



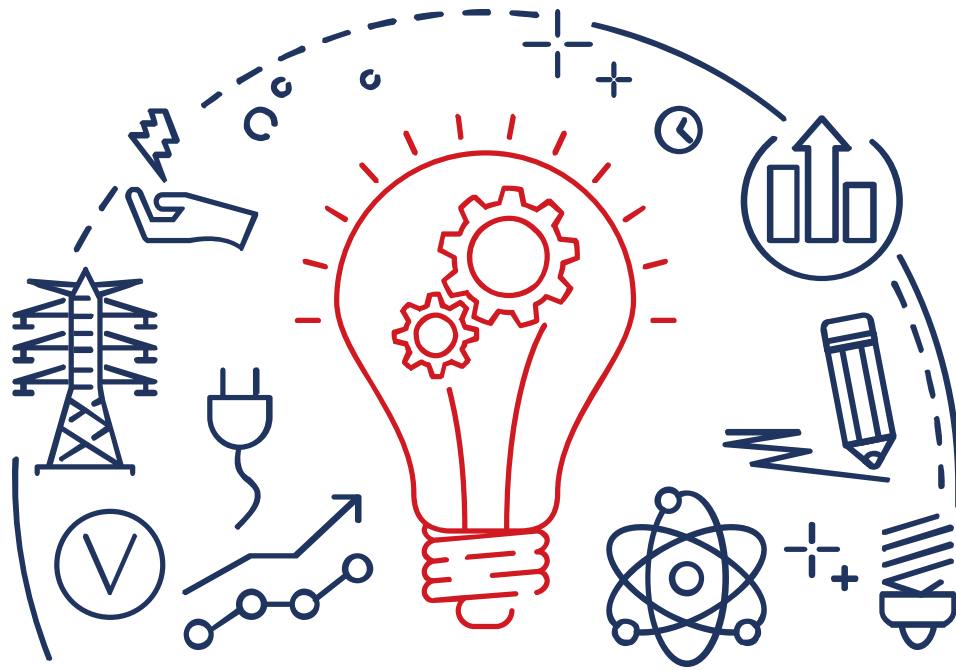
Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

NC ER – warsztaty PSE S.A.

Plan odbudowy

Michał Nowina-Konopka | michal.nowina-konopka@pse.pl | Departament Zarządzania Systemem
Konstancin Jeziorna | 26 lutego 2018 r.





PLAN ODBUDOWY





Struktura Planu odbudowy

1. Podstawy prawne.
2. Wprowadzenie
 - 2.1. Wstęp
 - 2.2. Zakres obowiązywania
 - 2.3. Cele planu odbudowy
3. Uruchomienie planu odbudowy systemu
 - 3.1. Warunki uruchomienia
 - 3.2. Działania przygotowawcze po wystąpieniu awarii katastrofalnej
 - 3.3. Polecenia wydawane przez osp
 - 3.4. Środki podlegające konsultacjom lub koordynacji w czasie rzeczywistym z określonymi stronami
4. Środki planu odbudowy systemu
 - 4.1. Procedura ponownego podawania napięcia
 - 4.2. Regulacja częstotliwości
 - 4.3. Procedura resynchronizacji
5. Zakończenie procesu odbudowy
6. Załączniki





Podstawy prawne.

- Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/2196 z dnia 24 listopada 2017 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący stanu zagrożenia i stanu odbudowy systemów elektroenergetycznych (Dz.U. L 312 z 28.11.2017, s.54) – wejście w życie 18.12.2017.





Zakres obowiązywania

- Plan odbudowy ma zastosowanie do OSP, OSD, SGU, dostawców usług w zakresie odbudowy, podmiotów odpowiedzialnych za bilansowanie, dostawców usług bilansujących, wyznaczonych operatorów rynku energii elektrycznej („NEMO”), zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) 2017/2196 (NC ER) oraz innych jednostek wyznaczonych do pełnienia funkcji rynkowych zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) 2015/1222 i rozporządzeniem Komisji (UE) 2016/1719 .
- Plan odbudowy ma w szczególności zastosowanie do SGU zgodnie z wykazem zatwierdzonym przez właściwy organ regulacyjny. Powyższy wykaz stanowi załącznik do planu





Cel planu odbudowy

- Głównym celem Planu odbudowy jest skuteczne przywrócenie prawidłowego funkcjonowania KSE, w tym przywrócenie zasilania odbiorcom końcowym.
- Plan odbudowy opisuje sposoby działania, dostępne środki techniczne i organizacyjne operatorów, wytwórców, SGU, dostawców usług w zakresie odbudowy.
- W ramach odbudowy systemu Służby dyspozytorskie muszą w pierwszym kroku rozpoznać stan poszczególnych elementów KSE, tak, aby możliwy był wybór odpowiednich strategii i scenariuszy odbudowy, tzn. m.in. odgórne podawanie napięcia, oddolne podawanie napięcia, ustalenie kolejności podawania napięcia rozruchowego do uruchamianych elektrowni, ustalenie elektrowni wiodących w procesie tworzenia wysp obciążeniowych, ustalenie sposobu regulacji napięcia, częstotliwości, mocy czynnej i biernej wraz ze wskazaniem podmiotów za nie odpowiedzialnych, wybór miejsc do realizacji resynchronizacji odbudowanych obszarów do systemu ENTSO-E.





Warunki uruchomienia

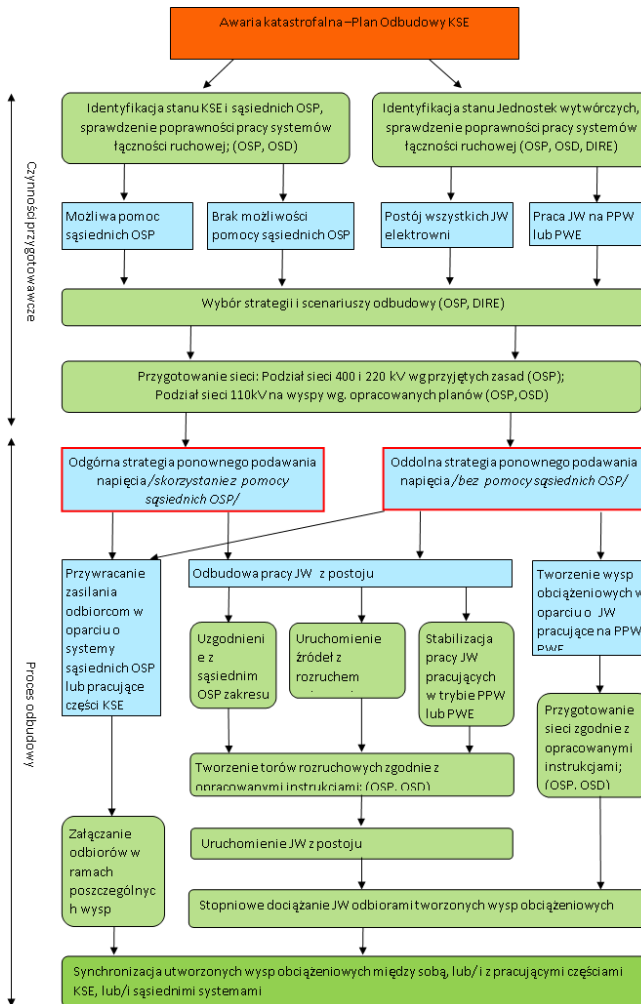
- **Plan odbudowy uruchamiany jest przez OSP w następujących przypadkach:**
 - gdy system znajduje się w stanie zagrożenia zgodnie z kryteriami określonymi w art. 18 ust. 3 rozporządzenia (UE) 2017/1485 [SO GL], po ustabilizowaniu systemu w wyniku uruchomienia środków z planu obrony systemu; lub
 - gdy system znajduje się w stanie zaniku zasilania zgodnie z kryteriami określonymi w art. 18 ust. 4 rozporządzenia (UE) 2017/1485 [SO GL].
- **OSP podejmuje decyzje o realizacji procedur planu odbudowy, w drodze koordynacji ze służbami dyspozytorskimi właściwych OSD, SGU oraz dostawców usług w zakresie odbudowy.**
- **Podczas odbudowy systemu służby dyspozytorskie OSP identyfikują i monitorują:**
 - zakres i granice regionu zsynchronizowanego lub regionów zsynchronizowanych, do których należy jego obszar regulacyjny;
 - OSP, z którymi dzieli region zsynchronizowany lub regiony zsynchronizowane; oraz
 - dostępne rezerwy mocy czynnej w swoim obszarze regulacyjnym.
- **OSD i SGU jak również dostawcy usług w zakresie odbudowy wykonują bez zbędnej zwłoki polecenia dotyczące planu odbudowy wydawane przez OSP.**





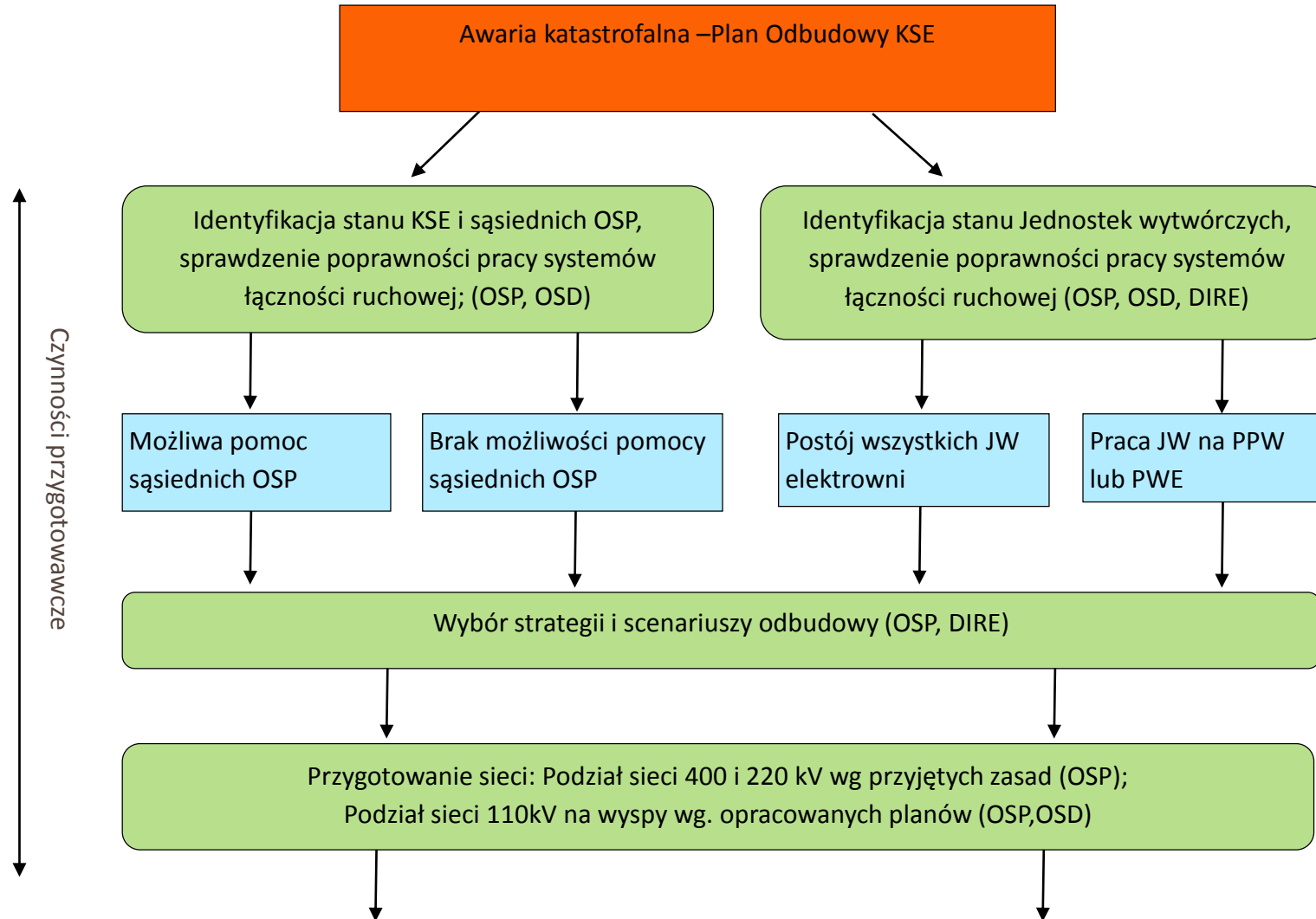
Plan odbudowy

Schematyczny przebieg procesu odbudowy





Schematyczny przebieg procesu odbudowy (1/2)

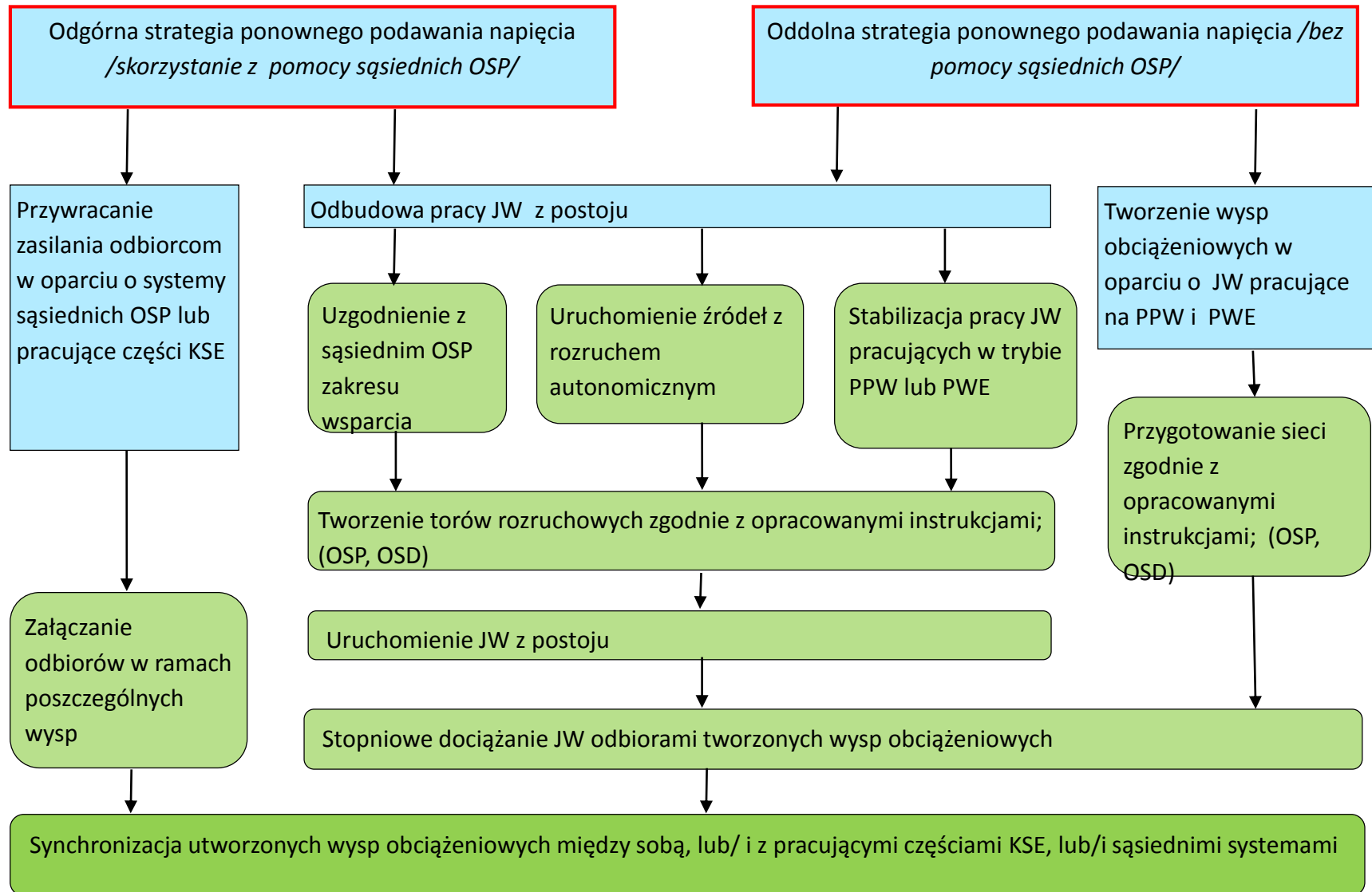




Plan odbudowy

Schematyczny przebieg procesu odbudowy (2/2)

Proces odbudowy





Działania przygotowawcze po wystąpieniu awarii katastrofalnej (stan zagrożenia lub zaniku zasilania)

- **Działania przygotowawcze obejmują:**
 - Identyfikację stanu systemu w zakresie:
 - a) obszaru KSE, który zachował napięcie oraz podstawowe parametry techniczne jego pracy,
 - b) stanu technicznego urządzeń sieciowych oraz źródeł wytwórczych w obszarze KSE pozbawionym napięcia,
 - c) możliwości prowadzenia operacji łączeniowych w obszarze KSE pozbawionym napięcia
 - d) stanu środków łączności ruchowej.
 - określenie trybu prowadzenia regulacji mocy i częstotliwości w obszarze KSE, który utrzymał się w pracy synchronicznej,
 - wyizolowanie elementów uszkodzonych,
 - podział sieci zamkniętej, objętej zanikiem napięcia, na części, zgodnie z opracowanym „Planem podziału sieci 110 kV na „wyspy”” ,
 - wybór scenariuszy odbudowy poszczególnych źródeł wytwórczych,
 - przygotowanie torów rozruchowych, w tym aparatury łączeniowej do automatycznego lub ręcznego sterowania w procesie odbudowy (działania powinny uwzględniać minimalizację wykonywanych czynności łączeniowych, rozruch agregatów prądotwórczych, mobilizację organizacyjną służb dyspozytorskich i ruchowych, itp.).
 - Działania te powinny być prowadzone równolegle przez wszystkie służby dyspozytorskie różnych szczebli odpowiednio do podziału kompetencji w tym zakresie.





Polecenia wydawane przez OSP

W ramach planu odbudowy systemu dyspozytor OSP jest uprawniony do wydawania poleceń OSD, SGU oraz dostawcom usług w zakresie odbudowy na podstawie zapisu art. 25 ust.3 NCER.

- **Wydawane polecenia obejmują:**

- Identyfikację stanu KSE i sąsiednich OSP,
- Identyfikację stanu Jednostek wytwórczych,
- Sprawdzenie poprawności pracy systemów łączności ruchowej
- Wprowadzenie podziału sieci 110kV na wyspy
- Uruchomienie źródeł z rozruchem autonomicznym
- Przygotowanie JW pracujących w trybie PPW lub PWE do podania napięcia do uruchamianych JW.
- Tworzenie torów rozruchowych zgodnie z opracowanymi instrukcjami
- Przygotowanie sieci zgodnie z opracowanymi instrukcjami
- Załączanie odbiorów w ramach poszczególnych wysp
- Uruchamianie środków odbudowy zgodnie z zapisami umów i instrukcji w zakresie odbudowy
- Inne polecenia niezbędne do realizacji odbudowy KSE

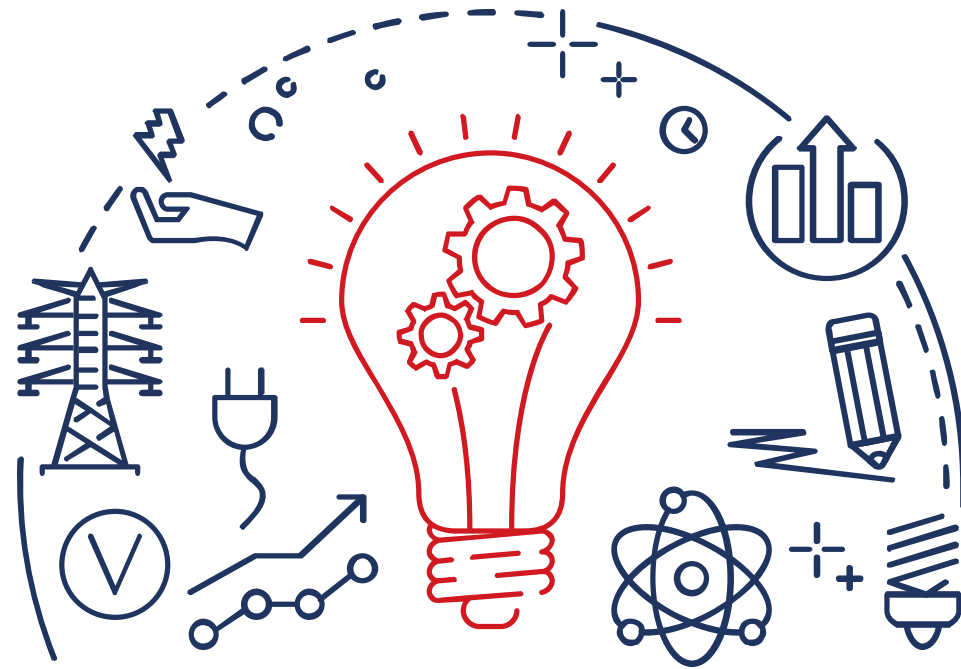




Środki podlegające konsultacjom lub koordynacji w czasie rzeczywistym

- **W ramach procedury ponownego podawania napięcia:**
 - Miejsce podania napięcia, poziom napięcia, czas rozpoczęcia dostępności
 - Wielkość mocy, czas rozpoczęcia, okres dostępności i miejsce jej dostarczania w przypadku korzystania z pomocy sąsiednich OSP,
 - Czas uruchomienia, okres dostępności, poziom możliwej mocy wytwarzanej, przez jednostki wytwórcze o rozruchu autonomicznym
 - Wielkość możliwej mocy wytwarzanej, czas podtrzymania przez jednostki wytwórcze, które utrzymały się w pracy PPW lub PWE
 - Wielkość załączanego obciążenia, każdorazowo w koordynacji z DIRE elektrowni i OSD
- **W ramach procedury regulacji częstotliwości:**
 - Wyznaczenie podmiotu pełniącego funkcję lidera częstotliwości
 - Wartość utrzymywanej częstotliwości w wyspie lub podsystemie,
 - Wielkość mocy dostępnej dla potrzeb regulacji częstotliwości,
 - Wielkość mocy odbioru przyłączanej jednorazowo
- **W ramach procedury resynchronizacji:**
 - Wyznaczenie podmiotu pełniącego funkcję lidera resynchronizacji
 - Warunki i miejsce synchronizacji
 - Drugie połączenie między synchronizowanymi regionami





ŚRODKI PLANU ODBUDOWY





Procedura ponownego podawania napięcia

- **Źródłami energii rozruchowej dla wyłączonych JW (które nie przeszły do PPW lub PWE) mogą być:**
 - systemy elektroenergetyczne krajów sąsiednich (odgórna strategia podawania napięcia),
 - fragment KSE, który utrzymał się w pracy synchronicznej
 - elektrownie ciepłne, których jednostki wytwórcze utrzymały się w pracy PPW lub PWE,
 - elektrownie zdolne do rozruchu autonomicznego,
- **W ramach ponownego podawania napięcia można wyróżnić dwie główne kategorie (strategie):**
 - **Odgórna strategia ponownego podania napięcia**, oznacza strategię, która wymaga pomocy innych OSP w celu ponownego podania napięcia na części systemu danego OSP
 - **Oddolna strategia ponownego podania napięcia**, oznacza strategię, w ramach której można ponownie podać napięcie na część systemu danego OSP bez pomocy innych OSP.





Procedura ponownego podawania napięcia

- **Odgórna strategia ponownego podania napięcia**

- Do jej realizacji mogą posłużyć połączenia synchroniczne prądu przemiennego (równoległe) KSE z systemami elektroenergetycznymi Czech, Niemiec i Słowacji oraz nierównoległe z systemem ukraińskim. Scenariusze odbudowy KSE z sąsiednich OSP (tory rozruchowe) wykorzystujące wspomniane połączenia międzysystemowe znajdują się w załącznikach do umów 'System Operation Agreement' zawartych między PSE, a sąsiednimi Operatorami systemów przesyłowych.
- Elementem planu odbudowy KSE po wystąpieniu awarii katastrofalnej jest Plan podziału sieci 110kV na „wyspy”. W sytuacji, gdy zasilenie wspomnianych wysp 110kV odbywa się z wykorzystaniem SE sąsiednich OSP to działanie to może mieścić się w ramach ogólniej strategii podawania napięcia.
- Stosując tę strategię OSP zarządza załączaniem obciążenia i wytwarzaniem w celu regulacji częstotliwości zgodnie z częstotliwością znamionową z maksymalną tolerancją maksymalnego odchylenia częstotliwości w stanie ustalonym. W realizacji strategii należy stosować warunki dotyczące załączania obciążenia i wytwarzania określone przez lidera częstotliwości.





Procedura ponownego podawania napięcia

- **Oddolna strategia ponownego podania napięcia**

- W jej przebiegu wykorzystane mogą być następujące źródła napięcia:
 - a) elektrownie, których jednostki wytwórcze utrzymały się w pracy wydzielonej (PWE) lub pracy na potrzeby własne (PPW),
 - b) elektrownie posiadające jednostki wytwórcze zdolne do rozruchu autonomicznego,
 - c) fragment KSE, który utrzymał się w pracy synchronicznej.
- Szczegółowy opis działań dyspozytorskich w zakresie odbudowy źródeł wytwórczych zawierają wielowariantowe scenariusze opracowane dla poszczególnych elektrowni.
- Po uruchomieniu źródeł wytwarzania (elektrowni, elektrociepłowni) lub bazując na jednostkach, które utrzymały się w pracy, można przejść do tworzenia wysp obciążeniowych. Tworzenie wysp obciążeniowych realizuje się zgodnie z instrukcjami uzgodnionymi przez OSD i OSP oraz wytwórcami.
- Przywracanie zasilania odbiorcom może się także odbywać w oparciu części KSE, które nie zostały objęte awarią. Wykorzystując sieć przesyłową, poprzez transformację NN/110kV, napięcie podawane jest wówczas na wydzielone obszary sieci dystrybucyjnej 110kV, wprowadzone w ramach Planu podziału sieci 110kV na wyspy





Procedura ponownego podawania napięcia

- **Zarządzanie odchyleniami napięcia i częstotliwości**

- częstotliwości wyspy obciążeniowej powyżej 50 Hz (w przedziale 50,0-50,2 Hz) (maksymalnie wartości te nie powinny przekroczyć przedziału 49,2 – 51,0 Hz).
- załączanie jednorazowo wielkości obciążenia maksimum 5% sumy mocy osiągalnej bloków pracujących w danej wyspie.
- Napięcie nie powinno przekraczać zakresów określonych w kodeksie SO GL, tj. dla sieci 110kV (99-123kV), dla sieci 220kV (198-246kV), dla sieci 400kV (360-420kV)
- Załączanie wyłączonych odbiorów może odbywać się wyłącznie na polecenie OSP
- Synchronizacja nieobciążonego bloku do wyspy- gdy obciążenie wyspy wynosi przynajmniej 30 % sumy mocy znamionowych bloków pracujących w wyspie, łącznie z blokiem synchronizowanym
- W przypadku pracy równoległej kilku bloków na jedną wyspę obciążeniową wszystkie jednostki wytwórcze posiadające regulator typu RoP powinny pracować w trybie regulacji prędkości obrotowej (z regulatorem typu P) z jednakowo nastawionym statyzmem. Bloki niewyposażone w taki regulator są w tej sytuacji utrzymywane w trybie regulacji mocy, przy czym bezwzględnie należy przestrzegać zasady, iż ich poziom generacji jest określany przez właściwy organ dyspozytorski.
- Trwała rezerwa wirująca mocy urządzeń wytwórczych zasilających wyspę nie powinna być mniejsza niż 20%.





Procedura ponownego podawania napięcia

- **Synchronizacja obszarów pracy wyspowej**

- Jak najszybsza synchronizacji powstających wysp tworzonych w oparciu o pojedyncze jednostki wytwórcze, tak, aby uniknąć powstania dużej liczby, pracujących wobec siebie asynchronicznie wysp obciążeniowych
- wybór lidera synchronizacji, który będzie koordynował cały proces synchronizacji

Parametry dwóch asynchronicznych podsystemów przewidzianych do synchronizacji:

- częstotliwość bliska 50,0Hz z dopuszczalną tolerancją $\pm 200\text{mHz}$
- różnica częstotliwości nie większa niż 150mHz;
- Różnica modułów napięć nie większa niż 10%;
- maksymalne przesunięcie kątowe 30° .





Procedura regulacji częstotliwości

- Celem procedury jest określenie zasad zarządzania częstotliwością w czasie odbudowy zasilania KSE w celu przywrócenia jej do wartości znamionowej.
- Procedura regulacji częstotliwości zostaje uruchomiona w procesie odbudowy systemu w przypadkach:
 - a) przygotowywania podzielonych części obszaru synchronicznego do ponownej synchronizacji,
 - b) wystąpienia odchyłki częstotliwości w obszarze synchronicznym,
 - c) ponownego podawania napięcia po blackoucie.
- Obejmuje wytyczne dla zmiany nastaw regulatora LFC oraz nastawy regulatorów RO(P) na jednostkach wytwórczych
- Wyznaczenie liderów regulacji częstotliwości:

Lidera regulacji częstotliwości wyznacza się w trakcie odbudowy systemu:

 - a) po podziale obszaru synchronicznego - dla każdego regionu synchronicznego,
 - b) gdy system synchroniczny pracuje w całości, a odchyłka częstotliwości wykracza poza granice przewidzianego dla stanu alarmowego,
- Częstotliwość docelowa dla regulacji częstotliwości w przypadku oddolnej strategii podawania napięcia (bottom up) $\rightarrow 50,2\text{Hz}$; Uzyskiwana poprzez utrzymanie odpowiedniej nadwyżki generacji nad zapotrzebowaniem w odbudowywanym podsystemie lub wyspie





Procedura regulacji częstotliwości

- **Regulacja częstotliwości po wystąpieniu odchyień częstotliwości w obszarze zsynchronizowanym.**
 - Jeśli OSP nie jest liderem regulacji częstotliwości, wówczas Dyspozytor zawiesza aktywację ręczną swoich rezerw odbudowy częstotliwości (FRR) i rezerw zastępczych (RR).
 - Lider regulacji częstotliwości po konsultacji z pozostałymi OSP pracującymi w obszarze synchronicznym wyznacza i poleca załączenie odpowiednich trybów pracy LFC dla każdego OSP z obszaru synchronicznego.
 - Lider regulacji częstotliwości zarządza ręczną regulacją rezerw odbudowy częstotliwości (FRR) i rezerw zastępczych (RR) w celu wyregulowania częstotliwości do obszaru normalnej pracy oraz z zachowaniem granic bezpieczeństwa pracy.
 - Każdy OSP jest zobowiązany do udzielenia wsparcia w działaniach Lidera regulacji częstotliwości jeśli o taką pomoc wystąpi





Procedura regulacji częstotliwości

- **Regulacja częstotliwości po podziale obszaru synchronicznego.**
 - W przypadku wystąpienia podziału systemu synchronicznego na podobszary lub wyspy w każdym podobszarze lub wyspie powinien zostać wskazany lider regulacji częstotliwości.
 - Jeśli OSP nie jest liderem regulacji częstotliwości, wówczas Dyspozytor zawiesza aktywację ręczną swoich rezerw odbudowy częstotliwości (FRR) i rezerw zastępczych (RR).
 - Lider regulacji częstotliwości po konsultacji z pozostałymi OSP pracującymi w regionie synchronicznym wyznacza i poleca załączenie odpowiednich trybów pracy LFC dla każdego OSP z regionu synchronicznego.
 - Lider regulacji częstotliwości zarządza ręczną regulacją rezerw odbudowy częstotliwości (FRR) i rezerw zastępczych (RR) w celu wyregulowania częstotliwości pracy regionu synchronicznego do obszaru normalnej pracy oraz z zachowaniem granic bezpieczeństwa pracy.
 - Gdy dla danego regionu synchronicznego nie wyznaczono lidera resynchronizacji, lider regulacji częstotliwości dąży do wyregulowania częstotliwości do wartości znamionowej





Procedura resynchronizacji

- Cel procedury - przywrócenie synchronicznej pracy sieci połączonych systemów elektroenergetycznych SA CE (Synchronous Area Continental Europe), w którym parametry systemu będą mieścić się w dopuszczalnych granicach bezpieczeństwa pracy
- Wyznaczenie lidera synchronizacji- wybierany przez liderów częstotliwości synchronizowanych obszarów
- Wyznaczenie lidera synchronizacji- OSP spełniający warunki:
 - a) posiada pracującą co najmniej jedną rozdzielnię wyposażoną w synchronizator, na granicy dwóch synchronizowanych regionów, które mają zostać zresynchronizowane;
 - b) ma dostęp do pomiarów częstotliwości z obu synchronizowanych regionów;
 - c) ma dostęp do pomiarów napięcia w rozdzielniach, pomiędzy którymi są zlokalizowane potencjalne punkty resynchronizacji;
 - d) jest w stanie regulować napięcie w potencjalnych punktach resynchronizacji
- Lider synchronizacji koordynuje przeprowadzany proces





Procedura resynchronizacji

- **Zadania lidera synchronizacji:**

- określić wymagane kryteria pracy synchronizowanych obszarów :
 - a) docelową wartość częstotliwości w procesie resynchronizacji (bliska 50,0Hz z dopuszczalną tolerancją $\pm 200\text{mHz}$);
 - b) maksymalną różnicę częstotliwości pomiędzy dwoma synchronizowanymi regionami (nie większa niż 150mHz);
 - c) maksymalną różnicę modułów napięć (nie większa niż 10%);
 - d) maksymalne przesunięcie kątowe (nie większe niż 30°);
 - e) maksymalną wymianę mocy czynnej i biernej;
 - f) tryb pracy LFC;
- wybrać punkt resynchronizacji z zachowaniem bezpieczeństwa pracy synchronizowanych regionów;
- określić i przygotować wszystkie niezbędne działania dla przeprowadzenia resynchronizacji dwóch synchronizowanych regionów w punkcie resynchronizacji;
- określić i przygotować następny zestaw działań mających na celu stworzenie dodatkowych połączeń między synchronizowanymi regionami;





- **Proces odbudowy KSE uważa się za zakończony, jeżeli zostaną spełnione wszystkie następujące warunki:**
 - KSE pracuje synchronicznie z systemem SA CE a technicznie sprawne linie międzynarodowe NN (łącznie KSE z SA CE) będą załączone,
 - regulacja częstotliwości w KSE prowadzona jest w sposób przewidziany dla normalnej pracy KSE,
 - przywrócono zasilanie co najmniej 90% krajowego zapotrzebowania.





Plan odbudowy- Załączniki

- Wykaz środków wdrażanych przez OSP w swoich instalacjach *art. 23.4a*;
- Wykaz środków wdrażanych przez OSD w swoich instalacjach oraz wykaz OSD odpowiedzialnych za wdrożenie tych środków w swoich instalacjach *art. 23.4b*;
- Wykaz SGU odpowiedzialnych za wdrożenie w swoich instalacjach środków wynikających z obowiązkowych wymogów określonych w rozporządzeniach (UE) 2016/631, (UE) 2016/1388 i (UE) 2016/1447 lub z przepisów krajowych oraz wykaz środków wdrażanych przez tych SGU; *art. 23.4c*
- Wykaz SGU o wysokim priorytecie i warunki dotyczące ich odłączania i ponownego podawania napięcia; *art. 23.4d*
- Wykaz rozdzielni, istotnych dla procedur ujętych w planie odbudowy; *art. 23.4e*
- Liczbę źródeł zasilania na obszarze regulacyjnym OSP niezbędną do ponownego podania napięcia na jego system w ramach oddolnej strategii ponownego podawania napięcia posiadających zdolność do rozruchu autonomicznego, zdolność do szybkiej resynchronizacji (poprzez pracę na potrzeby własne) oraz zdolność pracy wyspowej; *art. 23.4f*
- Terminy wdrożenia każdego ze środków wymienionych w wykazie. *art. 4.5 d) art. 23.4g i art. 24*
- Wykaz szczegółowych instrukcji odbudowy
- Warunki działania w charakterze dostawcy usług w zakresie odbudowy





Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

Dziękuję za uwagę

Michał Nowina-Konopka | michal.nowina-konopka@pse.pl | Departament Zarządzania Systemem

