

PSE-Operator S.A.

STANDARDOWE SPECYFIKACJE FUNKCJONALNE

Numer kodowy

PSE-SF.KSE1/2005v1

TYTUŁ :

**1.
KRAJOWY SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY**

OPRACOWANO:

**DEPARTAMENT
INFRASTRUKTURY SIECIOWEJ**

**ZATWIERDZAM
DO STOSOWANIA**

PREZES ZARZĄDU

Stefania Kasprzyk

Data *listopad 2005*

WARSZAWA, Październik 2005.

Spis treści

strona

1.	Wprowadzenie.....	3
2.	Zakres.....	3
3.	Normy i standardy.....	3
4.	Warunki systemowe	3
4.1	Napięcia.....	3
4.2	Częstotliwość.....	3
4.3	Poziomy maksymalne prądów zwarciovych i prądów znamionowych	4
4.4	Wytrzymałość zwarciova.....	4
4.5	Prądy pojemnościowe linii.	4
4.6	Oscylacje mocy na liniach przesyłowych.	5
4.7	Współczynniki uziemienia sieci.	5
4.8	Zawartość harmonicznyc w prądzie.....	5
4.9	Zawartość harmonicznyc w napięciu	6
4.10	Składowa przeciwna w napięciu	6
4.11	Składowa przeciwna w prądzie.....	6
5.	Dobór (auto)transformatorów i dławików kompensacyjnych	6
5.1	(Auto)transformatory.....	6
5.2	Prądy magnesowania (auto)transformatorów.....	7
5.3	Dławiki kompensacyjne.	7
6.	Czasy likwidacji zakłóceń – wyłączenia 1 i 3 fazowe	8
6.1	Czasy likwidacji zakłóceń	8
6.2	Wyłączenia 1 i 3 fazowe oraz układy automatyki SPZ.	8
7.	Niezawodność sieci w ustalonym stanie pracy.	8
8.	Praca sieci w stanach n-1	9
9.	Praca stacji w czasie remontów lub konserwacji.....	9

1. Wprowadzenie.

W specyfikacji zostały zdefiniowane warunki jakie mogą wystąpić w systemie przesyłowym 400 kV, 220 kV i 110 kV oraz wynikające stąd wymagania techniczne, które powinny spełniać stacje i urządzenia przyłączane do tego systemu.

2. Zakres

Specyfikacja zawiera informacje o podstawowych parametrach sieci (takich jak napięcia, prądy, częstotliwość, zawartość harmoniczných) oraz czasach likwidacji zakłóceń. Podano również ogólne wymagania dla doboru (auto)transformatorów 400/220 kV, 400/110 kV i 220/110 kV i dławików kompensacyjnych.

W rozdziałach 7 i 8 opisane zostały warunki techniczne decydujące o niezawodności sieci przesyłowej w ustalonym stanie pracy i w stanach n-1.

3. Normy i standardy.

Wymagania techniczne odnośnie pracy Krajowego Systemu Przesyłowego oraz ogólnych zaleceń technicznych dla przyłączanych do tego systemu stacji elektroenergetycznych sformułowano na podstawie:

- Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP) obowiązującej od dnia 01. 01. 2005,
- ISO 9001,
- Ustawy Prawo Energetyczne z dn. 10. 04. 1997 z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 grudnia 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, ruchu i eksploatacji tych sieci.

4. Warunki systemowe

4.1 Napięcia

Napięcie znamionowe	400 kV	220 kV	110 kV
Najwyższe napięcie robocze systemu ^(I)	420 kV ^(II)	245 kV	123 kV
Dopuszczalne napięcie minimalne ^(I)	360 kV	200 kV	105 kV
Napięcie znamionowe urządzeń pierwotnych ^(III)	420 kV	245 kV	123 kV

(I) - te wartości mogą być przekraczane w stanach zakłóceń

(II) – maksymalne napięcie może mieć wartość 440 kV przez okres 15 minut

(III) – za wyjątkiem wartości definiowanych niezależnie

4.2 Częstotliwość

Częstotliwość znamionowa dla stacji i urządzeń wynosi 50 Hz. Dopuszczalne odchylenia od częstotliwości znamionowej określa się na poziomie od -0,5 Hz do +0,2 Hz.

	Stany normalne [Hz]	Częstotliwość dopuszczalna przy projektowaniu stacji [Hz]
Częstotliwość maksymalna	50,2	52
Częstotliwość minimalna	49,5	47

Przy projektowaniu stacji i urządzeń nie uwzględnia się częstotliwości poniżej 47 Hz, oraz powyżej 52 Hz.

4.3 Poziomy maksymalne prądów zwarciovych i prądów znamionowych

Maksymalne prądy zwarciovye w węzłach sieci przesyłowej i długotrwałe dopuszczalne prądy znamionowe linii wynoszą:

Wartości skuteczne prądu	Napięcie sieci		
	400 kV	220 kV	110 kV
Maksymalny prąd zwarcia 1- i 3-fazowego [kA]	63	50	40
Minimalny prąd zwarcia symetrycznego [kA]	0,4	0,4	0,5
Maksymalny dopuszczalny długotrwałe prąd linii [kA]	3,15	2,0	2,5

4.4 Wytrzymałość zwarciovya.

Standardowe szeregi prądów zwarcia dla stacji, urządzeń i aparatury (lub prąd wyłączalny 1-sekundowy w przypadku wyłączników) wynosi:

Napięcie znamionowe	Znamionowy prąd zwarciovyy [kA]	Czas trwania prądu zwarcia [s]
400 kV	40, 50, 63	1
220 kV	40, 50	1
110 kV	25, 31,5, 40	1

Podana wytrzymałość zwarciovya dotyczy zarówno zwarć 3-fazowych jak i 1-fazowych.

4.5 Prądy pojemnościowe linii.

Prądy pojemnościowe każdej linii powinny być wyliczone na etapie projektowania stacji (rozdzielni).

W tabeli poniżej podano wartości prądów pojemnościowych linii dla typowych przewodów roboczych istniejących w KSE:

	prąd pojemnościowy linii [A/km]	maksymalna*) długość linii [km]	maksymalny prąd pojemnościowy linii [A]
linie napowietrzne 400 kV			
2 x 525 mm ²	0,830	240	230
3 x 350 mm ²	0,944		
linie napowietrzne 220 kV			
525 mm ²	0,386	180	70
400 mm ²	0,338		
350 mm ²	0,338		
linie napowietrzne 110 kV			
525 mm ²	0,211	60	12
240 mm ²	0,203		
185 mm ²	0,176		
120 mm ²	0,169		
linie kablowe 110 kV			
Cu, 400 mm ²	3,17	5	22
Cu, 630 mm ²	3,81		
Cu, 1000 mm ²	4,37		
Cu, 1200 mm ²	5,0		

*) dla linii dłuższych prądy ładowania powinny być określone indywidualnie.

Dla linii nowobudowanych stosowane będą przewody robocze o przekrojach:

400 kV - 3 x 350 mm²

220 kV - 525 mm²

4.6 Oscylacje mocy na liniach przesyłowych.

W systemie 400 i 220 kV mogą występować oscylacje mocy, prowadzące do wzrostu prądów kołysań na liniach międzysystemowych. Oscylacje mocy mogą być spowodowane kołysaniami mocy, utratą równowagi dynamicznej lub statycznej. Dopuszczalne częstotliwości kołysań i czasy ich trwania wynoszą:

Zdarzenie	Częstotliwość kołysania [Hz]	Czas trwania [s]
Kołysania mocy	0,5-1,5	10
Utrata równowagi dynamicznej	0,5-5	10
Kołysania mocy w stanie ustalonym	0,5-1,0	300

Równowaga dynamiczna (stabilność globalna) – zdolność systemu do zachowania pracy synchronicznej jednostek wytwórczych przy dużych zakłóceniach stanu pracy (o dużej amplitudzie i szybko narastających)

Równowaga statyczna (stabilność lokalna) - zdolność systemu do zachowania pracy synchronicznej jednostek wytwórczych przy małych zakłóceniach stanu pracy (o małej amplitudzie i wolno narastających)

4.7 Współczynniki uziemienia sieci.

Sieć powinna pracować z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym w taki sposób, by we wszystkich stanach ruchowych współczynnik zwarcia doziemnego, określony jako stosunek maksymalnej wartości napięcia fazowego podczas zwarcia z ziemią do wartości znamionowej napięcia fazowego w danym punkcie sieci, nie przekraczał poniższych wartości:

- 1,3 w sieci o napięciu znamionowym 400 i 220 kV,
- 1,4 w sieci o napięciu znamionowym 110 kV.

Warunki te są spełnione gdy:

$$1 \leq X_0/X_1 \leq 2 \text{ oraz } R_0/X_1 \leq 0,5 \text{ w sieciach 400 kV i 220 kV,}$$

$$1 \leq X_0/X_1 \leq 3 \text{ oraz } R_0/X_1 \leq 1 \text{ w sieci 110 kV,}$$

gdzie: X_1 oznacza reaktancję zastępczą dla składowej symetrycznej zgodnej obwodu zwarcia doziemnego,

X_0 i R_0 odpowiednio reaktancję i rezystancję dla składowej zerowej obwodu zwarcia doziemnego.

Napięcie znamionowe [kV]	Współczynnik zwarcia doziemnego – wartość maksymalna	Rodzaj uziemienia
400	1,3	Bezpośrednie, wielokrotne
220	1,3	Bezpośrednie, wielokrotne
110	1,4	Bezpośrednie, wielokrotne

W przypadku $X_0/X_1 < 1$ urządzenia i aparatura stacji powinna być wymiarowana na maksymalny prąd zwarcia 1-fazowego.

4.8 Zawartość harmonicznnych w prądzie

Obciążenia nieliniowe w sieci powodują wzrost zawartości harmonicznnych w prądzie o częstotliwości 1 kHz lub wyższej. Wartości tych harmonicznnych są małe w porównaniu z wartością składowej podstawowej w prądzie obciążenia ale wymagają uwzględnienia ich wpływów na system zabezpieczeń.

Poziom harmonicznnych w sieci 400 i 220 kV przy znamionowym prądzie obciążenia (p. rozdz. 4.3) jest podany w tabeli:

Nr harmonicznnej	Zawartość harmonicznnych [A]
2	40
3	70
4	25
5	30
7	35
9	10
11	15

4.9 Zawartość harmoniczných w napięciu

Dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych I i II, dla sieci funkcjonującej bez zakłóceń, w ciągu każdego tygodnia 95 % ze zbioru 10 minutowych średnich wartości skutecznych dla każdej harmonicznej napięcia zasilającego powinno być mniejsze lub równe wartościom określonym w poniższej tabeli:

Harmoniczne nieparzyste				Harmoniczne parzyste	
nie będące krotnością 3		będące krotnością 3		Rząd harmo- nicznej (h)	Wartość względna napięcia w pro- centach składowej podstawowej (u_h)
Rząd harmo- nicznej (h)	Wartość względna napięcia w pro- centach składowej podstawowej (u_h)	Rząd harmo- nicznej (h)	Wartość względna napięcia w pro- centach składowej podstawowej (u_h)		
1	2	3	4	5	6
5	2 %	3	2 %	2	1,5 %
7	2 %	9	1 %	4	1 %
11	1,5 %	15	0,5 %	>4	0,5 %
13	1,5 %	>21	0,5 %		
17	1 %				
19	1 %				
23	0,7 %				
25	0,7 %				
>25	0,2 + 0,5 · 25/h				

Dla podmiotów zaliczanych do grup przyłączeniowych III i IV, dla sieci funkcjonującej bez zakłóceń, w ciągu każdego tygodnia 95 % ze zbioru 10 minutowych średnich wartości skutecznych dla każdej harmonicznej napięcia zasilającego powinno być mniejsze lub równe wartościom określonym w poniższej tabeli:

Harmoniczne nieparzyste				Harmoniczne parzyste	
nie będące krotnością 3		będące krotnością 3		Rząd harmo- nicznej (h)	Wartość względna napięcia w pro- centach składowej podstawowej (u_h)
Rząd harmo- nicznej (h)	Wartość względna napięcia w pro- centach składowej podstawowej (u_h)	Rząd harmo- nicznej (h)	Wartość względna napięcia w pro- centach składowej podstawowej (u_h)		
1	2	3	4	5	6
5	6 %	3	5 %	2	2 %
7	5 %	9	1,5 %	4	1 %
11	3,5 %	15	0,5 %	>4	0,5 %
13	3 %	>15	0,5 %		
17	2 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

4.10 Składowa przeciwna w napięciu

Zawartość składowej przeciwnej w napięciu fazowym w sieci 400 kV, 220 kV i 110 kV nie powinna przekraczać 1% chociaż może wystąpić maksymalna wartość do 2%.

4.11 Składowa przeciwna w prądzie.

Ze względu na geometrię i parametry linii, mogą wystąpić różnice w prądach fazowych linii. Maksymalna wartość składowej przeciwnej i zerowej nie może przekraczać 10% wartości maksymalnie dopuszczalnego prądu znamionowego linii lub 3,5 % maksymalnie dopuszczalnego przeciążenia.

5. Dobór (auto)transformatorów i dławików kompensacyjnych

5.1 (Auto)transformatory.

W sieciach o napięciu 110 kV i wyższym, uzwojenia górnego napięcia (auto)transformatorów powinny być połączone w gwiazdę i przystosowane do bezpośredniego uziemienia punktu neutralnego.

(Auto)transformatory powinny być wyposażone w regulację zaczepową napięcia działającą pod obciążeniem.

Zaleca się stosować następujące standardowe moce (auto)transformatorem w sieci o górnym napięciu 400 kV lub 220 kV:

(Auto)transformatory 400/220 kV, 500 MVA w następujących wykonaniach:

- z podłużną regulacją napięcia pod obciążeniem w wykonaniu jednokadziowym,
- z jednostką dodatkową zapewniającą regulację poprzeczną napięcia pod obciążeniem,

(Auto)transformatory 400/220 kV, 330 MVA z podłużną regulacją napięcia pod obciążeniem w wykonaniu jednokadziowym,

(Auto)transformatory 400/110 kV, 330 MVA, z podłużną regulacją napięcia pod obciążeniem w wykonaniu jednokadziowym,

(Auto)transformatory 220/110 kV, 160 MVA, z podłużną regulacją napięcia pod obciążeniem w wykonaniu jednokadziowym,

(Auto)transformatory 220/110 kV, 250 MVA, z podłużną regulacją napięcia pod obciążeniem w wykonaniu jednokadziowym,

Znamionowe prądy dla (auto)transformatorem nie są bezpośrednio specyfikowane natomiast definiuje się je z mocy znamionowej jak niżej:

Napięcie (auto)transformatora [kV]	Moc znamionowa [MVA]
400 / 220	500
400 / 220	330
400 / 110	330
400 / 110	250
220 / 110	160
220 / 110	250

5.2 Prądy magnesowania (auto)transformatorem

Przy załączaniu (auto)transformatorem pod napięcie następuje przepływ prądu magnesującego, który może przekroczyć kilkukrotnie wartość prądu znamionowego (auto)transformatora. Prąd występuje w jednej lub we wszystkich fazach oraz może zawierać składową aperiodyczną. Wartość prądu zależy od szeregu czynników takich jak: moment załączania, magnetyzm szczątkowy, impedancja źródła, układ połączeń i konstrukcja (auto)transformatora.

Stała czasowa prądu może mieć kilka sekund, a zniekształcenie prądu może trwać kilka minut.

Napięcie (auto)transformatora	Moc znamionowa (auto)transformatora [MVA]	Prąd magnesujący przy załączaniu od strony wysokiego napięcia (400 lub 220 kV)	Prąd magnesujący przy załączaniu od strony średniego napięcia	X/R (auto)transformatora
400 / 220 kV	330 – 500	2 – 8 x I _n	3 -10 x I _n	50 – 140
400 / 110 kV	250 – 330	2 – 10 x I _n	3 – 12 x I _n	50 – 140
220 / 110 kV	160 – 250	4 -14 x I _n		5 – 100

5.3 Dławiki kompensacyjne.

W przypadku przekroczenia maksymalnie dopuszczalnego poziomu napięcia w sieci 400 kV lub 220 kV należy przewidywać wyposażenie stacji w dławiki kompensacyjne.

Zaleca się jako standard stosowanie dławików o mocy 50 Mvar (w wykonaniu suchym) przyłączonych do trzeciego uzwojenia (auto)transformatorem 400/110 kV lub 400/220 kV na napięciu 15,75 lub 30 kV.

Jeżeli możliwości kompensacji mocy biernej przez dławiki 50 Mvar będą niewystarczające (ze względu na ograniczoną liczbę stacji i (auto)transformatorem o górnym napięciu 400 kV w zagrożonym obszarze KSE) dopuszcza się stosowanie dławików olejowych o mocy 100 Mvar przyłączonych do rozdzielni 400 kV.

6. Czasy likwidacji zakłóceń – wyłączenia 1 i 3 fazowe

6.1 Czasy likwidacji zakłóceń

Czasy likwidacji zwarć 3-fazowych, 2-fazowych, 2-fazowych z ziemią, 1-fazowych z ziemią, przez zabezpieczenia podstawowe, licząc od początku powstania zwarcia do czasu przerwania łuku nie powinny przekroczyć:

120 ms -	dla sieci 400 kV
120 ms -	dla sieci 220 kV
150 ms -	dla sieci 110 kV

Czas likwidacji zwarć przy działaniu zabezpieczeń rezerwowych w sieci 400 kV i 220 kV nie powinien przekraczać 500 ms.

Czas likwidacji zwarć przy działaniu zabezpieczeń rezerwowych w sieci 110 kV nie powinien przekraczać 800 ms.

Czas wyłączenia zwarcia przez działanie rezerwy lokalnej wyłącznikowej wyłączającej wyłączniki zasilające miejsce zwarcia nie powinien przekraczać 300 ms.

6.2 Wyłączenia 1 i 3 fazowe oraz układy automatyki SPZ.

Linie przesyłowe powinny być wyposażone w układy elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej umożliwiające wyłączenia 1 i 3 fazowe oraz układy automatyki SPZ z kontrolą synchronizmu umożliwiające dokonywanie 1 i 3 fazowego cyklu SPZ.

Czas zgaszenia łuku zależy od prądu zwarcia, stanu izolacji linii, parametrów obwodu zwarcia, długości linii, impedancji linii w Ω/km , rezystancji łuku, napięcia linii a także od warunków atmosferycznych i przyczyn zewnętrznych. Maksymalny czas dejonizacji łuku w przerwie beznapięciowej dla linii 110 kV, 220 kV i 400 kV wynosi - 0,3 do 0,8 s.

Czasy trwania przerwy beznapięciowej dla układów SPZ powinien mieścić się w granicach:

- dla linii 110 kV SPZ 3-fazowy 0,5 do 1,5 s,
- dla linii 220 kV i 400 kV SPZ 1-fazowy 0,5 do 2,5 s
- dla linii 220 kV i 400 kV SPZ 3-fazowy 0,5 do 1,5 s.

Zasady nastawiania automatyki SPZ:

- Czas SPZ 1-fazowego linii 220 kV lub 400 kV powinien być nastawiony wstępnie w połowie podanego powyżej zakresu i korygowany po analizie cyklu SPZ nieudanego.
- Dla linii 110 kV czas SPZ powinien być uzgodniony z Operatorem Sieci Rozdzielczej. Zaleca się czas o 0,5 s krótszy niż wymagany czas SZR rozdzielni średniego napięcia (wymagany przez Operatora Sieci Rozdzielczej).
- dla linii 220 kV i 400 kV czas przerwy beznapięciowej SPZ 3-faz należy nastawiać w zależności od prądu zwarcia 3-fazowego (rozpatrując przypadki zwarcia na obu końcach linii jak niżej:

Prąd zwarcia $-I_z$ [kA]	Czas SPZ dla linii 220 kV – t_{SPZ} [s]	Czas SPZ dla linii 400 kV - t_{SPZ} [s]
$I_z < 20$	$t_{SPZ}=0,5$	$t_{SPZ}=0,5$
$20 < I_z < 30$	$t_{SPZ}=0,6$	$t_{SPZ}=0,7$
$I_z > 30$	$t_{SPZ}=0,7$	$t_{SPZ}=0,8$

- W liniach wymiany międzynarodowej czas SPZ powinien być uzgodniony z Operatorem Zagranicznym.

7. Niezawodność sieci w ustalonym stanie pracy.

W ustalonym stanie pracy sieci powinny być spełnione następujące warunki techniczne decydujące o niezawodności sieci:

- obciążenia prądowe poszczególnych elementów sieci powinny być niższe od maksymalnie dopuszczalnych długotrwale,
- napięcia w poszczególnych węzłach sieci powinny się mieścić w granicach dopuszczalnych (p. rozdz. 4.1)
- prądy zwarciowe w poszczególnych rozdzielniach nie powinny przekraczać prądów wyłączalnych zainstalowanych wyłączników.
- poszczególne elektrownie powinny pracować z zapasem równowagi statycznej wynoszącym co najmniej 10 % w zależności od sposobu regulacji napięcia wzbudzenia. Przyjmuje się, że w przypadku braku możliwości regulacji wzbudzenia elektrownie powinny pracować z co najmniej 20% zapasem równowagi statycznej.

8. Praca sieci w stanach n-1

Po awaryjnym wyłączeniu pojedynczego toru linii, pojedynczego (auto)transformatora lub jednego systemu szyn zbiorczych, sieć powinna spełniać następujące warunki techniczne:

- a) nie powinna występować przerwa w zasilaniu odbiorców, z wyjątkiem odbiorców zasilanych bezpośrednio z wyłączonego elementu,
- b) w przypadku samoczynnego wyłączenia systemu szyn, nie powinno dochodzić do ubytku mocy wytwarzanej większego niż 750 MW,
- c) obciążenia prądowe elementów sieciowych nie powinny być wyższe od dopuszczalnych długotrwale lub przekraczać je o nie więcej niż 20 % pod warunkiem, że przeciążenia te mogą być zlikwidowane w czasie nie dłuższym niż 20 minut, bez wprowadzania ograniczeń zasilania odbiorców (poprzez dokonywanie przełączeń w sieci, zniżanie lub zawyżanie wytwarzania) lub przekraczać je więcej niż 20 % pod warunkiem, że przeciążenia mogą być zlikwidowane w wyniku działań automatycznych, bez ograniczenia zasilania odbiorców (poprzez automatyczne wyłączanie jednostek wytwórczych, zniżanie lub zawyżanie wytwarzania),
- e) napięcia w poszczególnych węzłach sieci powinny się mieścić w granicach dopuszczalnych (p. rozdz. 4.1),
- f) poszczególne elektrownie powinny pracować z zapasem równowagi statycznej wynoszącym co najmniej 5 % w zależności od sposobu regulacji napięcia wzbudzenia. Przyjmuje się, że w przypadku braku możliwości regulacji wzbudzenia elektrownia powinna pracować z 10% zapasem równowagi statycznej,,
- g) nie powinno dochodzić do utraty równowagi dynamicznej jednostek wytwórczych przy założeniu, że przyczyną wyłączenia elementu sieciowego było zwarcie 3-fazowe w najmniej korzystnym punkcie sieci^{*)}, wyłączone z czasem działania pierwszej lub drugiej strefy zabezpieczeń, przy czym równowaga może być zachowana w wyniku automatycznego wyłączania jednostek wytwórczych w pobliżu miejsca zwarcia.

*) Zwarcie na szynach rozdzielni, na zaciskach (auto)transformatorów lub na linii w pobliżu miejsca zainstalowania urządzeń pomiarowych. W przypadku braku współpracy łącz telezabezpieczeń, najmniej korzystny punkt zwarcia 3-fazowego to koniec zasięgu strefy działania zabezpieczeń odległościowych linii wynoszący $0,85 X_L$, gdzie X_L - reaktancja linii [Ω]

Niezawodność głównych funkcji stacji tj. tranzytu mocy przez szyny rozdzielni i zasilania (auto)transformatorów nie powinna być niższa niż 99,8 % tzn., że łączny czas przerw awaryjnych w ciągu roku nie powinien przekraczać 17,5h.

9. Praca stacji w czasie remontów lub konserwacji

W stanach okresowych remontów lub konserwacji urządzeń i aparatury stacji wymagane jest zachowanie ciągłości pracy torów prądowych linii (L) lub (auto)transformatora (T) z wyjątkiem remontów obejmujących elementy pola linii lub (auto)transformatora.

Schemat rozdzielni (w układach wielosystemowych) powinien umożliwić przełączenie pól linii i (auto)transformatorów z sekcji objętej remontem lub konserwacją na sekcję czynną. Podczas planowanego wyłączenia jednego systemu lub sekcji powinna być zachowana funkcja rozdzielni.