

Spis treści:

1. Wprowadzenie:	2
1.1. Przedmiot zamówienia	2
1.2. Zakres zamówienia	2
2. Mechanika:	4
2.1. Rzut stanowiska szkoleniowego R011	4
2.2. Wykaz urządzeń i technologii zastosowanej w pomieszczeniu szkoleniowo–dydaktycznym	5
2.3. Specyfikacja szczegółowa podzespołów	5
2.4. Specyfikacja przygotowania mediów	13
2.5. Dokumentacja projektowa – część mechaniczna	16
3. Elektryka:	17
3.1. Ogólne informacje	17
3.2. Wytyczne dla projektu	19
3.2.1. Dokumentacja elektryczna	19
3.2.2. Pomiary oraz testy instalacji	21
3.2.3. Oznakowanie urządzeń i kabli	21
3.2.4. Nadawanie nazw urządzeniom	23
3.3. Instalacja elektryczna	25
3.3.1. Zasilanie	25
3.3.2. Elementy dodatkowe	25
3.4. Wymagania elektryczne	26
3.4.1. Osprzęt	26
3.4.2. Realizacja instalacji	29

1. Wprowadzenie:

1.1. Przedmiot zamówienia.

Przedmiotem zamówienia jest dostawa, montaż, uruchomienie oraz optymalizacja **Stanowisk Technika połączeń, zgrzewanie oporowe, łukowe zgrzewanie kołków (R011)** w budynku Centrum Badań i Rozwoju Nowych Technologii w Grzymysławicach (CBiRNTT) do celów dydaktyczno-szkoleniowych wraz z komponentami (wyposażeniem) dodatkowym umożliwiającym realizację następujących aplikacji dydaktyczno-szkoleniowych:

- Ręczne zgrzewanie oporowe,
- Ręczne zgrzewanie łukowe kołków,
- Ręczne klejenie,

1.2. Zakres zamówienia.

Zamówienie swoim zakresem obejmuje: opracowanie pełnego projektu technicznego stanowisk szkoleniowych wraz z rozmieszczeniem w pomieszczeniu wszystkich urządzeń dydaktycznych oraz elementów wyposażenia dodatkowego (np. szafek, biurka warsztatowych), wykonanie niezbędnych połączeń elektrycznych. Koszty dostawy na miejsce do użytkownika m.in. opakowanie, ubezpieczenie, transport oraz montaż i uruchomienie w hali szkoleniowej.

Oferowany sprzęt musi być fabrycznie **nowy**, gwarantować wysoką jakość, a wyposażenie spełniać wymagania Zamawiającego określone w opisie przedmiotu zamówienia oraz odpowiadać wymaganiom Polskich Norm.

Wykonawca będzie odpowiedzialny z tytułu rękojmi za wady wykonanego przedmiotu zamówienia, w tym wszystkich rzeczy użytych do jego wykonania w zakresie określonym w ustawie z dnia 23 kwietnia 1964 r. Kodeks cywilny (Dz. U. nr 16, poz. 93 z późn. zm.).

Wykonawca jest odpowiedzialny za dokonanie odbioru zgodnie z obowiązującymi przepisami. Najpóźniej do chwili uruchomienia instalacji należy dołączyć deklarację zgodności (WE). Należy przestrzegać ustalonych założeń inwestycji oraz terminów realizacji.

Dokumentacja techniczna sporządzona winna być w języku polskim. Wykonawca obcojęzyczny, na etapie realizacji zamówienia zobowiązuje się do zapewnienia niezbędnych usług tłumaczeniowych. Wykonawca zobowiązuje się dostarczyć dokumentację w oryginalnym języku oraz w języku polskim.

UWAGA:

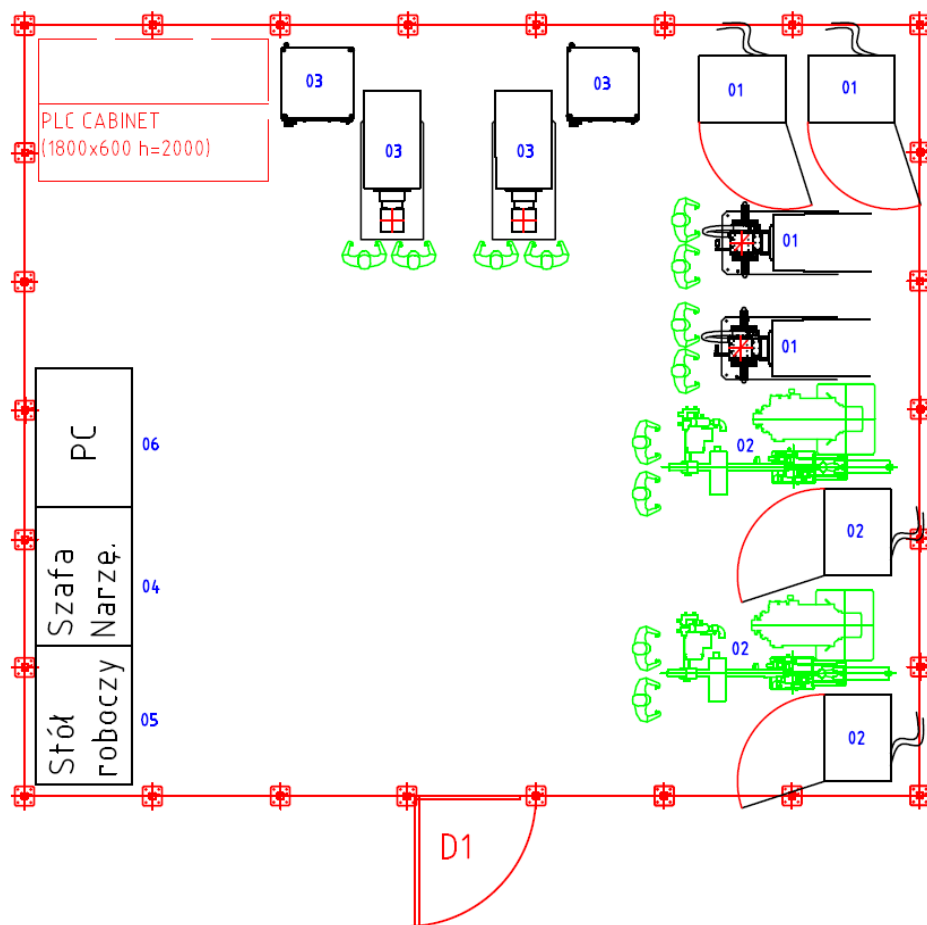
W niniejszym opisie przedmiotu zamówienia przedstawiono minimalne wymagania sprzętu i wyposażenia, które muszą być spełnione. Wykonawcy mogą przedstawić oferty równoważne, jednakże proponowany przez wykonawcę sprzęt równoważny musi charakteryzować się takimi samymi parametrami funkcjonalno-użytkowymi jak produkty opisane poniżej lub je przewyższać. Obowiązkiem wykonawcy jest udowodnienie równoważności. W przypadku oferowania sprzętu równoważnego należy przedstawić dokładny opis wraz z nazwą handlową oraz nazwą producenta. Proponowany sprzęt musi spełniać wymagane parametry wymiarowe i techniczne podane w opisie poszczególnych pozycji sprzętu poniżej. Jakiegokolwiek wskazane w opisie przedmiotu zamówienia, nazwy produktów lub ich producenci, a także szkice czy zdjęcia – mają na celu jedynie przybliżenie wymagań, których nie można było opisać przy pomocy dostatecznie dokładnych i zrozumiałych określeń. Zamawiający dopuszcza tolerancje wymiarów i parametrów w zakresie +/- 10% chyba, że w treści opisu danej pozycji przedmiotu zamówienia, podany jest inny dopuszczalny zakres tolerancji.

Wykonawca przed rozpoczęciem dostaw będzie zobowiązany do przedstawienia Zamawiającemu opisu technicznego i parametrów sprzętu, potwierdzających spełnianie warunków określonych w opisie przedmiotu zamówienia. W opisie należy wskazać / wyróżnić parametry określone w tabeli poniżej w celu łatwego sprawdzenia wymaganych parametrów. Wykonawca przed dostawą sprzętu zobowiązany jest uzyskać akceptację Zamawiającego dla wybranego sprzętu.

Wykonawca ma obowiązek na etapie dostaw umożliwić weryfikację dostarczonego sprzętu i w przypadku stwierdzenia przez zamawiającego niezgodności z ofertą i/lub opisem przedmiotu zamówienia, zamawiający zastrzega sobie prawo wstrzymania dostawy danego sprzętu oraz nakazanie wykonawcy natychmiastowej jego wymiany na koszt i odpowiedzialność wykonawcy.

2. Mechanika:

2.1. Rzut stanowiska szkoleniowego R011.



Rys 1. Przykładowe rozmieszczenie podzespołów w stacji.

Założenia dydaktyczne ręcznej stacji szkoleniowej:

Przeprowadzenie części praktycznych następujących szkoleń:

1. Technologia i sterowanie systemami,
2. Zgrzewanie łukowe kołków,
3. Zgrzewanie oporowe,
4. Klejenie.

Stanowiska muszą być zbudowane zgodnie z normami przemysłowymi, przepisami BHP, oraz przepisami ochrony przeciwpożarowej.

Wykaz podzespołów:

- 01 – Ręczna zgrzewarka punktowa,
- 02 – Ręczna zdrzewarka łukowa kołków,
- 03 – Ręczna stacja klejąca,
- 04 - Szafa narzędziowa,

05 - Stół roboczy,
06 - Komputer PC,

2.2 Wykaz urządzeń i technologii zastosowanej w pomieszczeniu szkoleniowo–dydaktycznym.

Lp.	Opis:	Ilość:
01.	Zgrzewarka punktowa	1 szt.
02.	Urządzenie do spawania kołków	1 kpl.
03.	Stacja klejowa – jedno-beczkowa.	1 kpl.
04.	Szafa narzędziowa	1 szt.
05.	Centralny układ przygotowania mediów	1 szt.
07.	Wygradzenie ochronne z techniką bezpieczeństwa.	1 kpl.
08.	Stół roboczy	1 szt.
09.	Komputer przenośny	1 szt.
10.	Szafy elektryczne.	1 kpl.

2.3 Specyfikacja szczegółowa podzespołów.

✓ Wygradzenie ochronne stanowisk szkoleniowych

Wygradzenie ochronne musi oddzielać część roboczą stanowiska od reszty pomieszczenia. Tak aby poszczególne stanowiska były w pełni niezależne. Muszą umożliwić pracę na stanowisku, jednocześnie chronić przed rozbłyskami świetlnymi, iskrami oraz promieniowaniem osoby znajdujące się na stanowiskach obok. Wysokość przegród musi zapewniać bezpieczeństwo i spełniać zasady ergonomii.

✓ Stół roboczy.

Stanowisko stacjonarne pełniące funkcję stołu warsztatowego w wykonaniu przemysłowym o wymiarach 1415 x 890 x 745 mm (dł. x wys. x gł.), wyposażone w zamykane szuflady na wzmocnionych prowadnicach teleskopowych. Minimalne obciążenie szuflad 40 kg, wysuw do 90%. Blat wykonany ze sklejki min. 36 mm, lakierowany i wykończony listwą ograniczającą. Elementy metalowe stołu lakierowane proszkowo.

✓ Szafka narzędziowo-serwisowa.

Stanowisko stacjonarne, pełniące funkcję szafy metalowej zamykanej na klucz, o wymiarach 1950 x 1020 x 535 mm (dł. x wys. x gł.), służące do przechowywania narzędzi oraz części zapasowych.

✓ Stacja klejowa.

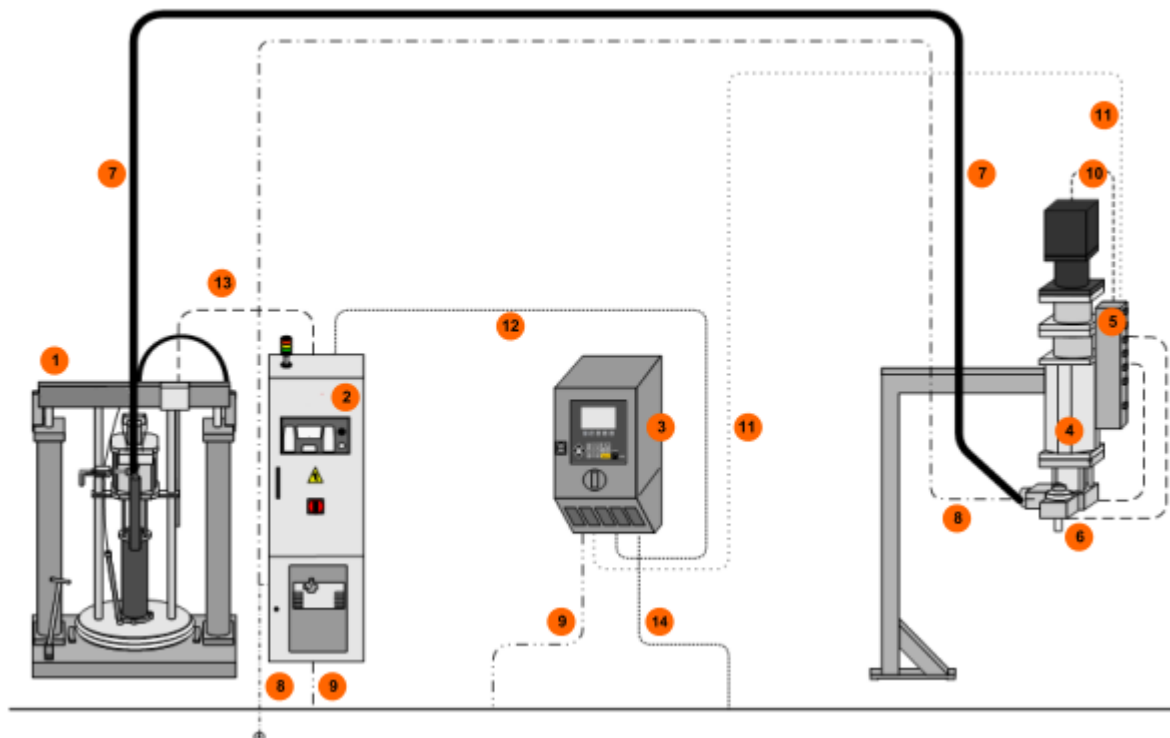
Stanowisko stacjonarne pełniące funkcję stacji klejowej umożliwiającej chemiczne łączenie materiałów metalowych (blachy). Stacja klejowa musi zapewnić poprawne działanie w aplikacjach z użyciem substancji pastowatych, takich jak kleje, materiały izolacyjne lub uszczelniające. Doprowadzenie kleju do elementu wykonawczego musi być zrealizowane za pomocą przewodów podgrzewanych podwieszonych na linkach (np. balanserach).

Stacja klejąca musi być zgodna z poniższą specyfikacją techniczną:

Lp.	Funkcja:	Wymagania techniczne:	Ilość:
01.	Pompa zasilająca komponentu (kleju),	<ul style="list-style-type: none"> • Pompa jedno – beczkowa, • Pojemność beczki z materiałem minimum 20 l. 	2 szt.
02.	Szafa pompy grzewczej komponentu	<ul style="list-style-type: none"> • Wbudowany regulator temperatury TCU, • Przyłącze magistrali CAN, 	2 szt.
02.	Szafa systemowa	<ul style="list-style-type: none"> • System nadrzędny do sterowania całego systemu, • Zabudowa szafowa, <ul style="list-style-type: none"> ○ Wymiary: 360 x 320 x 550 mm (dł. x wys. x gł.), ○ Ilość systemów nakładania materiału: 4 (przy jednej pompie beczkowej), ○ Poziom hałasu: maksymalnie do 20 dB(A). Karta CPU – (wymagania sprzętowe): • Pamięć flash minimum 512 kB, • Pamięć RAM SD – 32 MB, • Buforowany zegar czasu rzeczywistego, • Interfejs za pośrednictwem złącza wtykowego X1 do komunikacji z kartą procesora terminala, • Minimum 2 interfejsy magistrali CAN, • Minimum 1 niazzo wtykowe karty pamięci SD, • Minimum 1 złącze Ethernet 10/100 Mb/S IEEE 802.3, • Minimum 1 złącze USB 2.0 • Minimum 1 gniazdo wtykowe modułu rozszerzenia. 	2 szt.
03.	Dozownik z pistoletem	<ul style="list-style-type: none"> • Dozownik ręczny zakończony pistoletem, • Wyposażony w czujnik ciśnienia, • Urządzenie wyposażone w funkcje „justowania” dozownika, • Możliwość zapisania punktów odniesienia po „justowaniu” dozownika, 	2 szt.

04.	Multibox – dozownik 1	<ul style="list-style-type: none"> • Rozwiązanie jednokablowe do dozownika (łącznie z ogrzewaniem, napędem i czujnikiem / elementami wykonawczymi), • 6 stref grzewczych, 8 wejść cyfrowych 24 V/2A, odpornych na zwarcie. Zasilanie energią elektryczną za pośrednictwem napięcia elementu wykonawczego Suma natężenia prądu wszystkich wyjść wynosi 4 A, • 4 wyjścia cyfrowe 24 V, • 4 wyjścia analogowe, 4-20 mA/ 0-20 mA, • Przyłącze silnika ze zintegrowanym przemiennikiem częstotliwości. • Interfejs magistrali CAN do transmisji danych parametrów silnika i ogrzewania łącznie z wartościami zadanymi/rzeczywistymi i poszczególnych ogrzewań. 	2 szt.
05.	Ogrzewanie systemowe	<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenie musi posiadać ogrzewanie lokalne systemu dozownika. 	2 szt.
06.	Przewód.	<ul style="list-style-type: none"> • Przewód pełniący funkcje elementu do transportu materiału (wąż grzewczy), 	2 szt.
07.	Złącze nr 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Uniwersalne złącze doprowadzenia sprężonego powietrza 6 bar, • Zintegrowany filtr powietrza, 	2 szt.
08.	Złącze nr 2.	<ul style="list-style-type: none"> • Uniwersalne złącze do podłączenia szafy grzewczej (HPS) i szafy systemowej. 	2 szt.
09.	Przewód.	<ul style="list-style-type: none"> • Przewód zasilania zespołu napędowego silnika, 	2 szt.
10.	Przewód hybrydowy.	<ul style="list-style-type: none"> • Przewód zasilania 24V DC, • Przewód zasilania 230 V AC oraz 400 V AC, • Przewód magistrali lokalnej. 	2 szt.
11.	Magistralna zdalna.	<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenie musi posiadać możliwość wymiany danych pomiędzy komponentami systemu nakładania materiału (np. pomiędzy pompą i szafą systemową). 	2 szt.
12.	Ogrzewanie zasilające	<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenie musi posiadać strefy grzewcze, które podłączone są do magistrali zdalnej. 	2 szt.
13.	Złącze komunikacyjne.	<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenie musi posiadać magistralę komunikacyjną typu: Profinet do komunikacji z urządzeniem nadrzędnym. 	2 szt.

Powyższe punkty odpowiadają oznaczeniom na rys. 2.



Rys 2. Przykładowa stacja klejowa jedno beczkowa.

WAŻNE:

Wszystkie dostarczone komponenty elektryczne (sterownik, moduły I/O, switchy komunikacyjne, etc.) powinny pochodzić od jednego producenta ze względu na wymaganą kompatybilność.

✓ Urządzenie do zgrzewania punktowego.

Stanowisko (kleszcze) stacjonarne pełniące funkcję punktowego zgrzewaia oporowego z użyciem serwopneumatycznych kleszczy zgrzewalniczych. Zgrzewanie punktowe ma być zrealizowane przy zastosowaniu kleszczy typu Euro, inwertera o średniej częstotliwości oraz sterownika serwopneumatycznego sterowanego przez operatora.

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia wstępnego doboru odpowiedniego rodzaju kleszczy serwopneumatycznych typu „X” lub typu „C”. Wynik pracy musi być udostępniony Zamawiającemu do akceptacji.

W poniższej tabeli podane zostały parametry, które muszą posiadać kleszcze serwopneumatyczne:

Kleszcze typu „X”	1	2
Rozstaw ramion min/max	350-650 mm	275-450 mm
Mocowanie ramion elektrod	60 mm	50 mm
Skok w przód / skok	100/30 mm	100/30 mm

Siła nacisku elektrod przy ciśnieniu 10 bar. Średnica cylindra 80 mm	-	250 daN
Siła nacisku elektrod przy ciśnieniu 10 bar. Średnica cylindra 100 mm	400 daN	410 daN
Siła nacisku elektrod przy ciśnieniu 10 bar. Średnica cylindra 125 mm	660 daN	-
Kleszcze typu „C”	1	2
Szczelina w pozycji otwartej	75 mm	
Mocowanie ramion elektrod	35/45 mm	
Wycofanie / skok roboczy	50/36 mm	
Skok cylindra	100/36 mm	
Siła nacisku elektrod przy ciśnieniu 10 bar. Średnica cylindra 70 mm	390 daN	
Siła nacisku elektrod przy ciśnieniu 10 bar. Średnica cylindra 90 mm	640N	



Rys. 3. Przykładowe kleszcze typu „X”.



Rys. 4. Przykładowe kleszcze typu „C”.

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia symulacji wstępnej oraz doboru odpowiedniego rodzaju kleszczy serwowpneumatycznych zgodnie z wytycznymi, które zostały określone dla kleszczy serwowpneumatycznych. Wynik pracy musi być udostępniony Zamawiającemu do akceptacji.

WAŻNE:

Wszystkie dostarczone komponenty powinny pochodzić od jednego producenta ze względu na kompatybilność.

W przeciwnym wypadku Wykonawca musi zapewnić ich kompatybilność.

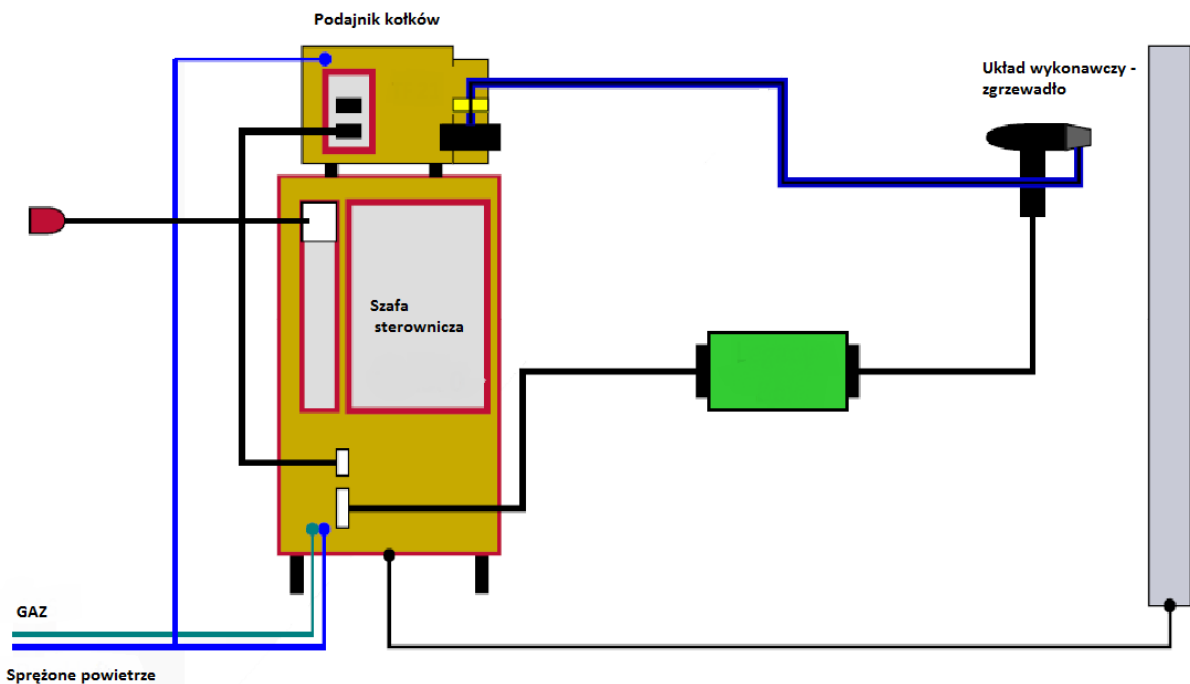
Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia pełnej specyfikacji technicznej dobranych kleszczy i komponentów do Zamawiającemu w celu akceptacji i dopuszczenia.

✓ Urządzenie do spawania kołków.

Urządzenie stacjonarne, które pełni funkcję głowicy zgrzewającej do szybkiego zgrzewania kołków (trzpieni).

Urządzenie do łukowe zgrzewanie kołków musi spełniać poniższą specyfikację techniczną:

Lp.	Funkcja:	Wymagania techniczne:	Ilość:
01.	Szafa sterownicza.	<ul style="list-style-type: none"> • Sterowanie oparte na PC, • System 64 bit w języku polskim. Wymagane stałe automatyczne aktualizacje online, oraz wsparcie producenta. • Urządzenie musi posiadać funkcje zarządzania, kontroli oraz monitorowania procesu w czasie rzeczywistym, • Panel do sterowania z kolorowym wyświetlaczem. • Urządzenie w powiązaniu z jednostką sterowniczą – energetyczną i podajnikiem kołków musi być w stanie zgrzać dowolne kołki metodą krótkotrwałego zapłonu skokowego. 	2 szt.
02.	Podajnik kołków.	<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenie musi być wyposażone w dwa podajniki kołków ze zwrotnicą kołków, • Silnik liniowy musi pozwalać na zgrzewanie kołków o różnych wymiarach. 	2 szt.
03.	Układ wykonawczy – zgrzewadło.	<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenie musi być dostarczone z głowicą zgrzewalniczą (wykonawczą), umożliwiającą pozycjonowanie obsady kołków wraz z węzłem doprowadzającym w promieniu 360°. • Zapłon łuku energetycznego: metoda zapłonu skokowego, • Typ kołków zgrzewanych: standardowe, wielokołnierzone, teowe i stopniowe, • Napięcie sterownicze: 24 V DC i 140 V DC, • Pobór prądu: Maksymalnie 3 A, • Ochronność: IP 00, • Ciśnienie robocze: 4 bar do 8 bar, • Temperatura pracy: 15° C do 40° C • Poziom ciśnienia akustycznego nie więcej niż 80 dB (A), • Wymiary (D x S x W): nie więcej niż 440 x 100 x 185 mm, • Masa: max 10.3 kg. 	2 szt.



Rys. 5. Przykładowy układ do zgrzewania trzpieni.

WAŻNE:

Wszystkie dostarczone komponenty powinny pochodzić od jednego producenta ze względu na kompatybilność. W przeciwnym wypadku Wykonawca musi zapewnić ich kompatybilność.

✓ Przenośny komputer (programator) przemysłowy.

Komputer przenośny, przystosowany do użytkowania w warunkach biurowych, o małej wadze i niedużych wymiarach. Komputer musi mieć sztywną obudowę nie poddającą się łatwo na nacisk, a także matowe powierzchnie. Spód jednostki zasadniczej musi być zdejmowany bez używania narzędzi za pomocą mechanizmu suwakowego.

Przenośny komputer musi spełniać poniższą specyfikację techniczną:

Lp.	Funkcja:	Wymagania techniczne:	Ilość:
01.	Przenośny komputer	<ul style="list-style-type: none"> • Procesor: procesor osiągający w teście PassMark pod względem wydajności znacznik co najmniej 4106 w porównaniu do 10 innych popularnych (pojedynczych) procesorów (źródło: https://www.passmark.com/index.html wynik z dnia 27.12.2017 roku). Procesor o parametrach nie niższych jakościowo niż następujące: 2 rdzenie, 4 wątki, od 2.1 GHz do 3.3 GHz, 4 MB cache; Maksymalna obsługiwana ilość pamięci RAM 16 GB. Kompatybilny chipset z powyższym procesorem • Szerokokątny wyświetlacz 15,6" w formacie 16: 9 o wysokiej rozdzielczości (minimum SVA Full HD 1920 x 1080), • Minimum 2 x 8GB pamięci RAM, • Dysk twardy minimum 500 GB SATA SE SSD, • Karta grafiki . Karta graficzna dedykowana osiągająca w teście PassMark pod względem wydajności znacznik co najmniej 1049 - w porównaniu do 10 innych popularnych (pojedynczych) kart graficznych (źródło: https://www.videocardbenchmark.net ; dostęp w dniu 28.12.2017) Wielkość pamięci dedykowanej karty graficznej: minimum 2048 MB (pamięć własna) • Ciemna kolorystyka, • Klawiatura podświetlana, • Technologia Bluetooth, • Minimum 1 port Ethernet, • Minimum 3 porty USB 3.0, • WLAN, • Minimum 1 port VGA, • Czytnik kart, • Kamera minimum 720p HD, • Waga poniżej 2kg. • Oprogramowanie: System operacyjny 64 bit, Pakiet biurowy w którego skład wchodzi następujące aplikacje: edytor tekstów, arkusz kalkulacyjny, program do prezentacji, program do obsługi poczty e-mail. Wymagane stałe automatyczne aktualizacje online, oraz wsparcie producenta. 	1 szt.

2.4 Specyfikacja przygotowania mediów.

Do stacji szkoleniowej należy dobrać oraz dostarczyć profesjonalną stację przygotowania medium roboczego. Celem zastosowania układu przygotowania medium jest oczyszczenie, redukcja ciśnienia i naolejenie medium roboczego.

Urządzenie musi spełniać poniższą specyfikację techniczną:

Lp.	Funkcja:	Wymagania techniczne:	Ilość:
01.	Centralna stacja przygotowania mediów.	<ul style="list-style-type: none"> • Rama z profili aluminiowych: wysokość 2200 mm, szerokość 1120 mm, • Dwa zestawy przygotowania powietrza: wysokie (9-12 [bar]) i niskie ciśnienie (5-6 [bar]), wyposażone w: zawór ręczny z możliwością założenia blokady (lock-out), filtroreduktor, dwa zawory odcinające typu „soft-start” i przekaźnik ciśnienia z wyświetlaczem i 2 wyjściami PNP. Przepływ ok. 7000 [NI/min]. • Przepływomierze sprężonego powietrza: 2 wyjścia PNP, wyświetlacz cyfrowy, zakres 150 – 3000 [l/min]. • Przyłącze pneumatyczne 1". • Dwie linie wody chłodzącej: wejściowa oraz wyjściowa, wyposażone w przepływomierze, zawory odcinające sterowane pneumatycznie oraz zawory regulacji przepływu i elementy do odpowietrzania instalacji. • Przyłącze wody chłodzącej 1 1/2". • Wyspa zaworowa do sterowania zaworami odcinającymi, wyposażona w: <ul style="list-style-type: none"> ○ Zawór odcinający ciśnienie sterujące do pilotów na wyspie – 5/2 monostabilny, ○ Zawór do sterowania zaworami odcinającymi sprężone powietrze – 5/2 bistabilny, ○ Zawór do sterowania zaworami odcinającymi dopływ/odpływ wody chłodzącej – 5/2 bistabilny, ○ Moduł komunikacyjny Profinet, odporny na zakłócenia elektromagnetyczne powstające podczas procesu spawania/zgrzewania, ○ Moduł wejść cyfrowych 16DI (złącza M12). 	1 szt.

✓ Specyfikacja ogólna wykonania instalacji:

- Złączki stosowane w obiegach wody: miedziane, z powłoką ochronną przeciw odpryskom spawalniczym,
- Niebieskie opaski łączące kable,
- Zabronione stosowanie trójników typu T,
- Stosowanie opasek na rzepy w celu uporządkowania przewodów pneumatycznych.



Rys. 6. Przykładowe układy przygotowania mediów: 1 – centralny.

✓ Wygradzenie ochronne ręcznego stanowiska zgrzewalniczego.

Zamawiający wymaga aby wygradzenie ochronne oddzielało część roboczą stanowiska od reszty pomieszczenia. Tak aby poszczególne stanowiska zgrzewania ręcznego było pełni niezależne. Wygradzenie musi umożliwić pracę na stanowisku, jednocześnie chronić przed rozbłyskami zgrzewów osoby znajdujące się na stanowiskach obok. Wysokość przegród musi zapewniać bezpieczeństwo i spełniać zasady ergonomii.

✓ Odsysanie spalin na stacją zgrzewalniczą.

Wykonawca zobowiązany jest do wykonania projektu, dostawy oraz montażu urządzeń do odsysania spalin nad stanowiskami zgrzewania ręcznego. Układ należy podłączyć do centralnego punktu odprowadzenia gazów spawalniczych oraz ich filtracji (pomieszczenie nr R023).

2.5 Dokumentacja projektowa – część mechaniczna.

Wykonawca zobowiązany jest do przygotowania oraz dostarczenia następujących dokumentacji:

✓ Rzut pomieszczenia z rozmieszczeniem.

Wykonanie kompletnego rzutu stanowiska szkoleniowego z uwzględnieniem wszystkich elementów znajdujących się na stanowisku dydaktyczno-szkoleniowym. Rozmieszczenie wszystkich przewodów, koryt kablowych i innych elementów instalacji. Format dostarczonej dokumentacji musi być w wersji elektronicznej w formie edytowalnej oraz nieedytowalnej.

✓ Model 3D.

Dostarczenie w pełni edytowalnych kompletnych modeli 3D, umożliwiających późniejsze zmiany i aktualizacje. Do dokumentacji należy także dołączyć pliki finalne 3D w formacie uniwersalnym (*.STP, *.IGS).

✓ Model 2D.

Dostarczenie w pełni edytowalnych kompletnych modeli 2D, umożliwiających późniejsze zmiany i aktualizacje. Do dokumentacji należy także dołączyć pliki finalne 2D w formacie uniwersalnym (*.DXF, *.DWG oraz *.PDF).

✓ Dokumentacja wykonawcza – końcowa.

Całość dokumentacji wykonawczej należy dostarczyć w wersji papierowej, oraz w wersji elektronicznej w wersji edytowalnej i nieedytowalnej w 2 egzemplarzach (papierowych) i nośnikach danych.

✓ Schemat pneumatyczny.

Należy dostarczyć w pełni edytowalny schemat instalacji pneumatycznej, wraz z wykazem części użytych do budowy stanowiska. Dodatkowo należy dostarczyć schemat pneumatyczny w formacie uniwersalnym (*.DXF, *.DWG oraz *.PDF).

✓ Instrukcje obsługi, karty gwarancyjne.

Należy dołączyć karty gwarancyjne, instrukcje obsługi, noty katalogowe do wszystkich podzespołów wykorzystanych przy budowie stanowiska.

✓ Wykaz norm.

Należy dostarczyć wykaz wszystkich norm, wykorzystywanych przy projektowaniu i budowie stanowiska.

Przy projektowaniu i realizacji projektu należy stosować się do poniższych norm:

- PN-EN ISO 12100: 2012 – Bezpieczeństwo maszyn -- Ogólne zasady projektowania -- Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka,
- PN-EN ISO 13849-1: 2008/AC: 2009 - Bezpieczeństwo maszyn -- Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem -- Część 1: Ogólne zasady projektowania,
- PN-EN 60204-1: 2010/AC: 2011 – Bezpieczeństwo maszyn -- Wyposażenie elektryczne maszyn -- Część 1: Wymagania ogólne,
- PN-EN ISO 13857: 2010 – Bezpieczeństwo maszyn -- Odległości bezpieczeństwa uniemożliwiające sięganie kończynami górnymi i dolnymi do stref niebezpiecznych.

3. Elektryka:

3.1 Ogólne informacje.

Prace, których dotyczy specyfikacja obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji elektrycznej w pomieszczeniu szkoleniowo – dydaktycznym R011 o powierzchni 70,79 m².

Zakres prac obejmuje:

- Projekt, dostawa oraz montaż szaf siłowych (+KV, +SV),
- Instalacje oraz uruchomienie elektryczne szaf siłowych,
- Projekt, dostawa oraz montaż szafy sterowniczej (+BS),
- Instalacje oraz uruchomienie elektryczne urządzeń sterujących,
- Instalacje elektryczne urządzeń wykonawczych,
- Instalacja elektryczna oświetleniowa,
- Instalacja połączeń wyrównawczych i ochrony od porażeń,
- Wykonywanie badań i pomiarów odbiorczych instalacji elektrycznych zakończonych protokołem z wykonanych pomiarów:
 - rezystancji izolacji kabli,
 - sprawdzenie ochrony przeciwporażeniowej,
 - badanie wyłączników różnicowo-prądowych,
 - pomiar tłumienności światłowodu,
 - pomiar sieci Profinet.
- Wykonanie koryt kablowych oraz innych konstrukcji wsporczych,
- Wykonanie niezbędnych prób oraz testów,
- Uruchomienie wstępne,

- Dokumentacja powykonawcza.

Instalacje należy wykonać zgodnie z zasadami wiedzy technicznej oraz normami i przepisami wynikającymi z Prawa Budowlanego. Projektowany sprzęt oraz zasady działania instalacji muszą być zgodne z międzynarodowymi przepisami i normami IEC. Wszystkie urządzenia muszą być opatrzone znakiem CE i być zgodne z przepisami europejskimi dotyczącymi kompatybilności elektromagnetycznej, obowiązującymi od 1 stycznia 1996.

Przy projektowaniu i realizacji projektu należy stosować się do poniższych norm:

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 121, poz. 1137).
- Norma BN-84/8984-10 - Zakładowe sieci telekomunikacyjne przewodowe. Instalacje wewnętrzne. Ogólne wymagania.
- Warunki wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom V — Instalacje elektryczne.
- BN-84/8984-10- Instalacje wewnętrzne. Ogólne wymagania.
- PN-IEC 60364-5-52- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.
- PN-IEC-60364-5-534: 2003 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Urządzenia do ochrony przed przepięciami,
- PN-IEC 60364-4-443: 1999 (PN-HD 60364-4-443: 2006) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
- PN-E-05204: 1994 – Ochrona przed elektrycznością statyczną. Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń. Wymagania,
- PN-E-05033: 1994 – Wytyczne do instalacji elektrycznych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie,
- PN-IEC-60364-1: 2000 – (PN-HD 60364-1: 2009) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe,
- PN-IEC-60364-4-47: 2001 – (PN-HD 60364-4-41: 2007) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Stosowanie środków ochrony dla zapewnienia bezpieczeństwa. Postanowienia ogólne. Środki ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym,
- PN-IEC-60364-4-43: 1999 – (PN-HD 60364-4-43: 2010) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed prądem przetężeniowym,
- PN-IEC-60364-4-41: 2000 – (PN-HD 60364-4-41: 2007) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa,

- PN-IEC-60364-5-559: 2003 – (PN-HD 60364-5-559: 2010) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprawy oświetleniowe i instalacje oświetleniowe,
- PN-IEC-60364-5-523: 2001 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Obciążalność prądowa długotrwała przewodów,
- PN-IEC-60364-5-537: 1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza. Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia,
- PN-IEC-60364-4-42: 1999 – (PN-HD 60364-4-42: 2011) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed skutkami oddziaływania cieplnego,
- PN-IEC-60367-707: 1999 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Wymagania dotyczące uziemień instalacji urządzeń przetwarzania danych,
- PN-EN-60099-5: 1999 – (PN-EN 60099-5: 2014-01) Ograniczniki przepięć. Zalecenia wyboru i stosowania,
- PN-IEC-364-4-481: 1994 – (PN-HD 60364-4-41: 2007) Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo, Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych. Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych,
- Wytyczne prenormy PSEP-E-0001 – Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia.
- Ochrona przeciwporażeniowa,
- Wytyczne prenormy PSEP-E-0002 – Instalacje elektryczne w budynkach mieszkalnych. Podstawa planowania.
- Zeszyty dla elektryków – Zeszyt nr 1-7,
- PN-EN 12464-1: 2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1,
- PN-EN 1838: 2005 – (PN-EN 1838: 2013-III) Zastosowania oświetlenia – Oświetlenie awaryjne,
- PN-EN 50172: 2005 Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego,
- PN-EN 60439-1: 2003 (PN-EN 61439-1: 2010) Rozdzielnice i sterownice nisko napięciowe -Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu,

3.2 Wytyczne dla projektu.

3.2.1 Dokumentacja techniczna dla instalacji elektrycznej.

Dokumentacja techniczna instalacji elektrycznej stanowiska dydaktyczno - szkoleniowego musi być sporządzona przy użyciu elektronicznego narzędzia ogólnie dostępnego i stosowanego na rynku polskim.

Wymagania dla elektronicznego narzędzia do tworzenia schematów elektrycznych:

- Program popularny na rynku od wielu lat (minimum 5 lat),
- Wsparcie techniczne na rynku polskim,
- Tworzenie schematu, jako jednego projektu,
- Szybkie przeglądanie schematu za pomocą klikania w aktywne odsyłacze,
- Eksport projektów do aktywnych dokumentów PDF, możliwość importu komentarzy z PDF bezpośrednio do środowiska projektowego,
- Wymiana informacji w formie plików z aplikacjami do programowania sterowników,
- Wspomaganie projektowania układów z PLC, moduł generacji kart PLC,
- Automatyczne oznaczanie i numerowanie połączeń,
- Automatyczna generacja i aktualizacja zestawień projektowych,
- Eksport zestawień do formatów zewnętrznych (TXT, XLS, XML),
- Automatyczna konwersja norm elektrycznych,
- Narzędzia do zarządzania rewizjami,
- Moduł kontroli błędów projektu,
- Wbudowany moduł do projektowania zabudowy płyty montażowej 2D,
- Otwarte biblioteki symboli,
- Otwarte bazy danych artykułów,
- Zapewniony przez producenta dostęp do baz danych artykułów,
- Możliwość wykorzystania baz danych artykułów i makr udostępnianych przez producentów sprzętu w Internecie,
- Zapewnienie ciągłości danych w kontekście wcześniejszych wersji oprogramowania.

Zamawiający wymaga, aby dokumentacja została opracowana w języku polskim.

Wykonawca zobowiązany jest niezwłocznie po zakończeniu inwestycji do przekazania pełnej dokumentacji projektowej w formie elektronicznej w wersji edytowalnej oraz nieedytowalnej (zapisanej na nośniku) (środowisko CAE) oraz papierowej (minimum 2 egz.).

W skład dokumentacji powykonawczej wchodzi m.in.:

- Schematy elektryczne stacji,
- Deklaracja zgodności,
- DTR zgodnie z dyrektywą 2006/42/WE,
- CE,
- Ocena zagrożeń,
- Instrukcja stanowiskowa,
- Protokoły pomiarowe,

Całość dokumentacji wyposażenia elektrycznego należy przedłożyć Zamawiającemu do akceptacji najpóźniej 2 tygodnie przed rozpoczęciem budowy. Po akceptacji Zamawiającego poprawności dokumentacji oraz dobranych komponentów elektrycznych Wykonawca będzie mógł przystąpić do realizacji prac elektrycznych.

3.2.2 Pomiary oraz testy instalacji.

✓ Pomiary elektryczne.

Po wykonaniu instalacji, a przed wstępnym rozruchem Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pomiarów przewodu doprowadzonego do głównego przyłącza elektrycznego oraz sprawdzenie dobrego zabezpieczenia. W trakcie rozruchu muszą zostać sprawdzone wszystkie pozostałe elementy stacji (wyposażenia stacji). Po całkowitym rozruchu stacji muszą być dokończone pozostałe wymagane pomiary elektryczne (m.in. uziemienia ochronne i wyrównawcze).

✓ Test instalacji.

Wykonawca zobowiązany jest przeprowadzić test bezpieczeństwa w obecności upoważnionego przedstawiciela Zamawiającego z uprawnieniami do przeprowadzenia w/w testów. Test musi być przeprowadzony na podstawie tabel wyłączeń urządzeń po zadziałaniu elementów bezpieczeństwa (np. wyłączników bezpieczeństwa, zamków bezpieczeństwa, etc.). Tabele bezpieczeństwa zostaną opracowane wspólnie z Zamawiającym podczas uruchomienia instalacji.

Po wykonaniu pełnego testu bezpieczeństwa, który zakończy się wynikiem dopuszczenia do użytkowania Wykonawca zobowiązany jest w obecności Zamawiającego podpisać tabele bezpieczeństwa, gdzie muszą być zawarte następujące informacje:

- Sygnatura kontrolna programu bezpieczeństwa,
- Data,
- Nazwa projektu, wraz z numerem stacji,
- Imię i Nazwisko osoby testującej bezpieczeństwo,
- Podpis uczestników testu.

3.2.3 Oznakowanie urządzeń i kabli.

✓ Opis kabli.

Zawartość opisu musi być zgodna z wcześniej opracowanym schematem elektrycznym, a etykieta (grawerka) musi być umieszczona na obu końcach kabla. Dopuszcza się wyjątek w przypadku, kiedy kabel łączy elementy jednego urządzenia, wtedy można uprościć opis o nazwę samego urządzenia.

Technika wykonania opisów: grawerowane lub tłoczone aluminium.

Opis urządzeń na obiekcie.

Zamawiający wymaga, aby zawartość opisu była zgodna ze schematem elektrycznym, a etykieta (grawerka) musi być umieszczona bezpośrednio przy urządzeniu.

Technika wykonania opisu: grawerowane lub tłoczone aluminium.

✓ Opis szaf elektrycznych.

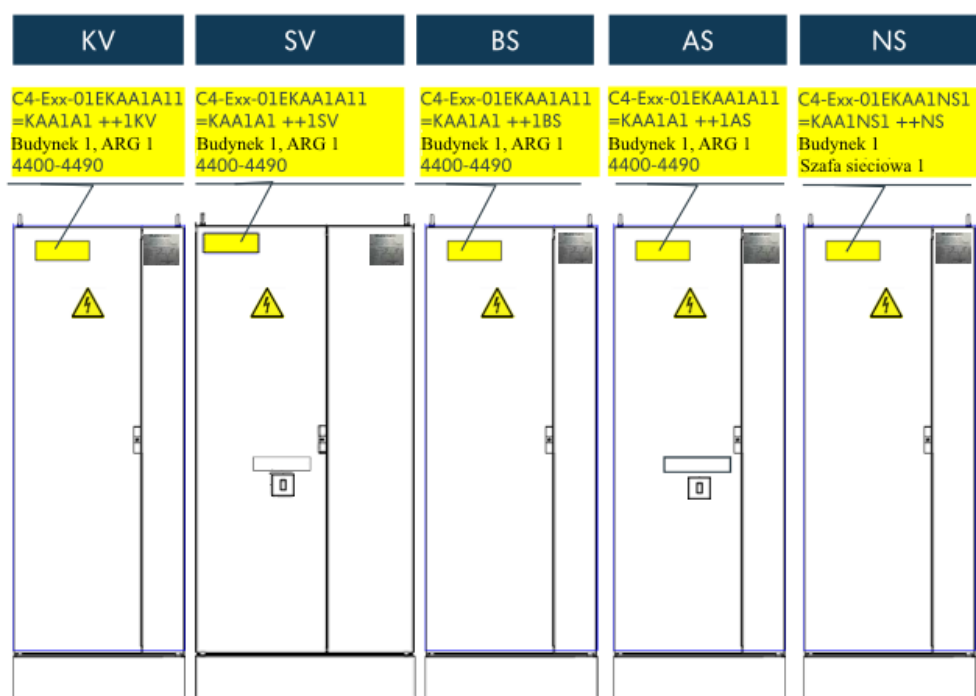
Zamawiający wymaga, aby zawartość opisu wszystkich szaf elektrycznych była zgodna ze schematem elektrycznym, a etykieta (grawerka) musi być umieszczona na drzwiach czołowych szafy.

Technika wykonania opisu: grawerka o wymiarach:

- Szerokość pasma: 24mm (1")
- Kolor: Czarny na żółtym tle.
- Czcionka: Arial, 18mm.

Oznaczenia szaf elektrycznych:

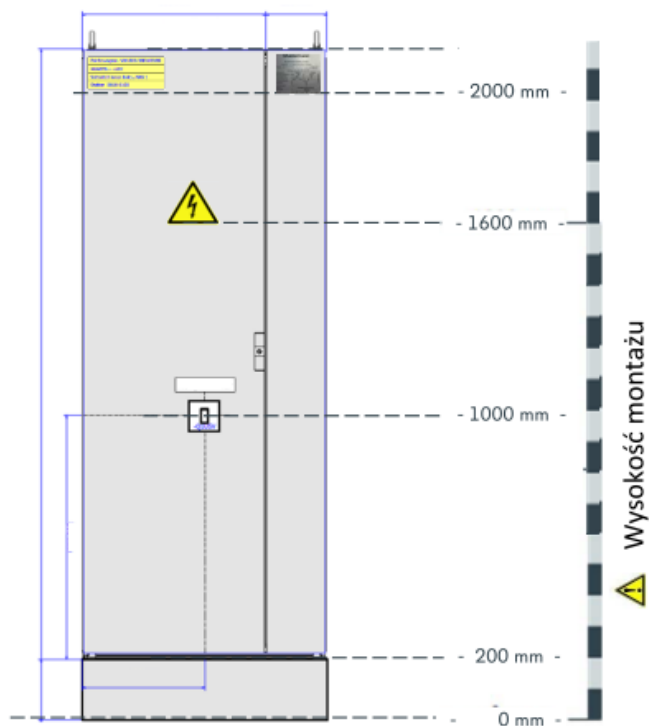
- KV – rozdzielnica kablowa,
- SV – rozdzielnica siłowa,
- BS – rozdzielnica sterująca,
- AS – rozdzielnica z techniką napędową,
- NS – rozdzielnica z siecią przemysłową LAN.



Rys. 7. Wzór nazewnictwa szaf elektrycznych.

Na etykiecie opisowej na szafach głównych należy uwzględnić:

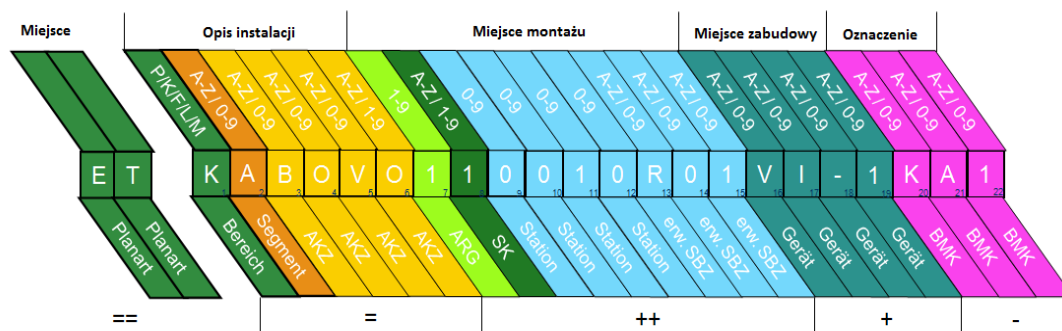
- Numer rysunku z dokumentacji elektrycznej,
- Numer struktury z dokumentacji elektrycznej,
- Nazwa instalacji,
- Numer stacji.



Rys. 8. Wzór rozmieszczenia opisów i elementów na szafie.

3.2.4 Nadawanie nazw urządzeniom.

Nazwa urządzenia składa się z kilku członów, które mają ułatwić osobie szkolonej rozpoznanie lokalizacji oraz funkcji. Musi ona występować w niezmienionej formie zarówno w schemacie elektrycznym, jak i na oznaczeniach kabli i urządzeń na stanowisku szkoleniowym.



Rys. 9. Wzór nadawania nazw urządzeniom.

✓ Miejsce montażu:

Nazwa miejsca montażu musi być nadawana według poniższego schematu:

ABCCCCDDDEEE

- A - grupa robocza,
- B - nr obwodu bezpieczeństwa
- C - Numer stacji na stanowisku roboczym (rozpoczynając od 0000 w górę, ale tylko pełne dziesiątki),
- D - Nazwa urządzenia 1 (np. R01 - robot, SF1 - okno ochronne, HP1 - płyta instalacyjna hali),
- E - Nazwa urządzenia 2 zamontowanego na urządzeniu 1 (np. SZ1- zgrzewadła spawalnicze).

✓ Miejsce zabudowy:

Nazwa miejsca zabudowy wskazuje miejsce, gdzie dane urządzenie jest zamontowane (np. K – skrzynka pośrednicząca).

✓ Oznaczenie elementu roboczego:

Oznaczenie składa się z przedrostka literowego (np. BE - czujnik pozycji) oraz kolejnego numeru.

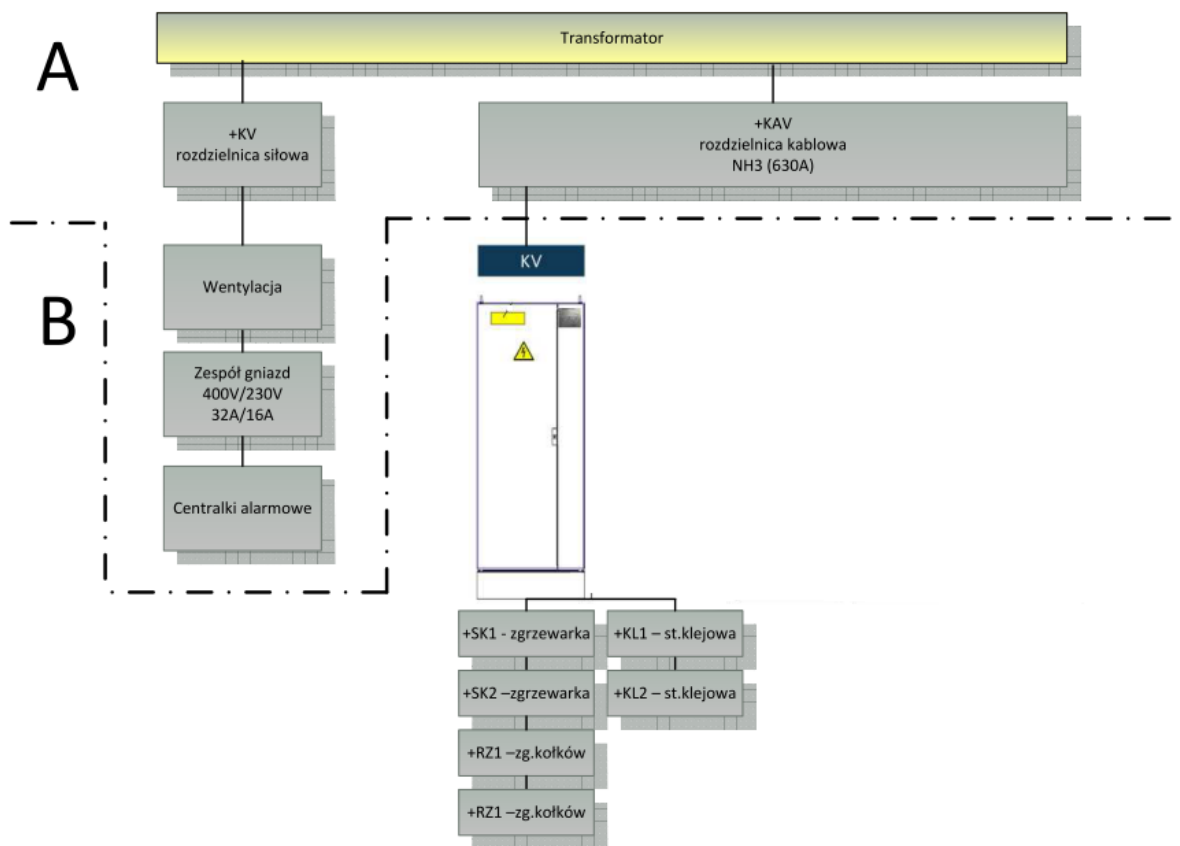
3.3 Instalacja elektryczna.

3.3.1 Zasilanie.

✓ Struktura systemu zasilania.

Wykonawca zobowiązany jest do dostarczenia okablowania oraz podłączenia rozdzielnic kablowych, siłowych oraz sterujących do przyłącza głównego. Minimalne przekroje przewodów muszą być dobrane zgodnie z PN EN 60204-1, część 1.

Napięcie zasilania: 3 x 400 V AC, N, PE/50 Hz, +10%/-10%.

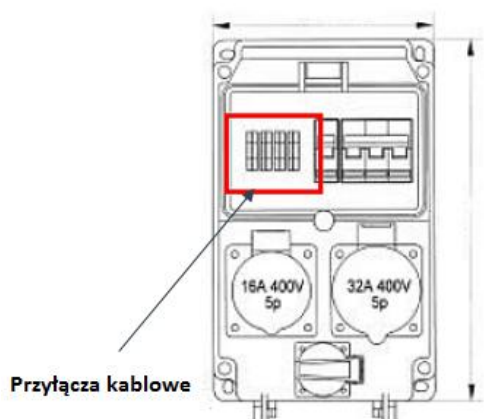


Rys. 10. Struktura zasilania 400V AC.

3.3.2 Elementy dodatkowe.

✓ Gniazdzka serwisowe.

Zamawiający wymaga, aby stanowisko szkoleniowe zostało wyposażone w następujące gniazda: 4x230V / 2x400V. Gniazda serwisowe muszą być wyposażone w zabezpieczenia elektryczne instalacji oraz odbiorników elektrycznych.



Rys. 11. Przykładowy wzór skrzynki z gniazdami serwisowymi.

✓ Gniazdko RJ-45 (gniazda LAN data).

Na stanowisku muszą znajdować się przynajmniej dwa gniazda RJ-45 do podłączenia zewnętrznej stacji programistycznej do sieci Profinet. Umieszczenie gniazdko musi zapewniać swobodę pracy przy urządzeniach bez konieczności użycia długich kabli z szafy sterowniczej, czy też pulpitu operatorskiego.

3.4. Wymagania elektryczne.

3.4.1. Osprzęt.

✓ Szafy elektryczne.

Zamawiający wymaga, aby szafy elektryczne były wyposażone w komplet aparatury niezbędnej do sterowania, sygnalizacji oraz monitorowania stanu bezpieczeństwa instalacji. Szafy elektryczne muszą spełniać klasę ochrony NEMA 12.

Przy projektowaniu i budowie szaf elektrycznych należy uwzględnić, że każdy obwód musi być zabezpieczony zabezpieczeniem odpowiednim do wartości prądu obciążenia. Obwody 400V AC muszą być załączane przez stycznik, którego styki robocze są dobrane do prądu obciążenia. Aparatura musi być umieszczona na płycie montażowej, a dostęp do aparatury oraz przewodów musi być możliwy z każdej stron szafy sterowniczej. Należy stosować zaciski o wymiarach odpowiednich do przekrojów podłączonych przewodów. Żyły wielodrutowe należy zakończyć odpowiednimi końcówkami zaciskowymi.

Wykonawca musi uwzględnić w każdej szafie elektrycznej 20% rezerwy na dodatkowe możliwe aparaty instalowane w przyszłości.

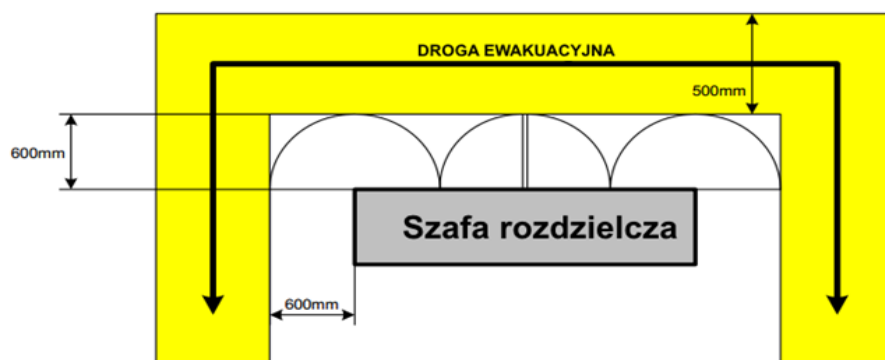
Wytyczne odnośnie konstrukcji szafy elektrycznej:

- Wymiary 800 x 2000 x 600 mm (szer. x wys. x gł.),
- Drzwi skrzydłowe,
- Stelaż szafy: blacha stalowa, (1,5 mm), gruntowana przez zanurzenie
- Dach: blacha stalowa, 1,5 mm, gruntowana przez zanurzenie, pokrywana proszkowo z zewnątrz, lakier strukturalny
- Drzwi: blacha stalowa, 2 mm, gruntowana przez zanurzenie, pokrywana proszkowo z zewnątrz, lakier strukturalny
- Ściana tylna: blacha stalowa, 1,5 mm, gruntowana przez zanurzenie, pokrywana proszkowo z zewnątrz, lakier strukturalny
- Płyty podłogi: blacha stalowa, 1,5 mm, ocynkowana
- Płyta montażowa: blacha stalowa, 3 mm, ocynkowana
- Drzwi szafy zamykane na zamek (unikalny klucz, dostępny tylko przez obsługę),
- Preferowany kolor RAL 7035,
- Klasa ochrony NEMA 12,
- Klasa ochrony IP55

✓ Lokalizacja szaf elektrycznych.

Poniższy rysunek przedstawia minimalną wymaganą przestrzeń wolną wokół szaf elektrycznych.

Docelowe umiejscowienie szaf musi być skonsultowane i zaakceptowane przez Zamawiającego. Dopuszcza się maksymalne oddalenie szaf od stacji dydaktyczno – szkoleniowej do 30 m.



Rys. 12. Warunek lokalizacji szaf elektrycznych.

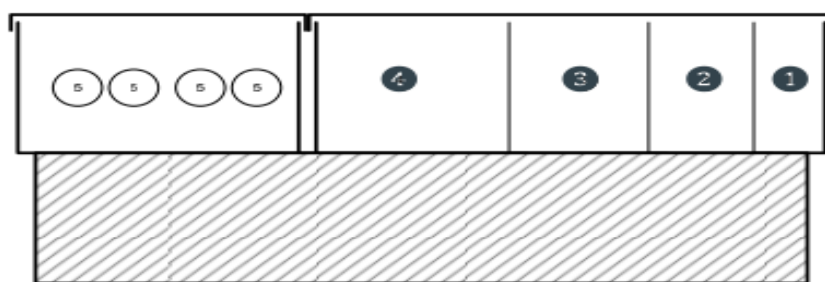
✓ Koryta kablowe.

Oprócz technicznych wymagań na realizację instalacji, wykonanie, materiał oraz umiejscowienie koryt kablowych muszą uwzględniać szkoleniowo - dydaktyczny charakter stanowiska. Należy starannie zaplanować sposób prowadzenia koryt kablowych, aby do poszczególnych maszyn i elementów był maksymalnie nieutrudniony dostęp, minimalizujący ryzyko urazu osób uczestniczących w szkoleniu.

W trakcie planowania przebiegu koryt kablowych niezbędne jest uwzględnienie infrastruktury mediów i mechanicznej zabudowy, aby uniknąć kolizji na etapie wykonawczym.

Zamawiający wymaga aby koryta kablowe:

- Były metalowe (zabrania się wewnątrz celi używać plastikowych koryt ani rur),
- Były zamontowane powyżej podłogi (100mm),
- Miały pokrywę wytrzymałą na tyle, aby można było po nim chodzić bez ryzyka uszkodzenia,
- Uwzględniały 25% wolnego miejsca na przyszłe przebudowy,
- Miały zabezpieczone ostre krawędzie,
- Posiadały oddzielne przegrody dla różnych kategorii kabli (zasilające, sterujące, informacyjne, pomiarowe),
- Były doprowadzone maksymalnie blisko podłączanych urządzeń (dopuszczalne wolne fragmenty kabla to 40 cm).



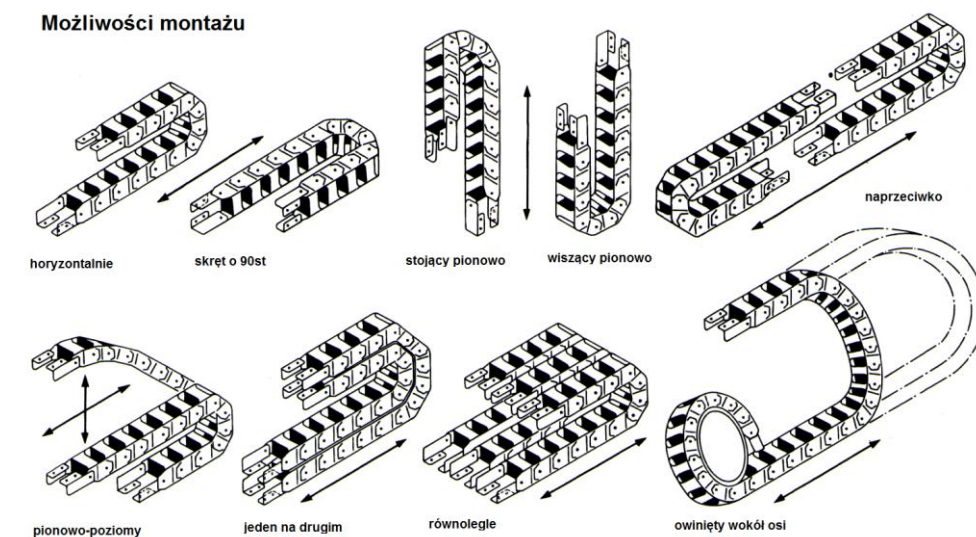
Rys. 13. Wzór podziału prowadzenia przewodów w korycie kablowym.

Podział okablowania w korycie kablowym:

1. Sieć przemysłowa – Profinet LWL,
2. Okablowanie 24V DC, wyrównanie potencjałów,
3. Okablowanie 230V / 400V AC, kable systemowe do robotów,
4. Kabel spawalniczy, masowy kabel spawalniczy,
5. Powietrze i woda.

✓ Prowadnice kablowe.

Wszystkie ruchome kable w urządzeniach mobilnych (np. manipulatorach, na stołach obrotowych, etc.) należy prowadzić w specjalnych łańcuchach energetycznych.



Rys. 14. Prowadzenie kabli dla urządzeń ruchomych.

3.4.2. Realizacja instalacji.

✓ Wprowadzenie kabli do szaf elektrycznych.

Koryto kablowe musi bez żadnych przerw dochodzić do cokołu szafy. Wszystkie ostre krawędzie, które mogą potencjalnie stać się przyczyną uszkodzeń kabli podczas ich instalacji, muszą zostać zabezpieczone.

Kable muszą być wprowadzone do szaf rozdzielczych poprzez cokół szafy. W cokole należy zainstalować listwy szczotkowe (górną i dolną, włosiem naprzeciw siebie), które uszczelniają przestrzeń wokół kabli.

Promień zgięcia kabli musi odpowiadać normom oraz wytycznym producenta kabla. Po wprowadzeniu do szafy, kable muszą być przytwierdzone stabilnie do szyny wsporczej za pomocą metalowych uchwytów.

Jeżeli funkcję szyny wsporczej pełni szyna EMC, ekran miedzianych kabli Profinet musi być tam podłączony

✓ Wyrównanie potencjałów.

Instalacja elektryczna musi uwzględniać uziemienia ochronne – główne oraz wyrównanie potencjałów (koryta kablowe, robot, urządzenia, ogrodzenie ochronne, stoły, etc.). Przewody muszą być opisane w punkcie podłączenia do szyny wyrównawczej.

Protokół pomiarowy uziemień jest częścią dokumentacji powykonawczej.