

INSTALACJE AUTOMATYKI

Spis zawartości teczki

1.	AUTOMATYKA	3
1.1.	OPIS TECHNICZNY	3
1.2.	WYTYCZNE AKPiA.....	14
1.3.	OPIS ROZWIĄZAŃ SPOSOBÓW WYKONANIA INSTALACJI.	17
2.	OZNAKOWANIE CE.....	19
3.	ALTERNATYWNE ROZWIĄZANIA.....	19
4.	WYTYCZNE BHP	20
5.	UWAGI KOŃCOWE.....	20
6.	SPIS RYSUNKÓW	22

1. AUTOMATYKA

1.1. OPIS TECHNICZNY

Niniejsza dokumentacja projektowa branży AKPiA stanowi uzupełnienie projektu w zakresie wykonania niezbędnej automatyki dla maszynowni wody lodowej dla dokumentacji projektowej pn.: „PRZEBUDOWA POMIESZCZEŃ NA POZIOMIE PRZYZIEMIA, II ORAZ III PIĘTRA BUDYNKU A, UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO W POZNANIU PRZY AL. NIEPODLEGŁOŚCI 10, WRAZ Z BUDOWĄ NOWEJ KLIMATYZACJI DLA CZĘŚCI BUDYNKU A ORAZ PRZEBUDOWĄ INSTALACJI WENTYLACYJNEJ DLA STREFY KUCHNI I SALI WYKŁADOWEJ W PRZYZIEMIU BUDYNKU A” z grudnia 2023 r., autorstwa mgr inż. Rafała Marciniaka, nazywanej w dalszej części niniejszego opracowania dokumentacją projektową BIPROINSTAL.

Projekt BIPROINSTAL jest przewidziany do realizacji z podziałem na I i II etap. Niniejsza dokumentacja branży AKPiA musi zostać wykonana w całości w I etapie oraz posiada odpowiednią rezerwę na podłączenie urządzeń.

1.1.1. W zakres projektowanych instalacji elektrycznych AKPiA wchodzi:

- wykonanie instalacji zasilających i sterowniczych szafy SWL1 – zgodnie z rysunkami warsztatowymi niniejszej dokumentacji.

1.1.2. Wykonanie w/w instalacji w zakresie AKPiA obejmuje:

- dostawę i montaż na obiekcie aparatury pomiarowej, zabezpieczającej i regulacyjnej, która nie została ujęta w projekcie branży technologicznej,
- dostawę i uruchomienie szafy zasilająco-sterującej SWL1,
- dostawę i ułożenie tras kablowych (korytek i kabli) do sterowania urządzeń,
- dostawę sterownika swobodnie-programowalnego dla sterowania urządzeń obiektowych,
- wykonanie oprogramowania sterownika i panelu HMI wraz z dostawą wymaganych licencji,
- zamontowanie panelu HMI na drzwiach szafy sterowniczej.

1.1.3. Opis szczegółowy projektowanych instalacji AKPiA

Projektowana szafa SWL1 będzie centralną jednostką odpowiedzialną za integrację pracy maszynowni wody lodowej. Podstawą systemu będzie koordynacja pracy urządzeń: dwóch agregatów wody lodowej oraz dwóch drycoolerów. Urządzenia te wyposażone będą w fabryczną automatykę która powinna mieć możliwość podłączenia do sterownika PLC za pośrednictwem protokołu MODBUS RTU.

Drycoolery oraz agregaty chłodnicze będą dodatkowo połączone bezpośrednio ze sterownikiem PLC połączeniami twardodrutowymi. Zapewniony będzie niezależny od działania protokołu monitoring pracy/awarii oraz blokada pracy instalacji w przypadku wyłączenia urządzenia przy użyciu wyłącznika serwisowego. Dostępny będzie też odczyt stanu awarii ze stacji SUW.

Pompy obiegowe w maszynowni będą miały zapewniony monitoring pracy/awarii zasilania, funkcje przełączenia pracy, orazysterowanie z poziomu sterownika PLC.

Z poziomu głównego sterownika będąysterowywane siłowniki zaworów elektromagnetycznych regulacyjnych (sterowanie ON/OFF napięciem ~230V) służące do przełączania trybu pracy, oraz siłowniki zaworów mieszających które odpowiedzialne są ustabilizowanie temperatury powrotu do agregatów wody lodowej gdyby temperatura glikolu była za niska (sterowanie sygnałem analogowym 0-10V, zasilanie ~24V).

W obrębie instalacji zostaną zainstalowane czujniki temperatury oraz przetworniki ciśnienia. Pomiary będą przesyłane do sterownika PLC standardem komunikacyjny 0-10V / 4-20mA.

Projektowany system pozwoli na integrację liczników ciepła na instalacji oraz licznika energii elektrycznej w rozdzielni elektrycznej TR2 poprzez protokół MBUS.

Na drzwiach szafy znajdować się będzie panel sterujący. Na panelu tym będzie dostępna wizualizacja pracy całej maszynowni wraz z wizualizacją pracy drycoolersów z możliwością odczytywania parametrów mierzonych, odczytywania nastaw oraz odczytania pamięci awarii. Historia awarii powinna mieć nieograniczoną pamięć (min. 5lat). Historia awarii nie powinna być możliwa do skasowania ani przez użytkownika ani przez serwis. W historii awarii powinien być określony moment wystąpienia awarii oraz moment usunięcia lub zaniku awarii. Sygnalizacja awarii w sposób jednoznaczny ma obrazować czy awaria jest aktywna lub czy została usunięta lub zanikła. Automatyka poza bieżącym odczytem parametrów mierzonych będzie dawała możliwość generowania wykresów dla parametrów mierzonych archiwalnych z okresu do 1 roku w celach diagnostycznych.

Panel sterujący będzie zainstalowany w formie ekranu dotykowego HMI o rozmiarze 7". Panel musi być intuicyjny w obsłudze, musi obrazować m.in. schemat całej instalacji w docelowej formie po planowanej rozbudowie w II etapie oraz musi wyświetlać aktualne wartości zadane i aktualne wartości mierzone, wybrane tryby pracy urządzeń (praca w harmonogramie / ustawienie ręczne). Obowiązkiem Wykonawcy jest opracować oraz uzgodnić z Zamawiającym projekt warsztatowy systemu automatyki uwzględniający szczegóły dotyczące wizualizacji pracy instalacji na panelu HMI oraz szczegóły dotyczące alarmowania oraz zachowania instalacji w przypadku wykrycia alarmu. Projekt warsztatowy powinien zawierać instrukcję obsługi w języku polskim opisującą w szczególności:

- sterowanie maszynownią wody lodowej jako całością oraz sterowanie poszczególnymi urządzeniami tej instalacji w tym: ustawianie trybów pracy instalacji oraz harmonogramów pracy instalacji, ustawianie ręcznych trybów pracy dla poszczególnych urządzeń,
- przewidziane tryby działania instalacji z uwzględnieniem I i II etapu rozbudowy maszynowni wody lodowej oraz z podziałem na tryb aktywnego chłodzenia i tryb freecoolingu,
- przewidziane w automatyce systemy zabezpieczenia instalacji i urządzeń (np. przed wzrostem / spadkiem temperatury, wzrostem / spadkiem ciśnienia w instalacji, pracą bez przepływu, zanikiem zasilania elektrycznego itp.),

- procedurę rozruchu instalacji w zależności od realizowanego trybu pracy (aktywne chłodzenie / freecooling) oraz temperatury zewnętrznej (temperatury dodatnie, ujemne),
- sposób odczytu parametrów zadanych, mierzonych,
- sposób odczytu stanu wyjść cyfrowych i analogowych oraz sposób przeprowadzenia ręcznego wymuszenia zmiany tych parametrów (funkcja niezbędna dla diagnozy awarii przez serwis),
- jakie ustawienia są ustawieniami domyślnymi (ustawionymi przy uruchomieniu) oraz w jakie są dopuszczalne zakresy zmian tych wartości z podziałem na ustawienia użytkownika oraz ustawienia rozszerzone dla serwisu,
- wszystkie przewidziane w automatyce stany awaryjne z podziałem na awarie zatrzaskiwane i niezatrzaskiwane (wymagające lub niewymagające ręcznego skasowania przez serwisanta/przeszkolonego pracownika) oraz awarie krytyczne i niekrytyczne (powodujące wyłączenie części lub całej instalacji lub pozwalające na dalszą pracę instalacji pomimo stwierdzonej awarii) z uwzględnieniem procedury automatycznej zmiany klasy alarmu z niekrytycznego na krytyczny w przypadku 3-krotnego powtórzenia tego samego alarmu w ciągu 1 godziny.
- sposób przywrócenia ustawień domyślnych oraz dokonania podstawowych ustawień w automatyce w przypadku awarii panelu HMI oraz sposób przywrócenia oprogramowania w przypadku wymiany panelu HMI lub sterownika w przypadku awarii urządzenia.

Panel będzie znajdował się na przednich drzwiach szafy. Szafa SWL1 ze sterownikiem będzie zlokalizowana w przebudowywanym pomieszczeniu magazynowym, które docelowo będzie pełniło funkcję maszynowni wody lodowej.

1.1.4. Opis przewidywanych algorytmów pracy maszynowni wody lodowej

Prace ujęte w projekcie obejmują 2 etapy:

Etap I – agregat wody lodowej AWL1 wraz z drycoolerem, wymiennikiem płytowym pracującym w trybie free-cooling i armaturą (pompy obiegowe, armatura regulacyjna, czujniki).

Etap II – agregat wody lodowej AWL2 wraz z drycoolerem i armaturą (pompy obiegowe, armatura regulacyjna, czujniki).

Jednocześnie budowany układ sterowania dla etapu I obejmuje wszystkie prace programistyczne z I etapu i etapu II (w ramach prac w II etapu – podłączenie, uruchomienie). Docelowo system wytwarzania wody lodowej ma pracować z dwoma AWL i dwoma drycoolerami – wszystkie prace programistyczne, algorytmy działania należy wykonać w I etapie prac.

Agregat wody lodowej wyposażony jest w sterownik, który umożliwia płynną regulację mocy chłodniczej w przedziale 30-100%.

Wyłącznik serwisowy dostarczany wraz z urządzeniem (agregat wody lodowej, drycooler) należy zamontować na obudowie urządzenia.

Agregat wody lodowej kontroluje temperaturę czynnika roboczego (wody lodowej) i na podstawie tej wartości uruchamia prace sprężarek. Agregat dąży do osiągnięcia temp. 9°C na wypływie czynnika – wody lodowej.

I. Algorytm zarządzania pracą układu wytwarzania chłodu

Podczas uruchomienia układu wytwarzania chłodu, sprawdzana jest temperatura powietrza zewnętrznego z czujnika TX-ZEW-01. W przypadku temperatury zewnętrznej powyżej +10°C uruchamiany jest agregat wody lodowej i układ pracuje w trybie chłodzenia aktywnego. W przypadku temperatury zewnętrznej poniżej lub równej +10°C nie jest uruchamiany agregat wody lodowej i układ pracuje w trybie chłodzenia pasywnego (tj. z wykorzystaniem wymiennika freecoolingu).

II. Algorytm zarządzania chłodzeniem aktywnego

W trybie pracy chłodzenia aktywnego najpierw zawór regulacyjny CVM-WL1-02 ustawiony jest w pozycji otwartej i zawór regulacyjny CVM-WL1-04 ustawiony jest w pozycji zamkniętej, zawór regulacyjny CVM-WL1-05 ustawiony jest w pozycji zamkniętej, zawór regulacyjny CVM-WL1-03 ustawiony jest w pozycji otwartej, następnie załączana jest pompa obiegu wody lodowej PO.WL1-02 i pompa obiegu drycoolera PO.WL1-01. Jeśli w trakcie uruchamiania wcześniej wymienionych elementów, uruchamiane urządzenia nie wysłały błędów awarii, może wtedy rozpocząć pracę drycooler DC-WL1-01 z poziomu sterownika SWL1. Jeśli w trakcie uruchamiania wcześniej wymienionych elementów, uruchamiane urządzenia nie wysłały błędów awarii, może wtedy wystartować agregat wody lodowej AG-WL1-01.

W momencie informacji od agregatu pracującego, że pracuje z wydajnością 90% wartości nominalnej załączany jest drugi agregat wody lodowej AG-WL2-01. (Aktywowanie funkcji załączania drugiego agregatu wody lodowej planowane jest po podłączeniu urządzeń będących zakresem dostawy II etapu prac. Po wykonaniu I etapu prac funkcja ma pozostać nieaktywna, przy czym musi być zaprogramowana w sterowniku i gotowa do aktywacji)

Prace agregatów wody lodowej należy ustawić na równomierne zużywanie urządzenia tj. na podstawie ilości przepracowanych godzin przez sprężarkę algorytm sterownika centralnego decyduje, które urządzenie pracuje, a które ma przestój. Zliczanie godzin pracy i ich porównywanie następuje zawsze o godzinie 6:00 każdego dnia. Dodatkowo w celu stabilizacji pracy parownika wykorzystany jest zawór mieszający CVM-WL1-01, który pilnuje temperatury napływu do agregatu wody lodowej o parametrze $+25^{\circ}\text{C}$, kontrola temperatury przez czujnik temperatury TX-WL1-03.

Drycooler powinien tak sterować prędkość obrotową wentylatorów aby utrzymywać temperaturę glikolu płynącego do AWL na najniższym możliwym poziomie w przedziale od $+25^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$ (czyli niższa temp. glikolu tym wyższa sprawność AWL). Przy temperaturach zewn. $+20^{\circ}\text{C}$ drycooler będzie zapewniał temp. glikolu $+25^{\circ}\text{C}$ (parametry glikolu: $+30^{\circ}\text{C}/+25^{\circ}\text{C}$). Przy niższych temperaturach zewnętrznych tj. niższych niż $+20^{\circ}\text{C}$ ale wyższych niż $+10^{\circ}\text{C}$ drycooler powinien dążyć do utrzymania temp. glikolu na stałym poziomie $+25^{\circ}\text{C}$ (parametry glikolu: $+30^{\circ}\text{C}/+25^{\circ}\text{C}$) – w tym zakresie temperatur drycooler będzie obniżał wydajność wentylatorów. Jeżeli drycooler przechłodzi glikol poniżej temp. $+25^{\circ}\text{C}$ przy ustawionej min. prędkości wentylatorów powinien całkowicie wyłączyć część lub wszystkie wentylatory. Temperatura glikolu, jaka ma utrzymywać drycooler oraz wydajność jego wentylatorów powinna być możliwa do nastawienia z poziomu panelu HMI na szafie SWL1 (możliwa nastawa temperatury od $+25^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$).

III. Algorytm zarządzania chłodzenia pasywnego

W przypadku chęci wykorzystania trybu freecoolingu należy zaprogramować przełączanie się z agregatów freonowych na tryb freecoolingu w funkcji temperatury zewnętrznej tzn. gdy temperatura zewnętrzna spada poniżej $+10^{\circ}\text{C}$ następuje wyłączenie agregatów freonowych i przestawienie stosownych zaworów w trybie freecoolingu. Układ pracuje w trybie freecoolingu tak długo, dopóki temperatura zewnętrzna nie wzrośnie powyżej temperatury zadanej $+1\text{ K}$ (histereza). W przypadku gdyby freecooling nie był w stanie utrzymać temperatury wody lodowej na odpowiednio niskim poziomie $14/19^{\circ}\text{C} + 2\text{ K}$ (histereza) np. na skutek zbyt małej mocy chłodniczej, system powinien zasygnalizować awarię freecoolingu „freecooling – zbyt wysoka temp. wody lodowej” oraz powinien automatycznie przełączyć się na aktywne chłodzenie z wykorzystaniem agregatu wody lodowej. Wówczas następuje zatrzymanie drycoolerów, przestawienie układu hydraulicznego na pracę z agregatu freonowego i ponowne wystartowanie układu.

W trybie pracy chłodzenia pasywnego najpierw zawór regulacyjny CVM-WL1-02 ustawiony jest w pozycji zamkniętej i zawór regulacyjny CVM-WL1-04 ustawiony jest w pozycji otwartej, zawór regulacyjny CVM-WL1-05 ustawiony jest w pozycji otwartej, zawór regulacyjny CVM-WL1-03 ustawiony jest w pozycji zamkniętej, następnie załączana jest pompa obiegu wody lodowej PO.WL1-02 i pompa obiegu drycoolera PO.WL1-01. Jeśli w trakcie uruchamiania wcześniej wymienionych elementów, uruchamiane urządzenia nie wysłały błędów awarii, może wtedy rozpocząć pracę drycooler DC-WL1-01 z poziomu sterownika SWL1. W celu zabezpieczenia pracy wymiennika płytowego na obiegu free-cooling przewidziany jest zawór mieszający CVM-WL1-01, który reguluje temperaturę napływu czynnika do wymiennika freecoolingu o parametrze min. $+7^{\circ}\text{C}$, kontrola temperatury przez czujnik temperatury TX-WL1-03.

IV. Algorytm zarządzania awarią – wyłączenie systemu wytwarzania chłodu

Awaria podczas pracy w trybie freecoolingu:

W momencie gdy czujnik temperatury TX-WL1-06 wskaże temperaturę + 4°C, układ wytwarzania chłodu wchodzi w stan pracy awaryjnej tzn wyłączana jest pompa obiegu drycoolera PO.WL1-01, wyłączany jest drycooler DC-WL1-01, na końcu wyłączana jest pompa obiegu wody lodowej PO.WL1-02. Informacja o błędzie wyświetlana jest na sterowniku centralnym i wysyłana jest informacja o awarii do działu technicznego. Ten element jest zabezpieczeniem wymiennika płytowego przed zbyt niską temperaturą obiegu drycoolera i możliwością zamrożenia wymiennika płytowego. Po awaryjnym wyłączeniu systemu freecoolingu na skutek wykrycia zbyt niskiej temp. glikolu (awaria: „freecooling - zabezpieczenie przeciwołodziennowe wymiennika”) system powinien automatycznie wznowić pracę z wykorzystaniem aktywnego chłodzenia i jednoczesną sygnalizacją awarii freecoolingu.

Praca agregatu wody lodowej w trybie awarii wg wytycznych producenta urządzenia.

Praca drycoolera w trybie awarii wg wytycznych producenta urządzenia.

Awaria jednej z pomp obiegowych lub zaworów regulacyjnych powoduje wyłączenie agregatu wody lodowej i drycoolera wraz poszczególnymi pompami obiegowymi.

V. Układ 2 chillerów i praca redundantna (ETAP II)

W przypadku doposażenia układu wody lodowej w drugi chiller wraz z drycoolerem należy przewidzieć redundantną pracę agregatu wody lodowej. Należy również zaprogramować, iż w momencie wzrostu zapotrzebowania na wodę lodową, po określonym czasie, np. 30 min i przekroczeniu prądu FLA, który odpowiada obciążeniu procentowemu jest odczytywany z chillera nr 1 (np. powyżej 90%) zostanie dołączony drugi agregat wody lodowej wraz ze swoim drycoolerem. W przypadku braku zapotrzebowania po określonym czasie i spadku prądu FLA w tym okresie np. poniżej 60% agregat oznaczony jako drugi zostanie zatrzymany.

W przypadku pracy redundantnej należy zapewnić zmianę wiodącego agregatu według ustawionego harmonogramu np. co 7 dni. Czas i progi zmiany powinny być nastawialne z poziomu panelu HMI.

Podczas zmiany należy najpierw wystartować agregat, który przejmuje token agregatu wiodącego, po określonym czasie ok. 20 min należy wyłączyć agregat, który był do tej pory agregatem wiodącym. Podczas pracy danego agregatu wody lodowej należy zapewnić odpowiednie wystawienie wszystkich siłowników, zaworów związanych z danym układem hydraulicznym.

W przypadku wystąpienia awarii agregatu wiodącego następuje automatyczne przełączenie się na agregat, który pozostaje w rezerwie.

VI. Algorytm zarządzania wyłączenia agregatu

Wyłączenie agregatu AG-WL1-01 następuje przez wyłącznik serwisowy, wskutek tego najpierw wyłączany jest agregat, a następnie drycooler DC-WL1-01, wraz z pompami obiegowymi PO.WL1-01, PO.WL1-02. (Analogicznie dla agregatu AG-WL2-01).

System sterowania powinien informować o stanie pracy urządzeń elektrycznych wchodzących w skład układu wytwarzania chłodu tj agregat wody lodowej, drycooler, pompy obiegowe. Awaria tych elementów sprawia wyłączenie układu wytwarzania chłodu. Sygnały alarmów dotyczące nieprawidłowej pracy czujników generują sygnał alarmu. Nieprawidłowa praca czujników nie powoduje wyłączenia układu wytwarzania chłodu o ile czujniki

te nie zabezpieczają instalacji przed uszkodzeniem (np. oblodzeniem). W przypadku awarii czujnika temperatury TX-WL1-06 zabezpieczającego wymiennik AG-WL1-01 przed zamrożeniem, wstrzymana zostanie praca systemu w trybie freecoolingu. Po awaryjnym wyłączeniu systemu freecoolingu (awaria czujnika TX-WL1-06) system powinien automatycznie przejść na pracę z wykorzystaniem aktywnego chłodzenia z jednoczesną sygnalizacją awarii freecoolingu. Maszynownia powinna pracować w trybie aktywnego chłodzenia z sygnalizacją awarii do czasu jej skasowania przez serwis.

Sterownik nadrzędy w szafie SWL1 kontroluje prace sterownika drycoolera i agregatu wody lodowej. Sposób pracy drycoolera jest zorganizowana przez fabryczny sterownik drycoolera.

Drycoolery mają za zadanie utrzymać projektowane temperatury inst. Glikolowej zgodnie z opracowaniem BIPROINSTAL. Dla chłodzenia aktywnego: temperatura glikolu powinna wynosić 25/30°C, aby utrzymywać pracę AWL zachowując jednocześnie dużą sprawność wytwarzania chłodu. Tym samym drycooler w aktywnym chłodzeniu powinien dążyć do jak najniższej temperatury glikolu przy czym nie powinna być ona niższa niż 25°C. Projekt BIPROINSTAL przewiduje możliwy wzrost temperatury glikolu do parametrów maksymalnych: 40/45°C osiąganych przy temperaturze zewnętrznej +35°C (warunki projektowe). Temperatura glikolu w zakresie od +25°C do +40°C musi być uznawana przez automatykę za temperaturę prawidłową, przy czym automatyka Drycoolera musi dążyć do uzyskania jak najniższej temperatury ale nie niższej niż +25°C.

Dla pracy na freecoolingu, wraz ze spadkiem temperatury powietrza zewnętrznego, drycooler powinien ograniczać prędkość wentylatorów. Temperatura glikolu wpływająca na wymiennik będzie korygowana przez zawór mieszający tak aby nie była niższa niż +7°C. Jeżeli z jakichś powodów temp. glikolu wpływającego na wymiennik spadnie poniżej +4°C to układ powinien zostać awaryjnie wyłączony.

Wentylatory drycoolerów posiadają regulację wydajności w sposób płynny,ysterowane po protokole Modbus RTU po zezwoleniu na pracę z poziomu sterownika nadrzędnego SWL1.

Przerwa w pracy drycoolerów generuje sygnał awarii, który nie powoduje zatrzymania pracy agregatu wody lodowej, w takich okolicznościach czynnik jest schładzany z mniejszą wydajnością.

Pompy PO.01, PO.02 pracujące w układzie pracy równoległej zostały dobrane na 50% wydajności nominalnej, co powoduje że układ pracuje na jednej pompie, a gdy jej wydajność dojdzie to 90% wartości maksymalnej załącza się druga pompa. Sterownik pompy należy ustawić na regulację proporcjonalną ograniczającą ciśnienie w przypadku spadku wydajności w instalacji wody lodowej. Sterownik centralny powinien umożliwiać pracę pomp naprzemienną w celu równomiernego zużycia pomp. Przełączenie pompy wiodącej powinno następować codziennie o godzinie ustalonej przez użytkownika (np. 8:00 rano).

Automatyka umożliwia monitorowanie stanu zasilania elektrycznego na pompach, w przypadku braku zasilania sterowanie generuje alarm pompy.

Automatyka dla maszynowni wody lodowej kontroluje automatycznie stan ciśnienia w instalacji wody lodowej i instalacji glikolowej. Zbyt niskie ciśnienie powinno generować 2-stopniowy alarm:

- ciśnienie niższe od zakładanego o 0,2bar – alarm niskiego ciśnienia – układ pracuje dalej z sygnalizacją awarii
- ciśnienie niższe od zakładanego o 0,5bar – awaryjne wyłączenie układu

Podczas pracy wody lodowej w trybie pasywnym sprężarki agregatu wody lodowej są wyłączone.

Ciepłomierze umożliwiają odczyt wytworzonego chłodu oddzielnie dla etapu I oraz II. Po skomunikowaniu agregatów oraz drycoolerów ze sterownikiem nadrzędnym, możliwy będzie odczyt pobieranego prądu, co stanowić będzie podstawę do wyliczenia poboru mocy elektrycznej przez urządzenia. Wartości te po przekształceniu pozwolą zaprogramować z poziomu sterownika nadrzędnego wskaźnik efektywności ESEER (kWh chłodu / kWh energii elektrycznej). Wskaźnik może być liczony np. od początku działania układu lub co 1 miesiąc np. 30 dnia każdego miesiąca.

System sterowania powinien umożliwiać wyświetlanie (wizualizację) pracy maszynowni wody lodowej za pomocą interaktywnego schematu z przedstawieniem parametrów mierzonych (temperatury na elementach pomiarowych, przepływy czynnika roboczego przez urządzenia), parametrów zadanych oraz przedstawieniem aktualnego stanu/pracy instalacji i urządzeń oraz listy aktualnych i historycznych awarii.

1.1.5. Zestawienie materiałowe

LP	ETAP I - Nazwa symbolu	Ilość
1	Metalowa obudowa z płytą montażową. Wym. 1200x800x300 mm.	1
2	A4 plastikowa kieszeń na dokumenty - 234x278x40 mm	1
3	Zacisk 2-piętrowy 4 na przewód 4 mm ² , beżowy	5
4	Zacisk 2-piętrowy 4 na przewód 4 mm ² , niebieski	3
5	Zacisk 2-piętr. 4 PE na przewód 4 mm ²	1
6	Zacisk 2,5 na przewód 2.5 mm ² , beżowy	9
7	Zacisk 2,5 na przewód 2.5 mm ² , niebieski	1
8	Zacisk 2-piętrowy 2,5 na przewód 2.5 mm ² , beżowy	84
9	Zacisk 2-piętrowy 2,5 na przewód 2.5 mm ² , niebieski	2
10	Zacisk 2-piętr. 2.5 PE na przewód 2.5 mm ²	21
11	Styk pomoc. przełączny do ochronnika 1Z1R, 1W, 2A, 250VAC, 0.5JC	1
12	Ochronnik C Typ 2 2P 20kA	1
13	Wyłącznik nadprądowy 1-bieg B6A, 6kA	2
14	Wyłącznik nadprądowy 1-bieg C6A, 6kA	1
15	Wyłącznik nadprądowy 1-bieg C4A, 6kA	3
16	Rozłącznik bezpiecznikowy cylindryczny 1P 10x38mm	1
17	Wkładka topikowa cylindryczna 10x38 mm gG 2 A 500 VAC	1
18	Łączniki mocujące	15
19	Główka lampki sygnalizacyjnej płaska, niebieska	1
20	dioda LED, biała montowana do płyty czołowej	1
21	Oznaczniki na złączki	1 kpl.
22	Rozłącznik główny izolacyjny 1-fazowy 1P 16A 240V	1
23	Mostki do złączek	1 kpl.
24	Łączniki poprzeczne do złączek	1 kpl.
25	Wyłącznik różnicowoprądowy z członem nadprądowym, 230/400V 6KA, 1-BIEG., B , 10A, 6kA	1
26	Gniazdo zasilając 230 VAC 16A, 2P+Z	1
27	Lampa LED do szafy, 4W, 230VAC, z przewodem zasilającym, 360lm, 4000K, wtyk 2-pinowy, układ przełotowych złącz, wyłącznik ON/OFF	1
28	Korytka kablowe 40x60mm plastikowe perforowane z pokrywą	6 mb
29	Szyna montażowa T35	5
30	Zasilacz, nap. zas. 230 VAC. Prąd wyj. 25 A, napięcie wyj. 24 VDC	1
31	Główka lampki sygnalizacyjnej płaska, czerwona	7
32	Transformator sterujący 50VA. 230/24 VAC	1
33	Dotykowy panel HMI 7" rozdzielczość: 800 x 480pikseli TFT IP65 Ethernet, USB, 65536 kolorów, 8 klawiszy funk., 24VDC	1
34	Switch przemysłowy na szynę DIN 5 xRJ45 10/100Mb, 9,6...60 VDC, 45mA	1
35	Sterownik kompaktowy CPU 14 wejść binarnych (24V DC) / 10 wyjść binarnych (przełącznik/ 2A) / 2 wejścia analogowe (0 - 10V DC), zasilanie: 24V DC, pamięć programu/danych: 100 KB; możliwości rozbudowy o: 3 moduły komunikacyjne, 1 płytkę sygnałową, 8 modułów wejść/wyjść	1
36	moduł wyjść analogowych, 4 wyjścia napięciowe (+/-10V - 14 bitów) lub prądowe (0-20 mA - 13 bitów)	2
37	moduł wejść analogowych, 8 wejść analogowych napięciowych (+/-10V, +/-5V, +/-2.5V) lub prądowych (0-20 mA, 4-20mA), rozdzielczość 13 bitów	3

LP	ETAP I - Nazwa symbolu	Ilość
38	Moduł wejść/wyjść analogowych, 4 wejścia analogowe / 2 wyjścia analogowe napięciowe (+/- 10V - 14 bitów) lub prądowe (0-20/4-20 mA - 13 bitów)	1
39	Moduł wejść/wyjść binarnych, 16 wejść binarnych (24V DC typu sink/source) / 16 wyjść binarnych (przełącznikowych 2A)	1
40	Moduł wejść binarnych, 16 wejść binarnych (24VDC typu sink/source)	1
41	Konwerter MBus / ModBUS RTU. Wersja RS-485. Zas. 24 VDC	1
42	płytki sygnałowa, 1 interfejs RS485, przyłącze śrubowe, obsługiwane protokoły: FREEPORT, 3964(R), ModBUS RTU (master/slave)	1
43	Dioda LED, biała montowana do płyty czołowej 24V AC/DC	13
44	Główka lampki sygnalizacyjnej płaska, zielona	6
45	Gniazdo do przełącznika R4, 6 A, 300 V AC.	20
46	Przełącznik R4, wsk.dział.-mech.+przyc.blok. 4P 6A 240VDC	20
47	Przełącznik RG25, 2Z, 25A, 24V DC	4
48	Napęd przycisku z samopowrotem, płaski, niebieski	1
49	Element stykowy 1Z montowany do płyty czołowej	
50	Przełącznik interfejsowy wąskoprofilowy: 1P, napięcie cewki 230VAC, napięcie zn. Styków 30 VAC	19
51	Przełącznik interfejsowy wąskoprofilowy: 1P, napięcie cewki 24VDC, napięcie zn. Styków 30 VAC	6
52	Przetwornik ciśnienia, Zakres 0/6 bar, Sygnał wyj. 4....20 mA,Zasil. 8...32 VDC	4
53	Zanurzeniowy czujnik temperatury, Pt 1000, 150mm, zakres -10...120 °C, Sygnał wyj. 0-10 V, 24VDC	13
54	Ostona ochronna	13
55	Czujnik temperatury zewnętrznej lub pomieszczeniowy, 4..20 mA,24 V AC lub 13,5...35 V DC	1
56	Rurki instalacyjne wraz z uchwytkami i kolankami	50mb
57	Rury karbowane osłonowe	50mb
58	Materiały drobne, montażowe (śrubki, wkręty, podkładki, oznaczniki, dławnice kablowe itp.)	1 kpl.
59	Linka LgY 1x6 ziel-żół. (połączenia wyrównawcze)	5 mb
60	Korytka kablowe 50x42mm	20 mb
61	Korytka kablowe 100x42mm	4 mb
62	Korytka kablowe 200x42mm	10 mb
63	Korytka kablowe 50x42mm ocynkowane (do montażu na dachu garażu)	20 mb
64	Rura karbowana elektroinstalacyjna fi50mm dwuwarstwowa do ziemi peszel z pilotem niebieska	20 mb

LP	ETAP II - Nazwa symbolu	Ilość
1	Przetwornik ciśnienia, Zakres 0/6 bar, Sygnał wyj. 4....20 mA,Zasil. 8...32 VDC	2
2	Zanurzeniowy czujnik temperatury, Pt 1000, 150mm, zakres -10...120 °C, Sygnał wyj. 0-10 V, 24VDC	5
3	Ostona ochronna	5
4	Linka LgY 1x6 ziel-żół. (połączenia wyrównawcze)	5 mb
5	Rurki instalacyjne wraz z uchwytkami i kolankami	20 mb
6	Rury karbowane osłonowe	20 mb
7	Korytka kablowe 50x42mm ocynkowane	3,5 mb

LP	ETAP I - Nazwa przewodu	Dł. [m]
1	Patchcord FTP cat. 6a	5
2	BiTsensor PE(St)CH 2x2x0,22 mm ² B2ca	55
3	E-BUS-H 2x2x0,8	18
4	BIT500(St) Black FR 2x1	50
5	BIT500(St) FR 2x1	240
6	BIT500(St) FR 4x1	15
7	BIT500(St) FR 7x1	48
8	BIT500 Black FR 3x1	50
9	BIT500 Black FR 2x1	100
10	BIT500 FR 8x1	10
11	BIT500 FR 3x1	10
12	BIT500 FR 2x1	35
13	BIT500 FR 3G2,5	10
14	BIT500 FR 3G1,5	60

LP	ETAP II - Nazwa przewodu	Dł. [m]
1	BiTsensor PE(St)CH 2x2x0,22 mm ² B2ca	55
2	E-BUS-H 2x2x0,8	6
3	BIT500(St) FR 2x1	105
4	BIT500(St) FR 4x1	15
5	BIT500(St) FR 7x1	30
6	BIT500 Black FR 3x1	50
7	BIT500 Black FR 2x1	100
8	BIT500 FR 3x1	10
9	BIT500 FR 2x1	20

1.2. WYTYCZNE AKPiA

1. Niniejszy opis należy rozpatrywać razem z rysunkami innych branż.

2. Wytyczne do montażu zewnętrznego

↪ W zakres prac na obiekcie wchodzi:

- Montaż czujników dla nowoprojektowanej szafy zgodnie z listą materiałową dokumentacji szafy i/lub niniejszej dokumentacji. Czujniki należy zamontować tak, aby podczas eksploatacji był możliwy dostęp serwisowy bez konieczności wykonywania prac rozbiórczych,
- montaż szafy zasilająco-sterowniczej,
- wykonanie konstrukcji wsporczych pod koryta kablowe / rurki elektroinstalacyjne,
- wykonanie montażu koryt kablowych / rur elektroinstalacyjnych,
- ułożenie kabli pomiędzy aparaturą i urządzeniami zamontowanymi na obiekcie oraz do szafy automatyki.

↪ Rozmieszczenie urządzeń pomiarowych wg wytycznych zawartych w projekcie sanitarnym. Dokładną lokalizację miejsc zabudowy króćców pomiarowych i urządzeń ustalić podczas montażu.

↪ Typy kabli oraz oznaczenia tras zebrano w albumie tras kablowych.

↪ Połączenia elektryczne kabli pokazano na rysunkach ideowych.

↪ Wykaz aparatury i materiałów montażowych i instalacyjnych podano w specyfikacji materiałowej.

↪ Montaż wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i rozporządzeniami, a w szczególności:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 wraz z późniejszymi zmianami),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21.04.2006 r.
- (Dz. U. nr 80 poz. 563) w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów,
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 sierpnia 2003 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. Nr 169, poz. 1650),
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2021 poz. 2454),
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 25 czerwca 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. 2021 poz. 1169),
- Załącznik nr 1 do rozporządzenia Dz. U. Nr 75, poz. 690 – Wykaz przywołanych w rozporządzeniu norm elektrycznych (których treść może opisywać zakres prac przewidzianych niniejszym opracowaniem):

Lp.	Symbol	Opis
1.	PN-HD 60364-1:2010	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 1: Wymagania podstawowe, ustalanie ogólnych charakterystyk, definicje
2.	PN-HD 60364-4-41:2017-09	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przed porażeniem elektrycznym
3.	PN-HD 60364-4-42:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-42: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed skutkami oddziaływania ciepłego
4.	PN-HD 60364-4-43:2012	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 4-43: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed prądem przetężeniowym
5.	PN-HD 60364-4-443:2016-03	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
6.	PN-HD 60364-5-51:2011	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Postanowienia ogólne
7.	PN-HD 60364-5-52:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Oprzewodowanie
8.	PN-HD 60364-5-53:2022-10	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Aparatura rozdzielcza i sterownicza
9.	PN-HD 60364-5-54:2011	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego -- Układy uziemiające i przewody ochronne
10.	PN-EN IEC 60445:2022-04	Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja -- Identyfikacja zacisków urządzeń i końcówek przewodów a także samych przewodów
11.	PN-HD 60364-7-706:2007	Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część 7-706: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji -- Pomieszczenia przewodzące i ograniczające swobodę ruchu
12.	PN-EN 60529:2003	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy - kod IP1
13.	PN-EN 61140:2016-07	Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym -- Wspólne aspekty instalacji i urządzeń
14.	PN-EN IEC 61293:2020-09	Oznaczanie urządzeń elektrycznych danymi znamionowymi zasilania elektrycznego -- Wymagania dotyczące bezpieczeństwa
15.	PN-EN ISO 7010:2020-07	Symbole graficzne -- Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa -- Zarejestrowane znaki bezpieczeństwa

- Przejścia kabli przez strop i ściany wykonać wg systemowego przejścia pożarowego dla kabli – masa PPOŻ, pianka PPOŻ (wymagane parametry: odporność ogniowa min. EI 120, przeznaczenie do uszczelniania przejść PPOŻ, certyfikacja CNBOP) – zabezpieczyć odpowiednią masą PPOŻ. W przypadku wyjść na dach należy zastosować odpowiednio wygięte rury, aby uniknąć zalewania przejścia kablowego wodą.
- Trasy kablowe należy wykonywać z koryt z metalowych systemowych wraz z pokrywami (tam, gdzie kable w korytach są widoczne) lub w rurkach instalacyjnych. Na łukach i zakrętach stosować połączenia systemowe. Ostre krawędzie zabezpieczyć zarówno na korytach jak i na podporach. Należy stosować zatrzaski systemowe. Wszystkie koryta kablowe muszą być połączone połączeniami wyrównawczymi sprowadzonymi do systemu ekwipotencjalnemu. Połączenia wyrównawcze wykonać linką miedzianą o przekroju nie mniejszym niż 6 mm². Końce linek zakończyć końcówkami oczkowymi o przekroju \varnothing 6 mm.
- Podejścia od koryt kablowych do urządzeń wykonawczych wykonywać w rurkach PVC lub rurze ochronnej peszla. Rury ochronne na zewnątrz muszą być koloru ciemnego (czarny lub szary) odporne na promienie UV. Dla kabli prowadzonych w ziemi stosować rury osłonowe z zapasem wolnego miejsca min. 20%.
- W przypadku montażu dławików uszczelniających stosować dławiki umożliwiające uszczelnienie wraz z rurą ochronną peszla lub w przypadku stosowania standardowych dławików konieczne jest

stosowanie tulejek termokurczliwych na rurze osłonowej peszla i dławiku ochronnym tak, aby nie było możliwości dostania się do przewodu czynników ciekłych.

- ↳ Wyjście kablowe z koryta wykonywać za pomocą dławików PG lub BDE.
- ↳ W dokumentacji powykonawczej wymagana jest wypełniona karta testowa dla wszystkich – TEST POMIARU CIĄGŁOŚCI PRZEWODÓW ORAZ REZYSTANCJI IZOLACJI. Wymagane jest testowanie miernikiem z ważnym świadectwem sprawdzenia / wzorcowania. Świadectwo dołączyć do dokumentacji powykonawczej.
- ↳ W dokumentacji powykonawczej wymagana jest wypełniona karta testowa – TEST OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ PRZEZ SAMOCZYNNE ODŁĄCZENIE ZASILANIA. Wymagane jest testowanie miernikiem z ważnym świadectwem sprawdzenia / wzorcowania. Świadectwo dołączyć do dokumentacji powykonawczej.

3. Wytyczne dla współpracujących branż

- ↳ W celu umożliwienia montażu szafy wymienionej w punkcie „Wytyczne do montażu wewnętrznego” na obiekcie należy przygotować dla nich drogę transportową.
- ↳ Branża silnopiętowa wykonać zasilanie szafy wymienionej w punkcie „Wytyczne do montażu wewnętrznego”. Zasilanie winno być wykonane w układzie sieciowym typu TN-S.

4. Wytyczne BHP

Jako ochronę dodatkową przed porażeniem prądem elektrycznym przyjęto (zgodnie z normą PN-HD 60400-4-41:2017) – szybkie odłączenie zasilania. Przewidziano:

- ↳ zabezpieczenia poszczególnych obwodów zasilanych z szafy AKP za pomocą wyłączników instalacyjnych,
- ↳ na zasilaniu gniazd wtykowych montowanych w szafie – zabezpieczenie różnicowo-prądowe ($I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$).

Zasilanie odbiorników:

- ↳ przy zasilaniu 1-fazowym – przewodami 3-żyłowymi,
- ↳ przy zasilaniu 3-fazowym – przewodami 4 lub 5-żyłowymi.
- ↳ Przewód zerowy (neutralny) – koloru niebieskiego.
- ↳ Przewód ochronny PE – koloru zielono-żółtego.

Osoby zatrudnione przy eksploatacji oraz pracach konserwacyjno-remontowych powinny być przeszkolone w zakresie eksploatacji i konserwacji urządzeń elektrycznych do 1 kV oraz znać szczegółowo niniejszy projekt oraz Dokumentację Techniczno-Ruchową zamontowanych w tym obiekcie urządzeń.

Prace konserwacyjne i naprawy aparatury pomiarowej, regulacyjnej, sterowniczej można wykonywać dopiero po:

- ↳ odcięciu dopływu czynników energetycznych do tej aparatury,
- ↳ odłączeniu napięcia zasilającego.

Urządzenia technologiczne, które znajdują się w pobliżu, a których ruch zagraża bezpieczeństwu wykonywania prac przy: montażu, rozruchu, konserwacji, naprawie lub remoncie urządzeń i instalacji P i A – należy wyłączyć z ruchu. W przypadku niemożliwości wyłączenia z ruchu w/w urządzeń technologicznych należy zastosować inne środki zabezpieczające, które muszą całkowicie zabezpieczyć zdrowie i życie ludzkie.

5. Czytanie dokumentacji szafy AKPiA

Projekt każdej z szaf należy traktować i rozpatrywać jako jeden dokument składający się z następujących działów:

- ↳ Strona tytułowa

- ✎ Spis zawartości
- ✎ Schemat (schematy elektryczne ideowe)
- ✎ Schemat (widok szafy sterowniczej)
- ✎ Lista punktów sterownika PLC
- ✎ Lista zacisków
- ✎ Lista kabli (album tras kablowych)

Każdy z w/w działów posiada swoją wewnętrzną numerację rozpoczynającą się od „1”. Nie należy rozpatrywać wybranego działu w oderwaniu od pozostałych. Plik dokumentacji szafy w formie PDF zawiera w sobie wszystkie w/w działy – scalone w jednym pliku.

1.3. OPIS ROZWIĄZAŃ SPOSOBÓW WYKONANIA INSTALACJI.

1. Sposób wykonania instalacji

- ✎ Instalacje kablone prowadzić w rurkach PVC, w korytkach lub drabinkach kablowych (dla głównych magistral kablowych należy stosować trasy w postaci korytek i drabinek, w podejściu do urządzeń z głównej trasy kablowej rurki, a przy samych urządzeniach rury karbowane PESZLA celem wprowadzenia kabla do urządzenia). Zachować odpowiednie odległości pomiędzy kablami silnoprądowymi / zasilającymi, pomiarowymi i transmisyjnymi.
- ✎ Instalacje silnoprądowe / zasilające wykonać przewodami typu YKYžo, YDYžo. Kable muszą spełniać normę CPR $\geq Eca$.
- ✎ Instalacje sterownicze wykonać kablami typu YStY, YvKSLY-Nr. Kable muszą spełniać normę CPR $\geq Eca$.
- ✎ Instalacje pomiarowe wykonać kablami typu YKSLYekw-Nr. Kable muszą spełniać normę CPR $\geq Eca$.
- ✎ Instalacje transmisyjne na poziomie magistrali Ethernet wykonać kablami UTP / FTP kat. 6. Kable muszą spełniać normę CPR $\geq Eca$.
- ✎ Wszystkie aparaty i listwy w szafie AKPiA oznaczyć trwale za pomocą naklejek na białym lub żółtym tle i wypełnionych czarnym tekstem, mocowanych za pomocą klejącej taśmy,
- ✎ Każda szafa AKPiA ma posiadać tabliczkę znamionową informującą o:
 - Nazwie szafy
 - Mocy znamionowej
 - Prądzie znamionowym
 - Dacie prefabrykacji
 - Układzie zasilania (1x230 lub 3x230/400 V 50Hz)
 - Rozdzielnicy, z której jest zasilania, oznaczeniu zabezpieczenia oraz prądzie znamionowym,
- ✎ Wszystkie przewody podłączone w rozdzielnicach należy oznaczyć zgodnie z dokumentacją AKPiA przy pomocy trwałych oznaczników – na końcu, początku oraz przy rozgałęzieniach.
- ✎ Kable przy poszczególnych urządzeniach obiektowych oraz przy wprowadzeniu do szafy AKPiA muszą być oznaczone zgodnie z projektem AKPiA stałą tabliczką. Kable należy oznaczać z pełnym OME, np. **=Szafa SA1+A1-21EW1**.
- ✎ W przypadku podłączenia kilku urządzeń wykonawczych z jednego sygnału sterującego zastosować puszki rozgałęźne.
- ✎ Opisy szaf i elementów na elewacji szaf powinny być w postaci naklejek na białym, żółtym lub szarym tle i wypełnionych czarnym tekstem, mocowanych za pomocą klejącej taśmy (zaleca się stosowanie tabliczek laminowanych).

- ⇒ Szafy zasilająco-sterujące należy wyposażyć w dławiki z tworzywa tak, aby jeden przewód zasilający lub sterowniczy przechodził przez dławik; należy pozostawić 5% rezerwę zaślepionych dławików.
- ⇒ Kable zasilające i kable sterownicze należy podłączyć do listew zaciskowych tak, aby tylko jeden przewód z zewnątrz i nie więcej niż dwa przewody wewnętrzne były podłączone do każdego zacisku.
- ⇒ Połączenia wewnętrzne należy wykonać przewodami typu LgY zakończonymi tulejkami kablowymi.
- ⇒ Ekrany kabli sterujących można łączyć ze sobą i podłączyć z jednej strony do zacisków ochronnych (żółto-zielonych lub specjalnych do ekranów kabli) w szafie,
- ⇒ Siłowniki i czujniki montowane na zewnątrz należy zabezpieczyć puszką ochronną, umożliwiającą łatwy dostęp do urządzenia.
- ⇒ Przy wszystkich czujnikach kanałowych należy obok czujnika wykonać otwór kalibracyjny zaślepiony dławikiem BDE-29.

2. Pomiary elektryczne

Po dokonaniu prac montażowych a przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- ⇒ Ciągłości oraz rezystancji izolacji kabli zasilających,
- ⇒ Ochrony przez samoczynne wyłączanie zasilania,
- ⇒ Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

3. Instalacja przeciwporażeniowa

Jako ochrona przed dotykiem pośrednim – zastosowano szybkie wyłączanie zasilania. Szybkie wyłączanie zostanie zrealizowane przez zastosowanie wyłączników instalacyjnych nadprądowych, bezpieczników i wyłączników różnicowo-prądowych. Zostanie wykonane połączenie części metalowych urządzeń, rurociągów itp. z główną szyną wyrównawczą.

4. Połączenia wyrównawcze

Połączenia wyrównawcze zostaną wykonane linką LgY-ż-żo 1x16 mm² oraz 1x6 mm². Do szyny połączeń wyrównawczych będą podłączone:

- ⇒ Szyny "PE" rozdzielnic,
- ⇒ Szyny "PE" szaf,
- ⇒ Dostępne metalowe elementy konstrukcji koryt kablowych,

5. Zasilanie

Branża silnoprądowa wykona zasilanie szafy automatyki w postaci zasilania – zapotrzebowanie zgodnie z projektem wykonawczym danej szafy:

- ⇒ Szafa SAT1 – 0,5 kW / 1x230 VAC

6. Oznaczenia aparatów

Oznaczenia aparatów zgodnie z poniższą tabelą.

Tabela przedstawiająca wykaz oznaczeń użytych w projekcie

L.p.	Oznaczenie	Przyporządkowanie
1.	A	Sterowniki i urządzenia sterujące
2.	B	Czujniki, przetworniki, sondy pomiarowe
3.	CZF	Czujniki kontroli i zaniku faz
4.	E	Przetwornice, filtry
5.	F	Bezpieczniki
6.	G	Gniazda
7.	H	Lampki sygnalizacyjne
8.	K	Przełączniki
9.	M	Silniki elektryczne
10.	P	Mierniki wskazujące
11.	Q	Styczniki
12.	S	Przełączniki
13.	SF	Ochronniki przepięciowe
14.	SG	Wyłączniki główne
15.	T	Transformatory
16.	X	Listwy zaciskowe
17.	Z	Zasilacze

2. OZNAKOWANIE CE

Cały dostarczony sprzęt i elementy wchodzące w skład instalacji powinny być zgodne z odpowiednią Dyrektywą Unii Europejskiej i polskimi przepisami i powinny być oznakowane znakiem CE.

3. ALTERNATYWNE ROZWIĄZANIA

Zasady zamówień publicznych mówią, że na etapie realizacji inwestycji mogą zostać zastosowane materiały i rozwiązania równoważne, to jest w żadnym stopniu nieobniżające standardu i niezmieniające zasad i rozwiązań technicznych przyjętych w projekcie. W przypadku innych rozwiązań i elementów projektu należy pisemnie tj. z wykresami, tabelami porównawczymi charakterystyk udowodnić, że zastosowany typoszereg urządzeń spełnia zasadę wydajności oraz pewności prawidłowego kompatybilnego zadziałania w przypadku zagrożenia oraz zapewnia ochronę oraz bezpieczeństwo ludzi i urządzeń. Jeżeli wykonawca proponuje zastosowanie rozwiązania zamiennego (alternatywnego), powinien przedstawić listę zamienionych materiałów (wraz z zaprojektowanymi odpowiednikami np. w formie tabeli – nr katalogowy producenta, opis produktu, ilość), jak również wszelkie karty katalogowe i certyfikaty wystawione przez akredytowane niezależne laboratoria testowe oraz inne dokumenty pozwalające Projektantowi i Inwestorowi ocenić zgodność proponowanego rozwiązania ze wszystkimi wymaganiami SIWZ i dokumentacji projektowej. W przypadku stwierdzenia przez oferenta niespójności w dokumentacji przetargowej lub w dokumentacji projektowej lub pomiędzy tymi dokumentami albo w przypadku możliwości lub konieczności zaproponowania przez oferenta alternatywnego rozwiązania projektowego obowiązkiem oferenta jest na etapie postępowania przetargowego zadać szczegółowe pytanie Zamawiającemu, w celu wyjaśnienia rozbieżności i uzyskania jednoznacznej odpowiedzi od Zamawiającego i Projektanta, umożliwiającej poprawną, jednoznaczną wycenę prac przez wszystkich oferentów.

4. WYTYCZNE BHP

Prace należy wykonywać zgodnie z zaleceniami pracownika BHP, Inwestora, Kierownika Budowy, Nadzoru oraz zgodnie z przepisami zawartymi w poniższych aktach prawnych:

- ↳ Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996r. W sprawie rodzajów prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby” Dz.U. nr.62 poz. 288
- ↳ Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy „ / Dz.U. Nr 129/97 poz. 844 / oraz zmianach z 11 czerwca 2002r. zmieniających Rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy / Dz. U. Nr 91 poz.811
- ↳ Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano- montażowych i rozbiórkowych „ / Dz. U. Nr 47 poz. 401/.
- ↳ Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych „ / Dz. U. Nr 80 poz. 912

Wszystkie prace budowlano-montażowe i odbiory wykonać zgodnie z zasadami BHP wg obowiązujących norm i przepisów oraz warunków technicznych wynikających ze stosownych przepisów, jak również wymogów producentów lub dostawców poszczególnych urządzeń. Montaż i uruchomienie poszczególnych instalacji oraz urządzeń należy zlecić wyspecjalizowanej i autoryzowanej firmie. Przed przystąpieniem do prac montażowych należy zapoznać się dokładnie z dokumentacją techniczną, obowiązującymi przepisami, z DTR urządzeń oraz wytycznymi producentów.

5. UWAGI KOŃCOWE

Przed rozpoczęciem prac należy również przeprowadzić koordynację z wykonawcami oraz podwykonawcami pozostałych branż w celu usprawnienia prac montażowych.

Wykonawca zobowiązany jest rozpatrywać dokumentację projektową całościowo. Wszelkie elementy nie ujęte na rysunkach, a ujęte w opisie technicznym lub ujęte na rysunkach a nie ujęte w opisie technicznym lub zestawieniu materiałów, należy traktować tak jakby były ujęte we wszystkich częściach dokumentacji projektowej. Wykonawca zobowiązany jest również szczegółowo zapoznać się z projektami pokrewnymi w tym z projektami branżowymi, w celu prawidłowego określenia zakresów rzeczowych poszczególnych instalacji oraz granic opracowania, aby zapewnić prawidłowe wykonanie całości instalacji elektrycznych;

Prace wykonać zgodnie z projektem i rozporządzeniem ministra infrastruktury, (Dz. U. z 2002r Nr 75 poz 690) „w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” i PN/E/IEC;

Stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie;

Przepusty w ścianach i stropach wykonać w klasie odporności ogniowej odpowiadającej klasie elementów budowlanych przez które przechodzą;

Po zakończeniu prac montażowych przeprowadzić badania i pomiary wykonanej instalacji zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm i przepisów;

Należy zachować wymagany odstęp instalacji elektrycznej od innych instalacji zgodnie z wytycznymi branżowymi;

Niezależnie od stopnia dokładności i precyzji otrzymanych dokumentów definiujących usługę do wykonania, Wykonawca zobowiązany jest do uzyskania dobrego rezultatu końcowego.

Wszystkie elementy nie ujęte w opracowaniu, a zdaniem wykonawcy niezbędne do prawidłowego działania instalacji muszą być dostarczone i zamontowane.

W trakcie wykonywania i odbioru robót należy uwzględniać postanowienia następujących przepisów, norm i wytycznych wykonawczych:

- ↳ Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane, z późniejszymi zmianami
- ↳ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, z późniejszymi zmianami.
- ↳ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania

Urządzenia i materiały przed wprowadzeniem ich na obiekt należy pisemnie zaakceptować przez Inwestora i Nadzór Inwestorski.

Do zakresu prac Wykonawcy każdorazowo wchodzi próby urządzeń i instalacji wg. obowiązujących norm i przepisów oraz protokolarny odbiór. Do wykonanych prac Wykonawca winien załączyć również deklarację kompletności wykonanych prac,

Obowiązkiem Wykonawcy zarówno po wykonaniu prac w I jak i w II etapie jest przeprowadzenie testów działania wszystkich algorytmów regulacyjnych i algorytmów awaryjnych dla maszynowni wody lodowej z zasymulowaniem wszystkich możliwych stanów awaryjnych na podstawie urządzeń symulujących odczyty parametrów mierzonych – obowiązkiem Wykonawcy, na czas prowadzonych testów, jest dostarczenie i podłączenie urządzeń automatyki symulujących działanie zainstalowanych w systemach automatyki maszynowni wody lodowej czujników temperatur, ciśnienia, presostatów, termostatów z możliwością płynnej zmiany parametrów mierzonych w pełnym zakresie pomiarowym, umożliwiającym zasymulowanie i wywołanie w czasie testów i sprawdzeń wystąpienia przewidzianych w instrukcjach obsługi urządzeń oraz projektach automatyki algorytmów sterujących oraz algorytmów awaryjnych dla urządzeń oraz maszynowni jako całości – powyższe testy i symulowanie odczytów w pełnym zakresie pomiarowym ma na celu potwierdzenie poprawności działania automatyki we wszystkich przewidzianych stanach, które mogą wystąpić w trakcie eksploatacji – testy należy wykonać w obecności przedstawiciela Zamawiającego.

Obowiązkiem wykonawców instalacji jest dostarczenie wymaganych, aktualnych atestów (dopuszczeń, certyfikatów) wszystkich zastosowanych materiałów i urządzeń. Wszelkie urządzenia oraz narzędzia muszą być oznaczone znakiem bezpieczeństwa, a w stosunku do urządzeń, które nie podlegają obowiązkowi zgłaszania do certyfikacji na znak bezpieczeństwa i oznaczenia tym znakiem, wykonawca jest zobowiązany dostarczyć odpowiednią deklarację dostawcy, zgodności tych wyrobów z normami wprowadzonymi do obowiązkowego stosowania oraz wymaganiami określonymi właściwymi przepisami.

Wszelkie znaczące zmiany w projekcie wynikające np. z podmiiany urządzeń, zaistnienia problemów technicznych czy niejasności, należy uzgodnić z projektantem oraz otrzymać akceptację Inwestora. Samodzielne odstępstwa wykonawcy od założeń projektowych zwalniają Projektanta z odpowiedzialności za projektowany i realizowany obiekt oraz przenoszą tę odpowiedzialność w całości na Wykonawcę.

Opis techniczny jest integralną częścią projektu. Przed sporządzeniem oferty na prace budowlane i instalacyjne należy zapoznać się szczegółowo z dokumentacją: częścią rysunkową i opisową wszystkich branż. Przy wykryciu ewentualnych rozbieżności lub niejasności należy się przed sporządzeniem oferty skontaktować z projektantem w celu ich wyeliminowania.

6. SPIS RYSUNKÓW

Nr rysunku	Opis Rysunku	Rewizja
AKPiA.01	SCHEMAT WARSZTATOWY SZAFY SWL1	00
AKPiA.02	SCHEMAT FUNKCJONALNY MASZYNOWNI WODY LODOWEJ	00
AKPiA.03	INSTALACJE AKPIA – RZUT PRZYZIEMIA	00
AKPiA.04	INSTALACJE AKPIA – RZUT DACHU GARAŻU	00