

# Układ wzbudzenia rezerwowego w Elektrowni Kozienice

Łukasz Wójcik, Tomasz Rutkowski - ENEA Wytwarzanie

Adam Maj - Energotest

## Streszczenie

W referacie przedstawiono układ statycznego wzbudzenia rezerwowego i regulacji napięcia ETW 230SC2 firmy Energotest sp. z o.o. dla generatorów klasy 200 MW pracujących w Elektrowni Kozienice.

## 1. Wstęp

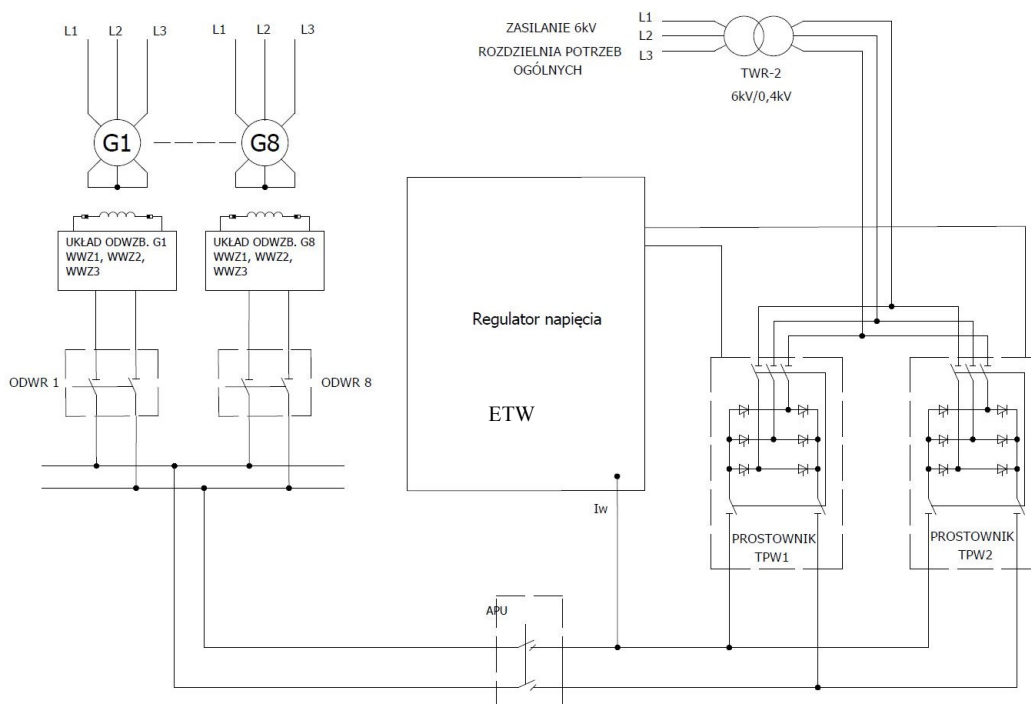
Sprawnie funkcjonujący układ regulacji napięcia generatora synchronicznego jest jednym z bardzo ważnych czynników mających wpływ na stabilność pracy bloku energetycznego i całego systemu elektroenergetycznego zarówno podczas normalnej pracy jak i w sytuacjach awaryjnych. Układ wzbudzenia podstawowego zasilany jest z zacisków generatora i sterowany przez regulator napięcia generatora. Układ wzbudzenia rezerwowego, wspólny dla ośmiu bloków, zasilany jest z rozdzielni potrzeb ogólnych. Dotychczas był wykorzystywany jedynie podczas prób elektrycznych układu wyprowadzenia mocy z bloku, realizowanych w celu kontroli obwodów pierwotnych i wtórnych. Chcąc zapewnić jak największą niezawodność i dostępność bloków klasy 200 MW, Elektrownia Kozienice zmodernizowała dotychczasowy układ wzbudzenia rezerwowego dostosowując go do współpracy z wybranym blokiem pracującym w systemie elektroenergetycznym zachowując pełne możliwości regulacyjne.

## 2. Wzbudzenie rezerwowe - budowa i dane techniczne

Układ wzbudzenia rezerwowego dla generatorów synchronicznych jest układem redundantnym, który pomaga w eliminacji nieplanowanych przestojów bloków, spowodowanych awarią wzbudzenia podstawowego.

Wzbudzenie rezerwowe to układ składający się z:

- transformatora wzbudzenia TWR-2 o mocy 1,6 MVA,
- dwóch szaf prostownikowych T2000/1000,
- mostu szynowego,
- odłączników wzbudzenia rezerwowego ODWR1- ODWR8,
- cyfrowego dwukanałowego regulatora napięcia zbudowanego w oparciu o dwa niezależne sterowniki DX-369.



Rys. 1. Schemat układu wzbudzenia rezerwowego przed modernizacją

Transformator TWR-2 zasilany jest z rozdzielni potrzeb ogólnych 6 kV. Rozdzielnia ta posiada dwa źródła zasilania z transformatorów potrzeb ogólnych TR1 i TR2. Taka konfiguracja zasilania umożliwia swobodną i pełną regulację bez względu na aktualny poziom napięcia na zaciskach generatora. Dwie szafy prostownikowe mają możliwość osiągnięcia parametrów znamionowych twornika generatora klasy 200 MW. Z szaf prostownikowych wyprowadzony jest most wzbudzenia rezerwowego wzdłuż bloków 1 - 8, od którego poprzez odłączniki (ODWR1 - ODWR8) połączone są układy wzbudzenia wybranego generatora. Na poszczególnych blokach blokada uniemożliwiająca połączenie wzbudzenia podstawowego i rezerwowego realizowana jest na wyłącznikach WWZ2 i WWZ3, które ostatecznie determinują na którym wzbudzeniu pracuje blok. Pozostałe elementy w układzie twornika tj. wyłącznik wzbudzenia AGP, iskiernik, rezystory, uzwojenia wirnika, są wspólne dla wzbudzenia rezerwowego i podstawowego. W celu sterowania prostownikami w układzie wzbudzenia rezerwowego przed modernizacją zastosowano jednokanałowy, analogowy regulator napięcia WGSY- 35 mogący pracować wyłącznie w trybie regulacji prądu wzbudzenia. Długotrwała praca bloku w systemie elektroenergetycznym nie była możliwa ze względu na brak: zabezpieczeń wewnętrznych, ograniczników LIW, LIS itp., powiązań z zespołami zabezpieczeń elektrycznych bloku, powiązań z systemem ARNE, powiązań z systemem wizualizacji, sterowania i nadzoru, powiązań z układem synchronizacji bloku z KSE.



Rys. 2. Zespół prostowników wzbudzenia  
TPW1 i TPW2



Rys. 3. Transformator wzbudzenia  
rezerwowego TWR-2

W roku 2019 nastąpiła modernizacja układu wzbudzenia rezerwowego, której założeniem było to, aby nowy układ realizował główne funkcje podstawowych układów pracujących na blokach 1 - 8 i mógł przejmować ich role w stanach awaryjnych. Chcąc spełnić te wymagania konieczne było przeprojektowanie, przebudowa wzbudzenia rezerwowego i dostosowanie do niego istniejących już układów wzbudzenia podstawowego. Dotychczasowy regulator napięcia został zastąpiony nowym, cyfrowym regulatorem ETW230 SC, który posiada dwa w pełni rezerwujące i śledzące się kanały regulacji opierające się na sterownikach wzbudzenia DX-369. W przypadku niesprawności jednego z nich, zakłócenia w pracy układu zapłonowego aktywnego kanału lub przy zaniku napięć synchronizacji zmiana kanału nastąpi samoczynnie. Regulator może pracować w jednym z dwóch trybów regulacji. Podczas pracy w trybie regulacji automatycznej stabilizowane jest napięcie stojana generatora, a w trybie regulacji ręcznej prąd wzbudzenia. Regulator pod względem funkcjonalności jest odwzorowaniem układów podstawowych pracujących już w elektrowni, rozszerzony o możliwość prowadzenia prób prądowych na poszczególnych blokach.

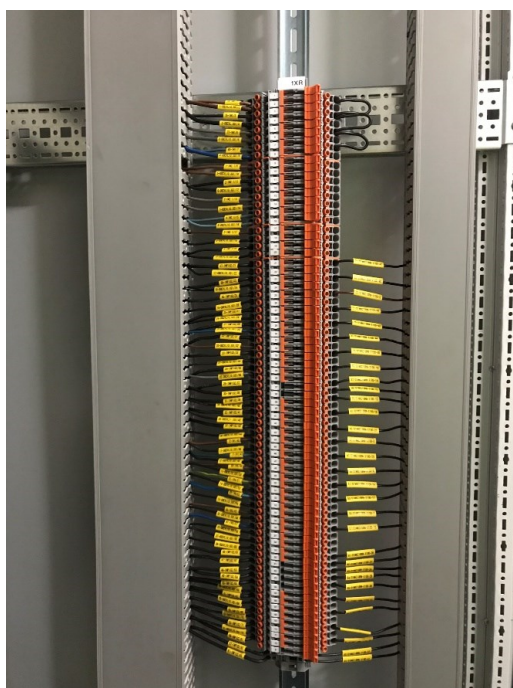
### 3. Zakres modernizacji wzbudzenia rezerwowego

W celu realizacji dostosowania wzbudzenia rezerwowego do ciągłej pracy na wybranym bloku należało w pierwszej kolejności wymienić regulator napięcia na urządzenie spełniające wymagania stawiane układowi regulacyjnemu wzbudzenia generatorów pracujących w KSE.



*Rys. 4. Szafa regulatora napięcia wzbudzenia rezerwowego*

Szafa regulatora napięcia została zrealizowana zgodnie ze standardem szaf regulatora napięcia podstawowego dostarczonych na przestrzeni ostatnich lat przez firmę Energotest. Oprócz standardowego rozwiązania redundantnego regulatora napięcia w szafie tej znajduje się panel sterujący (z którego istnieje możliwość sterowania i w którym wyświetlane są pomiary, alarmy, stany wejść i wyjść, schemat układu z aktualnym odwzorowaniem łączników), oraz stacja inżynierska z poziomu której istnieje możliwość konfiguracji oraz pobrania rejestracji alarmowych z regulatora napięcia. Jedną z nielicznych różnic jest zastosowanie przełącznika, który wybiera tryb pracy regulatora pomiędzy pracą wzbudzenia dla bloku pracującego w KSE, a pracą dla prób elektrycznych bloku. Aby układ regulacyjny mógł pracować poprawnie niezbędne było dostarczenie do niego pełnego pakietu sygnałów analogowych i dwustanowych takich jak: prąd i napięcie generatora, stan łączników na wybranym bloku, sygnały sterujące z synchronizatora i układu ARNE oraz sygnały zabezpieczeń elektrycznych bloku. Aby sygnały sterujące, odwzorowania i pomiary selektywnie były przekazywane do regulatora wzbudzenia rezerwowego należało stworzyć listwy przełączające w szafach wzbudzenia podstawowego na blokach 1-8 oraz całą szafę krosującą w pomieszczeniu wzbudzenia rezerwowego.



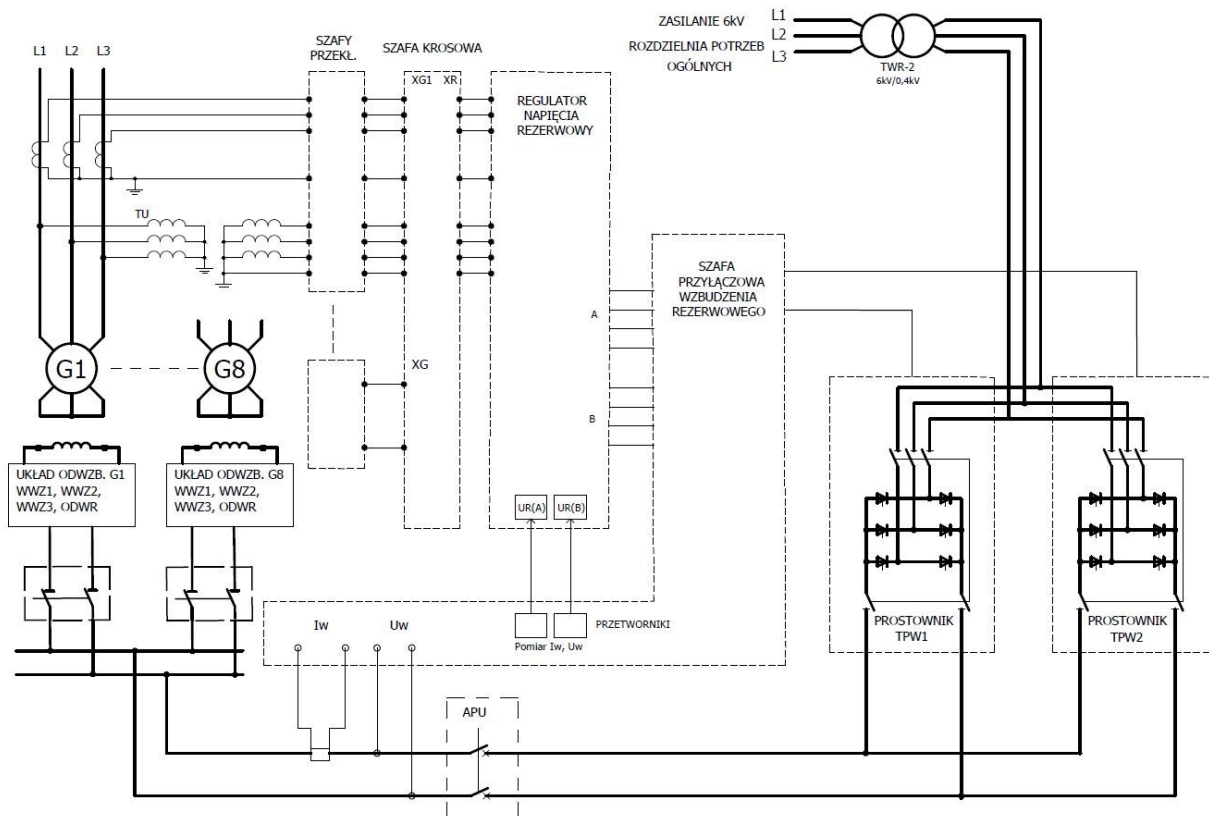
*Rys. 5. Listwa przełączająca w szafie wzbudzenia podstawowego*



*Rys. 6. Gniazda pomiarowe i wtyki testowe w szafie wzbudzenia rezerwowego*



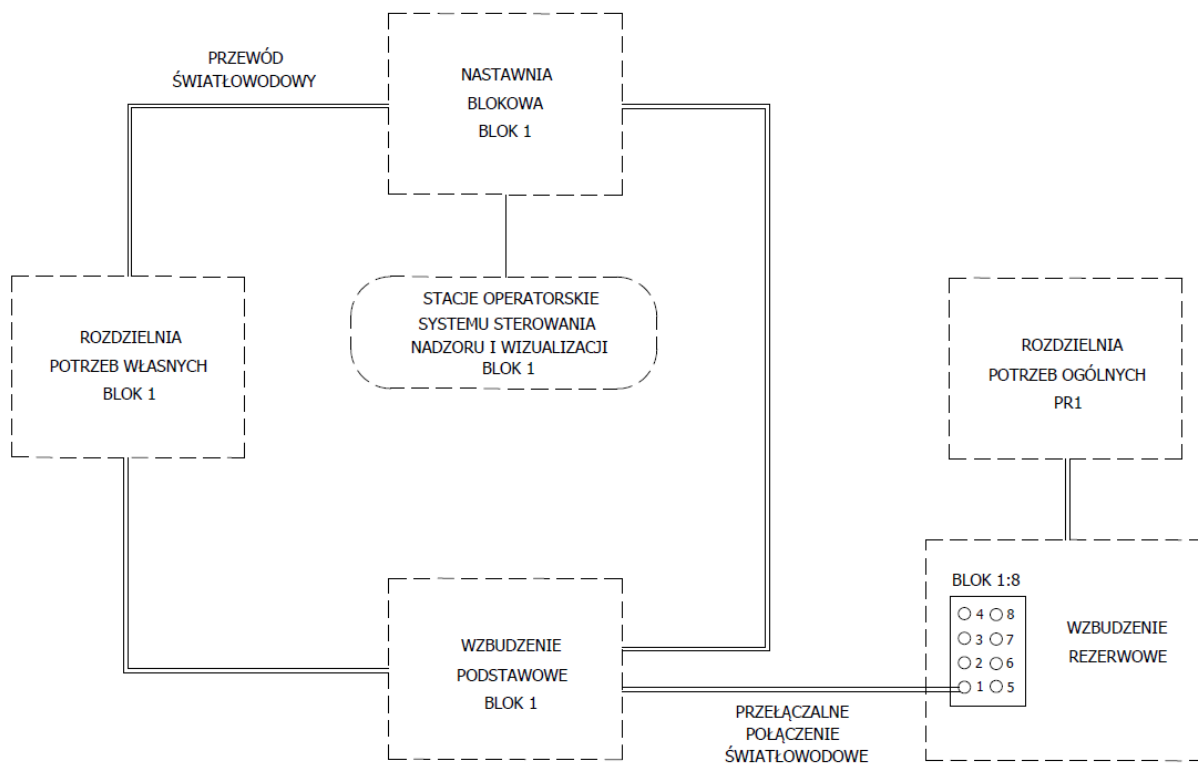
W szafach wzbudzenia podstawowego zastosowano listwy przełączające, których zadaniem jest przekazywanie danych informacyjnych i sterujących do wybranego układu wzbudzenia. Dla pomiarów analogowych wydzielono osobne tory pomiarowe, które są przekazywane do wzbudzenia rezerwowego bądź całkowicie odcinane. W pomieszczeniu wzbudzenia rezerwowego krosowanie polega na przełożeniu dwóch wtyk z gniazd neutralnych do gniazd determinujących blok, na który ma pracować wzbudzenie rezerwowe. Jeden z systemów gniazdowo-wtykowych jest standardowym rozwiązaniem, którym przekazywane są informacje dwustanowe i napięciowe. Pomiary prądu generatora przekazywane są przez modułowy system pomiarowo - kontrolny opierający się na gniazdach pomiarowych PTRE 6 oraz wtykach testowych FTPR. Dzięki zastosowaniu w nich automatycznego i wyprzedzającego zwarcia przekładników w jednej sekwencji łączeniowej proces przełączeń jest szybki i bezpieczny dla osób obsługujących.



Rys. 7. Schemat układu wzbudzenia rezerwowego

Wyżej wymieniony zakres modernizacji umożliwia współpracę wzbudzenia rezerwowego z wybranym blokiem pracującym w KSE. Dotychczas operatorzy na nastawniach blokowych nie mieli podglądu na aktualny stan układu wzbudzenia rezerwowego. Aby umożliwić zdalny nadzór w systemie wizualizacji i sterowania należało stworzyć połączenie komunikacyjne z wybranym blokiem oraz zaktualizować w/w system.

W tym celu stworzono połączenia światłowodowe pomiędzy szafą wzbudzenia rezerwowego, a szafami wzbudzenia podstawowego na blokach 1 - 8. Sterowanie regulatorem rezerwowym z nastawni blokowej możliwe jest po przełączeniu połączenia światłowodowego na odpowiednie wejście przełącznicy, które odpowiada numerowi bloku. Po włożeniu wtyki do dedykowanego dla danego bloku gniazda na w szafie krosowej wzbudzenia rezerwowego sterownik PLC regulatora rezerwowego zmienia dynamicznie swój adres IP, w celu dopasowania się do pracy z wybranym blokiem. Ostatnim elementem modernizacji było uaktualnienie grafik i sterowań w systemie SCADA na każdym z bloków klasy 200 MW. Powyższe zmiany stwarzają operatorom nastawni blokowych możliwość stałego nadzoru nad układem wzbudzenia rezerwowego, dostarczając informacji o aktualnym stanie i ewentualnych zakłóceniach w układzie wzbudzenia.



Rys. 8. Schemat połączeń komunikacyjnych wzbudzenia rezerwowego z blokami 1 - 8

#### 4. Podsumowanie

Zmodernizowany układ wzbudzenia rezerwowego ETW 230SC2 firmy Energotest dla generatorów synchronicznych klasy 200 MW posiada wszystkie główne funkcje pozwalające na traktowanie go, jako układu w pełni rezerwowego. Umożliwia on prowadzenie pracy ciągłej wybranego bloku pracującego w KSE oraz przeprowadzanie prób elektrycznych. Korzyści płynące z jego posiadania i modernizacji będą najbardziej widoczne w chwili pojawienia się awarii. W przypadku nieplanowanego postoju bloku spowodowanego usterką w układzie wzbudzenia podstawowego, pozwala on na wznowienie procesu produkcyjnego i ponowną synchronizację z systemem elektroenergetycznym.

