

CENTRUM NAUKI „KOPERNIK”

Inwestor:

Miasto Stołeczne Warszawa, Plac Bankowy 3/5, 00-950 Warszawa

Adres inwestycji:

Warszawa, ul. Wybrzeże Kościuszkowskie
(część działek nr 1, 4, 5 w obrębie ewid. nr 5-04-04)

Architekt:

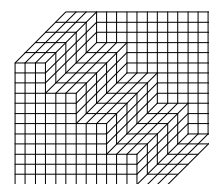
RAr-2 Laboratorium Architektury, Jan Kubec
ul. Kukuczki 2/9, 41-706 Ruda Śląska
ul. Strzody 2, 44-100 Gliwice
Tel./Fax: +48 (0)32 331 40 37

Konstrukcja:

Buro Happold Polska Sp. z o.o.
ul. Dubois 5a, 00-184 Warszawa
Biuro Projektów

Tel: +48 (0)22 860 18 50

Fax: +48 (0)22 860 18 55



Buro Happold

Instalacje:

Air Project Sp. z o.o.
ul. Grunwaldzka 175, 43-600 Jaworzno
tel. 48 32 6080476
fax 48 32 6080477
airproject@wp.pl

**FAZA:****PROJEKT WYKONAWCZY**

Opis przedmiotu zamówienia wg kodu CPV :
usługa projektowania architektonicznego - kod 74222000-1.

Data opracowania:

Ruda Śląska, Maj 2007

MASZYNOWNIA WODY LODOWEJ

PROJEKT WYKONAWCZY

Obiekt budowlany: **Centrum Nauki „Kopernik”
na działkach : 5-04-04**

Inwestor: **Miasto Stołeczne Warszawa,
Plac bankowy 3/5, 00-950 Warszawa**

Jednostka projektowania: **Rar2-Laboratorium Architektury Jan Kubec**

Generalny Projektant: **arch. Jan Kubec**

Faza: **PROJEKT WYKONAWCZY**

MASZYNOWNIA WODY LODOWEJ

Projektant branżowy:



AIR PROJECT Sp. z o.o.
ul. Grunwaldzka 175,
43-600 Jaworzno
tel. 48 32 6080476
fax 48 32 6080477
biuro@airproject.com.pl

Kierownik projektu:

mgr inż. Paweł Nowak

Projektanci:

mgr inż. Janusz Piechowicz

Uprawnienia
budowlane
444/02

Wpis do Izby

SLK/IS/8815/03

mgr inż. Piotr Henc

Sprawdzający:


mgr inż. Wojciech Ciepliński

Uprawnienia
budowlane

Wpis do Izby



450/02

SLK/IS/8816/03


		OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
			0165/2007	S-SWC	P-W	01.01
			N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa					
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”					
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej					

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1	PODSTAWA I PRZEDMIOT OPRACOWANIA	5
2	WYMAGANIA OGÓLNE	6
3	INSTALACJA WODY LODOWEJ	6
3.1	ZAKRES OPRACOWANIA	6
3.2	ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE DLA INSTALACJI WODY LODOWEJ	7
3.3	OPIS ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNEGO INSTALACJI	7
3.4	UKŁAD PIERWOTNY INSTALACJI WODY LODOWEJ	8
3.5	UKŁAD WTÓRNY INSTALACJI WODY LODOWEJ	8
3.6	ROZWIĄZANIE INSTALACJI WODY LODOWEJ	9
3.6.1	<i>Sposób zasilania budynku</i>	<i>9</i>
3.6.2	<i>Przewody rozdzielcze</i>	<i>9</i>
3.6.3	<i>Sterowanie i AKPiA</i>	<i>9</i>
3.6.4	<i>Odpowietrzenie instalacji</i>	<i>10</i>
3.7	PRÓBA INSTALACJI	10
3.8	ZABEZPIECZENIE PRZECIWKOROZYJNE	11
3.9	IZOLACJA TERMICZNA	11
3.10	WYTYCZNE BRANŻOWE	12
3.10.1	<i>Wytyczne budowlane</i>	<i>12</i>
3.10.2	<i>Wytyczne wod kan</i>	<i>12</i>
3.10.3	<i>Wytyczne AKPiA</i>	<i>12</i>
3.10.4	<i>Wytyczne elektryczne</i>	<i>13</i>
3.11	WYTYCZNE EKSPLOATACJI	13
3.12	ZABEZPIECZENIE P. POŻAROWE	14
3.13	ZAGADNIENIA BHP	14
3.14	INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA	14
3.15	UWAGI KOŃCOWE	15
4	OBLICZENIA WODA LODOWA	15
4.1	OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA CHŁODU	15
4.2	OBLICZENIA HYDRAULICZNE DLA INSTALACJI OBIEGU GLIKOLU	16
4.2.1	<i>Wyniki obliczeń dla instalacji roztworu glikolu</i>	<i>16</i>
4.2.2	<i>Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla wymiennika po stronie instalacji glikolu</i>	<i>16</i>
4.2.3	<i>Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla agregatu wody lodowej po stronie instalacji glikolu</i>	<i>17</i>
4.2.4	<i>Dobór wymiennika płytowego</i>	<i>18</i>
4.2.5	<i>Obliczenie naczynia wzbiorczego przeponowego</i>	<i>18</i>
4.2.6	<i>Dobór pompy obiegowej</i>	<i>18</i>
4.3	OBLICZENIA HYDRAULICZNE DLA INSTALACJI OBIEGU WODY LODOWEJ	19
4.3.1	<i>Wyniki obliczeń dla instalacji wody lodowej</i>	<i>19</i>
4.3.2	<i>Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla agregatu po stronie instalacji wody lodowej</i>	<i>19</i>
4.3.3	<i>Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla wymiennika po stronie instalacji wody lodowej</i>	<i>19</i>
4.3.4	<i>Obliczenie naczynia wzbiorczego przeponowego</i>	<i>20</i>
4.3.5	<i>Dobór pompy obiegowej ładującej instalacji wody lodowej</i>	<i>21</i>
4.3.6	<i>Dobór pomp obiegowych dla instalacji wody lodowej</i>	<i>21</i>
4.4	DOBÓR URZĄDZEŃ CHŁODNICZYCH	21
4.4.1	<i>Agregat wody lodowej szt.2</i>	<i>21</i>
4.4.2	<i>Chłodnie roztworu glikolu szt. 3</i>	<i>21</i>
5	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW MASZYNOWNIA WODY LODOWEJ	23

 	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-SWC	P-W	01.01
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

6	RYSUNKI.....	25
----------	---------------------	-----------


		OPIS TECHNICZNY				NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
						0165/2007	S-WL	P-W	01.02
						N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:		Miasto Stołeczne Warszawa							
ZADANIE INWEST.		Centrum Nauki „Kopernik”							
CZĘŚĆ.:		Maszynownia wody lodowej							

1 PODSTAWA I PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy maszynowni wody lodowej dla Centrum Nauki Kopernik w Warszawie.

Podstawa niniejszego opracowania są:

- Podkłady architektoniczne oraz wytyczne Rar2-Laboratorium Architektury Jan Kubec
- Uzgodnienia międzybranżowe
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz.690)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126)
- Wytyczne UDT. WUDT-UC-WO-A/01:10.2003
- PN-76/B-03420 – Temperatuty obliczeniowe powietrza zewnętrznego
- PN-B-02423:1999 Ciepłownictwo. Węzły ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze.
- Ochrona cieplna budynków (Dz. U. Nr 15, 1995)
- PN-EN ISO 12831:2006 Instalacje grzewcze w budynkach - Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego
- PN-82/B-02402 Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach
- PN-76/B-03420 Temperatuty obliczeniowe powietrza zewnętrznego
- PN-83/B-03430 Wentylacja w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej
- PN-74/B-03431 Wentylacja mechaniczna w budownictwie – wymagania
- PN-88/B-03433 Instalacje wentylacji mechanicznej wywiewnej w budownictwie
- PN-74/B-10440 Wentylacja mechaniczna - urządzenia wentylacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze
- PN – 90/B-01421 Ciepłownictwo. Terminologia.
- PN – 91–B-02414:1999 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczenie ogrzewań wodnych systemu zamkniętego z naczyniami wzbiorczymi przeponowymi. Wymagania
- PN – 91/B–02419 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Zabezpieczania instalacji ogrzewań wodnych i wodnych zamkniętych systemów ciepłowniczych. Badania
- PN – B – 02421: 2000 Ogrzewnictwo i ciepłownictwo. Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń. Wymagania i badania przy odbiorze
- PN – C – 04601: 1985 Woda do celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych
- PN – C – 04607: 1993 Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania jakości wody
- PN – 89/H-02650 Armatura i rurociągi. Ciśnienia i temperatury
- PN – 80/H – 74219 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco ogólnego zastosowania
- PN – 70/H – 97051 Ochrona przed korozją. Przygotowanie powierzchni stali, staliwa i żeliwa do malowania. Ogólne wytyczne

 <div>IR ROJECT</div>		OPIS TECHNICZNY				NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
						0165/2007	S-WL	P-W	01.02
						N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:		Miasto Stołeczne Warszawa							
ZADANIE INWEST.		Centrum Nauki „Kopernik”							
CZĘŚĆ.:		Maszynownia wody lodowej							

- PN – 71/H – 97053 Ochrona przed korozją. Malowanie konstrukcji stalowych. Ogólne wytyczna
- PN – 79/H – 97070 Ochrona przed korozją. Pokrycia lakierowe. Wytyczne ogólne
- PN – ISO 7-1: 1995 Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością uzyskiwaną na gwincie. Wymiary, tolerancje i oznaczenia
- PN – ISO 228-1: 1995 Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością nie uzyskiwaną na gwincie. Wymiary, tolerancje i oznaczenia

Inwestor: Miasto Stołeczne Warszawa,
Plac bankowy 3/5, 00-950 Warszawa
Obiekt: Centrum Nauki Kopernik w Warszawie

2 WYMAGANIA OGÓLNE


- a) Wszelkie instalacje należy wykonać zgodnie z:
 - Prawem Budowlanym;
 - „Warunkami Technicznymi Jakim Powinny Odpowiadać Budynki i Ich Usytuowanie”;
 - „Warunkami Technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano montażowych – tom II – Instalacje sanitarne i przemysłowe”;
 - Instrukcjami odnoszącymi się do poszczególnych instalacji;
 - Wytycznymi podanymi przez Inwestora;
 - Polskimi Normami oraz zgodnie ze sztuką budowlaną.
- b) Obowiązkiem wykonawców instalacji jest dostarczenie wymaganych, aktualnych atestów i dopuszczeń, oraz certyfikatów wszystkich zastosowanych materiałów i urządzeń. Wszystkie urządzenia oraz narzędzia muszą być oznaczone znakiem bezpieczeństwa. W przypadku urządzeń, które nie podlegają obowiązkowi zgłaszania do certyfikacji na znak bezpieczeństwa i oznaczenia tym znakiem, wykonawca jest zobowiązany dostarczyć odpowiednią deklarację dostawcy, mówiącą o zgodności tych wyrobów z normami wprowadzonymi do obowiązkowego stosowania oraz wymaganiami określonymi właściwymi przepisami.

3 INSTALACJA WODY LODOWEJ

3.1 Zakres opracowania

Projekt obejmuje opracowanie instalacji maszynowni wody lodowej dostarczającej chłodziwo dla całego obiektu, od miejsca włączenia agregatów wody lodowej poprzez wymienniki ciepła wraz z rozdzielaczami oraz instalację schładzania agregatów chłodniczych roztworem wody z glikolem etylenowym (stężenie 35%) w chłodnicach z adiabatycznym odparowaniem wody. Projekt instalacji wody lodowej stanowi odrębne opracowanie.

Maszynownię wody lodowej zlokalizowano w przyziemiu budynku. W obiekcie przewiduje się wykonanie instalacji klimatyzacji w oparciu o układ central wentylacyjnych grzewczo chłodzących współpracujących z klimakonwektorami wentylatorowymi podstropowymi, wolnostojącymi i kasetonowymi. Czynnikiem chłodniczym po stronie instalacji będzie woda lodowa o parametrach 7°/13°C doprowadzona do chłodnic central

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

wentylacyjnych i klimakonwektorów rurami stalowymi prowadzonymi ponad stropem w przestrzeni kratownicy. Przyjęto dwa agregaty wody lodowej o mocy chłodniczej 980 kW każdy, współczynnikiem COP =5,0 i mocy elektrycznej $N_E=193$ kW ze skraplaczami chłodzonymi roztworem wody z glikolem (35%) o parametrach 34°/40°C i sprężarkami śrubowymi. Czynnikiem chłodniczym w agregatach chłodniczych jest freon R134a. Po stronie pierwotnej ciepło z agregatów chłodniczych odprowadzane będzie poprzez roztwór wody z glikolem na zewnątrz budynku do chłodnic z adiabatywnym chłodzeniem. Chłodzenie roztworu glikolu odbywa się w trzech chłodniach z adiabatywnym odparowaniem wody o mocy chłodniczej 778 kW i mocy elektrycznej $N_E=11$ kW każda.

W maszynowni wody lodowej w okresach przejściowych przewidziano instalację freecoolingu, która przy temperaturze 0°C nie będzie wymagała pracy sprężarek agregatów wody lodowej. Rozwiązanie technologii odzysku chłodu oparto o wymienniki płytowe. Dobrano dwa wymienniki płytowe o mocy chłodniczej 545 kW każdy.

3.2 Założenia projektowe dla instalacji wody lodowej

Przewiduje się instalację wody lodowej wodno-pompową, dwururową. Chłodziwo dostarczane będzie z agregatu wody lodowej umiejscowionego w przyziemiu obiektu poprzez kolektory rozdzielcze. Instalację projektuje się z rur stalowych czarnych zgodnie z normą PN-H/74219.

Przewiduje się zabudowę czterech obiegów chłodniczych zaopatrujących instalację chłodnic w centralach wentylacyjnych i klimakonwektorach.

I	obieg chłodnicy centrali wentylacyjnej	C1
II	obieg chłodnicy centrali wentylacyjnej	C2
III	obieg klimakonwektorów	K1
IV	obieg klimakonwektorów	K2

3.3 Opis rozwiązania technologicznego instalacji


Układu produkcji wody lodowej składa się z :

- instalacji niskotemperaturowej dla potrzeb odzysku chłodu dla okresów przejściowych i zimy o parametrach 5°/11°C, stężenie glikolu etylenowego 35%
- instalacji wysokotemperaturowej dla potrzeb chłodzenia skraplaczy agregatów wody lodowej dla okresu lata o parametrach 34°/40°C, stężenie glikolu etylenowego 35%
- instalacji wysokotemperaturowej dla potrzeb instalacji klimatyzacji 7°/13°C, woda lodowa
- urządzenia do transformacji ciepła – wymienniki płytowe,
- urządzeń pomiarowo-regulacyjnych, optymalizujących zużycie chłodu.

Układ zabezpieczający instalację stanowią:

- naczynie wzbiórcze przeponowe dla pierwotnego układu.
- zestaw stabilizacji ciśnienia dla układu wtórnego
- zawór bezpieczeństwa membranowy, zabezpieczający przed wzrostem ciśnienia w instalacji

Przyjęto, że w układzie pierwotnym utrzymywane będzie ciśnienie statyczne $p_a=0,1$ MPa a w układzie wtórnym $p_a=0,23$ MPa. Przepływ roztworu glikolu w obiegu pierwotnym realizowany

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

będzie przez cztery pompy obiegowe umieszczone na kolektorze powrotnym. Przepływ wody lodowej w obiegu wtórnym realizowany będzie poprzez cztery pompy ładujące. Dla obu przypadków przewiduje się pracę trzech pomp plus jedna rezerwa naprzemiennie. Dystrybucja wody lodowej dla poszczególnych obiegów odbywać się będzie za pomocą pomp obiegowych w układzie dwóch pomp praca i rezerwa naprzemiennie. W celu optymalizacji kosztów eksploatacyjnych wszystkie pompy wyposażono w urządzenia do bezstopniowej regulacji wydajności.

Ilość czynnika przesyłana ze stacji wymiennikowej do układu dochładzania sprężarki regulowana będzie w zależności od aktualnego zapotrzebowania poprzez zmianę parametrów temperatury i przepływu wody.

W projektowanej instalacji w najwyższych punktach instalacji oraz w przypadku wystąpienia dodatkowych załamań, nie przewidzianych w projekcie, należy zabudować automatyczne zawory odpowietrzające. W najniższych przewidzieć odwodnienia za pomocą spustów składających się ze złączki do węża i korka.

3.4 Układ pierwotny instalacji wody lodowej


Podstawowe elementy wchodzące w skład instalacji obiegu roztworu glikolu:

- chłodnie z adiabatycznym odparowaniem wody o mocy chłodniczej 778 kW każda
- agregaty sprężarkowe o mocy chłodniczej 980 każdy
- rurociągi wykonane z rur stalowych bez szwu wg. PN-80/H-74219, łączone przez spawanie
- pompy obiegowe
- układ automatyki
- zawory równoważące
- zawory regulacyjne dla układu wymienników płytowych
- armatury odcinająca stalowa, tj. zawory kulowe stalowe kołnierzowe, przepustnice stalowe kołnierzowe dobrane na ciśnienie 1,0 MPa i temp. pracy do 150°C oraz przystosowane do pracy z roztworami glikolu do 35 %.
- filtry siatkowe osadnikowe
- zawory zwrotne
- armatury odpowietrzająca i spustowa
- naczynie wzbiornicze N400
- zawory bezpieczeństwa 1915 2" (zabezpieczenie instalacji)

3.5 Układ wtórny instalacji wody lodowej

Podstawowe elementy wchodzące w skład instalacji obiegu wody lodowej:

- agregaty sprężarkowe o mocy chłodniczej 980 każdy
- rurociągi wykonane z rur stalowych bez szwu wg. PN-80/H-74219, łączone przez spawanie
- pompy obiegowe
- układ automatyki
- zawory równoważące
- armatury odcinająca stalowa, tj. zawory kulowe stalowe kołnierzowe, przepustnice stalowe kołnierzowe dobrane na ciśnienie 1,0 MPa i temp. pracy do 150°C
- armatury odpowietrzająca i spustowa
- zawory zwrotne

		OPIS TECHNICZNY		NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
				0165/2007	S-WL	P-W	01.02
				N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa						
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”						
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej						

- układ stabilizujący ciśnienie wraz z automatycznym uzupełnianiem zładu
- sprzęgło hydrauliczne wraz z funkcją odpowietrzania instalacji o max. przepływie 320 m³/h
- separator powietrza DN 300
- zawory bezpieczeństwa 1915 2" (zabezpieczenie instalacji)

3.6 Rozwiązanie instalacji wody lodowej

3.6.1 Sposób zasilania budynku

- Agregat wody lodowej
- Parametry czynnika: woda 7°/13°C
- Strefa klimatyczna: 3
- Czas pracy instalacji: okresowo
- Obliczeniowa temperatura zewnętrzna: $t_e = 30^\circ\text{C}$
- Obliczeniowa temperatura wewnętrzna: wg Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690).
- Współczynniki przenikania ciepła dla przegród budowlanych: wg PN-EN ISO 6946
Elementy budowlane i części budynku - Opór cieplny i współczynniki przenikania ciepła.
Sposób obliczeń.
- System chłodzenia: dwururowy, pompowy

3.6.2 Przewody rozdzielcze

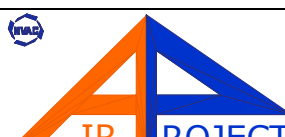
Przewody instalacji projektuje się z rur stalowych czarnych według PN-H/74219. W najwyższych punktach przewidziano odpowietrzenie za pomocą automatycznych odpowietrzników, a w najniższych punktach odwodnienie za pomocą spustów składających się ze złączki do węża i korka. Instalację należy prowadzić ze spadkiem 0,3% w kierunku źródła chłodu.

Przejścia przez ściany i stropy oddzielenia pożarowego należy zabezpieczyć tulejami ochronnymi wypełnionymi materiałem plastycznym. Przewody należy zaizolować cieplnie otuliną zimnochronną.

3.6.3 Sterowanie i AKPiA

Dla wskazanego rozwiązania przewiduje się zastosowanie układu chłodniczego opartego o agregaty sprężarkowe na wspólnym kolektorze pracujące ze zmiennym przepływem czynnika chłodniczego po stronie zasilania i ze zmiennym przepływem po stronie odbiorowej. Dzięki temu strona pierwotna układu będzie wytwarzać dokładnie tyle chłodu ile będzie zapotrzebowania po stronie instalacji. Pompa na układzie odbiorowym będzie pracowała w zależności od różnicy ciśnień na instalacji chłodu.

Ze względu na zastosowanie ekonomicznego rozwiązania dopasowania układu zasilania do układu odbiorczego fancoile i chłodnice central wentylacyjnych muszą być wyposażone w regulatory przepływu wraz z stabilizacją ciśnienia.

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

Każdy fan-coil powinien być wyposażony w indywidualny, wbudowany sterownik z aplikacją przewidzianą dla tego typu urządzenia zapewniając pracę zarówno w trybie indywidualnym jak i narzuconym przez BMS. Dla umożliwienia włączenia w sieć BMS typu otwartego sterownik musi być wyposażony w interface LON oraz pracować standardzie LonMark – profil SCC 85.00.

Dla zapewnienia wysokiego komfortu i jakości regulacji sterownik powinien umożliwić pomiar temperatury powietrza nawiewanego w celu ograniczenia temperatury nawiewu oraz realizacji regulacji kaskadowej zarówno w trybie grzania i chłodzenia. Wartość zadana pomieszczenia powinna być zadawana lokalnie z nastawnika, z BMS poprzez magistralę lub domyślna sterownika.

Wentylator powinien być wielobiegowy, przełączany automatycznie, ręcznie bądź sygnałem z BMS. W czasie pracy automatycznej sterowanie wentylatorem powinno być zablokowane z pracą zaworu w sposób zapewniający maksymalny komfort i jednocześnie minimalny hałas: wentylator standardowo pracuje na pierwszym biegu. Odchyłka temperatury w pomieszczeniu powoduje otwieranie zaworu. Dopiero gdy zawór otworzy się na 100% i konieczne jest dalsze grzanie lub chłodzenie to wentylator przełącza się na drugi bieg. Następnie zawór pracuje w granicach 0-100%. Gdy potrzebne jest dalsze grzanie lub chłodzenie to wentylator przełącza na trzeci bieg a zawór pracuje znowu w zakresie 0-100%.

Włączenie fan-coil po podaniu zasilania powinno następować po pewnym czasie, losowo określanym przez sterownik, dla uniknięcia nadmiernego obciążenia instalacji elektrycznej.

Sterownik swobodnie programowalny powinien zapewnić realizację wszystkich wymaganych algorytmów spotykanych w dziedzinie wentylacji, klimatyzacji, ogrzewania i chłodzenia. Dla umożliwienia włączenia w sieć BMS typu otwartego sterownik musi być wyposażony w interface LON z protokołem LonTalk. Dla realizacji złożonych algorytmów instalacji sterownik powinien być typu wielozadaniowego umożliwiając jednoczesną realizację kilku procesów na raz. Musi mieć możliwość podłączenia dodatkowych wejść-wyjść dla objęcia jednym sterownikiem złożonej instalacji. Przetworniki A/D i D/A powinny być co najmniej 12 bitowe. Program działania sterownika powinien być ładowany do nieulotnej pamięci. Sterownik powinien być wyposażony lub mieć możliwość podłączenia na stałe operatorskiego panelu dotykowego.


Wszystkie klimakonwektory wentylatorowe oraz chłodnice central będą wyposażone w regulatory i zawory regulacyjne dwudrogowe z siłownikami. Agregaty chłodnicze wraz z chłodniami roztworu glikolu będą wyposażone w odpowiedni sterownik i pełną automatykę. Dodatkowo przewiduje się zabudowę zaworów równoważących.

3.6.4 Odpowietrzenie instalacji

W najwyższych punktach instalacji przewidziano odpowietrzenia zgodnie z normą PN-91/B-02420.

W projektowanej instalacji przewiduje się zabudowę odpowietrzników automatycznych w najwyższych punktach instalacji. Rolę centralnego odpowietrzania po stronie instalacji wody lodowej będzie spełniał separator powietrza DN 300.

3.7 Próba instalacji

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

Próby ciśnieniowe przeprowadzić na zimno (układ zalany zimną wodą) wykonując próbę szczelności instalacji na ciśnienie 0,9 MPa

Z uwagi na wrażliwość armatury na wszelkie, nawet minimalne, zanieczyszczenia mechaniczne, instalację przed próbami dokładnie przepłukać wodą z instalacji wodociągowej.

Instalację należy uznać za szczelną przy utrzymaniu ciśnienia 0,9 MPa przez około 30 min. na jednakowym poziomie. Po uzyskaniu pozytywnych wyników instalację poddać próbom na gorąco przy normalnych parametrach pracy. W czasie próby szczelności instalacji połączonej z płukaniem zładu wszystkie zawory grzejnikowe muszą znajdować się w stanie całkowitego otwarcia.

Z przeprowadzonych prób szczelności instalacji wykonawca zobowiązany jest sporządzić protokół. Przed rozpoczęciem rozruchu i podjęciem próby działania instalacji należy we wszystkich zaworach z wstępną regulacją ustawić elementy dławiące w położeniach określonych w projekcie w sposób podany przez producenta.

3.8 Zabezpieczenie przeciwkorozyjne

Wszelkie części stalowe pomalować farbą ochronną. Pierwsze malowanie rurociągów przeprowadzić przed montażem zabezpieczając je przed korozją na czas składowania. Kolejne malowanie rurociągów wykonać po przeprowadzeniu montażu i wykonaniu prób szczelnościowych. Malowanie konstrukcji stalowych (poza rozwiązaniami systemowymi), jak podwieszenia i podparcia, wykonać farbą podkładową do gruntowania (np. CEKOR-R) przed montażem, malowanie powierzchniowe po montażu. Powierzchnie pod malowanie powinny być odtłuszczone, suche i oczyszczone ręcznie szczotkami. Szczególną uwagę należy zwrócić na dokładne oczyszczenie szwów spawalniczych, ostrych krawędzi, złącz i miejsc trudno dostępnych. Powierzchnia przeznaczona do malowania powinna być pozbawiona smarów, olejów, soli, kurzu, pyłu i innych zanieczyszczeń. Do odtłuszczenia powierzchni stalowych można zastosować ksylen, benzynę lakową lub stosowany do rozcieńczania wyrobów lakierniczych rozpuszczalnik. Konstrukcje stalowe malować farbą podkładową (np. CEKOR-R), a następnie emalią ftalową lub inną nawierzchniową stosowaną do metali. Rurociągi stalowe dwukrotnie malować farbą podkładową (np. CEKOR-R), do malowania nawierzchniowego a następnie dwukrotne malowanie emalią ftalową ogólnego stosowania w odpowiednim kolorze.


Malowanie rurociągów wymienionymi farbami przeprowadzić według instrukcji producentów. Temperatura w czasie malowania nie może być niższa niż +5°C, a powierzchnia malowana nie może mieć temperatury wyższej niż +40°C. Warstwa farby powinna być równa, gładka i bez zacieków.

3.9 Izolacja termiczna

Zwraca się uwagę, że przystąpienie do robót izolacyjnych warunkuje pozytywna próba hydrauliczna instalacji.

Rury stalowe wraz z armaturą i urządzeniami na instalacji izolować cieplnie otuliną o grubości podanej w tabeli. Dla izolacji zimnochronnej współczynnik odporności na dyfuzję pary wodnej $\mu > 10000$. Obejmy dla rurociągów izolować za pomocą kołnierzy izolacyjnych do wody lodowej. Dla armatury należy przewidzieć wyprofilowane izolacyjne kształtki.

Otulina g=32 mm do rury DN 350, 300, 200, 150, 125, 100 (role samoprzylepne o grubości
--

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

32 mm)

Otulina g=25 mm do rury DN80, 65, 50, 40, 32

Otulina g=20 mm do rury DN25

W celu wytłumienia hałasu agregatu wody lodowej należy wykonać izolację z wełny mineralnej min 5cm na przewodzie ssącym z parownika do kompresora oraz przewodzie tłocznym z kompresora.

W necie dla chłodni glikolu na rurociągach należy przewidzieć płaszcz z blachy ocynkowanej.

3.10 Wytyczne branżowe

3.10.1 Wytyczne budowlane

- wykonać przejścia i przebicia w przegrodach budowlanych
- wykonać konstrukcje wsporcze pod agregaty wody lodowej
- wykonać konstrukcje wsporcze pod chłodnie obiegu glikolu
- wykonanie ścian i stropu pomieszczenia z materiałów niepalnych, gładko otynkowanych, pomalowanych na jasny kolor, umożliwiających umocowanie w nich podpór pod rury i urządzenia
- wykonanie izolacji dźwiękochłonnej całego pomieszczenia maszynowni zgodnie z wytycznymi akustyka oraz izolacji ścian w necie chłodni obiegu glikolu
- wykonanie podłogi w pomieszczeniu gładkiej, niepalnej, wytrzymałej na uderzenia mechaniczne, ze spadkiem min. 1% w kierunku wpustu podłogowego
- wykonanie wpustów podłogowych.


3.10.2 Wytyczne wod kan

- wszystkie odpływy z urządzeń maszynowni odprowadzić przez wyprofilowanie posadzki do wpustu podłogowego.
- należy przewidzieć zawór czerpialny ze złączką do węża
- maksymalne zużycie wody w trybie adiabatycznym dla pojedynczej chłodni glikolu wynosi 36 l/min bez dodatkowego procesu uzdatniania
- w pomieszczeniu należy przewidzieć studzienkę kanalizacyjną bezodpływową Ø1000 o głębokości 1 m na roztwór glikolu oraz pompę przenośną o wydajności $V=6\text{m}^3/\text{h}$ i $dp=70\text{ kPa}$

3.10.3 Wytyczne AKPiA

Rozwiązania powinny uwzględniać **w zakresie AKPiA:**

- pomiary ciśnienia i temperatury w punktach charakterystycznych,
- automatyczna regulacja temperatury dla obiegu wody lodowej oraz obiegu glikolu
- sygnalizację pracy i stanów awaryjnych urządzeń:
 - zabezpieczenie przeciwporażeniowe różnicowo-prądowe

		OPIS TECHNICZNY		NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
				0165/2007	S-WL	P-W	01.02
				N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa						
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”						
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej						

- działanie z różnymi układami podłączenia hydraulicznego agregatów
- rozdzielone hydraulicznie obiegi produkcji i dystrybucji wody lodowej
- agregaty połączone równolegle ze wspólnym zestawem pomp
- algorytm zmiany wartości zadanej temperatury wody lodowej w zależności od obciążenia chłodniczego
- dodawanie agregatów na podstawie:
 - wartości zadanej temperatury wody lodowej
 - wartości temperatury zasilania wody lodowej
 - odejmowanie agregatów na podstawie analizy temperatur zasilania i powrotu wody lodowej lub pomiarze przepływu przez by-pass
- rotacja agregatów gwarantująca równomierny czas pracy poszczególnych urządzeń, istnieje możliwość wyboru ręcznej lub automatycznej rotacji. Możliwe są następujące warianty:
 - ostatni załączony – pierwszy wyłączony: dla agregatu szczytowego
 - pierwszy załączony – ostatni wyłączony: dla agregatu podstawowego
 - zmienna rotacja: dla agregatów o nierównych mocach
- odzyskiwanie aktualnej mocy chłodniczej poprzez uruchamianie kolejnego agregatu natychmiast po awaryjnym odstawieniu któregoś z instalacji
- wyłączenie węzła chłodniczego w zależności od temperatury zewnętrznej
- płynne sterowanie wydajnością agregatów
- łagodny rozruch agregatów oparty na ograniczeniu wartości prądu
- zapewnienie wszystkich wymaganych opóźnień czasowych koniecznych dla prawidłowej pracy agregatów i instalacji
- możliwość dopisania własnych procedur dla realizacji specyficznych wymagań klienta


3.10.4 Wytyczne elektryczne

Należy doprowadzić energię elektryczną do następujących urządzeń:

- | | | |
|---|------------|-----------|
| - Agregat wody lodowej | - 193,0 kW | - 2 szt. |
| - Chłodnie roztworu glikolu | - 11,0 kW | - 3 szt. |
| - Pompy obiegu glikolu | - 18,5 kW | - 4 szt. |
| - Pompy ładujące instalacja wody lodowej | - 4,0 kW | - 4 szt. |
| - Pompa obiegu wentylacji PC1 | - 7,5 kW | - 1 szt. |
| - Pompa obiegu wentylacji PC2 | - 3,0 kW | - 1 szt. |
| - Pompa obiegu klimkonwek. PK1 | - 7,5,0 kW | - 1 szt. |
| - Pompa obiegu klimkonwek. PK2 | - 11,0 kW | - 1 szt. |
| - Przepustnice z siłownikiem elektrycznym 24V | | - 11 szt. |
| - Zawór z siłownikiem elektrycznym 24V | | - 1 szt. |
| - Zawór z siłownikiem elektrycznym 24V | | - 2 szt. |
| - Zespół stabilizacji ciśnienia | - 1,1 kW | - 1 szt. |
| - Przewidzieć podłączenie zasilania do kabli grzejnych zaworów i rurociągów zlokalizowanych w niecce chłodni roztworu glikolu o mocy 18W/mb | - 1,8 kW | - 1 szt. |

3.11 Wytyczne eksploatacji

- Wszystkie urządzenia należy konserwować i eksploatować zgodnie z instrukcjami obsługi dostarczonymi wraz z urządzeniami. Należy przestrzegać czystości wody.

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

- Do usuwania sygnalizowanych niesprawności oraz do przeprowadzenia okresowych przeglądów i remontów bieżących urządzeń należy wezwać uprawniony serwis.
- Nie opróżniać instalacji z mieszanki wody i glikolu etylenowego a w przypadkach koniecznych opróżniać tylko tę część instalacji, na której wykonuje się roboty remontowe i tylko na czas niezbędny do wykonania robót do zbiorników w maszynowni wody lodowej. Do wszelkich prac związanych z utylizacją i uzupełnieniem zładu roztworu glikolu należy wezwać uprawniony serwis. Napełnianie instalacji roztworem glikolu (agregat sprężarkowy-chłodnie glikolu) należy wykonywać w sposób określony w DTR urządzeń.
- W celu wydłużenia bezawaryjnego czasu pracy urządzeń oraz całej instalacji przewidziano urządzenia dozujące inhibitory korozji.
- Okresowo czyścić wkłady filtrów siatkowych, raz w miesiącu lub częściej w miarę potrzeb, szczególnie przy wzroście oporów przepływu.
- Kontrolować ciśnienie i temperaturę wody w instalacji.

3.12 Zabezpieczenie p. pożarowe

Pomieszczenie maszynowni oznakować zgodnie z PN:

- drogę wyjścia i kierunek ewakuacji
- miejsce usytuowania gaśnicy
- miejsce usytuowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu głównego

3.13 Zagadnienia BHP

Projektowana instalacja jest bezpieczna i nie stwarza zagrożenia dla otoczenia. Została zaprojektowana zgodnie z przepisami i normami BHP, P.POŻ, SAN – HIG. Pracownicy obsługi maszynowni wody lodowej powinni być przeszkoleni w zakresie:

- działania instalacji w maszynowni wody lodowej
- przepisów BHP i P.POŻ,

Rozruch, uruchomienie i eksploatacja urządzeń wraz z towarzyszącą instalacją powinny nastąpić po opracowaniu INSTRUKCJI OBSŁUGI i sprawdzeniu jej znajomości przez obsługę.

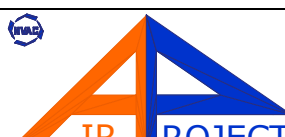
Po dokonaniu rozruchu sporządzić należy stosowne protokoły, które przedstawić należy przy odbiorze maszynowni wody lodowej.

Poszczególne urządzenia, a zwłaszcza agregaty wody lodowej, pompy oraz chłodnie obiegu glikolu winny być eksploatowane zgodnie z DTR.

3.14 Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Zakres Stosowanie do zapisów Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126) informuje się, że w trakcie prac montażowych przy realizacji instalacji maszynowni wody lodowej wystąpić mogą następujące rodzaje prac określone w § 6 ww Rozporządzenia:

1. Roboty, przy których wykonywaniu występuje ryzyko upadku z wysokości ponad 5,0 m,

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

W trakcie montażu elementów instalacji wody lodowej (kolektory, rurociągi) zlokalizowanych pod stropem pomieszczenia maszynowni, występować może niebezpieczeństwo upadku z wysokości ponad 5,0 m.

2. Roboty wykonywane przy użyciu dźwigów oraz roboty budowlane prowadzone przy montażu ciężkich elementów, których masa przekracza 1,0 t.

Podczas montażu urządzeń klimatyzacyjnych występować będą prace związane z koniecznością wykorzystania w ich trakcie urządzeń dźwigowych. Dotyczy to transportu, posadowienia i instalacji agregatów skraplających, pomp montowanych w pomieszczeniu maszynowni oraz chłodni obiegu glikolu montowanych na zewnątrz obiektu.

Przed przystąpieniem do wykonywania prac należy poinstruować pracowników o występujących niebezpieczeństwach związanych z rodzajem wykonywanych prac oraz o koniecznych środkach bezpieczeństwa, takich jak: stosowanie pasów bezpieczeństwa przy pracach na wysokości, usunięciu z obszaru wykonywania prac osób niezaangażowanych w realizację danego zakresu prac, sprawdzenia elementów wykorzystywanych do transportu ciężkich przedmiotów (jakość i naciąg pasów transportowych) unikania poruszania się pod elementami przemieszczanymi przy użyciu urządzeń dźwigowych.

3.15 Uwagi końcowe

Podczas wykonawstwa stosować się do przepisów zawartych w „Warunki techniczne wykonania i odbioru instalacji ogrzewczych”. Zeszyt 6. COBRTI – Instal, Warszawa, maj 2003 oraz w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 06.02.2003 W sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych, Dz. U. nr 47/2003, poz. 401.

Wszystkie materiały stosowane przy wykonywaniu instalacji winny posiadać właściwe atesty higieniczne, p.poż., bezpieczeństwa i dopuszczenia do stosowania w budownictwie.

Niezbędne do wykonania projektu analizy i obliczenia znajdują się w egzemplarzu archiwalnym projektu w firmie Air Project Sp. z o.o. w Jaworznie. Niniejszy projekt wykonano zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami. Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim – Ustawa z dnia 04.02.1997 (Dz. U. Nr 24 z dnia 23.02.2003).

Dokumentacja jest wykonana zgodnie z umową i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu służy.


4 O B L I C Z E N I A W O D A L O D O W A

4.1 Obliczenia zapotrzebowania chłodu.

Obliczenia zapotrzebowania chłodu dla poszczególnych pomieszczeń wykonano przy pomocy programu Klima-Plus firmy Fujitsu. Szczegóły i założenia do obliczeń i zbiorcze zestawienie pomieszczeń, w których występują jednostki klimakonwektorowe zestawiono w odrębnym opracowaniu (instalacja wentylacji i instalacja wody lodowej).

Założenia do obliczeń:

- temperatura zewnętrzna w okresie letnim: +30°C

		OPIS TECHNICZNY		NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
				0165/2007	S-WL	P-W	01.02
				N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa						
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”						
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej						

- ilość powietrza wentylacyjnego: 30m³/h na osobę
- wymagana temperatura w pomieszczeniu: +24°C
- współczynnik jednoczesności obciążenia chłodniczego dla klimatyzowanych pomieszczeń: 0,9

Nr Obiegu	Nazwa	Zapotrzebowanie chłodu [kW]
I	obieg chłodnic central wentylacyjnej C1	713,7 kW
II	obieg chłodnic central wentylacyjnej C2	351,6 kW
III	obieg klimakonwektorów K1	674,9 kW
IV	obieg klimakonwektorów K2	439,9 kW
	Razem	2180,1 kW

Nazwa	Zapotrzebowanie chłodu [kW]
obieg odzysku chłodu	1107,6 kW
Razem	1107,6 kW

Współczynnik jednoczesności zapotrzebowania mocy chłodniczej:

- dla agregatu wody lodowej $\eta=0,9$

Zapotrzebowanie mocy chłodniczej dla całego obiektu:

$$\Sigma Q = Q_{CH} \cdot \eta = 2180,1 \cdot 0,9 = 1962,0 \text{ KW}$$

4.2 Obliczenia hydrauliczne dla instalacji obiegu glikolu.

Obliczenia hydrauliczne instalacji obiegu wody lodowej i roztworu glikolu, wykonano za pomocą programu Instal Therm. v.4.5 z pakietu Instal-Soft. Regulacja hydrauliczna przy pomocy zaworów równoważących i dwudrogowych z siłownikami.

4.2.1 Wyniki obliczeń dla instalacji roztworu glikolu:


- przepływ obliczeniowy: $V = 366,0 \text{ m}^3/\text{h}$
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne: $\Delta p = 270,0 \text{ kPa}$
- pojemność zładu instalacji: $v = 12620,0 \text{ dm}^3$

4.2.2 Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla wymiennika po stronie instalacji glikolu

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$M = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \cdot \rho} \quad [\text{kg/h}],$$

- ρ – gęstość wody przy temperaturze $t = 11^\circ\text{C}$ 991,8 kg/m³
- t – maksymalna temperatura wysokich parametrów na wymienniku 11°C
- p_1 - ciśnienie zrzutowe na zaworze bezpieczeństwa 0,6 MPa

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

p_2 - ciśnienie odpływowe 0,0 MPa
 A – obliczeniowa powierzchnia przekroju kanału dopływowego mm²
 M – przepustowość zaworu bezpieczeństwa 159.698 kg/h
 α_c – współczynnik wypływu wynosi dla cieczy – 0,62

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Wymagana wewnętrzna średnica króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa

$$d = \sqrt{\frac{4 * M}{5,03 * \alpha_c * \sqrt{(P_1 - P_2)} * \rho}} * \frac{1}{\pi} = 51,71 \text{ mm}$$

Dla każdego wymiennika przyjęto do zamontowania dwa zawory bezpieczeństwa 1915 o średnicy przelotowej $d_0=42$ mm. Średnica króćca wlotowego zaworu 2".
 Nastawa zaworu $p=0,6$ MPa.

4.2.3 Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla agregatu wody lodowej po stronie instalacji glikolu

Zawór bezpieczeństwa zamontowany na agregacie wody lodowej o mocy $Q = 1150$ kW.
 Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa wg DT-UC-90 KW/04 wynosi:

$$M = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot \sqrt{(p_1 - p_2)} \cdot \rho \quad [\text{kg/h}],$$


ρ – gęstość wody przy temperaturze $t = 50^\circ\text{C}$ 988,0 kg/m³
 t – maksymalna temperatura wysokich parametrów na agregacie 50°C
 p_1 - ciśnienie zrzutowe na zaworze bezpieczeństwa 0,6 MPa
 p_2 - ciśnienie odpływowe 0,0 MPa
 A – obliczeniowa powierzchnia przekroju kanału dopływowego mm²
 M – przepustowość zaworu bezpieczeństwa 193.318 kg/h
 α_c – współczynnik wypływu wynosi dla cieczy – 0,62

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Wymagana wewnętrzna średnica króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa

$$d = \sqrt{\frac{4 * M}{5,03 * \alpha_c * \sqrt{(P_1 - P_2)} * \rho}} * \frac{1}{\pi} = 56,95 \text{ mm}$$

Dla każdego wymiennika przyjęto do zamontowania dwa zawory bezpieczeństwa 1915 o średnicy przelotowej $d_0=42$ mm. Średnica króćca wlotowego zaworu 2".
 Nastawa zaworu $p=0,6$ MPa.

		OPIS TECHNICZNY				NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
						0165/2007	S-WL	P-W	01.02
						N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:		Miasto Stołeczne Warszawa							
ZADANIE INWEST.		Centrum Nauki „Kopernik”							
CZĘŚĆ.:		Maszynownia wody lodowej							

4.2.4 Dobór wymiennika płytowego

Dobór wymiennika płytowego wraz z urządzeniami regulacyjnymi załączono w zestawieniu załączników.

4.2.5 Obliczenie naczynia wzbiorczego przeponowego

$$V_u = 1,1 \cdot V_{nst} \cdot \rho_1 \cdot \Delta v \text{ dm}^3$$

pojemność zładu	V_{nst}	12,6 m ³
gęstość wody o temp. 10°C	ρ_1	977,8 kg/m ³
przyrost objętości wody dla $t_m = 70^\circ\text{C}$	Δv	0,0224 dm ³ /kg

Pojemność użytkowa naczynia	V_u	303,5 dm ³
-----------------------------	-------	-----------------------

Obliczenie pojemności całkowitej naczynia wzbiorczego

$$V_c = V_u \frac{p_{\max} + 0,1}{p_{\max} - p_{st}} \text{ dm}^3$$

maksymalne obliczeniowe nadciśnienie w naczyniu podczas eksploatacji instalacji

$$P_{\max} = 0,6 \text{ MPa}$$

ciśnienie statyczne w miejscu przyłączenia naczynia wzbiorczego

$$P_{st} = 0,1 \text{ MPa}$$

Pojemność całkowita naczynia: $V_c = 450,0 \text{ dm}^3$

Po uwzględnieniu zawartości glikolu projektuje się naczynie przeponowe /na podstawie tabeli doboru i programu doboru/ N800 o pojemności całkowitej $V_c = 800 \text{ dm}^3$.

Obliczenie średnicy rury wzbiorczej, łączącej naczynie wzbiorcze przeponowe z układem.


$$d = 0,7 \sqrt{V_u} \text{ mm}$$

pojemność użytkowa	V_u	303,5 dm ³
średnica rury wzbiorczej	d	12,20 mm
Przyjęto średnicę rury wzbiorczej	d_n	25 mm

4.2.6 Dobór pompy obiegowej

Pompę obiegową dla obiegu instalacji glikolu dobrano przy pomocy programu. W celu optymalizacji kosztów eksploatacyjnych wszystkie pompy wyposażono w urządzenia do bezstopniowej regulacji wydajności.

Dobrano trzy pompy o wydatku $V = 122,0 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta p = 270,0 \text{ kPa}$ + jedna pompa rezerwowa pracująca naprzemiennie.

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

4.3 Obliczenia hydrauliczne dla instalacji obiegu wody lodowej.

4.3.1 Wyniki obliczeń dla instalacji wody lodowej:

- przepływ obliczeniowy:	$V = 270,0 \text{ m}^3/\text{h}$
- wymagane ciśnienie dyspozycyjne:	$\Delta p = 102,0 \text{ kPa}$
- pojemność zładu instalacji:	$v = 28309,0 \text{ dm}^3$

4.3.2 Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla agregatu po stronie instalacji wody lodowej

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$M = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \cdot \rho} \quad [\text{kg/h}],$$

ρ – gęstość wody przy temperaturze $t = 40^\circ\text{C}$	991,8 kg/m ³
t – maksymalna temperatura wysokich parametrów na wymienniku	40°C
p_1 - ciśnienie zrzutowe na zaworze bezpieczeństwa	0,6 MPa
p_2 - ciśnienie odpływowe	0,0 MPa
A – obliczeniowa powierzchnia przekroju kanału dopływowego	mm ²
M – przepustowość zaworu bezpieczeństwa	136.494 kg/h
α_c – współczynnik wypływu wynosi dla cieczy – 0,62	

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Wymagana wewnętrzna średnica króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{5,03 \cdot \alpha_c \cdot \sqrt{(P_1 - P_2)} \cdot \rho} \cdot \frac{1}{\pi}} = 47,71 \text{ mm}$$


Dla każdego urządzenia przyjęto do zamontowania dwa zawory bezpieczeństwa 1915 o średnicy przelotowej $d_0=42 \text{ mm}$. Średnica króćca wlotowego zaworu 2". Nastawa zaworu $p=0,6 \text{ MPa}$.

4.3.3 Obliczenie zaworu bezpieczeństwa dla wymiennika po stronie instalacji wody lodowej

Wymagana przepustowość zaworu bezpieczeństwa:

$$M = 5,03 \cdot \alpha_c \cdot A \cdot \sqrt{(p_1 - p_2) \cdot \rho} \quad [\text{kg/h}],$$

ρ – gęstość wody przy temperaturze $t = 40^\circ\text{C}$	991,8 kg/m ³
t – maksymalna temperatura wysokich parametrów na wymienniku	40°C
p_1 - ciśnienie zrzutowe na zaworze bezpieczeństwa	0,6 MPa
p_2 - ciśnienie odpływowe	0,0 MPa

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				

A – obliczeniowa powierzchnia przekroju kanału dopływowego mm²
 M – przepustowość zaworu bezpieczeństwa 78.304 kg/h
 α_c – współczynnik wypływu wynosi dla cieczy – 0,62

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Wymagana wewnętrzna średnica króćca dopływowego zaworu bezpieczeństwa

$$d = \sqrt{\frac{4 * M}{5,03 * \alpha_c * \sqrt{(P_1 - P_2)} * \rho}} * \frac{1}{\pi} = 36,21 \text{ mm}$$

Dla każdego wymiennika przyjęto do zamontowania zawór bezpieczeństwa 1915 o średnicy przelotowej $d_0=42$ mm. Średnica króćca wlotowego zaworu 2". Nastawa zaworu $p=0,6$ MPa.

4.3.4 Obliczenie naczynia zbiorczego przeponowego

$$V_u = 1,1 * V_{inst} * \rho_1 * \Delta v \text{ dm}^3$$

pojemność zładu	V_{inst}	28,3 m ³
gęstość wody o temp. 7°C	ρ_1	999,7 kg/m ³
przyrost objętości wody dla $t_m=40^\circ\text{C}$	Δv	0,0080 dm ³ /kg

Pojemność użytkowa naczynia	V_u	249,0 dm ³
-----------------------------	-------	-----------------------

Obliczenie pojemności całkowitej naczynia zbiorczego

$$V_c = V_u \frac{p_{\max} + 0,1}{p_{\max} - p_{st}} \text{ dm}^3$$

maksymalne obliczeniowe nadciśnienie w naczyniu podczas eksploatacji instalacji
 $p_{\max} = 0,6$ MPa

ciśnienie statyczne w miejscu przyłączenia naczynia zbiorczego
 $p_{st} = 0,23$ MPa

Pojemność całkowita naczynia: $V_c = 471$ dm³

Projektuje się zespół stabilizacji ciśnienia /na podstawie tabeli doboru i programu doboru/ z zbiornikiem N 400 – 1 szt. o pojemności całkowitej $V_c=400$ dm³ oraz zestaw przyłączeniowy do uzupełniania wody.

Obliczenie średnicy rury zbiorczej, łączącej naczynie zbiorcze przeponowe z układem.

$$d=0,7 \sqrt{V_u} \text{ mm}$$

pojemność użytkowa	Vu	249 dm ³
średnica rury wzbiorczej	d	11,5 mm
Przyjęto średnicę rury wzbiorczej	dn	25 mm

4.3.5 Dobór pompy obiegowej ładującej instalacji wody lodowej

Pompę obiegową dla obiegu instalacji wody lodowej dobrano przy pomocy programu. W celu optymalizacji kosztów eksploatacyjnych wszystkie pompy wyposażono w urządzenia do bezstopniowej regulacji wydajności.

Dobrano trzy pompy o wydatku $V=90,0 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta p = 100,0 \text{ kPa}$ + jedna pompa rezerwowa pracująca naprzemiennie.

4.3.6 Dobór pomp obiegowych dla instalacji wody lodowej

Pompę obiegową dla obiegu instalacji wody lodowej dobrano przy pomocy programu. W celu optymalizacji kosztów eksploatacyjnych wszystkie pompy wyposażono w urządzenia do bezstopniowej regulacji wydajności.


- Pompa obiegu wentylacji PC1
o wydajności 101,92 m³/h i wysokości podnoszenia 17,0 m
- Pompa obiegu wentylacji PC2
o wydajności 50,82 m³/h i wysokości podnoszenia 12,3 m
- Pompa obiegu klimkonwek. PK1
o wydajności 96,86 m³/h i wysokości podnoszenia 15,2 m
- Pompa obiegu klimkonwek. PK2
o wydajności 63,14 m³/h i wysokości podnoszenia 16,5 m

4.4 Dobór urządzeń chłodniczych.


4.4.1 Agregat wody lodowej szt.2

Wielkość fizyczna	Jedn. miary	
Wydajność chłodnicza max.	kW	1284
Wydajność chłodnicza dla warunków projektowych	kW	980
Zasilanie	V / Hz	400 / 50
Moc elektryczna	kW	193
Natężenie prądu	A	455
Ciśnienie akustyczne max	dB(A)	78
Wymiary (długość • szerokość • wysokość)	mm	3686*1600*1938
Masa	kg	7955

4.4.2 Chłodnie roztworu glikolu szt. 3

	OPIS TECHNICZNY	NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
		0165/2007	S-WL	P-W	01.02
		N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa				
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”				
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej				


Wielkość fizyczna	Jedn. miary	
Wydajność chłodnicza max.	kW	2335
Wydajność chłodnicza dla warunków projektowych	kW	778
Zasilanie	V / Hz	400 / 50
Moc elektryczna	kW	11
Natężenie prądu	A	5,74
Ciśnienie akustyczne max	dB(A)	89
Wymiary (długość • szerokość • wysokość)	mm	5817*2870*2664
Masa	kg	4466

		OPIS TECHNICZNY		NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
				0165/2007	S-WL	P-W	01.02
				N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:	Miasto Stołeczne Warszawa						
ZADANIE INWEST.	Centrum Nauki „Kopernik”						
CZĘŚĆ.:	Maszynownia wody lodowej						


5 ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW MASZYNOWNIA WODY LODOWEJ

Wszystkie dane techniczne umożliwiające zastosowanie urządzeń równoważnych ujęto w „Specyfikacji technicznej Maszynowni wody lodowej”.

Lp.	Wyszczególnienie	Jedn. miary	Ilość	Norma-Producent
1	2	3	4	5
1.	Agregat chłodniczy typ (z opcją cichej pracy) z kompletną automatyką i armaturą. Q=980 kW, COP=5,08	kpl.	2	-
2.	Chłodnie roztworu glikolu z kompletną automatyką. Q=778 kW każda	kpl.	3	-
3.	Kompaktowy węzeł wymiennikowy z wymiennikiem płytowym. Q=545 kW i izolacją.	kpl.	2	-
4.	Pompa V=122,0 m ³ /h; Δp = 270 kPa wraz z przetwornicą częstotliwości, N=18,5 kW 400V	kpl.	4	-
5.	Pompa V=90,0 m ³ /h; Δp = 100,0 kPa wraz z przetwornicą częstotliwości, N=4,0 kW, 400V	kpl.	4	-
6.	PC1 Pompa V=101,9 m ³ /h; Δp = 175 kPa wraz z przetwornicą częstotliwości, N=7,5 kW, 400V	kpl.	1	-
7.	PC2 Pompa V=50,8 m ³ /h; Δp = 123 kPa wraz z przetwornicą częstotliwości, N=7,5 kW, 400V	kpl.	1	-
8.	PK1 Pompa V=96,8 m ³ /h; Δp = 152 kPa wraz z przetwornicą częstotliwości, N=7,5 kW, 400V	kpl.	1	-
9.	PK2 Pompa V=63,1 m ³ /h; Δp = 165 kPa wraz z przetwornicą częstotliwości, N=5,5 kW, 400V	kpl.	1	-
10.	Naczynie wzbiorcze N800	kpl.	1	-
11.	Układ stabilizacji ciśnienia wraz z zestawem uzupełniającym i naczyniem N400, N=1,1 kW, 230V	kpl.	1	-
12.	Sprzęgło hydrauliczne wraz z możliwością odpowietrzania instalacji DN 400 V=320 m ³ /h	kpl.	1	-
13.	Separator powietrza DN 300 V=270 m ³ /h	kpl.	1	-
14.	Zawór regulacyjny wraz z siłownikiem 24V, kvs=145 m ³ /h	kpl.	2	-
14A.	Zawór regulacyjny wraz z siłownikiem 24V, kvs=320 m ³ /h	kpl.	1	-
15.	Przepustnice odcinające wraz z siłownikiem 24V DN 200	kpl.	10	-

		OPIS TECHNICZNY			
INWESTOR:		Miasto Stołeczne Warszawa			
ZADANIE INWEST.		Centrum Nauki „Kopernik”			
CZĘŚĆ:		Maszynownia wody lodowej			

16.	Przepustnice odcinające DN 200 wraz z siłownikiem siłownik elektr. on/off, 24V AC, 4 krańcówki, IP67, rezystancja grzejna	kpl.	5	-
17.	Przepustnice odcinające wraz z siłownikiem 24V DN 150	kpl.	4	-
18.	Zawory równoważące DN 200	kpl.	10	-
19.	Zawory równoważące DN 150	kpl.	5	-
20.	Zawory równoważące DN 125	kpl.	1	-
21.	Zawory zwrotne DN 200	kpl.	5	-
22.	Zawory zwrotne DN 150	kpl.	6	-
23.	Zawory zwrotne DN 125	kpl.	1	-
24.	Przepustnice odcinające DN 300	kpl.	2	-
25.	Przepustnice odcinające DN 250	kpl.	6	-
26.	Przepustnice odcinające DN 200	kpl.	23	-
27.	Przepustnice odcinające DN 150	kpl.	16	-
28.	Przepustnice odcinające DN 125	kpl.	3	-
29.	Filtr osadnikowy DN 200	kpl.	5	-
30.	Filtr osadnikowy DN 150	kpl.	6	-
31.	Filtr osadnikowy DN 125	kpl.	1	-
32.	Zawór bezpieczeństwa 1915 2	kpl.	12	-
33.	Rozdzielacz DN 350, Dz 355,6*8	kpl.	4	wykonanie warsztatowe
34.	Rozdzielacz DN 300, Dz 323,9*8,00	kpl.	8	wykonanie warsztatowe
35.	Rura stalowa bez szwu DN300 Dz 323,9*8,00	mb.	160	PN/H-74219
36.	Rura stalowa bez szwu DN250 Dz 273*7,10	mb.	70	PN/H-74219
37.	Rura stalowa bez szwu DN200 Dz 219,1*6,30	mb.	49	PN/H-74219
38.	Rura stalowa bez szwu DN150 Dz 159,0*4,50	mb.	28	PN/H-74219
39.	Rura stalowa bez szwu DN125 Dz 133,0*4,00	mb.	19	PN/H-74219
40.	Odpowietrznik automatyczny	kpl.	18	-
41.	Manometr M-100 R 0-1,0 MPa	szt.	26	-

		OPIS TECHNICZNY		NR	BRANŻA	FAZA	WERSJA
				0165/2007	S-WL	P-W	01.02
				N U M E R P R O J E K T U			
INWESTOR.:		Miasto Stołeczne Warszawa					
ZADANIE INWEST.		Centrum Nauki „Kopernik”					
CZĘŚĆ.:		Maszynownia wody lodowej					

42.	Termometr 0°-100°C	szt.	30	-
43.	Izolacja zimnochronna na rurociągi DN300	mb.	160	-
44.	Izolacja zimnochronna na rurociągi DN250	mb.	70	-
45.	Izolacja zimnochronna na rurociągi DN200	mb.	49	-
46.	Izolacja zimnochronna na rurociągi DN150	mb.	28	-
47.	Izolacja zimnochronna na rurociągi DN125	mb.	19	-
48.	Rura stalowa bez szwu DN500 - osłonowa Dz 508*11	mb.	9	PN/H-74244
49.	Kable grzejne wraz z kompletną automatyką sterującą	mb.	100	-
50.	Łączniki amortyzacyjne DN 200	szt.	20	-
51.	Łączniki amortyzacyjne DN 150	szt.	16	-
52.	Pompa dozująca wraz z zbiornikiem i licznikiem przepływu.	szt.	2	-

*Izolacje termiczne zgodnie z pkt. 4.9

6 RYSUNKI

Maszynownia wody lodowej – rzut maszynowni i niecki gl.
 Maszynownia wody lodowej – rzut przyziemia
 Maszynownia wody lodowej – przekrój A-A, B-B
 Maszynownia wody lodowej – przekrój C-C, D-D
 Maszynownia wody lodowej – przekrój E-E, H-H
 Maszynownia wody lodowej – przekrój F-F, G-G
 Maszynownia wody lodowej – schemat

– Rys. Nr MWL-B-1
 – Rys. Nr MWL-B-2
 – Rys. Nr MWL-B-3
 – Rys. Nr MWL-B-4
 – Rys. Nr MWL-B-5
 – Rys. Nr MWL-B-6
 – Rys. Nr MWL-B-7