

Mariusz SZYMANEK

# PRACA ELEKTROCIĘPŁOWNI MIEJSKIEJ W WARUNKACH AWARII KATASTROFALNEJ NA PRZYKŁADZIE WYBRANEGO OBIEKTU DUŻEJ MOCY

**STRESZCZENIE** *Zagrożenie awarią systemową typu blackout w polskim systemie elektroenergetycznym wzrasta. Jedną z metod obrony przed blackoutem jest wydzielenie w warunkach awarii systemowej zbilansowanej wyspy obciążeniowej, w której źródłem zasilania będzie elektrociepłownia miejska. Artykuł omawia znaczenie elektrociepłowni dla zapewnienia lokalnego i globalnego bezpieczeństwa energetycznego. Obejmuje również analizę zagrożeń dla urządzeń technicznych elektrociepłowni w sytuacji zaniku napięcia w systemie i omówienie aspektów technicznych dostosowania urządzeń potrzeb własnych do przejścia do pracy wyspowej lub na potrzeby własne jednostki.*

**Słowa kluczowe:** *elektrociepłownia, awaria systemowa, blackout*

## 1. WSTĘP

---

Definicja bezpieczeństwa energetycznego określona jest w ustawie Prawo Energetyczne [1] (powtórzona w dokumencie „Polityka Energetyczna Polski do roku 2025”, przyjętym przez Radę Ministrów 4 stycznia 2005 r.) jako „stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapo-

---

**mgr inż. Mariusz SZYMANEK**  
e-mail: zmszymanek@wp.pl

Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 260, 2012

trzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska”.

O poziomie bezpieczeństwa całego systemu energetycznego decyduje wiele czynników. Jednym z nich jest zdolność do zaspokojenia potrzeb energetycznych na szczeblu lokalnych społeczności, w szczególności zapewnienie nieprzerwanej dostawy energii elektrycznej, przy zachowaniu parametrów jakościowych dostarczanej energii i standardów jakościowych obsługi odbiorców końcowych, w możliwych do przewidzenia warunkach pracy sieci.

Plany obrony Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) przed awarią zawierają zasady postępowania Operatora Systemu Przesyłowego (OSP), Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (OSD) oraz innych podmiotów przyłączonych do KSE w warunkach pracy zakłóceniowej systemu elektroenergetycznego (SEE), z zachowaniem zasad współpracy. Plany obrony mają za zadanie uniknięcie awarii katastrofalnej, a w przypadku, gdyby doszło do zakłócenia, powstrzymanie rozprzestrzeniania i szybką likwidację awarii w systemie elektroenergetycznym niezależnie od miejsca wystąpienia tak, aby ograniczyć skutki zakłócenia dla odbiorców energii. W sytuacji, gdy z powodu np. specyfiki lub wielkości awarii działania obronne okażą się niewystarczające i dojdzie do blackoutu, działania powinny być nakierowane na przygotowanie systemu elektroenergetycznego do szybkiej odbudowy. W tym celu należy przygotować tory do podania mocy rozruchowej ze źródeł pozostających w ruchu do uruchamianych źródeł wytwórczych. Źródłem mocy rozruchowej mogą być elektrownie posiadające zdolność do samostartu (w polskich warunkach tylko elektrownie wodne spełniają ten warunek), bloki elektrowni lub elektrociepłowni zdolne do przejścia do pracy na potrzeby własne (PPW) lub do pracy wydzielonej (PWE), ewentualnie systemy elektroenergetyczne państw sąsiednich.

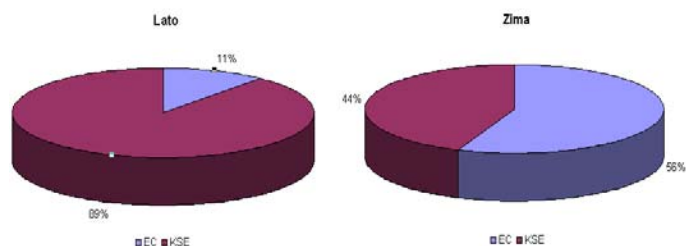
## 2. ROLA LOKALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII NA PRZYKŁADZIE AGLOMERACJI WARSZAWSKIEJ

---

Warszawski węzeł elektroenergetyczny (WWE) jest największym miejscowym systemem elektroenergetycznym w Polsce, w skład którego wchodzi:

- 5 głównych punktów zasilania GPZ;
- 35 rejonowych punktów zasilania RPZ;
- 2 źródła duże wytwórcze (EC Siekierki i EC Żerań), produkujące energię elektryczną w skojarzeniu.





**Rys. 2. Udział mocy wytwarzanej w PGNIG TERMIKA S.A. w zapotrzebowaniu aglomeracji warszawskiej (dane za rok 2008)**

Moc wytwarzana w elektrociepłowniach parowych z turbinami przeciwnymi jest mocą wymuszoną, ściśle powiązaną z zapotrzebowaniem na moc cieplną na wylocie turbiny. Szczególnie w sezonie letnim, charakterystyka zapotrzebowania na moc znacząco odbiega od charakterystyki zapotrzebowania na ciepło. Jednak ze względu na wymuszenia wynikające z konieczności dotrzymania standardów jakościowych energii elektrycznej w wybranych węzłach sieci (zachowanie pewności zasilania i odpowiedniej jakości energii, utrzymanie wymaganego poziomu rezerwy mocy i zdolności regulacyjnych, zapewnienie stabilnej i bezpiecznej pracy systemu elektroenergetycznego), w wybranych jednostkach odbywa się wytwarzanie energii elektrycznej w tzw. pseudo-kondensacji. Dostarczone do wymienników sieciowych ciepło w warunkach braku zapotrzebowania ze strony przedsiębiorstwa ciepłowniczego jest chłodzone poprzez dodatkowe wymienniki woda-woda, pracujące w obiegu otwartym i odprowadzane do źródła wody powierzchniowej. Ten rodzaj generacji określa się generacją wymuszoną względami sieciowymi (GWS). Operator Systemu Przesyłowego (OSP) poprzez stosowne umowy rekompensuje wytwórcy straty ekonomiczne (niższa sprawność wytwarzania, brak sprzedaży energii cieplnej, dodatkowa emisja gazów, opłaty ekologiczne za zrzut wody o temperaturze przekraczającej ustaloną temperaturę, np. 30°C itp.), związane z produkcją energii elektrycznej w ramach GWS. Uwzględniając energię elektryczną wytwarzaną latem w ramach GWS, elektrociepłownie miejskie zaspokajają zapotrzebowanie aglomeracji nawet w ponad 24 procentach.

Produkcja energii elektrycznej w elektrociepłowniach miejskich przynosi pozytywny efekt ekonomiczny i ekologiczny w skali miasta i całego kraju, co odpowiada narzuconej przez Komisję Europejską strategii oszczędności i efektywności energetycznej. Przewaga wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu nad produkcją rozdzieloną wynika przede wszystkim z pełniejszego wykorzystania energii zawartej w paliwie pierwotnym, czyli inaczej zminimalizowaniu ciepła odpadowego, jakie występuje przy produkcji rozdzielonej. Dzięki temu elektrociepłownie są w stanie lepiej sprostać rosnącym wymaganiom z zakresu ochrony środowiska.

Podstawowe korzyści z wysokiej sprawności przemiany energii w kogeneracji to [3]:

- mniejsze zużycie paliwa o ok. 30% w porównaniu z analogiczną produkcją energii w elektrowni i ciepłowni;
- mniejsza emisja gazów cieplarnianych CO<sub>2</sub> i wywołujących kwaśne deszcze SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> o ok. 30%;
- mniejsza produkcja pyłu i żużla;
- mniejsze koszty transportu paliwa;

oraz z lokalizacji:

- zwiększenie bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego, dzięki rozproszeniu źródeł energii;
- ograniczenie kosztów rozbudowy sieci przesyłowych i strat przesyłu, wynikające z połączenia elektrociepłowni i lokalnych odbiorców energii elektrycznej poprzez miejską sieć dystrybucyjną.

Lokalizacja elektrociepłowni w pobliżu aglomeracji miejskich nadaje im istotne znaczenie z punktu widzenia zapewnienia odbiorcom przemysłowym i komunalno-bytowym na tym obszarze właściwego poziomu niezawodności dostaw energii elektrycznej i ciepła, zarówno w normalnych warunkach pracy, jak i w sytuacji zakłóceń w pracy systemu elektroenergetycznego. Dlatego warunki współpracy tych jednostek z systemem powinny być tak dobrane, aby sprzyjały utrzymaniu ich w ruchu, szczególnie w warunkach awaryjnych. Mogą one stanowić, w przypadku wystąpienia awarii systemowej, źródło zasilania dla aglomeracji miejskich, gdzie blackouty są znacznie bardziej uciążliwe niż na terenach mniej zurbanizowanych, oraz służyć jako źródło pomocnicze przy uruchomieniu elektrowni systemowych.

Podstawowe korzyści z udanego wydzielenia zbilansowanej wyspy obciążeniowej w obrębie aglomeracji miejskiej:

- zwiększa się szansa utrzymania w pracy źródła wytwórczego, szczególnie przy znacznych deficytach mocy;
- dynamiczny dobór obciążenia powoduje, że skuteczność działania procedury wydzielenia wyspy nie zależy od poziomu mocy generowanej, przy którym nastąpiło zaburzenie bilansu mocy w systemie;
- odpowiednio szybka identyfikacja stanu zagrożenia blackoutem sprawia, że w stanach przejściowych częstotliwość minimalna jest wyższa od nastawień zabezpieczeń podczęstotliwościowych bloku, przez co nie dochodzi do pogłębienia deficytu;
- poprawny dobór obciążenia pozwala na skrócenie czasu trwania zakłócenia i na uzyskanie ustabilizowanej wartości częstotliwości bliskiej znamionowej;

- minimalizuje się ilość wyłączonych odbiorów w stosunku do początkowego deficytu mocy;
- istnieje możliwość uruchomienia pozostałych jednostek produkcyjnych EC, bez konieczności podania zasilania z zewnętrznego systemu energetycznego;
- istnieje możliwość wykorzystania wydzielonego podsystemu w odbudowie KSE (moc rozruchowa dla innych jednostek wytwórczych);
- istnieje możliwość zasilania w energię elektryczną, do czasu uruchomienia urządzeń podstawowych, wybranych elementów infrastruktury miejskiej o szczególnym znaczeniu dla funkcjonowania miasta (metro, sieć wodociągowa i kanalizacyjna, oświetlenie ulic itp.);
- istnieje możliwość czasowego zasilania lokalnego systemu elektroenergetycznego, po uruchomieniu wszystkich bloków wytwórczych EC, do czasu synchronizacji wyspy miejskiej z KSE.

### 3. ZAGROŻENIA DLA PRACY ELEKTROCIEPŁOWNI

---

Różnorodność potencjalnych przyczyn i warunków wystąpienia awarii systemowej sprawia, że realizacja pełnej obrony, o ile w ogóle jest możliwa, wymagałaby ogromnych nakładów finansowych w infrastrukturę systemu energetycznego. Coraz więcej osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo elektroenergetyczne KSE podziela pogląd, że korzystniejsze z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego jest skoncentrowanie się na działaniach mających na celu minimalizację skutków blackoutu, m.in. poprzez usprawnienie systemu sterowania i nadzoru nad pracą urządzeń czy implementację nowych algorytmów automatyk systemowych i zabezpieczeniowych oraz układów regulacji turbin, umożliwiających udział w obronie systemu [4]. Istotne jest również doskonalenie technik/procedur restytucyjnych, aby działania związane z odbudową systemu po blackoutcie, wykonywane pod presją strat materialnych i społecznych, w warunkach ograniczonych zasobów źródeł mocy rezerwowej, przy utrudnionej komunikacji, były skuteczne przeprowadzone możliwie sprawnie.

Uszkodzenie, a w konsekwencji wyłączenie z pracy dowolnego elementu systemu elektroenergetycznego, powoduje osłabienie całego KSE i zmniejsza margines jego bezpiecznej pracy. Awarie mogą wystąpić w samej elektrowni czy elektrociepłowni, ale też w torach wyprowadzania mocy z generatorów, w rozdzielni 110 kV lub w liniach przesyłowych, wskutek czego ograniczone lub całkowicie niemożliwe jest wyprowadzenie wytwarzanej mocy.

Pod pojęciem awarii elektrociepłowni należy rozumieć takie uszkodzenia urządzenia lub zespołów urządzeń, które prowadzą do awaryjnego odstawienia turbozespołów. Czynniki wymuszające odstawienie z ruchu dzielą się na wewnętrzne, wynikające bezpośrednio z zadań realizowanych przez urządzenie, oraz zewnętrzne, wynikające z wpływu otoczenia. Podstawowy podział czynników wpływających na pogorszenie warunków eksploatacji bloków, a w pewnych warunkach wymuszających odstawienia ich z ruchu w celu dokonania naprawy wygląda następująco (tab. 1):

**TABELA 1**

Zestawienie typowych czynników, będących przyczyną odstawień bloków

Czynniki wewnętrzne	Czynniki zewnętrzne
<u>Mechaniczne</u> – różnego rodzaju siły powodujące zmienne w czasie obciążenia. Skutkiem ich działania jest przyspieszony proces starzenia, zmęczenie i zużycie materiałów, powstawanie mikropęknięć, które przyspieszają moment uszkodzenia	<u>Klimatyczne</u> – czynniki takie jak temperatura, wilgotność, zanieczyszczenia powietrza, które w pewnych kombinacjach intensyfikują procesy korozyjne oraz ciepło-mechaniczne i prowadzą do wcześniejszego uszkodzenia na skutek np. pogorszenia warunków chłodzenia, smarowania, izolacji itp.
<u>Elektryczne</u> – uszkodzenie aparatów, urządzeń elektrycznych i urządzeń współpracujących na skutek niekontrolowanego wzrostu/spadku napięcia i prądu (przebiecia, przetężenia, zwarcia itp.)	<u>Przyrodnicze</u> – zagrożeniem dla prawidłowej pracy urządzeń są organizmy żywe (np. gryzienie – uszkodzenia izolacji; ptaki – zwarcia na rozdzielniach napowietrznych)
<u>Ciepłe</u> – nadmierny wzrost/spadek temperatury otoczenia urządzenia lub temperatury samego urządzenia przyspiesza niekorzystne zmiany fizyczne i chemiczne w urządzeniach, np. naprężenia prowadzące do deformacji i w konsekwencji skracające żywotność	<u>Chemiczne</u> – substancje chemiczne działające na materiały, z których wykonane są urządzenia, powodują np. korozję (elektrolity), osłabienie izolacji przewodów i izolatorów (zanieczyszczenia chemiczne zawarte w powietrzu)
	<u>Niewłaściwa obsługa</u> – niewłaściwa eksploatacja urządzeń, błędy operatorów i personelu obsługi
	<u>Niekorzystny wpływ urządzeń współpracujących</u> z danym urządzeniem, np. wyłączenia linii wyprowadzających moc, zadziałania zbędne lub brakujące automatyk urządzeń zewnętrznych, wzrost/spadek częstotliwości i napięcia, zanik napięcia na szynach, z których zasilane są potrzeby własne

Z punktu widzenia bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego najbardziej niekorzystne jest awaryjne wyłączenie turbozespołów elektrociepłowni z powodu obniżenia częstotliwości/napięcia lub zaniku napięcia w sytuacji, gdy układy zasilania potrzeb własnych nie zapewniają przejścia do pracy na potrzeby własne przynajmniej niektórych bloków. Prowadzi to do pogłębiania

awarii systemowej, aż do sytuacji, w której dochodzi do niekontrolowanego podziału systemu na niezbilansowane wyspy, niezdolne do dalszej pracy. Lokalne konsekwencje wpływu czynników wewnętrznych i niektórych zewnętrznych zwykle powodują wypadnięcie z ruchu pojedynczego bloku. Niesie to ze sobą konsekwencje finansowe, wynikające z niedotrzymania zobowiązań komercyjnych. Ubytek mocy wytwarzanej dla systemu jest pokrywany przez jednostki uczestniczące w regulacji pierwotnej (sekundowej).

#### 4. ZAGROŻENIA DLA INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ ELEKTROCIĘPŁOWNI W WYNIKU ZANIKU NAPIĘCIA (BLACKOUTU)

---

Wystąpienie awarii systemowej na znacznym obszarze skutkuje dużymi stratami gospodarczymi, paraliżem infrastruktury, a nawet zagrożeniem zdrowia i życia ludzi. Brak planów obrony i odbudowy, w tym niedostosowanie infrastruktury wytwórczej do długotrwałego zaniku napięcia w przypadku nieudanego przejścia do pracy wydzielonej elektrowni (PWE) z wyspą obciążeniową lub nieudanego przejścia do pracy na potrzeby własne (PPW) grozi uszkodzeniem urządzeń technicznych elektrociepłowni, pogłębieniem awarii i utrudnieniem w odbudowie systemu.

Zanik napięcia na szynach potrzeb własnych, przy braku układu bezpiecznego odstawiania z pracy turbogeneratorów, niesie zagrożenia dla urządzeń i infrastruktury technicznej elektrociepłowni. Jednym z nich jest zakłócenie procesu poprawnego stygnięcia turbozespołu w przypadku utraty zasilania przez silniki obracarki wału, co może doprowadzić do deformacji wału, a w skrajnym przypadku nawet do zakleszczenia turbiny. Kolejnym realnym zagrożeniem jest możliwość uszkodzenia łożysk turbozespołu. Może to nastąpić w sytuacji, gdy przerwa w zasilaniu przekracza czas wyczerpania się baterii akumulatorów, z których zasilane są silniki awaryjnych pomp oleju smarowego, a jednocześnie występuje konieczność dalszego obracania wału. Po wyczerpaniu pojemności baterii akumulatorów nastąpi zatrzymanie pomp oleju uszczelniającego, zakłócenie obiegu oleju uszczelniającego, naruszenie szczelności gazowej obiegu chłodzącego generator, przedostanie się wodoru do łożysk turbozespołu. W najgorszym wypadku może dojść do wymieszania wodoru z powietrzem, eksplozji mieszanki gazowej (jeśli osiągnięta zostanie proporcja 94% wodoru i 6% powietrza) i pożaru uszczelnień, a nawet oleju turbozespołu. W porze zimowej rośnie zagrożenie związane z zamrażaniem instalacji sprężonego powietrza (ISP) rozdzielni 110 kV (brak możliwości wykonywania operacji łączeniowych wyłącznikami DLF), zamrażanie krat na ujściu



wody, sit obrotowych w wyniku braku „dogrzewania” ujęcia wodą zrzutową oraz zamrażanie i niszczenie samych baterii akumulatorów. Dochodzi do tego wiele innych problemów:

- utrata możliwości sterowania łącznikami rozdzielni 110 kV (brak zasilania szafek napędowych odłączników);
- brak pomiarów i sterowania, zakłócenia funkcjonowania zabezpieczeń (brak podtrzymania zasilania z UPS lub baterii akumulatorów);
- brak wody chłodzącej w układach chłodzenia generatorów,
- wystudzenie mazutu (niedrożność instalacji);
- brak sterowania palnikami mazutowymi, zaworami bezpieczeństwa, upustami turbin, zaworami wtryskowymi pary, zaworami regeneracji wysokoprężnej na skutek rozprężenia instalacji sprężonego powietrza;
- niedrożność rurociągów popiołowych;
- zadziałanie zabezpieczeń technologicznych z powodu braku zasilania.

Omówione uszkodzenia wymagają przeprowadzenia kosztownych remontów i wiążą się z długotrwałym wyłączeniem turbozespołu z eksploatacji.

## **5. STAN PRZYGOTOWANIA ELEKTROCIEPŁOWNI NA WYSTĄPIENIE BLACKOUTU NA PRZYKŁADZIE WYBRANEJ ELEKTROCIEPŁOWNI MIEJSKIEJ**

---

Zagrożenie uszkodzeniem najważniejszych układów technologicznych elektrociepłowni w wyniku zakłócenia procesu wytwarzania energii elektrycznej i ciepła na skutek zaniku i utrzymywania się braku napięcia na potrzebach własnych elektrociepłowni może zostać zażegnane dzięki zastosowaniu układów bezpiecznego odstawiania bloków elektrociepłowni. Korzyścią z przyjęcia tego rozwiązania jest zachowanie dyspozycyjności ruchowej, niezależnie od czasu, w jakim nastąpiłoby uruchomienie z wydzielonego toru rozruchowego z zewnętrznego źródła zasilania. Przyjęte rozwiązanie techniczne opiera się na zastosowaniu specjalizowanych urządzeń zasilania gwarantowanego do zastosowań w energetyce, np.:

- agregaty prądowórcze dużej mocy;
- systemy bezprzerwowego zasilania silników asynchronicznych FAT;
- systemy zasilania z ogniwami paliwowymi;
- ogniwa baterii akumulatorów;
- falowniki przetwarzające napięcie stałe na przemiennie.

Są to systemy gwarantujące, w przypadku zaniku napięcia w sieci zasilającej, bezprzerwowe zasilanie urządzeń technologicznych przez określony czas – do chwili przywrócenia napięcia w sieci, bądź też przez okres niezbędny do stworzenia warunków bezpiecznego zakończenia procesu. Najbardziej newralgiczne układy są zasilane z niezależnego źródła awaryjnego zasilania – agregatu prądotwórczego. Alternatywą dla pojedynczych agregatów dużej mocy są instalacje złożone z wielu mniejszych urządzeń tego typu. Czas pracy autonomicznej jest ograniczony tylko zapasem paliwa do agregatu awaryjnego.

Większość elektrociepłowni zasilających aglomeracje miejskie nie jest przystosowana do przejścia do pracy na sieć wydzieloną (PWE) ani do pracy na potrzeby własne (PPW), pomimo że regulatory bloków są wyposażone w programy pracy wyspowej. Zanik napięcia w rozdzielni przyelektrownianej 110 kV, przy braku układu bezpiecznego odstawiania turbozespołów, spowoduje prawie jednoczesne wyłączenie z ruchu wszystkich pracujących turbozespołów i kotłów.

Najczęstszą przyczyną braku możliwości podjęcia pracy wyspowej jest brak układu przejścia pary ze zrzutu obciążenia. W normalnych warunkach ruchowych stacje redukcyjne pozostają w tzw. zimnej rezerwie i nie są w stanie przyjąć obciążenia kotła po wyłączeniu generatora. W jednej z elektrociepłowni miejskich była przeprowadzona próba zrzutu obciążenia zakończona powodzeniem, ale była ona poprzedzona przygotowaniem układu zrzutowego (wygrzewaniem stacji redukcyjnych pary). Ponadto próba była wykonywana przy normalnym zasilaniu układów pomocniczych (woda obiegowa i woda sieciowa). Ponieważ zasilane są one z różnych rozdzielni miejskich, w warunkach blackoutu pozbawione zostaną zasilania.

Wymagania techniczne zawarte w IRiESP dla nowych jednostek wytórczych w zakresie zdolności do samostartu są następujące [5]:

- jednostki wytórcze powinny zachować zdolność do podania napięcia na wydzielony ciąg rozruchowy w ciągu 15 minut od wydania polecenia;
- jednostki wytórcze powinny zachować zdolność do przeprowadzenia przynajmniej trzech kolejnych samostartów w ciągu 2 godzin;
- jednostki wytórcze powinny posiadać odpowiednie zdolności wytórcze wystarczające do uruchomienia innej elektrowni, przewidzianej do uruchomienia w planach odbudowy zasilania KSE.

Elektrociepłownie miejskie w większości nie posiadają zdolności samorozruchu. Po dostosowaniu ich układów zasilania, zakupie i zainstalowaniu grupy agregatów o minimalnej mocy równej mocy niezbędnej do uruchomienia i zasilania urządzeń elektrycznych w trakcie rozruchu urządzeń podstawowych, potencjalnie możliwy byłby samostart. Uzasadnieniem ekonomicznym dla poniesienia kosztów z tym związanych mogłoby być umowy zawarte przez elektrociepłownie na usługę samostartu z OSP.

---

## 6. WNIOSKI

---

Stan polskiej energetyki wskazuje, że przy rosnącym w dotychczasowym tempie zapotrzebowaniu na energię elektryczną już w najbliższych latach mogą lokalnie wystąpić problemy z zasilaniem aglomeracji miejskich. Zagrożeniem jest niewystarczające w stosunku do potrzeb tempo rozbudowy oraz remontów istniejących elementów systemu elektroenergetycznego. Zarówno sieć przesyłowa i dystrybucyjna, jak i źródła wytwórcze powoli wyczerpują swoje możliwości. Stopień technicznej dekapitalizacji infrastruktury energetycznej jest dramatyczny, sięga do 75%, a w niektórych sieciach najwyższych napięć na wschodzie kraju nawet 90%. Już teraz problematyczne jest wyłączenie niektórych odcinków sieci WN w północno-wschodniej części kraju dla przeprowadzenia remontów. Bez remontów jej stan będzie się pogarszał, a prawdopodobieństwo awarii obszarowych będzie wzrastać. Szerzej o zagrożeniach stanowi publikacja [6].

Mając na uwadze potencjalne zagrożenia, trzeba podjąć działania zmierzające do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego zarówno z punktu widzenia ogólnokrajowego, jak i bezpieczeństwa na poziomie regionalnym (w szczególności metropolitalnym). Jednym ze sposobów zwiększenia pewności zasilania aglomeracji miejskiej w warunkach zagrożenia blackoutu jest opracowanie i wdrożenie algorytmu automatycznego wydzielenia zbilansowanego obszaru wyspowego, w oparciu o źródło wytwórcze w postaci lokalnej elektrociepłowni i lokalną sieć dystrybucyjną 110 kV. Wiąże się to z koniecznością modernizacji na obszarze objętym nadzorem układów telepomiarów i telesterowania, układów regulacji i zasilania urządzeń potrzeb własnych elektrociepłowni, zmiany nastaw zabezpieczeń, wraz z opracowaniem instrukcji określającej kompetencje i odpowiedzialność podmiotów przyłączonych do KSE. Oczekuje się tu współpracy samorządów, wytwórców i operatorów OSP i OSD zainteresowanych podniesieniem poziomu bezpieczeństwa dostaw energii, na płaszczyźnie technicznej, prawnej i finansowej.

Elektrociepłownie miejskie powinny i mogą brać czynny udział w scenariuszu obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego, odpowiednio do swoich właściwości eksploatacyjnych i poziomu generowanej mocy elektrycznej. Aktywne uczestnictwo jest możliwe po przystosowaniu ich bloków wytwórczych do pracy na obszar wydzielony oraz do przejścia do pracy na potrzeby własne (PPW) w przypadku, gdyby na skutek nieprzewidzianych zdarzeń podczas awarii systemowej wydzielenie obszaru wyspowego zakończyło się niepowodzeniem. W scenariuszach obrony przed blackoutu oraz w scenariuszach odbudowy systemu elektroenergetycznego należy brać pod

uwagę układ technologiczny elektrociepłowni oraz rozdzielnię 110 kV jako układ komplementarny, z pierwszeństwem zasilania potrzeb własnych elektrociepłowni.

Obrona systemu elektroenergetycznego jest skuteczna wtedy, gdy w wyniku wystąpienia zakłóceń w pracy sieci, charakterystycznych dla awarii systemowej, bloki wytwórcze elektrociepłowni samoczynnie wydzielią się dzięki odpowiednim układom automatyki i utrzymają w pracy w obrębie dynamicznie dobranej wyspy obciążeniowej. Po opanowaniu i zlikwidowaniu zakłócenia muszą one być dostępne do prowadzenia skutecznej odbudowy systemu, polegającej na stopniowym przyłączaniu kolejnych odbiorów, aż do synchronizacji wszystkich wydzielonych fragmentów systemu.

## LITERATURA

1. Ustawa Prawo Energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997. Stan prawny na dzień 01 lipca 2011 r. (Dz. U. Nr 54, poz. 348 z późniejszymi zmianami).
2. Skrzypek A.: Rola elektrociepłowni w planach obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego na przykładzie Warszawy i zakładów Vattenfall Heat Poland. Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny, Poznań, październik 2008, Zeszyt tematyczny nr XVII.
3. Marecki J.: Skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej. Wokół Energetyki, luty 2005.
4. Grządzielski I., Sroka K.: Technika odbudowy KSE polegająca na tworzeniu układów wyspowych wokół elektrowni ciepłych. II Konferencja Naukowo-Techniczna Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny, Poznań, 18-20 kwietnia 2007.
5. IRIESP PSE Operator S.A, Warszawa, zatwierdzona decyzją Prezesa URE nr DPK-7102-14(5)/2006 z dnia 10.02.2006 r. z późniejszymi zmianami.
6. Kasprzyk S.: Bezpieczeństwo pracy polskiego systemu elektroenergetycznego. Seminarium ogólnopolskie – Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny, Poznań, 14-15 kwietnia 2004.
7. Kacejko P.: Problemy techniczne i organizacyjne związane z tworzeniem układu wyspowego wokół turbogenerатора pracującego na potrzeby własne, w warunkach awarii katastrofalnej. II Konferencja Naukowo-Techniczna Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny, Poznań, 18-20 kwietnia 2007.
8. Marszałkiewicz L., Sroka K., Grządzielski I.: Możliwości pracy bloków energetycznych elektrociepłowni z wydzielonymi wyspami obciążeniowymi. Seminarium ogólnopolskie – Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny, Poznań, czerwiec 2010, Zeszyt tematyczny nr XX.
9. Rojewski W., Sobierajski M.: Praca wyspowa własnych źródeł energii odbiorcy przemysłowego sposobem obrony przed skutkami awarii w KSE. Konferencja Naukowo-Techniczna Blackout a Krajowy System Elektroenergetyczny, Poznań, maj 2012, Zeszyt tematyczny nr XXIII.

*Rękopis dostarczono dnia 25.06.2012 r.*

OPERATION OF A MUNICIPAL COMBINED  
HEAT AND POWER (CHP)  
IN THE BLACKOUT CONDITIONS  
EXEMPLIFIED BY A SELECTED HIGH-POWER OBJECT

Mariusz SZYMANEK

**Abstract** *The hazard of blackout occurrence in the Polish national power system keeps growing. In the blackout conditions one of the protection methods is to separate a balanced load island as a power source for a municipal CHP. The paper discusses the significance of a municipal CHP as a guarantee of local and global power safety. It also includes an analysis of hazardous conditions for the CHP technical equipment when voltage collapse occurs in the system as well as a discussion of technical aspects concerning adjustment of the equipment and auxiliaries to islanding conditions or auxiliary services.*

**Keywords:** *CHP, blackout*

**Mgr inż. Mariusz SZYMANEK** – słuchacz Studiów Doktoranckich na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej, w Katedrze Sieci Elektrycznych i Zabezpieczeń, pracownik PGE Dystrybucja S.A. Oddział Warszawa.



