

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	2. Uwagi i decyzje czynników kontroli oraz zatwierdzenia	Teczka <b>1</b>	Str. <b>2</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

<p style="text-align: center;">OŚWIADCZENIE</p> <p>Praca projektowa jest wykonana zgodnie z umową i jest kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć</p> <p style="text-align: center;">..... Kierownik zespołu projektowego</p>	
<p>Inne:</p>	

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	3. Spis zawartości tomu	Teczka. <b>1</b>	Str. <b>3</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
		Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”	

	Str.
1. Strona tytułowa	1
2. Uwagi i decyzje czynników kontroli oraz zatwierdzenia	2
3. Spis zawartości tomu	3
4. Dane wyjściowe do projektowania	4
4.1 Podstawa opracowania	4
4.2 Przedmiot opracowania	4
4.3 Zawartość opracowania	4
4.4 Analiza założeń	4
4.5 Uwarunkowania realizacyjne	4
Załączniki szt. 1	
5. Opis techniczny	5/1÷9
5.1 Charakterystyka techniczna	5/1
5.2 Zasilanie, potrzeby własne	
i pomiary rozliczeniowe energii elektrycznej	5/2
5.3 Urządzenia	5/3
5.4 Sterowanie, blokady, sygnalizacja i obsługa podstacji	5/5
5.5 Zabezpieczenia	5/6
5.6 Kontrola doziemienia szyn głównych ”+” i „-,,	5/7
5.7 Ochrona przepięciowa	5/8
5.8 Ochrona przeciwporażeniowa	5/8
5.9 Kompensacja mocy biernej	5/8
5.10 Oddziaływanie zespołów prostownikowych na sieć zasilającą	5/9
5.11 Łączność	5/9
5.12 Telemechanika	5/9
6. Wytyczne organizacji montażu i transportu	6
7. Obliczenia techniczne	7/1÷10
7.1 Parametry podstacji	7/1
7.2 Zapotrzebowanie mocy potrzeb własnych 400/230V AC	7/3
7.3 Obliczenia zwarciovowe	7/3
7.4 Dobór urządzeń	7/5

Rysunki wg spisu

rys. 2-447276

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	4. Dane wyjściowe do projektowania	Teczka. <b>1</b>	Str. <b>4</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
		Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”	

#### 4.1 Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią :

- Umowa nr EP9-2171/2012 zawarta pomiędzy Inwestorem a „ELEKTROPROJEKT” S.A. O/ Lublin
- Umowa nr 7365/09 zawarta między „ELEKTROPROJEKT” S.A. O/ Lublin, a „ELEKTROPROJEKT” S.A. O/ Łódź,
- Warunki przyłączenia urządzeń elektroenergetycznych do sieci średniego napięcia PGE Dystrybucja LUBZEL Sp. z o.o. nr EZ.MM-4130/103/09 z dnia 2.12.2009r. (Zał. 1),
- - pismo PGE znak: 3112/PS.MM-4130/103-09/12 -
- Ustalenia robocze z przedstawicielem Inwestora.

#### 4.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest jednozespolowa podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana” przy ul. Faraona w Lublinie nr działki 185/17.

#### 4.3 Zawartość opracowania

Opracowanie zawiera:

- opis techniczny,
- plany rozmieszczenia urządzeń,
- schematy zasadnicze i strukturalne,
- rysunki montażowe i schematy połączeń,
- obliczenia techniczne,
- zestawienia materiałów,
- specyfikacja wykonania i odbioru robót (tom 9),
- przedmiar robót branża elektryczna podstacji (tom 10),
- kosztorys inwestorski branża elektryczna podstacji (tom 11),
- kosztorys ofertowy branża elektryczna podstacji (tom 12).

#### 4.4 Analiza założeń

Odstępstwa od warunków przyłączenia.

- W podstacji będzie wykonany jeden układ pomiarowy
- W automatykę SCO będzie wyposażone pole odpływowe (zespół prostownikowy)

#### 4.5 Uwarunkowania realizacyjne

- Podstacja została przystosowana do systemu zdalnego sterowania. System zdalnego sterowania oraz transmisja danych między podstacją i Centrum Zdalnego Sterowania winna być przedmiotem odrębnego zadania inwestycyjnego.
- Przytoczone w opracowaniu typy prefabrykatów urządzeń i aparatów zostały podane jako przykładowe. Dopuszcza się zastosowanie zamienników o parametrach nie gorszych niż przytoczone w projekcie. Gabaryty urządzeń i prefabrykatów nie mogą być większe niż przytoczone w projekcie.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/1
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

### 5.1 Charakterystyka techniczna

Podstacja prostownikowa jest przeznaczona do zasilania sieci trakcyjnej trolejbusowej. W podstacji prostownikowej trakcyjnej energia elektryczna prądu przemiennego jest przetwarzana na energię prądu stałego i za pomocą kabli, przesyłana do sieci jezdnej trakcji trolejbusowej.

#### Parametry podstacji MPK „Zana”

Lp	WYSZCZEGÓLNIENIE		JEDN.	WART.	UWAGI
1.	Sposób pracy punktu neutralnego sieci		uziemia przez rezystor		
2.	Napięcie znamionowe sieci		kV	15	
3.	Moc zwarciova na szynach 15kV Podstacji „Zana” Max(Min)		MVA	153(87)	
4.	Moc zainstalowana		kVA	1225	
5.	Prąd podstacji wg mocy zainstalowanej		A	47,2	
6.	Moc zamówiona 15-min. po str. SN		kW	600	
7.	Współczynnik mocy (bez kompensacji)		-	0,96	
8.	Prąd podstacji po stronie SN wg mocy zamówionej		A	24,1	
9.	Napięcie na szynach prądu stałego		V	660	
10.	Moc znamionowa zespołu prostownik. w kl. V przeciążalności		kW	800	
11.	Liczba pól RPS 660V	Zespół prostownikowy	szt.	1	
12.		Zasilacz trakcyjny + kabel minusowy	szt.	3	
13.		Wyłącznik rezerwowy	szt.	1	
14.	Napięcie pomocnicze potrzeb własnych prądu przemiennego		V	400/230	podst. - z 4 uzw. Tr. prost. rez. - z sieci nn
15.	Moc znam 4 uzw. Tr. prost.		kVA	25	potrz. wł. 400/230V AC
16.	Napięcie sterowania prądu stałego		V	220	z siłowni 220V DC

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/2
		Nr projektu: 7365/09	
		Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”	

## **5.2 Zasilanie, potrzeby własne i pomiary rozliczeniowe energii elektrycznej**

### **5.2.1 Zasilanie podstacji**

Zasilanie podstacji stanowią dwie linie kablowe 15kV wprowadzone do jednosekcyjnej 5-polowej Rozdzielniczy średniego napięcia – 15kV (RSN).

Zasilanie podstawowe – ze stacji RS Filaretów

Zasilanie rezerwowe – ze stacji RS Filaretów

Linie kablowe zasilające podstację po stronie SN nie są przedmiotem niniejszego opracowania.

### **5.2.2 Potrzeby własne podstacji**

#### **a) Potrzeby własne prądu przemiennego 400/230V**

Potrzeby własne prądu 400/230V AC zlokalizowane w projektowanej Rozdzielniczy potrzeb własnych 400/230V AC (Rpw1) są zasilane:

- Zasilanie podstawowe - z 4 uzwojenia (25kVA, 400/230V) Transformatora prostownikowego (T) będącego częścią składową Zespołu prostownikowego kompaktowego (ZPK),
- Zasilanie rezerwowe- przygotowane wprowadzenie z agregatu przewoźnego lub z sieci miejskiej nn.

#### **b) Potrzeby własne prądu stałego 220V**

W podstacji zastosowano zasilanie obwodów pomocniczych napięciem 220V DC z siłowni 220V DC (G10).

### **5.2.3 Pomiary rozliczeniowe energii elektrycznej**

#### **Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej po stronie SN**

Układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej po stronie SN składa się z:

- przekładników prądowych o klasie dokładności 0,5leg. i współczynnika bezpieczeństwa FS5,
- przekładników napięciowych o klasie dokładności 0,5leg.  
zainstalowanych w Rozdzielniczy średniego napięcia RSN w polu Pomiaru zlokalizowanym za polami dopływu oraz z następujących aparatów zainstalowanych na Tablicy licznikowej TL1:
- dwóch trójfazowych elektronicznych liczników energii elektrycznej, (podstawowego i kontrolnego) typu ZMD405CT44.0459 do pomiaru przekładnikowego, 3×58V/100V...240/415V, 5/1A, o klasie dokładności 0,5leg do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej, z wnątką na wymienne jednostki komunikacyjne oraz 4 wyjściami(dodatkowy zasilacz 100-240VAC/DC). Taryfy dla energii i mocy z wewnętrznym sterowaniem przez przełącznik czasowy.
- dwóch modułów komunikacyjnych (nabudowane na liczniki) typu CU-B4+ z transmisją RS 232 i RS 485.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/3
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

- Dwóch adapterów CU-ADP1
- dwóch modułów komunikacyjnych CU-P32 z antenami kierunkowymi ATK
- dwóch konwerterów RS232/485
- synchronizatora czasu US-162/GPS/REL/230
- listwy WAGO 847-102/000-001
- 20 zaciskowej listwy

Ponadto, na Tablicy licznikowej TL1 przewidziano zamontowanie gniazda wtykowego  
1-fazowego 230V AC.

### 5.3 Urządzenia

#### 5.3.1 Rozdzielnica średniego napięcia - 15kV (RSN)

Przyjęto rozdzielnicę jednosekcyjną, przyścienną, wyposażoną w następującą aparaturę obwodów głównych w polach:

- **Dopływy 1 i 2** - wyłącznik w wykonaniu wysuwnym typu VD4,
- **Szyny** - bez aparatury,
- **Pomiar** - przekładniki prądowe i napięciowe oraz uziemnik szyn,
- **Zespół prostownikowy** - wyłącznik w wykonaniu wysuwnym typu VD4, przekładniki prądowe oraz uziemnik.

#### 5.3.2 Rozdzielnica 660V prądu stałego (RPS)

Przyjęto rozdzielnicę dwuczłonową przyścienną według projektu "Elektroprojekt" Oddział w Łodzi i dokumentacji konstrukcyjnej Elektrobudowa SA , wyposażoną w szyny główne (+) (-) 660V i szynę obejściową (+) 660V oraz następującą aparaturę obwodów głównych w polach:

- **Zespół prostownikowy** - odłącznik prądu stałego 2-biegunowy z napędem silnikowym oraz bocznik,
- **Wyłącznik rezerwowy** - wyłącznik szybki typu UR15 1500A 900V w wykonaniu wysuwnym oraz bocznik,
- **Zasilacz trakcyjny i kabel minusowy** - wyłącznik szybki typu UR15 1500A, 900V w wykonaniu wysuwnym i odłącznik prądu stałego obejściowy 1-biegunowy z napędem silnikowym oraz bocznik i odłącznik prądu stałego kabla minus 1-biegunowy z napędem silnikowym.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/4
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

### 5.3.3 Rozdzielnice potrzeb własnych 400/230V AC (Rpw1) i 220V DC (Rpw2)

Przyjęto rozdzielnice przyścienne, wyposażone w aparaturę nn.

### 5.3.4 Siłownia 220V DC (G10)

Zastosowano siłownię 220V prądu stałego z redundancją typ UPS DC 220/15 prod. C&T Elmech Pruszcz Gdański 3×400V AC/220V, 15A DC posiadającą we wspólnej obudowie kasetowe zasilacze impulsowe, kasetowe moduły pomiarowe oraz baterię 18 akumulatorów żelowych 25Ah. Siłownia ta zaprojektowana i wykonana dla tego typu podstacji sprawdza się w eksploatacji. Istnieje możliwość zainstalowania w podstacji innej równoważnej siłowni o parametrach takich jak przyjęto w projekcie.

### 5.3.5 Zespół prostownikowy kompaktowy 660V prądu stałego (ZPK)

W podstacji zostanie ustawiony Zespół prostownikowy kompaktowy ZPK wyposażony w:

- Transformator prostownikowy żywiczny (T) 4-uzwojeniowy, parametrach znamionowych: moc 1225kVA/600/600/25kVA, napięcie 15,75+4×2,5%-2×2,5%/, układ połączeń Yy0d11zn5, napięcie zwarcia 11,0%, współczynnik tętnień  $k \leq 2$ ,
- Prostownik diodowy (V) na znamionowe napięcie wyprostowane 660V, zamontowany na transformatorze,
- ograniczniki przepięć po stronie SN i DN Zespołu prostownikowego,
- zabezpieczenia fabryczne Transformatora prostownikowego (T) i Prostownika (V).

Zespół prostownikowy (ZPK), który służy do zasilania trakcji miejskiej 660V prądu stałego, posiada układ prostowniczy składający się z 2 mostków diodowych 3-fazowych połączonych z transformatorem w układzie 12-pulsowym bez dławika, 300Hz oraz parametry:

- napięcie zasilania 15,75kV, 50Hz+4×2,5%-2×2,5%,
- znamionowe napięcie stałe 660V,
- znamionowy prąd stały 1200A (wartość odniesienia),
- przeciążalność w V kl. według PN-IEC 146-1-3:1996.

Uzwojenie 4 (o mocy 25kVA) Transformatora prostownikowego, które służy do zasilania potrzeb własnych 400/230V AC podstacji jest wyposażone w:

- rozłącznik bezpiecznikowy typu RBK-00,
- ochronnik typu DEHNventil TNS 255.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/5
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

## **5.4 Sterowanie, blokady, sygnalizacja i obsługa podstacji**

### **5.4.1 Sterowanie**

Sterowanie podstacją może odbywać się:

- lokalnie - z poszczególnych pól rozdzielnic,
- automatycznie,
- zdalnie –z Dyspozytorni (po zrealizowaniu systemu zdalnego sterowania)

Podstacja jest wyposażona w następujące automatyki:

- automatykę rozproszoną zasilaczy trakcyjnych 660V DC, zaprojektowaną w oparciu o sterownik CZAT-Smart produkcji ELESTER-PKP (dostarczany wraz z oprogramowaniem), obejmującą SPZ z uprzednią próbą na zwarcie,
- automatykę SZR na liniach zasilających SN, zaprojektowaną w oparciu o sterownik CZAT-Smart produkcji ELESTER-PKP (dostarczany wraz z oprogramowaniem).
- automatykę SZR nn w liniach nn zasilających Potrzeby własne 400/230V AC. (po wprowadzeniu zasilania rezerwowego nn)

### **5.4.2 Blokady**

W podstacji zaprojektowano następujące blokady:

- uziemnika SN z wyłącznikiem SN oraz przed załączeniem na napięcie,
- uziemnika szyn SN z wyłącznikami w polach dopływowych SN oraz przed załączeniem na napięcie,
- odłączników DC zespołu prostownikowego - przy zamkniętym wyłączniku SN,
- wyłącznika SN zespołu prostownikowego - przed załączeniem przy zaniku napięcia sterowania,
- wyłączników DC zasilaczy trakcyjnych – przed załączeniem przy zamkniętych odłącznikach liniowych i szynowych DC,
- wyłącznika rezerwowego DC Zasilaczy trakcyjnych - przed załączeniem przy zamkniętych odłącznikach obejściowych DC,
- zasilacza trakcyjnego - po trzykrotnej nieudanej próbie linii (oprogramowanie sterownika),
- zasilaczy nn - przed pracą równoległą.



Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/6
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

### 5.4.3 Sygnalizacja

Sygnalizacja rozwiązana będzie jako:

- ruchowa - za pomocą lampek i sterowników,
- ostrzegawcza - za pomocą komputera panelowego, przekaźników sygnalizacyjnych i dzwonka,
- alarmowa - za pomocą komputera panelowego, przekaźników sygnalizacyjnych i buczka.

Ponadto, sterowniki CZAT Smart posiadają własny system sygnalizacji.

Na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym pojawiają się komunikaty o stanie pól obsługiwanych przez dany sterownik, a diody LED sygnalizują pobudzenie wejść i wyjść sterownika. Również zabezpieczenia w polach zespołów prostownikowych rozdzielnic SN są wyposażone we własny system sygnalizacji (wyświetlacz ciekłokrystaliczny i diody LED).

Sygnalizacja ta jest opisana w DTR powyższych urządzeń.

### 5.4.4 Obsługa podstacji

Podstacja może pracować z obsługą lub bez obsługi po uruchomieniu Centralnej Dyspozytorni.

## 5.5 Zabezpieczenia

### 5.5.1 Zespół prostownikowy

Zespół prostownikowy jest wyposażony w zabezpieczenia od:

- zwarć – za pomocą zespołu zabezpieczeń pola transformatora SN/nn typu megaMUZ (zabezpieczenie podstawowe) oraz za pomocą przekaźnika nadprądowego bezzwłocznego RIT-430A (zabezpieczenie rezerwowe),
- przeciążeń - za pomocą zespołu zabezpieczeń megaMUZ,
- automatyka SCO - za pomocą zespołu zabezpieczeń megaMUZ,
- przeciążeń - za pomocą wieloprogowego zabezpieczenia nadprądowo-czasowego w cyfrowym zespole CZAT Smart zainstalowanym po stronie 660V prądu stałego.

Ponadto, Zespół prostownikowy jest wyposażony w następujące zabezpieczenia fabryczne:

- czujniki przepalenia bezpieczników obwodów RC po stronie DC,
- czujniki termiczne PTC 140°C i PTC 155°C oraz układ RTT-5,
- ograniczniki przepięć po stronie GN typu POLIM D18N,
- ograniczniki przepięć po stronie DN typu GX0-LOVOS-10/660-2,
- uziemiony ekran międzyuzwojeniowy.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/7
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

### 5.5.2 Zasilacze nn potrzeb własnych

Zasilacze nn potrzeb własnych 400/230V AC są zabezpieczone bezpiecznikami:

- Zasilanie podstawowe z 4 uzwojenia transformatora prostownikowego - w zespole prostownikowym (ZPK),
- Zasilanie rezerwowe (w złączu kablowo-pomiarowym nn lub agregacie).

### 5.5.3 Zasilacze trakcyjne

Zasilacze trakcyjne wyposażone są w zabezpieczenia od:

- zwarć i przeciążeń, za pomocą wyzwalaczy nadprądowych bezzwłocznych (zainstalowanych fabrycznie na wyłącznikach szybkich),
- przeciążeń długotrwałych, za pomocą wieloprogowego zabezpieczenia nadprądowo-czasowego w cyfrowym zespole automatyki zasilacza trakcyjnego (CZAT Smart),
- od zwarć ograniczonych, za pomocą zabezpieczenia różniczkującego odróżniającego zwarcia od przeciążeń w cyfrowym zespole automatyki zasilaczy trakcyjnych (CZAT Smart).

## 5.6 Kontrola doziemienia szyn głównych „+” i „-”

W polu Wyłącznika rezerwowego RPS jest zainstalowany miernik izolacji typu IR5002. Wyjścia przekaźnikowe miernika (doziemienie „+”, „-”, oraz awaria) są wprowadzone do sterownika CZAT-Smart.

Podczas normalnej pracy podstacji, po wykryciu doziemienia mogą być wyłączane wszystkie Zasilacze trakcyjne i powtórnie załączane przez automatykę.

Identyfikacja zasilacza, w którego sekcji sieci trakcyjnej wystąpiło doziemienie, odbywa się w następujący sposób: przed samoczynnym powtórным załączeniem zasilaczy trakcyjnych jest wykonywana próba linii dla każdego zasilacza i po wykryciu doziemienia, zasilacz z wykrytym doziemieniem nie jest załączany. Uruchomiona zostaje wtedy sygnalizacja lokalna i zdalna wraz z rejestracją doziemienia, czasem jego wystąpienia, numerem zasilacza (sekcji) oraz bieguna, w którym wystąpiło doziemienie. Sposób ten służy także do wykrywania doziemień występujących jednocześnie w kilku sekcjach sieci trakcyjnej.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/8
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

### **5.7 Ochrona przepięciowa**

W zespole prostownikowym kompaktowym (ZPK) przewidziano ochronę:

- uzwojeń pierwotnych i wtórnych Transformatora prostownikowego (T) od przepięć - za pomocą ograniczników przepięć SN i nn (wyposażenie fabryczne),
- diod Prostownika (V) od przepięć komutacyjnych - za pomocą specjalnych układów RC (wyposażenie fabryczne),
- zasilacza nn od przepięć – za pomocą ochronnika nn.

W Rozdzielniczy prądu stałego 660V (RPS) przewidziano ochronę:

- szyny głównych (+) i (-) od przepięć obszarze podstacji, pochodzących od przewodu jezdnego - za pomocą ochronników przepięć.

W obwodach sterowania i sygnalizacji w poszczególnych rozdzielnicach wyposażonych w sterowniki CZAT3000plus przewidziano:

- ograniczniki przepięć typu OP/1 i OP2.

### **5.8 Ochrona przeciwporażeniowa**

Jako ochronę przed dotykiem pośrednim w urządzeniach średniego napięcia, w urządzeniach 660V prądu stałego przewidziano uziemienie ochronne, natomiast w urządzeniach 400/230V prądu przemiennego (sieć TN-S) i 220V prądu stałego (sieć IT) przewidziano samoczynne wyłączenie zasilania.

Ponadto, w sieci 220V prądu stałego przewidziano ciągłą kontrolę doziemienia obu biegunów, zrealizowaną w siłowni prądu stałego.

W podstacji przewidziano jeden wspólny uziom dla urządzeń prądu stałego 660V, prądu przemiennego 15kV i 0,4kV (uziemienie ochronne i robocze) oraz dla istniejącej instalacji odgromowej. Rezystancja tego uziomu nie powinna być większa niż wynikająca z obliczeń i nie większa niż **1Ω**, co należy potwierdzić pomiarami.

Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej należy stwierdzić za pomocą pomiarów wartości napięć rażeniowych dotykowych przy wymuszaniu przepływu odpowiedniego prądu uziomowego.

Wszystkie aparaty należy podłączyć do instalacji uziemiającej.

### **5.9 Kompensacja mocy biernej.**

Z uwagi na wysoki współczynnik mocy zespołu prostownikowego o pulsacji 12-fazowej (rzędu 0,96), nie projektuje się urządzeń do kompensacji mocy biernej.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	5. Opis techniczny	Teczka. 1	Str. 5/9
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

#### **5.10 Oddziaływanie zespołów prostownikowych na sieć zasilająca**

Z uwagi na 12-fazową pulsację zespołu prostownikowego, nie przewiduje się stosowania dodatkowych środków ochrony przed nadmiernym odkształceniem napięcia.

Niemniej jednak, po zakończeniu budowy podstacji zalecamy wykonanie pomiarów sprawdzających, w oparciu o przepisy obowiązujące w czasie wykonywania pomiarów.

#### **5.11 Łączność**

Łączność głosowa może być realizowana za pomocą stacjonarnego aparatu telefonicznego i za pomocą telefonu komórkowego (nie jest przedmiotem opracowania).

#### **5.12 Telemechanika**

Wszystkie urządzenia objęte niniejszym opracowaniem zostały przystosowane do systemu zdalnego sterowania.

<b>Elektroprojekt® S.A.</b> Oddział w Łodzi	<b>6. Wytyczne organizacji montażu i transportu</b>	Teczka. <b>1</b>	Str. <b>6</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

Rozdzielnice, tablice aparatuowe, zespół prostownikowy kompaktowy oraz wszystkie konstrukcje będą wykonane w warsztatach przedsiębiorstwa montażowego.

Rozdzielnicę średniego napięcia - 15kV (RSN) i Rozdzielnicę prądu stałego 660V (RPS) należy transportować w postaci kompletnych pojedynczych pól. Producent decyduje, które elementy rozdzielnic powinny być na czas transportu wymontowane z rozdzielnic i transportowane oddzielnie.

Transport poszczególnych urządzeń będzie odbywał się samochodem, a na terenie podstacji - ręcznie na rolkach.

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	7. Obliczenia techniczne	Teczka. 1	Str. 7/1
		Nr projektu: 7365/09	
		Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”	

### 7.1 Parametry podstacji

Zasilanie SN				
Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	JEDN.	WART.	UWAGI
1.	Sposób pracy punktu neutralnego sieci	uziemiający przez rezystor		
2.	Napięcie znamionowe sieci $U_n$	kV	15	
3.	Moc zainstalowana $S_i$	kVA	1225	
4.	Prąd podstacji po stronie SN według mocy zainstalowanej $I_{i-max}$	A	47,2	
5.	Moc zamówiona 15-min. po str. SN $P$	kW	600	
6.	Współczynnik mocy (bez kompensacji) $\cos \varphi$	-	0,96	
7.	Prąd podstacji po stronie SN według mocy zamówionej $I_{max}$	A	24,1	
8.	Moc zapotrzebowana 15-min (odpowiadająca mocy zamówionej) $S$	kVA	625	
9.	Współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej $k$	-	0,51	
10.	Prąd zwarcia doziemnego w GPZ „Wrotków” $I_{Ik}''$	A	250	$T_{Ik}=0,5s$
11.	Moc zwarcia na szynach 15kV GPZ „Wrotków” $S_k''$	MVA	180	$T_k=1,5s^{1)}$
12.	Prąd zwarcia doziemnego w GPZ „Śródmieście” $I_{Ik}''$	A	250	$T_{Ik}=0,5s$
13.	Moc zwarcia na szynach 15kV GPZ „Śródmieście” $S_k''$	MVA	180	$T_k=1,5s^{1)}$
14.	Zasilanie SN: GPZ „Wrotków” GPZ „Śródmieście”	m m	5700 2000	
Rozdzielnica średniego napięcia (RSN)				
Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	JEDN.	WART.	UWAGI
15.	Napięcie zasilania	kV	15	
16.	Moc zwarcia na szynach SN Max(Min)	MVA	153(87)	

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	7. Obliczenia techniczne	Teczka. 1	Str. 7/2
		Nr projektu: 7365/09	
		Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”	

**Transformator prostownikowy (T) w Zespole prostownikowym kompaktowym (ZPK)**

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	JEDN.	UZWOJENIE NR				UWAGI
			1-GN	2-DN	3-DN	4-DN	
			RSN	Zespół prostown.		P.wł.	
8.	Moc znamionowa	kVA	1225	600	600	25	
9.	Napięcie znamionowe	kV	15,75	0,525	0,525	0,4	
10.	Prąd znamionowy	A	44,9	660	660	36,1	

**Zespół prostownikowy kompaktowy (ZPK) wg kl. V IEC 60146 przeciążalności**

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	JEDN.	STRONA				UWAGI
			GN	DN	DN	PR.ST.	
11.	Moc znamionowa		1200	600	600	800	$S_{rT} = 1200\text{kVA}$
12.	Napięcie znamionowe	kV	15,75	0,525	0,525	0,660	
13.	Obciążenie trwałe $I_r$ przy 75% $S_{rT} = 900\text{kVA}$	A	33	495	495	1200	
14.	Przeciążenie 2-h $I_{2h} = 1,5 \times I_r$	A	49,5	742	742	1800	
15.	Przeciążenie 1-min $I_{1m} = 2 \times I_r$	A	66	990	990	2400	

**Rozdzielnica prądu stałego 660V (RPS)**

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE		JEDN.	WART.	UWAGI
16.	Napięcie na szynach prądu stałego		V	660	
17.	Liczba pól:	Zespół prostownikowy	szt.	1	
18.		Zasilacz trakcyjny + kabel minusowy	szt.	3	
19.		Wyłącznik rezerwowy	szt.	1	

**Rozdzielnica potrzeb własnych 400/230V AC (Rpw1)**

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	JEDN.	WART.	UWAGI
20.	Napięcie pomocnicze potrzeb własnych AC	V	400/230	Podstawowe - z 4 uzw. Tr. pr. Rezerwowe - z sieci nn lub agregatu

**Rozdzielnica potrzeb własnych 220V DC (Rpw2)**

Lp.	WYSZCZEGÓLNIENIE	JEDN.	WART.	UWAGI
21.	Napięcie sterowania DC	V	220	z siłowni 220V DC

<b>Elektroprojekt® S.A.</b> Oddział w Łodzi	<b>7. Obliczenia techniczne</b>	Teczka. <b>1</b>	Str. 7/3
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

## 7.2 Zapotrzebowanie mocy potrzeb własnych 400/230V AC

Obliczenia zapotrzebowania mocy potrzeb własnych 400/230V, 50Hz znajdują się w teczce 6 niniejszego opracowania: „Instalacje elektryczne”.

## 7.3 Obliczenia zwarciovowe

(patrz Schemat strukturalny – rys. nr arch. 1/3)

Obliczenia wielkości zwarciovych wykonano z wykorzystaniem następujących norm:

- **PN-EN 60865-1:2002 (U)** Obliczanie skutków prądów zwarciovych.  
Część 1: Definicje i metody obliczania
- **PN-EN 60909-0:2002 (U)** Prądy zwarciovowe w sieciach trójfazowych prądu przemiennego.  
Część 0: Obliczanie prądów

### **OZNACZENIA:**

**Q** – Miejsce przyłączenia zasilania

**K** – Miejsce zwarcia

Dane do obliczeń podane w Warunkach przyłączenia do sieci elektroenergetycznej PGE Dystrybucja LUBZEL Sp. Z o.o ul. Garbarska 21 20-340 Lublin nr EZ.MM-4130/103/09 z dnia 2.12.2009r

- sposób pracy punktu zerowego sieci: sieć uziemiona przez rezystor
- napięcie znamionowe sieci:  $U_n = 15\text{kV}$
- moc zwarciovowa na szynach 15kV GPZ:  $S_k'' = 180\text{MVA}$
- prąd zwarcia doziemnego:  $I_{Ik}'' = 250\text{A}$
- moc przyłączeniowa:  $P = 600\text{ kW}$

### **UWAGA:**

- Bez nawiasów podano wyniki obliczeń dla  $c_{max}=1,1$  i maksymalnych wartości prądów zwarciovych (w nawiasach podano wyniki obliczeń dla  $c_{min}=1,0$  i minimalnych wartości prądów zwarciovych),



Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	7. Obliczenia techniczne	Teczka. 1	Str. 7/4
		Nr projektu: 7365/09	
		Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”	

Miejsce zwarcia K	MAKS. (MIN.) prąd zwarcia po stronie:										Jed.
	15kV					525V		660V			
	$I_k$	$i_p$	$I_b$	$I_{t1h}$	$I_{k2}$	$I_k$	$i_p$	$I_{BB}$	$I_{BB1}$	$I_{pDC}$	
Szyny 15kV	A					-	-	-	-	-	kA
	5,9	12,41	5,9	5,93	(3,17)						
Zac PR ST 1 zesp	B					C		D			kA
	0,402	-	-	-	(0,314)	12,65	29,7	16,23	16,23	27,6	

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	7. Obliczenia techniczne	Teczka. 1	Str. 7/5
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

## 7.5 Dobór urządzeń

### 7.4.1 Dobór rozdzielnic

Lp.	ROZDZIELNICA		DANE OBLICZENIOWE					DANE ZNAMIONOWE ROZDZIELNICY				UWAGI			
	NAZWA	TYP	$U_n$	$I_{max}$	$I_b$	$i_p$	$I_{t1h}$	$U_r$	Prąd znam. wył. dopł.	Prąd znam. szyn zbiorczych					
										ciągły	1-sek.		szczyt.		
							$I_{BB}$	$I_{pDC}$	—		$I_{wyt}$		$I_r$	$I_{th}$	$i_{dyn}$
			kV	A	kA	kA	kA	kV	A	kA	kA		kA		
1	RSN		17,5 AC	24,1	5,9	12,41	5,93	17,5	630	630	20	50			
2	RPS		0,660 DC	1200	16,23	27,6	—	1,0 DC	2000	≥ 2000	—	≥ 50			

Dobre rozdzielnice spełniają następujące warunki: **RSN:**  $U_r > U_n$ ,  $I_{wyt} > I_b$ ,  $I_r > I_{max}$ ,  $I_{th} > I_{t1h}$ ,  $i_{dyn} > i_p$

**RPS:**  $U_r > U_n$ ,  $I_{wyt} > I_{BB}$ ,  $I_r > I_{max}$ ,  $i_{dyn} > I_{pDC}$

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	7. Obliczenia techniczne	Teczka. <b>1</b>	Str. <b>7/6</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

#### 7.4.2 Dobór aparatury rozdzielnic średniego napięcia - 15kV (RSN)

Lp.	NAZWA POLA	NR POLA	DANE OBLICZENIOWE						DANE ZNAMIONOWE APARATURY			UWAGI
			Obciąż.		Warunki zwarcia				Wyłącznik /Rozłącznik/ Uziemnik	Przekładnik prądowy	Przekładnik napięciowy	
			$I$	$I_{max}$	$I_b$	$i_p$	$I_{t1h}$	$I_k''$				
			A	A	kA	kA	kA	kA				
1.	Dopływ 1 (zasilanie podstawowe)	2		24,1 <sup>1)</sup>	5,9	12,41	5,93	5,9	Wył. VD4 $I_r=630A$ $I_{wył}=16kA$ $I_{zat}=40kA$	—	—	
	Dopływ 2 (zasilanie rezerwowe)	1		24,1 <sup>1)</sup>	5,9	12,41	5,93	5,9	Wył. VD4 $I_r=630A$ $I_{wył}=16kA$ $I_{zat}=40kA$	—	—	

Elektroprojekt® S.A. Oddział w Łodzi	7. Obliczenia techniczne	Teczka. 1	Str. 7/7
		Nr projektu: 7365/09	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

Lp.	NAZWA POLA	NR POLA	DANE OBLICZENIOWE						DANE ZNAMIONOWE APARATURY			UWAGI
			Obciąż.		Warunki zwarciove				Wyłącznik /Rozłącznik/ Uziemnik	Przekładnik prądowy	Przekładnik napięciowy	
			$I$	$I_{max}$	$I_b$	$i_p$	$I_{t1h}$	$I_k''$				
			A	A	kA	kA	kA	kA				
2.	Pomiar:	3		24,1 <sup>1)</sup>					Uziemnik $I_r=630A$ $I_{th}=20kA$	30/5/5A $I_{th\ min}=300\times I_{Ir}$ (9kA) $i_{dyn}=2,5\times I_{th}$ (22,5kA)	15:√3/0,1:√3/0,1:√3kV	
	– rozliczeniowy en. el. wg mocy zamówionej				5,9	12,41	5,93	5,9		<u>Rdzeń I:</u> 10VA kl.0,5 FS5leg.	<u>Uzwojenie wtórne 1:</u> 5VA, kl. 0,5leg.	
	– prądu w szynach (telepomiar)									<u>Rdzeń II:</u> 10VA kl.0,5 FS10	–	
	– napięcia na szynach (lokalny+telepomiar) + obwody napięciowe megaMUZ-TR									–	<u>Uzwojenie wtórne 2:</u> 5VA, kl. 0,5	
1) Prąd maksymalny podano na podstawie aktualnej mocy zamówionej dla Podstacji MPK „Zana”: <b>P = 600 kW</b>												
3.	Zespół prostownikowy	5		33					Wył. VD4 $I_r=630A$ $I_{wyt}=16kA$ $I_{zat}=40kA$ Uziemnik $I_r=630A$ $I_{th}=40kA$	50/5A 5VA, 5P10 $I_{th\ min}=300\times I_{rI}=15kA$ $i_{dyn}=37,5kA$	–	

Dobrana aparatura spełnia następujące warunki:  $I_r > I_{max}$ ,  $I_{wyl} > I_b$ ,  $i_{zat} > i_p$ ,  $I_{th} > I_{t1h}$

<b>Elektroprojekt® S.A.</b> Oddział w Łodzi	<b>7. Obliczenia techniczne</b>	Teczka. <b>1</b>	Str. <b>7/8</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

### 7.4.3 Dobór przekrojów kabli

Lp.	MIEJSCE POŁĄCZEŃ		NAP. ZN.	RODZAJ POŁĄCZEŃ	SPRAWDZENIE PRZEKROJU ZE WZGLĘDU NA:									
					Obciążenie długotrwałe				Warunki zwarcia					
					Prąd maks.	Obciążalność			Temperatura		Czas zwarcia	Prąd zwarc.	Obc. 1sek.	Przek min
						prąd.	wsp.	dług.	dług.	gran.				
	$I_{max}$	$I_d$	$k_g$	$I_{dd}$	$\theta_{dd}$	$\theta_{gran.}$	$T_k$	$I_k''/I_{BB}$	$j_{1s}$	$s_{min}$				
A	A	—	A	°C	°C	s	kA	A/mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>					
2.	OD	Rozdz. RSN /Pole 5	15	3×YHKXS 50/25mm <sup>2</sup> 12/20kV, w kanale	47,2	245	0,85	208	90	250	0,2	7,6	94	36
	DO	Zespół prost. ZPK												
3.	OD	Zespół prost. ZPK	0,66	2×YKY 1×500mm2 1kV, w kanale	1800	2×966	0,95	1835	70	140	0,2	9,1	103	70
	DO	Rozdz. RPS/Pole 1												
4.	Szyny zbiorcze RPS 660V PR.ST.		0,66	Szyny Cu	1800	Szyny Cu wg producenta rozdzielnic								
5.	OD	Zespół ZPK-Rozłącznik	0,4	YKY 5×10mm <sup>2</sup> 1kV, w kanale		75	0,95	72	70	160			115	
	DO	Rozdz. Rpw1 (Potrzeby wł. 400/230VAC)												

<sup>1)</sup> Prąd obciążenia podano na podstawie aktualnej mocy zamówionej Podstacji MPK „Zana”:  $P = 600 \text{ kW}$ ,  $s_{min} = (I_k'' \times \sqrt{T_k}) / j_{1s}$

<b>Elektroprojekt® S.A.</b> Oddział w Łodzi	<b>7. Obliczenia techniczne</b>	Teczka. <b>1</b>	Str. <b>7/9</b>
		Nr projektu: <b>7365/09</b>	
Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”			

#### 7.5.4 Dobór zabezpieczeń po stronie 15kV – Rozdzielnica SN

Lp.	DANE SIECI					ZABEZPIECZENIE							UWAGI
	Dane eksploatacyjne					Typ	Wielkości wynikowe						
	Nr celki	Nazwa celki	ZABEZ-PIECZE-NIE OD:	Prąd zn. zab.	Przekł. prąd.		Prąd rozruchu		Nastawa		Wsp. czułości		
				$I_{n-ZAB}$			Wzór	Wy-nik	Prąd	Czas	Obl.	Wyn.	
									$I_s$	$T$	$k_{cz}$		
									A	A/A	-	s	
1.	5	Zespół prostow-nikowy	ZWARĆ WEWN. –rez.	5	50/5 n <sub>i</sub> =10	RIT-430A							$I_{n-ZAB}=5A$ (przekładnik)
						• ZWARC. $I_s=(1\div 20) I_n$ $=5\div 100A$	$\frac{k_b\times k_{sch}\times I_{kmax}''}{n_i}$	56,3	$11,3\cdot I_n$	$0,0^{1)}$	5,6	$>2$	$k_b=1,4; k_{sch}=1,0$ $I_{kmax}''=402A - \boxed{B}$ $I_{kmin}''=3170A - \boxed{A}$
2.	5	Zespół prostow-nikowy				MegaMUZ-TR							$I_{n-ZAB}=44,9A$ (transf.)
			ZWARĆ WEWN. –podst..	44,9	50/5	• ZWARC. (0,05-24) $I_n$ (0,05-300)s	$k_b\times k_{sch}\times I_{kmax}''$	563	$12,5\cdot I_n$	$0,0^{1)}$	5,6	$>2$	$k_b=1,4; k_{sch}=1,0$ $I_{kmax}''=402A - \boxed{B}$ $I_{kmin}''=3170A - \boxed{A}$
			PRZET. wywoł. ZWARĆ ZEWN.			• PRZECIĄŻ. NIEZALEŻNE (0,05-2,4) $I_n$ (0,1-12,5)s	$\frac{k_b\times k_{sch}\times I_{robmax}}{k_p}$	96,28	$2,1\cdot I_n$	0,7	3,26	$\geq 1,5$	$k_b=1,4; k_p=0,98$ $I_{robmax}=1,5\times I_{rT}=67,4A$ $I_{kmin}''=314A - \boxed{B}$

<div>Elektroprojekt® S.A.</div> <div>Oddział w Łodzi</div>	<div>7. Obliczenia techniczne</div>	<div>Teczka.</div> <div>1</div>	<div>Str.</div> <div>7/10</div>
		<div>Nr projektu:</div> <div>7365/09</div>	
		<div>Podstacja prostownikowa trakcyjna „Zana”</div>	

DANE SIECI						ZABEZPIECZENIE					UWAGI	
Dane eksploatacyjne						Typ	Wielkości wynikowe					
Lp.	Nr celki	Nazwa celki	ZABEZ-PIECZE-NIE OD:	Prąd zn. zab.	Przekł. prąd.	• RODZAJ ZABEZP./zakres prąd./zakres czas.	Prąd rozruchu		Nastawa			
				$I_{n-ZAB}$			Char.	$k \times I_n$	Prąd			Czas
									$I_I$	$I_{DC}$		
											A	
3.	5	Zespół prostownikowy				megaMUZ-TR						$I_{n-ZAB}=45,9;1,1=45A$ (przeciąż.2-h.: k)
			PRZEC.	45,0	50/5	• PRZECIĄŻ. ZALEŻNE k=1,1/100-10000s k=1,2/100-10000s k=1,5/100-10000s k=2,0/1-5000s k=3,0/1-1000s k=6,0/0,1-100s	Odwzo-rowanie modelu cieplnego dla prze-ciążalności według kl. V IEC 60146	$1,1 \times I_n$	33,0	1200	7800	Przeciążalność zespołów prostown. w kl. V według PN-IEC 146: trwale $\propto -I_r=33,0A$ <b>2 godz.-1,5×I<sub>r</sub>=49,5A</b> 1 min. - 2×I <sub>r</sub> =66A Przeciążalność 10-s diody: 10-s - I <sub>DC</sub> =5000A
						$1,2 \times I_n$		36,0	1309	3000		
						$1,5 \times I_n$		45,0	1637	70		
						$2,0 \times I_n$		60,0	2182	30		
						$3,0 \times I_n$		90,0	3273	10		
						$6,0 \times I_n$		270,0	6545	1		

- 1) Przy nastawie czasowej  $T_k = 0,0$  s na komponencie czasowym zabezpieczenia, czasie własnym przełącznika  $T_p=0,010$  s i czasie własnym otwierania wyłącznika  $T_{wył}=0,65$  s, zwarcie na SZYNACH PR. ST. zostanie wyłączone z czasem  $T = T_k + T_p + T_{wył} = 0+0,010+0,065=0,075$  s.  
(prąd zwarcia na zaciskach PR. ST. wytrzymywany przez prostownik =**16kA** w ciągu **0,2s**)