



OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA – CZĘŚĆ II

1. Informacje ogólne

Przedmiotem zamówienia jest usługa serwisu i konserwacji instalacji chłodniczych na terenie Narodowego Centrum Badań Jądrowych - część nr 2 - wykonanie okresowej usługi serwisu i konserwacji instalacji chłodniczej wody lodowej oraz instalacji chłodzenia bezpośredniego „wody gorącej” (budynek 88).

2. Zakres przedmiotu zamówienia

Realizacja przedmiotu zamówienia obejmuje:

- a) Wykonanie okresowej usługi przeglądu serwisowego instalacji chłodniczej wody lodowej oraz instalacji chłodzenia bezpośredniego („wody gorącej”) w bud. 88 NCBJ (wykonanie dwóch przeglądów zimowych oraz dwóch przeglądów letnich w czasie trwania umowy)
- b) Udział i występowanie w imieniu Zamawiającego przynajmniej jednej osoby z uprawnieniami w kontroli instalacji chłodniczej wody lodowej przeprowadzanej przez inspektora Urzędu Dozoru Technicznego.
- c) Zapewnienie gotowości serwisowej. W ramach gotowości serwisowej wykonawca zapewni przyjęcie zgłoszenia, przyjechanie na obiekt, weryfikację problemu i ewentualną naprawę pod warunkiem, iż jest to wykonalne w trakcie jednej wizyty. Koszty pracy (wraz z dojazdem) będą rozliczane na podstawie ustalonej stawki godzinowej od momentu przyjazdu serwisu na obiekt do zakończenia prac zgodnie z zapisami umowy. Wymagany czas reakcji w przypadku awarii wynosi 2 dni robocze i jest liczony od momentu zgłoszenia do dokonania diagnostyki awarii lub usunięcia usterki,
- d) Przedstawienie Zamawiającemu odrębnej oferty na naprawę, która będzie obejmowała koszty części zamiennych oraz koszty robocizny w przypadku gdy naprawa wymaga dodatkowego nakładu czasu pracy lub zakupu części zamiennych.

3. Opis stanu istniejącego

3.1. Instalacja chłodnicza wody lodowej

3.1.1. Przeznaczenie instalacji chłodniczej wody lodowej

W ramach projektu CIŚ wybudowano serwerownię dla systemów komputerowych o dużej mocy obliczeniowej (HPC), wraz z instalacjami technicznymi umożliwiającymi nieprzerwaną pracę serwerowni w trybie automatycznym, bez ciągłej obsługi pracowników inżynierskich. Założono, że w pomieszczeniu serwerowni zostaną zainstalowane cztery rzędy szaf po 8 szaf w każdym rzędzie dla systemów komputerowych o dużej mocy obliczeniowej. Założono maksymalne wyposażenie (upakowanie) szaf serwerowych w systemy komputerowe HPC, co przy obecnie stosowanych technologiach komputerowych HPC chłodzonych powietrzem oznaczało umieszczenie w każdej szafie systemów komputerowych o maksymalnej mocy elektrycznej 50 kW. W przypadku systemów komputerowych HPC cała dostarczona moc elektryczna wydzielana jest w szafie serwerowej w postaci ciepła. Dla schłodzenia zimnym powietrzem takiej mocy cieplnej niezbędne było zastosowanie instalacji chłodzenia powietrzem szaf serwerowych, pracującej w obiegu zamkniętym. W tej technologii każda szafa serwerowa zablokowana jest z modułami chłodniczymi (wymyenniki woda - powietrze). Powietrze chłodzące krąży wewnątrz szafy i zablokowanych modułów chłodniczych, nie



mieszając się z powietrzem w pomieszczeniu serwerowni. Zimne powietrze, schłodzone w modułach chłodniczych, nawiewane jest w szafie na przednią powierzchnię systemów komputerowych HPC, skąd zasysane jest przez wentylatory tych systemów, chłodząc ich wnętrze, a następnie gorące powietrze z tylnej części szafy zasysane jest przez wentylatory modułów chłodniczych do powtórzonego schłodzenia. Dla zapewnienia skutecznego chłodzenia czterech rzędów szaf serwerowych po 8 szaf w rzędzie wybudowano w budynku serwerowni CIŚ instalację chłodniczą wody lodowej o docelowej mocy chłodniczej $4 \times 8 \times 50 \text{ kW} = 1\,600 \text{ kW}$. Z uwagi na konieczność zapewnienia nieprzerwanej pracy systemów komputerowych HPC wybudowana instalacja chłodnicza zapewnia odpowiednią odporność na awarię, zapewniając dostarczanie co najmniej połowy maksymalnej mocy chłodniczej w przypadku uszkodzenia każdego pojedynczego elementu instalacji. Natomiast dla najbardziej newralgicznych urządzeń w instalacji chłodniczej tj. dla pomp obiegowych, agregatów chłodniczych, czy modułów chłodniczych, zastosowano rozwiązania technologiczne, pozwalające na utrzymanie pełnej mocy instalacji chłodniczej nawet w przypadku całkowitego wyłączenia jednego z tych urządzeń. Dla zapewnienia takiego stopnia redundancji założono, że na dachu budynku serwerowni docelowo zostanie zainstalowany zespół pięciu agregatów chłodniczo-pompujących o mocy chłodniczej minimum 400 kW każdy, z czego cztery będą pracować równolegle jako jeden wspólny system chłodzący, a piąty stanowił będzie tzw. „gorącą rezerwę”, przy okresowej zmianie np. co jeden dzień agregatu stanowiącego gorącą rezerwę. Obecnie w instalacji chłodniczej wody lodowej w bud. 88 są zainstalowane trzy agregaty o mocy chłodniczej min. 400 kW, a z uwagi na sposób zagospodarowania pomieszczenia serwerowni: dwa rzędy szaf chłodzonych wodą lodową i jeden rząd (plus dwie szafy w innym rzędzie) chłodzonych wodą bezpośrednio (tzw. „wodą gorącą”).

3.1.2. Ogólna struktura instalacji chłodniczej wody lodowej

Obieg wewnętrzny

Obieg wewnętrzny pracuje z wykorzystaniem czystej, zdemineralizowanej wody jako czynnika roboczego. Obieg wewnętrzny stanowią dwa wymienniki ciepła WG.1 i WG.2 o mocy cieplnej 850 kW każdy (ich strona pierwotna), dwa układy po dwie pompy obiegowe obiegu wewnętrznego (wodne), moduły chłodnicze LCP zblokowane z szafami serwerowymi systemów HPC, wolnostojące moduły LCP, oraz łączące te urządzenia dwie niezależne instalacje rurociągowe z wyposażeniem. Woda lodowa schłodzona w wymiennikach ciepła (w obu obiegach) pompowana jest przez pompy obiegowe wodne do rurociągów magistralnych, zainstalowanych pod podłogą techniczną w pomieszczeniu serwerowni, skąd pobierana jest przez moduły chłodnicze LCP w ilości odpowiedniej do mocy chłodniczej każdego z modułów. W modułach chłodniczych woda nagrzewając się, odbiera ciepło od powietrza chłodzącego szafy, a dalej przepompowywana jest zwrótnie do wymienników ciepła w pomieszczeniu pompowni.

Obieg zewnętrzny

Obieg zewnętrzny pracuje z wykorzystaniem roztworu glikolu 35% o temperaturze zamarzania co najwyżej -20°C jako czynnikiem roboczym. Obieg zewnętrzny stanowią dwa wymienniki ciepła WG.1 i WG.2 o mocy cieplnej 850 kW każdy (ich strona wtórna), trzy pompy obiegowe obiegu zewnętrznego (glikolowe) pracujące w układzie 2 + 1, rozdzielacz hydrauliczny, trzy agregaty chłodnicze po min. 400 kW, oraz łącząca te urządzenia instalacja rurociągowa z wyposażeniem. Obieg zewnętrzny odpowiedzialny jest za odpowiednie schłodzenie czynnika chłodzącego. Ciepło wytworzone w serwerowni (obiegi wodne) przekazywane jest w wymiennikach ciepła do czynnika chłodzącego – roztworu glikolu, który przez pompy obiegowe pompowany jest na dach budynku do rozdzielacza hydraulicznego, a stamtąd do aktualnie pracujących agregatów chłodniczych. Agregaty chłodnicze chłodzą roztwór glikolu do żądanej temperatury i zimny glikol pompują do rozdzielacza hydraulicznego, skąd pompowany jest zwrótnie do wymienników ciepła w pomieszczeniu pompowni.

3.1.3. Szafy serwerowe systemów komputerowych HPC

Obecnie w pomieszczeniu serwerowni CIŚ zainstalowane zostały dwa rzędy (rząd I i rząd III) szaf serwerowych systemów komputerowych HPC, chłodzonych instalacją chłodniczą wody lodowej. Rząd



I szaf składa się z 8 szaf serwerowych, pomiędzy którymi, oraz na obu końcach rzędu, zostały umieszczone moduły chłodnicze LCP, w sumie 9 takich modułów. Rząd III szaf również składa się z 8 szaf serwerowych, pomiędzy którymi, oraz na obu końcach rzędu, zostały umieszczone moduły chłodnicze LCP, w sumie 9 takich modułów.

Wszystkie dostarczone szafy serwerowe w ilości 16 sztuk są jednego typu (produkcji firmy Rittal) i zostały dostarczone w zestawie z dopasowanymi do tych szaf modułami chłodniczymi LCP in-rack. Każda z szaf pozwala na montaż standardowego sprzętu 19", z użyteczną wysokością 42U, oraz użyteczną głębokością 1200 mm. Szafy zostały dołączone do okablowania elektroenergetycznego oraz okablowania dla transmisji danych.

Ponadto w serwerowni znajdują się 2 rzędy szaf dochładzane z użyciem instalacji wody lodowej za pomocą 5 wolnostojących wymienników LCP.

3.1.4. Obiegi wewnętrzne: wymienniki ciepła woda/glikol, pompy, instalacja rurociągową w serwerowni

Obiegi wodne W.1 i W.2

W celu zapewnienia odpowiedniej redundancji – odporności instalacji na awarie, w pomieszczeniu serwerowni wykonano całkowicie niezależne dwa obiegi wodne oznaczone jako W.1 i W.2, oraz dołączone do tych obiegów dwa naprzemienne, zestawy modułów chłodzących. Niezależność obu obiegów wodnych od siebie zapewniają bliźniacze wymienniki ciepła woda – glikol pomiędzy obiegami wodnymi o obiegiem glikolowym (zewnętrznym). Jeżeli jakiegokolwiek pojedyncze urządzenie, lub element instalacji obiegów wewnętrznych np. wymiennik ciepła woda – glikol, lub cały tor obiegu wodnego zasilania modułów chłodniczych z przynależnymi pompami obiegowymi, ulegnie awarii to drugi obieg wodny będzie w stanie, przy niżej wymienionych ograniczeniach, przejąć całkowitą kontrolę nad chłodzeniem systemów komputerowych w pomieszczeniu serwerowni. Awaryjne, które powodują wyłączenie całego toru zasilania modułów chłodniczych są skutkiem: braku możliwości pracy układu ze względu na uszkodzenie obu pomp obiegowych jednego obiegu wodnego W.1 lub W.2; poważnego wycieku czynnika (wody) z instalacji; lub uszkodzenia wymiennika ciepła glikol - woda. W przypadku wyłączenia z pracy jednego z wymienników ciepła, lub obiegów wodnych W.1 / W.2, w uszkodzonym obiegu wyłączane są pompy obiegowe i cały obieg wodny w obszarze serwerowni odcinany jest za pomocą szybkozamykających, automatycznych przepustnic z siłownikami. W przypadku, gdyby dostępna moc chłodnicza z jednego obiegu wodnego okazała się niewystarczająca, to w celu obniżenia emisji ciepła przez pracujące systemy komputerowe, zostanie zredukowana ich moc obliczeniową np. poprzez zmniejszenie taktowania ich zegarów wewnętrznych. W ten sposób zużycie energii elektrycznej spadnie do co najwyżej 30 kW na szafę serwerową.

Czynnikiem transportującym chłód w obiegach wodnych jest woda instalacyjna (zdemineralizowana) o parametrach nominalnych $t_z/t_p=18/24^{\circ}\text{C}$, a obecnych parametrach eksploatacyjnych instalacji chłodniczej $t_z/t_p=15/21^{\circ}\text{C}$.

Wymienniki ciepła woda-glikol

Wymiana ciepła pomiędzy obiegiem zewnętrznym (glikolowym) o parametrach temperaturowych nominalnych $t_z/t_p=15/21^{\circ}\text{C}$ i eksploatacyjnych $t_z/t_p=12/18^{\circ}\text{C}$, a obiegami wewnętrznymi (wodnymi) o parametrach temperaturowych nominalnych $t_z/t_p=18/24^{\circ}\text{C}$ i eksploatacyjnych $t_z/t_p=15/21^{\circ}\text{C}$, została zrealizowana poprzez wymienniki ciepła płytowe produkcji firmy Tranter typu GXD-051-L-5-N-115; $Q=850\text{ kW}$. Z uwagi na zdublowanie obiegów wewnętrznych niezbędne było zastosowanie dwóch takich wymienników ciepła, co sumarycznie daje łączną moc chłodniczą wymienników ciepła $2 \times 850\text{ kW} = 1700\text{ kW}$. Po stronie wewnętrznej (wodnej) wymienników ciepła nie zastosowano regulacji ilości chłodu dostarczanego do instalacji chłodniczej serwerowni. Regulację taką zastosowano po stronie obiegu zewnętrznego wymienników ciepła.

Układ pomp obiegowych obiegów wodnych

Przepływ czynnika chłodzącego w każdym z obiegów wewnętrznych (wodnych) zapewnia zestaw dwóch pomp ze zmiennym wydatkiem firmy WILO typ IL-E 100/160-18,5/2 o nominalnej mocy elektrycznej 18,5 kW, oraz o parametrach hydraulicznych: $Q=160 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=23 \text{ m.sł.w.}$ W sumie w obu obiegach wodnych zainstalowano cztery takie pompy. W każdym obiegu dwie pompy pracują w układzie praca+rezerwa (jedna pompa pracuje, druga stanowi „gorącą” rezerwę). Wszystkie pompy wyposażone są w falowniki, pozwalające na ograniczenie zużycia energii, oraz dostosowanie wydatku do rzeczywistych potrzeb chłodniczych odbiorników. Przed każdą z pomp zainstalowano filtr siatkowy, a za każdą z nich zawór zwrotny. Filtry i pompy obudowano ręcznymi klapami odcinającymi, które umożliwiają wymianę i czyszczenie filtra, oraz demontaż pompy przy minimalnym ubytku czynnika chłodzącego. W ten sposób zapewniono możliwość naprawy oraz serwisowania pomp i filtrów przy zachowaniu nieprzerwanej pracy każdego z obiegów wodnych (praca z wykorzystaniem drugiej pompy w układzie redundantnym). Pompy wyposażono fabrycznie w układ zabezpieczający przed suchobiegiem. Zamontowano również manometry po stronie ssawnej i po stronie tłoczącej każdej pompy, oraz przed filtrem siatkowym (sygnalizacja konieczności wyczyszczenia filtrów). Zastosowano również czujniki ciśnienia na kolektorach po stronie ssawnej i po stronie tłoczącej każdego zestawu pomp obiegowych, a także czujniki przepływu czynnika chłodzącego za pompami. Wszystkie sygnały z czujników ciśnienia i przepływu przekazywane są do nadrzędnego systemu automatyki i monitoringu BMS.

W celu zapewnienia minimalnego przepływu przez pompę, oraz ochronę modułów hydraulicznych przed nadmiernym wzrostem ciśnienia, wykonano by-passy zasilania i powrotu w każdym z obiegów wodnych, na których zainstalowano po jednym zaworze nadmiarowo-upustowym.

Moduły chłodnicze LCP szaf serwerowych

Do schłodzenia I i III rzędu szaf serwerowych w pomieszczeniu serwerowni zainstalowano po 9 modułów chłodzących Rittal: typu LCP CW PLUS 60 Rack model SK3311.260 w I rzędzie szaf i typu 55 CW Rack model SK3311.269 w III rzędzie szaf. Każdy moduł chłodniczy LCP cechuje użytkowa moc chłodnicza do 60kW (przy temperaturze zasilania wody 12°C). Każdy z modułów LCP wyposażony jest w sterowniki modułu i zawór regulacyjny 2-drogowy z siłownikiem, pozwalającym na precyzyjne kontrolowanie temperatury powietrza nawiewu i dostosowanie jej do lokalnych zysków ciepła wewnątrz szafy IT. Każdy moduł chłodzący LCP CW wyposażony jest w 6 jednostek wentylatorowych Rittal (3311.010) produkcji firmy EBM (EBMPAPST).

W pomieszczeniu serwerowni oba obiegi wodne (rurociągi magistralne o średnicy D_n200) zostały doprowadzone w pobliże każdego ze wszystkich czterech rzędów szaf serwerowych. Dla każdego rzędu szaf wykonano rurociągi przyłączeniowe dla modułów chłodzących LCP rurami stalowymi o średnicy D_n50 , wyposażonymi w zawór kulowy odcinający na zasilaniu i zawór równoważący na powrocie każdego modułu LCP, pozwalający na kontrolę oraz wyregulowanie hydrauliczne instalacji.

Dla rzędów nieparzystych szaf serwerowych (rząd I i rząd III szaf) przyłącza modułów chłodniczych LCP nr nr 1, 3, 5, 7 i 9 zostały wyprowadzone z rurociągów obiegu pierwszego. Natomiast z obiegu drugiego zostały wyprowadzone przyłącza dla modułów chłodniczych LCP nr nr 2, 4, 6 i 8.

Dla rzędów parzystych szaf serwerowych (rząd II i rząd IV szaf) z rurociągów obiegu pierwszego wyprowadzone zostały przyłącza dla modułów chłodniczych szaf o numerach 2, 4, 6 i 8, a z rurociągów obiegu drugiego przyłącza dla modułów chłodniczych szaf o numerach 1, 3, 5, 7 i 9.

Obecnie zainstalowane zostały rzędy I i III szaf serwerowych po 8 szaf serwerowych, zablokowanych z 9 modułami chłodzącymi LCP w rzędzie.

Rząd II szaf serwerowych został przeznaczony na systemy komputerowe chłodzone bezpośrednio (chłodzenie „wodą gorącą”). W rzędzie IV umieszczono szafy serwerowe pamięci masowych i systemów sieciowych, chłodzone powietrzem w sposób tradycyjny oraz 2 szafy rack systemów komputerowych chłodzonych bezpośrednio. W konsekwencji w rzędach II i IV zamiast modułów chłodzących Rittal LCP typu Rack, zablokowanych z szafami systemów komputerowych HPC, zainstalowano pojedyncze sztuki takich samych modułów chłodzących LCP typu Rittal 55 CW w

wykonaniu In-line model SK3311.560, w sposób tradycyjny zapewniających chłodzenie przestrzeni pomiędzy rzędami szaf z odpowiednią mocą chłodniczą. W sumie w przestrzeni pomieszczenia serwerowni zainstalowano pięć modułów chłodzących LCP in-line o nominalnej mocy chłodniczej 50 kW każdy: trzy moduły w rzędzie II szaf systemów komputerowych HPC i dwa takie moduły w IV rzędzie dla 2 szaf systemów komputerowych.

Do bezpośredniego dołączenia modułów chłodzących LCP do przyłączy rurociągów zastosowano atestowane gumowe węże ciśnieniowe o klasie ciśnienia roboczego min. 16 bar o długości ok. 0.5 m.

Rurociągi magistralne obiegów wodnych

Instalacja magistralna obiegów wodnych została wykonana z rur stalowych czarnych o średnicy Dn200 bez szwu, łączonych przez spawanie. Rury posiadają atest producenta i świadectwo odbioru przez Ośrodek Badania Jakości wyrobów Hutniczych „ZETOM”.

Rozprowadzenie rurociągów z rur stalowych wykonano: w obrębie pomieszczenia serwerowni w podłodze podniesionej; oraz nawierzchniowo w pozostałych pomieszczeniach. Ze względu na specyfikę obiektu i bardzo duże wymagania niezawodnościowe, zainstalowane rurociągi zabezpieczono antykorozyjnie, oraz wykonano badania każdego spawu metodą ultradźwiękową. Dodatkowo sprawdzono szczelność wykonanych rurociągów i instalacji wykonując próbę ciśnieniową wodną (próba wewnętrzna instalatora) o ciśnieniu min. 0,6 MPa, oraz próby ciśnieniowe gazowe w czasie 24 godzin.

Pod podłogą podniesioną zamontowano czujniki wycieku, pozwalające na jak najszybszą reakcję obsługi technicznej na każde rozszczelnienie się instalacji w pomieszczeniu serwerowni. Wszystkie przewody oraz armaturę zaizolowano termicznie i przeciw wykrapaniu się wilgoci otulinami ze spienionego kauczuku. Zastosowano izolację o grubości minimum 50 mm.

Sieć przewodów rozprowadzających wyposażona została w odpowiednią armaturę zaporową, regulacyjną, zwrotną, zabezpieczającą, odwadniającą i odpowietrzającą oraz pomiarową.

Przed wzrostem ciśnienia w rurociągach instalacja zabezpieczona została zaworami bezpieczeństwa, oraz naczyniami wzbiórczymi przeponowymi.

Jako armaturę odcinającą zastosowano dla średnic rurociągów do Dn50 (włącznie) zawory kulowe, a dla średnic powyżej Dn65 (włącznie) przepustnice międzykołnierzowe.

W najwyższych punktach instalacji zamontowano odpowietrzniki odcinane zaworami, służące odpowietrzeniu instalacji przy jej uruchamianiu, a w najniższych punktach instalacji zawory spustowe ze złączkami do węża. Zawory spustowe zostały zakorkowane.

Cała armatura posiada atesty i aprobaty do pracy w nadciśnieniu min. 10 bar, oraz w temperaturze min. 100°C.

Instalacja została wyposażona w urządzenia do odczytu ciśnienia i temperatury we wszystkich miejscach instalacji, koniecznych dla kontroli poprawności jej pracy i wydajności chłodniczej.

Po wykonaniu instalacji trwale ją oznaczono przy pomocy opasek z tabliczkami. W pomieszczeniach, w których prowadzone są instalacje chłodnicze, zamontowano na ścianach schematy instalacji z naniesionymi oznaczeniami.

Stacja uzdatniania wody wodociągowej

W celu uzdatnienia wody służącej do napełniania obiegu wewnętrznego, w pomieszczeniu 09 w piwnicy budynku, zainstalowano stację uzdatniania wody firmy North Star składającą się z:

- Filtra wstępnego NW – filtr siatkowy skośny.
- Stacji zmiękczenia – zbiornik solanki.

Stacja dozująca ProMinent – ConceptPlus

Stacja dozująca składa się z następujących elementów:

- inżektor wtryskowy do wody zimnej;
- przewód ciśnieniowy (tłoczny) - dozujący PE;



- przewód ssawny PVC
- sterowana elektronicznie pompa dozująca z panelem sterowania
- zbiornik na chemię
- lanca ssawna
- wodomierz

Na wejściu i wyjściu ze stacji uzdatniania wody zamontowano kurki probiercze wody surowej i wody uzdatnionej. Całą instalację rurociągów stacji uzdatniania wykonano z rur polipropylenowych, łączonych poprzez zgrzewanie. Jako armaturę odcinającą zastosowano zawory z tworzywa sztucznego.

3.1.5. Obieg zewnętrzny: wymienniki ciepła woda/glikol, pompy, magistrale rurociągowe i rozdzielacz hydrauliczny, agregaty chłodnicze.

Obieg glikolowy

W obiegu glikolowym odpowiedni stopień redundancji całej instalacji – odporności instalacji na awarie, uzyskano poprzez zastosowanie zwielokrotnionych elementów i urządzeń w instalacji. Zastosowano liczbę agregatów o redundancji $n + 1$ (obecnie 2 agregaty pracujące, trzeci jako „gorąca rezerwa”), tj. liczba agregatów chłodniczych jest o jeden większa niż zapotrzebowanie na maksymalną moc chłodniczą dla całej instalacji wody lodowej. Podobnie zastosowano również redundancję $n+1$ liczby pomp, pracujących jako jeden zespół pompowy (2 pompy pracujące, trzecia jako „gorąca rezerwa”), przy dwóch pompach wystarczających do zapewnienia przepływu odpowiedniego dla pełnej mocy 1,7 MW instalacji chłodniczej.

Wszystkie rurociągi magistralne pomiędzy wymiennikami ciepła woda-glikol a rozdzielaczem hydraulicznym na dachu budynku zostały zdwojone, co koresponduje z niezależnością obiegów wodnych i układem dwóch bliźniaczych wymienników ciepła woda-glikol. Jeżeli jakiegokolwiek pojedyncze urządzenie lub element instalacji obiegów zewnętrznych np. wymiennik ciepła woda-glikol, pompa, rurociąg czy agregat chłodniczy ulegną awarii, to pozostała część instalacji obiegu zewnętrznego będzie w stanie przejąć dostarczanie chłodu do obiegu wewnętrznego (czyli pomieszczenia serwerowni) w ilości wystarczającej dla niezakłóconej pracy wszystkich modułów LCP z pełną mocą chłodniczą.

Czynnikiem transportującym chłód w obiegu zewnętrznym jest 35 % roztwór glikolu etylenowego, oraz o temperaturowych parametrach pracy: nominalnych $t_z/t_p=15/21^{\circ}\text{C}$ i eksploatacyjnych w instalacji chłodniczej $t_z/t_p=12/18^{\circ}\text{C}$.

Pojemność obiegu zewnętrznego (glikolowego) instalacji chłodniczej wody lodowej wynosi ok. 15 000 dm^3 wg dokumentów dostawy (wartość projektowana wg dokumentacji projektowej to 22 000 dm^3).

Wymienniki ciepła woda-glikol

Wymiana ciepła pomiędzy obiegiem zewnętrznym (glikolowym) została zrealizowana poprzez dwa płytowe wymienniki ciepła typu GXD-051-L-5-N-115 o mocy cieplnej $Q=850$ kW każdy firmy Tranter. Po stronie pierwotnej tych wymienników przyłączone zostały rurociągi obiegu glikolowego, które na zasilaniu dostarczają chłód (glikol zimny) do instalacji chłodniczej serwerowni, odbierając ciepło z obiegów wodnych. Ilość dostarczanego chłodu regulowana jest wyłącznie po stronie obiegu glikolowego automatycznie sterowanymi zaworami trójdrogowymi, których zadaniem jest utrzymywanie stałej temperatury wody wypływającej z wymienników ciepła woda – glikol na zadanym poziomie – aktualnie na poziomie 15°C . Zadaniem zaworów trójdrogowych po stronie glikolowej wymiennika jest również niedopuszczenie do zamrożenia wymiennika. W przypadku spadku temperatury glikolu na zasilaniu wymienników ciepła poniżej 7°C zawory trójdrogowe są automatycznie zamykane i cała ilość zimnego glikolu kierowana jest rurociągami obejściowymi przed wymiennikami ciepła, nie przepływając przez płyty wymienników. Ciepła woda z obiegów wodnych, wypływająca z modułów LCP po nagrzaniu przez systemy komputerowe HPC, przepływa swobodnie przez wymienniki ciepła zabezpieczając je przed przechłodzeniem i przed zamrożeniem.



Układ pompowy obiegu zewnętrznego

Przepływ czynnika w obiegu pierwotnym (glikolowym) w układzie hydraulicznym rozdzielacz – wymienniki płytowe wymuszony jest za pomocą pomp ze zmiennym wydatkiem firmy WILO typ IL-E 100/145-11/2-R1S1 o parametrach: przepływ $Q=170 \text{ m}^3/\text{h}$, wysokość podnoszenia $H=16 \text{ m.sł.w.}$

Zastosowano 3 pompy obiegowe, pracujące w układzie praca-praca-rezerwa, z okresową (aktualnie co jeden dzień) wymianą pompy pozostającej w rezerwie. Wszystkie pompy są wyposażone w falowniki, pozwalające na ograniczenie zużycia energii, oraz dostosowanie wydajności do rzeczywistych potrzeb chłodniczych odbiorników. Pompy przetłaczają mieszaninę wody z glikolem do rozdzielacza hydraulicznego na dachu budynku, a stamtąd z powrotem do wymienników płytowych. Przed każdą z pomp zainstalowano filtr siatkowy, a za każdą z pomp zawór zwrotny. Filtry i pompy obudowano ręcznymi klapami odcinającymi, które umożliwiają wymianę i czyszczenie filtra, oraz demontaż pompy przy minimalnym ubytku czynnika chłodzącego. W ten sposób zapewniono możliwość naprawy i serwisowania pomp oraz filtrów przy zachowaniu nieprzerwanej pracy obiegu zewnętrznego (glikolowego) - praca z odstawioną pompą stanowiącą rezerwę. W celu oszacowania sprężu pomp i stopnia zabrudzenia filtrów zamontowano manometry po stronie ssawnej i po stronie tłoczącej każdej pompy oraz przed filtrem siatkowym. Zamontowano również czujniki ciśnienia na kolektorach po stronie ssawnej i po stronie tłoczącej każdego zestawu pomp obiegowych, a także czujniki przepływu czynnika chłodzącego za każdą z pomp. Wszystkie sygnały z czujników ciśnienia i przepływu przekazywane są do nadrzędnego systemu automatyki i monitoringu BMS.

Rozdzielacz hydrauliczny

Centralnym obiektem w zewnętrznym obiegu chłodniczym (glikolowym) jest zamontowany na dachu budynku rozdzielacz hydrauliczny, spełniający również w ograniczonym zakresie funkcje sprzęgła hydraulicznego. Rozdzielacz hydrauliczny dla zapewnienia optymalnej pracy wymaga zrównoważenia sumarycznego przepływu medium przez agregaty chłodnicze w stosunku do sumarycznym przepływem medium przez rurociągi magistralne.

Do rozdzielacza hydraulicznego z jednej strony dołączone są zdwojone rurociągi magistralne o średnicy $Dn250$, łączące rozdzielacz z pomieszczeniem pompowni nr 011, czyli łączące po stronie zasilania (glikolu gorącego) rozdzielacz z kolektorem $Dn400$ wyjściowym układu pompowego, a po stronie powrotu (glikolu zimnego) rozdzielacz z kolektorem $Dn400$ wejściowym dla obu wymienników płytowych ciepła. Z drugiej strony do rozdzielacza hydraulicznego dołączone są rurociągi zasilania i powrotu dla agregatów chłodniczych, umożliwiające (projektowo) podłączenie 5 agregatów bez konieczności wyłączania systemu chłodniczego. Aktualnie do rozdzielacza hydraulicznego przyłączone zostały dwa agregaty chłodząco-pompujące Rittal: AGCH-2 i AGCH-4 oraz jeden agregat chłodzący firmy Vertiv: AGCH-5. Miejsce agregatu AGCH-3 na dachu budynku zostało zajęte docelowo przez chłodnice wentylatorowe instalacji chłodzenia bezpośredniego („woda gorąca”). Wszystkie rurociągi przyłączone do rozdzielacza hydraulicznego (zasilania i powrotu) wyposażone zostały w ręczne klapy odcinające, umożliwiające zamknięcie każdego z rurociągów, oraz w urządzenia pomiarowe ciśnienia i temperatury (manometry, termometry, czujniki ciśnienia i temperatury dla BMS) w obu częściach („zimnej” i „gorącej”) rozdzielacza.

Rurociągi magistralne obiegu zewnętrznego (glikolowego)

Instalacja magistralna obiegów wodnych została wykonana z rur stalowych czarnych o średnicy $Dn400$ (kolektory, rozdzielacza hydrauliczny), $Dn250$ (magistrale pompownia – rozdzielacz), $Dn200$ (rurociągi pompowni i agregatów nr 4 i 5) oraz $Dn125$ (rurociągi agregatów nr 1, 2 i 3), bez szwu, łączonych przez spawanie. Rury posiadają atest producenta i świadectwo odbioru przez Ośrodek Badania Jakości wyrobów Hutniczych „ZETOM”.

Zainstalowane rurociągi zabezpieczono antykorozyjnie, oraz wykonano badania każdego spawu na rurociągach metodą ultradźwiękową. Dodatkowo sprawdzono szczelność wykonanych rurociągów i instalacji metodą próby ciśnieniowej wodnej o ciśnieniu min. $0,6 \text{ MPa}$, oraz próby ciśnieniowej gazowej w czasie 24 godzin.



Wszystkie rurociągi oraz armaturę zaizolowano termicznie i przeciw wykraplaniu się wilgoci otulinami ze spienionego kauczuku. Zastosowano izolację o grubości minimum 50 mm dla rurociągów wewnątrz budynku i minimum 100 mm dla rurociągów na zewnątrz budynku. Przewody biegnące na zewnątrz budynku dodatkowo zabezpieczono płaszczem z blachy stalowej ocynkowanej, chroniącej izolację termiczną ze spienionego kauczuku przed czynnikami zewnętrznymi (promieniowaniem UV oraz ptakami).

Sieć przewodów rozprowadzających wyposażona została w odpowiednią armaturę zaporową, regulacyjną, zwrotną, zabezpieczającą, odwadniającą i odpowietrzającą oraz pomiarową.

Przed wzrostem ciśnienia w rurociągach instalacja zabezpieczona została zaworami bezpieczeństwa, oraz naczyniem wzbiorczym przeponowym o pojemności 1000 l, umieszczonym w pomieszczeniu kotłowni.

W instalacji obiegu zewnętrznego w pomieszczeniu O11 (pompowni) w piwnicy budynku dodatkowo zainstalowano separator zanieczyszczeń Pneumatex typ Zeparo ZIO 250FB, Dn250, usuwający na bieżąco powstające zanieczyszczenia z czynnika chłodzącego.

Jako armaturę odcinającą zastosowano dla średnic rurociągów do Dn50 (włącznie) zawory kulowe, a dla średnic powyżej Dn65 (włącznie) przepustnice międzykołnierzowe.

W najwyższych punktach instalacji zamontowano odpowietrzniki odcinane zaworami, służące odpowietrzeniu instalacji przy jej uruchamianiu, a w najniższych punktach instalacji zawory spustowe ze złączkami do węża. Zawory spustowe zostały zakorkowane.

Instalacja rurociągów na dachu budynku posiada zawory służące do automatycznego i ręcznego odcinania przepływu czynnika chłodzącego przez niepracujące aktualnie agregaty.

Instalacja została wyposażona w urządzenia do odczytu ciśnienia i temperatury we wszystkich miejscach instalacji, koniecznych dla kontroli poprawności jej pracy i wydajności chłodniczej.

Do napełniania instalacji wykonano dedykowaną instalację z rur polipropylenowych, łączonych poprzez zgrzewanie między pomieszczeniem pompowni a pomieszczeniem 07 w piwnicy budynku. W pomieszczeniu 07 znajduje się dedykowana pompa służąca nabijaniu układu oraz przechowywane są cztery zbiorniki o pojemności 1000 l każdy, służące do magazynowania zapasu glikolu etylenowego 35%, w celu jego natychmiastowego uzupełnienia w obiegu zewnętrznym instalacji chłodniczej wody lodowej, oraz na wypadek uszkodzenia instalacji rurociągów na potrzeby zrzutu glikolu z części tej instalacji na czas wykonania naprawy. W zbiornikach tych aktualnie zgromadzonych jest ok. 1000 l zapasu roztworu glikolu etylenowego. Wielkość zbiorników została dobrana tak, aby umożliwiły zrzut całości glikolu z części instalacji objętej uszkodzeniem, lub zgromadzenie takiej ilości czynnika chłodniczego, która może być niezbędna do uzupełnienia w wyniku dających się przewidzieć scenariuszy awarii.

Agregaty chłodnicze

Aktualnie w instalacji chłodniczej wody lodowej zainstalowano dwa agregaty chłodnicze firmy Rittal oraz jeden agregat firmy Vertiv o mocy chłodniczej min. 400 kW każdy. Agregaty chłodnicze umieszczono na dachach części dobudowanych budynku: jeden agregat na dachu części zachodniej i dwa agregaty na dachu części wschodniej budynku. **Agregat chłodniczy firmy Vertiv został zainstalowany w 2022 r. i jest obecnie na gwarancji producenta tj. nie wchodzi w zakres niniejszego zamówienia.**

Każdy agregat chłodniczy ma co najmniej zdublowane elementy krytyczne i jest wyposażony m.in. w: moduł hydrauliczny, dwie pompy obiegowe (1 pompa pracująca + 1 pompa rezerwowa), chłodnicę suchą (drycooler), czujnik przepływu, zawory bezpieczeństwa oraz pełną automatykę mającą możliwość współpracy z systemem BMS budynku. Pompy zlokalizowane w agregatach dostarczają czynnik chłodniczy do rozdzielacza zlokalizowanego na dachu. Każdy agregat wyposażony jest we wbudowany i włączany automatycznie system chłodzenia swobodnego (tzw. free-cooling). Jeżeli temperatura zewnętrzna na to pozwala to agregat chłodniczy korzysta tylko z wymiennika free-cooling, schładzając glikol wyłącznie w układzie chłodnica-wentylatory (bez sprężarek). Jeśli moc w trybie free-cooling okaże się niewystarczająca, sterowanie agregatów uruchamia kolejne sprężarki



lub kolejne agregaty. Zestaw pompowy i układy sterujące zasilane są z gwarantowanego obwodu energii elektrycznej. Natomiast sprężarki chłodnicze ze względu na dużą moc zasilane są przez oddzielny obwód elektryczny z pominięciem zasilania z UPS-ów. Obydwa obwody zasilania elektrycznego (pomp oraz sprężarek) posiadają programowalne (oddzielnie dla każdego agregatu) układy opóźnionego startu, zabezpieczającego instalację elektryczną przed uderzeniami łączeniowymi prądu.

Całość urządzeń, czyli agregaty sprężarkowe, pompy, zbiornik buforowy chłodnica sucha, chłodnica chłodzenia swobodnego i automatyka sterująca, zostały zintegrowane w jednej wspólnej obudowie.

Agregaty chłodnicze firmy Rittal posiadają 5 (AGCH-4) lub 4 (AGCH-2) stopnie wydajności chłodniczej, realizowane poprzez włączanie w obieg chłodniczy kolejnych sprężarek typu scroll: od stanu gdy nie pracuje żadna sprężarka (0 % mocy chłodniczej poza mocą z free-cooling) do stanu pracy wszystkich sprężarek (100% mocy chłodniczej).

Specyfikacja agregatu AGCH-4 (dostawa październik 2012 r.)

typ: **RITTAL Matrixx-5** nr katalogowy: **SK3232.879** w ukompletowaniu:

- agregaty chłodnicze (sprężarki typu scroll): firmy DANFOS typ SH380A4AB - szt. 2
- agregaty chłodnicze (sprężarki typu scroll): firmy DANFOS typ SH300A4ABB - szt. 3
- pompy obiegowe: firmy GRUNDFOS typ NBE50-200/181 A-F-A-BQQV - szt. 2
- wentylatory: firmy EBM typ A6D800-AJ01-01 - szt. 6
- zbiornik buforowy: firmy FIORINI nr kat. 816010908V poj. 500 l - szt. 1
- sterownik agregatu: firmy CAREL typu PCO3 (PCO3000ALO) +
- wyświetlacz LCD typu pCO2 (PGD1000F00) - kpl. 1

Specyfikacja agregatu AGCH-2 (dostawa październik 2015 r.)

typ: **RITTAL Matrixx-5** nr katalogowy: **SK3232.889** w ukompletowaniu:

- agregaty chłodnicze (sprężarki typu scroll): firmy EMERSON COPELAND typ ZP485KCE-TWD - szt. 4
- pompy obiegowe: firmy GRUNDFOS typ NBE50-250/205 XF2 A-F-A-BQQV - szt. 2
- wentylatory: firmy EBMPAPST typ A6D800-AD01-01 - szt. 6
- zbiornik buforowy: firmy FIORINI nr kat. 829070390X poj. 500 l - szt. 1
- sterownik agregatu - firmy CAREL nr nr kat: P+50CON0L0,
- oprogramowanie P+500BAC000L0, wyświetlacz LCD PGDE000F00 - kpl. 1

Uwaga: pełne zestawienie elementów składowych agregatów chłodniczych RITTAL Matrixx-5 dostępne jest w siedzibie Zamawiającego.

Na dachu budynku znajduje się również wyłączony z użytkowania z powodu awarii agregat chłodniczy typ: RITTAL Matrixx-5 nr katalogowy: SK3232.879 (AGCH-1). W przypadku uszkodzenia podzespołów agregatów AGCH-2 lub AGCH-4 w pierwszej kolejności należy dokonać ich wymiany na te pozyskane z odstawnionego agregatu AGCH-1 (o ile nadają się do użycia).

3.1.6. Zestawienie głównych urządzeń instalacji chłodniczej wody lodowej

Lp	Opis urządzenia	Typ	Ilość
1	Agregat chłodniczy Rittal Matrixx-5 z free-coolingiem, 406 kW	SK3232.879	1
2	Agregat chłodniczy Rittal Matrixx-5 z free-coolingiem,	SK3232.889	1



	406 kW		
3	Pompa obiegowa WILO Crono-Line 18,5 kW	IL-E 100/160-18,5/2	4
4	Pompa obiegowa WILO Crono-Line 11,0 kW	IL-E 100/145-11/2-R1S1	3
5	Wymiennik ciepła TRANTNER 850 kW	GXD-051-L-5-N-115	2
6	Moduł chłodniczy Rittal LCP Rack (wentylatory EBM)	CW PLUS 60 SK3311.260	9
7	Moduł chłodniczy Rittal LCP Rack (wentylatory EBMPAPST)	55 CW SK3311.269	9
8	Moduł chłodniczy Rittal LCP In-line (wentylatory EBMPAPST)	55 CW SK3311.560	5
9	Separator zanieczyszczeń Flamco Clean F 250	ZIO 250FB	1
10	Zbiornik wyrównawczy Flamco 1000 l	FLEXCON N	1
11	Zbiornik wyrównawczy Flamco 600 l	FLEXCON K	2
12	Stacja uzdatniania wody North Star	NST70UD1	1
13	Stacja dozująca ProMinent - ConceptPlus	CNPA1002PPE000AB1	1

System sterowania i monitoringu BMS EcoStruxure™ Building Operation firmy Schneider Electric nie wchodzi w zakres przeglądu i obsługi.

3.2. Instalacja chłodnicza chłodzenia bezpośredniego („wody gorącej”)

3.2.1. Opis ogólny instalacji chłodniczej wody gorącej

Obecnie na rynku dostępne są systemy HPC (high performance computers), w których chłodzenie głównych układów wydzielających energię cieplną (procesory, pamięci) odbywa się bez pośrednictwa zimnego powietrza, ale poprzez wprowadzenie ciekłego czynnika chłodniczego do wnętrza komputerów. Czynnik chłodzący odbiera ciepło bezpośrednio z obudów układów scalonych (co najmniej procesorów i pamięci). Technologie te cechuje dużo większa wydajność energetyczna niż systemów komputerowych chłodzonych tradycyjnie, wynikająca z wyeliminowania pośrednictwa powietrza w obiegu chłodniczym, oraz dużo wyższych temperatur pracy czynnika chłodzącego: na zasilaniu szafy serwerowej ok. 35 °C, a na powrocie ok. 45 °C. Takie temperatury pracy czynnika chłodzącego pozwalają na schłodzenia czynnika chłodzącego w warunkach klimatu umiarkowanego praktycznie przez cały rok tylko w układzie: chłodnica + wentylatory, bez użycia kosztownych w zakupie i eksploatacji sprężarkowych agregatów chłodniczych, co istotnie wpływa na ograniczenie kosztów eksploatacyjnych systemów obliczeniowych.

Dlatego w pomieszczeniu serwerowni cały II rząd szaf serwerowych został wykorzystany dla instalacji systemów komputerowych HPC chłodzonych bezpośrednio cieczą. Wykonano również w budynku serwerowni kompletną instalację chłodniczą „chłodzenia wodą gorącą”. Uwzględniając zapas mocy chłodniczej na przyszły rozwój technologii chłodzenia bezpośredniego (wzrost gęstości mocy systemów komputerowych na jednostkę powierzchni), czyli wzrost mocy elektrycznej i obliczeniowej na szafę serwerową przyszłych systemów komputerowych HPC, w budynku serwerowni wybudowano instalację chłodniczą „wody gorącej” o docelowej mocy chłodniczej 600 kW. Obecnie w pomieszczeniu serwerowni CIŚ w II rzędzie szaf zainstalowano pięć szaf systemów komputerowych HPC chłodzonych bezpośrednio produkcji firmy BULL Francja i sześć szaf systemów komputerowych HPC chłodzonych bezpośrednio produkcji firmy FORMAT Polska. Dodatkowo w IV rzędzie zainstalowano dwie szafy systemów komputerowych HPC chłodzonych bezpośrednio produkcji firmy FORMAT Polska.



3.2.2. Struktura instalacji chłodniczej wody gorącej

Instalacja chłodnicza wody gorącej wykonana w budynku serwerowni CIŚ składa się z następujących głównych elementów:

- dwóch chłodnic wentylatorowych o mocy chłodniczej 300 kW każda, pracujących z mieszkanką woda-glikol-inhibitory korozji;
- wymienników ciepła zintegrowanych bezpośrednio w szafach systemów komputerowych (rozwiązanie zintegrowane producenta), ;
- zespołu pomp obiegowych zapewniających przepływ czynnika chłodzącego pomiędzy szafami systemów komputerowych HPC a chłodnicami wentylatorowymi;
- systemu rurociągów z niezbędnym osprzętem takim, jak zawory, zestawy dystrybucyjne, urządzenia kontrolno-pomiarowe, itd.

Instalacja chłodnicza wody gorącej została również wyposażona w dodatkowe układy funkcjonalne:

- układ dodatkowego adiabatyicznego chłodzenia, dla dostarczenia dodatkowej mocy chłodniczej w przypadkach wysokiej temperatury zewnętrznej (powyżej 32 °C)
- układ uzdatniania wody wodociągowej dla zasilania układu adiabatyicznego chłodzenia
- układ napełniania instalacji chłodniczej czynnikiem chłodzącym (roztwór glikolu etylenowego)
- układ dodatkowego chłodzenia wodą lodową pobieraną z instalacji chłodniczej wody lodowej.

3.2.3. Pompy obiegowe

W instalacji chłodniczej wody gorącej zainstalowany został zespół pompowy, składający się z trzech pomp obiegowych, pracujących w układzie redundantnym: 1 lub 2 pompy pracujące (w zależności od obciążenia) + 1 pompa w gorącej rezerwie. W instalacji zastosowano pompy produkcji firmy WILO typu GIGA STRATOS 65/1-42/4-5-R1 o wydajności 83,4 m³/h i wysokości podnoszenia H = 29.5 m.sł.w. każda. Zadaniem zespołu pomp jest przepompowanie czynnika chłodniczego do chłodnic wentylatorowych umieszczonych na dachu budynku, oraz pokonanie oporów przepływu czynnika chłodzącego przez rurociągi i elementy instalacji chłodniczej, zwłaszcza przez wymienniki wewnętrzne szaf systemów komputerowych HPC. Przy minimalnym zapotrzebowaniu na chłód zakłada się działanie tylko jednej pompy ustawionej na wydajność minimalną. W przypadku większego zapotrzebowania na chłód pozwolenie na załączenie drugiej pompy nastąpi po przekroczeniu progów obciążenia chłodnic oraz zużycia mocy elektrycznej przez zainstalowany sprzęt IT. Wszystkie pompy są wyposażone w falowniki, pozwalające na ograniczenie zużycia energii, oraz dostosowanie wydajności do rzeczywistych potrzeb chłodniczych odbiorników. Przed każdą z pomp zainstalowano filtr siatkowy, a za każdą z nich zawór zwrotny. Filtry i pompy obudowano ręcznymi klapami odcinającymi, które umożliwiają wymianę i czyszczenie filtru, oraz demontaż pompy przy minimalnych ubytku czynnika chłodzącego. W ten sposób zapewniono możliwość naprawy i serwisowania pomp oraz filtrów przy zachowaniu nieprzerwanej pracy instalacji chłodniczej. Pompy obiegowe są odporne na glikol etylenowy w stężeniu do 35%. Zostały one przyłączone do instalacji przy pomocy połączeń elastycznych o klasie ciśnienia min PN16.

3.2.4. Chłodnice wentylatorowe

W instalacji chłodniczej wody gorącej zainstalowano dwie dwusekcyjne chłodnice wentylatorowe produkcji firmy ThermoKey, model JWL2290.BDQ o łącznej mocy chłodniczej 600 kW przy temperaturze otoczenia (zewnątrznej) nie mniejszej niż 30°C. Chłodnice wyposażone są w montowane na wspornikach chłodnic systemy rozpylające mgłę wodną, stanowiące układ dodatkowego schładzania adiabatyicznego, działający w przypadku temperatur zewnętrznych powyżej 32°C. Każda z dwóch sekcji chłodnicy wentylatorowej wyposażona została w oddzielny zawór regulacyjny typu Honeywell V5328A, z siłownikiem elektrycznym ML 6420A, zainstalowany na rurociągach zasilających Dn 80 chłodnice wentylatorowe, oraz w indywidualne sterowaną parę wentylatorów DLC. Stopniowanie mocy chłodzącej w instalacji chłodniczej zostało zrealizowane za pomocą układu

sterowania wentylatorami (falowniki silników elektrycznych wentylatorów) i za pomocą układu sterowania pompami (falowniki silników pomp), oraz przy pomocy układów sterowania zaworami kontrolującym przepływ czynnika chłodzącego przez chłodnice wentylatorowe. Chłodnice wentylatorowe gwarantują poprawną pracę instalacji chłodniczej wody gorącej przy temperaturze otoczenia od -30°C do $+36^{\circ}\text{C}$.

Chłodnice posadowiono na dachu budynku, w miejscu przeznaczonym na jeden z agregatów chłodniczych (AGCH-3), na prefabrykowanej konstrukcji wsporczej, w odległości zapewniającej możliwość serwisowania sąsiedniego agregatu chłodniczego AGCH-2. Chłodnice wentylatorowe zostały przyłączone do instalacji rurociągów przy pomocy połączeń elastycznych o klasie ciśnienia PN16.

3.2.5. Układ adiabatycznego dochłodzenia

Dla temperatur zewnętrznych (otoczenia) powyżej 32°C , w celu utrzymania maksymalnej mocy chłodniczej instalacji wynoszącej 600 kW (300 kW mocy chłodniczej każdej chłodnicy), chłodnice wentylatorowe wyposażono w systemy dysz hydraulicznych, rozpylających mgłą wodną bezpośrednio na powierzchnię lamel chłodnic. Systemy te stanowiące układy uzyskiwania dodatkowej mocy chłodniczej, działają na zasadzie adiabatycznego schładzania – odparowania wody na powierzchniach chłodzących. System adiabatycznego schładzania chłodnic wentylatorowych zasilany jest wodą wodociągową z głębinowego ujęcia wody na terenie NCBJ i składa się z: układu uzdatniania wody ze zbiornikami buforowymi, układu pomp i rurociągów dystrybucyjnych.

Stacja uzdatniania wody wodociągowej

W celu uzdatnienia wody podawanej do układu zraszania adiabatycznego chłodnic wentylatorowych, w pomieszczeniu 07 w piwnicy budynku, zainstalowano stację uzdatniania wody firmy Watersystem składającą się z:

- Filtra wstępnego NW.
Filtr składa się z głowicy wykonanej z tworzywa sztucznego z gwintowanymi króćcami przyłączeniowymi, do której przyłączony jest złączem zaciskowym klosz, w którym umieszczony jest wkład siatkowy. W dolnej części kosza zamontowano zawór kulowy $\frac{1}{2}$ " umożliwiający opróżnianie filtra. Klosz filtra jest przezroczysty, co pozwala optycznie sprawdzić stan powierzchni wkładu filtracyjnego.
- Stacji zmiękczenia STR 1330 VC.
W skład stacji zmiękczenia wchodzi: zbiornik ciśnieniowy z kompozytu epoksydowo – szklanego, zbiornik solanki 140dm^3 , wielocyklowy zawór sterujący z tworzywa sztucznego z mikroprocesorowym sterownikiem objętościowym 760 uruchamiającym proces regeneracji złoża w funkcji objętości przepływającej wody i twardości, kationit silnie kwaśny w formie sodowej, oraz zasilacz 12 V DC.

Stacja dozująca TPG 603.

Stacja dozująca składa się z następujących elementów:

- inżektor wtryskowy do wody zimnej;
- przewód ciśnieniowy (tłoczny) - dozujący [2 m] z PE;
- przewód ssawny 2m PVC
- sterowana elektronicznie pompa dozująca z panelem sterowania
- zbiornik na chemię
- lanca ssawna z czujnikiem poziomu (suchobiegi);
- wodomierz z modułem komunikacyjnym M-Bus

Na wejściu i wyjściu ze stacji uzdatniania wody zamontowano kurki probiercze wody surowej i wody uzdatnionej. Całą instalację rurociągów stacji uzdatniania wykonano z rur polipropylenowych, łączonych poprzez zgrzewanie. Jako armaturę odcinającą zastosowano zawory z tworzywa sztucznego.

Układ pompowy

Woda po uzdatnieniu podawana jest niezależnie dla każdej chłodnicy wentylatorowej na ich zraszacze przez dwie pompy schładzania adiabatycznego ANNOVI REVERBERI typ HPE-M 13.06 o wydajności 13 dm³/min każda i wysokości podnoszenia 60 bar.

Każda z pomp wyposażona jest w zawór redukcyjny ustawiony na 20 bar. Opróżnianie instalacji chłodzenia adiabatycznego dokonywane jest automatycznie poprzez zawory elektromagnetyczne, lub ręcznie za pomocą zaworów kulowych.

Rurociągi Instalacji schładzania adiabatycznego od pomp do dysz zraszaczy wykonano z miedzi, łączonej kształtkami na lut twardy. Po zmontowaniu instalację poddano próbie ciśnieniowej na zimno na ciśnienie 2,5MPa.

3.2.6. Układ dodatkowego chłodzenia wodą lodową

W przypadku poważnych awarii urządzeń chłodniczych instalacji chłodzenia bezpośredniego, lub w przypadku braku mocy chłodniczej, przewidziano możliwość poboru wody lodowej o temperaturze 15°C z instalacji chłodniczej wody lodowej i użycia jej w instalacji chłodzenia bezpośredniego. W tym celu w obiegu chłodniczym wody gorącej, bezpośrednio za pompami, zainstalowano automatyczny zawór trójdrogowy z siłownikiem elektrycznym, który kierował będzie czynnik chłodniczy z szaf systemów HPC na dodatkowy wymiennik ciepła Alfa Laval typu CB300-100L (32870 7034 3) o mocy 300 kW pełniący rolę źródła dochłodzenia. Strona pierwotna tego wymiennika została dołączona rurociągami do obu obiegów wodnych instalacji chłodniczej wody lodowej.

W trybie awaryjnym zawór trójdrogowy Dn 125 Honeywell V5050B z siłownikiem elektrycznym ML 7420A zamknie przepływ do chłodnic wentylatorowych pozostawiając jedynie przepływ czynnika chłodniczego przez wymiennik ciepła Alfa Laval.

W trybie dochłodzenia wypływający z chłodnic wentylatorowych i przepływający przez wymiennik Alfa Laval czynnik chłodzący zostanie dochłodzony poprzez otwarcie zaworów Dn 80 Honeywell V5328A z siłownikiem elektrycznym ML 7420A, na istniejącej instalacji chłodzenia 15/21°C po stronie pierwotnej wymiennika ciepła.

Z wymiennika ciepła Alfa Laval schłodzony czynnik skierowany zostanie do szaf serwerowych.

3.2.7. Układ uzupełnienia i napełniania, oraz opróżniania instalacji chłodniczej

Całkowity zład instalacyjny instalacji chłodniczej „wody gorącej” wynosi około 1730 dm³ glikolu etylenowego 35%. Z uwagi na wymagania ochrony środowiska, w przypadku awarii lub wymiany glikolu, glikol należy zutylizować. W tym celu wybudowano dodatkową instalację rurową, która umożliwia napełnianie instalacji chłodniczej. Do składowania glikolu używanego do napełnienia lub zrzuconego z instalacji, wykorzystuje się cztery zbiorniki z tworzywa sztucznego o pojemności 1000 dm³ każdy, wspólnych dla instalacji chłodniczej wody lodowej i instalacji chłodniczej wody gorącej.

Instalacja będzie napełniana pompą do uzupełniania zładu, firmy Grundfoss typu JP-5, o parametrach $Q = 2,09 \text{ m}^3/\text{h}$, $H_p = 35,7 \text{ mH}_2\text{O}$, $N = 1,4 \text{ kW}$, zamontowaną na ścianie pomieszczenia 07. Za pomocą tej samej pompy napełniania jest również instalacja wody lodowej. Wybór typu instalacji do napełnienia dokonywany jest poprzez otwarcie zaworów kulowych odcinających instalacje wody lodowej lub wody gorącej.

Zrzut glikolu z instalacji dokonywany będzie poprzez rurociągi odwodnieniowe. Na zakończeniu instalacji odwodnienia zamontowano elastycznych wąż z tworzywa sztucznego, umożliwiającą zrzut glikolu do dowolnie wybranego zbiornika.

Rurociągi napełniania instalacji glikolem i rurociągi opróżniające instalację wykonano z rur stalowych cienkościennych łączonych na kształtki zaciskowe dla wody gorącej i z rur PP zgrzewanych dla instalacji wody lodowej.



3.2.8. Instalacja rurociągową

Magistralna instalacja rurociągową systemu chłodzenia wodą gorącą wykonana została z rur stalowych o średnicach Dn150, Dn125 i DN100. Zastosowano zabezpieczone antykorozyjnie rury stalowe bez szwów, łączone spawaniem elektrycznym w osłonie argonowej. Jakość każdego spawu została zbadana metodą ultradźwiękową defektoskopem cyfrowym. Badanie dotyczyło 100% wykonanych spawów. Następnie szczelność całej instalacji została sprawdzona przy pomocy ciśnieniowej próby wodnej i testu gazowego. Rurociągi poddano próbom szczelności na ciśnienie 1,0 MPa.

Instalacja została wyposażona w urządzenia do odczytu ciśnienia i temperatury czynnika chłodzącego przy każdej chłodnicy wentylatorowej, każdej pompie i z obu stron wymiennika ciepła Alfa Laval. Ponadto każde urządzenie w instalacji chłodniczej posiada ręczne (lub automatyczne) zawory serwisowe z obu stron rurociągów, umożliwiające odcięcie medium chłodzącego dla wykonania prac serwisowych np. czyszczenie filtrów, demontaż urządzenia w celu przekazania do naprawy, wymiana urządzenia na nowe (nowsze). Instalacja została wyposażona w taką ilość zaworów, aby wszystkie czynności serwisowe i naprawcze nie wymagały zrzutu czynnika chłodzącego z instalacji chłodzenia, poza minimalną objętością czynnika w serwisowanym urządzeniu i jego najbliższym otoczeniu.

W najwyższych punktach instalacji zostały umieszczone automatyczne zawory odpowietrzające wraz z zaworami odcinającymi. W najniższych miejscach instalacji zamontowano zawory spustowe połączone z instalacją odwodnieniową, umożliwiającą całkowite opróżnienie instalacji z czynnika chłodzącego.

Całą armatura instalacyjna użyta w instalacji chłodniczej jest przygotowana do pracy w nadciśnieniu min. 10 bar oraz w temperaturze min. 100°C (dopuszczalne parametry zastosowanych urządzeń i elementów).

Elementy wsporcze na dachu zostały zabezpieczone antykorozyjnie poprzez ocynkowanie ogniowe.

Rury oraz armatura regulacyjna i odcinająca, zamontowana wewnątrz budynku, została zaizolowana termicznie otuliną ze spienionego kauczuku syntetycznego o strukturze zamknięto-komórkowej (izolacja niepalna i niekapiąca). Rury oraz armatura regulacyjna i odcinająca na zewnątrz budynku zostały zabezpieczone antykorozyjnie i pozostawione bez izolacji dla uzyskania lepszego efektu chłodzenia czynnika wewnątrz rurociągów.

Instalacja została oznakowana w czytelny i trwały sposób. W każdym pomieszczeniu wykorzystywanym przez system chłodniczy znajduje się schemat instalacji, z określeniem zakresu instalacji umieszczonej w tym pomieszczeniu.

Instalacja chłodnicza wody gorącej została zabezpieczona przed wzrostem ciśnienia zaworami bezpieczeństwa Dn 20*32 Po = 6 bar, oraz naczyniem przeponowym Reflex N300 o pojemności 300 dm³, na ciśnienie nominalne 3 bary. W instalacji medium chłodniczym jest roztwór wodny glikolu etylenowego 35% o maksymalnych parametrach temperaturowych 47/40° C.

Zastosowana armatura odcinająca:

- średnica armatury powyżej Dn 50 - przepustnice międzykołnierzowe PN-1,6 MPa, temp. pracy do 125°C ;
- średnica armatury do Dn 50 - zawory kulowe o połączeniach gwintowanych PN-1,0 MPa, temp. pracy do 90°C ;

Zastosowana armatura zwrotna:

- średnica armatury powyżej Dn 50 - zawory zwrotne klapowe międzykołnierzowe PN-1,6 MPa, temp. pracy do 125°C ;
- średnica armatury do Dn 50 - zawory zwrotne o połączeniach gwintowanych PN-1,0 MPa, temp. pracy do 90°C



Filtry

Na wejściu wody do pomp zastosowano filtry siatkowe kołnierzowe (200 oczek/cm²). Elementy filtrów siatkowych są odporne na korozyjny charakter oczyszczanego roztworu glikolu.

3.2.9. Pomost w pomieszczeniu centrali wentylacyjnej

Z uwagi na brak wolnego miejsca w innych pomieszczeniach budynku serwerowni, główna część instalacji chłodzenia wodą gorącą została umieszczona w przestrzeni pomieszczenia centrali wentylacyjnej, częściowo jako zawieszona na ścianie nośnej pomieszczenia na poziomie ponad 4,5 m nad podłogą. Dlatego niezbędne było wykonanie w tym pomieszczeniu pomostu o konstrukcji stalowej dla celów obsługi urządzeń instalacji chłodniczej, umieszczonych na poziomie ponad 4 m nad podłogą.

3.2.10. Zarządzanie instalacją chłodzenia bezpośredniego

Automatyka instalacji chłodzenia wodą gorącą wykonana została w oparciu o rozwiązania firmy Schneider Electric poprzez system EcoStruxure™ Building Operation

Układ sterowania instalacją chłodniczą oparty został na algorytmie optymalizującym zużycie energii elektrycznej, niezbędnej do odprowadzania ciepła z szaf systemów komputerowych HPC.

Zaimplementowany algorytm gwarantuje:

- Optymalne wyznaczanie wysokości podnoszenia zestawu pomp obiegowych na podstawie aktualnego obciążenia termicznego szaf systemów komputerowych HPC, oraz ich ilości włączonych do pracy; zakres zmian wartości zadanej wysokości podnoszenia : 120 – 250 kPa. W tym celu każda z szaf została wyposażona:
 - w licznik energii elektrycznej komunikujący się ze sterownikiem z wykorzystaniem magistrali Modbus RTU
 - w liczniki ciepła z przelicznikiem zaprogramowanym do współpracy z instalacją glikolową i modułem komunikacyjnym M-Bus
- Wyznaczenia optymalnej ilości pracujących pomp obiegowych (2+1);
- Wyznaczanie optymalnej wartości temperatury zadanej zasilania w funkcji obciążenia; zakres zmian temperatury zadanej 25-33°C
- Wyznaczenie optymalnej ilości sekcji chłodnic wentylatorowych na podstawie obciążenia chłodniczego w obciążenia wentylatorów chłodnic.
- Zmianę kolejności pracy chłodnic wentylatorowych w ramach każdej sekcji wentylatorów i całego zestawu.
- Ochronę instalacji chłodzenia systemów komputerowych przed obniżeniem temperatury zasilania poniżej 12°C. W tym celu praca zaworu regulacyjnego gwarantuje odpowiedni rozdział strumienia czynnika powracającego z serwerów z czynnikiem kierowanym do instalacji z chłodnic wentylatorowych. Stopień otwarcia zaworów regulacyjnych przy każdej sekcji chłodnic wentylatorowych ogranicza ilość czynnika w funkcji temperatury zasilania (ograniczenie minimalnej temperatury zasilania)
- Optymalne załączanie zestawu do dochłodzenia adiabatycznego; m.in. minimalna temperatura zewnętrzna potrzebna do załączenia zestawu jest co najmniej równa 32°C; ilość wody niezbędnej do dochłodzenia jest kontrolowana przez oddzielny wodomierz z protokołem M-Bus.
- Pomiar ilości wody w zbiornikach do dochłodzenia adiabatycznego, oraz ochronę pomp przed suchobiegiem.



- Pomiar ciśnienia statycznego w instalacji oraz ochronę pomp obiegowych układu glikolowego przed suchobiegiem; graniczna wartość ochrony układu przed suchobiegiem wynosi 100 kPa.
- Pełną diagnostykę pracy pomp obiegowych układu glikolowego; w tym celu pompy obiegowe zostały wyposażone w moduły komunikacyjne IF-Modbus, które umożliwiają pomiar różnicy ciśnień, przepływu, mocy i energii elektrycznej, stanu pracy, stanów ostrzeżeń i awarii, godzin pracy dla każdej z pomp.

System sterowania i monitoringu BMS EcoStruxure™ Building Operation firmy Schneider Electric nie wchodzi w zakres przeglądu i obsługi.

3.2.11. Zestawienie głównych urządzeń instalacji chłodniczej „wody gorącej”

Lp	Opis urządzenia	Typ	Ilość
1	Chłodnica wentylatorowa ThermoKey 300 kW (drycooler)	JWL2290.BDQ	2
2	Pompa obiegowa WILO Giga Stratos 7,5 kW	65/1-42/4-5-R1	3
3	Stacja uzdatniania wody Watersystem	STR 1330 VC	1
4	Stacja dozująca Watersystem	TPG 603	1
5	Pompa uzupełniania glikolu Grundfos 1,4 kW	JP-5	1
6	Pompy dochłodzenia adiabatycznego ANNOVI REVERBERI, 60 bar	HPE-M 13.06	2
7	Zbiornik wyrównawczy Reflex 300 l		1
8	Ilość odbiorów (szaf komputerowych HPC chłodzonych bezpośrednio)	BULL	5
9	Ilość odbiorów (szaf komputerowych HPC chłodzonych bezpośrednio)	FORMAT	8
10	Wymienniki ciepła (od wody lodowej) Alfa Laval lutowany 300 kW	CB300-100L	1

Szafy komputerowe HPC chłodzone bezpośrednio (produkcji firm: BULL i FORMAT) zostały wymienione powyżej jako punkty odbioru chłodu (zawory odcinające i wyrównawcze, mierniki ciepła) i jako takie **nie wchodzą** do zakresu przedmiotu zamówienia – ich hydraulika serwisowana jest przez producentów systemów komputerowych.

4. Zakres prac

4.1. Przeglądy okresowe

Przeglądy powinny być wykonywane w odstępach półrocznych w następującej kolejności: przegląd zimowy, przegląd letni itd., zgodnie z zakresem czynności podanym w tabeli poniżej:

Lp	Podzespół	Opis czynności serwisowej	Przegląd	
			Zimowy	Letni
1	Agregaty chłodnicze Rittal (obieg chłodniczy)	sprawdzenie szczelności obiegu chłodzącego, rurociągów i stanu izolacji termicznej, oraz kontrola wystąpienia uszkodzeń na połączeniu chłodnice - rurociągi	x	x



	<u>agregatów chłodniczych)</u>	wykonanie przeglądu serwisowego sprężarek typu scroll zgodnie z instrukcją serwisową producenta sprężarek	x	x
		kontrola naczyń wzbiorniczych	x	x
		odpowietrzenie obiegów hydraulicznych	x	x
		sprawdzenie poziomu przepływu wody przez parownik	x	x
		wykonanie testu kwasowości medium w obiegu chłodzącym (o ile zachodzi taka potrzeba)	x	x
		sprawdzenie zadziałania wyłączników niskiego i wysokiego ciśnienia (w przypadku ich nieprawidłowego działania wymiana na nowe nastąpi na koszt Wykonawcy)	x	x
		ocena stanu filtra osuszającego	x	x
		pomiar temperatur w obiegu skraplacza	x	x
		pomiar temperatur powietrza i wody w obiegu parownika	x	x
2	Agregaty chłodnicze Rittal (układ elektryczny i układ automatyki <u>agregatów chłodniczych)</u>	sprawdzenie stanu przewodów elektrycznych, styków i ich izolacji	x	x
		sprawdzenie funkcjonowania grzałek parownika i grzałek karteru sprężarek	x	x
		sprawdzenie szczelności, poprawności działania (hałasy, zgrzyty) i pomiary elektryczne (napięcie i prądów) pomp agregatu	x	x
		pomiary elektryczne napięcie i prądów sprężarek, sprawdzenie ich wydajności i poziomu oleju	x	x
		pomiar napięć i prądów wentylatorów	x	x
3	Agregaty chłodnicze Rittal (układy <u>mechaniczne agregatów chłodniczych)</u>	sprawdzenie czy wentylatory w jednostkach podczas postoju urządzenia kręcą się swobodnie, sprawdzenie dokręcenia śrub siatek i korpusów wentylatorów, sprężarek i skrzynek elektrycznych, oraz osłon (pokryw) zewnętrznych	x	x
		sprawdzenie stanu powierzchni i konstrukcji; jeżeli na powierzchniach pojawiły się ślady korozji to należy je usunąć i powierzchnie zabezpieczyć poprzez odpowiednie pomalowanie	x	x
		czyszczenie i mycie powierzchni skraplaczy agregatów chłodniczych - opcjonalne dla przeglądu zimowego (w zależności od stopnia zabrudzenia) i obowiązkowe dla przeglądu letniego.	x	x
		sprawdzenie stanu i ewentualnie uzupełnienie izolacji termicznej rurociągów	x	x
		wszelkie inne czynności serwisowe wymagane przez producenta w instrukcjach serwisowych oraz wynikające z przepisów prawa.	x	x
4	Pompy obiegowe instalacji chłodniczej wody lodowej (<u>obieg wodny - wewnętrzny)</u>	oczyszczenie radiatorów elektroniki sterującej z kurzu, udrożnienie przepływu powietrza chłodzącego przez korpus i radiatory pompy i silnika elektrycznego	x	x
		sprawdzenie poprawności działania, w tym łożysk pompy i silnika (wygląd, głośność, temperatura)	x	x
		pomiar prądów zasilania elektrycznego w trakcie pracy pomp	x	x
		sprawdzenie stanu wody w instalacji i uzupełnienie poprzez SUW Zamawiającego	x	x
5	Pompy obiegowe instalacji chłodniczej wody lodowej (<u>obieg glikolowy - zewnętrzny)</u>	oczyszczenie radiatorów elektroniki sterującej z kurzu	x	x
		sprawdzenie poprawności działania, w tym łożysk pompy i silnika (wygląd, głośność, temperatura)	x	x
		pomiar prądów zasilania elektrycznego w trakcie pracy pomp	x	x
		sprawdzenie stanu glikolu w instalacji i uzupełnienie zapasem glikolu dostarczonym przez Zamawiającego	x	x
6	Moduły LCP i szafy rack Rittal w pomieszczeniu serwerowni	sprawdzenie wycieków pod podłogą techniczną serwerowni, sprawdzenie poprawności działania czujników wykrywających wycieki w modułach LCP i pod szafami systemów komputerowych	x	x
		sprawdzenie historii alarmów i ostrzeżeń	x	x
		sprawdzenie działania wymienników ciepła	x	x



		sprawdzenie działania czujników i systemu monitoringu	x	x
		ogólne oględziny wzrokowe pod kątem nieszczelności, w tym kontrola pracy wentylatorów	x	x
		sprawdzenie szczelności wewnętrznych elementów hydrauliki i sterowania	x	x
		sprawdzenie działania czujników wycieku oraz pompki kondensatu i monitoringu tych układów w postaci alarmów i ostrzeżeń	x	x
		sprawdzenie poprawności odpływu kondensatu	x	x
7	Dwie dwusekcyjne chłodnice wentylatorowe ThermoKey, model JWL2290 o łącznej mocy 600 kW	sprawdzenie połączeń elektrycznych, oraz poprawności zasilania i działania elementów ulegających najszybszemu zużyciu: silników, wyłączników, sterowników	x	x
		sprawdzenie stanu i poprawności działania części oraz elementów elektrycznych i mechanicznych, w tym poprzez pomiar ich temperatury pracy w porównaniu z wartościami katalogowymi lub wyliczonymi z tablic	x	x
		sprawdzenie poprawności działania zaworów sterowanych, pomp, elektrycznych i hydraulicznych komponentów instalacji poprzez wykonanie testu ich działania po przełączeniu w tryb pracy ręcznej	x	x
		mycie i czyszczenie powierzchni lameli chłodnic i wentylatorów, oraz kontrola (naprawa) ich powierzchni (nieczystości, uszkodzenia, zgniecenia) - opcjonalne dla przeglądu zimowego (w zależności od stopnia zabrudzenia) i obowiązkowe dla przeglądu letniego.	x	x
		wszelkie inne czynności serwisowe wymagane przez producenta w instrukcjach serwisowych oraz wynikające z przepisów prawa.	x	x
8	Pompy obiegowe wody gorącej i pompa uzupełniania zładu	oczyszczenie radiatorów elektroniki sterującej z kurzu, udrożnienie przepływu powietrza chłodzącego przez korpus i radiatory pompy i silnika elektrycznego	x	x
		sprawdzenie poprawności działania, w tym łożysk pompy i silnika (wygląd, głośność, temperatura)	x	x
		pomiar prądów zasilania elektrycznego w trakcie pracy pomp	x	x
		sprawdzenie i testowe uruchomienie pompy po okresie przerwy w eksploatacji - dla pompy uzupełniania zładu (roztworu glikolu) w instalacji	x	x
9	Filtry wstępne NW	wyptukanie i wyczyszczenie, w przypadku trwałego zabrudzenia filtr należy wymienić na koszt Wykonawcy umowy serwisowej	x	x
10	Stacje uzdatniania wody	sprawdzenie poprawności działania stacji zmiękczenia i wszystkich jej elementów składowych, oraz stanu wody przed i po uzdatnieniu	x	x
		konfiguracja sterownika stacji zmiękczenia w celu optymalnego dozowania środków chemicznych	x	x
		uzupełnienie zasobów soli w pojemnikach i dostarczenie zapasu soli na okres do kolejnych przeglądów półrocznych z zapasem jednego opakowania 25 kg (na koszt Wykonawcy)	x	x
		ocena jakości złoża stacji zmiękczenia i w przypadku koniecznym poddanie złoża procesowi czyszczenia	x	x
		usunięcie złożeń solnych, sprawdzenie i ewentualne udrożnienie węża odprowadzania popłuczyn	x	x
		sprawdzenie rurociągów i zbiorników instalacji adiabatycznego dochłodzenia wodą pod kątem wycieków i usunięcie ewentualnych wycieków wody	x	x
11	Stacje dozujące	sprawdzenie poprawności działania stacji dozującej i wszystkich jej elementów składowych	x	x
		konfiguracja i sprzężenie sterownika stacji dozującej (pompy) z licznikiem poboru wody w celu optymalnego dozowania środków chemicznych	x	x
		regulacja nastawy skoku pompy dozującej	x	x



		sprawdzenie szczelności układów stacji dozującej, w tym szczelności układu ssącego, likwidacja wycieków, czyszczenie sondy ssącej	x	x
		czyszczenie zaworu stacji dozującej	x	x
		odpowietrzenie układów stacji dozującej	x	x
		sprawdzenie i ewentualna wymiana membrany pompy dozującej (na koszt Wykonawcy)	x	x
		dostarczenie zapasu - inhibitora korozji (CHEM AQUA 52805) na potrzeby uzupełniania instalacji wodnej (w całym okresie trwania umowy 40 l): - biocydu (ESCID 80L) na potrzeby instalacji schładzania adiabatycznego (w całym okresie trwania umowy 100 l):	x	x
12	Pompy schładzania adiabatycznego ANNOVI REVERBERI typ HPE-M 13.06	przygotowanie pomp do działania w okresie letnim po okresie przestoju zimowego		x
		sprawdzenie poprawności ich działania w systemie dochłodzenia adiabatycznego poprzez ręczne załączenie systemu		x
		sprawdzenie szczelności pomp i likwidacja ewentualnych wycieków		x
		wyłączenie i osuszenie pomp, przygotowanie pomp do odstawienia na okres zimowy	x	
13	Rurociągi miedziane i dysze rozpylające wodę	sprawdzenie poprawność działania systemu dochłodzenia adiabatycznego poprzez ręczne załączenie systemu i obserwację wyrzutu mgły wodnej ze spryskiwaczy		x
		sprawdzenie szczelności instalacji: rurociągów, armatury i połączeń przy pompach wysokociśnieniowych, oraz przy chłodnicach wentylatorowych - usunięcie ewentualnych wycieków		x
		udrożnienie i czyszczenie dyszy rozpylających wodę przy jakichkolwiek zaburzeniach siły i jednorodności strumieni mgły wodnej		x
		opróżnienie rurociągów i instalacji dochłodzenia adiabatycznego z wody	x	
		konserwacja instalacji na okres przestoju zimowego	x	
14	Wymiennik dochłodzenia wodą lodową Alfa Laval typu CB300-100L o mocy 600 kW	sprawdzenie szczelności instalacji przy króćcach wymiennika i samego wymiennika, usunięcie ewentualnych wycieków	x	x
		ocena stanu zabrudzenia wymiennika (zarastania kanałów) i oporów przepływów (hałas), w przypadku wystąpienia zabrudzenia – usunąć poprzez chemiczne czyszczenie wymiennika ciepła	x	x
15	Elementy systemu BMS	zawór trójdrogowy oraz zawory odcinające sekcje drycoolerów – sprawdzenie poprawności działania i nastawy zaworów, oraz zgodności nastaw z wartością monitorowaną w systemie BMS	x	x
		sondy wycieków – sprawdzenie poprawności działania sond wycieku i sygnalizacji wycieku w systemie BMS	x	x
		szafa sterownicza instalacji wody gorącej – czyszczenie wnętrza szafy, sprawdzenie i ewentualna wymiana filtrów powietrza chłodzącego, ogólne sprawdzenie połączeń elektrycznych	x	x
16	Mierniki ciepła SENSUS PolluCom-E	sprawdzenie szczelności instalacji na podłączeniach miernika ciepła, oraz samego miernika ciepła, usunięcie ewentualnych wycieków	x	x
		sprawdzenie poprawności zamocowania sond temperatury i przepływu mierników ciepła, weryfikacja pomiarów mierników ciepła	x	x
		sprawdzenie danych raportowych mierników ciepła, w tym danych o występujących błędach od czasu poprzedniego przeglądu serwisowego	x	x
		ocena stanu baterii litowych i ewentualna ich wymiana na nowe na koszt Wykonawcy	x	x



		sprawdzenie zaworów odcinających modułów HYC szaf BULL i ODYN (zamknięcie i otwarcie), usunięcie ewentualnych wycieków	x	x
17	Instalacja rurociągowa wraz z armaturą instalacji chłodniczych: wody lodowej (oba obiegi wodne i obieg glikolowy) i chłodzenia bezpośredniego („wody gorącej”)	sprawdzenie szczelności instalacji i usunięcie ewentualnych wycieków	x	x
		sprawdzenie poprawności działania zaworów bezpieczeństwa zgodnie z ich DTR oraz ich ciśnienia zadziałania	x	x
		sprawdzenie nastaw zaworów równoważących i ich zgodności z protokołami regulacji instalacji hydraulicznej	x	x
		sprawdzenia poprawności działania zaworów odcinających i zaworów ręcznych zamontowanych na instalacji (zamknięcie i otwarcie)	x	x
		sprawdzenie poprawności działania automatycznych zaworów regulacyjnych i sterowanych zaworów odcinających	x	x
		sprawdzenie poprawności działania zaworów elektromagnetycznych	x	x
		kontrolę poprawności wskazań czujników BMS, manometrów	x	x
		sprawdzenie nastaw i poprawności działania zaworów nadmiarowo-upustowych	x	x
		sprawdzenie poprawności działania zaworów odpowietrzających (zgodnie z DTR)	x	x
		kontrola pracy zaworów zwrotnych	x	x
		separator zanieczyszczeń Flamco: usunięcie odseparowanych zanieczyszczeń ze zbiornika separatora, odpowietrzenie separatora zanieczyszczeń	x	x
		filtry siatkowe: ocena stanu zabrudzenia (np. metodą różnicy ciśnień) i czyszczenie wkładów siatkowych w przypadku znacznego stopnia ich zabrudzenia	x	x
		filtry siatkowe: czyszczenie i mycie wkładów siatkowych filtrów	x	x
		Naczynia wzbiornicze: odpowietrzenie naczyń wzbiorniczych, sprawdzenie ciśnienia w zbiorniku i ocena skuteczności działania	x	x
		Naczynia wzbiornicze: sprawdzenie i regulacja wstępnego ciśnienia membrany naczyń wzbiorniczych	x	x
		Instalacja chłodnicza wody lodowej - obieg zewnętrzny (glikolowy) i instalacja chłodnicza chłodzenia bezpośredniego podczas przeglądu serwisowego przed sezonem zimowym, obowiązkowe wykonanie laboratoryjnego badania jakości roztworu glikolu w obiegu zewnętrznym instalacji chłodniczej wody lodowej, oraz w rurociągach instalacji „wody gorącej” (na podstawie wyniku badania jakości roztworu glikolu będzie podjęta decyzja o terminie wymiany całego zładu roztworu glikolu w poszczególnej instalacji chłodniczej)	x	
		Instalacja chłodnicza wody lodowej - obiegi wewnętrzne (wodne) podczas przeglądu serwisowego przed sezonem letnim ale tylko raz w ciągu trwania umowy, obowiązkowe wykonanie laboratoryjnego badania jakości wody pod kątem oceny korozyjności w stosunku do żeliwa i stali (badanie należy przeprowadzić dla obu obiegów oddzielnie)		x
Kontrola i naprawa izolacji termicznej, oraz oznaczeń instalacji rurociągów wszystkich obiegów hydraulicznych w bud. nr 88	x	x		

4.2. Udział w kontroli UDT

Integralną częścią przeglądów jest udział i występowanie w imieniu Zamawiającego przynajmniej jednej osoby z wymaganymi uprawnieniami w kontroli instalacji chłodniczej wody lodowej przeprowadzanej przez inspektora Urzędu Dozoru Technicznego. Termin kontroli instalacji przez inspektora UDT prawdopodobnie nie będzie pokrywał się z terminem przeglądu. Daty kolejnych badań przez UDT znajdują się w tabeli poniżej:

Lp	Urządzenie	Data badania
----	------------	--------------



1	Agregat chłodniczy AGCH-4	09/2026
2	Separator zanieczyszczeń Flamco (woda lodowa)	09/2026
3	Zbiornik ciśnieniowy Flamco 600 I (W.1 - woda lodowa)	09/2026
4	Zbiornik ciśnieniowy Flamco 600 I (W.2 - woda lodowa)	09/2026
5	Zbiornik ciśnieniowy Reflex 300N (woda gorąca)	09/2026

5. Pozostałe wymagania

- Wykonawca zobowiązany jest, aby wszelkie prace w ramach Przedmiotu Umowy wykonywane były przez osoby posiadające kwalifikacje i uprawnienia do wykonywania takich prac. Wykonawca musi dysponować odpowiednim wyposażeniem technicznym do sprawnego wykonania prac objętych zakresem Przedmiotu Umowy.
- Do wykonania przeglądów serwisowych i konserwacji Wykonawca powinien użyć tylko i wyłącznie środków zalecanych lub wskazanych przez producentów poszczególnych urządzeń (filtry, zestawy części zamiennych, środki czyszczące i konserwujące, itp). Sposób przeprowadzenia czynności konserwacyjnych i serwisowych powinien być zgodny z DTR urządzeń, z obowiązującymi przepisami i normami, oraz z instrukcjami i zaleceniami producentów urządzeń.
- Rezultaty dokonanego przeglądu muszą być dostarczone Zamawiającemu w formie pisemnej do 5 dni roboczych po wykonanym przeglądzie. Dokument ma być spisany na druku firmowym Wykonawcy lub producenta sprzętu i zawierać spis czynności wykonanych przez serwisanta oraz jego podpis na protokole przeglądu.
- Przeglądy okresowe należy wykonać w następujących terminach:
 - a. Przegląd serwisowy letni (I) – do 6 miesięcy od dnia podpisania umowy, ale nie później niż do 30 czerwca 2025 r.
 - b. Przegląd serwisowy zimowy (II) – do 30 listopad 2025 r.
 - c. Przegląd serwisowy letni (III) – do 30 czerwca 2026 r.
 - d. Przegląd serwisowy zimowy (IV) – do 30 listopad 2026 r.