



PRZEDSIĘBIORSTWO SPECJALISTYCZNE TEATR

05-501 PIASECZNO-ZALESIE DOLNE, UL. GRABOWA 8

tel. (+48 22) 756 26 36, tel. Kom. (+48) 601 208 193, fax (+48 22) 757 04 54

e-mail: kontakt@teatr.com.pl, www.teatr.com.pl

KONTO: DB PBC SA Oddział Warszawa 75 1910 1048 22 65 3005 1915 0001

NIP 123-032-11-80 - REGON 013210090

OBIEKT	Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie – Duża Scena
ADRES	31-023 Kraków, Pl. Św. Ducha 1
INWESTOR	Dyrekcja Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie
TYTUŁ OPRACOWANIA	Dostawa i montaż urządzeń mechaniki sceny wraz z systemem sterowania dla Dużej Sceny Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie (CPV 31720000-9, 31110000-0, 50710000-5, 51900000-1, 51100000-3)
PROJEKTANT	mgr inż. Tomasz Zaborowski <i>mgr inż. Tomasz Zaborowski</i> upr. bud. nr St-15/88 <i>Zaborowski</i>
SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Paweł Ziomecki <i>Ziomecki</i>
BRANŻA	Technologia - Mechanika
STADIUM	Opis Przedmiotu Zamówienia
DATA	Luty 2018 aktualizacja

Spis zawartości projektu:

1. Część opisowa
2. Część rysunkowa:
 - 1) MS.01-R - Układ urządzeń mechaniki – poziom 0
 - 2) MS.02-R – Układ urządzeń mechaniki – strop techniczny
 - 3) MS.03-P – Rozmieszczenie urządzeń mechaniki - przekrój
 - 4) MS.04-S - Schemat kinematyczny sztankietu dekoracyjnego ręcznego
 - 5) MS.05-S - Schemat kinematyczny sztankietu dekoracyjnego elektrycznego
 - 6) MS.06-S - Schemat kinematyczny mostu oświetleniowego
 - 7) MS.7-S - Schemat kinematyczny sztankietu bocznego
 - 8) MS.8-S - Schemat kinematyczny mostu portalowego
 - 9) MS.9-R – Układ sceny obrotowej i podestów wypełniających
 - 10) MS.10-R – Schemat rozdzielni napędów RNS

Spis treści

Spis zawartości projektu:.....	3
Spis treści	5
1. Podstawa opracowania	7
2. Cel i zakres opracowania	9
3. Ogólne założenia modernizacji.....	11
4. Modernizowane elementy mechaniki i technologii	13
5. Opis szczegółowy prac modernizacyjnych	16
5.1. Prace demontażowe	16
5.1.1. Górna mechanika sceny	16
5.2. Urządzenia mechaniki górnej sceny	17
5.2.1. Most portalowy	17
5.2.2. Most oświetleniowy	19
5.2.3. Sztankiet kurtynowy z napędem ręcznym	21
5.2.4. Sztankiet dekoracyjny z napędem elektrycznym	22
5.2.5. Sztankiet dekoracyjny z napędem ręcznym	24
5.2.6. Sztankiet boczny z napędem elektrycznym	25
5.3. Urządzenia mechaniki dolnej	26
5.3.1. Scena obrotowa	26
5.3.2. Podesty wypełniające scenę wokół sceny obrotowej.....	27
5.4. Pozostałe urządzenia mechaniczne	28
5.4.1. Główna kurtyna stalowa	28
5.4.2. Napęd klapy dymowe	28
6. Opis systemu sterowania	30
6.1. Zagadnienia ogólne.....	30
6.2. Opis funkcjonalny systemu sterowania.....	31
6.3. Opis systemu sterowania i kontroli	33
6.4. Panel operatorski	35
6.5. Zagadnienia bezpieczeństwa	36
6.5.1. Niezbędne czujniki i sensory systemu sterowania	36
6.5.2. Funkcje bezpieczeństwa SRCF	38

6.5.3. Dobór wyposażenia w ramach realizacji funkcji SRECS	38
6.6. Instalacja elektryczna	40
6.7. Ochrona przeciwporażeniowa.....	40
6.8. Przewody zasilające	40
6.9. Przeglądy urządzeń	41
7. Podsumowanie	43

1. Podstawa opracowania

- [1] Podkłady architektoniczne.
- [2] Wytyczne technologiczne oraz uzgodnienia międzybranżowe.
- [3] Literatura techniczna oraz doświadczenie zawodowe projektantów.
- [4] Wytyczne projektowe dostarczone przez Inwestora.
- [5] Uzgodnienia i konsultacje z Inwestorem.
- [6] Dyrektywa Maszynowa - 2006_42_WE.
- [7] Dyrektywa EMC - 2004_108_WE.
- [8] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA KULTURY I DZIEDZICTWA NARODOWEGO z dnia 15 września 2010 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy organizacji i realizacji widowisk (Dz.U. nr 184).

2. Cel i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie stanowi opis przedmiotu zamówienia polegającego na wykonaniu wymiany i modernizacji systemu mechaniki sceny i systemu sterowania urządzeń mechanicznych w Teatrze im. Juliusza Słowackiego w Krakowie. Modernizacja obejmuje urządzenia sceny i proscenium, system sterowania urządzeniami mechaniki sceny i proscenium oraz konstrukcje technologiczne sceny.

Wymianie zużytych urządzeń mechanicznych sceny towarzyszy modernizacja, będąca również przedmiotem niniejszego opracowania. Modernizacja ma na celu przystosowanie sceny Dużej Teatru do realizacji przedsięwzięć artystycznych w bardziej ergonomicznych i wydajniejszych warunkach pracy Zespołu Teatru spełniających standardy 2018r. Ma również na celu podwyższenie walorów inscenizacyjnych sceny.

3. Ogólne założenia modernizacji

Modernizacja systemu mechaniki sceny zakłada całkowitą wymianę istniejących urządzeń górnej mechanizacji sceny na nowe, zachowując istniejący zestaw urządzeń w obecnych miejscach na scenie. Sterowanie urządzeniami mechaniki odbywać się będzie z centralnego systemu sterowania wyposażonego w pulpit główny, pulpit ruchomy i kasety dla kurtyn.

Przygotowanie nowego systemu mechaniki sprowadzać się będzie do przeprowadzenia prac inwentaryzacyjnych, demontażowych istniejących elementów mechaniki i technologii. Również w tym celu wykonane zostaną nowe drobne elementy konstrukcji pozwalające na wygodny montaż urządzeń mechaniki. Ewentualne konstrukcje nośne przeznaczone do tego celu należy zaopatrzyć w obliczenia konstrukcyjne. Jednak zakłada się, że obciążenie konstrukcji stropu technicznego, dachu i elementów konstrukcyjnych sceny podczas wymiany urządzeń i modernizacji pozostaje bez zmian. Należy zachować obecne udźwigi maksymalne poszczególnych urządzeń. Dodatkowe obciążenia, którymi będą wyłącznie wciągarki napędowe urządzeń mocować wyłącznie na ścianach oraz w podsceniu 1 i podsceniu 2.

W ramach projektowanej modernizacji warunki ochrony przeciwpożarowej sceny i pomieszczeń przyległych nie ulegają zmianie.

Wszystkie rozwiązania, urządzenia, systemy instalowane w obiekcie muszą spełniać wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu tła akustycznego w obszarze sceny i widowni. Dopuszczalny poziom hałasu na scenie i widowni nie powinien przekraczać wartości wyrażonej za pomocą krzywej oceny hałasu NR15 w czasie pracy wszystkich systemów technicznych. Wyjątek od powyższego stanowią jedynie systemy pracujące w trakcie ewakuacji i gaszenia pożaru / usuwania zadymienia.

Przebiecia i przepusty kablowe nie mogą obniżać izolacyjności akustycznej ani ogniowej przegród w pomieszczeniach chronionych przed hałasem. Szczegółowe wytyczne zawarte są w dalszej części opracowania.

Urządzenia i materiały wykorzystywane w obrębie sceny i widowni nie mogą posiadać elementów brzęczących reagujących swobodnie na sygnały akustyczne o dużym poziomie dźwięku w szczególności swobodnych styków typu metal-metal.

UWAGA:

Wszystkie nazwy własne zamieszczone w niniejszym projekcie stanowią jedynie wskazanie rodzaju urządzenia oraz jego pożądanych parametrów i nie stanowią zapisów, których spełnienie, w dosłownym znaczeniu, jest obowiązkowe. Wykonawca ma swobodę w doborze urządzeń z uwzględnieniem spełniania przez nie pożądanych parametrów.

4. Modernizowane elementy mechaniki i technologii

Projekt przewiduje modernizację lub wykonanie ponowne elementów technologii sceny zgodnie z wykazem w poniższych tabelach.

Po wykonaniu prac należy wykonać odpowiednie badania i uzyskać certyfikat jednostki akredytowanej potwierdzający, że dostarczone, wykonane i zmodernizowane urządzenia są zgodne z Dyrektywą Maszynową oraz uzyskać certyfikat potwierdzający, że system sterowania osiąga poziom SIL-3 dla opisanych funkcjonalności.

Tab. 4.1. Urządzenia górnej mechaniki sceny

Lp.	Nazwa urządzenia	Symbol	Ilość	Rodzaj prac
1	Sztankiet dekoracyjny z napędem ręcznym	SR	10	Modernizacja, naprawa (wymiana belki, wymiana zawiesi, lin, naprawa kół linowych, wymiana prowadnic, uzupełnienie przeciwwag, hamulce mimośrodowe z dźwignią)
2	Sztankiet dekoracyjny z napędem elektrycznym	SZ	24	Dostawa i montaż nowej jednostki napędowej przystosowanej do współpracy z przemiennikiem częstotliwości, wyposażonej w podwójny hamulec, enkoder do detekcji położenia oraz wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla maksymalnej dolnej i górnej pozycji belki nośnej sztankietu. Dostawa i montaż kompletu kół przewojowych i zbiorczych, olinowania, belki sztankietu i niezbędnych elementów montażowych. Parametry techniczne urządzenia zgodne z opisem technicznym do projektu. Dostawa i montaż konstrukcji przeznaczonej do posadowienia napędów. Do konstrukcji dołączone opracowanie projektowe z konstruktorskim potwierdzeniem nośności.
3	Sztankiet kurtyny z napędem ręcznym	K	3	Modernizacja, naprawa (wymiana belki, wymiana zawiesi, lin, naprawa kół linowych, wymiana prowadnic, uzupełnienie przeciwwag, hamulców)
4	Sztankiet dekoracyjny - boczny	SP/L	4	Dostawa i montaż nowej jednostki napędowej przystosowanej do współpracy z przemiennikiem częstotliwości, wyposażonej w podwójny hamulec, enkoder do detekcji położenia oraz wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla maksymalnej dolnej i górnej pozycji belki nośnej sztankietu. Dostawa i montaż kompletu kół przewojowych i zbiorczych, olinowania, belki sztankietu i niezbędnych elementów montażowych. Parametry techniczne urządzenia zgodne z opisem technicznym do projektu.
5	Most oświetleniowy	M	3	Dostawa i montaż nowej jednostki napędowej o stałej prędkości nawijania liny, wyposażonej we wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla pozycji krańcowych unoszonego mostu. Jednostka napędowa musi posiadać silnik z podwójnym hamulcem oraz enkoderem umożliwiającym detekcję położenia. Dostawa i montaż kompletu kół przewojowych, nowego olinowania oraz niezbędnych elementów montażowych. Dostawa i montaż nowej konstrukcji mostu oświetleniowego

				<p>uzbrojonego w kosze kablowe i pasy zasilające i instalację na pokładzie mostu zakończoną gniazdami. Wymiana przewodnic, uzupełnienie przeciwwag - suwaka przeciwwag i obciążników przeciwwag, uzupełnienie elementów konstrukcji i wykonanie nowych powłok lakierniczych. Parametry techniczne urządzenia zgodne z opisem technicznym do projektu. Dostawa i montaż konstrukcji przeznaczonej do posadowienia napędów. Do konstrukcji dołączone opracowanie projektowe z konstruktorskim potwierdzeniem nośności.</p> <p>Wypożyczenie mostu w instalację oświetlenia technologicznego sceny wraz z kasetami przyłączeniowymi, gniazdami 32A i 16A i pasem kablowym</p>
6	Most portalowy	MP	1	<p>Dostawa i montaż nowej jednostki napędowej o stałej prędkości nawijania liny, wyposażonej w wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla pozycji krańcowych unoszonego mostu. Dodatkowo jednostka napędowa musi posiadać na silniku podwójny hamulec oraz enkoder umożliwiający detekcję położenia. Dostawa i montaż kompletu kół przewojowych, nowego olinowania niezbędnych elementów montażowych. W ramach modernizacji przeprowadzona zostanie renowacja konstrukcji mostu portalowego, wymiana przewodnic, uzupełnienie przeciwwag obejmujące przegląd konstrukcji, uzupełnienie ubytków, wykonanie nowych powłok lakierniczych. Dodatkowo zmieniony zostanie zarys profilu dolnej krawędzi mostu portalowego. Parametry techniczne urządzenia zgodne z opisem technicznym do projektu. Dostawa i montaż konstrukcji przeznaczonej do posadowienia napędów. Do konstrukcji dołączone opracowanie projektowe z konstruktorskim potwierdzeniem nośności. Wypożyczenie mostu w instalację oświetlenia technologicznego sceny wraz z kasetami przyłączeniowymi, gniazdami 32A i 16A i pasem kablowym</p>

Tab. 4.2. Urządzenia dolnej mechaniki

Lp.	Nazwa urządzenia	Symbol	Ilość	Rodzaj prac
1	Scena obrotowa	SCO	1	Scena obrotowa o średnicy 9,5m o grubości nie większej niż 29cm, nakładana, demontowana z napędem elektrycznym. Wraz ze sceną obrotową dostawa zestawu transportowo – magazynowego dla elementów dysku sceny i napędów.
2	Podesty wypełniające scenę wokół sceny obrotowej	PS	1	Podesty systemowe z ramą aluminiową o wysokości max. 90mm, sklejka antypoślizgowa, ciemnobrązowa lub czarna o wysokości min. 21mm, sklejka skręcana z ramą podestów dająca możliwość łatwej wymiany nogi aluminiowe do wys. 29cm, przekrój 40x40mm, ze stopkami plastikowymi, 4 szt. w kpl. systemowe elementy łączące blaty podestów, ze względu na małe wysokości montaż powinien odbywać się od boku, nie od spodu, komplet systemowych kluczy. Dostawa odpowiednich wózków do transportu i magazynowania.

Tab. 4.3. Pozostałe urządzenia mechaniczne

Lp.	Nazwa urządzenia	Symbol	Ilość	Rodzaj prac
1	Główna kurtyna stalowa	KP	1	Dostawa i montaż nowej jednostki napędowej przystosowanej do obsługi ruchu kurtyny stalowa z przeciwwagą. Wymiana olinowania. Przegląd i ewentualna wymiana w przypadku stwierdzenia usterek, kół linowych przewojowych i zbiorczych. Przegląd i renowacja konstrukcji szybu przeciwwag, miecza przeciwwag i obciążników oraz wykonanie powłok lakierniczej na wymienionych elementach konstrukcyjnych. Jednostka napędowa powinna mieć możliwość współpracy pośredniej lub bezpośredniej z centralnym systemem PPOŻ. Dostawa i montaż konstrukcji przeznaczonej do posadowienia napędów. Do konstrukcji dołączone opracowanie projektowe z konstruktorskim potwierdzeniem nośności. W systemie sterowania należy uwzględnić zachowanie sygnalizacji opuszczania kurtyny identycznej z istniejącą.
2	Kłapa dymowa	KD	1	Dostawa i montaż nowej jednostki napędowej przystosowanej do obsługi ruchu istniejącej kłapy dymowej. Wymiana olinowania. Przegląd i ewentualna wymiana w przypadku stwierdzenia usterek, kół linowych przewojowych i zbiorczych oraz wykonanie powłok lakierniczej na wymienionych elementach konstrukcyjnych. Jednostka napędowa powinna mieć możliwość współpracy pośredniej lub bezpośredniej z centralnym systemem PPOŻ. Dostawa i montaż konstrukcji przeznaczonej do posadowienia napędów. Do konstrukcji dołączone opracowanie projektowe z konstruktorskim potwierdzeniem nośności.

Tab. 4.4. Automatyka i sterowanie

Lp.	Nazwa urządzenia	Symbol	Ilość	Rodzaj prac
1	System sterowania mechaniką sceny	SSM	1	Wykonanie nowego systemu wraz z uruchomieniem według OPZ

5. Opis szczegółowy prac modernizacyjnych

5.1. *Prace demontażowe*

Zakres projektu modernizacji mechaniki sceny zakłada przeprowadzenie prac demontażowych obecnie istniejącego systemu mechaniki. Prace te zostaną przeprowadzone we wszystkich obszarach, w których występują urządzenia mechaniki sceny.

UWAGA:

Ze względu na zabytkowy charakter obiektu prace powinny zapewnić zachowanie jak największej części zabytkowej sznurowni wraz z układem olinowania włókiennego. Przede wszystkim należy pozostawić/odtworzyć wszystkie liny włókienne konopne sztankietów – część jako atrapy przesłaniające układ olinowania wciągarek elektrycznych, część jako czynne napędy ręczne sztankietów ręcznych.

5.1.1. Górna mechanika sceny

W obszarze górnej mechaniki sceny demontażowi podlegają podzespoły następujących urządzeń:

- mostu portalowego,
- mostów oświetleniowych,
- sztankietów dekoracyjnych z napędem ręcznym,
- sztankietów kurtynowych,
- napęd kurtyny stalowej,
- napęd kłapy dymowej.

W ramach każdego z nich należy w szczególności usunąć belki nośne, koła przewojowe, olinowanie. Dla kurtyny stalowej należy dodatkowo przeprowadzić demontaż mechanizmu napędowego. Dla mostów portalowego i oświetleniowych demontażowi podlega również konstrukcja samego mostu i układ prowadnic. Zarówno w przypadku kurtyny stalowej jak i mostów oświetleniowych oraz mostu portalowego projekt zakłada wykorzystanie istniejących szybów przeciwwag jednak z wymianą prowadnic, oraz częściowe lub całkowite zachowanie mas obciążających, dlatego elementy te nie będą podlegały demontażowi a jedynie renowacji. Należy wymienić prowadnice kurtyn i prowadnice sztankietów, które pozostają jako ręczne.

5.2. Urządzenia mechaniki górnej sceny

5.2.1. Most portalowy

Przeznaczenie:

Transport pionowy i pozycjonowanie urządzeń oświetleniowych. Formatowanie górnej krawędzi okna sceny.

Napęd:

Wciągarka bębnowa dwulinowa o stałym promieniu nawijania liny zgodna ze standardem DGUV V 17/18. Udźwig 2000 kg, prędkość ruchu 0,15m/s. Wciągarka wyposażona w silnik serwo, podwójny hamulec z potwierdzeniem zamknięcia, wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla maksymalnej i minimalnej pozycji położenia konstrukcji mostu, enkoder absolutny, tensometr oraz pływający bęben nawojowy. Umieszczenie wciągarki w przestrzeni podscenia na poziomie -2. Kinematyczny układ pracy zakłada współpracę wciągarki mostu portalowego z przeciwwagą mostu. Czynny ruch przeciwwagi realizowany jest za pomocą wciągarki, a ruch mostu jest wynikiem połączenia go za pomocą lin nośnych z konstrukcją przeciwwagi.

Prowadzenie lin:

Układ napędowy mostu portalowego zawiera dwa zestawy lin: liny nośne, łączące most portalowy z konstrukcją przeciwwagi oraz liny napędowe, łączące konstrukcją przeciwwagi z wciągarką. Liny prowadzone za pomocą zestawu kół przewojowych i zbiorczych, w szczególności zawierającego koła przewojowe jedno- i dwu-linowe,

Konstrukcja nośna mostu portalowego:

Konstrukcja mostu pozostaje bez zmian i będzie podlegała renowacji. Dodatkowo przeprowadzona zostanie korekcja zarysu przekrojowego mostu portalowego poprawiająca zakres widoczności. Most wyposażony w instalację elektryczną włączając w to pasy kablowe.

Pozostałe elementy i informacje:

Jako linę nośną wykorzystać linę o splocie 18x7, klasie wytrzymałości drutów 1960 MPa. Jako linę napędową wykorzystać linę o powyższych parametrach.

Mocowanie liny do konstrukcji mostu za pośrednictwem zacisku klinowego.

Parametry techniczne:

- prędkość mostu: regulowana do 0,15 m/s,
- skok: 8 m,
- udźwig roboczy: 900 kg,
- masa mostu: maksymalnie 1 200 kg,
- ilość lin nośnych: 8,
- ilość lin napędowych: 4 (2 odwijane i 2 nawijane na bęben),
- wyłączniki krańcowe: drogowe, zainstalowane na prowadnicach przeciwwagi,
- detekcja obciążenia: bezpośrednia za pomocą tensometru,
- wskazanie położenia: za pośrednictwem enkodera absolutnego,

- charakterystyka startu i zatrzymania: po zadanej „rampie”.

Instalacja elektryczna na moście portalowym

W zakresie prac modernizacyjnym Wykonawca będzie zobowiązany odtworzyć na zmodernizowanym moście instalację oświetlenia technologicznego sceny. W skład instalacji wchodzi:

- kasety lub kasety przyłączeniowe pasa kablowego z odpowiednimi zaciskami ZUG na stropie technicznym i z zamocowaniem podwieszonego pasa (z uwzględnieniem jego ciężaru)
- Pasy kablowe giętkie z wyszczególnioną w tabeli ilością obwodów (kable giętkie odpowiednie do pracy z odbiornikami ruchomymi)
- kasety lub kasety do przyłączenia pasa kablowego na konstrukcji mostu
- instalacja wzdłuż konstrukcji mostu wykonana w kanale kablowym od kasety przyłączeniowej do gniazd rozmieszczonych wzdłuż belki mostu
- zakończenie obwodów gniazdami w obudowie (typy wg tabeli)

Lp	Pas kablowy	Most portalowy	Zakończenie obwodów na moście
	Przewody:	ilości:	Gniazda:
1	obw 3x4mm	34	Gniazda 32A/230V CEE - 3 pin
2	obw 3x2,5mm	4	Gniazda Schuko 16A/230V - łącznie 36 gniazd
3	linie DMX	2	Gniazda XLR5/F
4	linie UTP6a	4	RJ45

5.2.2. Most oświetleniowy

Przeznaczenie:

Transport pionowy i pozycjonowanie urządzeń oświetleniowych.

Napęd:

Wciągarka o stałym promieniu nawijania liny zgodna ze standardem DGUV V 17/18. Wciągarka wyposażona w silnik serwo, podwójny hamulec z potwierdzeniem zamknięcia, wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla maksymalnej i minimalnej pozycji położenia konstrukcji mostu, enkoder absolutny, tensometr oraz pływający bęben nawojowy. Napęd mostu oświetleniowego montowany w przestrzeni podscenia na poziomie -2.

Koła przewojowe:

Zestaw kół przewojowych i zbiorczych przeznaczonych do prowadzenia lin nośnych, w szczególności zawierający koła przewojowe jedno- i wielorowkowe.

Konstrukcja mostu oświetleniowego:

Konstrukcja mostu wykonana jako stalowa konstrukcja przestrzenna wyposażona w dwa poziomy rur o średnicy 48,3 mm i grubości ścianki 4 mm oddalonych od siebie o 800 mm w pionie, pozwalających na wygodny montaż aparatów oświetleniowych przy wykorzystaniu dedykowanych haków lub obejm. Konstrukcja mostu wyposażona w odbojnice stalowe zabezpieczające aparaty oświetleniowe przed zderzeniem z innymi elementami technologii oraz kosze kablowe do magazynowania pasów zasilających. Mosty wyposażone w instalację elektryczną włączając w to pasy kablowe.

Pozostałe elementy i informacje:

Jako linę nośną wykorzystać linę o splocie 18×7, klasie wytrzymałości drutów 1 960 MPa. Mocowanie liny do konstrukcji mostu za pośrednictwem zacisku klinowego.

Parametry techniczne:

- prędkość mostu: regulowana do 0,15 m/s,
- skok: 16 m,
- udźwig roboczy: 1 200 kg,
- masa mostu: maksymalnie 800 kg,
- ilość lin: 4,
- wyłączniki krańcowe: wrzecionowe, po dwa zestyki dla pozycji krańcowych mostu,
- detekcja obciążenia: bezpośrednia za pomocą tensometru,
- wskazanie położenia: za pośrednictwem enkodera absolutnego,
- charakterystyka startu i zatrzymania: po zadanej „rampie”.

Instalacja elektryczna na moście oświetleniowym

W zakresie prac modernizacyjnym Wykonawca będzie zobowiązany odtworzyć na zmodernizowanym moście instalację oświetlenia technologicznego sceny. W skład instalacji wchodzi:

- kaseta lub kasety przyłączeniowe pasa kablowego z odpowiednimi zaciskami ZUG na stropie technicznym i z zamocowaniem podwieszonego pasa (z uwzględnieniem jego ciężaru)
- Pasy kablowe giętkie z wyszczególnioną w tabeli ilością obwodów (kable giętkie odpowiednie do pracy z odbiornikami ruchomymi)
- kaseta lub kasety do przyłączenia pasa kablowego na konstrukcji mostu
- instalacja wzdłuż konstrukcji mostu wykonana w kanale kablowym od kasety przyłączeniowej do gniazd rozmieszczonych wzdłuż belki mostu
- zakończenie obwodów gniazdami w obudowie (typy wg tabeli)

Lp	Pas kablowy	Most 1	Most 2	Most 3	Zakończenie obwodów na moście
	Przewody w pasie:	ilości:	ilości:	ilości:	Gniazda
1	obw 3x4mm	14	22	18	Gniazda 32A/230V CEE - 3 pin
2	obw 3x2,5mm	3	3	3	Gniazda Schuko 16A - ilość gniazd taka sama jak 32A, gniazda parami 32A/16A
3	linie DMX	2	2	2	Gniazda XLR5/F
4	linie UTP6a	4	4	4	RJ45

5.2.3. Sztankiet kurtynowy z napędem ręcznym

Przeznaczenie:

Podnoszenie i opuszczanie kurtyny sceny.

Napęd:

Ręczny. Ruch sztankiet jest realizowany ręcznie za pomocą liny włókiennej. W pozycji roboczej sztankiet unieruchomiony za pomocą hamulca ręcznego. Dla łatwiejszej manipulacji sztankiet połączony kinematycznie z przeciwwagą. Jednostka wyciągowa składa się z systemu kształtowników prowadzących, zespołu przeciwwagi, wyciągowej liny włókiennej, hamulca ręcznego, zespołu kół przewojowych, lin stalowych oraz belki sztankietowej. Położenia robocze i skrajne są kontrolowane wzrokowo przez obsługę urządzenia.

Koła przewojowe:

Zestaw kół przewojowych i zbiorczych przeznaczonych do prowadzenia lin nośnych, w szczególności zawierający koła przewojowe jedno- i wielorowkowe.

Belka sztankietu kurtyny głównej:

Belka sztankietu wykonana z 2 rur - rury okrągłej 48,3mm i grubości ścianki 4 mm połączonej co około 1,3m łącznikami z rurą nośną prostokątną 60×40×3 mm, lakierowane na kolor czarny mat. Długość sztankietu 12 m. Belka sztankietu wyposażona w prowadniki ślizgowe współpracujące z prowadnicami zapewniającymi pewne prowadzenie sztankietu w przestrzeni pomiędzy ścianą portalową a mostem portalowym.

Pozostałe elementy i informacje:

Jako linę nośną wykorzystać linę o splocie 18×7, klasie wytrzymałości drutów 1960 MPa. Każdy z punktów zaczepiania liny na sztankiecie, wyposażać w śruby rzymskie do poziomowania i wyrównywania naciągu lin. Mocowanie liny do śruby rzymskiej za pośrednictwem zacisku klinowego. Belkę sztankietu wyposażać w systemowe obejmy mocujące. Należy wymienić prowadnice sztankietu i przeciwwag

Parametry techniczne:

- skok: 20 m,
- udźwig roboczy sztankietu: 250 kg,
- ciężar własny: ~75kg,
- ilość lin: 4 robocze stalowe, 1 wyciągowa włókienna
- hamulec
- zespół przeciwwagi z prowadzeniem
- zespół zbloczy

5.2.4. Sztankiet dekoracyjny z napędem elektrycznym

Sztankiety powinny być wykonane z zachowaniem fragmentów obecnego układu olinowania włókiennego wraz z osprzętem. Pozostawione fragmenty olinowania stanowią dekorację obiektu i mają na celu utrzymanie historycznego charakteru sznurowni. Powinny być skomponowane ze sztankietami dekoracyjnymi z napędem ręcznym.

Przeznaczenie:

Transport pionowy i pozycjonowanie elementów dekoracji na scenie.

Napęd:

Wciągarka o stałym promieniu nawijania liny zgodna ze standardem DGUV V 17/18. Wciągarka wyposażona w silnik serwo, podwójny hamulec z potwierdzeniem zamknięcia, wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla maksymalnej i minimalnej pozycji położenia belki sztankietu, enkoder absolutny, tensometr oraz pływający bęben nawojowy. Napęd sztankietu dekoracyjnego montowany na dedykowanych konstrukcjach stropu technicznego oraz podscenia na poziomach -1 i -2.

Koła przewojowe:

Zestaw kół przewojowych i zbiorczych przeznaczonych do prowadzenia lin nośnych, w szczególności zawierający koła przewojowe jedno- i wielorowkowe.

Belka sztankietu dekoracyjnego:

Belka sztankietu wykonana z 2 rur - rury okrągłej 48,3mm i grubości ścianki 4 mm połączonej co około 1,3m łącznikami z rurą nośną prostokątną 60×40×3 mm, lakierowane na kolor czarny mat. Długość sztankietu 13,5 m. Belka sztankietu wyposażona w teleskopowe zakończenia umożliwiające wydłużenie belki o 1 m z każdej strony. Teleskopowe zakończenia zabezpieczone przed całkowitym wysunięciem elementu teleskopowego oraz wyposażone w mechanizm blokujący zapewniający ustawienie teleskopu w pożądanej pozycji.

Pozostałe elementy i informacje:

Jako linę nośną wykorzystać linę o splocie 18×7, klasie wytrzymałości drutów 1 960 MPa. Każdy z punktów zaczepiania liny na sztankiecie wyposażać w śruby rzymskie do poziomowania i wyrównywania naciągu lin. Mocowanie liny do śruby rzymskiej za pośrednictwem zacisku klinowego. Belkę sztankietu wyposażać w systemowe obejmę mocujące.

Parametry techniczne:

- prędkość sztankietu: regulowana do 1,2 m/s,
- skok: 21 m,
- udźwig roboczy sztankietu: 250 kg,
- ciężar własny: ~75kg,
- ilość lin: 4,

- wyłączniki krańcowe: wrzecionowe, po dwa zestawy dla pozycji krańcowych belki sztankietu,
- detekcja obciążenia: bezpośrednia za pomocą tensometru,
- wskazanie położenia: za pośrednictwem enkodera absolutnego,
- charakterystyka startu i zatrzymania: po zadanej „rampie”.

5.2.5. Sztankiet dekoracyjny z napędem ręcznym

Sztankiety powinny być wykonane z zachowaniem obecnego układu.

Przeznaczenie:

Transport pionowy i pozycjonowanie elementów dekoracji na scenie.

Napęd:

Ręczny. Ruch sztankiet jest realizowany ręcznie za pomocą liny włókiennej. W pozycji roboczej sztankiet unieruchomiony za pomocą hamulca ręcznego. Dla łatwiejszej manipulacji sztankiet połączony kinematycznie z przeciwwagą. Jednostka wyciągowa składa się z systemu kształtowników prowadzących, zespołu przeciwwagi, wyciągowej liny włókiennej, hamulca ręcznego, zespołu kół przewojowych, lin stalowych oraz belki sztankietowej. Położenia robocze i skrajne są kontrolowane wzrokowo przez obsługę urządzenia.

Koła przewojowe:

Zestaw kół przewojowych i zbiorczych przeznaczonych do prowadzenia lin nośnych, w szczególności zawierający koła przewojowe jedno- i wielorowkowe.

Belka sztankietu dekoracyjnego:

Belka sztankietu wykonana z 2 rur - rury okrągłej 48,3mm i grubości ścianki 4 mm połączonej co około 1,3m łącznikami z rurą nośną prostokątną 60×40×3 mm, lakierowane na kolor czarny mat. Długość sztankietu 13,5 m. Belka sztankietu wyposażona w teleskopowe zakończenia umożliwiające wydłużenie belki o 1 m z każdej strony. Teleskopowe zakończenia zabezpieczone przed całkowitym wysunięciem elementu teleskopowego oraz wyposażone w mechanizm blokujący zapewniający ustawienie teleskopu w pożądanej pozycji.

Pozostałe elementy i informacje:

Jako linę nośną wykorzystać linę o splocie 18×7, klasie wytrzymałości drutów 1 960 MPa. Każdy z punktów zaczepiania liny na sztankiecie wyposażać w śruby rzymskie do poziomowania i wyrównywania naciągu lin. Mocowanie liny do śruby rzymskiej za pośrednictwem zacisku klinowego. Belkę sztankietu wyposażać w systemowe obejmy mocujące. Należy wymienić zużyte prowadnice przeciwwag.

Parametry techniczne:

- skok: 21 m,
- udźwig roboczy: 250 kg,
- ciężar własny: ~75kg,
- ilość lin: 4 robocze stalowe, 1 wyciągowa włókienna,
- hamulec,
- zespół przeciwwagi z prowadzeniem,
- zespół zbloczy.

5.2.6. Sztankiet boczny z napędem elektrycznym

Przeznaczenie:

Transport pionowy i pozycjonowanie elementów dekoracji sceny.

Napęd:

Wciągarka o stałym promieniu nawijania liny zgodna ze standardem DGUV V 17/18. Wciągarka wyposażona w silnik serwo, podwójny hamulec z potwierdzeniem zamknięcia, wrzecionowy wyłącznik krańcowy z podwójnymi zestykami dla maksymalnej i minimalnej pozycji położenia belki sztankietu dekoracyjnego, enkoder absolutny, tensometr oraz pływający bęben nawojowy. Napęd sztankietu dekoracyjnego - bocznego montowany na dedykowanej konstrukcji stropu technicznego.

Koła przewojowe:

Zestaw kół przewojowych i zbiorczych przeznaczonych do prowadzenia lin nośnych, w szczególności zawierający koła przewojowe jedno- i wielorowkowe.

Konstrukcja belki sztankietu:

Belka sztankietu wykonana z 2 rur - rury okrągłej 48,3mm i grubości ścianki 4 mm połączonej co około 1,3m łącznikami z rurą nośną prostokątną 60×40×3 mm, lakierowane na kolor czarny mat. Długość sztankietu 4 m.

Pozostałe elementy i informacje:

Jako linę nośną wykorzystać linę o splocie 18×7, klasie wytrzymałości drutów 1 960 MPa. Każdy z punktów zaczepiania liny na sztankiecie wyposażać w śruby rzymskie do poziomowania i wyrównywania naciągu lin. Mocowanie liny do śruby rzymskiej za pośrednictwem zacisku klinowego. Belkę sztankietu wyposażać w systemowe obejmy mocujące.

Parametry techniczne:

- prędkość sztankietu: regulowana do 0,7 m/s,
- skok: 21 m,
- udźwig roboczy: 250 kg,
- ciężar własny: ~50 kg,
- ilość lin: 2,
- wyłączniki krańcowe: wrzecionowe, po dwa zestyki dla pozycji krańcowych belki sztankietu,
- detekcja obciążenia: bezpośrednia za pomocą tensometru,
- wskazanie położenia: za pośrednictwem enkodera absolutnego,
- charakterystyka startu i zatrzymania: po zadanej „rampie”.

5.3. Urządzenia mechaniki dolnej

5.3.1. Scena obrotowa

Przeznaczenie:

Kształtowanie sceny.

Napęd:

Zespół sprzężonych elektrycznie 4 napędów elektrycznych o mocy 3 kW każdy wyposażonych w pojedynczy hamulec z potwierdzeniem zamknięcia oraz enkoder. Przeniesienie napędu za pomocą kół ciernych, współpracujących z pierścieniem ciernym platformy. Napędy z regulowaną siłą docisku.

Konstrukcja:

Konstrukcja pozwalająca na bezinwazyjny montaż i demontaż na scenie. Platforma obrotowa wykonana z profili stalowych. Górna powierzchnia odeskowana „w rozetę”. Oś platformy osadzona na łożysku w konstrukcji nośnej sceny obrotowej. W pobliżu krawędzi zewnętrznej konstrukcji zamocowany jest okrągły pierścień cierny służący do przeniesienia napędu na konstrukcję platformy. Platforma wsparta na zespole kółek przetaczających się po torowiskach. Torowiska ułożone na podkładkach wibroizolacyjnych na podłodze sceny. Elementy powinny być ze sobą dokładnie spasowane aby nie powodowały nadmiernego hałasu. Możliwe jest tu również zastosowanie konstrukcji w której bieżnia zamocowana jest pod platformą, a platforma toczy się na kołach zamocowanych na zespołach napędowych, a zespoły napędowe posadowione są na podłodze sceny. Cała konstrukcja i dobrane materiały w czasie pracy powinny się odznaczać niskim poziomem hałasu. Konstrukcja powinna przewidywać klapy inspekcyjne pozwalające na dostęp i kontrolę do wszystkich mechanizmów i prowadnic urządzenia. Demontaż konstrukcji sceny obrotowej powinien być łatwy, wygodny i prowadzić do podziału konstrukcji na elementy o maksymalnych wymiarach 3m x 1,5m.

Pozostałe elementy i informacje:

W osi platformy zainstalowany enkoder odczytujący aktualne położenie katowe platformy. Należy dostarczyć zestaw wózków do transportu i składowania elementów sceny obrotowej i jej napędów.

Parametry techniczne:

- średnica: 9,5 m,
- wysokość maksymalna: 0,29 m,
- prędkość jazdy: regulowana od 0 do 1,2 m/s na obwodzie,
- nośność dynamiczna: 150 kg/m²,
- nośność statyczna: 500 kg/m²,
- ilość napędów: 4 × 3kW z regulowaną siłą docisku ,
- wskazanie położenia katowego: za pośrednictwem enkodera,
- charakterystyka startu i zatrzymania: po zadanej „rampie”,
- ustawienie położenia katowego.

5.3.2. Podesty wypełniające scenę wokół sceny obrotowej

Przeznaczenie:

Wyrównanie poziomu podłogi sceny do poziomu sceny obrotowej.

Opis:

Podesty systemowe, lekkie, do wielokrotnego montażu i demontażu. Podesty w układzie wypełniającym scenę wokół sceny obrotowej. Górna powierzchnia pokryta sklejką antypoślizgową 21mm w kolorze czarnym lub ciemnobrązowym. Powierzchnia podłogi licująca z powierzchnią sceny obrotowej. Budowa podestów zapewniająca minimalizację przestrzeni składowania po demontażu.

Podesty systemowe z ramą aluminiową, sklejka skręcana z ramą podestów dająca możliwość łatwej wymiany nogi aluminiowej, o przekroju 40x40mm, ze stopkami plastikowymi (4 szt.). W kpl. systemowe elementy łączące blaty podestów, ze względu na małe wysokości montaż powinien odbywać się od boku, nie od spodu. W zestawie komplet systemowych kluczy do montażu i demontażu podestów oraz zestaw wózków do transportu i składowania podestów.

Parametry techniczne:

- wysokość: 0,29 m,
- nośność statyczna: 500 kg/m².

5.4. Pozostałe urządzenia mechaniczne

5.4.1. Główna kurtyna stalowa

Charakterystyka ogólna:

Brama stalowa, jednoskrzydłowa, unoszona elektrycznie. Skrzydło bramy poruszane w świetle okna scenicznego zapewniające zamknięcie okna sceny zgodnie z potrzebami scenograficznymi lub w przypadku pożaru.

Układ kinematyczny:

Ruch pionowy realizowany za pomocą elektrycznej wciągarki połączonej linami nośnymi z bramą stalową, a w celu zmniejszenia mocy napędu masa kurtyny zostanie zrównoważona za pomocą przeciwwagi. Dodatkowo w celu poprawy bezpieczeństwa płaszczyzny kurtyny musi zostać wyposażony w hamulce bezpieczeństwa uniemożliwiające niekontrolowany upadek kurtyny spowodowany zerwaniem lin nośnych.

Układ napędowy:

Ruch kurtyny w płaszczyźnie pionowej realizowany za pomocą elektrycznej wciągarki bębnowej o mocy 2,2 kW wyposażonej w bęben nawojowy i hamulec sterowany napięciem 24V. Zasilanie hamulców podtrzymywane za pomocą układu akumulatorów na wypadek zaniku napięcia i wystąpienia konieczności wywołania pracy kurtyną. Kurtyna może się zamykać grawitacyjnie, stąd zasilanie napędu w trybie ochrony pożarowej nie jest konieczne.

Zasilanie i sterowanie:

Praca kurtyny jest monitorowana przez centralę zgodną z normą EN 54-2, przyjmującą sygnały z centralnego systemu SAP. Dodatkowo sterowanie ruchem kurtyny pożarowej jest możliwe za pomocą kasety ręcznego wyzwolenia ruchu. Zarówno centrala jak i kaseeta zainstalowane w pobliżu stanowiska inspicjenta. Do jednostki zasilającej napęd kurtyny doprowadzić należy przyłączyć zasilające jak również należy zapewnić połączenie jej z centralą sterującą za pomocą przewodów PPOŻ o ilości żył odpowiedniej dla wybranego systemu sterowania i monitorowania pracy kurtyny.

Parametry:

- skok: 8,8 m,

5.4.2. Napęd kłapy dymowej

Przeznaczenie:

Kłapa służy do odprowadzenia dymu/spalin z przestrzeni nad sceną .

Charakterystyka ogólna:

Kłapa dymowa istniejąca, jest urządzeniem zlokalizowanym na dachu sceny. Kłapa jest unoszona elektrycznie. W stanie zamkniętym pokrywa kłapy szczelnie zamyka otwór w dachu sceny. Po jej uruchomieniu kłapa unosi się i zapewnia oddymianie sceny .

Układ kinematyczny:

Ruch pionowy realizowany za pomocą elektrycznej wciągarki połączonej linami nośnymi z pokrywą klapy. Dla odciążenia ciężkiej klapy dymowej system posiada przeciwwagę. Przeciwwaga zapewnia również grawitacyjne otwieranie klapy dymowej po zwolnieniu hamulców napędu.

Układ napędowy:

Ruch klapy w pionie realizowany za pomocą elektrycznej wciągarki bębnowej o mocy 4kW wyposażonej w bęben nawojowy i hamulec sterowany napięciem 24V. Zasilanie hamulców podtrzymywane za pomocą układu akumulatorów na wypadek zaniku napięcia i wystąpienia konieczności wywołania otwarcia klapy. Klapa może się otwierać grawitacyjnie z wykorzystaniem przeciwwagi, stąd zasilanie napędu w trybie ochrony pożarowej nie jest konieczne, wystarczające jest rezerwowane zasilanie systemu hamulców.

Zasilanie i sterowanie:

Praca klapy dymowej jest monitorowana przez istniejącą centralę pożarową zgodną z normą EN 54-2, przyjmującą sygnały z centralnego systemu SAP. Dodatkowo sterowanie ruchem klapy jest możliwe za pomocą kasety ręcznego wyzwolenia ruchu. Zarówno centrala jak i kasetę zainstalowane w pobliżu stanowiska inspicjenta. Do jednostki zasilającej napęd kurtyny pożarowej doprowadzić należy przyłącze zasilające jak również należy zapewnić połączenie jej z centralą sterującą za pomocą przewodów PPOŻ o ilości żył odpowiedniej dla wybranego systemu sterowania i monitorowania pracy kurtyny.

Parametry:

- skok: 4 m.

6. Opis systemu sterowania

6.1. Zagadnienia ogólne

System sterowania urządzeniami technologicznymi zainstalowanymi winien zapewniać wygodne i bezpieczne operowanie wszystkimi typami urządzeń ze szczególnym uwzględnieniem następujących funkcjonalności:

- ruch pojedynczego urządzenia mechanicznego wybranego przez operatora,
- ruch wybraną grupą urządzeń w tym samym czasie,
- zapisywanie i odczytywanie wcześniej zapamiętanych układów położenia i układów ruchu belek sztankietów z możliwością ich odtworzenia,
- start i zatrzymanie muszą odbywać się po zadanej rampie,

Poza powyższymi funkcjonalnościami system sterowania będzie zapewniał niezbędny poziom bezpieczeństwa omówiony w dalszej części opracowania.

System sterowania będzie umożliwiał napędom sztankietów płynną regulację prędkości ruchu, z pomiarem wysokości i pozycjonowaniem. Aby sprostać powyższym wymaganiom napędy zostaną wyposażone w przemienniki częstotliwości z sprzężeniem zwrotnym (enkodery) oraz ochronę silnika przed przeciążeniami. System sterowania będzie pozwalał na sparametryzowanie parametrów rozruchu, wybór parametrów hamowania dynamicznego, samoczynne sterowanie hamulców mechanicznych. Enkoder zamontowany na wale silnika będzie podawał bieżące położenie sztankietu oraz zostanie także użyty do pozycjonowania wysokości urządzenia. Oznacza to, że po wpisaniu żądanej pozycji docelowej sztankietu, urządzenie samoczynnie zatrzyma się po osiągnięciu wpisanej pozycji położenia sztankietu. Będzie możliwe również zaprogramowanie drogi łagodnego dojazdu.

Maksymalny i minimalny poziom jaki może osiągnąć każde z urządzeń określać będą parametry wprowadzone do systemu, w następnej kolejności wyłączniki krańcowe robocze napędu. Najechnie na dolny bądź górny wyłącznik krańcowy spowoduje natychmiastowe zatrzymanie napędu. Gdyby jednak nie nastąpiło zatrzymanie ruchu napędu przez wyłącznik krańcowy roboczy, to napęd najedzie na wyłącznik krańcowy awaryjny, który wyłączy zasilanie napędu i załączy hamulec.

W sytuacjach awaryjnych naciśnięcie jednego z rozmieszczonych w obrębie sceny, podscenia, stropu technicznego ręcznych przycisków awaryjnych spowoduje wyłączenie zasilania wszystkich napędów.

6.2. Opis funkcjonalny systemu sterowania

Ogólne założenia funkcji projektowanego systemu sterowania urządzeniami mechaniki sceny:

1. Ciągły pomiar wysokości oraz pozycjonowanie
2. Pomiar obciążenia/przeciążenia na zasadzie tensometru
3. Programowe łączenie napędów w niezależne grupy, napędy każdej z grup mają poruszać się współbieżnie.
4. Przypisania dalszych napędów regulowanych do istniejących grup.
5. Dowolne grupowanie urządzeń.
6. Połączone jazdy grup.
7. Synchronizacja ruchu wszystkich urządzeń.
8. Asynchroniczna jazda grupowa do zadanego położenia.
9. Jazda sekwencyjna tzn. jazda do pozycji w określonym czasie.
10. Budowa programu spektaklu, jego zapamiętywanie i możliwość odtwarzania dowolną ilość razy
11. Program spektaklu składa się z kolejnych scen wyzwalanych w wybranej kolejności – domyślnie w kolejności wg numerów scen.
12. Każda scena programu to ruch wybranych urządzeń w sposób wcześniej zaprogramowany w zakresie pozycji początkowej, pozycji docelowej, prędkości, ewentualnych efektów odtwarzanych w ruchu, pilnowania synchronizacji pomiędzy poruszającymi się urządzeniami w czasie rzeczywistym.
13. Do odtwarzania kolejnych scen należy przewidzieć 2 joysticki i 4 do 8 przycisków
14. Dokładność współbieżności synchronizowanych sztankietów 1 mm.
15. Płynna regulacja drogi hamowania oraz drogi przyśpieszenia urządzeń.
16. Precyzyjne zatrzymanie napędu do zadanej wysokości z dokładnością do 1 mm.
17. Współbieżny ruchu kilku napędów.
18. Jazda do zadanej pozycji w zadanym czasie - dobór parametrów ruchu w zależności od podanego czasu.

19. Jazda z zadaną prędkością do zadanej pozycji. Prędkość wyliczona automatycznie dla wszystkich napędów biorących udział w danym ruchu wyrażona w m/s
20. Wyświetlanie na pulpicie informacji obrazujących położenie i ruch urządzeń.
21. Zapisywanie parametrów wysokości funkcją „ZAPAMIĘTAJ”.
22. Dodawania zmian do istniejącego programu bez konieczności przepisywania innych zapisanych parametrów.
23. Jazda napędami możliwa poprzez ciągle podtrzymywanie wciśniętego przycisku START lub „fire” na joysticku wraz z wychyleniem joysticka, przycisku STRT na pulpitach dotykowych.
24. System sterowania spełnia wymogi SIL3 w odniesieniu do funkcji bezpiecznego stopu,
25. Synchronizacja ruchu napędów, każdego z każdym, bez ograniczeń.
26. Pomiar aktualnego położenia (wysokości) napędów
27. Wprowadzanie zadanego położenia z dokładnością do 1mm,
28. Konfigurowalny panel główny, z menu wybierania urządzeń które będą obsługiwane,
29. Pełny dostęp do wszystkich parametrów jak: położenie, prędkość, synchronizacji, przeciążenia, stanów czujników, przypisanie do joysticków.
30. Wielopoziomowy dostęp: operator, starszy operator, serwis, administrator.
31. Menu, opisy, alarmy systemu sterowania wykonane w języku polskim
32. Wizualizacja ruchu w czasie rzeczywistym urządzeń będących w ruchu na ekranie pulpitu.
33. Symulacja (nie rzeczywistego) ruchu urządzeń przed ich wprowadzeniem w ruch na ekranie pulpitu.
34. Kopiowanie zapisanego programu danej sztuki na zewnętrzny nośnik typu pendrive.
35. Zapisywanie obrazu z ekranu .
36. Zapamiętywanie ruchu urządzeń podczas spektaklu.
37. Archiwizacja programów na zewnętrznych nośnikach cyfrowy.
38. System operacyjny Windows 7 lub nowszy w polskiej wersji językowej.
39. Układ ikon na pulpicie ergonomiczny umożliwiający operatorowi dobrą widoczność i kontrolę nad napędami i ich funkcjami.
40. Plansza z wszystkimi napędami sceny wraz z ich statusami.
41. Plansza z odtwarzanymi obecnie scenami
42. Plansza do programowania scen i lista scen
43. Ikony w których są wyświetlane informacje:
44. skróty nazw napędów,
45. sygnalizacja załączenia napędu,
46. wysokości na których znajdują się napędy ,
47. aktualne obciążenie napędu,

48. sygnalizacja wciśnięcia wyłącznika awaryjnego. Dotknięcie tego pola uruchamia ekran na którym widnieje informacja o miejscu wciśnięcia wyłącznika awaryjnego.
49. Przypisanie dowolnego napędu do joysticka poprzez dotknięcie przycisku joysticka. Podświetlenie pola sygnalizuje przypisanie napędu do joysticka.
50. Możliwość sterowania wszystkimi wybranymi napędami lub grupami napędów.
51. Wyłączenie napędu.
52. Po wybraniu programowanego napędu i dotknięciu pola „sterowanie” pokazuje się ekran na którym są parametry: wysokości, prędkość napędu.
53. Ustawienie zakresu ruchu napędu. Zdalny serwis. Możliwość połączenia się z systemem poprzez sieć internetową.
54. Wyświetlane na ekranie alarmów o stanach awaryjnych urządzeń, oraz sytuacjach uznanych za niebezpieczne. (przeciążenia, najazd na krańcówki awaryjne, błąd pozycji)
55. Hierarchia pulpitów głównego i dodatkowego. Operator pulpitu głównego ma funkcje nadrzędne, do zablokowania i zezwolenia na pracę z pulpitu dodatkowego przy jednoczesnej możliwości śledzenia realizowanych czynności.
56. Kalibracja pomiaru wysokości napędów.
57. Zdalna aktualizacja oprogramowania, diagnostyka.
58. Regulacja jasności ekranu.
59. Blokada użycia jednoczesnego urządzeń z dwóch różnych pulpitów.
60. Unieruchomienia (wyłączenie) urządzenia przez operatora.
61. Bezprzewodowy niezależny pulpit awaryjny z ograniczoną prędkością napędu.
62. Podczas używania pulpitu awaryjnego napędy jadą z bezpieczną ograniczoną prędkością.

6.3. Opis systemu sterowania i kontroli

System sterowania zbudowany zostanie w układzie modułowym. Mechanika sceniczna zasilana będzie z rozdzielni RNMS umieszczonej w pomieszczeniu podscenia. Z rozdzielni zasilane będą sterownice poszczególnych napędów- traktowane jako „Sterowniki miejscowe napędów”..

Wyposażenie szafy jest następujące:

RNMS:

- wyłącznik główny,
- lampka kontroli zasilania,
- zabezpieczenie przepięciowe klasa C,
- kontrola faz,
- zasilania dla odbiorów: szafek napędów,

- uziemienie drzwi, płyt montażowych,
- wyprowadzenie przewodów poprzez złączki sprężynowe.
- 2 × switch zarządzalny, 48 portów, FTP, 1Gbit, plus złącza światłowodowe do sieci szkieletowej,
- 2 × rackpanel 48 portów, ekranowany,
- listwa zasilająca,
- UPS,
- router do komunikacji zdalnego dostępu,
- listwa zasilająca,
- UPS,
- sterownik PLC safety,
- sterownik PLC,
- drzwi szafki przeszklone.

Wielkość szafy zawsze dobrana adekwatnie do wyposażenia plus 20% zapasu.

Od szaf do kolejnych szafek napędów będą rozprowadzone przewody zasilające o odpowiednim przekroju, 5-żyłowe, w układzie TNS, na stałe podłączone do szafek napędów, wprowadzone poprzez dławnice kablowe oraz zostaną rozprowadzone przewody FTP do szafek napędów, montaż na stałe.

Wyposażenie szafek napędów:

- rozłącznik zasilania,
- lampka kontroli zasilania,
- 5-portowy switch przemysłowy,
- zasilacz 24VDC,
- zabezpieczenia prądowe, przeciwzwarciovowe i przeciążeniowe dobrane odpowiednio do zasilanego urządzenia, zgodnie z wytycznymi producenta urządzenia,
- moduły kontrolne WE/WY, „normalne” i safety dla sygnałów: wyłączników krańcowych, roboczych, tensometrów, enkoderów itd.,
- napęd serwo dla mechaniki górnej i falownikowe dla napędów zapadni. Falowniki dla zapadni zainstalowane na ścianie w pomieszczeniu podscenia,
- zabezpieczenia hamulców, sterowanie hamulców. Hamulce zasilane i sterowane poprzez redundantne styczniki lub przekaźniki safety. Zasilacze hamulców sterowane: jedno zwłocznie drugi bezzwłocznie,
- wyprowadzenie przewodów poprzez złączki sprężynowe z zachowaniem ekranowania poprzez dławnice EMC lub inne wyposażenie EMC, dające zgodność z dyrektywą EMC.

6.4. Panel operatorski

Do sterowania urządzeniami mechaniki sceny zaprojektowano następujące pulpity sterujące wyposażone w:

- 1) Pulpit główny PG, wyposażony:
 - a) monitor dotykowy 17" lub większy,
 - b) monitor 19" lub większy, do podglądu,
 - c) 2 awaryjne wyłączniki bezpieczeństwa,
 - d) kluczyk „WŁĄCZ SYSTEM”, lub inny układ zabezpieczenia (np. aktywne karty chipowe, immobiliser),
 - e) joystick – 2 szt.,
 - f) 10- metrowy kabel przyłączeniowy,
 - g) jeżdżąca podstawa pod panel z elektryczną regulacją wysokości.
- 2) Pulpit dodatkowy, mobilny, wyposażony:
 - a) monitor dotykowy 12",
 - b) awaryjny wyłącznik bezpieczeństwa,
 - c) kluczyk „WŁĄCZ SYSTEM”,
 - d) joystick – 1 szt.,
 - e) 3 –metrowy kabel przyłączeniowy.
- 3) Pulpit awaryjny:
 - f) awaryjny wyłącznik bezpieczeństwa,
 - g) przycisk „RESET”,
 - h) kluczyk włącz system,
 - i) monitor dotykowy 4,2",
 - j) przycisk „START”,
 - k) 2-metrowy kabel przyłączeniowy.

Podłączenie panela do systemu sterowania odbywać się będzie poprzez stacje dokujące umieszczone na ścianach sceny. Stacje dokujące będą występować na scenie, po obu jej stronach w wieżach portalowych (złącze – PGM), na galerii technicznej (złącze PGM), oraz w pobliżu każdego napędu (złącze PGA). Złącze PGM wykonane w postaci rozłącznych złączy przemysłowych, wielopinowych, zawierających:

- 1) złącze PGM:
 - a) zasilanie 230V AC
 - b) 3 piny, zasilanie 24VDC
 - c) 3 piny, Ethernet ×2 gniazda (FTP),
- 2) złącze PGA:
 - a) zasilanie 24VDC,
 - b) 3 piny, wyłącznik awaryjny,
 - c) 4 piny, Ethernet (FTP),
 - d) obsługę przycisków – 6 pinów.

6.5. Zagadnienia bezpieczeństwa

W celu zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa zastosowany zostanie centralny sterownik mikroprocesorowy PLC safety. Z wykorzystaniem układu wejść/wyjść do sterownika wprowadzane są następujące sygnały:

- awaryjne krańcówki położenia,
- wyłączniki awaryjne,
- listwy naciskowe zapadni,
- rygle,
- kurtyny bezpieczeństwa,
- tensometry,
- enkodery.

Projektowany system sterowania będzie zapewniał następujące funkcje związane z bezpieczeństwem:

- ograniczenie dostępu osób postronnych,
- wprowadzenie dostępu wielopoziomowego,
- rejestrację pracy operatorów,
- zatrzymanie awaryjne SS1 na poziomie SIL3 (falownik/napęd serwa z certyfikatem jednostki akredytowanej zgodności z SIL3 dla funkcji SS1, dwukanałowo), dla zapadni falowniki silników AC, dla reszty urządzeń napędy serwa,
- bezpieczna pozycja na poziomie SIL3,
- detekcja przeciążenia, na poziomie SIL2,
- detekcja niedociążenia, na poziomie SIL2.

Ze względu na wysoki poziom oczekiwanych funkcji bezpieczeństwa wykonawca przeprowadzi audyt jednostki akredytowanej (np. UDT cert, TUV) zgodności zainstalowanego systemu z wymaganiami bezpieczeństwa.

6.5.1. Niezbędne czujniki i sensory systemu sterowania

Każde z urządzeń obsługiwanych przez system sterowania, w celu zapewnienia odpowiedniej funkcjonalności musi być wyposażone w następujące elementy:

- krańcówki robocze, górna i dolna, w skrzynce wyłączników krańcowych, dostarczone i zamontowane na napędzie,
- krańcówki awaryjne, górne i dolne, w skrzynce wyłączników krańcowych, dostarczone i zamontowane na napędzie – uwaga krańcówki awaryjne występują podwójnie,
- enkoder absolutny umieszczony na wale silnika AC lub serwo

- tensometr na wciągarnie lub na kole przewojowym, dla pomiaru przeciążenia i niedociążenia,

6.5.2. Funkcje bezpieczeństwa SRCF

W wyniku analizy ryzyka przyjęto funkcje bezpieczeństwa SRCF:

1. Bezpieczne zatrzymanie realizowane w wyniku wciśnięcia wyłącznika awaryjnego.

Uruchomienie któregokolwiek wyłącznika awaryjnego powoduje zatrzymanie pracujących napędów poprzez funkcję SS1 a następnie STO. Ponowne uruchomienie może nastąpić dopiero po sprawdzeniu, że wyeliminowano powód zatrzymania oraz zresetowano system bezpieczeństwa z poziomu panela głównego lub panela dodatkowego.

Wymagany poziom bezpieczeństwa $SIL_r = 3$.

2. Bezpieczna pozycja. Bezpieczne zatrzymanie realizowane w wyniku położenia urządzenia np. sztankietu poza strefą normalnego działania, za nisko lub za wysoko poprzez funkcję SS1 a następnie STO.

Położenie któregokolwiek ze sztankietów w strefie niebezpiecznej powoduje zatrzymanie pracujących napędów. Ponowne uruchomienie może nastąpić dopiero po sprawdzeniu, że wyeliminowano powód zatrzymania oraz zresetowano system bezpieczeństwa z poziomu panela głównego lub panela dodatkowego.

Wymagany poziom bezpieczeństwa $SIL_r = 3$.

3. Przeciążenie i niedociążenie. Bezpieczne zatrzymanie w sytuacji wykrycia przeciążenia lub niedociążenia realizowane poprzez funkcję SS1 a następnie STO.

Wykrycie przeciążenia – załadowanie za dużego obciążenia, albo odciążenie układu (złuzowanie lin) powoduje zatrzymanie napędu. Ponowne uruchomienie może nastąpić dopiero po sprawdzeniu, że wyeliminowano powód zatrzymania oraz zresetowano system bezpieczeństwa z poziomu panela głównego lub panela dodatkowego.

Wymagany poziom bezpieczeństwa $SIL_r = 2$.

6.5.3. Dobór wyposażenia w ramach realizacji funkcji SRECS

Dla określonych funkcji SRCF zaprojektowano następujące funkcje SRECS:

1. Bezpieczne zatrzymanie realizowane w wyniku wciśnięcia wyłącznika awaryjnego.

Wyłączniki awaryjne wyposażone w dwa styki NC + NO (lub dwa NC) z wymuszonym prowadzeniem, zadziałanie poprzez wciśnięcie, zwolnienie poprzez pokręcenie. Styki podłączone do dwóch kanałów sterownika Safety. Sterownik safety wg. zapisanego programu wywołuje podanie sygnału zatrzymania na napęd serwo lub falownik SS1, po zatrzymaniu, wykonywana jest komenda STO jednocześnie wykonywana jest komenda zadziałania hamulców napędu, uwaga hamulce posiadają potwierdzenie zatrzaśnięcia w ramach diagnostyki „przy ponownym załączeniu”.

2. Kontrola położenia. Bezpieczne zatrzymanie realizowane w wyniku położenia urządzenia np. sztankietu poza strefą normalnego działania, za nisko lub za wysoko.

Zaprojektowano dwa styki dla każdego położenia określonego jako niebezpieczny NC + NO, zadziałanie poprzez najechanie na czujniki. Styki podłączone do dwóch kanałów sterownika Safety. Sterownik safety wg. zapisanego programu wywołuje podanie sygnału zatrzymania na napęd serwo lub falownik SS1, po zatrzymaniu, wykonywana jest komenda STO jednocześnie wykonywana jest komenda zadziałania hamulców napędu, uwaga hamulce posiadają potwierdzenie zatrzaśnięcia w ramach diagnostyki „przy ponownym załączeniu”.

3. Przeciążenie i niedociążenie. Bezpieczne zatrzymanie w sytuacji wykrycia przeciążenia lub niedociążenia realizowane poprzez funkcję SS1 a następnie STO.

Zaprojektowano tensometr dwukanałowy podłączony do dedykowanego przetwornika, zgodność z SIL3. Sterownik safety wg. zapisanego programu wywołuje podanie sygnału zatrzymania na napęd serwo lub falownik SS1, po zatrzymaniu, wykonywana jest komenda STO jednocześnie wykonywana jest komenda zadziałania hamulców napędu, uwaga hamulce posiadają potwierdzenie zatrzaśnięcia w ramach diagnostyki „przy ponownym załączeniu”.

Dekompozycja SRECS:

1. Bezpieczne zatrzymanie.

WE – dwukanałowy, naprzemienny wyłącznik awaryjny, SILCL3.

E/EPR – Sterownik programowalny safety, SILCL3.

WY- Karta napędu/ falownikiem, SILCL3, dwa hamulce z diagnostyką SILCL3.

2. Kontrola położenia.

WE – dwukanałowy, czujnik położenia niebezpiecznego, SILCL3.

E/EPR – Sterownik programowalny safety, SILCL3.

WY- Karta napędu/ falownikiem, SILCL3, dwa hamulce z diagnostyką SILCL3.

3. Przeciążenie i niedociążenie. Bezpieczne zatrzymanie w sytuacji wykrycia przeciążenia lub niedociążenia realizowane poprzez funkcję SS1 a następnie STO.

WE – dwukanałowy, czujnik tensometryczny wraz z przetwornikiem, SILCL3.

E/EPR – Sterownik programowalny safety, SILCL3.

WY- Karta napędu/ falownikiem, SILCL3, dwa hamulce z diagnostyką SILCL3.

6.6. Instalacja elektryczna

Instalacje elektryczna wykonana zostanie z użyciem metalowych koryt perforowanych, ułożonych na uchwytych. Pomędzy korytami i resztą instalacji wykonane zostaną połączenia wyrównawcze.

Do budowy instalacji i szaf wykorzystane zostaną produkty:

- szafy: np. Eaton, Schneider, Rittal, bądź innej marki, według wyboru Wykonawcy
- wyposażenie modułowe: np. Moeller, Allan Bradley, F&F, Lovato lub inne, według wyboru Wykonawcy
- kable: np. Lappkabel, Helukabel, lub inne, według wyboru Wykonawcy
- koryta kablowe: np Baks lub inne, według wyboru Wykonawcy

Kable zasilające falowniki wykonane zostaną w odpowiednim ekranowaniu, aby zmniejszyć wpływ zakłóceń na środowisko, a falowniki wyposażone są w odpowiednie filtry.

6.7. Ochrona przeciwporażeniowa

Zastosowany układ sieci TN-S 5 przewodowy z oddzielną żyłą N (kolor niebieski) oraz żyłą PE (kolor żółto/zielony).

Ochrona podstawowa izolacja przewodów. Ochrona dodatkowa przed dotykiem pośrednim, samoczynne wyłączenie zasilania. Ochrona uzupełniająca wyłączniki różnicowoprądowe.

Po wykonaniu instalacji należy przeprowadzić odpowiednie pomiary elektryczne i ich wyniki przekazać w postaci protokołów.

6.8. Przewody zasilające

Przewody zasilające rozdzielnie urządzeń mechaniki RNMS realizowane w zakresie branży elektrycznej wg odrębnego opracowania.

Przewody zasilające pomiędzy falownikami a silnikami oraz falownikami a napędami serwo wykonać wg. zaleceń producenta napędów.

6.9. Przeglądy urządzeń

Poniżej przedstawiono wymagania dotyczące działań kontrolno-serwisowych wykonywanych przez Użytkownika:

- 1) Co tydzień:
 - a) sprawdzić historie awarii na wizualizacji, podjąć odpowiednie działania,
- 2) Co miesiąc:
 - a) oględziny w czasie postoju urządzenia,
 - b) sprawdzenie prawidłowości działania aparatury kontrolno – pomiarowej,
 - c) sprawdzić stan połączeń, aparatury zabezpieczającej, kabli, instalacji wyrównawczej,
 - d) usuwanie zauważonych uszkodzeń.
- 3) Co jeden rok:
 - a) wyzwolić wyłączniki różnicowo – prądowe. W tym celu należy przy włączonym zasilaniu urządzenia, wyzwolić wyłączniki za pomocą przycisku „Test”, a po próbie załączyć je znów do pracy. W przypadku nie wyzwolenia wyłącznika w wyniku użycia przycisku „Test” należy dany wyłącznik wymienić na nowy, o takich samych parametrach.
 - b) przeprowadzić próbę wyłączenia awaryjnego. W tym celu należy przy włączonym zasilaniu urządzenia, wcisnąć przycisk bezpieczeństwa na elewacji szafy, oznaczony kolorem czerwonym na żółtym tle. Powinno nastąpić zatrzymanie napędów.
- 4) Co dwa lata:
 - a) wymienić baterie UPS,
 - b) wymienić filtry w kratkach wentylacyjnych rozdzielni,
 - c) przeprowadzić pomiary: ciągłości układu połączenia ochronnego, rezystancji izolacji; wyniki pomiarów należy uznać za zadowalające, jeżeli są zgodne z PN-EN 60204-1.

7. Podsumowanie

Dokumentacja zawiera kompletny projekt modernizacji w zakresie:

- systemu mechaniki scenicznej,
- systemu sterowania mechaniką sceniczną.

Opracowanie jest zgodne z postanowieniami umowy oraz dokumentów związanych. W opracowaniu wykorzystano uzgodnienia poczynione z Zamawiającym w trakcie procesu projektowego. Opracowanie jest kompletne z uwagi na cel, jakiemu służy.