

Anna KIELERZ*

Smart Grid a stabilna praca systemu elektroenergetycznego przy wzroście produkcji energii w różnych jej źródłach

STRESZCZENIE: Inteligentne sieci elektroenergetyczne to kompleksowe rozwiązania energetyczne pozwalające na łączenie, wzajemną komunikację i optymalne sterowanie rozproszonymi obecnie elementami infrastruktury energetycznej, zarówno po stronie producentów, jak i odbiorców energii, które umożliwią wzajemną wymianę i analizę informacji, a w efekcie optymalizowanie zużycia energii (ciepłej, elektrycznej lub dystrybucji gazu).

Z punktu widzenia stabilnej pracy systemu elektroenergetycznego istotne również są elementy inteligentnych sieci wpływające na bezpieczeństwo i ciągłość dostaw energii elektrycznej, szybka i efektywna lokalizacja uszkodzeń sieci przesyłowych, zarządzanie popytem i rozproszonym wytwarzaniem.

Coraz większe inwestycje w rozproszone źródła energii oraz sukcesywne wyłączenie z eksploatacji starych bloków energetycznych, które są częściowo zastępowane przez nowe, wysoko sprawne i niskoemisyjne jednostki, wymaga zmiany podejścia w zakresie zarządzania siecią przesyłową oraz popytem i podażą.

Zgodnie z dotychczasowym trendem, rola węgla w zaspokajaniu potrzeb energetycznych Polski będzie jednak stopniowo malała na korzyść energii z rozproszonych źródeł energii. Jednakże podstawą bezpieczeństwa energetycznego w przewidywalnym okresie czasu pozostanie energetyka zawodowa, uzupełniana o wytwarzanie rozproszone, połączenia transgraniczne i zarządzanie stroną popytową.

SŁOWA KLUCZOWE: inteligentne sieci elektroenergetyczne, system elektroenergetyczny, rozproszone źródła energii

* Mgr inż. – Agencja Rozwoju Przemysłu SA, Oddział w Katowicach, Katowice;
e-mail: anna.kielerz@katowice.arp.com.pl

Wprowadzenie

Inteligentne sieci – ich budowa i rozwój – to konieczność, by sprostać potrzebom przemysłu i gospodarki, ale także wymogom nowych europejskich polityk: klimatycznej, ochrony środowiska oraz oczekiwaniom społecznym.

W szerokim rozumieniu inteligentne sieci elektroenergetyczne to cała sieć elektroenergetyczna poczynając od wytwarzania energii, przez infrastrukturę przesyłową i dystrybucyjną aż po wszystkie kategorie odbiorców energii (gospodarstwa domowe, handel, przemysł) (Woszczyk 2010). *Smart Grid* ma w sobie cechę podejścia strategicznego, całościowego i kompleksowego, którego jednym z elementów jest inteligentne opomiarowanie (*smart metering*). *Smart Grid* to planowanie i realizacja działań, które odnoszą się do wszystkich uczestników rynku energii, na każdym poziomie ich partycypowania w rynku.

Coraz większy udział w miksie energetycznym będą stanowiły rozproszone źródła energii. Zgodnie z zapisami polityki Unii Europejskiej 3x20, Polska do 2020 roku musi zapewnić 15% udziału odnawialnych źródeł energii w całości produkowanej energii elektrycznej.

Równocześnie, planowane uwolnienie spod regulacji cenowej odbiorców taryfy G nie da się zrealizować na podstawie istniejącej, tradycyjnej infrastruktury pomiarowej. Jeśli rzeczywiście chcemy zmniejszyć tempo wzrostu cen energii, na które znaczny wpływ mają obciążenia związane z ochroną środowiska i polityką klimatyczną, musimy zredukować zbędne koszty, poczynając od wytwarzania, poprzez transmisję i dystrybucję energii, a skończywszy na odbiorcach, którzy muszą stawać się odbiorcami w pełni świadomymi i aktywnymi.

Polska energetyka znajduje się między młotem unijnych polityk a kowadłem swojego obecnego kształtu. Dekarbonizacja to poważny kłopot dla ciepłownictwa, które zużywa nawet więcej tego surowca niż elektrownie. W szczególnie trudnej sytuacji mogą znaleźć się średnie i małe instalacje, w tym paleniska domowe. Trudno będzie im udźwignąć koszty modernizacji. Natomiast elektroenergetyka, która dzięki inwestycjom w Opolu i Kozienicach dopiero co zażegnała ryzyko niezbilansowania systemu w latach 2016–2020, czeka kolejne wyzwanie. W perspektywie 10–20 lat wygaszonych zostanie kilkadziesiąt generatorów o mocy 200 MW. Ze względu na coraz większy udział OZE oraz konstrukcję naszej sieci powinniśmy je zastąpić nowymi, wysoko regulowanymi blokami węglowymi. Szerszy rozwój źródeł rozproszonych nastąpi natomiast dopiero wtedy, gdy będziemy organizacyjnie, technologicznie i mentalnie gotowi na odejście od scentralizowanego modelu energetyki.

Efektom rozwoju mikrogeneracji i wzrostu liczby prosumentów jest z jednej strony proces wypychania energetyki systemowej opartej na paliwach kopalnych z systemu, z drugiej zaś redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną, wynikająca z częściowego pokrycia potrzeb własnych przez samych prosumentów.

W konsekwencji tych zmian dotychczasowy model funkcjonowania systemu elektroenergetycznego podlega silnej ewolucji. Podstawowe zapotrzebowanie na energię elektryczną jest niższe i charakteryzuje się dużo większą zmiennością. W podstawie pracują źródła niesterowalne o nieregularnej produkcji. Jednostki wytwórcze, które dotychczas pracowały w podstawie, ograniczają wolumeny produkcji i czas pracy oraz przejmują zadania regulacyjne (Raport PwC i ING Banku Śląskiego kwiecień 2015).

1. Operatorzy systemu dystrybucyjnego (OSD)

Obszar dystrybucji energii elektrycznej jest pomijany, gdy odbywają się dyskusje dotyczące energetyki. Wtedy jest mowa o dwóch segmentach: wytwarzaniu (obowiązek zakupu energii produkowanej w odnawialnych jej źródłach co zmienia uwarunkowania działania branży) i kliencie końcowym (zwiększanie się aktywności i świadomości swoich uprawnień na rynku energii elektrycznej).

Kluczowym elementem zmieniającym uwarunkowania działania OSD jest przyrost mocy w rozproszonych źródłach energii zarówno w ostatnich latach, jak i w latach następnych. OSD są odpowiedzialni za rozwój systemu dystrybucyjnego oraz zapewnienie stabilnej pracy nawet w warunkach ekstremalnych. Powoduje to, że spółki te muszą planować rozwój systemu z marginesem bezpieczeństwa, co przy zachowaniu dotychczasowego systemu planowania sieci i zarządzania nią może wywołać dwa skutki:

- ✧ trudność w finansowaniu szczytowych zdolności systemu dystrybucyjnego (priorytet wpuszczenia do sieci energii wytwarzanej w OZE oraz niestabilność produkcji w źródłach wiatrowych – które są dominującą technologią OZE w naszym kraju – może wystąpić sytuacja, w której sieć musi być przygotowana na więcej żeby dystrybuować mniej),
- ✧ lokalne ograniczenia w możliwości przyłączania OZE (przy stosowaniu reaktywnego podejścia, istnieje ryzyko stwierdzenia przez spółkę braku możliwości przyłączenia dodatkowych źródeł).

W celu uniknięcia tych problemów konieczne wydaje się wprowadzenie na różnych etapach planowania i zarządzania siecią, elastyczności i przejścia do proaktywnego, dynamicznego zarządzania systemem dystrybucyjnym przez OSD.

W systemie dystrybucyjnym ważnym elementem jest strona techniczna działania OSD. Powinna nastąpić zmiana podejścia z w dużym stopniu reaktywnego monitorowania sieci dystrybucyjnej (głównie na niskich napięciach), na podejście aktywnego zarządzania systemem dystrybucyjnym, wymagać to będzie zmian w obszarze pozyskiwania i zarządzania danymi w OSD. Dane dotychczas pozyskiwane i przetwarzane „wyspowo” w różnych systemach staną się kluczowym zasobem poszczególnych spółek dystrybucyjnych. W szczególności dotyczy to danych sieci niskich napięć, która obecnie nie jest wyposażona w narzędzia i funkcjonalności umożliwiające jej monitorowanie w czasie rzeczywistym. Takie podejście umożliwi realizację w Polsce tych samych priorytetów, którymi kierują się obecnie duże europejskie OSD:

- ✧ wzrost obserwowalności sieci,
- ✧ wdrożenie funkcjonalności wspomagających regulację napięcia,
- ✧ wdrożenie funkcjonalności wspomagających wykrywanie i obsługę awarii.

Operatorzy systemów dystrybucyjnych i przesyłowych stają obecnie wobec wyzwania, jakim jest równoważenie podaży i popytu energii w warunkach niepewności związanej z generacją w OZE i źródłach rozproszonych. Technologie inteligentnych sieci poprzez dynamiczne, dwukierunkowe działanie zwiększą poziom integracji źródeł odnawialnych, czyniąc system elektroenergetyczny kraju bardziej elastycznym i odpowiadającym w czasie rzeczywistym na zachodzące zmiany. Równocześnie poprawa zarządzania i monitorowania sieci poprzez narzędzie inteligentnych sieci umożliwi maksymalne wykorzystanie istniejącej infrastruktury.

2. Smart Grid (inteligentne sieci elektroenergetyczne – ISE)

Z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego kraju bardzo istotne są elementy inteligentnych sieci wpływające na bezpieczeństwo i ciągłość dostaw energii elektrycznej, szybka i efektywna lokalizacja uszkodzeń sieci przesyłowych, zarządzanie popytem i rozproszonym wytwarzaniem. Nowa inteligentna sieć daje większe szanse na opanowanie kaskadowego rozwoju wydarzeń na drodze ograniczenia wartości mocy, przepływających przez sieć przesyłową. Jednym z etapów wykonania ISE jest instalacja systemów inteligentnego opomiarowania.

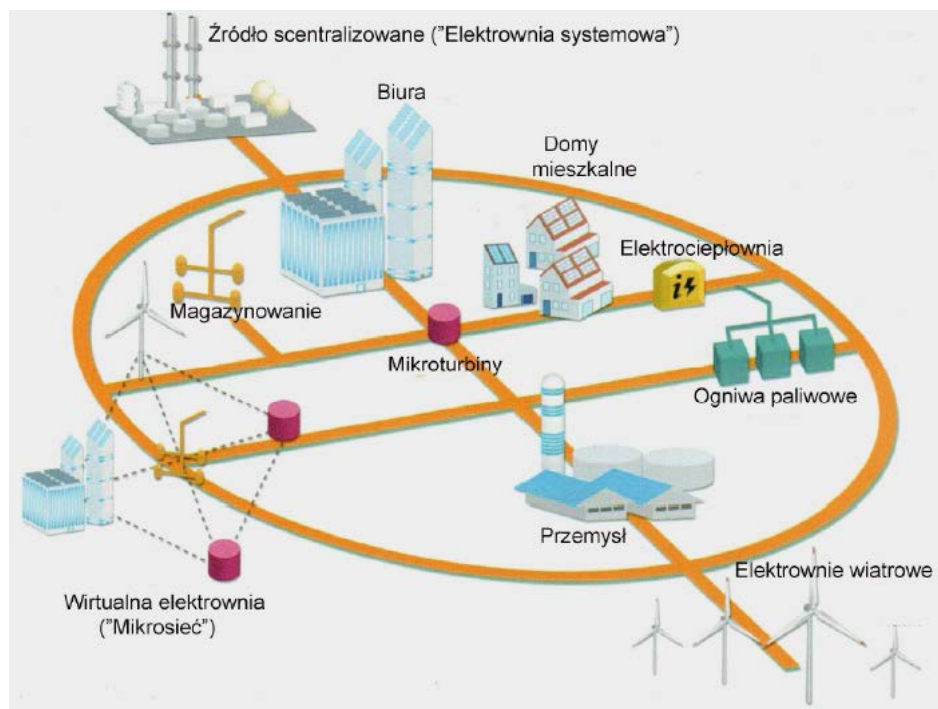
Pojawienie się i rozwój możliwości świadczenia przez odbiorców usług na rzecz Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) w zakresie generacji energii i świadczenia usług systemowych w mikroskali, z wykorzystaniem infrastruktury AMI (*Advanced Metering Infrastructure* – infrastruktura pomiarowa z dwustronną komunikacją) i HAN (*Home Area Network* – sieć w przestrzeni domowej, czyli infrastruktura komunikacyjna oraz odbiorniki i źródła energii elektrycznej pozostające we własności i dyspozycji odbiorcy końcowego) pozwala na zaistnienie prosumenta, a nie tylko konsumenta. Prosumentem jest odbiorca dysponujący źródłem energii, przeznaczonym do zaspokajania własnych potrzeb i wprowadzający ewentualne nadwyżki energii do sieci elektroenergetycznej.

Optymalizację zużycia energii przez odbiorców można uzyskać przez wprowadzenie inteligentnego opomiarowania. Doświadczenia krajów UE oraz badanie MAE wskazują, że wprowadzenie inteligentnego opomiarowania przekłada się na wzrost efektywności energetycznej na poziomie 6–10%. Z doświadczeń skandynawskich wynika, iż jego wprowadzenie zmniejszyło zużycie energii między 5 a 9%. Scenariusz z inteligentnymi sieciami opracowany przez Międzynarodową Agencję Energii przewiduje mniejsze zużycie energii o 25% w 2050 roku.

Budowa ISE pozwoli na zwiększenie roli różnego typu, przeważnie małych, jednostek wytwórczych oraz włączenie odbiorców w proces bieżącego sterowania systemem elektroenergetycznym, a także zarządzanie jego zasobami.

Łącząc technologię cyfrową i dwukierunkowy system komunikacji, inteligentne sieci tworzą bezpośrednią relację między konsumentami, dostawcami energii oraz innymi użytkownikami sieci (np. elektrownia wirtualna). W założeniu powinny pozwolić na optymalizację wytwarzania, magazynowania i sterowalnego użytkowania energii, a także na bardziej skuteczne zarządzanie majątkiem i efektywnością energetyczną. Poniższy rysunek przedstawia całość takiej „nowej sieci”.

Nowoczesne technologie informatyczne w elektroenergetyce, zawierające się w obszarze sieci inteligentnych, wykazują spory potencjał do optymalizacji wykorzystania elementów sieci elektroenergetycznych. Inteligentne zarządzanie pracą systemu elektroenergetycznego wpłynie na wzrost zapotrzebowania na moc poza szczytem oraz zredukuje obciążenia szczytowe, wygładzając tym samym dobową krzywą zapotrzebowania na moc. Obciążenie szczytowe jest ważnym parametrem, wykorzystywanym podczas modernizacji i rozbudowy linii elektroenergetycznych. Ze względu na zmienność obciążenia w zależności od pory dnia oraz roku, system elektroenergetyczny musi pozostawać w ciągłej gotowości. Wykorzystanie zaawansowanych narzędzi kontroli i monitorowania sieci zredukuje obciążenia szczytowe, przyczyniając się do optymalizacji i wydłużenia żywotności istniejącej infrastruktury.



Rys. 1. Schemat koncepcji nowej, inteligentnej sieci
Źródło: European Technology Platform Smart Grid

Fig. 1. Scheme conception new, smart grid ready

W inteligentnych sieciach przepływ informacji i energii będzie odbywał się w czasie rzeczywistym, w sposób dwukierunkowy. Równie ważne jest to, że równolegle odbywać się będzie monitorowanie sieci i infrastruktury.

Projekty pilotażowe w tym zakresie wykazały, że dynamiczne taryfikowanie zmniejszyło o 15% obciążenia szczytowe. Badania wykazały również, że bardziej szczegółowa i częstsza informacja o stosowanej taryfie i bieżącym zużyciu energii zwiększa stabilność sieci i w większym stopniu redukuje obciążenia szczytowe dzięki większemu zaangażowaniu użytkowników.

Inteligentne sieci są de facto potężnymi systemami informatyczno-telekomunikacyjnymi, które nakładają się na sieć elektroenergetyczną i prędzej czy później wymuszą rewolucyjne wręcz zmiany w elektroenergetyce. Takie połączenie energetyki i technik ICT daje nam ogromne możliwości: jesteśmy dzięki temu w stanie m.in. śledzić synchronicznie i w trybie czasu rzeczywistego zarówno czynne, jak i bierne przepływy energii czy też złagodzić albo nawet rozwiązać problem występowania w sieci źródeł o różnych charakterystykach i mocach, do których dotychczasowe metody bilansowania sieci nie były w ogóle przygotowane. Energetyka już w tej chwili jest mocno nasycona informatyką, jednak dopiero przed nami jest stworzenie sieci, w której przepływy energii elektrycznej otoczone będą zintegrowaną warstwą IT. Przyszła sieć elektroenergetyczna będzie więc zwirtualizowana, a jej użytkownicy będą widzieli tylko jej informatyczny komponent. Znajdująca się pod spodem warstwa fizyczna, odpowiedzialna za przesył energii, będzie mało kogo interesowała, tak samo jak użytkownicy internetu nie skupiają się już dziś na kablach czy światłowodach, lecz na przenoszeniu, przetwarzaniu i wykorzystywaniu

informacji, które są za ich pomocą przesyłane. Oddając inteligentne sieci elektroenergetyczne w ręce specjalistów od informatyki i telekomunikacji spowodujemy nadejście „nowej rzeczywistości” w energetyce.

3. Energetyka konwencjonalna

Tak samo jak pewna jest dekarbonizacja europejskiej energetyki, oczywiste jest też to, że nasz krajowy system nie jest w stanie szybko odejść od węgla. Nie możemy nagle wyeliminować z niego wielkich bloków opalanych tym surowcem i zastąpić ich układem źródeł rozproszonych choćby dlatego, że nie dysponujemy odpowiednio do tego przygotowaną strukturą sieci elektroenergetycznych. W szczególności dotyczy to sieci przesyłowej najwyższych napięć i mocy. Zdecydowana większość instalacji rozproszonych nie ma zdolności synchronizacyjnych i wymaga dość złożonych mechanizmów przekształcania wytwarzanego przez nie przebiegu elektrycznego na napięcia sieciowe. Podstawą naszego systemu, pozwalającą na utrzymanie jego stabilnej pracy, muszą być zatem duże, regulowalne bloki synchroniczne. Ich łączna moc powinna oscylować w granicach minimum 12–13 GW. W innym wypadku rozsypie się on, nie będąc w stanie utrzymać odpowiednich parametrów częstotliwościowo-napięciowych, które swoją drogą są bardzo rygorystycznie przestrzegane przez UE. Potwierdza to, iż znajdujemy się zatem między młotem polityki europejskiej a kowadłem obecnego kształtu polskiej energetyki.

Nie ma już w naszym systemie miejsca dla kolejnych wielkich i mało regulowalnych bloków węglowych o parametrach nadkrytycznych. Tego typu instalacje w elektrowniach: Opolu, Kozienicach czy wcześniej Bełchatowie rozwiązały problem niezbilansowania krajowego systemu w najbliższych latach, lecz w dalszej perspektywie stawiamy na jednostki mniejsze, które zachowują wysoką sprawność nawet przy niskich obciążeniach. Mając na uwadze potrzeby naszego systemu oraz unijne obwarowania, uważam, że w miejsce wyłączanych starych generatorów powinniśmy wybudować wysoko regulowalne bloki o mocy 200–400 MW. W większości byłyby to bloki węglowe nowej generacji, lecz ich uzupełnieniem mogłyby być jednostki pracujące w układzie kogeneracyjnym. Tego typu instalacje potrafią w razie potrzeby samodzielnie utrzymać sieć, a równocześnie mają wystarczający zapas regulowalności, żeby kompensować niestabilną pracę źródeł odnawialnych, w szczególności wiatrowych i fotowoltaicznych.

Polska posiada znaczne zasoby węgla, które pełnią rolę stabilizatora bezpieczeństwa energetycznego kraju, co ma szczególne znaczenie wobec uzależnienia polskiej gospodarki od importu gazu (w ponad 70%) i ropy naftowej (w ponad 95%).

Ze względu na zobowiązania międzynarodowe, w szczególności związane z pakietem klimatycznym, obecny wysoki udział węgla w bilansie energetycznym będzie się stale zmniejszał. Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku, wykonana na potrzeby Polityki energetycznej Polski do 2030 roku przewiduje, że w 2030 roku udział węgla w bilansie produkcji energii pierwotnej zmniejszy się z ok. 57% do ok. 39%.

Podobny trend przewidywany jest w bilansie energii elektrycznej. W 2008 roku ok. 90% energii elektrycznej zostało wytworzone z węgla kamiennego (55%) i brunatnego (34%). Do

2030 roku, m.in. w wyniku wprowadzenia energetyki jądrowej i rozwoju OZE, nastąpi spadek udziału węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej do 57% (36% węgiel kamienny i 21% węgiel brunatny).

Warto zauważyć, że pomimo spadku udziału węgla w bilansie energetycznym, paliwo to w dalszym ciągu pozostanie kluczowe dla sektora energetycznego, stabilizując system energetyczny i zapewniając bezpieczeństwo energetyczne Polski oraz będzie mieć pozytywny wpływ na bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej.

Rozwój źródeł mikrogeneracji jest najczęściej opisywany w kontekście energetyki prosumenckiej. W myśl tej koncepcji odbiorca energii jest jednocześnie jej producentem. Idea aktywnego włączenia odbiorców w energetyczny łańcuch dostaw energii jest realizowany w wielu krajach UE. W perspektywie długoterminowej proces rozwoju energetyki prosumenckiej przynosi korzyści systemowi energetycznemu. Między innymi: promuje świadomość w zakresie efektywności energetycznej, odciąża sieci dystrybucyjne poprzez produkcję i konsumpcję energii bez wprowadzania jej do sieci dystrybucyjnej, zapewnia ciągłość zasilania, nawet w momentach awarii sieci (III edycja raportu ... maj 2013).

Coraz większe inwestycje w rozproszone źródła energii oraz sukcesywne wyłączenie z eksploatacji starych bloków energetycznych, wymaga zmiany podejścia w zakresie zarządzania siecią przesyłową oraz popytem i podażą. Brak zastępowalności przestarzałych systemów wyłączanych bloków energetycznych nowymi mocami konwencjonalnymi powoduje, że coraz większą rolę w bilansie energetycznym odgrywają rozproszone źródła energii (w tym OZE), wzrost efektywności energetycznej oraz optymalne użycie energii elektrycznej przez gospodarstwa domowe (odpowiadają one za 25% zużycia energii w bilansie krajowym). Przyłączanie OZE i źródeł rozproszonych stanowi alternatywę dla kosztownej rozbudowy infrastruktury przesyłowej oraz przyczynia się do ochrony środowiska naturalnego przez zmniejszenie emisji CO₂.

Wnioski

Wdrażanie *smart grid* pozwoli na zwiększenie roli różnego typu, przeważnie małych, jednostek wytwórczych oraz włączenie odbiorców w proces bieżącego sterowania systemem elektroenergetycznym, a także zarządzanie jego zasobami.

Sieci typu *smart grid* z upływem czasu będą miały coraz większe znaczenie w kwestii bezpieczeństwa energetycznego. Umożliwią lepszą diagnostykę pracy sieci oraz pozwalają podejmować sieciom działania samonaprawcze. Dodatkowo umożliwią dynamiczne zintegrowanie rozproszonych źródeł energii, w tym również odnawialnych oraz bardziej produktywnie wykorzystanie energii dostarczonej przez nie do systemu. Ich rozwój oznacza, że przestaną się mieścić w błędzie statystycznym, będą się sumowały do dużych mocy, które będą ważyły w systemie na równi z obecnymi elektrowniami systemowymi. Można w tym kontekście mówić o prosumentach (konsumenci produkujący energię na własne potrzeby, a nadmiar sprzedający do sieci), którzy będą się skupiać w wirtualnych elektrowniach.

Beneficjentem inteligentnych sieci powinny być przedsiębiorstwa energetyczne. Operatorom systemu przesyłowego i systemu dystrybucyjnego zastosowanie ISE umożliwi poprawę bezpieczeństwa pracy systemu elektroenergetycznego i ograniczy ryzyko awarii katastrofalnej,

może spowodować zmniejszenie strat przesyłowych i ułatwić integrację generacji rozproszonej, w tym ze źródeł odnawialnych. Jego prawdziwe wykorzystanie zwiększy efektywność wykorzystania infrastruktury przesyłowej poprzez poprawę dynamiki przepływów sieciowych. Wiedza o potrzebach konsumentów umożliwi spółkom obrotu energią podejmowanie bardziej precyzyjnych decyzji zakupowych i może pozwolić na uniknięcie nieopłacalnego dokupywania lub wyprzedawania energii na rynku bilansującym. Z tej perspektywy wdrożenie ISE należy ocenić pozytywnie, choć bardziej z powodów bezpieczeństwa energetycznego państwa, niż z uwagi na ewidentne korzyści ekonomiczne wszystkich uczestników rynku energii.

Polska posiada zasoby węgla kamiennego, które mogą zapewnić bezpieczeństwo energetyczne kraju na kilka dziesięcioleci. Można z całą odpowiedzialnością stwierdzić, iż mimo wzrastającego udziału ropy naftowej i gazu w zużyciu paliw, węgiel (kamienny i brunatny) będzie również w przyszłości ważnym stabilizatorem bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Optymalizację zużycia energii przez odbiorców można uzyskać przez wprowadzenie inteligentnego opomiarowania.

Literatura

III edycja raportu ING Banku Śląskiego i PwC na temat finansowania inwestycji energetycznych Maj 2013 „Nie tylko wytwarzanie. O cichej rewolucji w polskiej elektroenergetyce”.

Raport PwC i ING Banku Śląskiego Kwiecień 2015 „Koniec tradycyjnej energetyki? – jak wygrać w dobie zmian”.

WOSZCZYK, B. 2010. W kierunku nowej energetyki. *Polska Energia* 12.

Anna KIELERZ

Smart Grid and sustainable electricity systems with power production increase from various energy sources

Abstract

The smart grid is a complex solution enabling the connection, mutual communication and optimal control of distributed power infrastructure items both at producers and consumers of electricity which makes a mutual exchange and analysis of information possible, and, in consequence, the optimization of energy consumption (heating, electricity and gas distribution)

Smart grid elements influencing the security of the electricity supply, fast and effective detection of transmission network damages as well as the management of demand and distributed generation are also crucial from the point of view of the system's sustainable operation of.

Increased investment in distributed energy sources as well as the gradual closure of obsolete power plants which are partially being replaced with new efficient and low emission units require a change in approach to transmission management as well as supply-demand management.

The role of coal in Poland's power demand will be gradually decreasing in favour of distributed energy sources. However, in the foreseeable future, Poland's energy security will be based on utility power plants supported by distributed power generation, cross border transmissions and demand management.

KEYWORDS: smart grid, distributed energy sources, electricity supply

