



PRACOWNIE KONSERWACJI
ZABYTEKÓW
„ARKONA” Spółka z o.o.

NAZWA ZADANIA/OBIEKTU:	Budowa budynku <u>Centrum Pro-Ekologicznych Technologii Energetycznych (CePTE)</u> wraz z towarzyszącą infrastrukturą techniczną, drogą wewnętrzną, chodnikami i miejscami postojowymi	
ADRES OBIEKTU:	Kraków, al. Jana Pawła II 37	
NR DZIAŁKI EWID.:	21/169, 21/274, 21/275, 21/277 [obr. 6 / Kraków – Nowa Huta	
KATEGORIA OBIEKTU:	IX	
INWESTOR:	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków	
NAZWA I ZAKRESOPRACOWANIA:	<u>PROJEKT WYKONAWCZY ŹRÓDŁA CIEPŁA I CHŁODU DLA OBIEKTU</u>	
BRANŻA:	Instalacje sanitarne	
AUTORZY PROJEKTU:		PODPIS:
PROJEKTANT	mgr inż. Elżbieta Kordeusz nr upr. UAN94/90	
SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Adam Sroka nr UPR. MAP/0605/PBS/2017	

KRAKÓW, sierpień 2022

OPIS TECHNICZNY

DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO

WĘZŁA CIEPŁA I CHŁODU DLA OBIEKTU

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Projekt został opracowany w celu umożliwienia Zamawiającemu ogłoszenia przetargu na wykonanie węzła ciepła i chłodu dla obiektu.

Rozwiązania techniczne zostaną uszczegółowione w Projekcie Wykonawczym.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest umowa z Zamawiającym oraz projekty branżowe, na podstawie których zostały przyjęte bilanse ciepła i chłodu dla budynku

3. OPIS OGÓLNY PRZYJĘTEGO OPRACOWANIA

Zakłada się ogrzewanie i chłodzenie projektowanego obiektu w oparciu o pompy ciepła. Jako podstawowe zapompy ciepła solanka-woda z pionowymi sondami jako dolne źródło.

Projektuje się również pompy ciepła powietrze- jako urządzenia rezerwowe i uzupełniające

Po stronie górnego źródła w systemie c.o. pompy ciepła współpracują z zasobnikiem buforowym ciepła i chłodu.

4. DOBÓR POMP CIEPŁĄ I BUFORÓW

4.1 Pompy ciepła solanka/woda

Jako główne źródło ciepła dla potrzeb obiektu zastosowano dwie pompy ciepła solanka/woda, pracujące w kaskadzie, ze sterowanym pogodowo regulatorem, montowanym w urządzeniu.

Dla obliczonego bilansu dla budynku :

- zapotrzebowanie ciepła dla budynku:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| • na potrzeby ogrzewania | $Q_{co}=80 \text{ kW}$ |
| • na potrzeby wentylacji mechanicznej | $Q_{wm}=208 \text{ kW}$ |
| • Łącznie | $Q_{ogrz}=288 \text{ kW}$ |

Zapotrzebowanie ciepła na przygotowanie c.w.u., ze względu na małe, w stosunku do obciążenia cieplnego budynku, zapotrzebowanie ciepła na podgrzanie wody wynoszące 30 kW oraz dużą pojemność zasobnika, nie została uwzględniona w wydajności pomp ciepła.

- zapotrzebowanie chłodu dla budynku

(przy uwzględnieniu współczynnika jednoczesności 0.75)

przyjęto kaskadę dwóch pomp ciepła:

$Q_{chl}= 210 \text{ kW}$

- Pompa solanka-woda o mocy grzewczej zgodnie z EN 14 511 (S0/W35 $\Delta T=5$ K) wynosi 135.3kW, dla S0/W55 125.4 kW, moc chłodnicza 106.4 kW, Efektywność energetyczna wg rozporządzenia UE nr 813/2013 dla zastosowania średniotemperaturowego (55°C):

- efektywność energetyczna	142%
-sezonowy stopień efektywności(SCOP)	3.75

Masa urządzenia 1150 kg

- Pompa solanka-woda o mocy grzewczej zgodnie z EN 14 511 (S0/W35 $\Delta T=5$ K) wynosi 174,9.3kW, dla S0/W55 166.4 kW, moc chłodnicza 138.5 kW Efektywność energetyczna wg rozporządzenia UE nr 813/2013 dla zastosowania średniotemperaturowego (55°C):

- efektywność energetyczna	144%
- sezonowy stopień efektywności(SCOP)	3.79

Masa urządzenia 1250 kg

Obieg chłodniczy obu pomp z czynnikiem chłodniczym R410A, dopuszczalne ciśnienie robocze 10 bar,

Pompy zlokalizowane będą w pomieszczeniu technicznym 0.17 na parterze

Po stronie górnego źródła w systemie c.o. pompy ciepła współpracują z zasobnikiem buforowym ciepła o pojemności 3000 litrów.

Każda z pomp ciepła wyposażona jest po stronie górnego źródła we własną pompę obiegową po stronie górnego źródła i pompę obiegową dolnego źródła.

Tryby pracy

Pompy ciepła, wraz z układem wymienników i dedykowanej systemowi automatyce będą realizowały następujące tryby pracy:

- I. Tryb ogrzewania
- II. Tryb chłodzenia pasywnego
- III. Tryb chłodzenia aktywnego

W każdym z tych trybów priorytetem będzie przygotowanie c.w.u.

4.2 Powietrzne pompy ciepła – rezerwowe źródło ciepła

Jako rezerwowe źródło ciepła dla systemu c.o. i c.w.u. oraz chłodzenia projektuje się kaskadę trzech rewersyjnych, dwustopniowych pomp ciepła powietrze/woda, pracujących z czynnikiem roboczym R410A. Projektuje się jednostki w wersji wyciszonej, wyposażone w izolowaną obudowę sprężarki o niskiej emisji dźwięku, wersja z wylotem do góry.

Wymiary: 1403x1203x2390 mm, masa urządzenia 631 kg .

Dane techniczne urządzenia wg EN14511-ogrzewanie:

- **dla (A7/W35)-**

- nominalna wydajność grzewcza	74.4 kW
- pobór mocy elektrycznej	17.8 kW
- współczynnik wydajności (COP)	4.15
 - **dla (A7/W45)-**

- nominalna wydajność grzewcza	75,6 kW
- pobór mocy elektrycznej	22.0 kW
- współczynnik wydajności (COP)	3.44
- Chłodzenie
- **dla A35/W18**

- nominalna wydajność chłodnicza	90.2 kW
----------------------------------	---------

- pobór mocy elektrycznej	25.1 kW
- współczynnik efektywności energetycznej (EER)	3.59
• dla (A35/W7)-	
- nominalna wydajność chłodnicza	70 kW
- pobór mocy elektrycznej	23.5 kW
- współczynnik efektywności energetycznej (EER)	2.98
- Europejski sezonowy współczynnik efektywności energetycznej ESEER	4.49
Maksymalny pobór mocy 39.5 kW.	
Dopuszczalne ciśnienie robocze 3 bary.	
-pojemność wodna wymiennika	10.4 l
- użyteczna wysokość podnoszenia pompy	142 kPa

Czynnik roboczy obiegu chłodniczego: R410A.

Jednostki wyposażone w urządzenia bezpieczeństwa:

- czujnik do sterowania temperaturą wody grzewczej
- czujnik przeciwwamrożeniowy do aktywacji alarmu przeciwwamrożeniowego
- przełącznik niskiego ciśnienia
- przełącznik wysokiego ciśnienia
- mechaniczny, łopatkowy czujnik przepływu
- wysokociśnieniowy zawór bezpieczeństwa
- zabezpieczenie sprężarki przed przegrzaniem
- kontrola ciśnienia kondensacji w warunkach niskich temperatur zewnętrznych

Pompy zlokalizowane będą na dachu budynku.

4.3 Dobór buforów chłodu i ciepła

Do doboru bufora ciepła przyjęto pojemność 25 l na każdy kW jednego stopnia sprężarki.

Dla pompy o mocy 174 kW założono:

$V = 25 \times 87 \text{ kW} = 2175 \text{ l}$, przyjęto bufor o pojemności 3000 l dla ciepła i 3000 l dla chłodu.

Maksymalne ciśnienie pracy zbiornika 0,3 MPa. Zbiornik wyposażony w przyłącza kołnierzowe do podłączenia instalacji, króciec do spuszczenia wody, króciec do zamontowania odpowietrzników oraz mufy czujników temperatury.

Dodatkowo bufor chłodu wyposażony zostanie w kołnierz do zainstalowania grzałki elektrycznej. Grzałka elektryczna o mocy 36kW stanowi dodatkową rezerwę mocy.

Zbiorniki buforowe wykonane z blachy stalowej czarnej, izolowane warstwą miękkiej pianki poliuretanowej o grubości 100 mm, w osłonie z płaszcza z materiału skay.

5. DOLNE ŹRÓDŁO DLA POMP GRUNTOWYCH

5.1 Dane wejściowe

W obliczeniach wymaganej wielkości układu pionowych sond geotermalnych założono obliczeniową wydajność poboru ciepła z gruntu na poziomie $q = 40 \text{ W/mb}$ odwiertu.

UWAGA. Przed przystąpieniem do prac należy wykonać test TRT.

Uwaga. Jeśli w wyniku wykonanego testu okaże się, że ilość odwiertów jest zbyt mała należy Nadzorem Autorskim dokonać korekty opracowania projektu dolnego źródła i doprojektować dodatkowe odwierty. Istnieje możliwość usytuowania takich odwiertów w zachodniej lub północno- zachodniej części działki.

Wymagana moc cieplna pompy ciepła (moc skraplacza pompy ciepła): 135,3/ 174,9 kW

Współczynnik wydajności grzewczej COP: 4,4/ 4,5

Zapotrzebowanie na ciepło z dolnego źródła ciepła

(moc parownika pompy ciepła): 104,2/ 135,9 kW

5.2 Opis instalacji dolnego źródła

Jako dolne źródło dla pomp ciepła zaprojektowano układ składający się z 61 sztuk pionowych sond geotermalnych **podwójnych** o długości czynnej 100 m każda i średnicy 32x2.9 mm. Odległość minimalna pomiędzy sondami wynosi 8 m, minimalna odległość od uzbrojenia terenu minimum 1.5m, minimalna odległość od granicy działki wynosi 7 m.

Zaprojektowano 6 studni geotermalnych, wyposażonych w rozdzielacze z regulatorami przepływu.

Sondy podłączone poprzez przewody PE-Xa SDR 11 o średnicy 40x3,7 mm do znajdującego się w studni rozdzielacza z regulatorami przepływu. Połączenie studni z budynkiem za pomocą rur preizolowanych o wymiarach 90/162 (rura przewodowa 90x8.2, średnica zewnętrzna 164 mm) oraz (rura przewodowa 75x6.8, średnica zewnętrzna 164 mm).

W miejscach, gdzie wymagane są łączenia przewodów w gruncie należy zastosować połączenia za pomocą muf elektrooporowych oraz systemowe uszczelnienia połączeń.

5.3 Zastosowane sondy

Zaprojektowano sondy **podwójne** wykonane z polietylenu sieciowanego PE-Xa32x2.9 mm według PN-EN ISO 15875 z zewnętrzną warstwą ochronną. Materiał z którego wykonane są sondy zapewnia wysoką odporność, umożliwiającą układanie w gruncie rodzimym bez wykonywania obsypki oraz eliminuje niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się rys. Sondy cechują się wysoką odpornością na zginanie, udarność, obciążenia punktowe oraz mikropęknięcia w wyniku naprężeń.

Chropowata warstwa zewnętrzna gwarantuje lepsze połączenie zewnętrznej ścianki sondy z materiałem wypełniającym i prawie całkowitą szczelność na przenikanie wody wzdłuż ścianki sondy.

Głowica sondy jest wykonana bez połączenia zgrzewanego z jednego odcinka rury wygiętego w specjalnej technologii w warunkach fabrycznych. Miejsce wygięcia umieszczone w osłonie wykonanej z żywicy wzmacnianej włóknem szklanym. Rozwiązanie takie eliminuje niebezpieczeństwo nieszczelności spawów lub innych połączeń.

Klasa ciśnienia PN 15 przy temperaturze medium 20 °C. Zakres temperatury użytkowania to od -40 °C do +95 °C.

Sonda PE-Xa objęta jest 10-letnią gwarancją.

Sondy PE-Xa posiadają Rekomendację Techniczną COCH Nr RT/2011-13-0003.

5.4 Wykonanie sond gruntowych

Przed przystąpieniem do wprowadzenia sond do odwiertu należy sprawdzić, czy sondy nie zostały uszkodzone podczas transportu. Nie wolno montować sond z widocznymi uszkodzeniami. Bezpośrednio przed wprowadzeniem sondy w odwiert należy przeprowadzić próbę ciśnieniową (zgodnie z PN-EN 805:2002), aby sprawdzić, czy sonda jest nienaruszona oraz wykluczyć uszkodzenia powstałe podczas magazynowania i transportu. Sondę można montować dopiero po uzyskaniu pozytywnego wyniku testu ciśnieniowego. Warunki badania oraz wyniki należy wpisać do protokołu badań.

Aby ułatwić wprowadzanie sondy w przypadku wypełnionego wodą otworu wiertniczego, zaleca się napełnić sondę wodą. W przypadku suchych otworów wiertniczych wprowadzamy do otworu pustą sondę, a następnie wypełniamy ją wodą najpóźniej przed wypełnieniem otworu wiertniczego. Jeżeli przystąpimy do wprowadzania w suchy odwiert napełnionej wodą sondy, to celem zapobieżenia zgnieceniu rur sondy, należy wypełnić odwiert wodą. Zapobiega to uszkodzeniu sondy pionowej przez działanie ciśnienia hydrostatycznego. W celu kompensacji siły wyporu podczas wprowadzania sondy w otwór i wypełniania otworu

wiertniczego należy zamontować odpowiedni obciążnik. Rury **sondy** muszą być szczelnie zamknięte aż do wykonania przyłącza, aby zapobiec dostaniu się zanieczyszczeń do środka.

Sondę pionową aplikuje się do otworu wiertniczego za pomocą rozwijarki, która przymocowana jest do wieży wiertniczej. Na rurach, co min. 2 m należy założyć dystansowniki, których zadaniem jest utrzymanie stałej odległości pomiędzy przewodami zasilania i powrotu sondy pionowej aby ustrzec instalację przed tzw. zwarciami termicznymi, czyli przekazywaniem ciepła z przewodu zasilania do przewodu powrotu.

Rura wypełniająca wsuwana jest wraz z sondą do otworu wiertniczego. Przy większej głębokości może być potrzebna dodatkowa rura wypełniająca, aby zapewnić równomierne wypełnienie.

Wypełnianie otworu wiertniczego należy przeprowadzić zgodnie z VDI 4640 cz. 2 tak, aby zapewnić trwałe, stabilne fizycznie i chemicznie połączenie sondy z gruntem.

Wypełnienie otworu wiertniczego należy wykonać od głowicy sondy w górę otworu. Proces wypełniania odwiertu „od dołu” gwarantuje całkowite usunięcie płuczki (powstałej podczas wiercenia otworu) i musi trwać do momentu, gdy gęstość aplikowanego materiału wypełniającego oraz tego, który wypływa na górze otworu, będzie jednakowa. Rurę wypełniającą można wyciągać z otworu sukcesywnie w trakcie wypełniania lub pozostawić wypełnioną na stałe w otworze. W przypadku suchych otworów wiertniczych należy wypełnić sondę wodą najpóźniej przed wypełnieniem otworu. Aby nie przekroczyć dopuszczalnego ciśnienia zaleca się całkowite odpowietrzenie sond przed wypełnieniem otworu, dokładne uszczelnienie i użycie ciśnieniomierza do kontroli ciśnienia wewnętrznego. Podczas wypełniania otworu nie może ono przekroczyć 21 bar.

W wypełnieniu otworu **sondy** nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrzne ani puste przestrzenie.

Zaleca się stosowanie gotowych mieszanek do wykonywania masy wypełniającej. Materiał stosowany do wypełnienia otworu wiertniczego musi posiadać następujące własności:

- przewodność cieplna – współczynnik λ min. 1 W/(m·K), a najlepiej ok. 2 W/(m·K) – sprawdzony w warunkach laboratoryjnych,
- brak szkodliwego wpływu na środowisko – przystosowanie do nieograniczonego stosowania w wodzie gruntowej oraz znikoma zawartość chromu zgodnie z Dyrektywą UE 2003/53/WE,
- brak kurczenia się w czasie poprzez proces oddawania wody – najlepiej znikoma lub całkowity brak zawartości bentonitu. Bentonit w przypadku zbytniego wysuszenia ma właściwość kurczenia się i oddawania wody, co powoduje powstawanie pustych przestrzeni,
- niski współczynnik przepuszczalności wody $k_{fw} < 1 \times 10^{-9}$ m/s – co zapewnia dobry efekt uszczelnienia również pomiędzy poszczególnymi warstwami wodonośnymi,
- właściwość tiksotropowa, która gwarantuje szybkie krzepnięcie po iniekcji w otworze wiertniczym oraz brak roznoszenia materiału wypełniającego do wód gruntowych,
- mrozoodporność przy 10 cyklach zamrażania i odmrażania dla -15°C – zapewnia długotrwałe i całkowite związanie sondy z górotworem.

Po wypełnieniu otworu wiertniczego należy przeprowadzić próbę szczelności sondy napelnionej i odpowietrzonej za pomocą wody o nadciśnieniu minimum 6 bar zgodnie z normą PN-EN 805: 2002. Wynik badania należy zapisać w protokole i przekazać inwestorowi.

5.5 Przewody pomiędzy sondami a studniami rozdzielczymi

Sondy podwójne należy połączyć za pomocą systemowych łączników (trójników) 32/32/40 łączonych z przewodem sondy za pomocą muf elektrooporowych w pojedynczy przewód zasilający i powrotny dla każdej sondy podwójnej. Średnica przewody 40x3.7 mm.

Zastosowano przewody PE-Xa SDR11 wykonane z wysokociśnieniowo sieciowanego polietylenu według PN-EN ISO 15875. Materiał umożliwia układanie w gruncie rodzimym bez konieczności zastosowania obsypki, eliminuje niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się rys. Możliwość układania rur przy minimalnej temperaturze -30 °C. Przewody cechują się dużą elastycznością i odpornością na zginanie oraz odporne są na promieniowanie UV.

Przewód PE-Xa plus posiada dodatkowo warstwę antydyfuzyjną wg DIN 4726.

Żywotność rur wg DIN 16892/93 wynosi 100 lat przy temperaturze 20 °C i maksymalnym ciśnieniu roboczym 15 bar. Zakres stosowanych temperatur medium to od -40 °C do +95°C.

Przewody RAUGEO PE-Xa posiadają Rekomendację Techniczną COCH Nr RT/2011-13-0004.

Zakres prac i robót geologicznych, niezbędnych do prawidłowego wykonania odwiertów pionowych, stanowiących dolne źródło ciepła został opracowany w „Projekcie robót geologicznych” dla inwestycji, opracowanym w marcu 2022 r.

W opracowaniu tym opisano również sposób wykonania otworów. Prace wiertnicze należy zlecić firmie i osobom posiadającym odpowiednie uprawnienia.

5.6 Zastosowane studnie rozdzielcze i rozdzielacze

Przewody z sond gruntowych sprowadzane będą do studni rozdzielaczowych, zlokalizowanych w terenie zielonym. Studnia wykonana z polietylenu składa się z podstawy oraz stożka skręcanych szczelnie ze sobą za pomocą śrub. Na studni należy zamontować rurę teleskopową Ø600, pierścień odcciążający oraz w wąż żeliwny Ø600 D400. Należy wykonać uszczelnienie pomiędzy studnią a rurą teleskopową np. przy pomocy gumowego manszetu. Studnia posadowiona będzie na głębokości 1.5 m.

W studni zamontowane rozdzielacze- dwa zestawy lub jeden zestaw w zależności od ilości podłączonych obiegów (sond). Zaprojektowano rozdzielacze modułowe, zmontowane i sprawdzone pod kątem szczelności, wykonane z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym, podłączenie przewodów z obwodów geotermalnych 40x3.7 mm, przewodów głównych 63x5,8 mm. Rozdzielacze odporne są na wysokie i niskie temperatury oraz charakteryzują się niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła ($\lambda=0,30\text{W/mK}$). Średnica wewnętrzna belek rozdzielaczy 2½'' (64 mm).

Każdy moduł zasilania i powrotu zintegrowany jest z zaworem kulowym, moduły powrotne posiadają dodatkowo przepływomierze z tworzywa sztucznego. Podłączenie poszczególnych obwodów realizuje się poprzez złączki zaciskowe.

Każda belka rozdzielacza ma być wyposażona w zawory napełniająco-spustowe, termomanometry oraz odpowietrzniki.

Rozdzielacz przeznaczony jest dla ciśnienia roboczego maksymalnie 6 bar (ciśnienie próbne maksymalnie 10 bar).

Połączenie przewodów zasilających i powrotnych z belek rozdzielaczowych należy wykonać za pomocą zgrzewania elektrooporowego poza studnią, rozdzielaczy wykona

5.7 Przewody od rozdzielaczy w studni do rozdzielaczy w budynku.

Połączenia od rozdzielaczy do budynku zaprojektowano w systemie rur przeizolowanych o wymiarach 90/162 (rura przewodowa 90x8.2, średnica zewnętrzna 164 mm) oraz (rura przewodowa 75x6.8, średnica zewnętrzna 164 mm). Rury dostarczane w zwojach.

W miejscach, gdzie wymagane są łączenia przewodów w gruncie należy zastosować połączenia za pomocą muf elektrooporowych oraz systemowe uszczelnienia połączeń.

Przewody prowadzić na głębokości 0.7-0.9 m.

Przejścia przez ścianę fundamentową budynku należy zabezpieczyć za pomocą zabezpieczeń gazo- i wodoszczelnych dla rur karbowanych, montowanych w otworach w ścianie konstrukcyjnej.

Po wejściu do budynku, przez systemowe połączenie rur PE /stal należy przejść na rury stalowe i wejść do projektowanych rozdzielaczy, zlokalizowanych w pom. 0.22b.

5.8 Przewody instalacji od rozdzielaczy w budynku do urządzeń

Rozdzielacze wykonać z rury stalowej czarnej, wyposażyć w odpowiednią ilość króćców , kurek spustowy (uwaga- woda z glikolem nie może być spuszczana do kanalizacji).

Za rozdzielaczem rury doprowadzić do pomp ciepła oraz wymienników według rysunków.

Przewody wykonać z rur stalowych czarnych, łączonych przez spawanie.

Izolacja rozdzielacza oraz przewodów równa średnicy wewnętrznej przewodu, izolację wykonać z gotowych otulin lub mat.

5.9 Obliczenia hydrauliczne instalacji

Nr sekcji	Ilość obwodów	Odcinek	Średnica	Przepływ objętość.	Prędkość	Długość (do najdalszego punktu [m])	Strata ciśnienia
			[mm]	[m ³ /h]	[m/s]		[kPa]
ST1-ST10		Sonda (pojedyncza)	32x2,9	0,6	0,31	100	13,98
ST1	12	Sondy-rozdzielacz	40x3.7		0.41	20.9	5.07
ST2	10		40x3.7		0.41	24.8	6.02
ST3	12		40x3.7		0.41	20.2	4.9
ST4	11		40x3.7		0.41	25.0	6.07
ST5	8		40x3.7		0.41	27.3	6.63
ST6	8		40x3.7		0.41	28.2	6.85
ST1	12	Rozdzielacz (studnia)					4.77
ST2	10						3.31
ST3	12						4.77
ST4	11						4.01
ST5	8						2.12
ST6	8						1.12
ST1	12			90x8.2	0.96	64	22.94
ST2	10			90x8.2	0.80	70	18.23
ST3	12			90x8.2	0.96	60	21.51
ST4	11			90x8.2	0.88	33	10.16
ST5	8			75x6.8	0.92	28.5	11.90
ST6	8			75x6.8	0.92	56	23.37

Dla hydraulicznego zrównoważenia instalacji zaprojektowano na przewodach od poszczególnych studni do rozdzielacza w budynku zawory regulacyjne z automatycznym

ograniczeniem przepływu niezależnie od ciśnienia. Średnice i nastawy zaworów w tabeli poniżej.

Zestawienie przepływów, oporów i zaworów regulacyjnych

	Całkowita pojemność instalacji	Potrzebna ilość glikolu	Całkowity przepływ	Całkowita strata ciśnienia	Zawór regulacyjny	
	[m³]	[l]			średnica	nastawa
ST1	17.1	4932	14.65	46.77	Dn65	65%
ST2			12.21	41.55	Dn50	92%
ST3			14.65	45.17	Dn65	68%
ST4			13.43	34.22	Dn65	63%
ST5			9.77	34.63	Dn50	73%
ST6			9.77	46,33	Dn50	73%
Razem			74.50			

5.10 Dobór podstawowych urządzeń układu dolnego źródła

5.10.1 Dobór wymienników płytowych

- **Dobór wymiennika płytowego WP1 dla układu pompy ciepła-dolne źródło (praca dlachłodzenia aktywnego i pasywnego)**

Wymagana moc wymiennika	240 kW
temperatury po stronie dolnego źródła	5/8 °C
temperatury po stronie wtórnej:	15/10°C
Dobrano wymiennik płytowy	
Maksymalne ciśnienie	25 barów
Maksymalna temperatura	230°C
Minimalna temperatura	-195°C
Króćce przyłączeniowe Dn100	
Powierzchnia wymiany ciepła	53.2 m ²
Wymiary	387x 347x1008 mm
Długość króćców	94 mm
opór wymiennika po stronie dolnego źródła	Δp =23.1 kPa,
opór wymiennika po stronie wtórnej	Δp =6.4 kPa

- **Dobór wymiennika płytowego WP2 dla układu zasobnik ciepła-dolne źródło (zrzut ciepła)**

Wymagana moc wymiennika	250 kW
temperatury po stronie dolnego źródła	8/11°C
temperatury po stronie grzewczej:	30/25°C
Dobrano wymiennik płytowy	
Maksymalne ciśnienie	25 barów
Maksymalna temperatura	230°C
Minimalna temperatura	-195°C
Króćce przyłączeniowe Dn100	
Powierzchnia wymiany ciepła	53.2 m ²
Wymiary	387x 347x1008 mm

Długość króćców

94 mm

opór wymiennika po stronie dolnego źródła

$\Delta p = 24.4 \text{ kPa}$,

opór wymiennika po bufora ciepła

$\Delta p = 6.5 \text{ kPa}$

5.10.2 Pompy obiegowe dla dolnego źródła

• Pompa obiegowa dla PC1 po stronie dolnego źródła -poz. P1

Przepływ obliczeniowy przez pompę PC1 po stronie dolnego źródła:

$$V_{PC1} = 32.4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Opór przepływu przez pompę ciepła po stronie dolnego źródła (wg charakterystyki pompy ciepła):

$$\Delta p_{PC1} = 30 \text{ kPa}$$

Opór instalacji dolnego źródła (od sond do rozdzielaczy R1 i R2)(najniekorzystniejszy obieg):

$$\Delta p_2 = 46.77 \text{ kPa}$$

Opór wymiennika po stronie dolnego źródła:

$$\Delta p_{WP1} = 23 \text{ kPa}$$

Opór instalacji w obrębie węzła cieplnego:

$$\Delta p_{\text{węzeł}} = 100 \text{ kPa}$$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy

$$H = 20 \text{ m}$$

Wymagana wydajność:

$$V = 32 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dobrano pompę Inline o najwyższej sprawności z silnikiem EC z klasą sprawności energetycznej IE5 zgodnie z IEC 60034-30-2, hydraulicznym wskaźnikiem minimalnej energochłonności $MEI = 0,7$, elektronicznym dopasowaniu wydajności, o konstrukcji pompy dławnicowej. Pompa jednostopniowa, niskociśnieniowa wirowa z przyłączem kołnierzowym i uszczelnieniem mechanicznym.

Budowa:

- Jednostopniowa niskociśnieniowa pompa wirowa z niedzielonym wałem o konstrukcji blokowej

- Korpus spiralny o konstrukcji Inline (przyłącze ssawne i ciśnieniowe z takimi samymi kołnierzami w jednej linii)

- Kołnierze PN 16 - zgodnie z EN 1092-2

- Korpus pompy i kołnierz silnika standardowo z powłoką kataforetyczną

- Uszczelnienie mechaniczne do tłoczenia wody o temperaturze do $T_{\text{max.}} = +140 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Do $T = +40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dopuszczalna jest domieszka glikolu od 20 % do 40 % objętości. W przypadku mieszaniny woda-glikol z zawartością glikolu $> 40 \text{ } \%$ maks. do 50 % objętości i o temperaturze przetłaczanej cieczy od $> +40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ maks. do $+120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ lub przetłaczanych mediów innych niż woda należy zastosować alternatywne uszczelnienie mechaniczne.

- Napięcie zasilania: $3\sim 440 \text{ V} \pm 10 \text{ } \%$ 50/60 Hz; $3\sim 400 \text{ V} \pm 10 \text{ } \%$ 50/60 Hz; $3\sim 380 \text{ V} -5 \text{ } \%$ $+10 \text{ } \%$ 50/60 Hz

Rodzaje regulacji:

- Stałe, automatyczne dostosowanie mocy do wymagań instalacji bez wprowadzania wartości zadanych Wilo-Dynamic Adapt plus (ustawienie fabryczne).

- Stała temperatura (T-const.)

- Stała temperatura różnicowa (dT-const.)

- Dostosowana do zapotrzebowania optymalizacja przepływu obrotowego pompy zasilającej poprzez połączenie i komunikację z kilkoma pompami wtórnymi (Multi-Flow Adaptation).

- Stały przepływ (Q-const.)

- Zmienna różnica ciśnień (dp-v) z opcją nominalnego wprowadzania punktu pracy Q i H

- Stała różnica ciśnień (dp-c)

- Regulacja różnicy ciśnień dp-c w punkcie oddalonym w rurociągu (regulacja punktu błędnego)
- Stała prędkość obrotowa (n-const.)
- Zdefiniowana przez użytkownika regulacja PID

Funkcje:

- **Rejestracja ilości ciepła**
 - **Rejestracja ilości chłodu**
 - Nastawne ograniczenie przepływu przez funkcję Q-Limit (**Qmin. i Qmax.**)
 - **Tryby pracy pompy podwójnej: Praca główna / z rezerwą, praca z dołączaniem z optymalizacją sprawności dla dp-c i dp-v**
 - Automatyczne wyłączanie w przypadku rozpoznania w pompie przepływu zerowego (**No-Flow Stop**)
 - **Przełączanie pomiędzy trybem grzania i chłodzenia** (automatycznie, zewnętrzne i manualnie)
 - Zapisywanie i przywracania skonfigurowanych ustawień pompy (**3 punkty przywrócenia ustawień**)
 - Sygnalizacja awarii / ostrzeżenia w formie tekstu wraz z pomocą
 - Zintegrowane pełne zabezpieczenie silnika
- Średnica króćców: Dn 65
- Wyposażenie dodatkowe : Moduł ModbusRTU
- Karta doboru znajduje się w załączniku.

• **Pompa obiegowa dla PC2 po stronie dolnego źródła- poz. P2**

Przepływ obliczeniowy przez pompę PC2 po stronie dolnego źródła

$$V_{PC2}=42.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Opór przepływu przez pompę ciepła po stronie dolnego źródła (wg charakterystyki pompy ciepła):

$$\Delta p_{PC1} = 34 \text{ kPa}$$

Opór instalacji dolnego źródła (od sond do rozdzielaczy R1 i R2)(najniekorzystniejszy obieg):

$$\Delta p_2 = 46.77 \text{ kPa}$$

Opór wymiennika po stronie dolnego źródła:

$$\Delta p_{WP1} = 23 \text{ kPa}$$

Opór instalacji w obrębie węzła cieplnego:

$$\Delta p_{\text{węzeł}} = 100 \text{ kPa}$$

Razem $\Delta p_{\text{węzeł}} = 204 \text{ kPa}$

Wymagana wysokość podnoszenia pompy

$$H=21 \text{ m}$$

Wymagana wydajność:

$$V=42 \text{ m}^3/\text{h}$$

Opis pompy analogiczny jak pompa P1

Średnica króćców: Dn 65

Wyposażenie dodatkowe : Moduł ModbusRTU

Karta doboru znajduje się w załączniku.

• **Pompa obiegowa dla zrzutu ciepła po stronie dolnego źródła- poz. P3**

Wymagana wysokość podnoszenia:

Opór instalacji dolnego źródła (od sond do rozdzielaczy R1 i R2)(najniekorzystniejszy obieg):

$\Delta p_2 = 46.77 \text{ kPa}$
 Opór wymiennika WP2 po stronie dolnego źródła:
 $\Delta p_{WP1} = 24.4 \text{ kPa}$
 Opór instalacji w obrębie węzła cieplnego:
 $\Delta p_{\text{węzeł}} = 55 \text{ kPa}$
 Razem ciśnienie dyspozycyjne pompy 126 kPa
 Wymagana wydajność : $75 \text{ m}^3/\text{h}$
 Opis pompy analogiczny jak pompa P1
 Średnica króćców: Dn 65
 Wyposażenie dodatkowe : Moduł ModbusRTU
 Karta doboru zostanie dołączona do Projektu wykonawczego

Obliczenia naczynia wzbiorczego dla instalacji dolnego źródła (poz. 5):

Dane wyjściowe :

Pojemność instalacji:

• Sondy, studnie, instalacja do budynku	17 000	[l]
• Instalacja w budynku	970	[l]
• Pompy ciepła (17.4 +23)	40.4	[l]
• Wymienniki	100	[l]
Razem	18110	[l]

Najwyższa temperatura w systemie	30°C
Minimalna temperatura w systemie	0°C
Czynnik: roztwór glikolu 30 %	
Współczynnik rozszerzalności	$e = 0.0109$
Ciśnienie statyczne (p_{st})	1.5 bara
Nastawa zaworu bezpieczeństwa (p_{sv})	3.0 bara
Minimalne ciśnienie robocze (p_o)	1.3 bara

Objętość czynnika wynikająca z rozszerzalności termicznej:

$$V_e = 18100 \times 0.0109 = 197 \text{ l}$$

Rezerwa wody (zał. 0,5%):

$$V_v = 18100 \times 0,5 / 100 = 90 \text{ l}$$

Ciśnienie wstępne po stronie poduszki gazowej:

$$p_o = p_{st} + 0.3 \text{ bara}$$

$$p_o = 1.3 \text{ bara}$$

Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa: 3 bary

Ciśnienie końcowe:

$$p_e = 3 - 0.5 = 2.5 \text{ bara}$$

Współczynnik ciśnieniowy:

$$D_f = (p_e + 1) / (p_e - p_o)$$

$$D_f = 2.92$$

Wymagana pojemność naczynia :

$$V_{\text{expmin}} = 838 \text{ l}$$

Dobrano naczynie wzbiorcze o pojemności 1000 l

Dane naczynia:

Pojemność nominalna:	1000 l
Ciśnienie dopuszczalne	6 bar
średnica	740 mm
wysokość	2406 mm

waga operacyjna 1228 kg
Dobrane naczynie spełnia wymagania normy PN-EM-12828
Optymalne ciśnienie napełnienia naczynia:

$$p_a \geq \frac{V_{nom} \cdot (p_o + 1)}{V_{nom} - V_v} - 1$$

$$p_a \geq 1.53 \text{ bara}$$

Wytyczne do montażu naczynia:

Ciśnienie poduszki powietrznej po stronie gazowej:	$p_o = 1.3 \text{ bara}$
Ciśnienie napełnienia instalacji:	$p_a = 1.5 \text{ bara}$
Ciśnienie otwarcia zaworu:	3 bary
Wymagana średnica rury wzbiorczej	20mm

6. INSTALACJA PO STRONIE WTÓRNEJ

6.1 Dobór pomp obiegowych

• Pompa obiegowa pompa gruntowa PC1- bufor ciepła–poz. P4

Wymagany przepływ przez pompę po stronie wtórnej: $V = 23.4 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Opór przepływu przez pompę: $D_{p_p} = 8 \text{ [kPa]}$

Opór instalacji w węźle $D_{p_i} = 90 \text{ [kPa]}$

Razem $D_p = 98$

Wymagane ciśnienie podnoszenia pompy $H = 10 \text{ [m]}$

Dobrano inteligentną pompę bezdławnicową Inline o najwyższej sprawności z silnikiem EC i elektronicznym dopasowaniem wydajności. Stosowanie dla wody ciepłej, zimnej oraz mieszanki wody i glikolu.

Rodzaje regulacji:

- Stałe, automatyczne dostosowanie mocy do wymagań instalacji bez wprowadzania wartości zadanych Wilo-Dynamic Adapt plus (ustawienie fabryczne). Oszczędność zużycia energii do 20 % w porównaniu z trybem regulacji dp-v.
- Stała temperatura (T-const.)
- Stała temperatura różnicowa (dT-const.)
- Dostosowana do zapotrzebowania optymalizacja przepływu obrotowego pompy zasilającej poprzez połączenie i komunikację z kilkoma pompami (Multi-Flow Adaptation).
- Stały przepływ (Q-const.)
- Regulacja różnicy ciśnień dp-c w punkcie oddalonym w rurociągu (regulacja punktu błędnego)
- Stała różnica ciśnień (dp-c)
- Zmienna różnica ciśnień (dp-v) z opcją nominalnego wprowadzania punktu pracy
- Stała prędkość obrotowa (n-const.)
- Zdefiniowana przez użytkownika regulacja PID

Funkcje:

- Rejestracja ilości ciepła (możliwa z wyposażeniem dodatkowym w postaci czujnika temperatury przetłaczanego medium Wilo)
- Rejestracja ilości zimna (możliwa medium Wilo)
- Automatyczne wyłączanie w przypadku rozpoznania w pompie przepływu zerowego (No-Flow Stop)

Pompę należy zamówić z z wyposażeniem dodatkowym

-czujnika temperatury przetłaczanego celu rejestracji i wyświetlania temperatury przetłaczanej cieczy, pomiaru ilości ciepła i chłodzenia oraz wykorzystania trybów regulacji ze sterowaniem temperatury T-const., dT-const.)

- Izolacja chłodnicza ClimaForm zapobiegająca powstawaniu kondensatu
- Moduł Modbus RTU,
- PT 1000 (AA) przetwornik do montażu w tulei zanurzeniowej
- Czujnik różnicy ciśnień
- Smart-Gateway

Dane eksploatacyjne

Przetłaczane medium: Woda 100 %

Temperatura przetłaczanej cieczy: 20,00 °C

Przepływ: 23,40 m³/h

Wysokość podnoszenia: 10,00 m

temperatura przetłaczanej cieczy: -10...90 °C

temperatura otoczenia: -10...40 °C

Maks. ciśnienie robocze: 10 bar

Minimalna wysokość dopływu dla 50 °C: 7 m

Minimalna wysokość dopływu dla 95 °C: 15 m

Minimalna wysokość dopływu dla 110 °C: 23 m

Dane silnika

Współczynnik sprawności energetycznej (EEI): ≤ 0.17

Generowanie zakłóceń: EN 61800-3;2004+A1;2012 / środowisko mieszkalne (C1)

Odporność na zakłócenia: EN 61800-3;2004+A1;2012 / środowisko przemysłowe (C2)

Przyłącze sieciowe: 1~230V/50 Hz

Pobór mocy: 1480 W

Prędkość obrotowa min.: 500 1/min

Prędkość obrotowa maks.: 3200 1/min

Stopień ochrony silnika: IPX4D

Dławik przewodu: 5 x M16x1.5

Materiały

Korpus pompy: 5.1301/EN-GJL-250

Wirnik: PPS-GF40

Wał: 1.4028, z powłoką DLC

Materiał łożysk: Węgiel spiekany, impregnowany antymonem

Wymiary montażowe

Przyłącze po stronie ssawnej: DN 50, PN 6/10

Przyłącze po stronie tłocznej: DN 50, PN 6/10

Długość montażowa: 340 mm

Masa netto ok.: 29,1 kg

• Pompa obiegowa pompa gruntowa PC2- bufor ciepła–poz. P5

Wymagany przepływ przez pompę po stronie wtórnej: $V=30.3$ [m³/h]

Opór przepływu przez pompę: $\Delta p_p=11$ [kPa]

Opór instalacji w węźle $\Delta p_p=90$ [kPa]

Razem $\Delta p=101$

Wymagane ciśnienie podnoszenia pompy $H=10$ [m]

Opis pompy jak P4

Dane eksploatacyjne

Przetłaczane medium: Woda 100 %

Temperatura przetłaczanej cieczy: 20,00 °C

Przepływ: 23,40 m³/h

Wysokość podnoszenia: 10,00 m

temperatura przetłaczanej cieczy: -10...90 °C

temperatura otoczenia: -10...40 °C

Maks. ciśnienie robocze: 10 bar

Minimalna wysokość dopływu dla 50 °C: 7 m

Minimalna wysokość dopływu dla 95 °C: 15 m

Minimalna wysokość dopływu dla 110 °C: 23 m

Dane silnika

Współczynnik sprawności energetycznej (EEI): ≤ 0.17

Generowanie zakłóceń: EN 61800-3;2004+A1;2012 / środowisko mieszkalne (C1)

Odporność na zakłócenia: EN 61800-3;2004+A1;2012 / środowisko przemysłowe (C2)

Przyłącze sieciowe: 1~230V/50 Hz

Pobór mocy: 1480 W

Prędkość obrotowa min.: 500 1/min

Prędkość obrotowa maks.: 3200 1/min

Stopień ochrony silnika: IPX4D

Dławik przewodu: 5 x M16x1.5

Materialy

Korpus pompy: 5.1301/EN-GJL-250

Wirnik: PPS-GF40

Wał: 1.4028, z powłoką DLC

Materiał łożysk: Węgiel spiekany, impregnowany antymonem

Wymiary montażowe

Przyłącze po stronie ssawnej: DN 50, PN 6/10

Przyłącze po stronie tłocznej: DN 50, PN 6/10

Długość montażowa: 340 mm

Opis pompy jak P4

Karta doboru znajduje się w załączniku.

• Pompa PC1-wymiennik dla c.w.u. P6

Wymagany przepływ przez pompę po stronie wtórnej:	V=11.7	[m ³ /h]
---	--------	---------------------

Opór przepływu przez pompę:	$\Delta p_p=3$	[kPa]
-----------------------------	----------------	-------

Opór instalacji w węźle	$\Delta p_p=30$	[kPa]
-------------------------	-----------------	-------

Opór przepływu przez wymiennik	$\Delta p_{WP3}=17.1$	[kPa]
--------------------------------	-----------------------	-------

Razem	dp=50	[kPa]
-------	-------	-------

Wymagane ciśnienie podnoszenia pompy	H= 6	[m]
--------------------------------------	------	-----

Opis konstrukcji pompy jak P4

Dane eksploatacyjne

Przetłaczane medium: Woda 100 %

Temperatura przetłaczanej cieczy: 20,00 °C

Przepływ: 11,70 m³/h

Wysokość podnoszenia: 6,00 m

temperatura przetłaczanej cieczy: -10...90 °C

temperatura otoczenia: -10...40 °C

Maks. ciśnienie robocze: 10 bar

Minimalna wysokość dopływu dla 50 °C: 5 m

Minimalna wysokość dopływu dla 95 °C: 12 m
Minimalna wysokość dopływu dla 110 °C: 18 m

Dane silnika

Współczynnik sprawności energetycznej (EEI): ≤ 0.17
Generowanie zakłóceń: EN 61800-3;2004+A1;2012 / środowisko mieszkalne (C1)
Odporność na zakłócenia: EN 61800-3;2004+A1;2012 / środowisko przemysłowe (C2)
Przyłącze sieciowe: 1~230V/50 Hz
Pobór mocy: 570 W
Prędkość obrotowa min.: 650 1/min
Prędkość obrotowa maks.: 3600 1/min
Stopień ochrony silnika: IPX4D
Dławik przewodu: 5 x M16x1.5
Pompa dodatkowo wyposażona w moduł do komunikacji z BMS Modbus RTU
Karta doboru znajduje się w załączniku.

• Pompa ładująca bufor chłodu z WP1- poz.P7

Opór instalacji w węźle	Δp	=71	[kPa]
Opór wymiennika po stronie grzewczej	Δp_{WP1}	=6.4	[kPa]
Razem:	Δp_{WP1}	=77.4	[kPa]
Wymagane ciśnienie podnoszenia pompy	h	=8.5	[m]
Wymagana wydajność:	V	=42	[m ³ /h]
Opis konstrukcji pompy jak P1			

Dane eksploatacyjne

Przetłaczane medium: Woda 100 %
Temperatura przetłaczanej cieczy: 20,00 °C
Przepływ: 42,00 m³/h
Wysokość podnoszenia: 8,50 m
temperatura przetłaczanej cieczy: -20... 140 °C
temperatura otoczenia: 0... 50 °C
Maks. ciśnienie robocze: 16 bar
Zalecenie dotyczące konfiguracji:
Wskaźnik minimalnej energochłonności (MEI): ≥ 0.7

Napęd

Przyłącze sieciowe: 3~400V/50 Hz
Klasa sprawności energetycznej silnika: IE5
Pobór mocy: 1600 W
Znamionowa moc silnika: 1,5 kW
Prąd znamionowy: 2,6 A
Prędkość obrotowa maks.: 2930 1/min
Generowanie zakłóceń: EN 61800-3
Odporność na zakłócenia: EN 61800-3
Klasa izolacji: F
Stopień ochrony silnika: IP55
Zabezpieczenie silnika: PTC integrated

Wymiary montażowe

Przyłącze po stronie ssawnej: DN 65, PN 16
Przyłącze po stronie tłocznej: DN 65, PN 16
Długość montażowa: 340 mm
Pompa dodatkowo wyposażona w moduł do komunikacji z BMS Modbus RTU
Karta katalogowa pompy dołączona zostanie do Projektu Wykonawczego

- **Pompa zrzutu ciepła bufor – WP2- poz.P8**

Opór instalacji w węźle	Δp	=71	[kPa]
Opór wymiennika po stronie grzewczej	Δp_{WP2}	=6.5	[kPa]
Razem:	Δp_{WP1}	=77.6	[kPa]
Wymagane ciśnienie podnoszenia pompy	h	=8.0	[m]
Wymagana wydajność:	V	=44	[m ³ /h]
Opis konstrukcji pompy jak P1			
Karta doboru znajduje się w załączniku.			

Dane eksploatacyjne

Przetłaczane medium: Woda 100 %
Temperatura przetłaczanej cieczy: 20,00 °C
Przepływ: 44,00 m³/h
Wysokość podnoszenia: 8,00 m
temperatura przetłaczanej cieczy: -20 ...140 °C
temperatura otoczenia: 0...50 °C
Maks. ciśnienie robocze: 16 bar
Zalecenie dotyczące konfiguracji:
Wskaźnik minimalnej energochłonności (MEI): ≥ 0.7

Napęd

Przyłącze sieciowe: 3~400V/50 Hz
Klasa sprawności energetycznej silnika: IE5
Pobór mocy: 1600 W
Znamionowa moc silnika: 1,5 kW
Prąd znamionowy: 2,6 A
Prędkość obrotowa maks.: 2930 1/min
Generowanie zakłóceń: EN 61800-3
Odporność na zakłócenia: EN 61800-3
Klasa izolacji: F
Stopień ochrony silnika: IP55
Zabezpieczenie silnika: PTC integrated

Wymiary montażowe

Przyłącze po stronie ssawnej: DN 65, PN 16
Przyłącze po stronie tłocznej: DN 65, PN 16
Długość montażowa: 340 mm
Karta doboru znajduje się w załączniku.

6.2 Sprawdzenie ciśnienia dla układu pomp powietrznych

Spadek ciśnienia w krytycznym obiegu dla układu pomp powietrznych wynosi:

$$\Delta p = 75 \text{ kPa}$$

Spadek ciśnienia w pompie:

$$\Delta p = 30 \text{ kPa}$$

Razem strata ciśnienia:

$$\Delta p = 105 \text{ kPa}$$

Użyteczna wysokość podnoszenia pompy: $p = 142 \text{ kPa}$ - ciśnienie dyspozycyjne pompy jest wystarczające

6.3 Zabezpieczenie instalacji grzewczej

Na pompie ciepła, na przewodzie powrotnym należy zamontować zawór bezpieczeństwa membranowy Dn 20. Nastawa zaworu bezpieczeństwa 3 bary

Obliczenia naczynia wzbiorczego (poz.6):

Dane wyjściowe :

Pojemność instalacji:

- pojemność pompy1 ciepła po stronie wtórnej-	23.2 [l]
- pojemność pompy2 ciepła po stronie wtórnej-	28.3 [l]
-pojemność pompy powietrznych 2x10.4	20.8 [l]
-pojemność wymiennika WP2	48.4 [l]
- pojemność instalacji ogrzewania	5923[l]
-pojemność instalacji w węźle po stronie wtórnej	550 [l]
- pojemność bufora	3000 [l]
razem:	9593 l

Najwyższa nastawa temperatury	70°C
Temperatura na powrocie	50°C
Minimalna temperatura w systemie	10°C
Współczynnik rozszerzalności	e= 2.2%
Ciśnienie statyczne (p _{st})	1.5 bara
Nastawa zaworu bezpieczeństwa (p _{sv})	3.0 bary
Minimalne ciśnienie robocze (p _o)	1.8 bara
Rezerwa wody(zał. 0,5%)::	

$$V_v = 10000 \times 0,5 / 100 = \mathbf{50 \text{ l}}$$

$$V_e = 10000 \times 0.022 = \mathbf{220 \text{ l}}$$

Dobrano urządzenie do zabezpieczenia instalacji grzewczej ze sterowanym za pomocą pompy układem stabilizacji ciśnienia, odgazowywania i uzupełniania wody w instalacjach ogrzewania i chłodzenia. Urządzenia składa się z zespołu sterującego z pompą i zbiornikiem przeponowym. Membrana w zbiorniku przeponowym oddziela przestrzeń powietrzną od przestrzeni wodnej, zapobiegając przenikaniu tlenu zawartego w powietrzu do wody znajdującej się w zbiorniku przeponowym.

Parametry urządzenia:

Maksymalna temperatura pracy:	70°C
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie pracy:	6 bar
Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa po stronie naczynia	5 bar
Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego	55dB
Przyłącze elektryczne	230v/50Hz
Maksymalna znamionowa moc elektryczna	0.7 kW
Przyłącze rury wzbiorczej	Rp1"
Przyłącze uzdatniania wody	Rp1/2"
Urządzenie należy wyposażyć w moduł Modbus RTdo komunikacji z BMS-	

Zbiornik podstawowy do układu stabilizacji:

Pojemność:	400l
Maksymalna pojemność użytkowa	360l
Maksymalna dopuszczalna temperatura w systemie	120°C
Maksymalna dopuszczalna temperatura pracy	70°C

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie	6 bar
Przylącze	G1"
Srednica	740 mm
Wysokość	1344 mm
Waga	72.2 kg

Dodatkowe wyposażenie:

Izolacja

Zestaw węży przyłączeniowych

Urządzenie połączone ze zbiornikiem za pomocą węży elastycznych, stanowiących wyposażenie dodatkowe. Urządzenie stabilizujące włączyć do przewodu pomiędzy rozdzielaczem co a buforem, włączenie w przewód pionowy, z zachowaniem odległości pomiędzy minimalnej króćcami 50 cm.

Zabezpieczenie powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła zabezpieczona będzie zaworem bezpieczeństwa Syr typ 1915 Dn 20. Nastawa zaworu bezpieczeństwa 2,5 bara. Zawory należy zabezpieczyć przed zamarzaniem przez umieszczenie ich w tulei, wykonanej z maty z pianki poliolefinowej, rurę zabezpieczyć kablem grzewczym. Średnica tulei powinna zapewniać prawidłową pracę zaworu.

Zabezpieczenie pompy ciepła do przygotowania c.w.u. (poz.27)

Pojemność pompy powietrznej PC3 10.4 l

Pojemność wodna wymiennika dla c.w.u. 9.4 l

Pojemność orurowania dla pompy powietrznej 200 l

Najwyższa nastawa temperatury 70°C

Temperatura na powrocie 50°C

Minimalna temperatura w systemie 10°C

Współczynnik rozszerzalności $\epsilon = 0.0224$

Ciśnienie statyczne (p_{st}) 1.5 bara

Nastawa zaworu bezpieczeństwa (p_{sv}) 3.0 bary

Minimalne ciśnienie robocze (p_o) 1.8 bara

Rezerwa wody (zał. 0.5%):

$$V_v = 220 \times 0.5 / 100 = 1.1 \text{ [l]} - \text{przyjęto } 3 \text{ [l]}$$

Objętość czynnika wynikająca z rozszerzalności termicznej:

$$V_e = 220 \times 0.0224 = 4.9 \text{ [l]}$$

$$p_o = p_{st} + 0.3 \text{ bara}$$

$$p_o = 1.8 \text{ bara}$$

$$p_e = 3 - 0.5 = 2.5 \text{ bara}$$

Współczynnik ciśnieniowy:

$$D_f = (p_e + 1) / (p_e - p_o)$$

$$D_f = 5$$

Wymagana pojemność naczynia :

$$V_{\text{expmin}} = 39.5 \text{ [l]}$$

Dobrano naczynie przeponowe o poj. 50 l

Optymalne ciśnienie napełnienia naczynia:

$$p_a \geq \frac{V_{nom} * (p_o + 1)}{V_{nom} - V_v} - 1$$

$p_a \geq 2.11$ bara
 Wytyczne do montażu naczynia:
 Ciśnienie poduszki powietrznej po stronie gazowej: $p_o = 1.8$ bara
 Ciśnienie napełnienia instalacji: $p_a = 2.1$ bara
 Wymagana średnica rury wzbiornej 20mm

6.4 Zabezpieczenie instalacji chłodniczej

Pojemność instalacji chłodniczej:

Obieg central wentylacyjnych :	960	[l]
Obieg klimakonwektorów :	4125	[l]
Bufor chłodu:	3000	[l]
Wymiennik WP1 po stronie wtórnej	48	[l]
Instalacja w węźle	500	[l]
Razem	8633	[l]

Przyjęto $V_a = 9000$ [l]

Najwyższa temperatura w systemie	30°C
Temperatura na powrocie	50°C
Minimalna temperatura w systemie	0°C
Współczynnik rozszerzalności	$e = 0.0042$
Ciśnienie statyczne (p_{st})	1.5 bara
Nastawa zaworu bezpieczeństwa (p_{sv})	3.0 bara
Minimalne ciśnienie robocze (p_o)	1.8 bara

Objętość czynnika wynikająca z rozszerzalności termicznej:

$$V_e = 9000 \times 0.0042 = 38 \text{ l}$$

Rezerwa wody (zał. 0,5%):

$$V_v = 9000 \times 0,5 / 100 = 45 \text{ l}$$

Ciśnienie wstępne po stronie poduszki gazowej:

$$p_o = p_{st} + 0.3 \text{ bara}$$

$$p_o = 1.8 \text{ bara}$$

Ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa: 3 bary

Ciśnienie końcowe:

$$p_e = 3 - 0.5 = 2.5 \text{ bara}$$

Współczynnik ciśnieniowy:

$$D_f = (p_e + 1) / (p_e - p_o)$$

$$D_f = 5$$

Wymagana pojemność naczynia :

$$V_{\text{expmin}} = 415 \text{ l}$$

Dobrano naczynie wzbiorne o pojemności 500 l

Dane naczynia:

Pojemność nominalna:	500 l
Ciśnienie dopuszczalne	6 bar
średnica	740 mm
wysokość	1321 mm
waga operacyjna	552 kg

Dobrane naczynie spełnia wymagania normy PN-EM-12828

Optymalne ciśnienie napełnienia naczynia:

$$p_a \geq \frac{V_{nom} \cdot (p_o + 1)}{V_{nom} - V_v} - 1$$

$$p_a \geq 2.08 \text{ bara}$$

Wytyczne do montażu naczynia:

Ciśnienie poduszki powietrznej po stronie gazowej:

$p_o = 1.8 \text{ bara}$

Ciśnienie napełnienia instalacji:

$p_a = 2.1 \text{ bara}$

Ciśnienie otwarcia zaworu:

3 bary

Wymagana średnica rury wzbiorniczej

20mm

7. Przewody w pomieszczeniu węzła

Przewody pomiędzy rozdzielaczami dolnego źródła a pompami ciepła należy wykonać z rur stalowych bez szwu Dn125, łączonych przez spawanie.

Rury o średnicach Dn100 i mniejszych w systemie zaciskowym.

Instalację należy wykonać z rur stalowych cienkościennych, ze szwem (stal węglowa nr 1.0034 (E 195), zewnętrznie galwanicznie ocynkowane, łączonych za pomocą systemowych złączy stalowych z uszczelką z kauczuku etylowo-propylenowego (EPDM).

Złączenia wykonane ze stali węglowej nr 1.0034 (E 195) zgodnie z normą PN-EN 10305, zewnętrznie ocynkowane galwanicznie zgodnie z normą DIN 50961, grubość warstwy cynku 7-15 mikrometrów. Wybrane detale mogą być wykonane z miedzi Cu-DHP w oparciu o normę PN-EN 1254-1, nr materiału CW024A, zgodnie z normą PN-EN 12449 lub ze stopu miedzi CC499K zgodnie z normą PN-EN 1282. Złączenia gwintowane zgodnie z normą PN-EN 10226 i PN-ISO 7/1 (łączenie uszczelniające metal do metalu) z parowaniem R/Rp, przy czym R oznacza "stożkowy gwint zewnętrzny".

Połączenie zaciskowe należy wykonać przy użyciu szczęk i łańcuchów zaciskowych o profilu ośmiokątnym (DN 15-35) lub dziewięciokątnym/trochoidalnym (DN 35 – 108).

Dane techniczne:

Materiał rur, norma	cienkościenna stal niskowęglowa, nr materiału 1.0034 wg PN-EN 10305
Wykonanie rur	Rury spawane ze szwem wzdłużnym, cynkowane galwanicznie z zewnątrz, grubość powłoki cynku 7-15 mikrometrów. Wymiary zgodne z PN-EN 10312
Materiał kształtek, norma	cienkościenna stal niskowęglowa, nr materiału 1.0034 wg PN-EN 10305, kształtki zaprasowywane z gwintami wewnętrznymi i zewnętrznymi wg PN-EN 10226
Metoda łączenia	zaprasowywanie kształtek na rurze
Współczynnik wydłużalności termicznej rur [mm/m x K]	0,0120
Przewodność cieplna [W/m x K]	58
Minimalny promień gięcia	3,5 x Dz – maksymalnie do średnicy 28 mm
Chropowatość ścianek wewnętrznych [mm]	0,01
Maksymalna temperatura robocza [°C]	od -30 do 120
Temperatura awaryjna –	150

krótkotrwała [°C]	
Maksymalne ciśnienie robocze [MPa]	1,6

Przejścia przez ściany konstrukcyjne i stropy wykonać w rurach ochronnych stalowych, w otworach wykuwanych lub wierconych. W rurach ochronnych nie może znajdować się żadne połączenie rury. Przewody prowadzić tak, aby zapewnione były spadki min. 0,2-0,3% dla zapewnienia poprawnego odpowietrzenia i możliwości odwodnienia instalacji.

Tuleje ochronne powinny być o średnicy wewnętrznej większej od średnicy zewnętrznej rury:

- co najmniej o 2 cm, przy przejściu przez przegrody pionowe,
- co najmniej o 1 cm, przy przejściu przez strop.

Tuleja ochronna powinna być dłuższa niż grubość przegrody pionowej o ok. 5 cm z każdej strony, a przy przejściu przez strop powinna wystawać ok. 2cm powyżej posadzki.

Przestrzeń między rurą a tuleją ochronną powinna być wypełniona materiałem trwale plastycznym, nie działającym korozyjnie na przewody, umożliwiającym jej wzdłużne przemieszczenie się i utrudniającym powstanie w niej naprężeń.

Przewody prowadzone będą pod stropem oraz po wierzchu ścian.

Należy stosować minimalne odstępki między podporami dla rur stalowych zaciskanych:

DN	Pionowo	Poziomo
[mm]	[m]	[m]
54	4,6	3,5
66.7	4,9	4.25
88x9	5,2	4.75
108	5,9	5.0

W przypadku montażu pionowego należy stosować min. jedną obejmę na każdą kondygnację. Należy stosować obejmy fabrycznie izolowane.

Przewody należy prowadzić ze spadkiem, umożliwiającym prawidłowe odpowietrzanie i odwadnianie instalacji.

Uwaga. Jeżeli po ułożeniu przewodów okaże się, że dla zapewnienia prawidłowego odpowietrzenia lub odwodnienia konieczne są dodatkowe odpowietrzniki lub zawory spustowe lub odpowietrzenia należy je zamontować.

7.1 Izolacja przewodów

Izolacje cieplną przewodów rozdzielczych i komponentów (łączniki, kolana, trójniki, uchwyty rur i armatura) prowadzonych po powierzchni ścian należy wykonać otulinami z pianki poliolefinowej, o gęstej strukturze zamkniętych komórek i właściwościach nierozprzestrzeniających ognia wg WT 2014 (**klasa reakcji na ogień BL – s1, d0 zgodnie z EN 13501-1**). Ze względu na ochronę środowiska należy stosować materiały izolacyjne posiadające Certyfikat Cradel To Cradel. Montażu należy dokonać zgodnie z zaleceniami producenta przy użyciu materiałów pomocniczych (klej, taśmy) przeznaczone do tego rodzaju izolacji.

Grubość izolacji:

Średnica rury	Przewody grzewcze Izolacja $\lambda = 0.035 \text{ W/m}^2\text{K}$	Przewody wody lodowej Izolacja $\lambda = 0.035 \text{ /m}^2\text{K}$
[mm]		
D _n 65	otulina 25mm+2x mata 20 mm	otulina 20mm+ mata 20 mm
D _n 80	otulina 20mm+3x mata 20 mm	otulina 25mm+ mata 20 mm

D _n 100	otulina 25mm+3x mata 25 mm	otulina 25mm+ mata 25 mm
--------------------	----------------------------	--------------------------

Grubość izolacji w zależności od średnicy rurociągu (zgodnie z pkt. nr 1.5 załącznika do Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z 12.04.2002r. – tekst jednolity, aktualizowany)

Przewody biegnące od pomp powietrznych na zewnątrz budynku (po dachu) należy zaizolować izolacją grubości 100mmi pokryć samoprzylepną powłoką izolacyjną z aluminium laminowanego w kolorze srebrnym lub płaszczem blaszanym.

Dodatkowo przewody należy zabezpieczyć przed zamarzaniem kablami grzejnymi, montowanymi pod otulinami, bezpośrednio na przewodzie.

Zawory bezpieczeństwa przy powietrznych pompach ciepła należy zabezpieczyć przed zamarzaniem przez umieszczenie go w tulei, wykonanej z maty z pianki poliolefinowej, rurę zabezpieczyć kablem grzewczym. Średnica tulei powinna zapewniać prawidłową pracę zaworu. Izolacja montowana na przewodach innych elementach, znajdujących się na dachu powinna posiadać zabezpieczenie przed ptakami przez pokrycie izolacji specjalistyczną samoprzylepną powłoką z aluminium laminowanego. Folia złożona z 3 warstw folii aluminiowej i 2 warstw folii poliestrowej.

8. Armatura

Wszystkie elementy dolnego źródła (pompy obiegowe, zawory, separatory powietrza, naczynie wzbiorcze) powinny być dostosowane do pracy z roztworem glikolu oraz w zakresie temperatur -10 do +20 °C.

Dla regulacji przepływu z poszczególnych studni dolnego źródła zaprojektowano automatyczne zawory do regulacji przepływu. Średnice oraz nastawy zaworów pokazano na rys. nr 1

W systemie AC/NC zaprojektowano układ zaworów odcinających z siłownikami. Proponuje się zastosowanie przepustnic z siłownikami dwupołożeniowymi, zasilanie 230V.

Do odpowietrzenia instalacji dolnego źródła zaprojektowano na przewodach głównych od studni, po wejściu do pomieszczenia węzła zaprojektowano separatory powietrza, montowane na przewodach zasilających i powrotnych, wyposażone w dwa automatyczne zawory odpowietrzające każdy. Dobrano separatory powietrza dla przewodu Dn 125 mm, długość 390 mm, wyposażone w dwie mufy Rp3/8 do zamontowania zaworów odpowietrzających. Połączenie separatorów spawane.

Jako armaturę zaporową zastosowano kurki kulowe kołnierzowe oraz gwintowane. Przy pompach obiegowych należy zamontować filtry siatkowe oraz zawory zwrotne.

9. Pomiary

W węźle przewidziano dla celów badawczych opomiarowanie ciepła i chłodu wg wytycznych Użytkownika. Opomiarowanie będzie realizowane przez:

- Pomiar na podstawie odczytów pomp obiegowych (wszystkie pompy obiegowe wyposażone będą w pomiar ciepła lub chłodu)
- Pomiar na podstawie liczników ciepła

Dobrano liczniki ciepła składające się z przepływomierzy ultradźwiękowych, kalkulatora ciepła oraz czujników PT100-zestaw sparowany. Dla opomiarowania dolnego źródła (przepływomierze Dn125) należy zastosować moduł do pomiaru wody z glikolem. Przepływomierze w wykonaniu kołnierzowym PN16 wg EN1092-1, długość zabudowy 350 mm. Przed przepływomierze montować z zachowaniem odcinków przed i za urządzeniem min. 3 D. Kalkulator ciepła powinien przekazywać informacje dotyczące przepływu, temperatury oraz ilości ciepła/ chłodu.

Czujniki temperatury długość zanurzeniowa 115 mm

Urządzenia wyposażone w interfejs Modbus do komunikacji z BMS.

10.Zabezpieczenie p.poż.

Przejścia przez przegrody oddzielenia pożarowego należy zabezpieczyć systemowo. Przejścia przez ścianę REI 120(wejście do pomieszczenia węzła,wyjścieprzewodów z szachtu) należy zabezpieczyć przez wypełnienie otworów zaprawą ogniochronną grubości min 150 mm (dla rur stalowych w izolacji z wełny i odporności ogniowej EI120), rury w otworze oraz na długości łącznej : 2500mm dla rur Dn125 mm, 1000mm dla rur 66.7x1.5 mm zaizolować wełną mineralną o gęstości min. 40kg/m³. Minimalna grubość izolacji w otworze: 30 mm

11.AUTOMATYKA i STEROWANIE.

Założenia:

- W buforze ciepła utrzymywana jest temperatura wg krzywej grzania.
- W buforze chłodu utrzymywany jest stały parametr 10°C do temperatury zewnętrznej +5°C, poniżej tej temperatury instalacja nie pracuje na przygotowanie chłodu.
- Ustalenie trybu pracy w zależności od kalendarza:
 - wrzesień-kwiecień praca z priorytetem grzania,
 - pozostałe miesiące: priorytet chłodzenia.
- przełączenie przygotowania c.w.u. na pompę powietrzną następuje, gdy w układzie pomp gruntowych produkowany jest chłód;
- Awaria pompy gruntowej: (grzanie lub chłodzenie):

BMS włącza pompę powietrzną w odpowiednim trybie pracy, praca pomp ze stałą temperaturą zarówno dla chłodu jak i grzania

- a. jeśli pompa gruntowa pracuje, a w zbiorniku buforowym chłodu po 30 min. nie zostanie osiągnięta odpowiednia temperatura wg wskazań czujnika w buforze, BMS włącza pompy powietrzne ze stałym parametrem zasilania +10°C
- b. jeśli pompa gruntowa w trybie pracy nie utrzymuje w buforze ciepła temperatury zadanej wg krzywej grzewczej pompy przez 30 minut (czas do korekty przez Użytkownika), BMS włącza pompy powietrzne. Po osiągnięciu odpowiedniej temperatury w buforze wg wskazań krzywej grzania pompy
- c. Włączenie grzałki elektrycznej w buforze ciepła powinno nastąpić w przypadku, gdy pracuje pompa powietrzna w trybie pracy rezerwowej lub uzupełniającej, a w buforze nie jest osiągnięta wymagana temperatura, czas zwłoki 60min.

Uwaga. Zwłokę czasową przy przechodzeniu pomiędzy poszczególnymi trybami pracy należy sprawdzić w trakcie eksploatacji obiektu i ewentualnie skorygować.

11.1 Sterowanie ze sterowników pomp ciepła i układu NC/AC–

- tryby pracy grzanie, AC/NC w całości sterowane ze sterowników dostawcy pomp ciepła
 - przełączenie trybu pracy pomp ciepła (grzanie/chłodzenie) następuje po otrzymaniu sygnału z systemu BMS
 - Pompy P1-P4 sterowane ze sterowników pomp ciepła
 - Sterowanie w obrębie wymienników AC/NC oraz wymiennika zrzutu ciepła jest autonomicznym sterowaniem dostawcy pomp. Sterowanie obejmuje zawory V1-V6 oraz pompy P7, P8
 - wysyłanie ze wszystkich urządzeń do systemu BMS sygnału o pracy i awarii
- Na schemacie technologicznym węzła (rys. 1, dla zobrazowania pracy układu, wprowadzono schemat tego fragmentu instalacji wraz z oznaczeniem położenia

poszczególnych zaworów w poszczególnych trybach pracy. Pompy i zawory sterowane w całości z automatyki dostawcy urządzeń.

- Szczytywanie i rejestracja pomiarów ilości ciepła i chłodu

11.2 Sterownie BMS

Praca pomp gruntowych dla buforu ciepła:

Zawór V13 otwarty na pracę na bufor ciepła, zamknięty zawór V10, otwarty zawór V9

Praca pomp gruntowych na bufor chłodu:

Zawór V13 otwarty na pracę na bufor chłodu, otwarty zawór V10, zamknięty zawór V9

Praca pompy PC3 na przygotowanie c.w.u.

Zawory V11 i V12 otwarte dla pracy na wymiennik c.w.u., otwarty zawór V7, zamknięty zawór V8

Praca PC3 na chłód lub ciepło:

Odpowiednie do trybu pracy (ciepło/chłód) ustawienie zaworu V13, oraz V8 i V9, otwarty zawór V8, zamknięty zawór V7

Przygotowanie c.w.u. w pompie gruntowej PC1

Zawór V11 ustawiony w pozycji dla produkcji ciepła z PC3, zawór V7 zamknięty, zawór V12 ustawiony w pozycji do pracy PC1 na przygotowanie c.w.u.

Zrzut ciepła do gruntu

Maksymalna temperatura zrzutu ciepła do gruntu to 30°C, określana na podstawie czujnika Czt1, umieszczonego na rozdzielaczu na powrocie do gruntu. Na podstawie czujnika różnicy temperatury na rozdzielaczasilającymi powrotnym dolnego źródła określona zostanie zdolność przejmowania ciepła przez grunt.

W czasie zrzutu ciepła do gruntu temperatura w buforze powinna być utrzymywana na poziomie, który zapewni temperaturę zrzutu nie wyższą niż założone 30°C.

Zabezpieczenie pomp powietrznych

Pompy powietrzne wyposażone są we własny system przeciwwzamrozeniowy.

System BMS włączy pompy powietrzne w przypadku, gdy temperatura rurociągu mierzona przy pomocy czujnika Czt9 (czujnik przyłgowy) do temp. 3°C a temperatura zewnętrzna spadnie poniżej 0°C

12.WYTYCZNE BRANZOWE

12.1 Wytyczne budowlane

- W trakcie wylewania i murowania ścian i stropów należy wykonać otwory dla prowadzenia instalacji
- Należy wykonać fundamenty pod powietrzne pompy ciepła na dachu. Fundament nie powinien przenosić drgań urządzeń na konstrukcję budynku
- W maszynowni gruntowej pompy ciepła należy wykonać fundamenty pod bufory oraz pompę

12.2 Wytyczne elektryczne

- Należy wykonać zasilanie pomp ciepła gruntowych w piwnicy i powietrznych na dachu
- Należy doprowadzić zasilanie do szaf sterowniczych dla pomp ciepła
- Należy wykonać zabezpieczenia przewodów biegnących po dachu, zaworów bezpieczeństwa i innej armatury przy pompach ciepła za pomocą kabli grzewczych

13.UWAGI KOŃCOWE:

Całość robót wykonać zgodnie z niniejszym projektem oraz w oparciu o obowiązujące normy, zarządzenia i przepisy, a w szczególności o Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12.04.2002r. z późniejszymi poprawkami w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, oraz zgodnie z:

- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych, część II. Instalacje sanitarne i przemysłowe.
- „wytycznymi projektowania i odbioru instalacji z pompami ciepła” wydanymi przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła w 01.2013 r
- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru instalacji grzewczych, wydanymi przez COBRTI INSTAL w 05.2003r. – zeszyt 6.
- Warunkami technicznymi wykonania i odbioru instalacji wodociągowych, wydanymi przez COBRTI INSTAL w 07.2003r. – zeszyt 7.
- Instrukcjami projektowania i montażu wydanymi przez producentów urządzeń i systemów instalacyjnych .
- Wszystkie stosowane materiały powinny posiadać atesty oraz aprobaty techniczne wymagane przepisami.

UWAGA

W przypadku gdy niniejsza dokumentacja projektowa lub specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych użyta zostanie przez inwestora jako opis przedmiotu zamówienia w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego, a postępowanie prowadzone będzie na podstawie ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. PRAWO ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH (Dz. U. Nr 164, poz. 1162 z dnia 14.09.2006 r. – tekst jednolity z późniejszymi zmianami), **wszystkie określenia materiałów i urządzeń, które opisane zostały poprzez wskazanie znaków towarowych, patentów lub pochodzenia należy czytać wraz z wyrazami „lub równoważny”**.

Dopuszcza się więc, stosowanie innych niż wskazane za pomocą nazw i symboli producenta materiałów i urządzeń pod warunkiem, że będą one charakteryzowały się równoważnymi, czyli nie gorszymi, parametrami technicznymi istotnymi z punktu widzenia zastosowania tych materiałów lub urządzeń (np. wymiary, wytrzymałość, twardość, wydajność, moc, pobór energii itp.) a do obowiązku wykonawcy należy wykazanie równoważności tych parametrów.

Kraków, sierpień 2022 r.

Opracowała:
mgr inż. Elżbieta Kordeusz