



SPECYFIKACJA TECHNICZNA
Zbiór standardów i wymagań dla dostaw oraz wykonania robót branży
elektrycznej i AKPiA

Rewizja 3
obowiązująca od dnia 31.01.2025

Lp.	Opracował			Zatwierdził		
	Imię i nazwisko	Data	Podpis	Imię i nazwisko	Data	Podpis
1.	Michał Gaicki	31.01.2025		Romuald Dudek	31.01.2025	
2.	Tadeusz Zagłówek	31.01.2025				
3.						

Historia zmian

Rev nr	Opis zmian	Zmiany wprowadził:
1.	Uszczegółowienie zmian dotyczących wymagań w komunikacji i rozdzielnicach	Gaicki Michał 30.01.2024
2.	Uszczegółowienie wymagań dla rozdzielnic i zmiany w standardzie komunikacji	Gaicki Michał 01.07.2024
3.	Uszczegółowienie wymagań dla rozdzielnic o prądzie do 160A i powyżej, zmiany w wymaganiach dotyczących komunikacji	Gaicki Michał 21.01.2025
4.		
5.		
6.		

Skróty i oznaczenia stosowane w ST

AKP	Aparatura kontrolno-pomiarowa
AKPiA	Aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyka
DTR	Dokumentacja techniczno-ruchowa
PO	Pompa obiegowa
POL	Pompa obiegowa letnia
PZZ	Pompa zmieszania zimnego
PZG	Pompa zmieszania gorącego
PU	Pompa uzupełniająca obieg ciepłowniczy
DPE	Dalkia Polska Energia
EN	European Norm – Norma Europejska
ISO	International Organization for Standardization
m.s.c.	Miejska sieć ciepłownicza
MCP	Medium Combustion Plants - Średnie obiekty energetycznego spalania paliw
MPZP	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego
n.p.m.	Nad poziomem morza
nn	Niskie napięcie
p.p.m	Poniżej poziomu morza
p.p.t.	Poniżej poziomu terenu
PED	Pressure Equipment Directive - Dyrektywa Ciśnieniowa
PFU	Program Funkcjonalno-Użytkowy
PN	Polskie Normy
PP	Koncepcja
ppoż.	Przeciw pożarowy
PZ	Pozwolenie Zintegrowane
PZJ	Program Zapewnienia Jakości
SIWZ	Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia
UDT	Urząd Dozoru Technicznego
UE	Unia Europejska
wod-kan	Wodociągowo-kanalizacyjny
WTDT	Warunki Techniczne Dozoru Technicznego
WTWiOR	Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót

Spis treści

Historia zmian.....	2
Skróty i oznaczenia stosowane w ST	3
1 Wymagania dla dostarczanych urządzeń branży elektrycznej	5
1.1 Wymagania dla rozdzielnic średniego napięcia.....	5
1.1.1 Wymagania ogólne	5
1.1.2 Wymagania środowiskowe	5
1.1.3 Wymagane parametry techniczne.....	5
1.1.4 Konstrukcja rozdzielnic	5
1.1.5 Wyposażenie rozdzielnic	7
1.1.6 Zabezpieczenia:	8
1.1.7 Wyłączniki:	8
1.1.8 Przekładniki prądowe:.....	9
1.1.9 Przekładniki napięciowe:	9
1.2 Wymagania dla transformatorów SN/nN.....	9
1.3 Wymagania dla rozdzielnic niskiego napięcia o prądzie $I_n > 160$ A	10
1.4 Wymagania dla rozdzielnic niskiego napięcia o prądzie $I_n \leq 160$ A.....	11
1.5 Organizacja obwodów wtórnych rozdzielnic, szaf i skrzynek sterowniczych. ...	13
1.6 Wymagania dla napędów elektrycznych:	16
1.7 Wymagania dla przemienników częstotliwości napędów elektrycznych:	17
1.8 Założenia szczegółowe w zakresie gospodarki kablowej i tras kablowych.	19
1.9 Założenia szczegółowe w zakresie oświetlenia podstawowego i awaryjnego oraz instalacji gniazd wtykowych.	21
1.10 Założenia szczegółowe w zakresie uziemiania.	22
1.11 Bezpieczeństwo maszyn	22
1.12 Wymagania dla robót elektrycznych.	22
2 Część AKPiA	24
2.1 Wymagania ogólne dla układów automatyki	24
2.2 Pomiary obiektowe	25
2.3 Wymogi dla aparatury pomiarowej.....	26
2.4 Wymagania dla zaworów odcinających i regulacyjnych.	28
2.5 Wymagania dla szaf i skrzynek obiektowych AKPiA	28
2.6 Kable AKPiA.....	29
2.7 Kable kompensacyjne.....	30
2.8 Szafa pomiarowo-sterownicza	30
2.9 Wizualizacja oraz program sterownika.....	31

1 Wymagania dla dostarczanych urządzeń branży elektrycznej

1.1 Wymagania dla rozdzielnic średniego napięcia

1.1.1 Wymagania ogólne

Rozdzielnicę SN należy zainstalować w wydzielonym i wentylowanym pomieszczeniu ruchu elektrycznego. Rozdzielnica powinna być dobrana odpowiednio do warunków środowiskowych i wymagań norm IEC. Znamionowy prąd ciągły szyn zbiorczych ma być dobrany do maksymalnego ciągłego prądu wynikającego z bilansu mocy. Wytrzymałość zwarciovą rozdzielnic ma być dobrana do maksymalnej przewidywanej mocy zwarciowej. Rozdzielnica ma być odporna na termiczne i dynamiczne skutki zwarcia łukowego przy założeniu czasu trwania zwarcia 1 s. Dodatkowo, rozdzielnica ma być wyposażona w zabezpieczenia łukoochronne z detekcją optyczną oraz kłapy wydmuchowe, z układem wyłączników krańcowych, działające na szybkie wyłączenie zasilania,

1.1.2 Wymagania środowiskowe

- min temperatura otoczenia: -5°C,
- max temperatura otoczenia: +40°C,
- max wilgotność: 95% (tylko w przypadkach awaryjnych).

1.1.3 Wymagane parametry techniczne

Wymagane parametry będą wynikały z obliczeń elektrycznych wykonanych przez Wykonawcę i będą spełniały minimalne wymagania j.n.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| – napięcie pracy | dobrany do napięcia zasilania obiektu |
| – znamionowe napięcie izolacji | dobrany do napięcia zasilania obiektu |
| – moc zwarciowa | dobrana do warunków zainstalowania, |
| – prąd znamionowy szyn zbiorczych | wg obliczeń elektrycznych +20%, |
| – prąd znamionowy pól zasilających | wg obliczeń elektrycznych +20%, |
| – prąd znamionowy pól odpływowych | dobrany do charakteru odbioru, |
| – prąd 1-sekundowy | wg obliczeń elektrycznych +20%, |
| – prąd szczytowy | wg obliczeń elektrycznych +20%, |
| – napięcie obwodów pomocniczych | 220V lub 110 V DC gwarantowane |

1.1.4 Konstrukcja rozdzielnic

- Rozdzielnice w wykonaniu wewnętrznym, szafowe, przedziałowe, dwuczłonowe, jednosystemowe, o izolacji powietrznej,
- Pola rozdzielnic mają być zbudowane z wyodrębnionymi metalowymi przegrodami przedziału szyn zbiorczych (biegnących przez całą długość rozdzielnicy), przedziału członu wysuwnego, przedziału przyłączy kablowych oraz przedziału obwodów pomocniczych,
- Wszystkie pola mają być wyposażone w wyłączniki próżniowe z napędami silnikowymi AC lub DC (do uzgodnienia podczas prac projektowych), zainstalowane na członach wysuwnych,

- W warunkach sterowania awaryjnego ma być możliwość ręcznego napinania sprężyny napędu wyłącznika,
- Człony wysuwne mają mieć możliwość ustawienia w jednej z trzech pozycji - praca/próba/wysunięty. Położenie w każdej z pozycji ma być blokowane rygłem (wyłączniki krańcowe blokują załączenie, dodatkowo ma być mechaniczna blokada działająca na otwarcie wyłącznika),
- Ciągłość pracy podczas serwisu LSC2B – trzy przedziały i dwuczłonowość, kable i szyny mogą być pod napięciem i można przeprowadzać serwis wyłącznika,
- Każdy przedział powinien mieć swój własny kanał odprowadzający gazy w górę rozdzielnicy,
- Połączenia członu wysuwnego z przedziałem mają być zrealizowane za pomocą złącz wtykowych, których styki stałe mają być umieszczone w przedziałach,
- Mają być zamontowane ruchome metalowe przegrody, automatycznie zasłaniające styki stałe w położeniach „próba” i „wysunięty”,
- Blokada mechaniczna nie zezwalająca na przestawienie członu ruchomego z pozycji próby/odłączenia do pozycji praca przy otwartych drzwiach przedziału,
- Możliwość rozsunięcia zasłon ruchomych musi być mechanicznie zablokowana w sposób automatyczny po przestawieniu wyłącznika z pozycji PRACA do pozycji TEST; blokada musi być wymuszana ruchem członu wysuwnego; zasłony ruchome oprócz blokady automatycznej muszą mieć możliwość zamknięcia na kłódkę w celu ich całkowitego unieruchomienia,
- Styki pomocnicze uziemia muszą być w pełni osłonięte – nie ma możliwości ich dotknięcia po otwarciu drzwi przedziału kablowego,
- Każde pole rozdzielnic ma być wyposażone w wewnętrzne blokady, uniemożliwiające wykonanie przypadkowych błędów łączeniowych,
- Uziemniki i ograniczniki przepięć mają być instalowane w polach zasilających i odpływowych rozdzielnic od strony głowic kablowych,
- Pola odpływowe mają być wyposażone w przekładniki ziemnozwarciowe typu Ferranti,
- Przekładniki napięciowe mają być wyposażone w układy gaszące ferrezonans z efektywnym czasem tłumienia poniżej 1 s, przy wymuszeniu 100 V,
- Ilość zestyków pomocniczych ma być zgodna z potrzebami (blokady wewnętrzne, zewnętrzne, telemechanika i system sterowania) oraz ma być określona w czasie opracowania projektu wykonawczego. Styki rezerwowe mają być wyprowadzone na listwy zaciskowe w przedziale aparatomym,
- W poszczególnych polach mają być wyodrębnione następujące przedziały, oddzielone między sobą przegrodami metalowymi:
 - przedział szynowy,
 - przedział członu wysuwnego (wyłącznikowy),
 - przedział przyłączowy
 - przedział niskiego napięcia zawierający aparaturę zabezpieczeniową i pomiarową.
- Każde pole rozdzielnicy ma być wyposażone w wewnętrzne blokady mechaniczne lub

zamkowe, uniemożliwiające wykonanie przypadkowych błędów łączeniowych. Mają być zastosowane, co najmniej następujące blokady:

- zamknięcia zwieracza w danym polu w przypadku, gdy człon wysuwny znajduje się w położeniu „praca” lub w położeniach pośrednich,
- możliwości operacji członem wysuwym przy załączonym zwieraczu,
- ryglująca człon wysuwny w położeniach „praca” i „próba”,
- uniemożliwiająca otwarcie drzwi przedziału przyłączeniowego bez wcześniejszego zamknięcia uziemnika,
- napędu członu wysuwego, jeżeli drzwi przedziału nie są zamknięte,
- złącza obwodów wtórnych, uniemożliwiająca wjazd członu ruchomego do położenia „praca”, bez włożenia wtyczki do gniazda,
- dodatkowa uziemnika w polu zasilającym, umożliwiająca jego zamknięcie jedynie w przypadku otwarcia wyłączników po stronie GN transformatora rezerwowego, względnie otwarcia wyłączników układu wyprowadzenia mocy (blokada elektromechaniczna),
- uziemnika szyn zbiorczych, pozwalająca na zamknięcie uziemnika przy wysuniętych członach wyłącznikowych w polach zasilających oraz generatorowych, oraz uniemożliwiająca wsunięcie tych członów w przypadku zamknięcia uziemnika szyn.

1.1.5 Wyposażenie rozdzielnic

- Pole zasilające wyposażone w przekładniki prądowe, przekładniki napięciowe z bezpiecznikami mocy do zasilania układów zabezpieczeniowych i rozliczeniowych (legalizowane), uziemnik z napędem ręcznym, przekładnik ziemnozwarciowy, ogranicznik przepięć; przepusty kablowe z konstrukcją do mocowania kabla i zaciskami przyłączeniowymi.
- Pole pomiaru napięcia wyposażone w przekładniki napięciowe z bezpiecznikami mocy do zasilania obwodów zabezpieczeniowych oraz uziemnik szyn zbiorczych z napędem ręcznym.
- Pole odplywowe wyposażone w przekładniki prądowe, uziemnik z napędem ręcznym, przekładnik ziemnozwarciowy, ograniczniki przepięć, przepusty kablowe z konstrukcją do mocowania kabla i zaciskami przyłączeniowymi.
- Pole transformatorowe wyposażone w przekładniki prądowe, uziemnik z napędem ręcznym, przekładnik ziemnozwarciowy, ograniczniki przepięć, przepusty kablowe z konstrukcją do mocowania kabla i zaciskami przyłączeniowymi.
- Pole generatorowe wyposażone w przekładniki prądowe oraz napięciowe do celów zabezpieczeniowych i rozliczeniowych (legalizowane), uziemnik z napędem ręcznym, przekładnik ziemnozwarciowy, ograniczniki przepięć, przepusty kablowe z konstrukcją do mocowania kabla i zaciskami przyłączeniowymi.
- Wraz z rozdzielnicą ma być dostarczony komplet narzędzi niezbędnych do prawidłowej obsługi, wózek dla wyłącznika oraz zestaw wiązki z wtyczkami do testowania wyłącznika poza członem wysuwym.
- Rozdzielnice muszą być przygotowane do stosowania procedury LOTO

1.1.6 Zabezpieczenia:

Należy stosować mikroprocesorowe zespoły zabezpieczeń, realizujące zabezpieczenia nadprądowe, nad/pod napięciowe, ziemnozwarciowe oraz dodatkowo funkcje pomiarów, sygnalizacji, rejestracji i komunikacji dla danych pomiarowych,

Pola generatorów SN mają być wyposażone w mikroprocesorowe terminale zabezpieczeniowe, realizujące dodatkowo zabezpieczenie różnicowe¹ wzdłużne, ziemnozwarciowe stojana, nadprądowe, przeciążeniowe stojana, pod/nad napięciowe, pod/nad częstotliwościowe, napięciowe składowej zerowej, od mocy zwrotnej, od pracy wyspowej.

Rozdzielnice mają być wyposażone w światłowodowe zabezpieczenia łukoochronne, umożliwiające szybkie wyłączenie zasilania.

Preferowane są sterowniki polowe producenta: Elektrometal Energetyka Inni producenci dopuszczalni po akceptacji Zamawiającego pod warunkiem przeszkolenia z obsługi i parametryzacji.

1.1.7 Wyłączniki:

- mają być zastosowane wyłączniki typu próżniowego,
- wymagana klasa trwałości mechanicznej M2, trwałości elektrycznej E2, zgodnie z PN EN 62271,
- wyłączniki mają być zabudowane na kasetach członów wysuwnych,
- każdy wyłącznik ma być wyposażony w następujące elementy:
 - napęd silnikowy,
 - wskaźniki położenia,
 - mechanizm ręcznego załączania i wyłączenia,
 - łączniki styków pomocniczych dla obwodów sterowania i informacji - co najmniej 6 zestyków NO i 6 zestyków NZ (każdy wyłącznik, po maksymalnym wykorzystaniu, ma mieć co najmniej 2xNO i 2xNZ styki wolne. Wszystkie wyłączniki jednakowego typu mają mieć ujednoczony zestaw styków pomocniczych),
 - układ zabezpieczający przed „pompowaniem wyłącznika” na zwarcie,
 - dwie całkowicie niezależne cewki wyłączające DC,
 - cewka załączająca DC
 - licznik zadziałań,
 - przyciski; załączający i wyłączający.
- przycisk załączający może spowodować załączenie tylko w pozycji „próba”. Wyłączenie przyciskiem zewnętrznym ma być możliwe w każdej pozycji członu wysuwnego,
- połączenia obwodów pomocniczych wyłącznika z obwodami zewnętrznymi mają być zrealizowane przy pomocy złącza wielowytkowego. Łącznik pomocniczy ma mieć wystarczającą liczbę zestyków dla układu sterowania i sygnalizacji, bez konieczności zwielokrotniania przy pomocy przekaźników.

¹ Może być realizowane przez sterownik generatora

1.1.8 Przekładniki prądowe:

- przekładniki mają być dobrane do przewidywanych prądów poszczególnych pól, z uwzględnieniem warunków termicznych i dynamicznych, powodowanych przez prąd zwarcia w rozdzielnicy,
- przekładnia, klasa, moc i liczba przetężeniowa mają być dobrane dla konkretnych odbiorów. Przekładniki mają być typu żywicznego z wyraźnym oznakowaniem biegunowości. Przekładniki wykorzystywane do celów rozliczeniowych należy trwale oznakować zgodnie z wymaganiami OSD (wygrawerowane przekładnie na obudowach).

1.1.9 Przekładniki napięciowe:

- przekładniki napięciowe w polach pomiaru napięcia mają być przyłączone do szyn zbiorczych za pośrednictwem bezpieczników mocy wysokiego napięcia, zapewniających wyłączenie zwarć po stronie uzwojenia wtórnego,
- przekładniki wraz z bezpiecznikami mają być umieszczone na wysuwnych kasetach. Gniazda wtykowe w części stałej pola mają być automatycznie przesłaniane po wysunięciu kasety,
- komplet przekładników napięciowych ma być zainstalowany w każdym polu generatorowym oraz zasilającym od strony zasilania, podobnie jak w polach pomiaru napięcia, przekładniki mają być przyłączone do torów prądowych, za pośrednictwem bezpieczników mocy wysokiego napięcia i mają być umieszczone na wysuwnych kasetach,
- przekładniki mają być typu żywicznego z wyraźnym oznakowaniem biegunowości. Przekładniki wykorzystywane do celów rozliczeniowych należy trwale oznakować zgodnie z wymaganiami OSD (wygrawerowane przekładnie na obudowach).

1.2 Wymagania dla transformatorów SN/nN

Należy dostarczyć transformatory typu suchego z izolacją żywiczną z uzwojeniem miedzianym lub aluminiowym.

Uzwojenie GN będzie wyposażone w 5 zaczepów, umożliwiających korektę przekładni w granicach $\pm 2 \times 2,5\%$ w stanie bez napięciowym. Dopuszczalny przyrost temperatury uzwojeń i rdzenia wg normy PN-EN 60076-11: 2006.

Zastosowane będzie naturalne chłodzenie powietrzne wewnątrz i na zewnątrz obudowy.

Transformator SN/nN będzie wytrzymywać mechanicznie i termicznie skutki zwarć między fazami oraz zwarć doziemnych, uwzględniając następujące wielkości po stronie GN:

- | | |
|--|-------|
| – prąd zwarciaowy cieplny zastępczy 1-sek. | 20 kA |
| – prąd zwarciaowy udarowy | 50 kA |
| – przewidywany czas zwarcia : | 2 s |

Transformatory będą przystosowane do trwałej pracy przy napięciu zasilającym o 10 % większym od znamionowego dla danego położenia zaczepów przy mocy znamionowej, oraz do 140 % napięcia znamionowego przez 5 sekund.

Straty obciążeniowe i jałowe transformatora zgodne z Rozporządzenie 548/2014 po lipcu 2021 r.

Uzwojenia transformatora będą posiadać izolację z żywicy epoksydowej.

Transformatory będą wyposażone w uchwyty do podnoszenia.

Transformatory będą wyposażone w zabezpieczenia termiczne sygnalizujące przekroczenia dopuszczalnych temperatur (I stopień ostrzeżenie, II stopień wyłączenie).

Poziom hałasu mierzony w odległości 1 m od powierzchni transformatora nie będzie przekraczał 85dB. Wartość ta będzie potwierdzona próbą przeprowadzoną zgodnie z normą PN-EN 60076-10: 2003.

Transformatory będą miały zainstalowane uchwyty do zakładania uziemiaczy przenośnych po stronie GN i DN.

Komory transformatorów będą wyposażone na drzwiach w tabliczki aluminiowe tłoczone z nazwą, przekładnią oraz miejscem zasilania transformatora. Po wejściu do komory dostępu mają chronić poziome belki z znakiem ostrzegawczym oraz schematem jednokreskowym ukazującym oba przyłącza strony transformatora. Otwarcie drzwi powinno automatycznie powodować włączenie oświetlenia.

W uzasadnionych przypadkach należy wyposażyć komory w wentylację wymuszoną, pracującą w automacie z zabezpieczeniem temperaturowym transformatora oraz możliwością załączenia ręcznego.

1.3 Wymagania dla rozdzielnic niskiego napięcia o prądzie $I_n > 160$ A

1. Rozdzielnice powinny spełniać wymogi normy PN-EN-61439 i zapewniać podział na następujące przedziały: aparaturowy, obwodów okrężnych, szyn zbiorczych, szyn rozdzielczych oraz przedział kablowy. Ilość, wielkości oraz wyposażenie rozdzielnic muszą wynikać z Projektu Technicznego. Rozdzielnice obiektowe niskiego napięcia należy zainstalować w wydzielonym pomieszczeniu ruchu elektrycznego z stopniem IP min. 4X lub na hali kotłowej z zachowaniem wymaganego stopnia IP rozdzielnic do panujących warunków środowiskowych.
2. W rozdzielnicach należy zastosować aparaturę firm Eaton, Schrack, ABB, Schneider lub Siemens.
3. Wymagania szczegółowe w zakresie rozdzielnic i pod rozdzielnic:
 - a) W rozdzielnicach ma być zapewniona 20 % rezerwa miejsca dla ich przyszłej rozbudowy (dotyczy to miejsca na płytach montażowych, listwach aparatowych/przedziałach).
 - b) Wytrzymałość zwarciowa rozdzielnic ma być dobrana do maksymalnej przewidywanej mocy zwarciowej przy zasilaniu z jednego transformatora, z uwzględnieniem udziału podłączonych silników, przy maksymalnym normalnym napięciu pracy.
 - c) Rozdzielnice niskiego napięcia mają być wykonane jako szafowe z obwodami pól zasilających i odpływowych. Pola zasilające mają być wyposażone w wyłączniki powietrzne w zależności od poziomu prądu zwarcia, w pełni wysuwne/wtykowe, z napędem zbrojonym za pomocą silnika DC (lub AC jeżeli uzasadnione jest to odległością do źródła napięcia DC), analizator parametrów sieci z obsługą protokołu

ModbusTCP, dopuszczalny RS485/ModbusRTU oraz konwerter protokołów ModbusTCP/ModbusRTU.

- d) Pola odpyływowe do silników z rozruchem bezpośrednim mają być wyposażone w wyłączniki silnikowe, diodowe wskaźniki sygnalizacyjne (praca, kierunek obrotu - jeśli dotyczy układów nawrotnych, awaria, gotowość obwodu). Rozruch bezpośredni jest dopuszczalny dla silników o mocy do 15 kW, jeżeli układ technologiczny tego nie wymaga.
- e) Pola odpyływowe do silników z rozruchem pośrednim mają być wyposażone w wyłączniki silnikowe lub wyłączniki z elektronicznym członem zabezpieczeniowym, diodowe wskaźniki sygnalizacyjne (praca, awaria, gotowość obwodu), pomiar prądu w jednej fazie wraz z przetwornikiem i sygnałem 4-20mA do systemu nadzoru lub odczyt danych z falownika.
- f) Dla zabezpieczeń małych odpyływów np. napędy zaworów, urządzenia pomocnicze - należy przewidzieć wspólne przedziały z szynami aparatomymi.
- g) W rozdzielnicach głównych oraz technologicznych należy stosować formę separacji min. 3b.
- h) Konstrukcja rozdzielnic ma zapewnić ochronę obsługi przed skutkami łuku elektrycznego, powstałego wewnątrz obudowy zgodnie z IEC 61641 min. kryteria 1-5.
- i) W sieciach 0,4 kV ma być stosowany system TN-S, rozdzielnice 0,4 kV mają być wyposażone w układ pięcioszynowy (L1, L2, L3, PE, N) TN-S- wyjątkiem są rozdzielnice z wyłącznikiem generatorowym w wykonaniu TN-C.
- j) Wszystkie szafy rozdzielnic mają być kompletnie odrutowane i mają być wyposażone w aparaturę zabezpieczającą, sterowniczą i pomiarową.
- k) Listwy zaciskowe instalowane w przedziale kablowym mają być oznakowane, a przewody zaopatrzone w oznaczniki fazowe i kablowe.
- l) Dla obwodów pomiaru napięcia i prądu należy stosować listwy kontrolno - pomiarowe Np. produkcji Phoenix Contact SKA lub Wago LPW,
- m) Główny przewód ochronny PE ma stanowić płaskownik miedziany, prowadzony bezpośrednio na konstrukcji rozdzielnicy.
- n) Każda szafa rozdzielnicy ma być wyposażona w konieczną do poprawnej pracy aparaturę:
 - przełączniki pomocnicze,
 - wskaźniki położenia łączników,
 - przyrządy pomiarowe, wskazówkowe, z zaznaczonym na czerwono prądem znamionowym odbioru
 - przyciski sterownicze,
 - wyłączniki samoczynne, bezpieczniki,
 - listwy zaciskowe,
 - koryta dla rozprowadzenia obwodów okrężnych.

Wraz z rozdzielnicą ma być dostarczony komplet narzędzi niezbędnych do prawidłowej obsługi.

1.4 Wymagania dla rozdzielnic niskiego napięcia o prądzie $I_n \leq 160$ A

1. Rozdzielnice powinny spełniać wymogi normy PN-EN-61439 i zapewniać podział na następujące przedziały: aparaturowy, obwodów okrężnych, szyn zbiorczych, szyn rozdzielczych oraz przedział kablowy. Ilość, wielkości oraz wyposażenie rozdzielnic muszą wynikać z Projektu Technicznego. Rozdzielnice obiektowe niskiego napięcia należy zainstalować w wydzielonym pomieszczeniu ruchu elektrycznego z stopniem IP min. 4X lub na hali kotłowej z zachowaniem wymaganego stopnia IP rozdzielnicy do panujących warunków środowiskowych.
2. W rozdzielnicach należy zastosować aparaturę firm Eaton, Schrack, ABB, Schneider lub Siemens.
3. Wymagania szczegółowe w zakresie rozdzielnic i pod rozdzielnic:
 - a) W rozdzielnicach ma być zapewniona 20 % rezerwa miejsca dla ich przyszłej rozbudowy (dotyczy to miejsca na płytach montażowych, listwach aparaturowych/przedziałach).
 - b) Wytrzymałość zwarciova rozdzielnic ma być dobrana do maksymalnej przewidywanej mocy zwarciowej przy zasilaniu z jednego transformatora, z uwzględnieniem udziału podłączonych silników, przy maksymalnym normalnym napięciu pracy.
 - c) Rozdzielnice niskiego napięcia mają być wykonane jako szafowe z obwodami pól zasilających i odpływowych. Pola zasilające mają być wyposażone w wyłączniki typu MCCB, w pełni wysuwne/wtykowe, z napędem zbrojonym za pomocą silnika DC (lub AC jeżeli uzasadnione jest to odległością do źródła napięcia DC), analizator parametrów sieci obsługą protokołu ModbusTCP, dopuszczalny RS485/ModbusRTU oraz konwerter protokołów ModbusTCP/ModbusRTU.
 - d) Pola odpływowe do silników z rozruchem bezpośrednim mają być wyposażone w wyłączniki silnikowe, diodowe wskaźniki sygnalizacyjne (praca, kierunek obrotu - jeśli dotyczy układów nawrotnych, awaria, gotowość obwodu). Rozruch bezpośredni jest dopuszczalny dla silników o mocy do 15 kW, jeżeli układ technologiczny tego nie wymaga.
 - e) Pola odpływowe do silników z rozruchem pośrednim mają być wyposażone w wyłączniki silnikowe lub wyłączniki z elektronicznym członem zabezpieczeniowym, diodowe wskaźniki sygnalizacyjne (praca, awaria, gotowość obwodu), pomiar prądu w jednej fazie wraz z przetwornikiem i sygnałem 4-20mA do systemu nadzoru lub odczyt danych z falownika.
 - f) Dla zabezpieczeń małych odpływów np. napędy zaworów, urządzenia pomocnicze - należy przewidzieć wspólne przedziały z szynami aparaturowymi.
 - g) W rozdzielnicach głównych oraz technologicznych należy stosować formę separacji min. 3b.
 - h) W sieciach 0,4 kV ma być stosowany system TN-S, rozdzielnice 0,4 kV mają być wyposażone w układ pięcioszynowy (L1, L2, L3, PE, N) TN-S – wyjątkiem są rozdzielnice z wyłącznikiem generatorowym w wykonaniu TN-C
 - i) Wszystkie szafy rozdzielnic mają być kompletnie odrutowane i mają być wyposażone w aparaturę zabezpieczającą, sterowniczą i pomiarową.
 - j) Listwy zaciskowe instalowane w przedziale kablowym mają być oznakowane, a przewody zaopatrzone w oznaczniki fazowe i kablowe.

- k) Dla obwodów pomiaru napięcia i prądu należy stosować listwy kontrolno - pomiarowe Np. produkcji Phoenix Contact SKA lub Wago LPW,
- l) Główny przewód ochronny PE ma stanowić płaskownik miedziany, prowadzony bezpośrednio na konstrukcji rozdzielnicy.
- m) Każda szafa rozdzielnicy ma być wyposażona w konieczną do poprawnej pracy aparaturę:
 - przełączniki pomocnicze,
 - wskaźniki położenia łączników,
 - przyrządy pomiarowe, wskazówkowe, z zaznaczonym na czerwono prądem znamionowym odbioru
 - przyciski sterownicze,
 - wyłączniki samoczynne, bezpieczniki,
 - listwy zaciskowe,
 - koryta dla rozprowadzenia obwodów okrężnych.
- n) Wraz z rozdzielnicą ma być dostarczony komplet narzędzi niezbędnych do prawidłowej obsługi.

1.5 Organizacja obwodów wtórnych rozdzielnic, szaf i skrzynek sterowniczych.

- 1) Szafy sterownicze, szafki sterowania lokalnego, szafki krosowe należy dostarczyć kompletnie zmontowane i wyposażone w aparaturę zabezpieczeniową, sterowniczą i pomiarową. Listwy zaciskowe instalowane mają być oznakowane, a przewody zaopatrzone w oznaczniki zakładane na obydwu końcach przewodu w sposób umożliwiający bezpośrednie odczytanie numeru zacisku i symbolu montażowego aparatu oraz adres drugiego końca przewodu tzw. opis „krosowy”. Listwy mają zawierać 20% rezerwy. Należy zastosować listwy z zaciskami sprężynowymi (bez śrubowe) oraz zaciskami pomiarowymi (kontrolnymi). Najniższy poziom montażu zacisków lub aparatów nie powinien być niższy niż 200 mm ponad poziom podłogi. W obwodach wtórnych układów i urządzeń elektrycznych nie będzie akceptowane stosowanie piętrowych listew zaciskowych, z wyjątkiem zacisków dystrybucji napięć pomocniczych. W obwodach wtórnych prądowych należy zastosować zaciski mostkowane z gniazdami pomiarowymi, a w obwodach napięciowych dodatkowe zaciski umożliwiające wpięcie dodatkowej aparatury pomiarowej lub dedykowane zaciski pomiarowe. W obwodach pomiaru energii elektrycznej należy zastosować listwy pomiarowe dostosowane do plombowania.
- 2) Obwody o różnych poziomach napięć muszą być odpowiednio elektrycznie oddzielone i wyraźnie oznakowane. Wymagana jest estetyka montażu, funkcjonalność, dostęp do aparatury (aparatura montowana w sposób nieutrudniający dostępu do zacisków oraz pozwalający na łatwą wymianę uszkodzonych elementów). Opisy powinny być trwałe i czytelne, nie dopuszcza się opisów na folii samoprzylepnej.
- 3) Listwy zaciskowe mają zawierać 20 % rezerwę.
- 4) Należy stosować kolorystykę przewodów:
 - obwody z przekładników napięciowych: zielony,
 - obwody z przekładników prądowych: żółty,
 - obwody siłowe 400 VAC: czarne, (N)jasno-niebieski,

- obwody pomocnicze/sterownicze; 230 VAC : czerwony, jasno-niebieski(N),
- obwody sterowania prądu stałego powyżej 24 V DC: szary,
- obwody prądu stałego do 24 V DC: ciemno-niebieski '+', ciemno-niebieski/biały ,
- sygnały analogowe: biały,
- obwody bezpieczeństwa, blokad, pozostające pod napięciem po wyłączeniu wyłącznika głównego: pomarańczowy,
- przewody ochronne: żółto-zielony.

Zabrania się stosowania tego samego odcienia koloru niebieskiego do wykonania połączeń obwodów prądu stałego i przewodu neutralnego obwodów AC.

- 5) Oznaczniki na przewodach mają być założone na obydwu końcach przewodu z adresacją krosową (tj. z numerem zacisku oraz listwą i numerem zacisku po drugiej stronie).
- 6) Odrutowanie wewnętrzne należy wykonać przewodami miedzianymi giętkimi H07V-K o przekrojach:
 - a) obwody sterowania min. 1 mm²,
 - b) obwody bez potencjałowe - 0,5 mm²,
 - c) obwody napięciowe - 1,5 mm²,
 - d) obwody przekładników prądowych - 2,5 mm².

Nie będzie akceptowane wpinanie dwóch przewodów do jednego zacisku. Dla szaf SSiN wewnątrz szaf rozdzielczych dopuszcza się przekrój 0,5 mm².

- a) Na dostarczonych urządzeniach muszą zostać umieszczone grawerowane tabliczki opisowe: z danymi znamionowymi konkretnej rozdzielnicy z opisem poziomu napięcia,
 - b) z oznaczeniem rozdzielnicy – widoczny opis,
 - c) z oznaczeniem numeru segmentu oraz każdego członu funkcjonalnego,
 - d) z nazwą zasilanego odbiornika z danego członu funkcjonalnego,
 - e) Inne wg wymogu technologicznego.
- 7) Skrzynki i szafki (łączeniowe, zaciskowe, aparaturowe, itp.) zlokalizowane na obiekcie muszą posiadać stopień ochrony co najmniej IP65 oraz odpowiednią odporność na warunki otoczenia (temperatura, wilgotność, zagrożenie udarami mechanicznymi, środowisko itd.). W miejscach, gdzie zachodzi potrzeba (wewnętrzne zamknięte przestrzenie w urządzeniach AKPiA jak szafki, szafy, obudowy siłowników) należy zainstalować elektryczne podgrzewanie z termostatem dla zapobieżenia kondensacji pary. Szafy i szafki aparaturowe, w których występuje znaczne wydzielanie się ciepła należy wyposażyć w instalację wentylacyjną, a w przypadkach konieczności w instalację klimatyzacyjną.
 - 8) Na szafie, szafce oraz skrzynce oraz na ich płycie montażowej powinno znajdować się oznaczenie jednostki montażowej zgodnie z dokumentacją techniczną.
 - 9) Każde urządzenie elektryczne powinno posiadać tabliczkę znamionową z danymi technicznymi. Tabliczka powinna być czytelna, wykonana z trwałego materiału i umieszczona w dostępnym miejscu.
 - 10) Wszystkie urządzenia elektryczne instalacji technologicznej mają posiadać możliwość sterowania lokalnego ze skrzynek sterowania lokalnego. Projektowana skrzynka sterowania lokalnego powinna posiadać:
 - a) przycisk załącz (kolor zielony),

- b) przycisk wyłącz (kolor czerwony),
 - c) przycisk wyłączenia awaryjnego,
 - d) lampki diodowe stanu pracy,
 - e) przełącznik zmiany trybów pracy z kluczykiem (dwie pozycje: lokalny, zdalny),
 - f) ewentualnie inne niezbędne elementy sterownicze i sygnalizacyjne.
- 11) Dopuszcza się wykonanie jednego panelu sterowania ręcznego z poziomu elewacji szafy automatyki, jeżeli obudowa znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie urządzeń.
- 12) Układ sterowania ma być tak zaprojektowany, aby uruchomienie napędu elektrycznego możliwe było zarówno zdalnie, przez operatora procesu (system nadrzędny, z pulpitu zabudowanego w pomieszczeniu dyspozytorskim), jak i lokalnie za pomocą kasety sterowania lokalnego przez obsługę, przy spełnieniu założeń: zdalne sterowanie pracą silników elektrycznych, zachowanie funkcji blokady i sekwencji oraz wizualizację pracy i awarii napędów.
- 13) Przycisk wyłączenia awaryjnego ma działać bezpośrednio na odłączenie napięcia w układzie elektrycznym z odpływu/ów i sterowania pola rozdzielnic z wyjątkiem krytycznych instalacji dla obiektu. Zakres wyłączenia będzie każdorazowo uzgadniany międzybranżowo.
- 14) Wewnątrz obudowy należy umieścić schemat jednokreskowy rozdzielnic oraz kieszeń wraz z dokumentacją. Jeżeli nie ma możliwości umieszczenia kieszeni na dokumentację w szafie zasilającej, należy ją umieścić w najbliższej możliwie szafie.
- 15) Rozdzielnice muszą być przygotowane do stosowania procedury LOTO

1.6 Wymagania dla napędów elektrycznych:

1. Dla napędów przeznaczonych do pracy ciągłej, preferowane silniki mają być wykonane w klasie sprawności EFF1 według klasyfikacji CEMEP.
2. Żywotność silnika ma wynosić co najmniej 20 lat. Silnik w ciągu pierwszych czterech lat pracy nie będzie wymagał przeglądu połączonego z demontażem. Silnik ma wytrzymać bez uszkodzeń, co najmniej 5000 rozruchów w następujących warunkach:

a) napięcie na zaciskach silnika podczas rozruchu zawiera się w granicach od $0,8 U_n$ do $1,0 U_n$,

b) obciążenie na wale (moment hamujący i moment bezwładności) jest takie, że przy każdym rozruchu adiabatyczny przyrost temperatury w uzwojeniu stojana osiąga 60 % dopuszczalnego przyrostu dla danej klasy izolacji.

Wszystkie części metalowe silników mają być zabezpieczone przed korozją.

Nawiew powietrza chłodzącego ma być skierowany do urządzenia napędzanego.

Silniki mają mieć, co najmniej stopień ochrony według normy PN-EN 60034-5:

a) IP-23 - dla silników przeznaczonych do napędu pomp instalowanych w pomieszczeniach zamkniętych,

b) IP-55M/IP-55S - dla silników przeznaczonych do instalowania w przestrzeniach otwartych,

c) IP-65 - dla silników przeznaczonych do instalowania w przestrzeniach szczególnie wilgotnych oraz w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem, o ile nie jest wymagany wyższy stopień ochrony,

d) IP-68 - dla silników pomp zanurzeniowych.

Silnik ma być dostosowany do dwóch, kolejno po sobie następujących rozruchów ze stanu zimnego lub jednego ze stanu nagrzanego (w warunkach znamionowych), bez przekroczenia zarówno dopuszczalnego przyrostu temperatury dla zastosowanej klasy izolacji jak i dopuszczalnych naprężeń mechanicznych w klatce wirnika.

Czasy rozruchu zespołów napędowych mają być dostosowane do obciążenia silnika i mają być zależne od typu rozruchu – bezpośredni, pośredni przez falownik lub soft-start.

Wszystkie silniki mają mieć izolację odporną na działanie gorącego, wilgotnego powietrza nie wymagającą dodatkowych zabiegów lub pomiaru w eksploatacji przed uruchomieniem silnika po dowolnym czasie postoju w miejscu zainstalowania. Klasa izolacji ma wynosić co najmniej F.

Ustalony przyrost temperatury uzwojenia stojana w warunkach pracy znamionowej nie może być większy od dopuszczalnego przyrostu temperatury dla zastosowanej w silniku klasy izolacji.

Silnik ma być dostosowany do przeciążeń wynikających z charakteru pracy napędzanego urządzenia bez przekroczenia dopuszczalnej temperatury dla danej klasy izolacji.

Silniki mają być wyposażone w zaciski do przewodów ochronnych umieszczone na obudowie silnika, niezależnie od zacisku znajdującego się w skrzynce zaciskowej.

Silniki o mocy powyżej 100 kW, przeznaczone do pracy w atmosferze o wysokiej wilgotności i instalowane na zewnątrz mają być wyposażone w grzejniki antykondensacyjne, załączane podczas postoju silników.

Przy silnikach należy zabudować wyłączniki remontowe z możliwością blokowania LOTO oraz wyłączniki awaryjne. W szczególnych przypadkach gdy nie ma możliwości zabudowy rozłącznika remontowego w bezpośrednim sąsiedztwie do silnika, możliwa jest zabudowa tylko wyłącznika awaryjnego E-Stop pod warunkiem akceptacji rozwiązania przez Zamawiającego.

1.7 Wymagania dla przemienników częstotliwości napędów elektrycznych:

1. Układy regulacji prędkości obrotowej napędów mają być rozwiązane przy pomocy przemienników częstotliwości, Przemienneiki mają spełniać wymagania normy PN-EN 60146-2 „Przekształtniki półprzewodnikowe - Część 2: Przekształtniki półprzewodnikowe o komutacji wewnętrznej z uwzględnieniem bezpośrednich przekształtników prądu stałego” oraz wymagania norm i aktów normatywnych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej. Preferowane są rozwiązania energooszczędne, które powinno cechować wysoka sprawność całego zespołu napędowego i dynamika dostosowana do wymagań technologicznych.

Układ regulacji prędkości obrotowej realizowany na drodze elektrycznej ma zawierać między innymi następujące urządzenia:

- a) transformatory specjalne,
 - b) kable specjalne,
 - c) przemiennik częstotliwości,
 - d) skrzynki przyłączeniowe i sterowania lokalnego.
2. Wymagany jest minimalny stopień ochrony obudów IP-4X,
Wymagana jest zabudowa przemienników w pomieszczeniach ruchu elektrycznego. Dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach zabudowę na obiekcie w klimatyzowanych/wentylowanych szafach o co najmniej IP-55,
Przemienneiki częstotliwości mają być dostosowane do współpracy z nadrzędnym systemem sterowania i nadzoru,
Wymagane jest sterowanie wektorowe, prąd przeciążeniowy minimum 110 % I_n przez 60 sekund,

Minimalne wymagania w zakresie wyposażenia:

- a) dławik sieciowy AC/DC,
- b) filtr wejściowy RFI,
- c) tekstowy panel sterujący LCD montowany na elewacji szafy sterowniczej, blokada hasłem, obsługa w języku polskim,
- d) interfejs komunikacyjny z protokołem Modbus TCP lub EtherCAT,
- e) wyświetlanie wielkości pomiarowych na LCD (minimum 3 wielkości programowane, na przykład prąd, obroty, moc),
- f) wyświetlanie wskazań 4...20mA w jednostkach procesowych (na przykład przepływu, ciśnienia, temperatury),
- g) minimalne zabezpieczenia:
 - nadnapięciowe,
 - podnapięciowe,

- przed skutkami zwarć doziemnych,
 - kontrola faz napięcia zasilającego,
 - kontrola faz napięcia wyjściowego,
 - przekroczenie prądu,
 - przed przegrzaniem przemiennika,
 - silnika przed przeciążeniem,
 - silnika przed utykiem,
 - silnika przed niedociążeniem,
 - przed zwarciem napięć pomocniczych,
 - temperaturowe silnika i przemiennika.
- h) realizowane funkcje:
- automatyczny ponowny rozruch po zaniku napięcia,
 - lotny start (dołączenie przemiennika przy wirującym silniku),
 - buforowanie kinetyczne (podtrzymanie pracy silnika przy spadku lub krótkim zaniku napięcia sieci),
 - sprawność minimum 98 %,
- i) możliwość sterowania U/f:
- sterowanie wektorowe prędkości z enkoderem lub bez,
 - sterowanie wektorowe momentu z enkoderem lub bez,
- j) możliwość zwrotu energii do sieci (praca 4 kwadrantowa),
- k) możliwość pracy przy napięciu zasilania +/- 10% U_n , możliwość pracy przy częstotliwości sieci w zakresie 47,3-52,7 Hz,
- l) parametryzowane czasy przyśpieszenia i hamowania,
- m) wysoka dynamika i dokładność regulacji,
- n) możliwość zaokrąglania regulacji,
- o) THD zgodnie z normą IEEE519, zalecane jest stosowanie filtrów AAF dla kompensacji harmonicznym w sposób zcentralizowany,
- p) posiadać funkcje bezpieczeństwa SS1, SS2.

Na terenie zakładów Zamawiającego dopuszcza się zastawanie falowników firmy Danfoss oraz Vacon.

Wykonawca ma dostarczyć w Projekcie Konceptyjnym charakterystyki prądu przemiennika w funkcji prędkości obrotowej silnika oraz charakterystyki sprawności układu (przemiennik-silnik) w funkcji prędkości obrotowej silnika oraz ma określić następujące parametry techniczne:

1. Moc znamionowa ciągła,
2. Prąd znamionowy ciągły,
3. Prąd maksymalny w czasie 1 sekundy,
4. Straty ciepła przy obciążeniu znamionowym,
5. Symulację wpływu zastosowanych napędów na poziom THD

Próby typu i wyrobu mają być wykonane dla przemienników częstotliwości zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych. Protokoły z prób typu i wyrobu mają być dostarczone wraz z dostawą, Próby po montażowe u Zamawiającego mają być wykonane według programu uzgodnionego z Zamawiającym.

1.8 Założenia szczegółowe w zakresie gospodarki kablowej i tras kablowych.

1. W ramach prowadzonych prac do obowiązku Wykonawcy należy dostawa i montaż:
 - a) kompletu kabli i osprzętu kablowego,
 - b) kompletu kablowych konstrukcji wsporczych.
2. Przekroje żył kabli siłowych mają być dobrane tak, aby spełniały następujące warunki:
 - a) obciążalność prądowa wystarczająca do przeniesienia obciążenia znamionowego przy minimalnym napięciu znamionowym (przy $0,8xU_n$), z uwzględnieniem warunków ułożenia, temperatury otoczenia i dopuszczalnej temperatury żył,
 - b) spadek napięcia w kablu nie większy niż 5 % w warunkach znamionowych i nie większy niż 10 % w czasie rozruchu silnika,
 - c) wytrzymałość zwarciova odpowiednia do spodziewanego prądu zwarciowego, z uwzględnieniem temperatury żył przed zwarcie, nastaw zabezpieczeń i dopuszczalnej temperatury żył w warunkach zwarciowych,.
3. Wewnątrz budynków i w kanałach, kable mają być układane w korytkach/drabinkach kablowych, cynkowane na gorąco. Należy stosować systemowe rozwiązania tras kablowych. Zabrania się wykonywania zakrętów tras kablowych przy pomocy elementów ciętych z prostych odcinków tras kablowych. Na zewnątrz budynków, kable mają być układane kanałach betonowych lub na estakadach technologicznych. Dopuszcza się ułożenie pojedynczych kabli bezpośrednio w ziemi.
4. Kable różnych grup (niskonapięciowe kable siłowe, kable sygnalizacyjne) mają być ułożone na oddzielnych drabinach i rozmieszczone według malejących poziomów napięcia.
5. Dopuszcza się ułożenie kabli nN i sygnalizacyjnych na jednej drabinie pod warunkiem zastosowania systemowych przegród separujących
6. W przypadku prowadzenia kabli komunikacyjnych w pobliżu źródeł zakłóceń lub na duże odległości zalecane jest stosowanie komunikacji światłowodowej. Szczegółowe informacje znajdują się w punkcie 2.1 niniejszej specyfikacji.
7. Kable obwodów głównych i rezerwowych mają być układane na oddzielnych trasach (oddzielne półki lub drabiny oraz oddzielne kanały kablowe, gdzie to jest możliwe).
8. Pojedyncze aparaty montowane na obiekcie (przyrządy i czujniki) mają być podłączone do lokalnych skrzynek obiektowych, a następnie wielożyłowymi kablami zbiorczymi do głównych urządzeń, takich jak system sterowania, stopień szczelności skrzynek min. IP54.
9. Elementy koryt lub drabinek kablowych powinny być:
 - a) projektowane z co najmniej dwudziestoprocentową rezerwą miejsca i udźwigu,
 - b) wykonane z blachy stalowej cynkowanej metodą ogniową (zgodnie z normą PN-EN ISO 1461). W przestrzeniach, gdzie występują opary kwaśne należy przewidzieć stosowanie tras ze stali kwasoodpornej lub tworzywa sztucznego odpowiednio do warunków.
10. Wszystkie przejścia obwodów instalacji elektrycznych przez ściany, stropy itp. muszą być chronione przed uszkodzeniami. Przy przejściach tras kablowych przez stropy i ściany

oddzielenia pożarowego, należy wykonywać przepusty posiadające odpowiednią odporność ogniową. W przepustach należy przewidzieć 10 % rezerwy lub miejsce na minimum 5 kabli.

11. Należy zapewnić ciągłość elektryczną dla tras kablowych i akcesoriów montażowych oraz uziemiać trasy kablowe co 15 do 20 metrów. Ciągłość elektryczną należy zapewnić poprzez łączenie poszczególnych elementów tras kablowych linką miedzianą o przekroju nie mniejszym niż 6 mm² z końcówkami oczkowymi lub połączenia systemowe producentów tras kablowych.
12. Kable w ziemi należy układać na podsypce z piasku. Należy je oznakować co 10 m oraz we wszystkich punktach charakterystycznych - skrzyżowaniach, wejściach do kanałów, wejściach do osłon. Trasę kabla ułożonego w ziemi, należy oznaczyć na całej długości i szerokości folią o kolorze odpowiednim do napięcia znamionowego.
13. Kable powinny posiadać podwyższoną izolację:
 - a) kable elektroenergetyczne, sterownicze, sygnalizacyjne niskiego napięcia 0,6/1 kV
 - b) przewody elektryczne, sterownicze, sygnalizacyjne 0,4/0,7 kV
14. Kable sygnalizacyjne powinny posiadać rezerwę par żył w wysokości co najmniej 10 %.
15. Kable do napędów zasilanych poprzez przemienniki częstotliwości powinny posiadać ekran spełniający wymogi kompatybilności elektromagnetycznej.
16. Kable układane w budynkach należy trwale oznaczyć w odległości w punktach załomu, wejściach do rozdzielnic i przy przepustach, a na odcinkach prostych w odległości nie większej niż 10m. Wszystkie linie kablowe powinny być oznaczone za pomocą tabliczek nierdzewnych lub z tworzywa UV-odpornego zawierających następujące informacje:
 - (a) Symbol linii kablowej
 - (b) Numer ewidencyjny linii kablowej
 - (c) Relację ułożenia kabla
 - (d) Typ kabla
 - (e) Napięcie znamionowe kabla
 - (f) Oznaczenie fazy w przypadku linii jednożyłowych
 - (g) Rok ułożenia kabla

W szczególności kable i przewody będą spełniać wymagania norm PN-EN 45510-2-8 „Wytyczne dotyczące dostaw wyposażenia elektrowni – Część 2-8: Wyposażenie elektryczne – Kable energetyczne” oraz N SEP-E-007 „Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach – Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień”.

17. Zasilanie silników – kablami elastycznymi od skrzynek przyłączeniowych do zacisków silnika. Do poszczególnych urządzeń należy doprowadzić kable w specjalnie przygotowanych podprowadzeniach. Nie dopuszcza się prowadzenia kabli po posadzce, niezależnie od zastosowania zabezpieczenia mechanicznego (np. rur osłonowych).
18. W miejscach występowania przewidywanych naprężeń mechanicznych, kable należy układać w osłonach. Przy wyjściu z osłon kable należy zabezpieczyć przed ścinaniem lub zgniataniem.
19. Odejścia kablów od głównej trasy kablowej do urządzeń w miejscach potencjalnie narażonych na uszkodzenia oraz do urządzeń AKPiA należy zabezpieczać dodatkowo peszlami do których należy stosować dławiki systemowe do uszczelniania połączenia z urządzeniem.

20. Kable ułożone pionowo lub pochyło powinny być tak zamocowane, aby siła naciągu nie wywołała nadmiernych naprężeń i nie powodowała przesunięcia osiowego.

1.9 Założenia szczegółowe w zakresie oświetlenia podstawowego i awaryjnego oraz instalacji gniazd wtykowych.

1. Instalacja oświetlenia każdorazowo powinna składać się z następujących elementów:

- a) instalacja oświetlenia podstawowego,
- b) instalacja oświetlenia bezpieczeństwa,
- c) instalacja oświetlenia ewakuacyjnego,

Powyższe instalacje odnoszą się do obiektu jako całości. Systemy oświetlenia mają być wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12464. Oświetlenie ewakuacyjne ma być zasilane z autonomicznych źródeł - oprawy bezobsługowe, z wbudowanymi bateriami o trwałości minimum 5 lat. Oprawy oświetlenia ewakuacyjnego muszą posiadać system monitoringu baterii i źródeł światła tych opraw. Standardowo należy stosować oprawy przemysłowe o stopniu IP66 z źródłem światła typu LED. Natężenie oświetlenia awaryjnego należy dobrać zgodnie z wymogami norm: PN-EN- 1838, PN-EN-50172.

2. Instalacja gniazd wtykowych ma być przeznaczona do zasilania urządzeń i narzędzi remontowych, niezwiązanych bezpośrednio z technologią. W zakresie Wykonawcy jest dostawa, montaż i uruchomienie kompletu gniazd wraz z rozdzielnicami we wszystkich nowych i adaptowanych pomieszczeniach technologicznych.

3. Instalacja gniazd wtykowych ma być wykonana w oparciu o system stałych gniazd głównych, instalowanych w skrzynkach wraz z aparaturą zabezpieczającą, w tym zabezpieczenia różnicowo-prądowe. Zasilanie stałych gniazd ma być wykonane z nowych rozdzielnic 0,4 kV. Rozmieszczenie stałych gniazd głównych ma umożliwić zasilanie energią elektryczną urządzeń na każdej z głównych kondygnacji kotła oraz takie, aby długość przedłużaczy do urządzeń nie była większa niż 25 m. Zestawy powinny składać się z następujących gniazd:

- (a) 3f + N + PE 0,4 kV 63 A (wg zatwierdzenia Zamawiającego),
- (b) 3f + N + PE 0,4 kV 32 A,
- (c) 3f + N + PE 0,4 kV 16 A,
- (d) 1f + N + PE 230 V 16 A,
- (e) 1f + N + PE 230 V 16 A.

W rejonach o dużej wilgotności oraz w sąsiedztwie dużych mas metalowych mają być zastosowane zestawy zawierające transformatory separacyjne 230/230 V lub/i 230/24V.

4. Projektowana sieć zasilająco-rozdzielcza będzie pracowała w układzie TN-C-S. Rozdział między układem TN-C oraz TN-S projektuje się w rozdzielni głównej Zakładu. Jako ochronę dodatkową od porażenia prądem elektrycznym należy stosować szybkie wyłączenie zasilania za pośrednictwem wkładek topikowych oraz wyłączników nadmiarowo prądowych.
5. Zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41/2017 „Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa” dopuszczalny czas wyłączenia zasilania dla rozdzielnic oraz tablic rozdzielczych wynosi $t_{wył.} < 5$ sek., natomiast dla urządzeń odbiorczych o prądzie $< 32A$ wynosi $t_{wył.} < 0,2$ sek.

1.10 Założenia szczegółowe w zakresie uziemiania.

- a) Przewody uziemiające należy każdorazowo dobrać z uwzględnieniem rezystancji gruntu, maksymalnego prądu zwarciovego maksymalnego czasu trwania zwarcia (1 sekunda). Ekran kablów sygnałowych mają być izolowane od ziemi po stronie czujników i uziemione po stronie urządzeń przez połączenie z szyną uziemiającą lub na specjalnych zaciskach, zgodnie z wymaganiami systemu.
- b) Wewnątrz budynku instalację uziemiającą należy wykonać w postaci magistrali, ułożonej na każdej kondygnacji i połączonej w dwóch miejscach, poprzez złącza probiercze, z siatką uziomów otokowych.
- c) Do instalacji uziemiającej mają być podłączone przewody PE wszystkich urządzeń rozdzielczych, metalowe części bierne urządzeń, aparatów i maszyn oraz konstrukcje stalowe budynków i budowli. Połączenia stałe mają być spawane, a połączenia rozłączne mają być skręcane śrubami.
Sieć nowych uziemień należy połączyć z istniejącym systemem uziemień obiektów, minimum w dwóch punktach.
- d) Pola zasilające muszą posiadać uchwyty kulowe do założenia uziemiaczy przenośnych.

1.11 Bezpieczeństwo maszyn

1. Wyposażenie elektryczne maszyn powinno spełniać wymagania bezpieczeństwa określone w normie EN 60204.
2. Przyciski zatrzymania awaryjnego powinny być przyciskami typu „stay put” z głowicą grzybkową, które mogą być obsługiwane dłonią i powinny być koloru czerwonego. Przyciski zatrzymania awaryjnego powinny posiadać funkcję ręcznego resetowania.
3. Przyciski zatrzymania awaryjnego powinny być zainstalowane w widocznym i jednoznacznym miejscu w stosunku do maszyny, którą wyłączają.
4. Każdy silnik powinien być wyposażony w przycisk zatrzymania awaryjnego zainstalowany w pobliżu silnika.

1.12 Wymagania dla robót elektrycznych.

Należy przewidzieć pełne powiązanie nowych instalacji i urządzeń z częścią istniejącą w zakresie technologicznym i elektroenergetycznym.

Roboty elektryczne i AKPiA należy wykonać zgodnie ze współczesnymi standardami i aktualnymi przepisami, instalację elektryczną i AKPiA należy dostosować do istniejącego systemu elektroenergetycznego i automatyki.

Wszelkie przejścia przewodów elektrycznych przez ściany oddzielenia ppoż. i stropy należy uszczelnić dedykowanym rozwiązaniem w zakresie zabezpieczenia ppoż.

Po zakończonym montażu należy wykonać i zamontować trwałe opisy szaf, napędów, urządzeń i przewodów. Oznakowanie urządzeń w szafie powinno składać się z opisu i symbolu zgodnego z dokumentacją. Po zakończeniu robót elektrycznych i AKPiA należy przeprowadzić sprawdzenia, pomiary oraz badania wszystkich maszyn, urządzeń, linii pomiarowych i zasilających wchodzących w skład wyżej wymienionych robót, a protokoły z tych czynności dołączyć do dokumentacji.

Badania po montażowe w miejscu zainstalowania będą zgodne z normą PN-E-04700:1998 i będą obejmowały, co najmniej:

- sprawdzenie poziomu izolacji obwodów głównych napięciem o częstotliwości sieciowej,
- pomiar rezystancji obwodów głównych i pomocniczych,
- pomiar skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- próby funkcjonalne wszystkich elementów rozdzielnic, w tym napędów i blokad mechanicznych modułów wysuwnych,

Dla każdej dostarczonej i zainstalowanej rozdzielnic należy określić kategorię zagrożenia związaną z łukiem elektrycznym. W pomieszczeniu rozdzielnic na podstawie analizy AFHA należy umieścić tablicę z wykazem środków ochrony indywidualnej przed łukiem elektrycznym.

Łącznie z dostawą rozdzielnic należy przekazać Zamawiającemu komplet sprzętu BHP wymaganego do bezpiecznej eksploatacji danego typu rozdzielnic. Zestaw narzędzi będzie obejmował: komplet uziemiaczy przenośnych, uchwyt do wymiany wkładek, tablice ostrzegawcze, drążek ratowniczy, urządzenie do kontroli braku napięcia, szafka na sprzęt BHP, kalosze izolacyjne oraz rękawice elektroizolacyjne.

Drzwi pomieszczeń rozdzielnic oraz komór transformatorów trwale oznakować zgodnie z przyjętym standardem.

2 Część AKPIA

2.1 Wymagania ogólne dla układów automatyki

1. System automatyki będzie tak zaprojektowany, aby zapewniać maksymalną niezawodność.
2. Wykonawca dostarczy źródła oprogramowania aplikacyjnego dla system automatyki oraz niezbędne oprogramowanie narzędziowe dla system automatyki a także wszystkich urządzeń konfigurowanych.
3. Sterowanie i wizualizacje należy wykonać w oparciu o oprogramowanie Asix2024 (klucz zabezpieczający USB HASP MaxMicro), z wykorzystaniem standardowych rozwiązań DPE w zakresie wizualizacji i sterowania.
4. Podstawowym stosowanym typem sterowników są sterowniki Beckhoff serii CX z modułami wejść/wyjść serii EL. Zamawiający dopuszcza zastosowanie sterowników Siemens serii S7-1500 lub S7-1200. Zastosowanie sterowników Siemens jest dopuszczalne tylko po uzyskaniu pisemnej zgody zamawiającego.
5. Sterownik ma posiadać wewnętrzny 1-sekundowy UPS. Zasilanie 24DVC sterownika, panelu HMI oraz pomiarów analogowych ma mieć redundantne zasilacze wraz z podtrzymaniem baterią akumulatorów na czas minimum 2h.
6. Sterownik ma posiadać następujące licencje TC1200, TF4100, TF6250, TF6255, TF6340 oraz inne wymagane do realizacji zadania. Licencje należy przypisać do modułu EL6070.
7. Obowiązującą wersją TwinCAT3 jest 4024.64.
8. Standardowe typy modułów do sterowników Beckhoff: EL1008, EL1809, EL2008, EL2809, EL3054, EL3058, EL3024, EL4022, EL4024, EL6021, EL6022, EL9011, EL9410, EK1100, EK1110. Zastosowanie innych typów wymaga uzyskania pisemnej zgody Zamawiającego. Sterownik oraz wszystkie moduły wraz z kanałami powinny mieć być oznakowane z wykorzystaniem dedykowanych oznaczników BZ.
9. Zamawiający dopuszcza zastosowanie jednego sterownika pełniącego funkcje procesowe oraz funkcje bezpieczeństwa.
10. Zamawiający dopuszcza stosowanie paneli HMI Weintek serii cMT3162X. Wizualizacja na panelu powinna być kopią wizualizacji Asix2024.
11. Licencje na dostarczane oprogramowanie muszą być wystawione na Zamawiającego bezterminowo i bez żadnych ograniczeń.
12. Oprogramowanie aplikacyjne będzie udokumentowane, również komentarzami "w kodzie", z myślą o możliwie najwyższym stopniu prostoty ułatwiającej zrozumienie jego logiki działania.
13. W systemie sterowania i zabezpieczeń należy przewidzieć rezerwę fizycznych wejść/wyjść wydrukowanych do listew krosowych min. 20%, wraz z miejscem w szafie, rezerwę min. 20% miejsca w przypadku szaf serwerowych i komputerowych oraz rezerwę mocy obliczeniowej sterowników/stacji procesowych min 50%.
14. Listwy krosowe do połączeń z modułami wejść/wyjść sterownika należy podzielić za

pomocą separatorów i oznaczyć zgodnie z numeracją modułów wejść/wyjść (np. XA01 dla modułu A01).

15. Wszystkie obwody wejść/wyjść analogowych mają być zabezpieczone indywidualnymi bezpiecznikami z kontrolą wizualną. Wszystkie obwody analogowe pomiędzy instalacjami/szafami lub wychodzące na zewnątrz budynku mają być izolowane poprzez separatory sygnałów analogowych.
16. Wszystkie obwody wejść/wyjść dwustanowych wychodzące na obiekt mają posiadać interfejsowe przekaźniki separujące.
17. W szafach sterowniczych do połączeń Ethernet należy stosować przełącznik Cisco Catalyst IE3100: IE-3100-8(18)T2C-E lub IE-3100-8P2C-E w zależności od wymaganej ilości i typu połączeń. Połączenie szafy sterowniczej do sieci teletechnicznej Zamawiającego należy wykonać podwójnym łączem światłowodowym.
18. Wszystkie połączenia Ethernet pomiędzy systemem sterowania a wskazaną przez Zamawiającego szafą serwerową należy rozszyć na listwy krosowe, okienkowe. Połączenia należy wykonać ekranowanym kablem sieciowym STP/FTP kat.6 lub wyższej – dotyczy to zarówno kabli jak i osprzętu.
19. Stacja operatorska – wymagania:
 - a. komputer NUC, procesor Intel i5 (lub lepszy), RAM 16GB, dysk SSD + miejsce na drugi dysk HDD, dwa wyjścia HDMI, system operacyjny Windows 11Pro,
 - b. 2 monitory Dell 27", z głośnikami
 - c. klawiatura z czytnikiem karty chipowej oraz myszka,
20. Sterowanie falownikiem z wykorzystaniem protokołu komunikacyjnego (Modbus TCP lub EtherCAT) a lokalnie z wykorzystaniem przełączników fizycznych i potencjometru lub zadajnika analogowego
21. Wykonawca zobowiązany jest dostarczyć Zamawiającemu kompletną dokumentację powykonawczą w następujących formatach: edytowalny format natywny programu, w którym dokumentacja została opracowana, format DWG oraz PDF.
22. Dokumentacja musi wykorzystywać odnośniki umożliwiające szybkie i intuicyjne przemieszczanie się pomiędzy połączonymi elementami schematów.

2.2 Pomiary obiektowe

1. Wszystkie dostarczone materiały i AKPiA będą posiadać dokumentację techniczno–ruchową (DTR) wraz z instrukcjami eksploatacji w języku polskim.
2. Wszystkie dostarczone materiały i AKPiA będą posiadać autoryzowany serwis producenta na terenie Polski, którego pracownicy będą porozumiewali się z Zamawiającym w języku polskim.
3. Podstawowe układy pomiarowe dostarczone będą w wykonaniu dwuprzewodowym (24VDC; 4-20mA).
4. Dopuszczalne są przetworniki czteroprzewodowe, zasilane napięciem gwarantowanym 230VAC z zastosowaniem separacji galwanicznej w torze

pomiarowym.

5. Wykonawca zunifikuje stosowane typy urządzeń AKPiA w zakresie całego Przedmiotu Umowy.
6. Przyłącza procesowe dla pomiarów temperatury i ciśnienia będą metryczne M20x1,5.
7. Zaleca się zabudowę pomiarów procesowych (ciśnienie, różnica ciśnień) na stojakach pomiarowych; tylko w uzasadnionych wypadkach, po otrzymaniu zgody od zamawiającego pomiary można lokalizować bezpośrednio na rurociągu.
8. Pomiary instalowane na stojakach pomiarowych zostaną wyposażone w podwójne układy odcięcia – jedno przy króćcu a drugie przy stojaku.
9. Urządzenia i aparatura kontrolno–pomiarowa zostaną dostarczone wraz ze wszystkimi niezbędnymi akcesoriami i osprzętem wymaganym do prawidłowego funkcjonowania i bezproblemowej obsługi zgodnie z dobrą praktyką inżynierską oraz wymogami procesu technologicznego.
10. Do akcesoriów tych zaliczają się między innymi
 - a) rurki impulsowe,
 - b) zblocha zaworowe,
 - c) osłony pomiarowe,
 - d) kołnierze
 - e) przepusty
 - f) dławiki kablowe

2.3 Wymogi dla aparatury pomiarowej

1. Zamawiający wymaga, aby aparatura pomiarowa zastosowana na obiekcie pochodziła możliwie od jednego producenta (pomiary temperatury, ciśnienia i różnicy ciśnień, przepływu i poziomu), tylko w uzasadnionych wypadkach po otrzymaniu pisemnej zgody Zamawiającego można odejść od tej zasady.
2. Zamawiający dopuszcza wyłącznie aparaturę pomiarową producentów działających na terenie Unii Europejskiej i posiadającą uznaną pozycję na rynku.
3. Nie dopuszcza się stosowania urządzeń pomiarowych producentów nie posiadających serwisu w Polsce.
4. Lokalne termometry i manometry powinny posiadać następujące cechy:
 - a) dokładność: manometry klasy 1.6 lub lepszej , termometry klasy 2.5 lub lepszej,
 - b) liniową podziałkę,
 - c) dodatkowe strzałki w kolorze czerwonym określające minimalną i
 - i. maksymalną wartość wielkości mierzonej,
 - d) maksymalne ciśnienie robocze nie powinno przekraczać 75% zakresu pomiarowego,

- e) podziałki pomiarowe powinny być oznaczone czarnymi kreskami i czarnymi cyframi na białym tle,
 - f) lokalne przyrządy powinny posiadać osłonę antyrefleksyjną,
 - g) średnica tarczy powinna wynosić nie mniej niż 100 mm.
5. Dopuszczalne są manometry z rurką Bourdona oraz płynnym wypełnieniem.
 6. Nie dopuszcza się stosowania termometrów szklanych.
 7. Pomiary przepływu realizowane będą przy pomocy zwęzek pomiarowych i przetworników różnicy ciśnień z protokołem HART które wyposażone będą w lokalny wyświetlacz, oraz zawory blokowe z firmy stosowanej w Energetyce, lub przepływomierzy ultradźwiękowych wyposażonych w lokalny wyświetlacz.
 8. Pomiary poziomu zrealizowane będą przy pomocy przetworników radarowych, przetworników naporowych z protokołem HART.
 9. Pomiary temperatury wykonane będą przy pomocy czujników oporowych Pt100 i przetworników listwowych lub głowicowych (w miejscach łatwo-dostępnych) z protokołem HART. Dopuszcza się zastosowanie czujników termoparowych w uzasadnionych przypadkach. Do potrzeb rozliczeń aparatura pomiarowa do wykonania pomiarów ilości ciepła wytwarzanego przez Instalację i masy dostarczonego paliwa musi być legalizowana.
 10. W projekcie wykonawczym Wykonawca powinien szczegółowo opisać aparaturę pomiarową tj:
 - a) przetworniki ciśnienia i różnicy ciśnień,
 - b) sygnalizatory ciśnienia i poziomu,
 - c) czujniki termometru termoelektrycznego,
 - d) czujniki termometru rezystancyjnego,
 - e) przetworniki sygnałowe rezystancji Ω/mA i przetworniki termoelektryczne mV/mA ,
 - f) pomiary przepływu płynów.
 11. Dla pomiarów par i gazów Wykonawca powinien przewidzieć pomiary kompensacyjne:
 - a) od zmian temperatury i ciśnienia,
 - b) dla pomiarów przepływu płynów dwufazowych, zawiesin ciał stałych w wodzie,
 - c) przepływomierze masowe,
 - d) dla pomiarów przepływu spalin i gazów zapylnych stosowane będą przetworniki termo dyspersyjne.
 12. Przepływomierze ultradźwiękowe:

Dokładność przepływomierzy powinna wynosić przynajmniej $\pm 0,5 \%$. Przy pomiarach wykonywanych przy użyciu kryz przepływowych dokładność powinna wynosić przynajmniej $\pm 1 \%$.
 13. Pomiary poziomu

- a) klasa 0,5 lub lepsza,
 - b) programowalne z obsługą HART,
 - c) w zależności od rodzaju medium powinny być zastosowane przetworniki ultradźwiękowe, sygnalizatory wibracyjne, sondy radarowe lub hydrostatyczne.
14. Dodatkowe wymagania dla układów pomiaru ciśnienia oraz różnicy ciśnień (pomiar poziomy, przepływu):
- a) przetworniki należy umieszczać na stelażach,
 - b) linie impulsowe powinny mieć średnicę nie mniejszą niż 8mm,
 - c) linie impulsowe powinny być prowadzone zasadniczo po torze, dla którego nachylenie jest większe niż 5% w celu zapewnienia odwodnienia,
 - d) linie impulsowe powinny mieć jak najmniejszą długość oraz powinny być tak ułożone, by nie oddziaływały na połączenie lub urządzenie,
 - e) stosować zawory odpowietrzające i spustowe,
 - f) stosować elementy umożliwiające odprowadzenie skroplin i wody.
15. Wykonawca nie będzie stosować metod pomiarowych, w których wykorzystywane jest promieniowanie jonizujące lub materiały radioaktywne.

2.4 Wymagania dla zaworów odcinających i regulacyjnych.

1. Zawory regulacyjne i odcinające powinny być dostarczone z napędem elektrycznym.
2. Zawory wraz z siłownikami muszą być dostosowane do instalacji technologicznej, a ich parametry powinny zapewnić właściwą i niezawodną pracę układów automatycznej regulacji we wszystkich stanach pracy instalacji
3. Siłowniki z napędem elektrycznym powinny być wyposażone w podwójne wyłączniki krańcowe i momentowe. Wszystkie zawory regulacyjne, oraz inne mogące pracować w położeniach pośrednich będą wyposażone w nadajniki położenia o sygnale prądowym 4..20mA.
4. Siłowniki sterowane elektrycznie powinny być wyposażone w przyciski umożliwiające sterowanie ręczne oraz będą posiadały wewnątrz zabudowany układ styczników.
5. Stopień ochrony IP 54 lub lepszy zgodnie z PN-EN 60529.
6. Napięcie zasilające dla siłowników z napędem elektrycznym - 400VAC, 50Hz.
7. W przypadku zabudowy poza ogrzewanymi pomieszczeniami siłowniki będą wyposażone w grzałki.

2.5 Wymagania dla szaf i skrzynek obiektowych AKPiA

1. Minimalny stopień ochrony powinien być przyjęty na poziomie IP55 i powinien być dostosowany do miejsca instalacji skrzynki.
2. W przypadku instalacji, gdzie występuje szczególne zagrożenie korozją szafy i skrzynki powinny mieć wykonane z materiałów nierdzewnych (stal nierdzewna, itd.) i odpowiednio zabezpieczone.
3. Skrzynki w strefie zagrożonej wybuchem muszą być dobrane zgodnie z przepisami Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (wersja przekształcona) (ATEX) Dz.U.UE.L.2014.96.309.
4. Szafy i szafki aparaturowe, w których występuje znaczne wydzielanie się ciepła należy zaopatrzyć w instalację wentylacyjną.
5. Listwy zaciskowe w szafach i skrzynkach powinny być wykonane przy wykorzystaniu sprężynowych złączek (zacisków) połączeniowych renomowanych producentów gwarantujących zachowanie poprawnego połączenia przez okres minimum 10 lat bez konieczności przeprowadzenia prac serwisowo-konserwacyjnych.
6. Obwody o różnych poziomach napięć muszą być odpowiednio elektrycznie oddzielone i wyraźnie oznakowane. Wielkość szafek powinna uwzględniać min. 20% zapas miejsca dla ewentualnej rozbudowy.
7. Skrzynki na zewnątrz oraz w innych miejscach, gdzie możliwa jest kondensacja wilgoci, powinny posiadać grzałki antykondensacyjne.
8. Dla skrzynek podłączeniowych dławiki powinny zostać dobrane odpowiednio do wykonania, miejsca i lokalizacji skrzynki podłączeniowej lub urządzenia.

2.6 Kable AKPiA

1. Trasy elektryczne występujące w obwodach AKPiA należy podzielić na:
 - a) trasy obwodów pomiarowych służące do przesyłania sygnałów niskoprądowych,
 - b) trasy obwodów iskrobezpiecznych,
 - c) pozostałe trasy obwodów elektrycznych, jak: zasilania, sygnalizacji, sterowania, blokad itp.
2. Kable do zabezpieczeń muszą być prowadzone osobnymi trasami bez udziału skrzynek pośredniczących,
3. Nie dopuszcza się prowadzenia dwu różnych napięć tym samym kablem sterowniczym,
4. W celu zminimalizowania ilości kabli można stosować kable zbiorcze. Połączenia kabli pochodzących z przetworników i czujników pomiarowych z kablem zbiorczym należy dokonać w skrzynkach z listwami zaciskowymi,
5. Kable zbiorcze parowane, mogą zawierać maksymalnie 48 żył. Kable sygnałowe zbiorcze mają zawierać min. 20% rezerwowych żył.
6. Dopuszczalna długość miedzianych kabli komunikacyjnych transmisji cyfrowej nie

powinna przekraczać 100m, powyżej 100 m należy stosować kable światłowodowe jednomodowe, standard złącz LC.

7. Wszystkie kable (oprócz światłowodów) i przewody muszą być wykonane, jako linka miedziana z izolacją bezhalogenową lub PVC i powłocą zewnętrzną zapobiegającą rozprzestrzenianiu płomienia, spełniające wymagania normy IEC-332-2 kategoria C dla kabli sterowniczych. W szczególnych przypadkach należy przewidzieć kable z dodatkową osłoną (pancerz, drutu stalowego). Nie dopuszcza się stosowania przewodów jednodrutowych.
8. Kable sygnałowe, zasilające (przewody impulsowe, kable cyfrowej transmisji danych itd.) będą układane z uwzględnieniem wymagań normy SEP-E-004 oraz wymagań zastosowanego systemu PLC. W terenie kable powinny być ułożone w ziemi w rurach osłonowych, w kanałach kablowych lub na konstrukcjach kablowych. Kable ułożone w ziemi, w miejscach gdzie mogą ulec awarii, powinny być dodatkowo zabezpieczone elementami ochronnymi np. rurami stalowymi, przepustami betonowymi itp.
9. Przy projektowaniu tras kablowych należy zwrócić szczególną uwagę na zachowanie odpowiednich odległości od źródeł ciepła.
10. Kable światłowodowe będą prowadzone w rurach osłonowych oznakowane co 25m
11. Wszystkie kable mają być wyraźnie i w sposób trwały oznaczone na początku i na końcu kabla oraz na przejściach.
12. Kable sterownicze, sygnalizacyjne i pomiarowe muszą posiadać trwałe oznaczniki na każdej żyłce na obu końcach.
13. Kable od skrzynek przyłączeniowych będą wprowadzane od dołu. Rozszyte zostaną wszystkie żyły kabli łącznie z rezerwowymi. Nie będzie akceptowane wpinanie dwóch przewodów do jednego zacisku.

2.7 Kable kompensacyjne

1. Kable kompensacyjne należy prowadzić po zupełnie innych trasach niż inne kable pomiarowe.
2. Powłokę oraz izolację żył kabli kompensacyjnych należy dobrać do temperatury otoczenia występującej w miejscu ułożenia kabla.
3. Żyłki kabli kompensacyjnych powinny być w postaci linki.
4. Kable kompensacyjne powinny być wyposażone w oplot ochronny stalowy.
5. Przekrój żył kabli kompensacyjnych: 1,5mm².

2.8 Szafa pomiarowo-sterownicza

Szafa pomiarowo-sterownicza metalowa z cokołem powinna być w wykonaniu IP55 lub wyższym.

W szafie powinny być zabudowane:

- sterownik PLC o budowie modularnej,
- przyrządy pomiarowe wtórne,
- osprzęt sterowniczy.

Na elewacji każdej szafy zostanie zabudowana aparatura kontrolno-pomiarowa i urządzenia:

- panel operatorski;
- wskaźniki cyfrowe wybranych parametrów;
- lampki koloru zielonego do sygnalizacji obecności napięcia zasilającego i sygnalizacji pracy napędów elektrycznych;
- lampki koloru czerwonego do sygnalizacji przekroczeń awaryjnych wybranych parametrów;
- elementy do sterowania ręcznego napędów;
- wyłącznik główny z funkcją awaryjnego wyłączenia.

Szafa będzie zasilana napięciem trójfazowym 400V AC.

2.9 Wizualizacja oraz program sterownika

Wizualizacja procesu ma być wykonana według standardów DPE które obejmują przygotowane bloki do sterownika oraz systemu Asix udostępniane przez DPE.

W przypadku wymaganego przez Zamawiającego serwera lokalnego systemu wizualizacji należy dostarczyć klucz licencyjny na serwer operatorski z pełnym pakietem, z minimalnym limitem 4096 zmiennych oraz terminal wyposażony w dodatkowy dysk HDD. W innych przypadkach należy stosować licencję na terminal operatorski.

Do obowiązku Wykonawcy należy stosowanie aktualnej wersji standardów DPE.

Program sterownika powinien być w języku drabinkowym, stosowanie innych języków (ST, FBD, SFC) wymaga uzyskania zgody Zamawiającego. Kod sterownika ma mieć komentarze oraz wersja finalna nie może mieć testowych wersji programu.

Zarówno w programie sterownika jak i na wizualizacji powinna być zaimplementowana pełna diagnostyka sterownika oraz falowników wykonana zgodnie ze standardami Zamawiającego.

Zamawiający wymaga przeprowadzenia testów FAT/SAT z udziałem Zamawiającego. Program testów opracowuje Wykonawca który podlega opiniowaniu przez Zamawiającego.

Warunkiem rozpoczęcia rozruchu instalacji jest poprawny wynik testów FAT oraz wizualizacja, która zapewnia podgląd oraz sterowanie wraz z archiwizacją danych.

Po rozruchu instalacji zostanie wykonany test SAT. Pozytywny wynik testu jest warunkiem wyrażenia zgody na ruch próbny instalacji.