

Elektrownia Bełchatów, a Krajowy System Elektroenergetyczny – wybrane zagadnienia obrony i odbudowy KSE w przypadku awarii systemowych

Władysław Bączyński - PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna

Streszczenie

W referacie przedstawiono wybrane zagadnienia obrony i odbudowy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) w przypadkach wystąpienia awarii systemowych, przede wszystkim od strony zadań i obowiązków, jakie w tym zakresie spoczywają na wytwórcy energii. Omówiono przygotowanie Elektrowni Bełchatów do obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego, w szczególności w zakresie układów elektrycznych potrzeb własnych blokowych i potrzeb własnych ogólnych elektrowni.

1. Informacje ogólne

Elektrownia Bełchatów stanowi od 2010 roku jeden z oddziałów wchodzących w skład PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. z siedzibą w Bełchatowie. Jest największą w Europie elektrownią opalaną węglem brunatnym. To nowoczesna, w wysokim stopniu zautomatyzowana i przyjazna środowisku elektrownia, spełniająca wszystkie wymagania i normy obowiązujące w Unii Europejskiej. Produkuje najtańszą energię elektryczną w kraju i posiadając bardzo wysoki wskaźnik dyspozycyjności, zajmuje wiodącą pozycję wśród wytwórców energii elektrycznej w kraju.

Moc pracujących w niej 13 bloków energetycznych wynosi 5472 MW i stanowi ok. 20% mocy zainstalowanej w polskiej energetyce zawodowej oraz prawie 50% mocy elektrycznej zainstalowanej w całej Grupie Kapitałowej PGE. Rocznie elektrownia produkuje przeciętnie 34 TWh, co stanowi ok. 20 - 22% produkcji krajowej.

Rok uruchomienia bloku nr 1	1981
Rok uruchomienia bloku nr 12	1988
Rok uruchomienia bloku 858 MW	2011
Rodzaj paliwa	węgiel brunatny
Liczba turbozespołów	13
Liczba kotłów energetycznych	13
Moc elektryczna osiągalna [MWe]	5472
Produkcja energii elektrycznej brutto [TWh/rok]	34
Moc cieplna osiągalna [MWt]	396
Sprzedaż ciepła [mln GJ/rok]	2
Ilość zużywanego węgla [mln Mg/rok]	42

2. Wstęp

Prezentowano wybrane zagadnienia związane z zadaniami i obowiązkami jakie spoczywają na wytwórcy energii, jakim jest Elektrownia Bełchatów, w zakresie obrony i odbudowy KSE, przede wszystkim od strony przygotowania układów elektrycznych potrzeb własnych blokowych i potrzeb własnych ogólnych elektrowni.

Problematyka zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego, w tym zagadnienie obrony i odbudowy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) jest przedmiotem stałego i szczególnego zainteresowania służb energetyki.

Ustawa - Prawo Energetyczne i wynikające z niej uregulowania - przede wszystkim Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP) [1] - określają zadania operatora systemu przesyłowego (OSP), operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) oraz wytwórców w zakresie koordynacji działań związanych z zapewnieniem obrony KSE w stanach awaryjnych, opracowywania planów zapobiegania i usuwania awarii lub zagrożeń bezpiecznej pracy systemu oraz planów odbudowy tego systemu.

Elektrownia Bełchatów wg. pierwotnych założeń projektowych nie była przygotowana do obrony i możliwości odbudowy systemu elektroenergetycznego w przypadkach wystąpienia awarii systemowych. Jednym z istotnych powodów do zmian w tym zakresie (nie tylko w Elektrowni Bełchatów), był w połowie

lat dziewięćdziesiątych, proces przyłączania polskiego KSE do systemów elektroenergetycznych krajów Europy Zachodniej zrzeszonych w UCPT. Zaistniała wtedy konieczność spełnienia szeregu wymagań i przystosowania istniejących planów ochrony i odbudowy do standardów UCPT. Innymi zdarzeniami, które wpłynęły na ewolucję tych planów były m.in. tzw. problem roku 2000, a także wielkie awarie systemowe w roku 2003 i 2006.

Plany obrony i odbudowy systemu są aktualizowane w miarę pojawiania się nowych środków technicznych i organizacyjnych. Proces ten ma zatem charakter ciągły.

Podstawowym celem planu obrony KSE jest powstrzymanie rozprzestrzeniania się awarii. Na ogół w pierwszej fazie powstania zakłócenia lub awarii są to działania służb dyspozytorskich OSP, OSD polegające na ograniczaniu dostaw energii do odbiorców. W przypadku pogłębiania się awarii i wystąpienia zjawisk o charakterze dynamicznym, aktywowane są dostępne techniczne środki, czyli działanie przewencyjnych układów automatyki, oparte o parametr częstotliwości sieci, który przyjęto za wiodący parametr określający stan systemu elektroenergetycznego. Elementami drugiej fazy planu obrony KSE są m. in.:

- regulacja pierwotna mocy bloków energetycznych,
- zmiany trybów pracy regulatorów turbin jednostek wytwórczych oraz regulatora centralnego,
- źródła szybkich rezerw mocy,
- automatyka Samoczynnego Częstotliwościowego Odciążania (SCO),
- automatyki sieciowe (np. APKO).

Działania tych układów automatyki pozwalają na ograniczenie rozmiarów awarii, a w skrajnym przypadku niedopuszczenie do uszkodzenia urządzeń. W przypadku, gdy działania te okażą się niewystarczające i nastąpi całkowity zanik napięcia w systemie (tzw. blackout), podejmuje się działania zapewniające przygotowanie do skutecznej odbudowy.

3. Realizacja obrony KSE w Elektrowni Bełchatów

Zakłócenia w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym mają bezpośredni wpływ na pracę bloków energetycznych. Jak już powiedziano, jednym z najistotniejszych parametrów określającym stan sieci, jest częstotliwość generowanego napięcia. Drugim istotnym parametrem jest wartość napięcia. Stanowią one kryterium dopuszczalnego czasu pracy generatorów w sieci w przypadku ich zmian, w szczególności obniżenia. Każde kolejne wyłączenie dużego bloku energetycznego skutkuje pogorszeniem warunków sieciowych i może doprowadzić do blackoutu. Kompromisem między obroną systemu elektroenergetycznego, a ochroną jednostek wytwórczych, przy zaistnieniu krytycznych dla nich parametrów pracy (częstotliwość, napięcie) jest więc czas do momentu odłączenia się od sieci. Działanie takie jest konieczne, aby w następnej fazie awarii przejść do sprawnej odbudowy systemu. W wyniku przeprowadzonych analiz, wprowadzono zabezpieczenia podczęstotliwościowe odłączające bloki od systemu, według poniższych nastaw:

81.1 Ft1	48,5Hz,	t=0,4sek → sygnał ostrzegawczy
81.2 Ft2	47,5Hz,	t=13sek → Praca na Potrzeby Własne
81.3 Ft3	47,0Hz,	t ₁ =8sek → Praca na Potrzeby Własne t ₂ =2sek → Praca Luzem Kotła gdy wyłącznik bloku otwarty
81.4 Ft4	46,0Hz,	t=0,5sek → Praca na Potrzeby Własne

W zabezpieczenia podczęstotliwościowe wyposażone zostały wszystkie bloki elektrowni.

Blok 858 MW posiada trzy stopnie zabezpieczeń podczęstotliwościowych:

81.1 Ft1	48,5Hz,	t=3sek → sygnał ostrzegawczy
81.2 Ft2	47,5Hz,	t=10sek → Praca na Potrzeby Własne
81.3 Ft3	47,0Hz,	t ₁ =1sek → wyłączenie bloku

Zabezpieczenia podnapięciowe, oprócz funkcji zabezpieczenia silników potrzeb własnych przed utykiem (nastawa 0,7Un, 8sek), realizują odłączenie bloków od sieci i przejście do pracy na potrzeby własne według poniższych nastaw:

- po 8 sek. gdy napięcie na szynach w stacji Rogowiec obniży się do wartości 0,8Un (funkcje zabezpieczenia realizują terminale zabezpieczeniowe w polach linii blokowych),
- po 7 sek. gdy napięcie rozdzielni potrzeb własnych bloku obniży się do wartości 0,7Un.

Działanie te są ostatnim elementem działań obronnych, które w związku z istnieniem dużego prawdopodobieństwa rozpadu KSE i/lub całkowitego zaniku napięcia w KSE mają zapewnić bezpieczne odstawienie jednostek wytwórczych, oraz zabezpieczyć urządzenia infrastruktury sieciowej przed zniszczeniem, celem ich późniejszego wykorzystania do odbudowy KSE.

4. Realizacja odbudowy KSE w Elektrowni Bełchatów

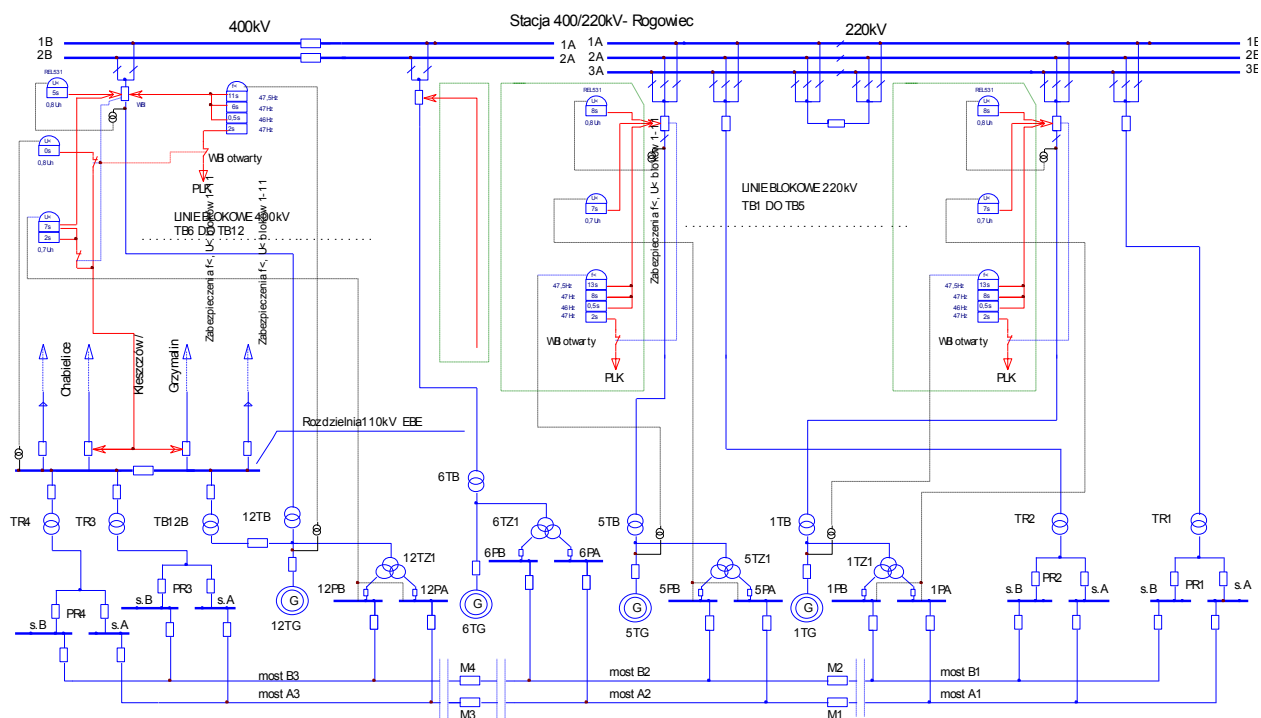
W przypadku wystąpienia awarii katastrofalnej, priorytetem dla elektrowni jest utrzymanie w ruchu jednostek wytwórczych przełączonych do stanu pracy na potrzeby własne (PPW) lub pracy wydzielonej (PWE) na skutek działania zabezpieczeń podczęstotliwościowych, podnapięciowych lub innych zakłóceń odcinających bloki od systemu. Celem spełnienia wymagań długotrwałej pracy bloków w stanie PPW oraz PWE zrealizowano na przestrzeni wieloletniej pracy Elektrowni Bełchatów szereg inwestycji i modernizacji, zarówno w zakresie urządzeń i układów automatyki blokowej (zastosowanie nowoczesnych elektronicznych regulatorów turbiny, zastosowanie układów automatyki zapewniających zdolność do opanowania zrzutu mocy), jak również w zakresie układów elektrycznych potrzeb własnych blokowych oraz potrzeb własnych ogólnych elektrowni.

Dla zapewnienia możliwości pracy bloków na potrzeby własne niezbędnym jest zasilanie niewralgicznych układów technologicznych zapewniających dostawę mediów – mazutu, powietrza AKPiA, wody uzupełniającej, w warunkach utraty zasilania zewnętrznego potrzeb własnych ogólnych elektrowni.

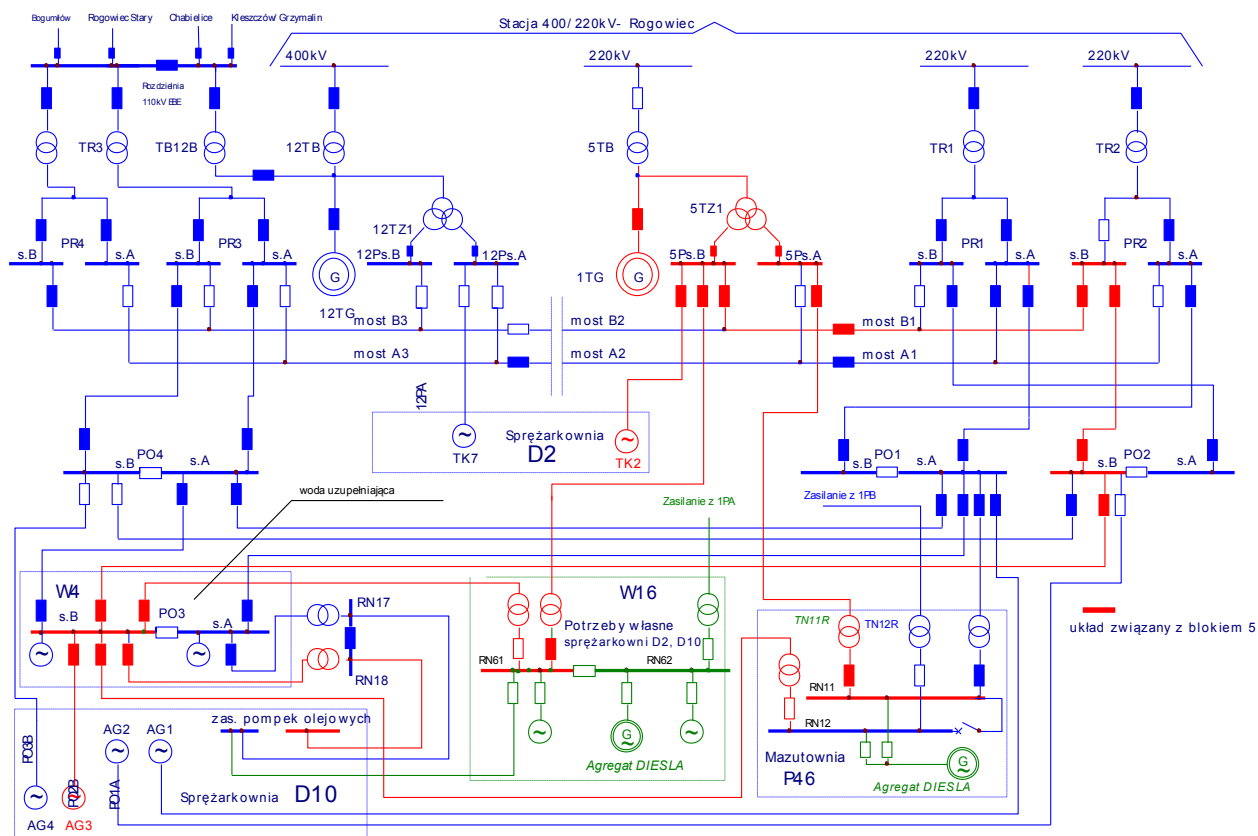
W Elektrowni Bełchatów przyjęto, że bloki 1 (od bieżącego roku bl. 3), bl. 5 i bl. 12 będą stanowić podstawę do odbudowy systemu elektroenergetycznego po zaistnieniu awarii typu „blackout”. Nie oznacza to jednak, że pozostałe bloki nie będą mogły uczestniczyć w obronie i odbudowie systemu. Istotna różnica pomiędzy blokami 1, 5 i 12, a pozostałymi polega na tym, że bloki 1, 5 i 12 posiadają zdolność do pracy w tzw. układach wydzielonych, a więc mogą skutecznie zasilić wszystkie niewralgiczne układy technologiczne niezbędne do ich stabilnej pracy przy braku powiązania elektrowni z systemem.

W Elektrowni Bełchatów wszystkie bloki posiadają zdolność opanowania zrzutów mocy i pracy na potrzeby własne (PPW). Ważnym elementem ochrony bloku, który nie utrzyma się w pracy na potrzeby własne, jest awaryjne uruchomienie agregatów Diesla – AD1, AD2 o mocy 1250 kVA dla bl. 1-12 oraz BRV10 i BRV20 o mocy 1500 kVA dla bl. 14. Zapewniają one zasilanie odbiorów 0,4 kV o szczególnym znaczeniu dla prawidłowego funkcjonowania bloku i jego bezpiecznego odstawienia. Do odbiorów tych należą: pompy lewarowe oleju turbiny głównej, obracarka wału turbiny głównej, obracarka wału turbiny pomocniczej, prostowniki, przetwornice AC(DC)/AC napięcia gwarantowanego.

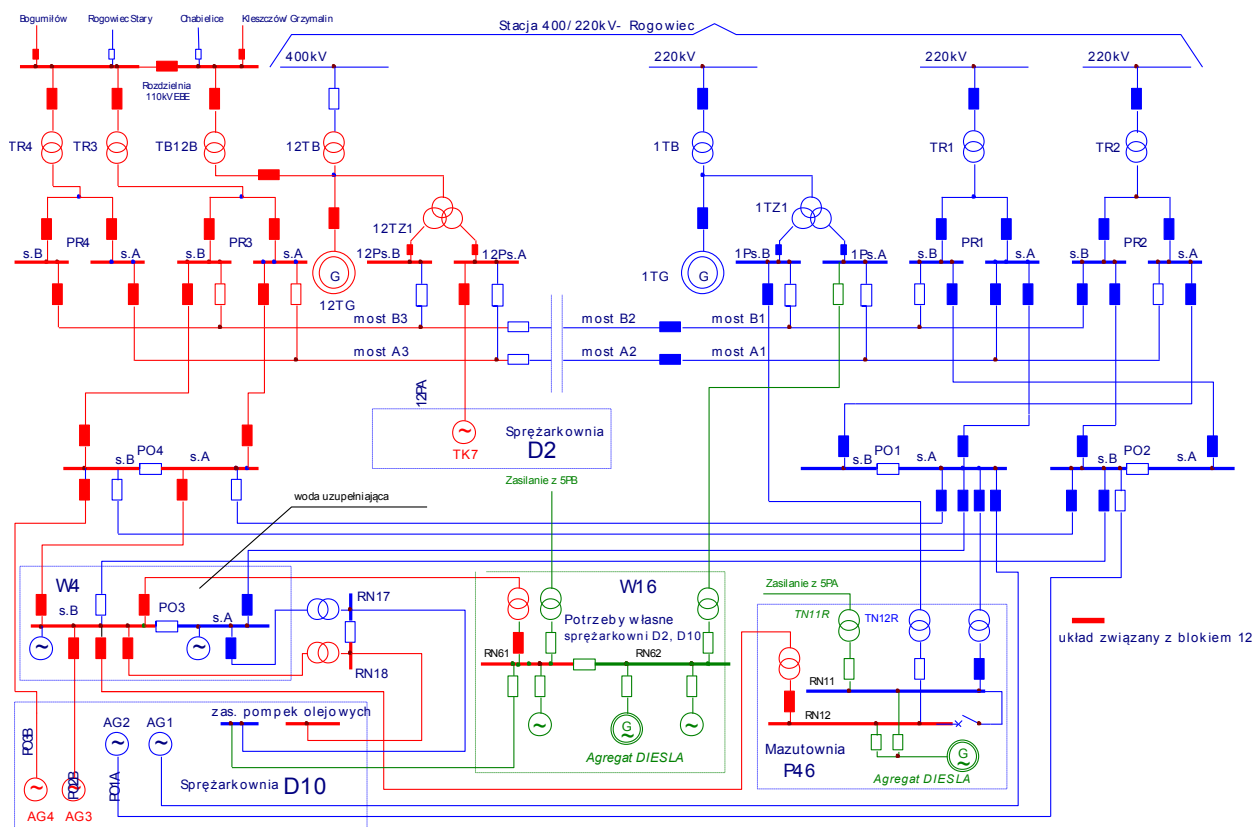
Uproszczone układy wyprowadzenia mocy z elektrowni Bełchatów dla bl. 1-12 pokazano na rys. 1, natomiast z bl. 14 (858 MW) na rys. 2.



Rys. 1. Uproszczony układ wyprowadzenia mocy z elektrowni Bełchatów - bl. 1 - 12



Rys. 3. Schemat pracy bloku 5 w układzie wydzielonym



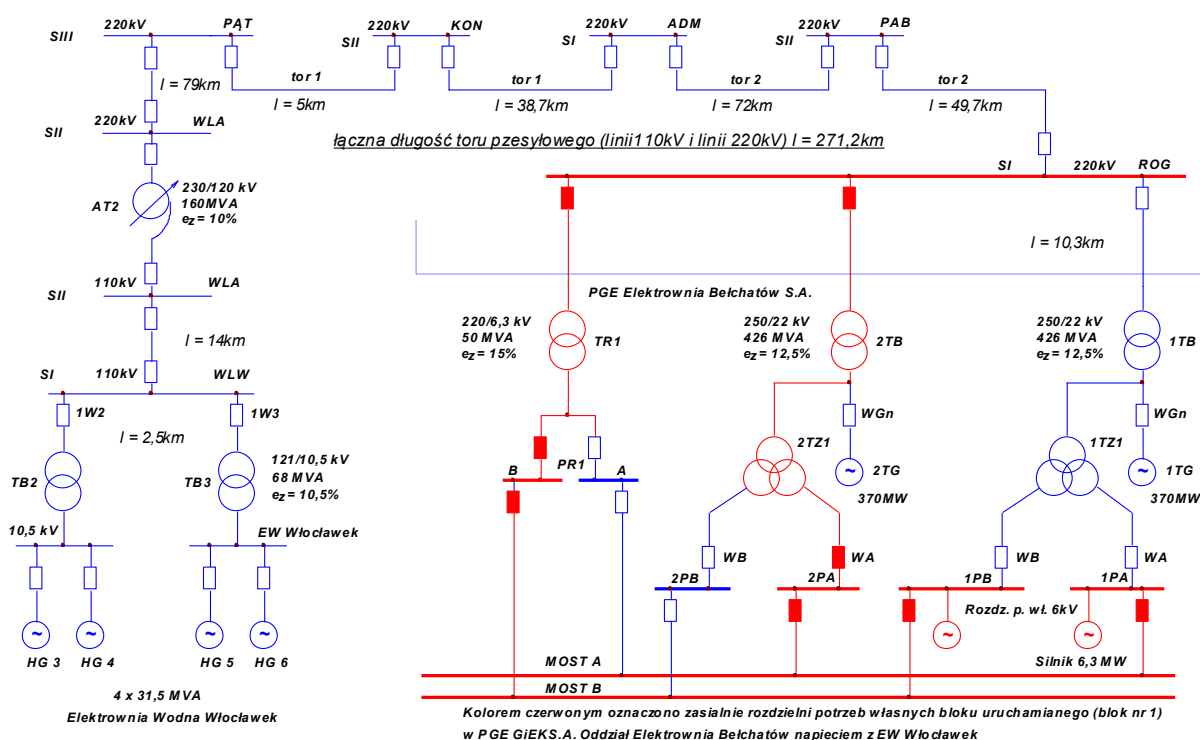
Rys. 4. Schemat pracy bloku 12 w układzie wydzielonym

5. Praca bloków Elektrowni Bełchatów po wystąpieniu awarii systemowej w przypadku nieudanego przejścia bloków do pracy na PPW.

W przypadku awarii systemowej, gdy bloki w elektrowni nie przejdą do pracy na potrzeby własne, bądź po przejściu na PPW nie utrzymają się w tym stanie pracy, nastąpi ich całkowite wyłączenie (ACO). Brak napięcia na szynach stacji Rogowiec spowoduje, że bloki nie będą miały zasilania rezerwowego i ich wyłączanie będzie odbywało bez pracy głównych urządzeń potrzeb własnych. Jedynym źródłem zasilania dla elektrowni pozostaną agregaty prądotwórcze Diesla, zapewniające pracę urządzeń pomocniczych dla bezpieczeństwa turbozespołów, jak również odciążenie baterii prądu stałego oraz agregaty związane z zasilaniem urządzeń pomocniczych dla sprężarek powietrza AKPiA i urządzeń mazutowni.

W przypadku nieudanej próby przejścia bloków w Elektrowni Bełchatów do pracy na potrzeby własne, a następnie do stanu pracy wydzielonej elektrowni, należy co najmniej jeden blok w elektrowni uruchomić z zewnętrznego źródła rozruchowego.

Elektrownia Bełchatów ma możliwość uruchomienia bloku, w przypadku wystąpienia awarii typu „blackout”, w oparciu o zasilanie z Elektrowni Wodnej Włocławek. Próba systemowa potwierdzająca zdolność tworzenia ciągu rozruchowego 110 kV i 220 kV, samostartu hydrozespołów w Elektrowni Wodnej Włocławek oraz uruchomienia wybranego bloku w Elektrowni Bełchatów została przeprowadzona w roku 2001.



Rys. 5. Uproszczony schemat toru rozruchowego z Elektrowni Wodnej Włocławek do Elektrowni Bełchatów

6. Podsumowanie

1. Przeprowadzone dla bloków 1, 5 i 12 próby potwierdziły możliwość uruchomienia bloku w oparciu tylko o blok pracujący na potrzeby własne, a tym samym zdolność do obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego.
2. Przeprowadzona próba systemowa udowodniła możliwość uruchomienia bloku w Elektrowni Bełchatów wydzielonym torem w oparciu o napięcie i moc rozruchową z Elektrowni wodnej Włocławek.
3. Bloki po kompleksowej modernizacji przeszły pozytywnie testy sprawdzające zdolność do odbudowy i obrony KSE.
4. W związku z planowanym wycofaniem z eksploatacji bloku nr 1 planowane jest przystosowanie układów bloku nr 3 do pracy w układzie wydzielonym.

Literatura

- [1] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP).
- [2] Instrukcja pracy BOT Elektrownia Bełchatów S.A. w układzie wydzielonym.
- [3] Instrukcja obciążania bloku Elektrowni Bełchatów w procesie odbudowy.
- [4] Instrukcja uruchomienia Elektrowni Bełchatów z Elektrowni Wodnej Włocławek.
- [5] Biskupski C., Piotrowski A., Urbaniak Z.: Przygotowanie Elektrowni Bełchatów do obrony i odbudowy zasilania w KSE, referat PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów, 2014.
- [6] Graczyk P., Biskupski C.: Przygotowanie PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów do obrony i odbudowy KSE, referat, PGE GiEK S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów.
- [7] Trębski R.: Plan działań PSE w zakresie obrony i odbudowy zasilania KSE, materiały konferencyjne, XVII Seminarium Energotestu, 2014.

