

**REFERAT GENERALNY DO REFERATÓW PODSEKCJI I.2
STABILNOŚĆ, NIEZAWODNOŚĆ, AWARIE I RESTYTUCJA****Sylwester Robak**

Politechnika Warszawska - Instytut Elektroenergetyki

Referaty włączone do sekcji *Stabilność, niezawodność, awarie i restytucja* dotyczą bardzo różnorodnej tematyki. Obok referatów poruszających problematykę metod obliczeniowych oraz modeli elementów systemu elektroenergetycznego, w sekcji znalazły się referaty omawiające kwestie prób i eksperymentów systemowych (zrealizowanych oraz przygotowywanych). W sekcji odnaleźć można również referat dotyczący kwestii, które w najbliższym czasie mogą być bardzo ważne w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym, a mianowicie aspektów pracy jądrowych jednostek wytwórczych.

1. OMÓWIENIE POSZCZEGÓLNYCH REFERATÓW**1.1. Rojewski W., Sobierajski M.:****„Wyniki pomiarów podczas prób pracy wyspowej EC Legnica”**

Referat zawiera charakterystykę układu elektrycznego EC Legnica oraz Huty Miedzi Legnica, a także przedstawia wybrane wyniki próby pracy wyspowej EC Legnica.

W omawianym układzie zasilania w razie utraty zasilania z sieci 110 kV i nieudanego przejścia do pracy wyspowej EC Legnica, ze względów technologicznych i ekologicznych pracy EC Legnica, sytuacja staje się krytyczna. W takim przypadku zasilanie potrzeb własnych EC Legnica może (powinno) być realizowane przez agregat prądotwórczy.

Generalnie, przejście turbozespołu do pracy wyspowej jest zadaniem bardzo trudnym i złożonym. W referacie autorzy wskazują, że dla zapewnienia bezpiecznej pracy wyspowej turbozespołu konieczne jest spełnienie dość ostrych wymagań przez wiele urządzeń i układów występujących w rozpatrywanym układzie. Wymagania te dotyczą w szczególności:

- pewności zasilania urządzeń potrzeb własnych elektrociepłowni,
- układu cieplnego (zasilania w paliwo i wodę, kotłów parowych, stacje redukcyjno-schładzających) i jego regulacji,
- regulatora prędkości obrotowej turbiny,
- układu wzbudzenia i regulacji napięcia generatora,
- automatyki zabezpieczeniowej generatora, sieci i odbiorów.

W ramach zrealizowanego przez zespół badawczy Politechniki Wrocławskiej eksperymentu wykonano różne próby pracy wyspowej EC Legnica, przy czym warunki wykonania poszczególnych prób określone były przez konfigurację układu planowanej wyspy oraz stan obciążenia układu w chwili odcięcia wyspy od sieci.

W referacie autorzy obszernie dokumentują wybrane wyniki prób prezentując wykresy czasowe dotyczące:

1. Przejścia do pracy wyspowej turbozespołu zainstalowanego w EC Legnica
2. Rozruchu silników indukcyjnych dużej mocy,
3. Automatycznej synchronizacji z siecią

Pytania do autorów:

1. Czy zdolność jednostki wytwórczej do pracy wyspowej była uprzednio sprawdzana za pomocą symulacji stanów statycznych i dynamicznych. Jeśli tak, to czy uzyskano zadowalającą zgodność wyników obliczeń symulacyjnych oraz prób pomiarowych.
2. Jakimi, zadaniem autorów, są bezpieczne granice napięcia i częstotliwości w rozpatrywanej wyspie obciążenia.
3. Czy zdaniem autorów istnieje możliwość wykorzystania zdolności pracy wyspowej EC Legnica w procesie obrony i odbudowy KSE po awarii katastrofalnej.

1.2. Grądzki I., Kielak R., Borodyńko J., Sroka K.:

Testy sprawdzające dla elektrowni wodnej Dychów - przygotowanie do samostartu i podania napięcia oraz mocy rozruchowej do elektrowni Dolna Odra

Kluczowym elementem odbudowy KSE po awarii katastrofalnej jest restytucja bloków cieplnych. Z tego względu system elektroenergetyczny powinien posiadać jednostki wytwórcze zdolne do samostartu oraz jednostki zdolne do pracy w układzie wydzielonym (wyspowym).

Zgodnie z obowiązującą IRiESP wskazane uprzednio zdolności jednostek wytwórczych powinny być sprawdzane i weryfikowane w trakcie prób systemowych.

Praktyczne przeprowadzenie wymaganych prób napotyka duże trudności organizacyjne oraz techniczne. Stąd konieczność bardzo dobrego przygotowania tego typu prób.

W przypadku KSE rolę elektrowni rozruchowych, których jednostki wytwórcze charakteryzują się zdolnością samostartu pełnią wybrane elektrownie wodne, w tym EW Dychów. Omawiany referat przedstawia zagadnienia techniczne związane z przygotowaniem toru rozruchowego oraz próby systemowej podania napięcia i mocy rozruchowej z EW Dychów do Elektrowni Dolna Odra. Jednym z elementów przygotowań, który szerzej został opisany w referacie było wykonanie badań symulacyjnych pracy toru rozruchowego. W tym celu wykonany został model układu z wykorzystaniem programu PSCAD, który daje duże możliwości wszechstronnych analiz. Wykonanie badań symulacyjnych, przed realizacją eksperymentu systemowego wnosi wiele cennych informacji. Na podstawie badań symulacyjnych autorzy referatu dochodzą do wniosku, że podanie napięcia o właściwych parametrach do Elektrowni Dolna Odra z EW Dychów nie powinno sprawić żadnych problemów.

Pytania do autorów:

1. Czy przewidziane jest rozszerzenie badań symulacyjnych między innymi w kierunku analizy stanów przejściowych związanych z załączaniem odbiorów dynamicznych (silników dużej mocy) w Elektrowni Dolna Odra. Jeżeli autorzy mają wyniki symulacji ich prezentacja w trakcie dyskusji wzbogaciłaby referat.

2. Program PSCAD daje możliwość badania bardzo złożonych wariantów przypadków prób. Zatem, czy w trakcie symulacji analizowano takie czynniki jak działanie układów automatyki elektroenergetycznej oraz wpływ niesymetrii wybranych elementów (linii napowietrznych) na przebieg stanów przejściowych związanych z łączeniami w trakcie budowy toru rozruchowego.

1.3. Kowalak R.:

Przeciwdziałanie układów SVC rozwojowi awarii napięciowej

Referat prezentuje wyniki analizy wpływu kompensatorów statycznych SVC na pracę systemu elektroenergetycznego, z uwzględnieniem aspektów dotyczących rozwoju awarii napięciowej. Zakres tematyczny referatu jest bardzo ciekawy i aktualny bowiem realne jest zagrożenie wystąpienia poważnych awarii napięciowych w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym. Omawiany referat prezentuje wyniki badań dotyczących oddziaływania kompensatorów SVC w przypadku prostego układu zasilania oraz w przypadku KSE. W przypadku KSE autor w sposób inżynierski, na podstawie analizy zmian napięć zachodzących w czasie normalnej pracy w węzłach dla różnych stanów obciążenia systemu oraz określeniu podatności napięciowej węzłów na wzrost obciążenia mocą bierną, wytypował 13 węzłów, w których wskazane by było zainstalowanie kompensatorów.

Pytania do autora:

1. Jaki czynniki techniczne, zdaniem autora, mogą mieć wpływ na wybór kompensatorów statycznych typu SVC bądź STATCOM w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym.
2. Jak autor interpretuje przedstawiony w referacie wniosek: *Wykonane badania wskazały też, w jaki sposób wpływać będzie w czasie awarii napięciowej lokalizacja kompensatora względem elektrowni i miejsca awarii. Przeprowadzone badania wykazały, że im bliżej miejsca awarii był kompensator, tym w mniejszym stopniu zmniejszał jej skutki.*

1.4. Oziemblewski K., Opala K.:

Możliwości oceny bieżącego stanu stabilności SEE. Pochodne zamiast charakterystyk.

Ocena stabilności, a w konsekwencji bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego w różnych horyzontach czasowych ma duże znaczenie z punktu widzenia operatora sieci przesyłowej. Szczególnie bieżąca ocena w trybie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego może być bardzo pomocna w poprawnym i bezpiecznym prowadzeniu ruchu. Autorzy referatu proponują możliwości oceny bieżącego stanu stabilności systemu elektroenergetycznego za pomocą badania krzywych strat mocy. Jak sami autorzy wskazują, proponowana metoda została zaprezentowana w dużym uproszczeniu, gdy ograniczenia nierównościowe nie występują. Jednocześnie, z załączonego do referatu spisu literatury można domniemywać, że prezentowana w referacie metoda została opracowana już wiele lat temu. Zatem oprócz rozważań teoretycznych, zilustrowanych ogólnymi wykresami, czytelnik ma prawo spodziewać się obliczeń dla przykładowego systemu testowego, weryfikujących przydatność proponowanej metody.

Pytania do autorów:

1. Czy proponowana metoda została zweryfikowana na drodze symulacji komputerowych. Jeżeli tak, to w ramach dyskusji cenne by było omówienie wybranych wyników badań.

2. Jak można wyznaczyć wartości graniczne proponowanych wskaźników do oceny stabilności SEE dla zadanego (wymaganego) poziomu zapasu stabilności.

1.5. Grzędzielski I, Sroka K.:

Elektrownie jądrowe w warunkach awarii katastrofalnej

Referat ma charakter przeglądu. Autorzy na podstawie literatury przedstawili wybrane aspekty pracy elektrowni jądrowych w warunkach awarii katastrofalnej. Tematyka referatu budzi duże zainteresowanie ze względu na perspektywę budowy oraz późniejszej eksploatacji elektrowni jądrowych w Polsce. Ważnym elementem referatu jest opis, opracowany na podstawie literatury, doświadczeń z awarii systemowych w krajach z generacją z elektrowni jądrowych (Stany Zjednoczone, Kanada, Szwecji). Oprócz tego autorzy przedstawiają wymagania stawiane elektrowniom jądrowym podczas odbudowy systemu elektroenergetycznego. Dotychczasowe doświadczenie wskazuje, że ze względu na ryzyko wielu poważnych zagrożeń jądrowe jednostki wytwórcze wymagają specjalnego traktowania, zarówno w procesie pracy normalnej, jak również w trakcie odstawiania i dołączania do systemu.

Pytania do autorów:

1. Autorzy nie sformułowali wniosków płynących z dokonanego przeglądu tematyki pracy elektrowni jądrowej w warunkach awarii katastrofalnej. Zatem w naturalny sposób rodzi się pytanie w jaki sposób dotychczasowe światowe doświadczenia powinny być uwzględniane w procesie projektowania, budowy i prowadzenia ruchu elektrowni jądrowych w Polsce.
2. Jakie powinny być podjęte działania inwestycyjne i/lub organizacyjne w celu przygotowania KSE na wypadek wystąpienia awarii katastrofalnej, w której uczestniczyć będzie jądrowa jednostka wytwórcza.

1.6. Madajewski K, Rink R.:

Praca układu wzbudzenia i regulacji napięcia generatora synchronicznego w stanach niesymetrycznych

Referat dotyczy modelowania oraz analizy pracy statycznego tyrystorowego układu wzbudzenia i regulacji napięcia generatora synchronicznego dużej mocy. Celem budowy modelu jest analiza niesymetrycznych i zakłóconych stanów pracy generatora z układem wzbudzenia i regulacji napięcia, a w dalszej mierze analiza nowych rozwiązań cyfrowych układów regulacji napięcia. Jako środowisko do badań symulacyjnych autorzy przyjęli program Matlab-Simulink. Opracowany model układu wzbudzenia i regulacji napięcia zweryfikowana poprzez porównanie wyników symulacji z wynikami dla modelu zbudowanego w programie do badania dynamiki systemu DSATools.

Autorzy stwierdzają, że w proponowanym modelu zarówno prostownik (PR) jak i układ wyzwiania (UWT) został zamodelowany w sposób odwzorowujący z dużą dokładnością faktycznie zachodzące zjawiska. Nie podają przy tym pełnego opisu matematycznego proponowanych modeli. Jako system testowy autorzy przyjmują prosty, ale w pełni wystarczający, układ typu generator sieć sztywna. Przeprowadzone różnorodne badania wyraźnie pokazują wpływ zwarć niesymetrycznych na pracę prostownika tyrystorowego.

Pytania do autorów:

1. Jakie przesłanki skłoniły autorów do wyboru określonych narzędzi symulacyjnych. Obecnie są oferowane również inne systemy komputerowe umożliwiające analizę stanów niesymetrycznych np. PSCAD/EMTDC, PowerFactory.

2. W referacie nie zawarto szerszego omówienia przyczyn, dla których, w przypadku tego samego stanu początkowego pracy, zwarcie dwufazowe doziemne bardziej odległe od generatora charakteryzuje się krótszym czasem granicznym utraty stabilności (punkt 3.1 oraz 3.2).

1.7. Błajszczak G., Kosmecki M.:

Wybrane problemy pracy układu przesyłowego prądu stałego (LCC HVDC) podczas zakłóceń w systemie elektroenergetycznym

Referat w pierwszej części prezentuje tematykę dotyczącą analizy przyczyn i skutków awaryjnych wyłączeń układu przesyłowego prądu stałego. Autorzy wskazują, że kluczowym z punktu widzenia zachowania ciągłości transferu mocy przez łącze, jak i bezpieczeństwa elementów łącza, jest to, aby układ sterowania i zabezpieczeń możliwie najlepiej reagował na zakłócenia i jak najrzadziej dopuszczał do wystąpienia wielokrotnych przewrotów komutacyjnych. Z kolei jako najczęstszą przyczynę przewrotów komutacyjnych referat podaje nagłą zmianę (obniżenie wartości amplitudy lub przesunięcie fazy) napięcia komutacyjnego, która może być zainicjowana przez zwarcia lub procesy łączeniowe w pobliżu stacji przekształtnikowej.

W drugiej części referat omawia środki poprawy niezawodności pracy łącza. Lektura tej części referatu wskazuje, że

Z praktycznego punktu widzenia, jako dostępne, środki poprawy sprowadzają się do:

- dostosowania wielkości przesyłanej łączem mocy do aktualnej mocy zwarciowej,
- utrzymywania możliwie wysokiego napięcia w stacji falownikowej,
- wprowadzenia dwustopniowego powrotu do stanu sprzed przewrotu komutacyjnego w warunkach obniżonej mocy zwarciowej.

Pytania do autorów:

1. Skoro kluczowym czynnikiem determinującym zdolność łącza HVDC do transferu mocy po wystąpieniu zakłócenia jest poziom mocy zwarciowej, czy autorzy widzą potrzebę oraz możliwości wprowadzenia bieżącej (w trybie online) identyfikacji parametrów zwarciowych w określonych węzłach sieci elektroenergetycznej, która na bieżąco uwzględniałaby między innymi wpływ konfiguracji sieci.
2. Czy i jakie są praktyczne rekomendacje dla operatora sieci wynikające z przeprowadzonych analiz.