

# P5 – Temat 5: Praca w warunkach zakłóceń [E]

## Rozdziały

- A. *Praca systemu w warunkach zagrożenia*
- B. *Odbudowa systemu po awarii*

## Wprowadzenie

W wielokrotnie zamkniętym, bardzo złożonym systemie elektroenergetycznym, zakłócenia mogą rozprzestrzeniać się na bardzo rozległych obszarach w bardzo krótkim czasie. Niezależnie od tego, jakie środki ostrożności są zastosowane w praktyce prowadzenia ruchu, w każdej chwili mogą zdarzyć się krótkotrwałe wystąpienia bardzo niebezpiecznych warunków pracy spowodowanych kaskadą zakłóceń. Doświadczenie pokazało, że nawet zwykłe, niegroźne zakłócenie może bardzo przekształcić się w awarię na dużą skalę. Dlatego też, operatorzy sieciowi muszą zastosować wszelkie możliwe środki dla zapewnienia, że jeśli to tylko możliwe, konsekwencje każdego zakłócenia będą ograniczone do ich obszaru pracy. Jednakże, ponieważ zjawiska elektryczne nie znają granic, wymagane będą konsultacje i skoordynowane działania pomiędzy sąsiednimi systemami celem podjęcia efektywnych środków zaradczych.

Dlatego w warunkach zakłóceń koniecznym jest odpowiednio wcześnie (kilka godzin lub minut przed) przewidywanie wystąpienia krytycznej sytuacji, zapobiegając w ten sposób kaskadowej awarii w systemie i ograniczając konsekwencje jej ewentualnego wystąpienia. W związku z tym OSP zapewnią odpowiednie sposoby alarmowania i informowania co do postępowania w przypadku częściowej lub całkowitej awarii systemu przesyłowego oraz niezbędne procedury i urządzenia wspomagające szybką odbudowę części systemu dotkniętego awarią oraz przywrócenie zasilania odbiorcom. Częściowe lub całkowite załamanie systemu jest jedną z najpoważniejszych awarii, które mogą zdarzyć się w połączonym systemie przesyłowym, mającą wpływ zarówno na użytkowników systemu, jak i odbiorców. Ogromne znaczenie tego typu wydarzeń oraz konieczność pilnego przywrócenia zasilania wszystkim odbiorcom jest powodem, dla którego OSP muszą utrzymywać wysoki poziom środków komunikowania, ostrzegania i szkoleń personelu dyspozytorskiego w zakresie integralności systemu.

Ponieważ OSP nie może zapewnić bezpieczeństwa pracy systemu w sposób niezależny od warunków pracy elektrowni i sieci dystrybucyjnej, operatorzy oczekują regularnej koordynacji na poziomie wytwarzania i dystrybucji oraz odpowiedniego działania urządzeń przyłączonych do ich sieci, zdolnych do przetrwania zakłócenia oraz do pomocy w zapobieganiu dużym zakłóceniom lub ułatwiającym odbudowę systemu po załamaniu. Standardy operacyjne, które mają być ustanowione na poziomie kraju dodatkowo do standardów z Instrukcji pracy systemów połączonych UCTE będą głównie odnosiły się, z jednej strony do zachowania się jednostek wytwórczych ze zdolnością do pracy na potrzeby własne i do black startu, a z drugiej strony do pracy sieci dystrybucyjnych, w tym do awaryjnego zrzutu obciążenia.

---

## **Historia zmian**

---

**v.1.0 wersja końcowa zatwierdzona przez Komitet Sterujący UCTE 3 maja 2006**

### **Stan obecny**

Niniejszy dokument podsumowuje w nowej formie, z dodatkowymi punktami opisującymi obecnie stosowane wspólne działania, aktualne zasady i zalecenia UCTE odnoszące się do pracy w warunkach awaryjnych i do odbudowy systemu.

*Temat anuluje i zastępuje poprzednie podstawowe zasady UCTE i zalecenia dotyczące pracy w warunkach awaryjnych i odbudowy systemu. Niniejsza wersja dokumentu (wersja 1.0, poziom E, z dnia 3 maja 2006 roku) ma status wersji końcowej tematu.*

*Dokument niniejszy ani inne rozdziały „Instrukcji pracy systemów połączonych UCTE”, jak również jej ustępy nie mogą być publikowane, rozpowszechniane lub zmieniane za pomocą jakichkolwiek środków technicznych ani wykorzystywane w żadnym innym celu poza UCTE bez wcześniejszego pisemnego zezwolenia.*

## A. Prowadzenie ruchu systemu w warunkach zagrożenia

---

### **Wprowadzenie**

Bezpieczeństwo operacyjne zdefiniowane jest jako zdolność do zapewnienia normalnego funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, ograniczenia liczby i czasu trwania zakłóceń, zapobiegania wielkim awariom oraz ograniczenia konsekwencji po ich ewentualnym wystąpieniu. Warunki zakłóceń występują gdy system pracuje blisko granicy bezpieczeństwa lub z wysokim ryzykiem. Ocena czy warunki pracy są bezpieczne czy nie należy do OSP.

Uważa się, że system znajduje się poza granicami bezpiecznej pracy gdy środki zapewniające margines bezpieczeństwa (przypadek deficytu mocy wytwórczych) oraz określone działania zapobiegawcze mogą być niewystarczające dla zapewnienia bezpieczeństwa (np. po awarii elementu sieci, wystąpieniu nowego zakłócenia w czasie przywracania kryterium  $N - 1$  lub też zakłóceń wielokrotnych): w rezultacie mogą zostać naruszone kryterium  $N - 1$ , poziomy napięcie, prądu, częstotliwości oraz rezerwy bilansowe.

### **Kryteria**

- C1. OSP dotknięty awarią.** OSP, w którego systemie wystąpiło zakłócenie.
- C2. Przyczyny pracy zakłóceńowej.** Poważne utrudnienia w powrocie systemu do pracy normalnej są powodowane przez:
  - C2.1** Przepływy w elementach sieci oraz liniach wymiany międzysystemowej poza granicami bezpieczeństwa (przeciążenie, np. z powodu nieprzewidywalnych przepływów)
  - C2.2.** Brak (krótkoterminowych) rezerw mocy regulacji pierwotnej, wtórnej lub innych rezerw (zmniejszone wytwarzanie, spowodowane np. przez wypadnięcia jednostek wytwórczych, brak wody chłodzącej lub z uwagi na ograniczone zdolności przesyłowe).
  - C2.3** Brak mocy biernej prowadzący do krytycznych poziomów napięć (niskich lub wysokich).
  - C2.4** Brak obserwowalności i sterowalności (np. utrata systemu SCADA, błędne działanie regulacji mocy i częstotliwości, utrata systemu sterowania).
  - C2.5** Oznaki niestabilności takie jak spadki napięć, częstotliwości, nietłumione oscylacje mocy lub zwiększenie rozchylenia kątów fazowych.

### **Wymagania**

- R1. Koordynacja działań OSP:**
  - R1.1. Współdziałanie OSP.** Krajowe regulacje prawne w zakresie pracy w stanach zakłóceńowych muszą być uzupełnione dwu- i/lub wielostronnymi umowami oraz procedurami uzgodnionymi pomiędzy sąsiednimi OSP.
  - R1.2. Wymiana informacji.** Dwu- i/lub wielostronne procedury powinny pozwalać na szybką wymianę informacji o warunkach pracy systemów w obszarach przygranicznych: konfiguracji sieci, słabych punktach w sieci oraz potencjalnych zagrożeniach pracy.

- R1.3 Alarmowanie się OSP o stanach systemu.** Dwu- i/lub wielostronne procedury informowania sąsiednich OSP o różnych stanach systemu powinny być uzgodnione pomiędzy sąsiadującymi OSP. Szczegóły wspólnych procedur oparte są na zasadzie wzajemności. Sąsiadujący OSP powinni wymieniać informacje dotyczące stanu ich systemów, w tym zagrożenia ich pracy w celu wzajemnego alarmowania się w przypadku wystąpienia warunków krytycznych. Zasady i procedury alarmowania muszą być elementem szkoleń dyspozytorskich.
- R1.4 Działania transgraniczne.** Działania transgraniczne muszą być ocenione, uzgodnione i przygotowane dwu- lub wielostronnie, jeśli to konieczne. Działania te rozpoczynane są po otrzymaniu sygnału alarmowego. Powinny być one uzgodnione w ramach umów międzyoperatorskich (patrz A-P2).
- R1.5 Komunikacja.** Każdy OSP powinien udostępnić i regularnie aktualizować listę osób kontaktowych z którymi można kontaktować się niezależnie od pory dnia i nocy, zawierającą numery telefonów, faksów oraz adresów e-mailowych. Wszystkie krytyczne informacje o aktualnych warunkach pracy systemu powinny być wysyłane do tych osób. Listy te muszą być regularnie weryfikowane. Pomiędzy sąsiednimi operatorami powinny być zapewnione bezpośrednie łącza telefoniczne.
- R2. Procedury awaryjne.** Każdy OSP powinien wdrożyć skuteczne organizacyjne i zapobiegawcze środki, w ramach dostępnych sobie możliwości, celem zaradzenia najpoważniejszym zjawiskom, takim jak: kaskadowe przeciążenia, załamanie napięcia, głębokie spadki częstotliwości, utrata synchronizmu.
- R3. Operacyjny personel OSP.** Każdy OSP musi zapewnić wystarczające zasoby personalne dostępne w punktach dyspozytorskich dla pracy w warunkach normalnych i zakłóceń.
- R4. Szkolenia dyspozytorskie.** Szkolenia w zakresie zarządzania ograniczeniami, zakłóceniami, działań zaradczych oraz odbudowy systemu muszą się odbywać regularnie.
- R5. Wymagania bezpieczeństwa.**
- R5.1 Analizy bezpieczeństwa.** Należy regularnie prowadzić analizy bezpieczeństwa (oparte na procedurze DACF lub estymacji stanu systemu w czasie rzeczywistym realizowanej na punkcie dyspozytorskim) zawierające, jeśli to niezbędne, obliczenia dla czasu rzeczywistego.
- R5.2 Funkcjonalna rezerwa punktu dyspozytorskiego.** Powinna być zapewniona i okresowo testowana zdolność pracy rezerwowego punktu dyspozytorskiego dla zapewnienia rezerwy w przypadku jakiegokolwiek zniszczenia instalacji podstawowych.
- R5.3 Wymagania systemu SCADA.** Systemy SCADA muszą dostarczać pełną informację o stanie pracy systemu oraz właściwych części sąsiednich obszarów. System ten musi być wykonany jako redundantny z systemem rezerwowym oddalonym od podstawowego.
- R6. Dane czasu rzeczywistego systemu.** Każdy OSP musi udostępnić dane czasu rzeczywistego odpowiednich części systemu sąsiadnym OSP.
- R7. Wymiana informacji w zakresie nastaw automatyk.** Sąsiedni OSP muszą wymieniać informacje o typach, i uzgodnić nastawy urządzeń automatyk wyłączających linie międzysystemowe.

## Standardy

- S1. Informacje dostarczane przez OSP dotkniętego awarią.** OSP dotknięty awarią musi poinformować sąsiednich OSP o stanie swojego systemu i związanymi z tym ryzykami celem podjęcia właściwych wspólnych działań. OSP dotknięty awarią może zwrócić się o pomoc do sąsiednich OSP.
- S2. Właściwe działania podejmowane w odpowiednim czasie.**
- S2.1.** W przypadku gdy jakkolwiek OSP zidentyfikuje zakłócenia zagrażające bezpieczeństwu pracy połączonych systemów, stosuje on pilnie wszelkie wewnętrzne środki dla samodzielnego usunięcia ograniczenia. Jeśli bezpieczeństwo jest nadal zagrożone OSP przystępuje do, jeśli to możliwe i we współpracy z sąsiednimi OSP, podjęcia środków w zakresie skoordynowanego zarządzania ograniczeniami celem zlikwidowania zidentyfikowanego odstępstwa od kryteriów bezpieczeństwa. Działania zaradcze mogą spowodować ograniczenia normalnych warunków rynkowych (włączając w to redukcje wymiany międzysystemowej).
- S2.2.** W przypadku, gdy działania zaradcze mogą mieć wpływ na sąsiednie systemy, odpowiedni OSP powinni zostać, jeśli to możliwe, wcześniej zawiadomieni.
- S2.3** Każdy OSP wraz z sąsiednimi OSP powinien opracować niezbędne procedury i/lub umowy celem przygotowania zawczasu najwłaściwszego dostępnego zbioru transgranicznych działań zaradczych. Procedury te uwzględniają możliwe zmiany konfiguracji sieci (m.in. stan sprzęgieł, nastawy przesuwników fazowych), możliwości zmiany rozkładu wytwarzania i awaryjne rezerwy wytwórcze za granicami
- S3. Utrzymywanie połączeń międzysystemowych.**
- S3.1.** OSP podejmą wszelkie wysiłki aby pozostać przyłączonym do obszaru synchronicznego. W przypadku, gdy OSP uważa, że praca jego systemu może być zagrożona, w specjalnych warunkach operacyjnych, jeśli pozostają w połączeniu z innymi, może zastosować działania zapobiegawcze niezbędne do ochrony własnego systemu.
- S3.2 Rola sąsiadujących OSP w zapobieganiu rozszerzaniu się załamania systemu.** W przypadku, gdy OSP dotknięty awarią nie jest w stanie sprostać krytycznej sytuacji, która mogłaby prowadzić do załamania systemu w krótkim czasie, sąsiadujące OSP powinny udzielić wszelkiej możliwej pomocy dotkniętemu awarią OSP i, uwzględniając bezpieczeństwo własnych systemów, ograniczyć rozszerzanie się zakłócenia zgodnie z uzgodnionymi wspólnymi procedurami i umowami. OSP muszą koordynować działania z OSP dotkniętym awarią.
- S3.3 Strategia wyłączenia połączeń międzysystemowych.** Wyłączanie połączeń międzysystemowych musi być wcześniej przeanalizowane i uzgodnione w przejrzysty sposób. Automatycznie wyłączanie może być dokonywane przy założeniu wystąpienia danego zakłócenia i gdy przekroczone są dopuszczalne limity (np. zniszczenie urządzeń na skutek ich przeciążenia); takie działanie powinno przyczyniać się do przyspieszenia opanowywania sytuacji zakłócenia. OSP muszą uzgodnić miejsca ręcznych i automatycznych wyłączeń w przypadku spadku częstotliwości, przeciążenia, utraty synchronizmu. Nagłe wyłączenie bez wcześniejszego powiadomienia sąsiednich zaangażowanych OSP może być przeprowadzone w sytuacjach awaryjnych w przypadku zagrożenia życia ludzkiego lub zniszczenia urządzeń. Utrzymanie połączeń międzysystemowych, tak długo jak to tylko możliwe, ma najwyższą wagę, ale nie powinno prowadzić do przekroczeń parametrów pracy systemu. Dlatego też

każde ręczne awaryjne wyłączenie połączenia międzysystemowego powinno być, w zależności od okoliczności, zasygnalizowane wcześniej lub uzasadnione po fakcie z sąsiednimi OSP.

- S4. Ograniczenie ryzyka wystąpienia i rozprzestrzeniania się zakłócenia.** Sąsiednie OSP muszą opracować i uzgodnić wspólne procedury postępowania w przypadkach awaryjnych. Działania zaradcze mające na celu przywrócenie systemu do pracy w bezpiecznych granicach dla najbardziej prawdopodobnych sytuacji zakłóceń muszą być wspólnie skoordynowane, opracowane, uzgodnione i przećwiczone, zarówno na poziomie współpracy międzyoperatorskiej, jak i na poziomie krajowym.
- S5. Postępowanie w przypadku niskiej częstotliwości.** Dla zapobiegnięcia załamania się całego połączonego systemu musi być automatycznie uruchomiony awaryjny zrzut obciążenia (patrz P1-A-C.2.4). Zrzuty te mają na celu utrzymanie odpowiedniego poziomu zbilansowania systemu zanim jego parametry nie osiągną wartości przy których następuje automatyczne odłączenie jednostek wytwórczych od systemu.
- S6. Postępowanie w przypadku wysokiej częstotliwości.** Jeśli częstotliwość systemu jest wyższa niż 50,2 Hz OSP powinny podjąć działania obniżające wartość częstotliwości poprzez załączenie pomp w elektrowniach szczytowo-pompowych lub zmniejszenie poziomu wytwarzania mocy czynnej proporcjonalnie do współczynnika K sieci.

## **Procedury**

- P1. Raport z sytuacji zakłóceń w systemie** przedkłada się jeśli wystąpi jedno lub więcej z następujących zdarzeń:
- P1.1.** Niekontrolowana utrata 3000 MW lub więcej obciążenia,
  - P1.2.** Awaryjny zrzut obciążenia w wysokości 3000 MW lub więcej w sytuacji zakłóceń,
  - P1.3.** Rzeczywiste bądź domniemane ataki mające na celu elementy systemów bezpieczeństwa, które mogłyby mieć wpływ na niezawodność systemu elektroenergetycznego,
  - P1.4.** Rzeczywiste bądź domniemane zakłócenia lub ataki mające na celu elementy systemów informatycznych lub telekomunikacyjnych, które mogłyby mieć wpływ na niezawodność systemu elektroenergetycznego,
  - P1.5.** Utrata zasilania energią elektryczną kilkuset tysięcy odbiorców przez 1 godzinę lub dłużej,
  - P1.6.** Utrata znaczącej części systemu,
  - P1.7.** Awaria prowadząca do utraty zasilania wszystkich odbiorców (tzw. black out) systemu przesyłowego i/lub dystrybucyjnego.
  - P1.8.** Utrata połączeń międzysystemowych, które znacząco wpływają na integralność połączonego systemu,
  - P1.9.** Wydzielenie całości lub części systemu od reszty systemów połączonych,
  - P1.10.** Utrata wytwarzania powyżej 3000 MW
- P2. Procedury awaryjne pomiędzy OSP.** OSP powinny wdrożyć dwu- lub wielostronne procedury dla poprawy wymiany informacji i koordynacji postępowania w krytycznych i wyjątkowych okolicznościach. Takie procedury mogą dotyczyć następujących elementów:

**P2.1.** Lista osób kontaktowych wraz z zakresem ich odpowiedzialności (planowanie operacyjne, zmiany dyspozytorskie, itp.) dla każdego kraju. Listy te zawierające numery telefonów i faksów oraz adresy emailowe pozwalają operatorom na szybką łączność. Każdy OSP aktualizuje swoje listy i rozpowszechnia taki dokument w regularnych odstępach czasu (raz lub dwa razy w roku) lub po każdych znaczących zmianach.

**P2.2.** Wspólny operacyjny schemat sieci powinien pokazywać uproszczony stan sieci głównie przy granicach: topologię każdej stacji (przynajmniej liczba węzłów elektrycznych), wytwarzania (typ, miejsce przyłączenia i maksymalna moc). Jakakolwiek krytyczna zmiana w sieci (utrata elementu) powinna być zaznaczona na tym schemacie aktualizowanym w czasie rzeczywistym i przesyłanym do zainteresowanych sąsiednich OSP. Wiedza o warunkach pracy sąsiednich systemów ułatwia lepsze zrozumienie potencjalnych trudności partnerów tak, że dotknięty awarią OSP może otrzymać wsparcie poprzez działania zaradcze dostępne poza jego granicami.

**P2.3.** System alarmowy pomiędzy OSP ostrzegający o różnych stanach pracy systemu.

**P2.4.** Zestaw danych czasu rzeczywistego w zakresie fizycznej wymiany transgranicznej dla ułatwienia wizualizacji przepływów fizycznych (moc czynna i bierna) w obszarach przygranicznych i na granicach każdego obszaru regulacyjnego lub krajów w celu przewidywania wystąpienia potencjalnych ograniczeń w sieci.

**P2.5.** Standardowa informacja (np. faxem lub emailem) o ograniczeniach zlokalizowanych blisko granic; procedury powinny opisywać rodzaj wymienianej informacji i preferowane metody usuwania ograniczeń (zmiana konfiguracji sieci, zmiana rozdziału obciążeń).

**P2.6.** Działania zaradcze. Ocena i uzgodnienie wdrożenia następujących możliwych działań na szczeblu krajowym i międzyoperatorskich:

P2.6.1 Zmiany konfiguracji sieci.

P2.6.2 Wykorzystanie przesuwników fazowych.

P2.6.3 Zakontraktowana zmiana rozkładu wytwarzania wewnątrz obszaru regulacyjnego danego OSP.

P2.6.4 Zmiana rozkładu wytwarzania pomiędzy sąsiednimi obszarami regulacyjnymi.

P2.6.5 Polecenie maksymalnych lub minimalnych wielkości produkcji mocy czynnej i biernej (P i Q).

P2.6.6 Zmiany napięć w sieci dystrybucyjnej.

P2.6.7 Odwoływanie prac remontowych, powrót do pracy elementów sieci wyłączonych do remontu.

P2.6.8 Blokowanie podobciążeniowych przełączników zaczepek transformatorów .

P2.6.9 Ręczne wyłączanie obciążenia u odbiorców z kontraktami na przerwy w dostawach

P2.6.10 Wyłączanie pomp w elektrowniach szczytowo-pompowych.

P2.6.11 Załączanie dodatkowych baterii kondensatorów lub dławików kompensacyjnych.

P2.6.12 Aktywacja rezerw mocy za granicą.

P2.6.13 Aktywacja dostaw awaryjnych.

P2.6.14 Zapobiegawcze lub zaradcze, ręczne lub automatyczne zrzuty obciążenia.

P2.6.15 Zamierzone wyłączenie linii międzysystemowych.

P2.6.16 Wyłączenie jednostek wytwórczych.

## Wytyczne

**G1. Analiza stanów systemu.** Dla celów alarmowania międzyoperatorskiego w pracy zakłóceńowej różni się dwa poziomy niebezpieczeństwa. Trzeci poziom odnosi się do blackout'u, kiedy niektóre części systemu pozostają w stanie beznapięciowym.

**G1.1.** W stanie **ZAGROŻENIA** system pracuje stabilnie, ale uaktywnione są wszystkie rezerwy operacyjne (w zakresie zdolności wytwórczych i przesyłowych). Nie jest jednak pewne czy, i kiedy będzie możliwy pełny powrót do pracy w granicach bezpieczeństwa (zależy to od stopnia zagrożenia i ryzyka wystąpienia zjawisk kaskadowych). System pracuje w akceptowalnych granicach; jednakże parametry systemu pozostają bardzo blisko (ale ciągle poniżej lub trochę przekraczają) granic bezpiecznej pracy. Operatorzy systemów nie mają pewności czy system powróci do normalnego stanu pracy, z uwagi na istniejące ograniczenia sieciowe lub w zakresie zbilansowania i sytuacja jest potencjalnie niebezpieczna.

**G1.2.** W stanie **AWARYJNYM** system nie pracuje stabilnie i „naturalnie” zmierza w kierunku niebezpiecznej i niekontrolowalnej sytuacji (mogą występować zjawiska takie, jak kaskadowe wyłączenia, spadek częstotliwości, utrata synchronizmu, ograniczenia w dostawach, tworzenie się wysp). Zagrożone jest globalne bezpieczeństwo całego połączonego systemu. Celem ograniczenia rozszerzania się niebezpiecznych zjawisk i zapobiegnięcia kolapsowi części lub całego systemu konieczne może być podjęcie nadzwyczajnych działań, takich jak awaryjny zrzut obciążenia. W tym stanie system gwałtownie zmierza w kierunku bardzo niebezpiecznych warunków pracy, przy których parametry systemu znajdują się poza ustalonymi granicami bezpieczeństwa (patrz Temat 3 „Bezpieczeństwo operacyjne”).

**G2. Międzyoperatorska pomoc awaryjna.** OSP-Y mogą importować energię w ramach pomocy awaryjnej zgodnie z zawartymi umowami. Ograniczenia w wymianie międzysystemowej wprowadzane są zgodnie z umowami pomiędzy zainteresowanymi OSP.

**G3. Awaryjne zrzuć obciążenia w celu zbilansowania systemu.** OSP może zastosować zapobiegawczo awaryjny zrzut obciążenia we właściwych częściach systemu celem ograniczenia ryzyka wystąpienia kaskadowych wyłączeń.

**G4. Analiza zakłóceńowa.** OSP-y powinni systematycznie prowadzić analizy wszystkich potencjalnych zakłóceń systemowych, w tym nietłumionych kołysań mocy celem zidentyfikowania przyczyn zakłóceń, związanego z tym ryzyka i potencjalnych konsekwencji oraz celem doskonalenia zasad prowadzenia ruchu.

**G5. Podstawowy zestaw działań w warunkach awaryjnych.** Należy określić podstawowy zestaw działań w warunkach awaryjnych celem przyspieszenia ich zastosowania. Działania te zaczynają się wcześniej zdefiniowanymi poleceniami wysyłanymi przez dyspozytorów dyspozycji mocy do odpowiednich stron poprzez dedykowane kanały komunikacyjne. Te działania mogą obejmować:

**G5.1** Zmiana poziomu wytwarzania (zmiana programów wytwarzania w elektrowniach, uruchomienie jednostek wytwórczych szybkiego startu, szybki wzrost wytwarzania przez jednostki wytwórcze poprzez aktywizację wszystkich dostępnych rezerw).

**G5.2** Szybkie (ręczne lub zdalne) awaryjne zrzuć obciążenia odbiorców.

**G5.3** Zmiana poziomów napięć (wstępny alarm o obniżeniu napięć, przewzbudzenie jednostek wytwórczych, blokada podobciążeniowych przełączników zaczepów



transformatorów i/lub obniżenie zadanych poziomów napięć w układach regulacji napięć).

**G6. Dodatkowy zestaw działań w warunkach awaryjnych.** Jeśli warunki pracy systemu są w dalszym ciągu przekraczane i istnieje ryzyko rozszerzenia zakłócenia powinien być automatycznie aktywowany dodatkowy zestaw działań w warunkach awaryjnych ( jako uzupełnienie działań ręcznych). Te działania mogą obejmować:

**G6.1** Automatyczny awaryjny zrzut obciążenia na skutek dużego spadku częstotliwości poniżej 49 Hz z odłączeniem od 10% do 20% zapotrzebowania w stopniach np. co 0.3 – 0.5 Hz.

**G6.2** Automatyczne odłączanie sekcji sieci lub obszarów, które utraciły synchronizm.

**G6.3** Koordynacja wyłączeń jednostek wytwórczych na skutek wysokiej częstotliwości.

**G7. Utrata synchronizmu.** W przypadku utraty synchronizmu jednostek wytwórczych powinny one przejść do pracy w układach wydzielonych z zasilaniem potrzeb własnych lub z części sieci należy utworzyć wyspę (układ wydzielony). Takie działania są stosowane, aby przyspieszyć odbudowę systemu po awarii.

**G8. Analizy bezpieczeństwa.** Zalecane jest stosowanie uzupełniających metod (obliczenia stabilności statycznej i dynamicznej, rozległy system pomiarowy – WAMS).

**G9. Inne, wspólne środki operacyjne.** OSP-y powinni regularnie przeprowadzać, jeśli to możliwe raz w roku:

**G9.1** dwustronny przegląd zasad wspólnego planu odbudowy.

**G9.2** dwustronną kontrolę systemów zabezpieczeń.

**G10. Kierowanie działaniami operacyjnymi w przypadku awarii międzysystemowej.** Kierowanie działaniami operacyjnymi w przypadku awarii międzysystemowej może wynikać z dwustronnych lub wielostronnych procedur zależnie od oceny i kompleksowego rozwoju sytuacji w systemach. Przyczynia się podjęcia najbardziej właściwych pilnych działań zaradczych, które wymagają koordynacji działań zaangażowanych OSP-ów.

**G11. Wspólna analiza zakłóceń.** Po każdym znaczącym zakłóceniu, OSPy powinny prowadzić wspólną analizę przyczyn zakłócenia i, jeśli to konieczne, udoskonalić istniejące zasady.

**G12. Szkolenia służb dyspozytorskich.** Zalecana jest wymiana doświadczeń nt metod szkoleń oraz wymiany dyspozytorskie w celu ułatwienia identyfikacji sytuacji krytycznych.

**G13. Raport z sytuacji zakłóceń w systemie.** Raport z sytuacji zakłóceń w systemie w ciągu 24 godzin po wystąpieniu zakłócenia powinien zostać wysłany przez dotkniętego awarią OSP do Biura UCTE i udostępniony w extranecie UCTE (patrz P1).

**G14. Praca jednostek wytwórczych.** W przypadku wystąpienia dużych zmian napięcia i/lub częstotliwości elektrownie lub jednostki wytwórcze powinny pozostawać przyłączone do systemu tak długo jak to możliwe; tj. jednostki wytwórcze odłączą się od sieci i przejdą na zasilanie potrzeb własnych tylko w przypadku awarii sieci.

Każdy OSP powinien zapewnić istnienie minimalnych wymagań dla pracy jednostek wytwórczych (z uwzględnieniem wytwarzania rozproszonego) z uwzględnieniem w szczególności:

**G14.1** pewnych zakresów napięć

**G14.2** pewnych zakresów częstotliwości

**G14.3** podczas zakłóceń takich jak bliskie zwarcie,

**G14.4** w zdefiniowanym wcześniej czasie pracy na potrzeby własne.

**G15. Rezerwowe źródła zasilania.** Zasilanie potrzeb własnych w obiektach systemu przesyłowego (stacje transformatorowe, stacje elektroenergetyczne, centra dyspozytorskie) powinno być gwarantowane w wystarczającym przedziale czasowym z wewnętrznych niezależnych źródeł zasilania, aby umożliwić zdalne sterowanie, pozostawanie w pracy systemów komputerowych i telekomunikacyjnych nawet w przypadku awarii systemu elektroenergetycznego.

## B. Odbudowa systemu po awarii

---

### **Wprowadzenie**

Po wystąpieniu wielkiej awarii, której skutkiem jest podzielenie systemu na wyspy lub obszary beznapięciowe stosuje się zestaw działań, polegający na „podniesieniu sieci”. „Podniesienie sieci” składa się z szeregu bardzo skomplikowanych, skoordynowanych działań, przeanalizowanych i przygotowanych z góry. W takiej sytuacji każda dyspozycja mocy sprawdza sposób pracy wyspowej elektrowni, kontrolując czy potrzeby własne elektrowni zasilane są z sieci zewnętrznej, czy też istnieje potrzeba pilnego przywrócenia tego zasilania, celem umożliwienia szybszego wznowienia wytwarzania w tych elektrowniach, kiedy tylko warunki sieciowe na to pozwolą. Jeśli tak nie jest, wydawane są odpowiednie dyspozycje jednostkom przystosowanym do rozruchu beznapięciowego, tak aby zasilic potrzeby własne tamtych elektrowni. Działania polegające na przywracaniu zasilania potrzeb własnych jednostek wytwórczych z sieci zewnętrznej mogą być przygotowane jako specjalny scenariusz wcześniej sprawdzony. Następnie dyspozycje mocy będą w stanie stopniowo łączyć stabilnie pracujące obszary wyspowe.

### **Kryteria**

- C1. Blackout (awaria katastrofalna).** Awaria katastrofalna polega na tym, że znaczące części sieci pozostają bez napięcia z całkowitym lub częściowym brakiem zasilania odbiorców.

### **Wymagania**

#### **R1. Rola OSP-ów**

**R1.1 Zaplanowanie i zastosowanie środków zaradczych.** Każdy OSP odpowiada za spójne zaplanowanie i właściwe zastosowanie środków zaradczych, pozostających w jego obszarze odpowiedzialności, mających na celu odbudowę systemu, które to środki powinny być uprzednio sprawdzone okresowymi testami.

**R1.2 Wewnętrzne działania zaradcze OSP i pomoc sąsiedzka.** Odbudowa systemu musi być prowadzona przez OSP dotkniętego awarią z wykorzystaniem dostępnych mu środków i procedur wdrażania działań zaradczych. Połączenia międzysystemowe wykorzystywane są w sposób skoordynowany z sąsiednimi OSP-ami, którzy mogą udzielić pomocy w postaci dostaw mocy czynnej i biernej.

#### **R2. Koordynacja i komunikacja między OSP-ami oraz współpraca z wytwórcami w sytuacjach krytycznych.**

**R2.1 Przygotowanie działań.** Sąsiednie OSP-y muszą z góry przygotować i uzgodnić wspólne działania do podjęcia w przypadku wystąpienia konieczności odbudowy systemu.

**R2.2 Koordynacja.** OSP-y muszą koordynować działania w zakresie odbudowy, zwłaszcza w sytuacjach kiedy awaria katastrofalna wpływa na sąsiednie systemy.

**R2.3 Wymiana informacji.** OSP-y muszą wymieniać się informacjami celem określenia izolowanych obszarów i sieci pozostających bez napięcia.

- R2.4 Wymagania systemowe odnośnie przywracania napięcia.** Każdy OSP musi opracować odpowiednie procedury przywracania napięcia pozwalające na stopniową odbudowę normalnych warunków pracy systemu w możliwie najkrótszym czasie.
- R2.5 Zdolność do black-startu (rozruchu beznapięciowego).** W każdym obszarze regulacyjnym należy przewidzieć wystarczającą liczbę elektrowni zdolnych do samodzielnego rozruchu ze stanu beznapięciowego i do podania napięcia do części systemu.
- R2.6 Zdolność jednostek wytwórczych do pracy na potrzeby własne.** W każdym obszarze regulacyjnym należy przewidzieć wystarczającą liczbę elektrowni zdolnych do przejścia do pracy na potrzeby własne po odłączeniu od sieci.
- R2.7 Pierwszeństwo przywracania zasilania.** Po black-out'cie należy zasilic w pierwszej kolejności te odbiory których brak funkcjonowania spowodowany brakiem zasilania mógłby narazić na szwank ciągłość procesu odbudowy (elektrownie ciepłne odłączone od sieci, które nie przeszły do stabilnego stanu, centra zdalnego sterowania, centra telekomunikacyjne, itp.) powinny być zasilone.
- R2.8 Niezawodność systemów sterowania.** OSP-y muszą zapewnić podczas procesu odbudowy pełną funkcjonalność i niezawodność:
- R2.8.1 systemu SCADA,
  - R2.8.2 systemu zdalnego sterowania,
  - R2.8.2 systemu łączności dla centrów dyspozytorskich.
- R3. Szkolenia służb dyspozytorskich.** Dyspozytorzy muszą być szkoleni w zakresie symulacji różnych scenariuszy pracy w sytuacjach awaryjnych i prawidłowego stosowania procedur awaryjnych. Są to najważniejsze warunki powodzenia planu odbudowy.

### **Standardy**

- S1. Komunikacja pomiędzy OSP-ami.** OSP dotknięty awarią informuje sąsiednie OSP-y o wystąpieniu black-out'u.
- S2. Wiedza o stanie systemu elektroenergetycznego po black-out'cie.** OSP-y powinny możliwie szybko poznać stan każdego elementu systemu elektroenergetycznego po wystąpieniu black-out'u: elektrownie pracujące prawidłowo na potrzeby własne i gotowe do zasilania odbiorców, elektrownie mające problemy z zasilaniem potrzeb własnych i w związku z tym potrzebujące szybkiego podania napięcia ze źródła zewnętrznego, możliwości w zakresie black-startu oraz stan sieci.
- S3. Bezpieczna praca OSP dotkniętego awarią.** Podczas procesu odbudowy, dotknięty awarią OSP musi zarządzać przepływami mocy oraz prowadzić regulację napięć na połączeniach międzysystemowych w uzgodnionych zakresach oraz koordynować działania z sąsiednimi OSP-ami.
- S4. Limity obciążenia połączeń międzysystemowych.** W przypadku, gdy proces odbudowy rozpoczyna się z pomocą sąsiednich systemów (które pozostały w stanie napięciowym) OSP-y tych systemów powinny udostępnić wszelkie niezbędne środki i unikać przeciążeń w tych częściach sieci, które graniczą z dotkniętym awarią OSP celem udostępnienia odpowiednich zdolności przesyłowych dla zrealizowania dostaw dla tego OSP.

## Procedury

- P1. Procedury przywracania napięcia.** Przy ustalaniu procedur przywracania napięcia należy uwzględnić następujące aspekty:
- P1.1** ochronę integralności elementów sieci oraz w ogólności całego systemu elektroenergetycznego;
  - P1.2** przywrócenie jednostek wytwórczych zdolnych do podania napięcia do systemu;
  - P1.3** zasilenie obszarów o szczególnym priorytecie.
- P2. Jednostki wytwórcze i zasilanie odbiorców.** W procesie przywracania napięcia w sieci elektrownie ciepłe pracujące początkowo na potrzeby własne powinny stopniowo zwiększać wytwarzanie, a właściwe grupy odbiorców powinny być sukcesywnie przyłączane do tak tworzonych wysp.
- P3. Upřednio ustalone sekwencje łączenia.** Procedury odbudowy mogą przewidywać ustalone wcześniej sekwencje łączenia przy odbudowie przeprowadzane przy spełnieniu odpowiednich warunków. Pozwala to na oszczędność czasu i zmniejszenie ilości błędów przy przeprowadzaniu sekwencji łączeń, a także zaradzenie potencjalnym problemom z łącznością. Upřednio ustalone sekwencje łączenia można wykorzystać dla przygotowania:
- P3.1** dróg podawania napięcia (tzw. ciągów rozruchowych),
  - P3.2** odpowiednich sposobów przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci,
  - P3.3** grup odbiorców o właściwej wielkości zapotrzebowania.

## Wytyczne

- G1. Opracowane upřednio plany podziału sieci.** W przypadku wystąpienia wielkiej awarii, na przykład po utracie synchronizmu, powinny być zastosowane wcześniej opracowane plany podziału sieci z wykorzystaniem właściwej aparatury zabezpieczającej.
- G2. Sekwencja odbudowy.** Każdy OSP powinien być w stanie odbudować system bez pomocy z zewnątrz. W przypadku wielkiej awarii obejmującej więcej OSP-ów każdy z nich ma prawo w pierwszej kolejności odbudować swój system, przed przywróceniem do pracy połączeń międzysystemowych. Nie wyklucza to zawierania umów dwustronnych o udzielaniu wzajemnej pomocy wcześniej uwzględniających sposób pracy połączeń międzysystemowych.
- G3. Wytyczne dla planu odbudowy.**
- G3.1 Wymagania dla planu odbudowy.** Plan odbudowy powinien zawierać opis wszystkich działań koniecznych do przywrócenia normalnych warunków dostaw w sposób terminowy i niezawodny.
- Podczas procesu odbudowy z wykorzystaniem części sieci pozostającej w stanie napięciowym, obciążalności ciepłe połączeń (linii, transformatorów itd.) oraz poziomy napięć powinny być utrzymywane w dopuszczalnych zakresach.
- Podczas odbudowy można wykorzystać automatyczną aparaturę celem realizacji opracowanych upřednio sekwencji łączeniowych.
- G3.2 Modele sieci dla opracowania planu odbudowy.** W planie odbudowy OSP-y powinni zdefiniować stany systemu. Dla osiągnięcia tego celu właściwym kryterium jest wybranie najbardziej prawdopodobnych i wiarygodnych sytuacji.

Plany odbudowy opierają się na identyfikacji właściwych dróg podawania napięcia. Drogi podawania napięcia łączą jednostki wytwórcze zdolne do black-startu z:

- potrzebami własnymi innych jednostek wytwórczych ważnych ze względu na wielkość lub lokalizację,
- grupami odbiorców (dla ograniczenia problemów z podwyższonym napięciem).

W szczególności, drogi podawania napięcia powinny być przygotowane tak, aby:

- zapewnić wszystkim obszarom sieci zdolność odbudowy,
- zasilić strategicznych odbiorców.

Dla najważniejszych odbiorców (elektrownie jądrowe, wielkie elektrownie cieplne, itp.) powinny być przygotowane redundantne drogi podawania napięcia.

**G3.3. Realizacja planu odbudowy.** Po wystąpieniu black-out'u powinno być możliwe wykonanie przez operatorów szybkiej analizy stanu systemu, aby postawić hipotezę co do sekwencji zakłóceń, które doprowadziły do black-out'u oraz zidentyfikować, jako pierwszy krok te elementy sieci, które uległy awarii. W rezultacie powinno być możliwe ustalenie prawidłowego porządku działań aby rozpocząć realizację podawania napięcia właściwymi drogami.

**G3.4. Drogi podawania napięcia.** Drogi podawania napięcia powinny być uprzednio zdefiniowane, aby umożliwić postępującą odbudowę połączonej sieci.

**G3.5. Testy dróg odbudowy.** Jeśli to możliwe, niezawodność dróg odbudowy powinna być okresowo analizowana i testowana w praktyce. Testy odbudowy systemu powinny odnosić się w szczególności do:

**G3.5.1** Zdolności jednostek wytwórczych do black-startu;

**G3.5.2** Skuteczności zrzutu obciążenia ( elektrownie cieplne);

**G3.5.3** Czasów wymaganych dla przygotowania dróg odbudowy;

**G3.5.4** Testów skuteczności odpowiednich automatyk i aparatury zabezpieczeniowej.

Pozytywne wyniki częściowych testów są warunkiem koniecznym dla zaprojektowania i przeprowadzenia pełnego testu drogi odbudowy.

Podczas przeprowadzania testów odbudowy należy zwrócić uwagę na wszystkie uczestniczące w odbudowie jednostki, aby móc zidentyfikować wszelkie czynniki które mogłyby utrudniać prawidłowe wdrożenie procedur.

**G3.6. Komunikacja między OSP-ami i organizacja planów odbudowy.** W odniesieniu do planu odbudowy operator systemu jest odpowiedzialny za:

**G3.6.1** spójność jego opracowania

**G3.6.2** koordynację programu testów

**G3.6.3** nieskomplikowany sposób zastosowania

OSP powinien zapewnić i przetestować wymagania techniczne współpracy z wytwórcami i dystrybutorami.

**G4. Przywracanie napięcia w szkieletcie sieci.** OSP-y powinni zastosować procedury odbudowy w taki sposób, aby możliwie jak najszybciej przywrócić napięcie w szkieletcie sieci, do którego następnie kolejno będą przyłączani wytwórcy i odbiorcy.

- G5. Testy podawania napięcia do elektrowni.** Regularnie powinno się organizować testy podawania napięcia do najważniejszych jednostek wytwórczych w systemie z punktu widzenia ich udziału w procesie odbudowy systemu. Testy te pomagają zweryfikować czy scenariusze podawania napięcia do tych elektrowni (obejmujące elektrownie wykorzystywane jako źródła napięcia, linie i inne niezbędne urządzenia) są odpowiednie i możliwe do zastosowania.
- G6. Szkolenia służb dyspozytorskich Operatorów.** Zalecane i wskazane jest stosowanie symulatorów dla celów szkoleń dyspozytorskich w celu weryfikacji zdolności dyspozytorów do reagowania w sytuacjach awaryjnych i niecodziennych scenariuszach, które rzadko zdarzają się w praktyce w pracy systemu elektroenergetycznego. W ten sposób możliwa jest weryfikacja zdolności dyspozytorów do natychmiastowego i skutecznego działania w sytuacjach krytycznych, a także usprawnienie stosowania procedur awaryjnych.
- Takie szkolenia powinny być skierowane, poprzez odpowiednie zróżnicowanie, do wszystkich poziomów służb operatorskich zaangażowanych w realizację planu odbudowy, w szczególności dla służb dyspozytorskich OSP odpowiedzialnych za sterowanie systemem elektroenergetycznym oraz za pracę urządzeń wytwórczych, sieci przesyłowych i sieci dystrybucyjnych.
- G7. Przygotowanie do sytuacji krytycznych wewnątrz OSP.** OSP-y powinni organizować okresowe spotkania z innymi zainteresowanymi jednostkami operacyjnymi celem prezentacji sposobów zastosowania planów odbudowy i dokładniejszej analizy związanych z tym problemów.
- G8. Komunikacja OSP ze światem zewnętrznym.** Ze względu na gospodarcze i społeczne skutki black-out'u konieczne jest opracowanie planu komunikacji wewnątrz OSP oraz z otoczeniem zewnętrznym. OSP-y powinni komunikować się ze swoimi głównymi udziałowcami w celu informowania ich o aktualnej sytuacji w systemie. Dodatkowe wymagania w zakresie komunikacji powinno się przekazać właściwym organizacjom, aby uniknąć nakładania się tych działań na działania operacyjne dyspozycji mocy.