

Rafał Dzikowski*, Władysław Mielczarski**

Poprawa bezpieczeństwa energetycznego poprzez rozwój energetyki regionalnej

Spis treści

- I. Wstęp
- II. Bezpieczeństwo energetyczne
- III. Bilansowanie zapotrzebowania na energię elektryczną
- IV. Główne funkcje energetyki regionalnej
- V. Black-out: i co dalej?
- VI. Regionalne wyspy energetyczne
- VII. REW – regiony energetycznego wsparcia
- VIII. Społeczne funkcje energetyki regionalnej
- IX. Energetyka działania energetyki regionalnej
- X. Podsumowanie

Streszczenie

Elektroenergetyka przez wiele lat rozwijała się jako scentralizowany system, w którym duże elektro-wnie poprzez sieci przesyłowe najwyższych napięć i sieci dystrybucyjne średnich i niskich napięć dostarczały energię elektryczną do odbiorców końcowych. Pojawienie się nowych technologii, a szczególnie odnawialnych źródeł energii, aktywizacja odbiorców, którzy nie tylko samodzielnie mogą kształtować zapotrzebowanie, lecz także brać czynny udział w produkcji energii elektrycznej zmienia diametralnie zasady funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Energetyka rozproszona poprzez tworzenie regionalnych obszarów bilansowania staje się czynnym elementem działania systemu elektroenergetycznego, poprawiając znacznie bezpieczeństwo energetyczne. Artykuł przedstawia obecne zasady działania systemu elektroenergetycznego oraz wskazuje nadchodzące zmiany.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne; energetyka rozproszona; bilansowanie lokalne energii elektrycznej; prosumenci; klastry energii.

JEL: K230, Q420, Q280

* Doktorant w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej. E-mail: rafal.dzikowski@edu.p.lodz.pl; <https://orcid.org/0000-0001-7989-5246>.

** Profesor zw. dr hab. inż., pracuje na stanowisku profesora zwyczajnego w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej. <http://www.mielczarski.eu/>. E-mail: wladyslaw.mielczarski@p.lodz.pl; <https://orcid.org/0000-0001-6670-9678>.

I. Wstęp

Przez wiele lat energetyka regionalna była rozwijana z dwóch głównych powodów: pierwszym, była chęć wykorzystania zasobów energii rozproszonej, takich jak: wiatr, słońce czy biomasa; drugim zaś – nadzieja na realizację polityki klimatycznej poprzez zastąpienie elektrowni konwencjonalnych, korzystających z paliw kopalnych, jednostkami wykorzystującymi zasoby energii odnawialnej. O ile nastąpiła poprawa w wykorzystaniu zasobów energii rozproszonej, chociaż znacznym kosztem, o tyle całkowite zastąpienie elektrowni korzystających z paliw kopalnych, które są w stanie zapewnić ciągłe dostawy energii niezależnie od warunków atmosferycznych, okazało się niemożliwe.

Nieosiągnięcie celów, jakie przyświecały rozwojowi energetyki regionalnej, nie musi jednak oznaczać rezygnacji z działań na rzecz jej rozwoju. Zmiana warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego i wzrastająca jego podatność na różnego rodzaju awarie, w tym ataki cybernetyczne, wyznacza nową rolę energetyce regionalnej.

Artykuł przedstawia w jaki sposób energetyka regionalna może przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa energetycznego oraz wykorzystania lokalnych zasobów energii, pozwalając na pewien stopień autonomiczności lokalnych obszarów w przypadku awarii centralnego systemu elektroenergetycznego.

II. Bezpieczeństwo energetyczne

Bezpieczeństwo energetyczne przez Międzynarodową Agencję Energii definiowane jest jako: „Zapewnienie ciągłych dostaw paliw i energii dla społeczeństwa oraz gospodarki po akceptowalnych cenach”. Warto zwrócić uwagę na dwa podstawowe elementy bezpieczeństwa energetycznego: (a) „ciągłość dostaw” oraz (b) „akceptowalne ceny”, które oznaczają poziom cen, przy jakich gospodarka jest w stanie funkcjonować i być konkurencyjna, a odbiorcy energii nie będą musieli ograniczać innych podstawowych potrzeb, aby zapłacić za energię i paliwa.

Ciągłość dostaw, która często jest mylona z dywersyfikacją dostaw, można zapewnić na wiele sposobów, ale tylko część z nich spełnia drugi warunek bezpieczeństwa – akceptowalne ceny. Ciągłość ta ma kluczowe znaczenie w systemach, w których, jak w przypadku systemu elektroenergetycznego, nie istnieje możliwość magazynowania produktu, czyli energii elektrycznej ze względu na jej fizyczne cechy. Energia elektryczna to dynamiczny przepływ elektronów, który nie poddaje się magazynowaniu ponieważ musiałby przybrać tam formę spoczynkową, a tym samym przestać być energią elektryczną. Można jednak magazynować energię elektryczną w formie pośredniej zmieniając jej formę z energii elektrycznej na przykład na energię potencjalną jaka powstaje przy przepływie wody ze zbiornika górnego do dolnego w elektrowniach szczytowo-pompowych. Można również magazynować energię w postaci chemicznej w różnego rodzaju akumulatorach. Pamiętać jednak należy, że są to działania krótkotrwałe, a magazyny energii rzadko mają pojemność pozwalającą na dłuższy czas pracy niż 3–4 godziny.

System elektroenergetyczny musi działać sprawnie przez 24 godziny na dobę i 7 dni w tygodniu oraz 8760 godzin w roku. Ta niezawodność może być zapewniona tylko przez w pełni dyspozycyjne elektrownie, czyli technologie wytwarzania energii elektrycznej, które będą dyspozycyjne przez cały rok, niezależnie od czynników klimatycznych czy innych systemów, np. transportu paliwa. Obecnie są znane tylko trzy technologie mogące gwarantować ciągłość dostaw energii elektrycznej oparte

na: (1) spalaniu węgla (kamiennego lub brunatnego); (b) spalaniu gazu i (c) wykorzystaniu energii jądrowej. Wszystkie inne metody produkcji energii elektrycznej nie gwarantują dyspozycyjności, jak np. odnawialne źródła energii. Elektrownie wiatrowe na lądzie mogą pracować 2000 godzin w roku, a słoneczne do 1000 godzin. To zdecydowanie za mało, aby zapewnić dostawy przez 8760 godzin każdego roku. W naszych warunkach klimatycznych może przez kilka tygodni nie być wiatru czy słońca, a gospodarka musi funkcjonować cały czas.

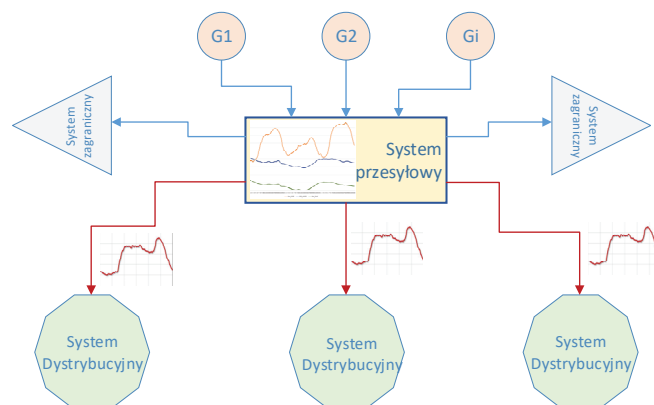
Dlatego wykorzystanie energetyki regionalnej musi uwzględniać warunek ciągłości dostaw energii elektrycznej, zasady fizyczne rozptyłów energii elektrycznej w sieciach przesyłowych i rozdzielczych oraz pracę elektroenergetyki wielkoskalowej, która przez wiele lat była podstawą bezpieczeństwa energetyki.

III. Bilansowanie zapotrzebowania na energię elektryczną

Zapotrzebowanie na energię elektryczną zmienia się znacznie w ciągu doby: od okresu niskiego poboru mocy, nazywanego „doliną nocną” do godzin największego zapotrzebowania określanego jako „szczyt wieczorny”. Ze względu na niewielkie możliwości magazynowania energii elektrycznej zapotrzebowanie na tę energię musi być zaspokojone w każdej sekundzie godziny i w każdej godzinie doby.

Obecnie Operatorzy Sieci Przesyłowej (w Polsce – Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.), którzy są odpowiedzialni za ciągłe bilansowanie zapotrzebowania i produkcji energii elektrycznej muszą dokonywać zrównoważenia: (1) zapotrzebowania systemów dystrybucyjnych, do których dołączeni są odbiorcy energii elektrycznej; (2) produkcji ze źródeł niesterowalnych, takich jak np. elektrownie przemysłowe czy elektrociepłownie, nazywane generacją nJWCD (niesterowalne JWCD); (3) produkcję energii przez odnawialne źródła energii elektrycznej, jak elektrownie wiatrowe czy słoneczne, których produkcja zgodnie z regulacjami prawnymi Unii Europejskiej ma priorytet; (4) wymiany z systemami zagranicznymi oraz (5) produkcją energii elektrycznej przez duże elektrownie nazywane JWCD (Jednostki Wytwórcze Centralnie Dysponowane). Są to jedyni producenci energii elektrycznej, których produkcją można sterować dostosowując jej wielkość do zmieniającego się z godziny na godzinę zapotrzebowania (rys. 1). Na tych właśnie jednostkach spoczywa obowiązek zapewnienia zbilansowania produkcji energii elektrycznej z zapotrzebowaniem, czyli zapewnienie ciągłości zasilania, a tym samym bezpieczeństwa energetycznego.

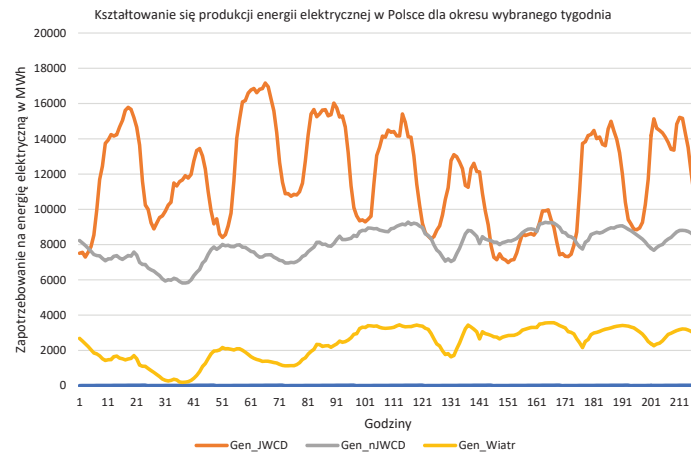
Rysunek 1. Główne elementy tradycyjnego systemu bilansowania



Źródło: Mielczarski, 2018.

Zmieniające się z godziny na godzinę zapotrzebowanie na energię elektryczną, przy założeniu niesterowalności produkcją energii elektrycznej przez energetykę przemysłową, elektrociepłownie i odnawialne źródła energii powoduje, że cały ciężar zapewnienia zbilansowania, a tym samym bezpieczeństwa energetycznego, spoczywa na dużych jednostkach wytwórczych, które w przypadku Polski są elektrowniami korzystającymi z węgla brunatnego i kamiennego. Używanie dużych jednostek węglowych do regulacji zbilansowania systemu powoduje zwiększenie kosztów produkcji i zwiększenie zużycia technicznego (rys. 2).

Rysunek 2. Produkcja energii elektrycznej w Polsce dla wybranego tygodnia w okresie zimowym



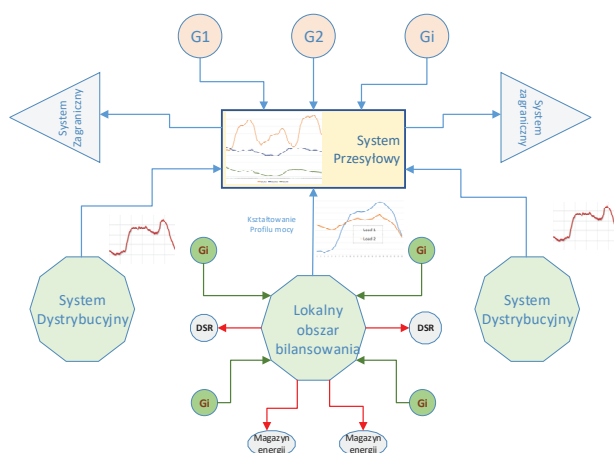
Źródło: Polskie Sieci Elektroenergetyczne S. A. „Dane systemowe”, Pozyskano z: www.pse.pl.

Dodatkowym elementem jest polityka energetyczno-klimatyczna Unii Europejskiej, która dąży do dekarbonizacji i stopniowej likwidacji elektrowni węglowych. W pewnym stopniu istnieje możliwość zastąpienia elektrowni węglowych przez elektrownie gazowe, jednak ograniczone zasoby własne gazu, konieczność znacznego importu oraz czynniki polityczne z tym związane powodują ograniczone zastosowanie gazu ziemnego do produkcji energii elektrycznej.

Rozwiązaniem problemu braku energii elektrycznej i ograniczonych możliwości sterowania jej produkcją jest aktywizacja systemów dystrybucyjnych i rozwój energetyki regionalnej. Pozwoliłoby to nie tylko na sterowaną produkcję energii z zasobów rozproszonych, lecz także na kształtowanie zapotrzebowania na energię elektryczną poprzez działanie aktywnych odbiorców (*prosumenci*), sterowanie poborem energii (*Demand Side Response* – DSR) czy korzystanie z magazynów energii, które gromadziłyby energię w okresach niskiego zapotrzebowania i oddawały następnie do sieci w okresach zapotrzebowania szczytowego.

Aktywizacja energetyki regionalnej polegałaby na tworzeniu lokalnych obszarów bilansowania (LOB), które mają na celu fizyczne bilansowanie produkcji i zapotrzebowania na energię elektryczną i jej przepływów na określonym obszarze przy wykorzystaniu zasobów lokalnych. Obszar lokalnego bilansowania pozwalałby na kształtowanie dobowego zapotrzebowania na energię elektryczną (*profilu*) w sposób jak najmniej obciążający pracę centralnego systemu przesyłowego, od którego zależy bezpieczeństwo energetyczne. Narzędziami kształtowania profilu zapotrzebowania w ramach LOB są lokalne źródła produkcji, takie jak: elektrownie wiatrowe, panele fotowoltaiczne, biogazownie i elektrownie korzystające z biomasy (oznaczenie Gi), a także sterowane odbiory energii elektrycznej (DSR) oraz magazyny energii (rys. 3).

Rysunek 3. Przykład lokalnego obszaru bilansowania



Źródło: Mielczarski, 2018.

IV. Główne funkcje energetyki regionalnej

Energetyka regionalna mogłaby pełnić funkcje poprawiającą bezpieczeństwo energetyczne w różnych horyzontach czasowych:

- 1) krótkim – redukcja skutków awarii technicznej wynikającej ze złych warunków pogodowych, ataku cybernetycznego lub fizycznego na centralny system elektroenergetyczny;
- 2) średniookresowym – zapewniając energię dla obszarów, do których dostawy energii elektrycznej z systemu centralnego (sieci przesyłowej i dystrybucyjnej) są ograniczone z powodu awarii lub klęsk żywiołowych i stanowiąc rejonny energetyczny wsparcia dla działań służb niwelujących skutki takich klęsk;
- 3) długim – rozwój gospodarczo-społeczny poprzez tworzenie społecznej energetyki regionalnej.

V. *Black-out*: i co dalej?

Przez *black-out* rozumie się globalną awarię systemu elektroenergetycznego, powodowaną najczęściej awariami elementów systemu prowadzącymi do zachwiania równowagi pomiędzy produkcją i zapotrzebowaniem na moc elektryczną. Przy znacznym odchyleniu od częstotliwości znamionowej, zabezpieczenia bloków wytwórczych wyłączają te urządzenia, chroniąc je przed skutkami awarii. Wyłączenie kilku jednostek wytwórczych powoduje eskalację niezbilansowania i kaskadowe wyłączenie kolejnych bloków. System elektroenergetyczny zostaje pozbawiony energii. Skutkiem tego są wyłączenia systemów odbiorczych: m.in. przestają działać pompy wody, pompy ciepła oraz cały system energii elektrycznej, co po pewnym czasie powoduje ograniczone działanie systemów informatycznych, na przykład Internetu. Najważniejsze obiekty, takie jak: szpitale, ważne obiekty dla obronności, urządzenia teleinformatyczne są wyposażone w lokalne źródła zasilania nazywane UPS (*Uninterruptible Power Supply*) budowane najczęściej jako chemiczne akumulatory energii lub silniki diesla, których uruchomienie następuje, lub powinno następować, automatycznie w czasie awarii zasilania energią elektryczną.

Przynajmniej w teorii UPS-y powinny zapewnić bezprzerwowe zasilanie w przypadku awarii systemu elektroenergetycznego. W praktyce bywa różnie. Powszechnie znany jest przypadek,

kiedy w czasie awarii w elektrowni jądrowej w Fukushima nie zadziałał żaden z dwunastu systemów UPS. Mniej znany, ale bliższy nam terytorialnie przypadek, to niezadziałanie dwóch na pięć UPS w szpitalach w Łodzi w czasie awarii zasilania centrum tego miasta 15 stycznia 2016 r. oraz kompletny chaos na ulicach spowodowany wyłączeniem świateł sterujących ruch pojazdów na skrzyżowaniach.

W czasie awarii część bloków wytwórczych, po odłączeniu od systemu, przechodzi w tzw. tryb pracy na potrzeby własne, co oznacza obniżenie wytwarzanej mocy do około 8–10%, podczas gdy pozostałe bloki zaprzestają pracy. Ponowne uruchomienie generatorów wymaga dostarczenia z zewnątrz znacznej ilości energii. „Restart” systemu odbywa się najczęściej poprzez uruchomienie elektrowni wodnej, potrzebującej niewielkich ilości energii elektrycznej do rozruchu i zasilenie z uruchomionej elektrowni wodnej bloku ciepłego, którego energia może być wykorzystywana do uruchamiania kolejnych bloków. Niezależnie jak precyzyjne są procedury i jak sprawnie są one wdrażane, proces ten jest długotrwały w czasie, w trakcie którego znaczna część gospodarki i społeczeństwa ma ograniczone możliwości funkcjonowania.

Co więcej, działanie systemu elektroenergetycznego coraz częściej jest zautomatyzowane, a więc awarie techniczne czy cyberataki paraliżujące działanie systemów informatycznych sterujących urządzeniami elektroenergetycznymi nie pozwalają również na szybką odbudowę systemu elektroenergetycznego po jego awarii. W tej sytuacji możliwość decentralizacji działania systemów elektroenergetycznych poprzez rozwój energetyki regionalnej może w znacznym stopniu poprawić bezpieczeństwo energetyczne poprzez zapewnienie wydzielonym obszarom zasilania w energię elektryczną, pomimo awarii centralnego systemu oraz umożliwić szybszą odbudowę systemu po rozległej awarii.

VI. Regionalne wyspy energetyczne

O ile funkcjonowanie energetyki regionalnej w czasie normalnej pracy systemu jako konkurencyjnej, wyłącznie z ekonomicznego punktu widzenia, dla tradycyjnej wielkoskalowej energetyki jest dyskusyjne, nawet przy znacznych subsydiach dla energetyki regionalnej, o tyle jej rola w warunkach destabilizacji pracy systemu elektroenergetycznego może być kluczowa. Oprócz przewidzianych procedurami energetyki wielkoskalowej pracy części jednostek wytwórczych na potrzeby własne, możliwe jest również tworzenie wysp energetycznych w oparciu o energetykę regionalną. Wyspy takie pracowałyby przez określony okres czasu bez zasilania zewnętrznego, zapewniając w miarę normalne funkcjonowanie gospodarki i społeczeństwa na wybranych obszarach (Mielczarski, 2016). Ma to szczególne znaczenie w przypadku awarii, klęsk żywiołowych czy ataków cybernetycznych na infrastrukturę krytyczną powodujących rozpad centralnego systemu elektroenergetycznego. Jest to również ważne w przypadku klęsk żywiołowych ograniczających dostawy energii elektrycznej do pewnych obszarów, nawet w przypadku poprawnego funkcjonowania centralnego systemu energetycznego.

VII. REW – Regiony energetycznego wsparcia

W Polsce trwa dyskusja o utworzeniu obrony terytorialnej. Pojawia się wiele pomysłów, w jaki sposób ma działać taka obrona terytorialna: od wyposażenia jej w ciężki sprzęt jako zaplecze i wsparcie wojsk operacyjnych po funkcje utrzymywania tego zaplecza oraz neutralizację skutków

klęsk żywiołowych czy hybrydowych ataków – czyli podobnie do działań amerykańskiej Gwardii Narodowej.

Niezależnie jaki ostatecznie kształt przybierze Obrona Terytorialna Kraju (OTK), jej funkcjonowanie będzie zależało od dostępu do zasobów, w tym w szczególności zasobów energetycznych. Niezbędne zapasy żywności, lekarstw czy paliw można relatywnie łatwo zmagazynować, jednak energię, zarówno elektryczną, jak i ciepłą trzeba wytwarzać na bieżąco, a co więcej, należy to czynić w warunkach konfliktu czy klęski żywiołowej, przy ograniczonym funkcjonowaniu centralnych systemów energetycznych i komunikacyjnych (Dzikowski i Olek, 2017; Mielczarski, Wierzbowski i Olek, 2016).

Parametrem charakteryzującym możliwość wykonywania zadań przez jednostki pływające jest autonomiczność. Określa ona, ile dni jednostka pływająca jest w stanie wykonywać powierzone zadania bez wsparcia materiałowego (paliwo, żywność). Podobny parametr można zastosować przy tworzeniu REW-ów, chociaż będzie to bardziej skomplikowana zależność funkcyjna określająca wielkość procentową energii elektrycznej i ciepłej produkowanej przez REW-y w funkcji czasu ich działania, przy ograniczonym wsparciu centralnych systemów energetycznych i komunikacyjnych.

W energetyce trwa również ożywiona dyskusja o zasadach tworzenia lokalnych obszarów bilansujących, nazywanych również klastrami energetycznymi. Takie obszary miałyby pewną możliwość samodzielnego funkcjonowania. Jednak energetycy obecnie analizują klastry energetyczne głównie pod kątem rozplywów mocy, utrzymania standardów technicznych czy ograniczenia wydatków na energetykę rozproszoną. Konieczne jest włączenie do tej dyskusji funkcji wspomagania obrony terytorialnej i służb ratowniczych poprzez Rejony Energetycznego Wsparcia, jako funkcje realizowane przez Operatorów Systemów Dystrybucyjnych za pomocą posiadanych przez nich środków oraz poprzez dysponowanie urządzeniami energetycznymi zarówno wytwarzającymi energię, jak i odbiorczymi będącymi w posiadaniu innych podmiotów, a przyłączonymi do ich sieci, w celu utrzymania jak największego stopnia autonomiczności REW-ów w zakresie wolumenu energii ciepłej i elektrycznej.

Dlatego konieczne jest wprowadzenie regulacji prawnych dotyczących OTK wraz z regulacjami określającymi zarówno sposoby, jak i ramy wsparcia OTK poprzez REW-y oraz nakładającymi na Operatorów Sieci Dystrybucyjnej obowiązek tworzenia takich funkcji, a następnie ich realizacji razem z kierownictwem OTK na danym terenie, w przypadku zaistnienia takich konieczności.

VIII. Społeczne funkcje energetyki regionalnej

Energetyka regionalna oprócz swoich poprawy niezawodności funkcjonowania systemów energetycznych czy obronności kraju, jak również wspomagania działania służb ratowniczych w okresach klęsk żywiołowych może również pełnić funkcje społeczne. Możliwe są dwa podejścia dla budowy energetyki regionalnej:

- a) zobowiązanie ustawowe do świadczenia przez określone podmioty usług na rzecz poprawy niezawodności działania systemów energetycznych jako krytycznych dla działania społeczeństwa i gospodarki, poprzez udostępnianie majątku wytwórczego i przesyłowego w określonych warunkach;
- b) wykorzystanie naturalnie istniejących lub utworzonych na bazie ekonomicznej i społecznej struktur do podniesienia niezawodności dostaw energii elektrycznej i ciepła oraz stworzenie

możliwości działania w warunkach ograniczonego funkcjonowania centralnych układów energetycznych.

W drugim z proponowanych działań możliwe jest ograniczenie nakładów na tworzenie i działanie energetyki regionalnej i tworzenie jednocześnie regionalnej tkanki społecznej, która powstałaby na bazie energetyki regionalnej.

Istotą energetyki regionalnej byłyby lokalne przedsiębiorstwa energetyczne powstające poprzez aktywizację społeczności w danym regionie wokół innowacyjnych projektów energetycznych, w których realizację byłyby zaangażowane: lokalna administracja, firmy energetyczne oraz regionalne ośrodki naukowe. Wszyscy ci interesariusze mogą wnieść do projektów unikalne wartości dodane, w szczególności w obszarze:

- zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego regionu oraz kraju (poprawy warunków pracy systemu elektroenergetycznego);
- rozwoju innowacyjnych technologii energetycznych;
- efektywnego wykorzystania lokalnych zasobów (energetycznych, ludzkich itp.);
- ekologicznego gospodarowania odpadami;
- zwiększenia świadomości społecznej oraz pobudzenia przedsiębiorczości w obszarze energetyki.

Od kilku lat sektor energetyczny przechodzi duże zmiany napędzane realizowaną na szeroką skalę polityką klimatyczną Unii Europejskiej. W efekcie obserwowany jest dynamiczny rozwój technologiczny małych i ekologicznych źródeł energii, takich jak: systemy fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe, biogazownie, spalarnie odpadów stałych itp. Ten postęp spowodował znaczny wzrost liczby instalacji prosumenckich (produkcja energii na potrzeby własne) głównie w krajach rozwiniętych, jak na przykład Niemcy czy Włochy, ale trend ten jest widoczny również w Polsce.

Idea prosumencka, mająca przedstawiać energetykę społeczną („wspólną”), okazuje się być jednak propozycją skierowaną do najzamożniejszych odbiorców indywidualnych, promującą źródła energii instalowane w sposób niekontrolowany przez najzamożniejszą część społeczeństwa. Przy czym działanie to obciąża uboższe grupy społeczne (dopłaty z budżetu państwa), a niekontrolowany przyrost liczby instalacji zaburza pracę systemu elektroenergetycznego (niestabilna i nieprzewidywalna generacja).

Energetyka regionalna zakłada aktywizację wielu interesariuszy (dotychczas pasywnych) poprzez zapewnienie wsparcia oraz stworzenie możliwości zaangażowania własnych zasobów w celu osiągnięcia korzyści przez wszystkich współdziałowców. Cel ten można osiągnąć poprzez propagowanie idei lokalnych korporacji energetycznych, które łączyłyby lokalne społeczności wokół wspólnego projektu.

Aktywizacja objęłaby:

- dystrybucyjny system elektroenergetyczny zarządzany przez operatora systemu dystrybucyjnego;
- mieszkańców regionu, którym stworzona zostałaby możliwość uczestniczenia w energetyce regionalnej.

Obok nowoczesnych technologicznie obiektów infrastruktury energetyki regionalnej (np. nowoczesna biogazownia lub spalarnia śmieci) powstawałyby ośrodki badawcze oraz dydaktyczne, stanowiące infrastrukturę laboratoryjną do dalszego rozwoju innowacyjnych źródeł wytwarzania

energii oraz do kształcenia przyszłych pracowników lokalnych elektrowni (głównie techników i kadry inżynierskiej).

IX. Energetyka działania energetyki regionalnej

Efekty koncepcji energetyki regionalnej oraz jej wdrożenia można rozpatrywać w następujących kategoriach (Dzikowski i Olek, 2017; Mielczarski, 2018):

- warstwy bezpieczeństwa – poprawa poziomu bezpieczeństwa poprzez tworzenie regionów energetycznego wsparcia dla obrony terytorialnej kraju oraz dla służb ratowniczych działających w warunkach klęsk żywiołowych, za pomocą stworzenia możliwości dostarczania energii elektrycznej i ciepłej w wybranych regionach przy braku funkcjonowania lub ograniczonych możliwościach centralnego systemu energetycznego;
- warstwy społecznej – budowa tkanki społecznej, integracja społeczeństwa lokalnego oraz stymulowanie przedsiębiorczości poprzez ideę energetyki regionalnej;
- warstwy ekonomicznej – efektywne wykorzystanie zasobów regionu w tym efektywne i ekologiczne zarządzanie odpadami;
- warstwy technologicznej – rozwój w regionie kapitału technologicznego w obszarach: energetyki i wytwarzania energii elektrycznej, biotechnologii oraz technologii informatycznych;
- warstwy technicznej:
 - poprawy warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego poprzez odpowiednio zarządzane obszary dystrybucyjne;
 - wsparcia dla energetyki wielkoskalowej w postaci elastycznych jednostek energetyki regionalnej;
- innowacyjności:
 - pozycji pioniera w promocji i implementacji idei energetyki regionalnej;
 - innowacyjnego i zrównoważonego rozwoju regionu poprzez energetykę regionalną;
 - aktywizacja obszarów dystrybucyjnych systemu elektroenergetycznego z jednoczesnym zapewnieniem odpowiedniej współpracy z Krajowym Systemem Elektroenergetycznym.

Optymalizacja obszaru energetyki regionalnej, nazywanego również lokalnym obszarem bilansowania (LOB), może być prowadzona w dwóch zakresach:

- **planistycznym** – w fazie planowania lub przekształcania danego obszaru zakłada się pracę danego fragmentu sieci jako lokalnego obszaru bilansowania i tak dobiera się jednostki wytwórcze oraz magazyny energii, aby zapewnić jak najlepszą (najdłuższą w czasie i co do wielkości zasilanej energii) pracę danego LOB przy ograniczonym zasilaniu zewnętrznym; w większości przypadków optymalizacja planistyczna będzie jednak możliwa tylko w stosunku do nowych LOB-ów lub fragmentów sieci przechodzących przebudowę, tak aby była możliwa ich praca w systemie rejonów energetycznego wsparcia;
- **operacyjnym** – dokonuje się optymalizacji pracy urządzeń w danym obszarze w skończonym horyzoncie czasowym, np. w ciągu jednej doby zakładając niezmienną strukturę urządzeń oraz konfigurację sieci; jako funkcję celu przyjmuje się minimalny koszt działania danego obszaru w zdefiniowanym horyzoncie czasowym oraz minimalny koszt całkowitej utraconej energii, a jako cechy techniczne urządzeń znajdujących się w obszarze danego LOB.

X. Podsumowanie

Energetyka regionalna działająca w formie lokalnych obszarów bilansowania jest w stanie znacznie poprawić bezpieczeństwo dostaw energii poprzez zapewnienie w określonym czasie zasilania na danym obszarze, szczególnie dla najbardziej krytycznych odbiorów. Ma to szczególne znaczenie w okresach, kiedy dostawy energii elektrycznej z centralnego systemu energetycznego są z jakiegokolwiek powodu ograniczone.

Energetyka regionalna w okresach normalnych dostaw energii powinna funkcjonować jako energetyka społeczna, pełniąc, oprócz funkcji ekonomicznych, ważne funkcje społeczne. Będzie to prowadzić do obniżenia kosztów funkcjonowania i pozwalać na optymalizację planistyczną, co wiąże się ze znaczenie efektywniejszą optymalizacją operacyjną w przypadku występujących braków energii.

Energetyka regionalna może również pełnić funkcję rejonów energetycznego wsparcia dla służb ratowniczych likwidujących skutki awarii czy klęsk żywiołowych, dostarczając energię elektryczną i ciepło w okresach ograniczonej funkcjonalności centralnego systemu energetycznego.

Bibliografia

- Dzikowski, R. i Olek, B. (2017). *Distribution systems as a local support in emergencies*. Conference paper at Conference on Sustainable Energy Supply and Energy Storage Systems (NEIS 2017), 21–22 September, Hamburg.
- Mielczarski, M. (2016). *Rejony Energetycznego Wsparcia dla obrony terytorialnej*. 8 kwietnia 2016. Pozyskano z: www.defence24.pl.
- Mielczarski, M., Wierzbowski, W. i Olek, B. (2016). *Poprawa bezpieczeństwa energetycznego poprzez rozwój Energetyki Regionalnej – bezpieczeństwo, innowacyjność i rozwój więzi społecznych*. Opracowanie wewnętrzne. Łódź: Instytut Elektroenergetyki, Politechnika Łódzka.
- Mielczarski, W. (2018). HANDBOOK: Energy Systems and Markets. „European Energy Markets”, June, Łódź. Pozyskano z: www.eem18.eu.
- Polskie Sieci Elektroenergetyczne S. A. „Dane systemowe”, Pozyskano z: www.pse.pl.