

Bożena Matusiak, Anna Pamuła, Jerzy S. Zieliński ¹

Inteligentne sieci rozdzielcze i energetyka odnawialna

Abstract. *Distribution Smart Grids and Renewable Energy.* Distribution Smart Grids and Renewable Energy. Aim of the paper is to review selected problems determining electrical energy system development: renewables, microgrids, smart grids, ICT and energy market. All the above mentioned problems need government support not only in financing but also in legislation which now in Poland is one of the important barrier in these new idea implementing in real world.

1) Bożena Matusiak, Anna Pamuła, Jerzy S. Zieliński, Katedra Informatyki Uniwersytetu Łódzkiego.

1. Wprowadzenie

Rosnące zużycie energii elektrycznej, zmniejszanie się rezerw paliw kopalnych i zanieczyszczenie środowiska, powodują konieczność nowej organizacji elektroenergetyki, w której odbiorca będzie miał większy wpływ na pokrycie swojego zapotrzebowania na energię elektryczną, a z drugiej strony musi zwiększyć się udział energii odnawialnej w produkowanej energii elektrycznej.

W dwudziestym wieku rozszerzają się systemy elektroenergetyczne będące scentralizowanymi, monopolistycznymi układami z milionami biernych odbiorców w świecie. W końcu ubiegłego wieku pojawiły się następujące problemy: wzrost cen ropy naftowej, przewidywanie wyczerpania złóż węgla, niewystarczająca moc generatorów, za mała zdolność przemysłowa, awarie systemowe (blackouty) w krajach rozwiniętych, wzrastający opór przeciw budowie linii ekstrawysokich napięć i konieczność ograniczenia CO₂ generowanego w elektrowniach. Wymienione wyżej problemy wymusiły konieczność reorganizacji pracy systemów elektroenergetycznych, poszukiwania źródeł energii odnawialnej (RES – Renewable Energy Sources) oraz rozbudowę systemów teleinformatycznych (ICT) – podstawowej bazy systemu telekomunikacyjnego umożliwiającej zaktywizowanie odbiorców. RES, ICT i aktywni odbiorcy określają charakterystyki sieci inteligentnej.

W literaturze można znaleźć wiele definicji sieci inteligentnej, dla potrzeb niniejszego artykułu przyjęto definicję stosowaną w USA [13]²:

1. Sieć jest samonaprawialna po awariach elektroenergetycznych.
2. Umożliwia aktywne uczestnictwo odbiorców w określeniu zapotrzebowania energii.
3. Jest odporna na fizyczne, jak i cybernetyczne ataki.
4. Dostarcza energię o jakości odpowiadającej oczekiwaniom XXI wieku.
5. Wykorzystuje wszystkie opcje wytwarzania i magazynowania energii.

Europejska definicja sieci inteligentnej zawiera funkcjonalności odpowiadające podanym w definicji amerykańskiej o numerach: 2,3,4,5, do których dodaje: „sieć jest ekonomiczna, zapewniając najlepsze wskaźniki dzięki innowacjom, jest efektywnie zarządzana i stwarza równe szanse dla rozwoju konkurencji oraz zapewnia zdalne sterowanie.” Powyższe definicje eksponują rolę źródeł energii odnawialnej w tworzeniu sieci inteligentnej, zatem w dalszych rozważaniach poświęcimy im więcej uwagi.

²) E. Santacana, G. Rackliffe, L. Tang, Feng, Getting Smart PE vol. 8 nr.2, X 2010, s.41-48.

2. Źródła energii odnawialnej

Zagraniczna i krajowa literatura zawiera wiele informacji o tych źródłach, nad którymi prowadzi się intensywne badania. Zgodnie z [10], intensywne badania w Ameryce Północnej i Unii Europejskiej, do których włączają się inne kraje rozwinięte, prowadzone są w następujących obszarach:

- Odnawialne Źródła Energii (OZE) – Renewable Energy Source (RES),
- Rozproszona Generacja – Dispersed Generation (DG),
- Rozproszone zasoby energetyczne – Dispersed Energy Resource (DER), w tym rozproszone magazyny energii – Dispersed Storage (DS),
- Sieci Rozdzielcze, a tym Mikrosieci,
- Sieci Inteligentne – Smart Grids.

Z wyjątkiem dużych elektrowni wodnych i farm wiatrowych, OZE są jednocześnie rozproszonymi źródłami energii elektrycznej wytwarzanej z lokalnych źródeł energii pierwotnej³. Wykorzystują one lokalne źródła odnawialnej energii pierwotnej, wśród których możemy wyróżnić następujące:

- energia wodna,
- energia geotermalna (wody, pompy ciepła),
- energia słoneczna,
- energia wiatru,
- energia z biomasy.

Energia pierwotna w różnym stopniu wykorzystywana jest w poszczególnych krajach, przy czym łączna moc elektrowni wykorzystujących energię odnawialną w Polsce ma tendencję wzrostową. Wśród rozproszonych zasobów energetycznych ważną rolę (zwłaszcza w mikrosieciach) odgrywają magazyny energii. Wśród nich można wymienić następujące:

- magazyny elektromechaniczne (tzw. koła zamachowe),
- superkondensatory,
- inne wyspecjalizowane urządzenia.

W Polsce powstają lokalne OZE z prywatnych inwestycji, wśród których najbardziej rzucają się w oczy wiatraki. Niestety, z reguły są to wiatraki o małej mocy (do 500 kW) zdemontowane w krajach zachodnich i zamontowane u nas przez prywatnych inwestorów. Natomiast w farmach wiatrowych instalowane są nowoczesne urządzenia, zapewniające lepsze właściwości eksploatacyjne, ale nie usuwają one podstawowej wady generatorów wiatrowych – uzależnienia produkcji od warunków wiatrowych. Ta wada była źródłem tezy stwierdzającej, że wraz z budową farm wiatrowych jest konieczność budowy nowych elektrowni kompensacyjnych, stanowiących rezerwę na okresy

3) A. Pamuła, J. S. Zieliński: *Sterowanie i systemy informatyczne w mikrosieciach. Rynek Energii*, I(III), luty 2009, 63-69.

bezwietrzne. W warunkach krajowych dodatkowym problemem jest za słabo rozwinięta sieć rozdzielcza, w niektórych rejonach, uniemożliwiająca odbiór energii wytworzonej w farmie czy innym, małym źródle.

OZE przyłączane są do sieci rozdzielczej w różnych punktach, co powoduje problemy eksploatacyjne [9], ponieważ każde z tych źródeł realizuje własny program, to znaczy jest elementem wirtualnej elektrowni (VPP) [4]. Indywidualne OZE, partnerzy w wirtualnej elektrowni o różnych technicznych charakterystykach, powodują szereg technicznych i organizacyjnych problemów, zależnych od liczby tych źródeł, ich mocy i programów eksploatacyjnych. Zastosowanie sterujących interfejsów pomiędzy każdym z OZE i siecią rozdzielczą byłoby korzystnym rozwiązaniem upraszczającym eksploatację sieci rozdzielczej.

Oczywiście, interfejs pomiędzy każdym OZE i siecią jest za droгим rozwiązaniem, zatem pożądane jest zgrupowanie niezbyt odległych od siebie źródeł; w takim przypadku możliwe staje się utworzenie mikrosieci.

3. Mikrosieci

3.1 Architektura i eksploatacja mikrosieci

Mikrosieć może składać się z części średniego lub niskiego napięcia (\overline{SN}/nn) systemu rozdzielczego i zgrupowania odbiorców zasilanych przez pojedyncze/grupę źródeł DER i/lub DS. Według N. Hatzigargyriou⁴ [1] mikrosieć to mała modułarna generacja wzajemnie połączona z niskonapięciową siecią rozdzielczą, która może być połączona z systemem elektroenergetycznym albo pracować wyspowo, w sposób sterowany i skoordynowany (rys.1). W mikrosieciach stosowane są różne źródła energii pierwotnej (por. paragraf 2.) powiązane z systemem elektroenergetycznym poprzez generatory energii elektrycznej. Różnorodność źródeł energii (DER i DS), sposobów powiązań ich z siecią, charakterystyk odbiorców i strategii uczestnictwa w rynku energii implikują strategię sterowania i eksploatacji mikrosieci całkowicie odmienną od stosowanej w systemie elektroenergetycznym.

Mikrosieć może pracować w jednym z dwóch trybów pracy⁵:

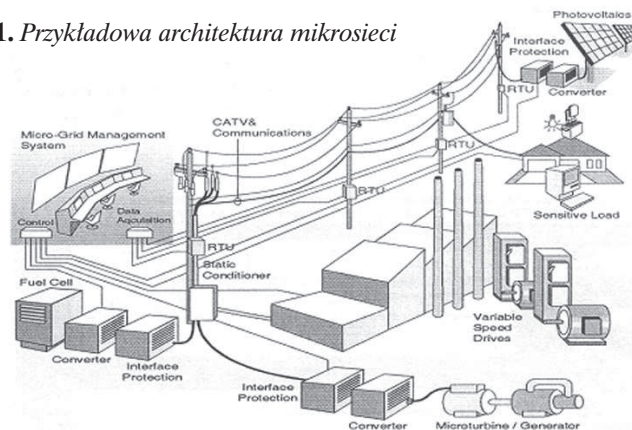
- połączona z siecią rozdzielczą systemu, która może być traktowana jako węzeł o nieskończonej mocy zasilający/odbierający wszelkie niedobory/nadwyżki mocy,
- autonomiczna sieć (praca wyspowa), co wymaga zarządzania bilansem mocy w sposób zabezpieczający zasilanie krytycznych

4) N. Hatzigargyriou, H. Asano, R. Iravani, Ch. Marnay, *Microgrids*, PE, vol.5, No.4, str. 70-94.

5) B. Matusiak, A. Pamula, J. S. Zieliński: *New Idea in Power Networks Development. Selected Problems. Planowanie rozwoju, eksploatacja i zarządzanie w elektroenergetyce*. PE 2010 (w druku).

odbiorów i różnicowania jakości energii uzależnionej od specyficznych odbiorców. Uruchomienie mikro sieci wymaga zatrudnienia specjalistów dla prawidłowej eksploatacji i powinno być poprzedzone analizą techniczno-ekonomiczną wykonalności i opłacalności inwestycji.

Rys.1. Przykładowa architektura mikro sieci



Źródło: N. Hatzargyriou, [1]

Włączenie mikro sieci do sieci rozdzielczej (w przyszłości – inteligentnej sieci rozdzielczej) wymaga utworzenia aktywnej sieci rozdzielczej (Active Distribution ADN), wprowadzając w kolejnych etapach [11] następujące funkcje:

- zdalne monitorowanie i sterowanie DG i RES,
- ustalenie sposobu zarządzania dużej liczby DG i RES,
- pełne zarządzanie mocą czynną z jednoczesną łącznością w czasie rzeczywistym i zdalnym sterowaniem.

3.2 Aktualne wykorzystywanie źródeł rozproszonej energii w Polsce

Źródła energii odnawialnej (nie dotyczy farm) pracują jako izolowane, rozproszone, nie zmieniając w zasadniczy sposób warunków zasilania w energię w regionie. Poprawę tego stanu można osiągnąć, tworząc sieci lokalnych źródeł energii (mikro sieci) integrujące lokalne społeczności, przynoszące nowe miejsca pracy i dodatkowe dochody wynikające ze sprzedaży nadwyżek wyprodukowanej energii i oszczędności na zakupie energii w okresie, w którym jest ona tańsza. Dodatkową korzyścią z wprowadzenia mikro sieci jest zwiększenie niezawodności zasilania w energię elektryczną regionu.

Warunkami do utworzenia mikrosieci są:

- posiadanie w jednostce samorządowej co najmniej jednego OZE o stabilnym i gwarantowanym lokalnym źródle energii odnawialnej,
- możliwość włączenia się do istniejącej sieci rozdzielczej,
- sporządzenie biznes planu przedsięwzięcia; zapewnienie źródeł finansowych,
- dostępność specjalistów niezbędnych do eksploatacji mikrosieci.

Utworzenie prawidłowo zaprojektowanej lokalnej mikrosieci może przynieść następujące korzyści:

- poprawę niezawodności zasilania w energię elektryczną, zwłaszcza w obszarach zasilanych jednym obciążonym zasilaczem 15 kV,
- dodatkowe źródło dochodów wynikające z wymiany energii pomiędzy siecią rozdzielczą a mikrosiecią,
- podniesienie kultury technicznej odbiorców przyłączonych do mikrosieci.

3.3 Gmina jako uczestnik modelu biznesowego

Rozwój OZE na terenie gmin powoduje, iż staje się ona ich naturalnym koordynatorem (uczestnikiem modelu biznesowego), osiągającym zysk z tytułu rozwijanych na jej terenie inwestycji. Skuteczne osiąganie zysku w modelu wymaga od gminy podjęcia szeregu działań takich jak:

- ocena zasobów OZE i stworzenie bilansu energetycznego OZE,
- tworzenie precyzyjniejszych niż dotychczas planów energetycznych,
- inwestycja w szkolenia i znajomość metod oceny inwestycji,
- inwestycja w szkolenia i znajomość technologii OZE,
- inwestycja w szkolenia z zakresu oceny składanych projektów,
- zdobywanie funduszy na finansowanie dokumentacji planistycznych,
- uaktualnienie planów zagospodarowania przestrzennego,
- edukacja urzędników i społeczności lokalnej w zakresie OZE i programów energy efficiency,
- tworzenie efektywnych zachęt inwestycyjnych dla inwestorów w OZE.

Jako udziałowiec w modelu biznesowym gmina może dokonywać inwestycji własnych. Mogą to być inwestycje samorządowe w ramach spółki celowej lub istniejącego przedsiębiorstwa komunalnego, inwestycje w ramach partnerstwa publicznoprawnego, inwestycje przy istniejącym przedsiębiorstwie lub gospodarstwie oraz tzw. samoistne inwestycje.

Ocena kosztów inwestycji w OZE jest przedsięwzięciem złożonym. Znane są koszty inwestycji na budowę farmy wiatrowej czy biogazowni; znacznie trudniejsze jest oszacowanie kosztów budowy i zarządzania mikrosiecią oraz komunikacją z sieciami inteligentnymi oraz odbiorcami końcowymi.

Gminy mają prawo do ubiegania się o możliwość dofinansowania inwestycji w OZE poprzez złożenie wniosku do:

- regionalnych programów operacyjnych na lata 2007-2013,
- programu operacyjnego „Infrastruktura i środowisko na lata 2007-2013”,
- programu rozwoju obszarów wiejskich na lata 2007-2013,
- Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
- Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
- Banku Ochrony Środowiska S.A., itp.

4. Teleinformatyka w środowisku inteligentnych sieci rozdzielczych

4.1 Współczesne uwarunkowania rozwoju sieci inteligentnych ⁶

Energetyka w krajach UE miała w 1997 roku obrót ok. 4·1011€ przy wzrastającym zużyciu energii. Przewiduje się, że w następującym trzydziestoleciu zużycie to wzrośnie o 60%. Zakłady energetyczne wydatkują od 2% do 6% swoich obrotów rocznie na inwestycje w teleinformatykę (8·109€). Prognozy szacują, że całkowite nakłady na teleinformatykę w Europie w 2009 roku wyniosą 12,5\$ US i osiągną 15,6\$ US w 2012 roku.

Teleinformatyka w świecie generuje 2% globalnej emisji (w Wielkiej Brytanii aż do 20 %) a jednocześnie pomaga monitorować te zjawiska. Szacuje się, że technologia inteligentna może zredukować globalną emisję do 15%. Np. francuski regulator CRE szacuje, że implementacja inteligentnych liczników zwiększy zdolność przyłączeniową zakładów energetycznych oraz zmniejszy zużycie energii przez odbiorców o 5% i emisję CO₂ o 5%. Liczne badania prowadzone w różnych krajach zgodnie przewidują, że sieci inteligentne w znaczący sposób zmniejszą zużycie energii oraz emisję gazów cieplarnianych.

4.2 Teleinformatyka w inteligentnych procesach w zakładzie energetycznym

Teleinformatyka w działaniu inteligentnych układów pomiarowych

Inteligentny system pomiarowy (AMI) umożliwiający dwustronną komunikację pomiędzy odbiorcą i sprzedawcą energii jest niezbędny dla utworzenia sieci inteligentnej; oczekuje się, że przyniesie on następujące korzyści:

- zmniejszenie strat handlowych oszacowano na 50% (2,5% bez AMI),
- zmniejszenie do 5% zużycia energii przez odbiorców komunalnych i zmniejszenie produkcji CO₂ do 5% (0,5% bez AMI),
- w grupie komunalnych odbiorców i małego biznesu oszczędność 3,4% energii i 1% CO₂.

6) B. Matusiak, A. Pamuła, J. S. Zieliński: *New Idea in Power Networks Development. Selected Problems. Planowanie rozwoju, eksploatacja i zarządzanie w elektroenergetyce*. PE 2010 (w druku).

W projekcie „Olympic Peninsula” (USA) od stycznia 2007 roku badano wpływ pięciominutowych sygnałów o cenie energii wraz z użyciem inteligentnych urządzeń domowych i inteligentnych agentów (jako rozwiązanie związane z nowym oprogramowaniem i sterowaniem) w 112 domach. Stwierdzono 15% redukcję zapotrzebowania na energię w ciągu 12 miesięcy oraz 50% redukcję szczytów.

Teleinformatyka w zarządzaniu

Wraz z rozszerzeniem zasięgu sieci inteligentnych nastąpił lawinowy wzrost przesyłanych danych, przechowywania i nowego przetwarzania danych. Na przykład w Niemczech (ok. $3,5 \cdot 10^6$ punktów pomiarowych, w tym ok. 10% zewnętrznych dostawców) ilość przechowywanych danych dla wymiany informacji rynkowej wzrasta o 2 terabajty w ciągu roku przy 50.000 (w szczycie w ciągu dnia) procesach wymiany.

Gardner Group przewiduje, że sieci inteligentne będą generowały 22 gigabajty danych każdego dnia od każdego miliona odbiorców

W takiej sytuacji przechowywanie tej ilości danych traci sens: zarządzanie danymi wymagać będzie przeglądania danych w momencie ich powstawania celem wykrycia zdarzeń, które mogą generować alarmy (w czasie rzeczywistym) i agregować te dane, które są istotne dla rozliczeń i kontroli.

Uwzględnienie wirtualnych elektrowni (produkcja i bilansowanie energii) oraz wirtualnych magazynów energii (mikromagazyny) wprowadza dodatkowe wymagania dla wymiany danych i ich łączenia z danymi handlowymi.

Teleinformatyka wspomagająca gotowość sieci do pracy

Stan sieci przesyłowych i rozdzielczych jest niezadowolający, proces starzenia postępuje tak szybko, że wymaga podjęcia dużych inwestycji. W nadchodzącym trzydziestoleciu konieczne jest zainwestowanie w europejskim sektorze elektroenergetycznym.

Pojawia się zatem obszerny dział wymagający poważnego wsparcia ze strony teleinformatyki: zarządzanie procesami rekonstrukcji sieci. Aby zrozumieć zakres rekonstrukcji, rozważmy dla przykładu system SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), który obecnie wyposażony jest w narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji (estymacja stanu, obliczenia rozpyływu mocy, analiza równowagi statycznej, analiza stabilności napięcia i szereg innych). W sieci inteligentnej informacje o awarii w dowolnym punkcie tej sieci, dzięki zainstalowaniu sensorów w każdym węźle, poprzez WAN docierają do miejsca sterowania wydającego odpowiednie rozkazy dotyczące wszystkich zdarzeń w systemie.

Powstają nowe projekty w tej dziedzinie w USA, Japonii i innych krajach, np. projekt japoński skupia uwagę na kilku tematach takich jak: zbieranie i rozdział da-

nych ze stacji na wszystkich poziomach napięcia, zabezpieczenia adaptacyjne, zabezpieczenia i monitorowanie szerokoobszarowe i ocena bezpieczeństwa.

Utworzona Europejska Platforma Technologiczna Sieci Inteligentnych zestawiała najważniejsze priorytety dla sieci przesyłowych i rozdzielczych, ściśle związane z teleinformatyką:

- monitorowanie warunków w czasie rzeczywistym,
- urządzenia kontrolujące przepływ mocy,
- optymalizacja strat,
- narzędzia decyzyjne dla inwestycji,
- koszty węgla i zarządzanie majątkiem,
- nowe zasady bezpieczeństwa,
- zapewnienie cybernetycznego bezpieczeństwa.

Teleinformatyka wspomagająca przełom w przemyśle

Samochody elektryczne ładowane z sieci elektroenergetycznej (Plug-in Hybrid Electric Vehicles – PHEV) z punktu widzenia systemu elektroenergetycznego mogą stanowić ruchome magazyny energii – Vehicle to Grid (V2G). Upraszczając, w takim rozwiązaniu podstawowymi urządzeniami są: samochód, akumulatory, punkty ładowania, stacje wymiany. Zaś z punktu widzenia teleinformatyki: inteligentne liczniki, system ich zarządzania, software komunikacyjny dla dwustronnej komunikacji z licznikami, interfejsy do innych systemów, Web umożliwiający komunikację z użytkownikiem końcowym oraz system zarządzania odbiorcami końcowymi.

Koncepcja V2G znajduje zrozumienie w przemyśle: partnerstwo EdF z Toyotą, project „eMobility Germany”, „eMobility Italy” (Daimler – Enel), Saab-Volvo-Vattenfall i inne.

Rozwój systemu V2G może w przyszłości doprowadzić do ładowania samochodu podczas postoju pod światłami, dokonywania płatności za zużytą energię z domu lub do innych rozwiązań ułatwiających komfort życia.

4.3 Techniczne perspektywy wprowadzenia sieci inteligentnych w Europie

Jak wynika z powyższych rozważań, istnieje pilna i uzasadniona konieczność zmiany podstawowych zasad eksploatacji sieci elektroenergetycznych w Europie. Powołana w 2006 roku The European Technology Platform Smart Grids, sponsorowana przez EU, opracowała program dla sieci zarządzanej przez rozproszone sterowanie, w której każdy węzeł sieci inteligentnej będzie aktywny, odpowiedzialny, adaptacyjny, cenowo inteligentny, pracujący w czasie rzeczywistym, elastyczny, połączony ze wszystkimi węzłami.

Tak zaplanowane zmiany wymagające masowych inwestycji w sieci przesyłowe i rozdzielcze wymagają nakładów rzędu 90-1011 € niezbędnych dla użycia takich sieci do 2020 roku.

Te zmiany pociągną za sobą powstanie nowych rynków niezbędnych dla powstających nowych mocy twórczych, nowych aktorów działających na rynkach oraz szereg pomocniczych serwisów. Ulegną zmianie ceny energii, przekształcą się taryfy, oczekiwane jest zmniejszenie zużycia energii; wszystkie te oczekiwania dla spełnienia wymagają, poza inwestycjami, dużych nakładów pracy wykonanej w sposób niezakłócający bezprzerwowego zasilania.

Powstaje pytanie, w jakim czasie uda się implementować sieci inteligentne? Na to pytanie brak jest wyraźnej odpowiedzi, ale szacuje się, że do roku 2020 można będzie ustalić nowe rynkowe regulacje, przeprowadzić testy dla kilku skoordynowanych pilotowych projektów (niektóre projekty w mikroskali są podejmowane w Polsce np. przez grupę Energa).

Powstała sieć tematyczna, the Thematic Network, TN, promuje wielkoskalową integrację gospodarstw domowych i rozproszonej mikrogeneracji, wzmacniając efektywność użytkowania energii w lokalnych sieciach.

Europejski projekt SEESGEN-ICT (Supporting Energy Efficiency In Smart Generation Grids through ICT) jest siecią TN złożoną z dużej bazy 24 uczestników z 15 różnych krajów – w tym zespół z Katedry Informatyki UŁ [15]. Celem tego projektu jest zgromadzenie maksymalnej liczby uczestników w Europie dla zwiększenia roli rozwiązań stosujących teleinformatykę w tworzeniu inteligentnych sieci rozdzielczych.

Poza wspomnianym udziałem małego zespołu z Katedry Informatyki UŁ w projekcie SEESGEN-ICT, wzrasta zainteresowanie niektórymi aspektami sieci inteligentnej, np. wzrasta liczba prac poświęconych budowie i eksploatacji nowych liczników.

6. Koncepcje modeli biznesowych z wykorzystaniem rozproszonych źródeł energii

6.1. RZE/OZE – rozproszone i odnawialne źródła energii a zrównoważony rozwój rynku

Strategia lizbońska z 2000r. wśród wielu działań służących osiągnięciu jej celów wymienia: „dbałość o trwałe fundamenty zrównoważonego rozwoju i środowisko naturalne: ograniczenie zmian klimatycznych, zachowanie zasobów naturalnych”. Komisja Europejska w licznych dyrektywach i dokumentach podejmuje działania przeciwdziałające zmianom klimatycznym, poprawiające bezpieczeństwo zaopatrzenia w energię oraz wzmacniające integrację i konkurencyjność rynku energii w UE. Na pierwsze miejsce wysuwa się więc rozumienie znaczenia i rozwijanie RZE/OZE źródeł energii.

W Polsce obecnie struktura zużycia energii wskazuje na poziom 5,8% użycia źródeł OZE. Wśród nich największy udział przypada na energetykę wodną, dalej współspalanie biomasy, energetykę wiatrową oraz biogaz. Niewielkie miejsce zajmuje fotowoltaika i kogeneracja z gazem ziemnym.

Jednym ze sposobów zmniejszenia uzależnienia od importu gazu, paliw i energii jest powszechniejsze wykorzystanie lokalnych zasobów, oczywiście tam, gdzie te zasoby istnieją (rozważanie stosowania tzw. gazu łupkowego). System bodźców finansowych państwa i edukacja tzw. świadomego uczestnika rynku powinny sprzyjać ich pełnemu i efektywnemu wykorzystaniu, gdyż droższą co roku energia nie może stać się bodźcem do zwiększonego zainteresowania jeszcze droższą energią z RZE/OZE. Obecnie, krajowe bodźce prawne i ekonomiczne są dalej słabe i nieskuteczne.

Korzyści możliwe do osiągnięcia dzięki szerszemu zastosowaniu RZE/OZE w Polsce to głównie:

- Zmniejszenie uzależnienia od importu paliw, lepsze wykorzystanie zasobów własnych;
- Poprawa stanu środowiska naturalnego;
- Łatwiejsze wypełnienie limitu emisji dwutlenku węgla i wykorzystanie RZE/OZE w bilansie energetycznym;
- Wysoka dywersyfikacja wykorzystywanych źródeł energii;
- Rozwój przedsiębiorczości indywidualnych tzw. prosumentów energii (opracowane nowe modele biznesu);
- Intensywny rozwój rynku biopaliw, biomasy, technologii sprzyjającej rozwojowi ICT w rynku energii, technologii fotowoltaicznych itp.;
- Rozwój przemysłów wytwarzających technologie dla RZE/OZE;
- Rozwój innowacyjności;
- Wzrost wpływów finansowych samorządów terytorialnych i gmin.

Więcej informacji o tych zagadnieniach można uzyskać w publikacjach [3,4,5,6,7].

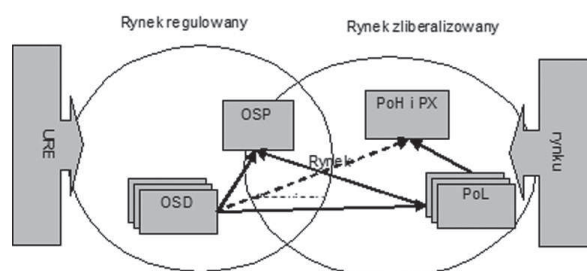
6.2 Model rynku energii

Działania w zakresie efektywności energetycznej i innowacyjności, rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw II generacji, czystych technologii węglowych, wysokosprawnej kogeneracji, budowa inteligentnych sieci oraz nowe podejście biznesowe i sprzyjające ich rozwojowi jasne warunki prawne i ekonomiczne mają obecnie kluczowe znaczenie dla dzisiejszego rynku energii w Polsce. Wizję sektora energetycznego uaktualniono w projekcie Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku⁷, jednakże obecny rozwój innowacyjny wciąż raczej dogania i podąża za pomysłami i trendami tych europejskich krajów, które przodują zarówno co do skali jak i możliwości finansowych przeznaczanych na tzw. badania i rozwój w tej dziedzinie.

7) Praca zbiorowa: *Polityka energetyczna Polski, Strategia do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa Projekt z dnia 31.07.2008.

Obecny kształt rynku energii w Polsce (handel energią) możemy modelowo opisać następująco:

Rys.2. Model rynku energii w Polsce – handel energią i usługami



Źródło: opracowanie własne.

Uwzględniając w modelu najważniejszych aktorów rynku, którymi są wytwórcy energii (też RZE/OZE) oraz odbiorcy finalni (a także operatorzy handlowi lub handlowo-techniczni, operatorzy pomiaru itp. – nie uwzględnieni na rysunku powyżej) mamy pełny obraz, który jednak z punktu widzenia liberalizacji rynku jest dualny, ze względu na obecne regulacje dotyczące odbiorców taryfowych grupy G oraz tych którzy korzystają w pełni z zasad TPA. W tak opisanym systemie rynku kreuje się miejsce na nowe modele biznesowe, uwzględniające RZE/OZE oraz ideę mikrosieci (microgrids), jak i fakt, że coraz więcej konsumentów, inwestując w RZE/OZE, stawać się będzie prosumentami, a więc aktywnymi uczestnikami produkcji i handlu energią, korzystając z sieci bądź to na zasadzie tzw. storage, bądź to poprzez produkcję dla potrzeb własnych, co zmniejsza zapotrzebowanie globalne systemu. Rodzą się w związku z tym nowe potrzeby ICT, dla prowadzenia rozliczeń i pomiarów oraz tzw. wirtualnych elektrowni czy agregatorów rynku energii odnawialnej.

7. Zakończenie

Przeprowadzone rozważania wskazują na szereg istotnych zagadnień, które są (lub będą) podstawą wielu badań i projektów, które powinny zostać wdrożone do energetyki.

Mikrosieci wdrażane są na zachodzie przy wsparciu finansowym ze strony władz państwowych i innych, natomiast brak tego wsparcia i niedostosowane przepisy blokują budowę i eksploatację mikrosieci. Przeprowadzone wyżej rozważania powinny zachęcić lokalne samorządy regionów o dużej zawodności zasilania w energię elektryczną do rozważań nad celowością wykorzystania lokalnych odnawialnych źródeł energii pierwotnej i utworzenia mikrosieci.

Encyklopedyczne rozważania poświęcone przeglądowi literatury na temat sieci inteligentnych pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

Sieci inteligentne oznaczają nowy etap w rozwoju elektroenergetyki, będąc w fazie badań i koncepcji, w niedługim czasie będą implementowane w tych modułach, które staną się w wystarczającym stopniu zbadane.

Bardzo wysokie koszty budowy sieci inteligentnych oznaczające zróżnicowanie momentów ich implementacji w różnych krajach europejskich, wymuszają konieczność opracowania nowych zasad współpracy pomiędzy krajami a różniącymi się stopniami wdrożenia.

Wielkie nakłady finansowe konieczne dla zmiany wyposażenia organizacji pracy, zarządzania, szerokoobszarowego monitorowania i zabezpieczania tych sieci wymagają wspomagania nowoczesnymi systemami teleinformatycznymi.

Bardzo duże ilości danych generowanych w czasie rzeczywistym wymagają zmiany filozofii działania tych systemów teleinformatycznych, sprowadzające się do odejścia od gromadzenia wszystkich zbiorów do przetwarzania ich w czasie rzeczywistym dla oceny stanu sieci.

Istnieje wiele barier, które wyraźnie hamują rozwój prac nad wdrażaniem rozwiązań dla nowych modeli biznesowych na rynku energii w Polsce.

Większość z nich to bariery nietechnologiczne, w tym przede wszystkim legislacyjne, finansowe i związane z wiedzą o nowym modelu rynku, uwzględniającym omówione zmiany. Pokonanie tych przeszkód jest również istotne, jak rozważnie barier technologicznych i komunikacyjno-teleinformatycznych.

Oznaczenia:

PE - *IEEE Power & Energy*

Bibliografia:

1. Hatzigiorgiou N., Asano H. Irvani R., Marnay Ch., *Microgrids*. PE, vol. 5, No.4, 2007, 70-94.
2. Jagoda G., Pamuła A., Zieliński J.S. *Some remarks on microgrids penetration in Polish Distribution networks*. 4thEuropean PV-Hybrid and Mini- Grids Conference, May 20th /30th 2008.
3. Matusiak B. *Pozyskiwanie środków finansowych na budowę lub modernizację kogeneracyjnych źródeł wytwarzania, rozwój sieci, dystrybucyjnych gazowych i elektrycznych*.
4. Matusiak B., Pamuła A., Zieliński J.S., *Rola Zarządzania Informatyką i Wiedzą w Procesie Kreowania Wirtualnego Rynku Elektroenergetycznego*, XI konferencja: Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, Zakopane styczeń 2008.
5. Matusiak B., Pamuła A., *Koncepcje modeli biznesowych z wykorzystaniem rozproszonych źródeł energii*. Rynek Energii, 1, luty 2010, 85-90.
6. Matusiak B., Pamuła A., Zieliński J.S., *New Idea in Power Networks Development. Selected Problems. Planowanie rozwoju, eksploatacja i zarządzanie w elektroenergetyce*. PE 2010 (w druku).
7. Matusiak B., Pamuła A., Zieliński J.S., *Technologiczne i inne bariery dla wdrażania OZE i tworzenia nowych modeli biznesowych na krajowym rynku energii*. PE 2010 (w druku).
8. Matusiak B., Stołowski J., *Modelowanie rynku energii elektrycznej dla potrzeb inwestycyjnych w energetyce*, materiały konferencyjne pod red. J. Gołuchowski, *Technologie wiedzy w zarządzaniu publicznym*, TWZ Katowice 2009, ISBN 978-83-7246-595-5.
9. Matusiak B., Zieliński J.S., *Renewable Energy Resources – Partners in Virtual Energy Market*. MM.
10. Pamuła A., Zieliński J.S., *Sterowanie i systemy informatyczne w mikrosieciach*. Rynek Energii, I(III), luty 2009, 63-69.
11. Pamuła A., Zieliński J.S., *Mikrosieci – racjonalny wykorzystanie lokalnych źródeł energii odnawialne*. [w:] *Technologie wiedzy w zarządzaniu publicznym '09*, Red. J. Gołuchowski i A. Frąckiewicz – Wronka, Katowice 2009, 423-430.
12. Praca zbiorowa: *Polityka energetyczna Polski, Strategia do 2030 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa projekt z dnia 31.07.2008.
13. Santacana E., Rackliffe G., Tang L., Feng X., *Getting Smart*. PE, vol.8, No.2, 41-48.
14. SEESGEN-ICT – Supporting Energy Efficiency in Smart GENERation grids through ICT.EU 2009-2011.
15. Zieliński J.S., *Rola Teleinformatyki w środowisku sieci inteligentnej*. Rynek Energii, 1, luty 2010, 16-19.