



Załącznik nr 3 do zapytania ofertowego nr 2024-72936-199621

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

System stacji prób (zwany dalej: systemem) musi zapewnić napęd przekładni do testu w układzie dwóch przekładni sprzęgniętych wałami wyjściowymi z implementacją mocy krążącej. W skład systemu stacji prób również wchodzi kompletny układ chłodzenia: przemienników oraz silników. Układ dwóch przekładni musi zapewnić dodatkowy moment rozruchowy na przewyższenie bezwładności i oporów wewnętrznych w unieruchomionych jeszcze przekładniach.

1. Wymagania dotyczące testów przekładni:

- a) praca ze stałym momentem minimum 35080Nm dla zakresu prędkości od 200 1/min. do 1470 1/min.,
 - b) praca ze stałą mocą minimum 5400kW dla zakresu prędkości od 1470 1/min. do 2000 1/min.,
 - c) przeciążalność momentem: minimum 150% M_n (w danym zakresie prędkości) przez minimum 60s w cyklach nie dłuższych niż 300,
 - d) praca z momentem minimum 18900Nm dla prędkości od minimum 20 1/min.
- 1.1. System musi posiadać:
- a) dodatkowy system podtrzymywania zasilania (UPS) $T=5min$ zasilania logiki sterownika PLC oraz panelu HMI z komunikacją po Profinet oraz redundantnym zasilaniem w przypadku uszkodzenia jednego z zasilaczy,
 - b) system bezpieczeństwa oparty o przekaźnik bezpieczeństwa lub PLC w technologii Failsafe,
 - c) sygnalizację wizualno-akustyczną,
 - d) ekranowany kabel zasilający pomiędzy falownikami, a silnikami o długości co najmniej 30m Bitner BiTmining NSSHCOEU 0,6/1kV lub równoważny w zakresie zastosowania i funkcjonalności.
- 1.2. System musi spełniać wymagania określone przez normy ISO: 9001, 14001 oraz 45001, czego potwierdzeniem będą posiadane certyfikaty.
- 1.3. Wymagania w zakresie serwisu systemu: wymagany jest posiadanie serwisu na terenie Polski z możliwością obsługi w zakresie umowy serwisowej w okresie obowiązywania gwarancji.

2. Wymagania w zakresie silników, wchodzących w skład układu napędowego przekładni:

- 2.1. Każdy z silników musi zapewniać możliwość pracy jako maszyna napędowa lub hamująca.
- 2.2. Silniki elektryczne do pracy z przemiennikiem częstotliwości:
- a) silniki elektryczne indukcyjne klatkowe przeznaczone będą do pracy na stacji prób przekładni,
 - b) jeden silnik musi pracować w trybie generatorowym, a drugi w trybie silnikowym z możliwością przełączenia trybu pracy dla poszczególnych silników,
 - c) silniki muszą umożliwić wykonanie prób w pełnym zakresie prędkości obrotowych oraz z wymaganym momentem,
 - d) wymagane jest aby silniki pracowały w pełnym zakresie regulacji z przeciwnym momentem obrotowym,
 - e) napięcie znamionowe silnika: 690 V AC,
 - f) silniki będą zasilane z przemiennika częstotliwości o napięciu znamionowym 690V. Przemiennik będzie wyposażony w prostownik aktywny, co w połączeniu z charakterem wykonywanych prób może spowodować trwałe podwyższenie napięcia zasilania,



- g) Dostawca całego systemu musi zagwarantować, że silniki mogą współpracować bez jakichkolwiek ograniczeń z dobranym przemiennikiem częstotliwości,
- h) system izolacji silnika musi być dostosowany do stromości narastania napięcia oraz maksymalnych przepięć komutacyjnych. Z uwagi na wymaganą dynamikę oraz dokładność sterowania nie dopuszcza się zastosowania filtrów wyjściowych lub dławików wyjściowych w przemienniku,
- i) wymagane punkty pracy silnika:
 - maksymalnie od 200 1/min. – do minimum 1470 1/min. ($M = \text{const.} = \text{minimum } 35080\text{Nm}$),
 - minimum od 1470 1/min. – do minimum 2000 1/min. ($P = \text{const.} = \text{minimum } 5400\text{kW}$),
 - przeciążalność momentem: minimum 150% M_n przez minimum 60s w cyklach nie dłuższych niż 300s,
 - dla prędkości obrotowej maksymalnie od 20 1/min., moment minimum $M > 18900\text{Nm}$,
- j) silniki muszą być przystosowane do pracy uderowej to znaczy: pracy z częstotliwością minimum 10Hz oraz wypełnieniem minimum 50%. W danym trybie pracy moment zmienia się z 100% momentu do 50% momentu znamionowego,
- k) Dostawca silnika musi zagwarantować, że w całym obszarze regulacji nie będą występowały częstotliwości rezonansowe,
- l) silnik musi posiadać odpowiedni zapas momentu tak aby możliwe było zatrzymanie badanego obiektu w czasie do 8 sekund. Zatrzymanie może zostać wykonane minimum dwa razy w ciągu godziny,
- m) forma obudowy: IM B3,
- n) system chłodzenia: IC 86W, temperatura wody chłodzącej: +25°C, napięcie wentylatora pomocniczego: 3AC, 400V, 50Hz,
- o) konstrukcja chłodnicy wodnej musi umożliwiać jej mechaniczne czyszczenie,
- p) stopień ochrony: minimum IP55,
- q) klasa izolacji: minimum 155(F),
- r) sprawność znamionowa $\geq 96,5\%$ (dla prędkości znamionowej 1470 1/min.),
- s) znamionowy współczynnik mocy $\geq 0,90$ (dla prędkości znamionowej 1470 1/min.),
- t) moment krytyczny silnika $\geq 2,2$ (dla prędkości znamionowej 1470 1/min.),
- u) moment krytyczny silnika $\geq 1,8$ (dla prędkości 2000 1/min.),
- v) temperatura otoczenia, w której będą pracować silniki: +5...+40°C,
- w) silniki muszą być wykonane z sześcioma systemami uzwojeń (sześć niezależnych uzwojeń o grupie połączeń D/D/D/D/D/D). Końcówki każdego z uzwojeń zostaną wyprowadzone do skrzynki zaciskowej (silnik musi posiadać trzy główne skrzynki zaciskowe). Dzięki takiej konfiguracji możliwa będzie praca układu z dużą dokładnością również przy małych mocach testowanych przekładni,
- x) z uwagi na dużą dynamikę układu dwóch przekładni podczas badań nie dopuszcza się mocowania sprzęgła na klin. Wymagane jest wykonanie czopa wału stożkowego oraz montaż sprzęgła na wcisk,
- y) z uwagi na częste rozruchy oraz zmianę konfiguracji stanowisk testowych nie dopuszcza się zastosowania łożysk ślizgowych,
- z) wymagane jest wykonanie próby typu jednego silnika oraz wyznaczenie jego sprawności metodą strat poszczególnych zgodnie ze standardami IEC60034-2-1. Metoda strat poszczególnych wymagana jest z uwagi na charakter wykonywanych prób oraz precyzyjne wyznaczenie sprawności obiektu badanego,



- aa) silniki muszą być fabrycznie nowe i wyprodukowane nie wcześniej jak 3 miesiące przed datą dostawy,
- bb) silniki muszą zapewniać zgodność z wymaganiami określonymi dla towarów wprowadzonych do obrotu na rynku Europejskiego Obszaru Gospodarczego w zakresie bezpieczeństwa pracy i właściwości produktu,
- cc) poziom hałasu pod obciążeniem nie może przekroczyć 85dB(A),
- dd) wyposażenie dodatkowe silników:
 - jeden podwójny czujnik PT100 do pomiaru temperatury łożyskowania przedniego oraz jeden podwójny czujnik PT100 do pomiaru temperatury łożyskowania tylnego,
 - podwójny czujnik PT100 do pomiaru temperatury każdej fazy uzwojenia,
 - jeden czujnik do pomiaru drgań łożyskowania przedniego oraz jeden podwójny czujnik drgań łożyskowania tylnego z zintegrowanym przetwornikiem pomiarowym 4 - 20mA,
 - czujnik wycieku: 1 szt.,
 - zaciski czujników temperatury, wycieku oraz drgań powinny być wprowadzone do oddzielnej metalowej skrzynki pomocniczej umieszczonej na korpusie silnika,
 - grzałka antykondensacyjna: 1AC, 230V,
 - zaciski grzałki antykondensacyjne powinny być wprowadzone do oddzielnej metalowej skrzynki pomocniczej umieszczonej na korpusie silnika,
 - enkoder HOG10 D 1024 I lub równoważny w zakresie pomiaru pozycji, prędkości i orientacji ruchomych części robotów.

3. Wymagania w zakresie przemienników częstotliwości chłodzonych wodą:

- 3.1. Ze względu na bezpieczeństwo obsługi stacji prób obwody sterowania przemiennikiem częstotliwości (jednostka/płyta sterująca przemiennik, ewentualne rozszerzenia wejść/wyjść, przekaźnik bezpieczeństwa i inne obwody pomocnicze) powinny znajdować w oddzielnej szafie sterowniczej w pomieszczeniu sterowni.
- 3.2. Ze względu na dostępne miejsce na hali do zabudowy przemiennika powinien on posiadać maksymalnie 6 modułów falownika do pojedynczego silnika. Maksymalne dostępne miejsce do posadowienia przemiennika wynosi 6 m.
- 3.3. Co najmniej jedna referencja (lub co najmniej jedna kopia protokołu odbioru) na wykonanie na terenie Polski w ciągu ostatnich 5 lat: stacji prób z energią krążącą na szynie DC o mocy co najmniej 800kW oraz/lub stacje prób bez energii krążącej na szynie DC o mocy co najmniej 3000 kW.
- 3.4. Przemienniki częstotliwości muszą spełniać wymagania określone dla towarów wprowadzonych do obrotu na rynku Europejskiego Obszaru Gospodarczego.
- 3.5. Wycena powinna uwzględniać przewidziany zakres od zacisków DN transformatora 20/0,4kV oraz 20/0,7kV. Przy czym wymagana jest wymiana układu automatyki do najnowszego.
- 3.6. Moduły mocy przemiennika częstotliwości muszą być chłodzone cieczą i nie mogą posiadać żadnych dodatkowych wentylatorów wewnątrz szaf.
- 3.7. Ze względu na funkcjonalność stacji prób oraz czasu hamownia, przemiennik musi posiadać zwrot energii elektrycznej do sieci zasilającej, gdzie poziom wyższych harmonicznym prądu generowanych do sieci zasilającej powinien być poniżej 5% (zgodnie z normą IEEE 519 (2014), iTHD(U), zgodnie z IEC 61000-2-4 (2002)).
- 3.8. Przemiennik musi być wyposażony w komunikację sieci przemysłowej Profinet oraz Profibus.
- 3.9. Przemiennik powinien być wyposażony w rejestr zdarzeń i alarmów ze stemplem czasu rzeczywistego.



- 3.10. Dostęp serwisowy: tylko od przodu.
- 3.11. Przemiennek powinien być wyposażony w układy do współpracy z komputerem osobistym, jak również powinien być dostarczony z odpowiednim oprogramowaniem do wizualizacji, diagnostyki, parametryzacji.
- 3.12. Płyty elektroniki powinny być obustronnie lakierowane.
- 3.13. Wymagane jest zastosowanie niklowanych szyn zbiorczych.
- 3.14. Przemiennek częstotliwości musi mieć możliwość zaprogramowania dedykowanej logiki wewnętrznej (biblioteka DCB).
- 3.15. Wymagane są funkcje zabezpieczeniowe przemienników:**
- a) zabezpieczenie temperaturowe uzwojeń silnika,
 - b) zabezpieczenie temperaturowe łożysk silnika,
 - c) trójfazowe zabezpieczenie nadprądowe,
 - d) zabezpieczenie ziemnozwarciowe silnika,
 - e) zabezpieczenie przeciążeniowe silnika – model termiczny I2t,
 - f) zanik fazy,
 - g) zabezpieczenie od asymetrii obciążenia silnika,
 - h) zabezpieczenie od wydłużonego rozruchu silnika lub utknięcia wału silnika,
 - i) zabezpieczenie od dozwolonej ilości rozruchów silnika,
 - j) zabezpieczenie zwarcia falownika,
 - k) zabezpieczenie przeciążeniowe falownika,
 - l) zabezpieczenie cieplne falownika,
 - m) zabezpieczenie od zaniku napięcia sterowania.
- 3.16. Zabudowane rezystory rozładowcze muszą zapewniać obniżenie napięcia na kondensatorach do 50V w czasie nie dłuższym niż w ciągu 5 minut po wyłączeniu zasilania w przemiennikach.
- 3.17. Przemiennek musi posiadać rozszerzone funkcje bezpieczeństwa – będą one pozwalały na rozbudowane funkcje diagnostyczne oraz alarmowe. Będą miały możliwość skorzystania z rozbudowanych funkcji safety (m.in. STO, SOS, SS1, SS2, SLS, SSM, SDI, SLA, SBC, SBT, SLP, SP, SCA, kontrola ramp). Wymagane wykonanie przemiennika: szafowe, stopień ochrony co najmniej IP2X.
- 3.18. Wymagania dodatkowe dotyczące wyposażenia szaf przemiennika: wyłącznik główny mocy, bezpieczniki liniowe w rozłącznikach lub modułach mocy, obwód bezpieczeństwa.
- 3.19. Wymagana przeciążalność przemiennika to minimum 150% przez minimum 1 min. w okresach nie dłuższych niż 5 min.
- 3.20. Kategoria przeciwprzepięciowa: III zgodnie z EN 61800-5-1.
- 3.21. Wykonanie zgodne z CE (EMC Directive 2014/30/EU, Low Voltage Directive 2014/35/EU, Machinery Directive 2006/42/EC for functional safety oraz 2011/65/EU RoHS II Directive).
- 3.22. Wymagana dodatkowa funkcjonalność przemienników częstotliwości:**
- a) Wprowadzanie wartości zadanej (setpoint) – możliwość ustalenia punktu nastawy zarówno wewnętrznie jak i z zewnętrznego źródła. Wewnętrznie jako punkt nastawy określony sztywno lub poprzez potencjometr. Zewnętrznie poprzez interfejs komunikacyjny lub wejścia analogowe.
 - b) Automatyczna identyfikacja silnika - funkcja uruchamiana podczas parametryzacji przemiennika. Powoduje, że przemiennik wykonuje serię pomiarów pozwalających na wyznaczenie wartości parametrów schematu zastępczego silnika. Wartości te są automatycznie obliczane przez przemiennik częstotliwości i umieszczane w modelu matematycznym silnika. Umożliwia to optymalne sterowanie silnikiem.



- c) Generator funkcji ramp - przyjazny dla użytkownika generator funkcji rampy z oddzielnie regulowanymi czasami rampy narastania i opadania, wraz z regulowanymi czasami zaokrąglania w dolnym i górnym zakresie prędkości, umożliwia płynne przyspieszanie i hamowanie napędu. Powoduje to dobre reakcje sterowania prędkością i odgrywa swoją rolę w zmniejszaniu obciążenia układu mechanicznego. Rampa hamowania może być oddzielnie parametryzowana w celu szybkiego zatrzymania.
- d) Kontroler „Vdc max” - kontroler automatycznie zapobiega przepięciom na szynie DC, jeśli na przykład ustawiony czas rampy jest zbyt krótki. Może to również wydłużyć ustawiony czas rampy.
- e) Buforowanie kinetyczne - w przypadku zaniku napięcia zasilającego, przemiennik odzyskuje energię potrzebną do magnesowania silnika z energii kinetycznej napędzanego urządzenia. Dzięki tej funkcji ponowne załączenie po powrocie napięcia zasilającego trwa krócej. Do momentu zużycia całej energii kinetycznej przemiennik nie wyłączy się sygnalizując stan awaryjny: zanik napięcia zasilania. Warunkiem niezbędnym do prawidłowego działania tej funkcji jest odpowiednia ilość energii kinetycznej. Funkcja szczególnie przydatna w układach o dużym momencie bezwładności (np. wentylatory).
- f) Automatyczny ponowny rozruch po zaniku zasilania - funkcja aktywowana podczas parametryzacji. Przemiennik po powrocie napięcia zasilającego automatycznie uruchamia się i po rampie osiąga wartość zadaną prędkości. Warunkiem automatycznego rozruchu jest utrzymanie sygnału start.
- g) Lotny start - funkcja ta umożliwia załączenie przemiennika gdy prędkość obrotowa silnika jest różna od zera. Przemiennik zmierzy prędkość z jaką obraca się wał silnika, a następnie po rampie dojdzie do wartości zadanej prędkości.
- h) Regulator technologiczny - za pomocą modułu funkcji regulatora technologicznego (regulatora PID) można na przykład zaimplementować sterowanie poziomem lub przepływem oraz złożone sterowanie naprężeniem. Istniejący komponent D może oddziaływać zarówno na odchylenie systemu, jak i na rzeczywistą wartość (ustawienie fabryczne). Komponenty P, I i D są ustawiane oddzielnie.
- i) Wolne bloki funkcyjne - dzięki swobodnie programowalnym blokom funkcyjnym można łatwo zaimplementować funkcje logiczne i arytmetyczne do sterowania przemiennikiem częstotliwości. Bloki można programować na panelu operatora lub w oprogramowaniu kontrolnym do przemiennika.
- j) Diagram kontroli napędu – narzędzie umożliwia łatwą konfigurację funkcji technologicznych przemiennika częstotliwości w formie diagramów. Biblioteka bloków pozwala na wybór dużej ilości bloków sterujących, arytmetycznych oraz logicznych.
- k) Zabezpieczenie silnika poprzez obliczenia jego temperatury przez model silnika zapisany w oprogramowaniu przemiennika częstotliwości na podstawie aktualnej prędkości i obciążenia.
- l) Zabezpieczenie silnika poprzez kontrolę temperatury za pomocą czujników typu KTY84, PTC, Pt100 oraz Pt1000.
- m) Zabezpieczenie przed zablokowaniem silnika poprzez kontrolę termicznego przeciążenia.
- n) Obsługa hamulca – funkcja pozwalająca na obsługę hamulca blokującego silnik przed niepożądanym ruchem.
- o) Ochrona przed przypadkowym nadpisaniem programu i parametrów przemiennika.
- p) Ochrona „know-how” poprzez szyfrowanie przechowywanych danych.
- q) Webserwer – możliwość prezentacji informacji nt. przemiennika częstotliwości poprzez przeglądarkę internetową (tzw. funkcja web server).



- r) Monitorowanie zwarcia doziemnego na wyjściu przemiennika częstotliwości.
 - s) Elektroniczne zabezpieczenie przeciwzwarciove na wyjściu przemiennika częstotliwości.
 - t) Zabezpieczenie przed przeciążeniem termicznym.
- 3.23. W przypadku przemienników sprawność prostownika umożliwiającego zwrot energii elektrycznej do sieci zasilającej musi wynosić powyżej 97,5% (razem z filtrem wejściowym) oraz falownika powyżej 98,5%.
- 3.24. Dokładność regulacji prędkości obrotowej w przypadku przemienników: 0,001% wartości prędkości znamionowej silnika (w zakresie 10-100%).
- 3.25. W przypadku pomiaru przez przemiennik momentu: wymagane jest uzyskanie dokładności momentu: 1,5% wartości momentu znamionowego silnika. Wartość momentu liczona jest jako wartość średnia za 3 s.
- 3.26. Dostawca udostępni parametry, kody źródłowe wraz z nazwami zmiennych i komentarzami. Rezerwa wejść/wyjść cyfrowych oraz analogowych: minimum 30%.
- 4. Warunki otoczenia w trakcie pracy układu napędowego:**
- 4.1. Temperatura otoczenia:
- a) 0...40 °C bez pogorszenia wartości znamionowych przemiennika częstotliwości
 - b) 41...55 °C z pogorszeniem wartości znamionowych przemiennika częstotliwości maksymalnie 1,5% na każdy 1 °C,
 - c) 0...55 °C dla jednostki sterującej oraz modułów rozszerzeń systemu sterowania przemiennika częstotliwości
- 4.2. Wilgotność względna – 5...95%, klasa 3K3 zgodnie z normą EN 60721-3-3 (2002).
- 4.3. Klasa środowiskowa / szkodliwe substancje chemiczne – klasa 3C2 zgodnie z normą EN 60721-3-3 (2002).
- 4.4. Wpływy organiczne/biologiczne – klasa 3B1 zgodnie z normą EN 60721-3-3 (2002).
- 4.5. stopień zanieczyszczenia – stopień 2 zgodnie z normą EN 61800-5-1,
- 4.6. Zgodność ze standardami:
- a) Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej EMC (2014/30/EU),
 - b) Dyrektywa niskonapięciowa LVD (2014/35/EU),
 - c) Dyrektywa maszynowa MD (2006/42/EC) dla bezpieczeństwa funkcjonalnego
 - d) Dyrektywa RCM
 - e) Dyrektywa RoHS II
- 5. Wymagania w zakresie układu automatyki:**
- 5.1. System sterowania stacją prób musi składać się ze sterownika PLC S7-1500 lub równoważnego w zakresie parametrów (opisanych w Pkt. 6.7 poniżej) oraz wysp komunikacyjnych zbierających niezbędne sygnały z obiektu poprzez odpowiednie moduły DI/DQ oraz AI/AQ.
- 5.2. Komunikacja pomiędzy sterownikiem PLC oraz wyspami musi odbywać się za pomocą sieci PROFINET.
- 5.3. Dodatkowo musi zostać zastosowany dotykowy panel operatorski o wielkości nie mniej niż 15'' do obsługi systemu napędowego stacji.
- 5.4. W układzie sterowania należy uwzględnić również komputer przemysłowy IPC służący jako stacja inżynierska. Jego wymagane parametry to minimum:
- a) procesor: CORE I7-10700E lub równoważny w zakresie wydajności,
 - b) dysk twardy: RAID1, 2 X 960 GB SSD 2.5 SATA,
 - c) pamięć operacyjna: 32 GB DDR4 SDRAM (2 X 16 GB), DUAL CHANNEL



6. Wymagania w zakresie sterownika PLC:

- 6.1. Sterownik przemysłowy swobodnie programowalny typu PLC.
- 6.2. Możliwość programowania w językach wg normy IEC 61131-3.
- 6.3. Otwartość komunikacyjna umożliwiająca łatwe skomunikowanie układu sterowania stanowiskiem z innymi systemami/oprogramowaniem wraz z wystawieniem danych układu napędowego:
 - a) co najmniej 1 protokół na bazie Profibus,
 - b) co najmniej 1 protokół czasu rzeczywistego do sterowania falownikami - Profinet,
- 6.4. Opcjonalna możliwość doposażenia w moduły bezpieczeństwa maszynowego minimum SIL2/PLd na późniejszym etapie.
- 6.5. Możliwość łatwego przywrócenia aplikacji w przypadku awarii sprzętu np. za pomocą karty SD bez użycia oprogramowania narzędziowego.
- 6.6. Możliwość łatwego diagnozowania sterownika za pomocą lokalnego ekranu diagnostycznego.
- 6.7. Czas wykonywania operacji: bitowych równy max 60ns, 16-bitowych max 72ns, operacji zmiennoprzecinkowych max 384ns. Pamięć robocza min. 150 KB na program, min. 1 MB na dane. Obsługa języków: LAD, FBD, STL, S7-SCL, S7-GRAPH, złącze 1 x Profinet (minimum 2-portowy switch).
- 6.8. Główne zadania sterownika:
 - a) sterowanie i monitoring pracy napędów,
 - b) sterowanie i monitoring osprzętu dodatkowego automatyki,
 - c) komunikacja z systemem pomiarowym – wymiana danych po protokole Profinet lub innym.
- 6.9. Dostawca udostępni kody źródłowe wraz z nazwami zmiennych i komentarzami do każdego „networka”. Program nie będzie zawierał zaszyfrowanych przez dostawcę kodów. Rezerwa wejść/wyjść: minimum 30%.

7. Wymagania w zakresie panelu operatorskiego:

- 7.1. Dotykowy panoramiczny panel operatorski o parametrach:
 - a) wyświetlacz TFT minimum 15", minimum 16 milionów kolorów,
 - b) obsługujący interfejsy: profibus/mpi, profinet/ethernet, usb,
 - c) wbudowana pamięć: min. 24 MB,
 - d) wskaźnik MTBF: co najmniej 80 tys. godzin
 - e) preinstalowane oprogramowanie typu *runtime*
- 7.2. Funkcje panelu operatorskiego:
 - a) graficzne przedstawienie systemu,
 - b) wyświetlanie wartości procesowych oraz nastaw,
 - c) ręczne sterowanie układami,
 - d) podgląd wejść/wyjść cyfrowych, analogowych zmiennych wysyłanych przez sieć,
 - e) diagnostyka układu automatyki, alarmy,
 - f) zapewnienie kilku poziomów dostępu użytkowników,
 - g) archiwizacja alarmów,
 - h) wyświetlanie informacji z przemienników,
 - i) powinien spełniać standardy dostępności dla osób z niepełnosprawnościami (dysfunkcjami) ruchowymi, wzroku i słuchu. Wymagane jest aby zapewniał co najmniej: ustawienie kontrastu (ostrości), powiększenie czcionki, dźwiękowy sygnał przyporządkowany danej funkcjonalności, wyświetlanie komunikatów w formie tekstu,



wyświetlanie komunikatu za pomocą sygnału dźwiękowego i/lub świetlnego (np. w przypadku ostrzeżeń, alarmów itp.).

8. Wymagania w zakresie integralnego układu chłodzenia silników i przemiennika częstotliwości (układ wody lodowej):

- 8.1. Jednostka zewnętrzna do produkcji wody lodowej, wyposażona w sprężarki scroll, czynnik chłodniczy R454B o współczynniku GWP=466 (dopuszcza się inne czynniki o GWP nie większym niż 500), wentylatory osiowe, płaszczowo-rurowy parownik (niedopuszczalne jest zastosowanie wymienników płytowych) i elektroniczne zawory rozprężne,
- 8.2. Podstawa, konstrukcja i panele muszą być wykonane z ocynkowanej stali malowanej proszkowo farbą epoksydową.
- 8.3. Jednostka powinna zostać dostarczana z olejem niezamarzającym i czynnikiem chłodniczym.
- 8.4. Skraplacz musi być wykonany w technologii dochłodzenia czynnika chłodniczego, umożliwiający schłodzenie czynnika do temperatury zbliżonej do temperatury powietrza zewnętrznego.
- 8.5. Wymiennik lamelowy (skraplacz), musi być wykonany z miedzianych rurek i miedzianych lameli.
- 8.6. Niedopuszczalne jest zastosowanie wymienników w technologii *microchannel*.
- 8.7. Jednostka musi posiadać oddzielne i niezależne obiegi czynnika chłodniczego w celu zapewnienia ciągłej pracy i łatwej konserwacji.
- 8.8. Układ musi posiadać minimum 2 obiegi chłodnicze, każdy po 50% mocy.

9. Wymagania w zakresie czynnika chłodniczego:

9.1. Każdy obieg czynnika chłodniczego musi być standardowo wyposażony w:

- a) elektroniczny zawór rozprężny,
- b) zawór bezpieczeństwa wysokiego i niskiego ciśnienia,
- c) zawór odcinający przewód cieczy,
- d) zawór upustowy sprężarki,
- e) filtr osuszacza z wymiennym wkładem,
- f) wziernik przewodu czynnika chłodniczego ze wskaźnikiem wilgotności,
- g) przełącznik bezpieczeństwa do ograniczania ciśnienia,
- h) przetworniki wysokiego i niskiego ciśnienia,
- i) zawór zwrotny w przewodzie tłocznym sprężarki zintegrowany w sprężarce sprężarki
- j) zawór odcinający przewód cieczy,
- k) wentylatory EC o dostępnym sprężu 100Pa, bez wpływu na moc chłodniczą oraz sprawność agregatu,
- l) modulacja wydajności zintegrowana z modulacją przepływu hydraulicznego, poprzez dwie pompy (praca + rezerwa) z falownikami. Pompa rezerwowa musi zapewniać 100% nominalnego przepływu,
- m) zapewnienie zmiennego przepływu przez agregat ze sterowaniem pompami i pracą w grupie urządzeń. Urządzenie muszą być wyposażone w czujnik wycieku freonu oraz zatrzymanie sprężarek danego obiegu chłodniczego.
- n) agregat musi zapewniać start chłodzenia nie wolniej niż w 22 sekundy po ponownym podaniu zasilania i osiągnąć pełną moc chłodniczą w maksymalnie 2 minuty po podaniu zasilania. Urządzenie musi być wyposażone w funkcję szybkiego restartu z UPS,
- o) praca ciągła agregatu z temperaturami wody lodowej do 23°C, niezależnie od temperatury powietrza zewnętrznego (od +40 do -20°C).



10. Wymagania w zakresie układu chłodzenia:

- 10.1. Układ chłodzenia musi zostać dobrany z minimum 10% zapasem mocy chłodniczej,
- 10.2. Układ chłodzenia musi zapewnić chłodzenia modułów falownikowych, modułów prostownikowych i silników.
- 10.3. Należy wykonać niezależne układy chłodzenia z wymiennikami glikol/woda zabudowanymi wewnątrz pomieszczenia stacji prób. Każdy niezależny układ chłodzenia należy wykonać dla:
 - a) modułów falownikowych oraz prostownikowych,
 - b) 2 szt. silników.