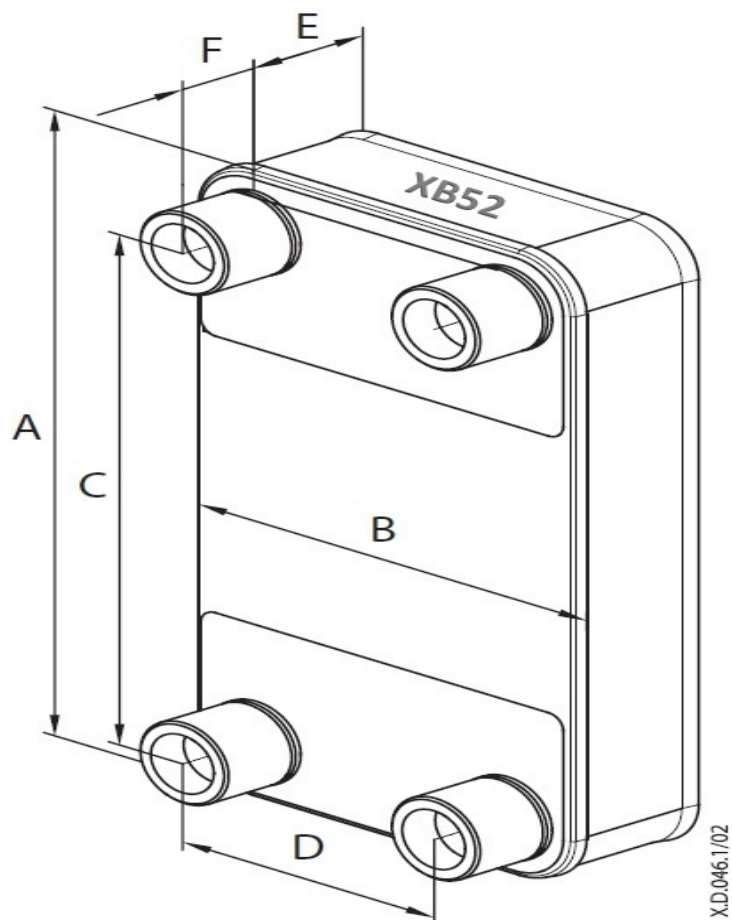
Nazwa obiektu 65395 DEN DKO Inowrocław SIM ul.W.Polskiego dz. 4/172 DEN					
Wycena 00919330/R1 – 10					
Wymiennik ciepła	Jednostka	Ogrzewanie		Woda użytkowa	
Producent		Danfoss		Danfoss	
Typ	XB52M-1-50 XB12M-1-40 2_25_AQ_1G2_1G2			2_25_AQ_G2114_G2114	
Kategoria-PED		Category I		Category I	
Moc	kW	250.0		137.0	
-	-	Pierwotny	Wtórny	Pierwotny	Wtórny
Ogólne parametry projektowe węzła cieplnego					
Maks. temp. (°C) / Maks. Ciśnienie (bar)		130.0/14.3	80.0/5.8	130.0/14.3	70.0/10.0
Natężenie przepływu	m3/h	3.18	10.96	3.21	2.16
Temperatura	°C/°C	125.0/55.2	75.0/55.0	70.0/32.8	60.0/5.0
Spadek ciśnienia	kPa	2	16	18	8
Ciśnienie nominalne	bar	16.0	6	16.0	10
Materiał płyt	-	EN1.4404(AISI316L)		EN1.4404(AISI316L)	
Czynnik	-	Woda	Woda	Woda	Woda
Obliczenia przyłączy	Przyłącze	Pierwotny	Wtórny	Pierwotny	Wtórny
Średnice przyłączy (DN)	40	32	65	32	40/25
Zawory regulacyjne					
Producent	-	Danfoss		Danfoss	
Typ	-	VM 2		VM 2	
Natężenie przepływu	m3/h	3.18		3.21	
Spadek ciśnienia	kPa	25		26	
Wartość kvs	DN/kvs	25/6.3		25/6.3	
Regulator	Danfoss	ECL Comfort 310, 230V (A266)			
Pompy					
Producent	-	Grundfos		Grundfos	

Typ	-	MAGNA3 32-120 F	UPS 25-60 N 180		
Natężenie przepływu	m3/h	10.96	0.65		
Wysokość podnoszenia	kPa	72	22		
Zasilanie	A/V	1.55/1*230	0.3/1*230		
Regulator różnicy ciśnień					
Producent/Model		Danfoss/AVPQ	-		
Przepływ/Spadek ciśnienia	m3/h / kPa	4.49/20			
Wartość kvs	DN/kvs	32/10.0			
Nastawa ciśnienia	Bar	0.2/1.0			
Dodatkowe informacje					
Dane obliczeniowe Temperatury	°C/°C	125.0/70.0	75.0/55.0	70.0/35.0	60.0/5.0
Dane obliczeniowe Dopuszczalne dp	kPa	20	20	20	20
Całkowity spadek ciś. po str. pierw.		79 kPa			
Dopuszczalny spadek ciś. dla węzła		100 kPa			

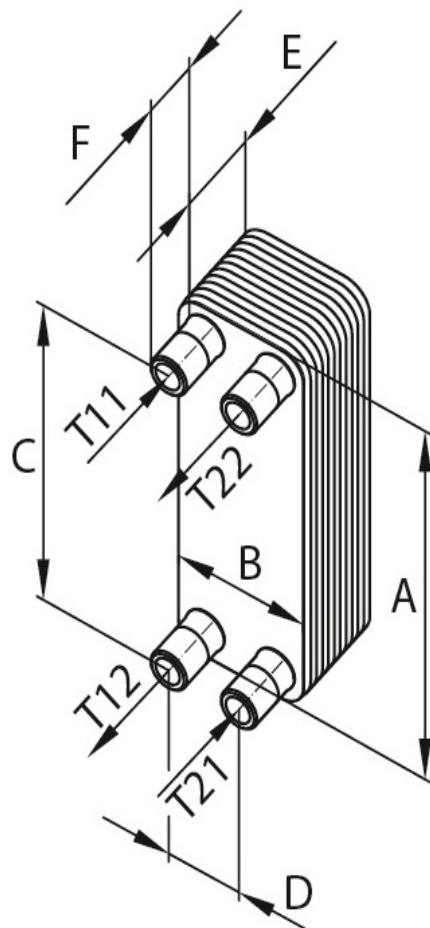
2.2 Arkusz doboru wymienników

Wymiarowanie węzła	DSE2 FLEX IB040-065-D140-P0-PL				
Obiekt	65395 DEN DKO Inowrocław SIM ul.W.Polskiego dz. 4/172 DEN				
Wymiennik ciepła	Jednostka	Ogrzewanie		Woda użytkowa	
Producent	-	Danfoss		Danfoss	
Typ	-	XB52M-1-50 2_25_AQ_1G2_1G2		XB12M-1-40 2_25_AQ_G2114_G2114	
PED-Class	-	Category I		Category I	
Moc	kW	250.0		137.0	
	-	Pierwotny	Wtórny	Pierwotny	Wtórny
Natężenie przepływu	m3/h	3.18	10.96	3.21	2.16
Temperatury	°C/°C	125.0/55.2	75.0/55.0	70.0/32.8	60.0/5.0
Spadek ciśnienia	kPa	2	16	18	8
Ciśnienie projektowe	bar	16	6	16	10
Material płyty	-	EN1.4404(AISI316L)		EN1.4404(AISI316L)	
Flow media	-	Woda	Woda	Woda	Woda
Temp rzeczywista zas/ pow	l/s/ °C	3.18/ 55.2		3.21/ 32.8	
Lmtd	°C	9.0		17.0	
Numer/element	-	24	25	19	20
Objętość wody	l	3.79	3.95	0.61	0.64
Przewymiarowanie	%	0		0	
Powierzchnia grzewcza	m2	5.04		1.06	
Waga	kg	21		5	
Moc	kJ/kgK	4	4	4	4
Gęstość	kg/m3	966.1	981.4	988.2	995.5
Lepkość	mNs/m2	0.317	0.435	0.536	0.761
Przewodność termiczna	W/mK	0.67	0.65	0.64	0.62

Wymiarowanie – wymiennik centralne ogrzewanie	
Symbol	Wartość
-	mm
A	466
B	256
C	379
D	170
E	105
F	50
Krońce przyłączeniowe	
Pierwotna - zasilanie	XB_DN50 PN25 L=50
Pierwotna - powrót	XB_DN50 PN25 L=50
Wtórna - zasilanie	XB_DN50 PN25 L=50
Wtórna - powrót	XB_DN50 PN25 L=50



Wymiarowanie – wymiennik ciepłej wody użyt.	
Symbol	Wartość
-	mm
A	289
B	118
C	234
D	63
E	66
F	25
Krońce przyłączeniowe	
Pierwotna - zasilanie	XB_DN32 PN25 L=25
Pierwotna - powrót	XB_DN32 PN25 L=25
Wtórna - zasilanie	XB_DN32 PN25 L=25
Wtórna - powrót	XB_DN32 PN25 L=25



2.3. Arkusz doboru zaworu bezpieczeństwa

Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu c.o.

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z p. 2.2.2. normy PN-B-02414:1999

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

Typ		1915	
Średnica nominalna		DN 25	mm
Ilość zaworów		1	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d_0	20	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p_0	5	bar
Wsp. wypływu dla cieczy	a_{crz}	0,41	
Producent		HUSTY SYR	

Założenia:

Producent		HUSTY SYR	
Wstępnie zakładana średnica zaworu bezpieczeństwa		25	mm
Ciśnienie nastawy zaworu bezpieczeństwa	p_1	5	bar
Ciśnienie nominalne sieci ciepłowniczej	p_2	16	bar
Obliczeniowa temperatura wody sieciowej		125	$^{\circ}\text{C}$
Gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.	r	939,035	kg/m^3
Dopuszczalny wsp. wypływu zaworu dla cieczy	$a_c=0,9*a_{crz}$	0,369	

Wymagana masowa przepustowość zaworu bezpieczeństwa [kg/s]

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

$$b = 1 \quad \text{gdy} \quad p_2 - p_1 \leq 5 \text{ bar} \quad b = 2 \\ \text{gdy} \quad p_2 - p_1 > 5 \text{ bar}$$

$$p_2 - p_1 = 11 \text{ bar} \quad b = 2$$

$$A = 0,0000100 \quad \text{wg. karty katalogowej} \quad \text{XB 52M}$$

$$M = 0,91 \quad \text{kg/s}$$

Minimalna średnica wewnętrzna pojedynczego zaworu bezpieczeństwa:

$$d_{0min} = 54 * \sqrt{\frac{M}{a_c * \sqrt{p_1 * \rho}}} = 10,24 \text{ mm} < d_0 = 20 \text{ mm}$$

Warunek: $d_0 > d_{0min}$ jest spełniony. Dobrany zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania

Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu c.w.u

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z p.. 3.2.5.2. normy PN-76/B-02440

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

Typ		2115	
Średnica nominalna		DN 25	mm
Ilość zaworów		1	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d_0	20	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p_0	6	bar
Wsp. wypływu dla gazu dla dobranych zaworów	a	0,54	
a_c dla dobranego zaworu	$a_c=0,35*a$	0,189	Wsp. wypływu wody grzejnej
a_{c1}	1		

Producent HUSTY SYR

Założenia:

Producent HUSTY SYR

Wstępnie zakładana średnica zaworu bezpieczeństwa 25 mm

Ciśnienie dopuszczalne instalacji cwu p_1 6 barCiśnienie na wylocie zaworu bezpieczeństwa p_2 0 barCiśnienie czynnika grzejnego p_3 16 barNajniższa temperatura wody grzejnej na zasilaniu T_1 70 °CCiężar objętościowy wody przy jej obliczeniowej temperaturze g_1 977,81 kg/m³

Wymagana przepustowość zaworu bezp.

$$G=1,59*\alpha_{c1}*b*F\sqrt{(p_3-p_1)*\gamma_1} \text{ kg/h}$$

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

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

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

$$F = 6,0 \text{ wg. karty katalogowej XB 12M}$$

$$G = 1\,906 \text{ kg/h}$$

Min. średnica wewn. dla pojedynczego zaworu bezp :

$$d_{0min} = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{3,14 \cdot 1,59 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(1,1p_1 - p_2) \cdot \gamma_1}}} = 9,98 \text{ mm} < d_o = 20 \text{ mm}$$

Warunek: $d_o > d_{0min}$ jest spełniony.

Dobry zawór bezpieczeństwa spełnia wymagania normy PN-76/B-02440

2.4 Arkusz doboru naczynia wzbiorniczego

Dobór przeponowego naczynia wzbiorniczego

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z normą PN-B-02414:1999

Dobrano naczynie wzbiornicze:

Typ	N	-
Ilość naczyń	1	szt
Pojemność naczynia	200	l
Wysokość	768	mm
Średnica	634	mm
Średnica przyłącza	25	mm
Ciśnienie wstępne	2,50	bar
Producent	REFLEX	-

Założenia:

Pojemność instalacji - V	3,173	m ³
Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu - p _{max}	5	bar
Ciśnienie statyczne w naczyniu - p _{st}	2,3	bar
Obliczeniowa temperatura na zasilaniu instalacji - t _s	75	°C
Przyrost objętości wody instalacyjnej - Δv	0,0256	l/kg
Gęstość wody instalacyjnej przy temp. T ₁ =10°C - r ₁	999,7	kg/m ³
Ilość naczyń - n	1	szt

Pojemność użytkowa naczynia V_u

$$V_u = V \times r_1 \times \Delta v / n$$

$$V_u = 81,20 \text{ dm}^3$$

Ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej

$$p = 2,50 \text{ bar}$$

Minimalna pojemność całkowita naczynia

$$V_n = V_u \times \{(p_{\max} + 1) : (p_{\max} - p)\}$$

$$V_n = 194,89 \text{ dm}^3$$

2.5 Zestawienie materiałowe węzła kompaktowego

Ilość	Pozycja	Typ	Opis
1	INSU	Izolacja węzła	.
1	WYM.1	Wymiennik ciepła	XB52M-1-50
1	WYM.1	Podstawa montażowa	.
1	WYM.1	Izolacja	.
1	WYM.2	Wymiennik ciepła	XB12M-1-40
1	WYM.2	Podstawa montażowa	.
1	WYM.2	Izolacja	.
Wysoki parametr			
2	P1	Zawór spustowy	Danfoss, JIP IW T-handle, DN15, Gwint wewnętrzny
1	PP	Połączenie rurki impulsowej	DN15/6mm spawany
2	S1	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-WW, DN40, Spawany
2	S2	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-WW, DN32, Spawany
2	S3	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-WW, DN32, Spawany
2	T1	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-160°C
4	TE	Czujnik temperatury licznika ciepła	.
1	DPV	Regulator różnicy ciśnień z regulatorem przepływu	Danfoss, AVPQ, kvs 10, 0,2-1,0bar, 1 3/4 ", Gwint zewnętrzny, PN16
5	PI1	Manometr	Danfoss, M80, 0-16 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2"
5	PI1	Kurek manometryczny	Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN16
1	FOM1	Zawór spustowy filtroadmulnika	Danfoss, JIP IW T-handle, 1 ", Gwint wewnętrzny
1	FOM1	Odpowietrznik filtroadmulnika	DN15, Gwint wewnętrzny/welded, T handle
1	FOM1	Izolacja filtroadmulnika	Thermo, Izolacja do FO2M, DN40/DN50
1	FOM1	Filtroadmulnik	Thermo, FO2M, Malowany, kvs 32.2, PN16, DN40, Temp.max. 150°C, DN40, Kołnierz
1	FQQ1	Licznik ciepła	Dostarcza ZEC, Kamstrup Qn 6m³/h
1	FQQ2	Licznik ciepła	Kamstrup, Multical 603, Qp 3.5m³/h, 1 1/4"x260mm, Powrót, PN16, max.130°C, Batt(D-Cell), GJ, ø5,8mm/3,0m,
1	Tpco	Czujnik kieszeniowy	Danfoss, ESMU 100 St st
1	ZR1Sco	Zawór regulacyjny	Danfoss, VM 2, kvs 6.3, 1 1/4 ", Gwint zewnętrzny

1	ZR1Sco	Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	Danfoss, AMV 13, 230V
1	ZR2Scw	Zawór regulacyjny	Danfoss, VM 2, kvs 6.3, 1 1/4 ", Gwint zewnętrzny
1	ZR2Scw	Siłownik elektryczny dla zaworu regulacyjnego	Danfoss, AMV 33, 230V
WYM.1 niskie parametry			
1	F2	Filtr	Danfoss, FVF - [300], DN65, Kołnierz
1	G5	Zawór rozprężny	Reflex, SU, Gwint wewnętrzny, 1 "
1	P2	Zawór spustowy	Danfoss, BVR-DZR, 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	PO	Pompa	Grundfos, MAGNA3 32-120 F, 1x230V, 1.55A, DN32, PN10
1	T2	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-120°C
1	T2	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-120°C
2	Z1	Zawór odcinający	Sferaco, 515, 2 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	NWP	Naczynie wzbiorcze	Reflex, N 200, 6 bar
3	PI2	Manometr	Danfoss, M80, 0-6 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2"
2	PI2	Manometr	Danfoss, M80, 0-6 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2"
5	PI2	Kurek manometryczny	Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN16
1	Tco	Czujnik kieszeniowy	Danfoss, ESMU 100 St st
1	ZBO	Zawór bezpieczeństwa	Syr, SYR 1915 DN25 5,0 BAR, 1 ", Gwint wewnętrzny + rura spustowa
1	Trco	Termostat TR/STW	Jumo, AT120
1	Trco	Kieszka do termostatu	sensor_for_thermo_004F1752_code_LPMPL
WYM.2 niskie parametry			
1	F2	Filtr	Danfoss, FVR-DZR [280], 1 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	F3	Filtr	Danfoss, FVR-DZR [280], 1 ", Gwint wewnętrzny
2	G1	Zawór odcinający	Danfoss, BVR-DZR, 1 1/2 ", Gwint wewnętrzny
2	G2	Zawór odcinający	Danfoss, BVR-DZR, 1 ", Gwint wewnętrzny
1	P4	Zawór spustowy	Danfoss, BVR-DZR, 1/2 ", Gwint wewnętrzny

1	PC	Pompa	Grundfos, UPS 25-60 N 180, 1*230V, 0.3A, DN25, PN10
1	T3	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-120°C
1	T4	Termometr	Danfoss, TDL150, 0-120°C
5	PI3	Manometr	Danfoss, M80, 0-10 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2"
1	PI3	Manometr	Danfoss, M80, 0-10 bar, D-80mm, Temp. max 130°C, Kl. 1.0, G1/2"
6	PI3	Kurek manometryczny	Kurek manometryczny 3-drog Fig.528 PN16
1	Tcw	Czujnik kieszeniowy	Danfoss, ESMU 100 St st
1	ZBW	Zawór bezpieczeństwa	Syr, SYR 2115 DN25 6,0 BAR, 1 ", Gwint wewnętrzny + rura spustowa
1	ZZ1	Zawór zwrotny	GENEBRE, DN40, kvs 15.9, PN16, Temp. max 90°C, 1 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	ZZ2	Zawór zwrotny	GENEBRE, DN25, kvs 6.8, PN25, Temp. max 90°C, 1 ", Gwint wewnętrzny
1	Trcw	Termostat TR/STW	Jumo, AT120
1	Trcw	Kieszka do termostatu	Kieszka do termostatu, L=100, CWU
Układ regulacji elektronicznej			
1	0	Skrzynka elektryczna	Styczniki, 2, < 16A, KMK2, obudowa plastik
1	0	Dodatkowa funkcja	Podział węzła na dwa moduły
1	R	Regulator pogodowy	Danfoss, ECL Comfort 310, 230V
1	R	Klucz aplikacji ECL	A266
1	Tzew	Czujnik temp. zewnętrznej	Danfoss, ESMT
Układ stabilizująco-uzupełniający			
1	W	Przewód (uzupełnianie zładu)	Perfexim, Wężyk opancerzony 1/2 " x 500mm, Temp. max.90°C, 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	F4	Filtr	Danfoss, FVR-DZR [280], 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	G3	Zawór odcinający	Danfoss, BVR-DZR, 1/2 ", Gwint wewnętrzny
1	S4	Zawór odcinający	Danfoss, JIP-IW, DN15, Gwint wewnętrzny/Spawany
1	W2	Licznik przepływu	POWOGAZ, JS90-NK Q3-2.5m3/h, 10 [l/impuls], PN16, DN15, 3/4", Gwint zew.
1	ZZ5	Zawór zwrotny	GENEBRE, DN15, kvs 1.9, PN25, Temp. max 90°C, 1/2 ", Gwint wewnętrzny

3. MODUŁ POMPY CIEPŁA

3.1 Obliczenia i arkusz parametryzacji pracy pompy ciepła wraz wymiennikiem

Parametrem wyjściowym doboru pompy ciepła jest wymagana moc cieplna na rzecz podgrzewu ciepłej wody użytkowej równa 140 kW. Założeniem jest przyjęcie minimalnej mocy grzewczej urządzenia równej 50% całkowitej wymaganej mocy grzewczej.

$$P_{cpmin} = 50\% \times 140 \text{ kW} = 70 \text{ kW}$$

Powietrzna pompa ciepła jest urządzeniem charakteryzującym się zmienną wydajnością pracy COP w zależności od temperatury zewnętrznej powietrza. Do obliczeń i parametryzacji pracy założono punkt biwalenty pompy równy A7/W35. Zgodnie z danymi producenta, w tym punkcie pracy urządzenie zapewni moc grzewczą na poziomie 74,4 kW, przy poborze energii przez sprężarkę na poziomie 18,1 kW.


$$COP = 74,4 \text{ kW} / 18,1 \text{ kW} = 4,1$$

Medium obiegu chłodniczego pompy jest czynnik R410A. Do transportu energii od pompy do wymiennika użyto glikolu 35%. Do obiegu pompy, w celu uniknięcia pracy skokowej oraz możliwości płynnego rozmrażania zastosowano bufor o pojemności V_b - 400 litrów. Łączna długość przewodów DN 80 wypełnionych glikolem wynosi 16,3m. Ich pojemność V_r - 82 litry. Łączna pojemność obiegu pompy – V_p wynosi:

$$V_p = V_r + V_b = 82 + 400 = 482 \text{ l}$$

Do wymiany energii między glikolem a docelowym medium jakim jest woda zastosowano wymiennik płytowy przeciwprądowy. Pompa ciepła charakteryzuje się cyklicznym charakterem pracy, definiowanym wyłączeniem lub załączeniem pracy sprężarki w zależności od temperatury źródła górnego. Średnice przewodów obiegu oraz przepływy czynników zdefiniowano na najbardziej niekorzystny wariant pracy urządzenia, w momencie rozbioru cwu oraz zakończenia lub początku cyklu pracy pompy ciepła. Taka parametryzacja zapewni odpowiednią bezwładność układu.

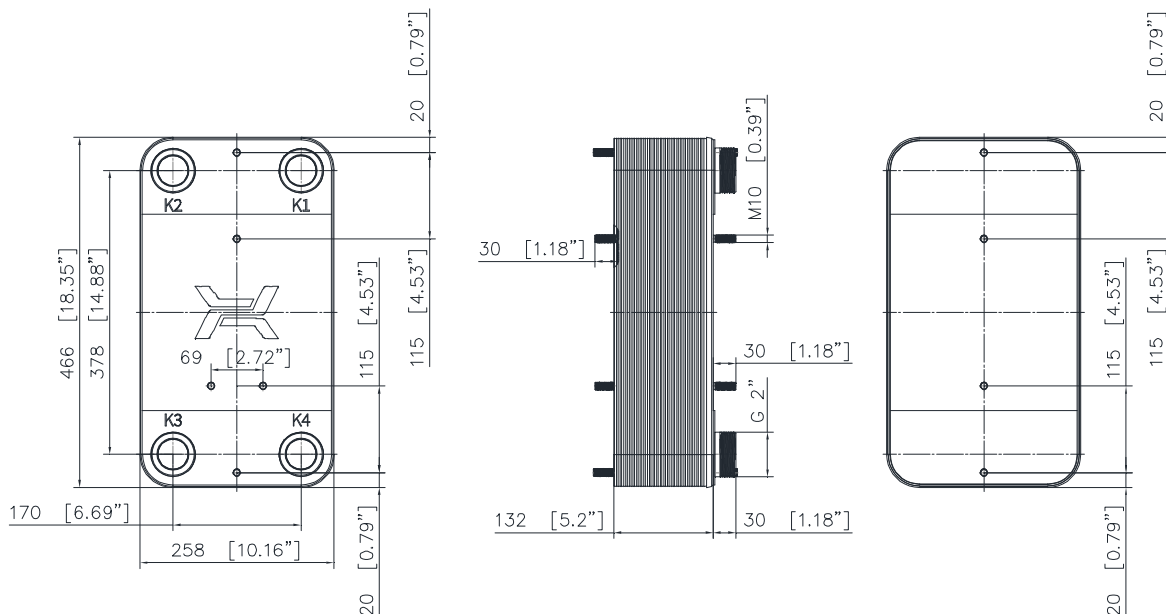
Arkusz doboru wymiennika:

 hexonic HEAT EXCHANGERS	ARKUSZ OBLICZEŃ WYMIENNIKA		
Projekt	Energycal AW PRO AT 90.2		
Kalkulacja	glikol etylenowy 35 %		1
Typ wymiennika ciepła	LC110-50L-2"	Numer Katalogowy	0206-1820
Liczba urządzeń	1		1 / 1

DANE PROJEKTU

DANE WEJŚCIOWE	Strona 1	Strona 2	JEDN.
Moc		74.0	kW
TLog		7.2	°C
Min. przewymiarowanie		0.00	%
Płyn	Glikol etylenowy (35.0)	Woda	%
Temp. na wejściu	55.0	40.0	°C
Temp. wyjściowa	50.0	50.0	°C
Przepływ masowy	4.02	1.77	kg/s
Wejśc. przepływ objęt.	13.00	6.44	m³/h
Wyjśc. przepływ objęt.	13.94	6.47	m³/h
Maks. spadek ciśnienia	25.0	25.0	kPa
Ciśnienie obliczeniowe	3.0	3.0	bar
Temp. obliczeniowa	55.0	50.0	°C
WYMIENNIK CIEPŁA	Strona 1	Strona 2	JEDN.
Pow. wymiany ciepła		5.7	m²
Współcz. zanieczyszczenia		0.17170822	m²K/kW
K czyste		2595.6	W/m²K
K zaniecz.		1795.4	W/m²K
Przewymiar.		44.6	%
Oblicz. spadek ciśn.	11.8	2.4	kPa
Spadek ciśn. w króćcach	0.6	0.1	kPa
Prędk. w przyłączach	2.80	1.29	m/s
Prędk. w urządz.	0.33	0.15	m/s
Liczba Reynoldsa	1330	971	
Alfa	6119.4	5061.0	W/m²K
WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE	Strona 1	Strona 2	JEDN.
Płyn	Glikol etylenowy (35.0)	Woda	%
Temp. referencyjna	52.5	45.0	°C
Gęstość	1038.21	988.85	kg/m³
Ciepło właściwe	3.68	4.17	kJ/kgK
Przewod. cieplna	0.467	0.636	W/mK
Lepkość dyn.	0.0010	0.0006	Ns/m²
Liczba Prandtla	8.11	3.91	

Projekt	000000 Energycal AW PRO AT 90.2		
Kalkulacja	000000 glikol etylenowy 35 %	1	
Typ wymiennika ciepła	LC110-50L-2"	Numer Katalogowy	0206-1820



PARAMETRY PRACY	Strona 1	Strona 2		PARAMETRY KONSTRUKCYJNE	
Maks. ciśnienie	25	25	bar	Objętość strony gorącej	3.9 l
Maks. temperatura	230	230	°C	Objętość strony zimnej	4.1 l
Min. temperatura	-195	-195	°C	Waga	29.1 kg
Grupa płynów	1	1			

PRZYŁĄCZA

K1	Gwint zewnętrzny G 2"
K2	Gwint zewnętrzny G 2"
K3	Gwint zewnętrzny G 2"
K4	Gwint zewnętrzny G 2"

STANDARDOWA LOKALIZACJA PRZYŁĄCZY

(w przeciwnym kierunku)

K1	- wlot czynnika grzewczego
K2	- wylot czynnika ogrzewanego
K3	- wlot czynnika ogrzewanego
K4	- wylot czynnika grzewczego

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

	Strona 1	Strona 2	JEDN.
Płyn	Glikol etylenowy (35.0)	Woda	%
Temp. referencyjna	52.5	45.0	°C
Gęstość	1038.21	988.85	kg/m ³
Ciepło właściwe	3.68	4.17	kJ/kgK
Przewod. cieplna	0.467	0.636	W/mK
Lepkość dyn.	0.0010	0.0006	Ns/m ²
Liczba Prandtla	8.11	3.91	

Dobór zaworu bezpieczeństwa dla obiegu pompy ciepła .

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z p. 2.2.2. normy PN-B-02414:1999

Dobrano zawór bezpieczeństwa:

Typ		1915	
Średnica nominalna		DN 20	mm
Ilość zaworów		1	szt.
Min. średnica wewnętrzna	d_0	20	mm
Ciśnienie początku otwarcia	p_0	3	bar
Wsp. wypływu dla cieczy	a_{crz}	0,52	
Producent		HUSTY SYR	

Założenia:

Producent		HUSTY SYR	
Wstępnie zakładana średnica zaworu bezpieczeństwa		25	mm
Ciśnienie otwarcia zaworu	p_p	3	bar
Ciśnienie zrzutowe	p_2	3,3	bar
Ciśnienie odpływowe	p_2	0	bar
Obliczeniowa temperatura glikolu		55	$^{\circ}\text{C}$
Gęstość wody sieciowej przy jej obliczeniowej temp.	r	1052	kg/m^3
Moc wymiennika	N	70	kW
Ciepło parowania glikolu	c	707	kJ/kg

Strumień masy wyrzutu $[\text{kg/s}]$

$$m > 3600 * (m/c) = 357 \text{ kg/h} = 0,098 \text{ kg/s}$$

Powierzchnia wypływu wody $[\text{mm}^2]$

$$A_w = \frac{m}{5,03 * a * \sqrt{(p_1 - p_2)} * r} = 7,29 [\text{mm}^2]$$

Najmniejsza dopuszczalna średnica $[\text{mm}]^2$

$$d = \sqrt{\frac{4 * A_w}{3,14}} = 3,04 [\text{mm}^2]$$

3.3 Arkusz doboru naczynia wzbiórczego

Dobór przeponowego naczynia wzbiórczego

Obliczenia przeprowadzono zgodnie z normą PN-B-02414:1999

Dobrano naczynie wzbiórcze:

Typ	N	-
Ilość naczyń	1	szt
Pojemność naczynia	60	l
Wysokość	538	mm
Średnica	480	mm
Średnica przyłącza	25	mm
Ciśnienie wstępne	2,50	bar
Producent	REFLEX	-

Założenia:

Pojemność instalacji - V	0,482	m ³
Maksymalne obliczeniowe ciśnienie w naczyniu - p _{max}	3	bar
Ciśnienie statyczne w naczyniu - p _{st}	2	bar
Obliczeniowa temperatura na zasilaniu instalacji - t _s	55	°C
Przyrost objętości glikolu - Δv	0,0196	l/kg
Gęstość glikolu przy temp. T ₁ =40°C - r ₁	1052	kg/m ³
Ilość naczyń - n	1	szt

Pojemność użytkowa naczynia V_u

$$V_u = V \times r_1 \times \Delta v / n$$

$$V_u = 9,31 \text{ dm}^3$$

Ciśnienie wstępne w przestrzeni gazowej

$$p = p_{st} + 0,2 = 2,2 \text{ bar}$$

Minimalna pojemność całkowita naczynia

$$V_n = V_u \times \{(p_{max} + 1) : (p_{max} - p)\}$$

$$V_n = 46,55 \text{ dm}^3$$

3.4. Zestawienie materiałowe pompy ciepła

Ilość	Pozycja	Typ	Opis
1 szt	1	Pompa ciepła	Energycall AT90 wersja OD
2 szt	1A	Kompesatory długości	Kompesatory długości
1 szt	2	Zawór bezpieczeństwa	SYR 1915 DN 20 3 bar
1 szt	3	Zawór odcinający	Do montażu na rurach stalowych DN 80
1 szt	4	Zawór odcinający	Do montażu na rurach stalowych DN 80
1 szt	5	Filtr siatkowy	Zetkama fi. 821 DN 80
1 szt	6	Naczynie wzbiornicze	Reflex N 75 litrów 6 bar
1 szt	7	Bufor	Vitocell E 400 l
1 szt	8	Wymiennik	Secespol LC110-50l-2
1 szt	9	Zawór zwrotny	Zawór zwrotny DN 50
1 szt	10	Pompa	Pompa ładująca Grundfoss alpha 1
1 szt	11	Zestaw zabezpieczeniowy	Zawór SYR 2115 DN 25 6 bar Naczynie wzbiornicze Refix DT 60l 6 bar
1 szt	12	Regulator przepływów	Zawór regulacyjny Danfoss VM2 z napędem elektrycznym AMV10
1 szt	13	Zbiornik CWU	Vitocell L 950 l
1 szt	14	Czujnik CWU	Czujnik regulacyjny - pogodowy
1 szt	100	Zmiękcacz wody	Fzm-16 (Econet)
1 szt	101	Zawór zwrotny	Zawór EA 251 DN 40
1 szt	102	Zawór zwrotny	Gwintowany zawór DN 40
3 szt	103	Zawór odcinający	Zawór DN 40
2 szt	104	Kurek próbnik	Kurek próbnikowy wody
8 m	A	DN 80	Stal czarna, ocieplenie grubość 10cm część zewnętrzna w płaszczu z blachy nierdzewnej, czynnik roboczy glikol 35%
7,5 m	B	DN 80	Stal czarna, ocieplenie 10cm część zewnętrzna w płaszczu z blachy nierdzewnej, czynnik roboczy glikol 35%
2 m	C	DN 80	Stal czarna, ocieplenie grubość 10cm, czynnik roboczy glikol 35%
0,7 m	D	DN 50	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda

4,2 m	E	DN 50	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda
1,5 m	F	DN 50	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda
3 m	G	DN 50	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda
5 m	H	DN 40	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda
0,5 m	I	DN 40	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda
0,5 m	J	DN 40	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda
6 m	K	DN 50	Stal ocynkowana, ocieplenie 5cm, czynnik roboczy woda