

Analiza obszarów z zaimplementowanymi rozwiązaniami sieci inteligentnych

Przez wiele lat rozwoju środowiska elektroenergetycznego dążenie do osiągnięcia celu w postaci niezawodnego dostarczania do odbiorców energii elektrycznej o odpowiedniej jakości wymagało podejmowania działań umacniających naturalny monopol tego sektora. Rozbudowa Krajowego Systemu Elektroenergetycznego stanowiła kapitałochłonną inwestycję o długim okresie zwrotu oraz strategicznym dla państwa znaczeniu. Sytuacja taka była niekorzystna dla odbiorców nie posiadających praktycznie żadnej możliwości oddziaływania na zachowania dostawców będących głównie dużymi elektrowniami. Odbiorca, pozostając bez możliwości wpływania na działania dostawców, pozostawał na pozycji biernego uczestnika rynku energii. Stąd powstało określenie takiej organizacji systemu elektroenergetycznego: bierna sieć rozdzielcza.

Jednocześnie, pod koniec ubiegłego wieku, coraz większego znaczenia nabierała kwestia ochrony środowiska i ograniczenia efektu cieplarnianego powstałego na skutek emisji gazów powstających w procesie spalania paliw kopalnych: węgla kamiennego, brunatnego oraz ropy naftowej. Nie bez znaczenia pozostawał także fakt powolnego wyczerpywania się tych paliw. Zaowocowało to rozwojem wykorzystania odnawialnych źródeł energii, tj.: wiatraki, ogniwa fotowoltaiczne, małe elektrownie wodne, elektrociepłownie gazowe czy elektrociepłownie wykorzystujące biomasę, których natura determinuje ich rozproszony terytorialnie charakter. Istniejące, bierne sieci rozdzielcze nie tylko są nieoptymalne pod względem ekonomicznym, społecznym jak i technicznym ale ponadto mogą utrudniać wprowadzanie do systemu elektroenergetycznego odnawialnych źródeł energii. Zaczęto zatem poszukiwać nowych koncepcji organizacyjnych i technicznych, w wyniku czego powstała nowa idea modelu systemu elektroenergetycznego znana pod nazwą aktywnych sieci rozdzielczych.

Koncepcja aktywnych, inteligentnych sieci rozdzielczych ma na celu przynosić korzyści wszystkim uczestnikom systemu elektroenergetycznego: odbiorcom, dostawcom czy akcjonariuszom. Aktywne sieci rozdzielcze stanowią swoistą ewolucję sieci biernych, zmieniając całkowicie rolę odbiorcy. Oparta na dwukierunkowych przepływach energii oraz informacji, ma na celu efektywne połączenie źródeł energii z rzeczywistymi potrzebami odbiorców, bilansując w czasie rzeczywistym pojawiający się popyt i podaż. Pozwala ona na przyłączanie drobnych i rozproszonych źródeł energii opartych na źródłach odnawialnych, czyniąc z – dotychczas biernych – odbiorców, lokalnych wytwórców energii. Zaspokajając swoje potrzeby energetyczne, odbiorcy ci posiadają jednocześnie możliwość sprzedaży nadwyżek wytworzonej energii do systemu. Rozwój sieci inteligentnych wymaga bardziej zaawansowanego poziomu sterowania systemem elektroenergetycznym niż jest to obecne w sieciach biernych.

W przewidywaniach uwzględnia się trzy etapy budowy aktywnych sieci rozdzielczych [1]. W pierwszym, początkowym etapie działania powinny zmierzać do rozszerzenia monitorowania i zdalnego sterowania rozproszonymi zasobami energetycznymi oraz generacją rozproszoną. Następnie konieczne będzie zdefiniowanie sposobu zarządzania znaczną liczbą rozproszonych zasobów energetycznych wraz z generacją rozproszoną. Celem etapu trzeciego, końcowego będzie osiągnięcie pełnego zarządzania mocą czynną w sieci rozdzielczej z jednoczesnym zastosowaniem łączności w czasie rzeczywistym.

Budowa aktywnych sieci rozdzielczych pociąga za sobą konieczność wprowadzenia do dotychczasowego systemu elektroenergetycznego nowych koncepcji, wśród których wymienia się [1] mikrosieci oraz wirtualnych odbiorców.

Koncepcja wirtualnych odbiorców, zwana także wirtualnym rynkiem energii elektrycznej, ujmuje system elektroenergetyczny jako strukturę podobną do modelu Internetu, opierając się na jego możliwościach informacyjnych oraz handlowych. Zgodnie z tą koncepcją energia elektryczna stanowi towar kupowany i dostarczany do ustalonych węzłów. Jest ona wytwarzana nie tylko w konwencjonalnych elektrowniach ale także w elektrowniach wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Mikrosieci można natomiast określić jako sieci średniego i niskiego napięcia wykorzystujące

generację rozproszoną, odnawialne źródła energii oraz efektywne magazyny energii. Tak zaprojektowana mikrościeć może współpracować z systemem elektroenergetycznym lub przejść w tryb samodzielnej pracy wyspowej [1].

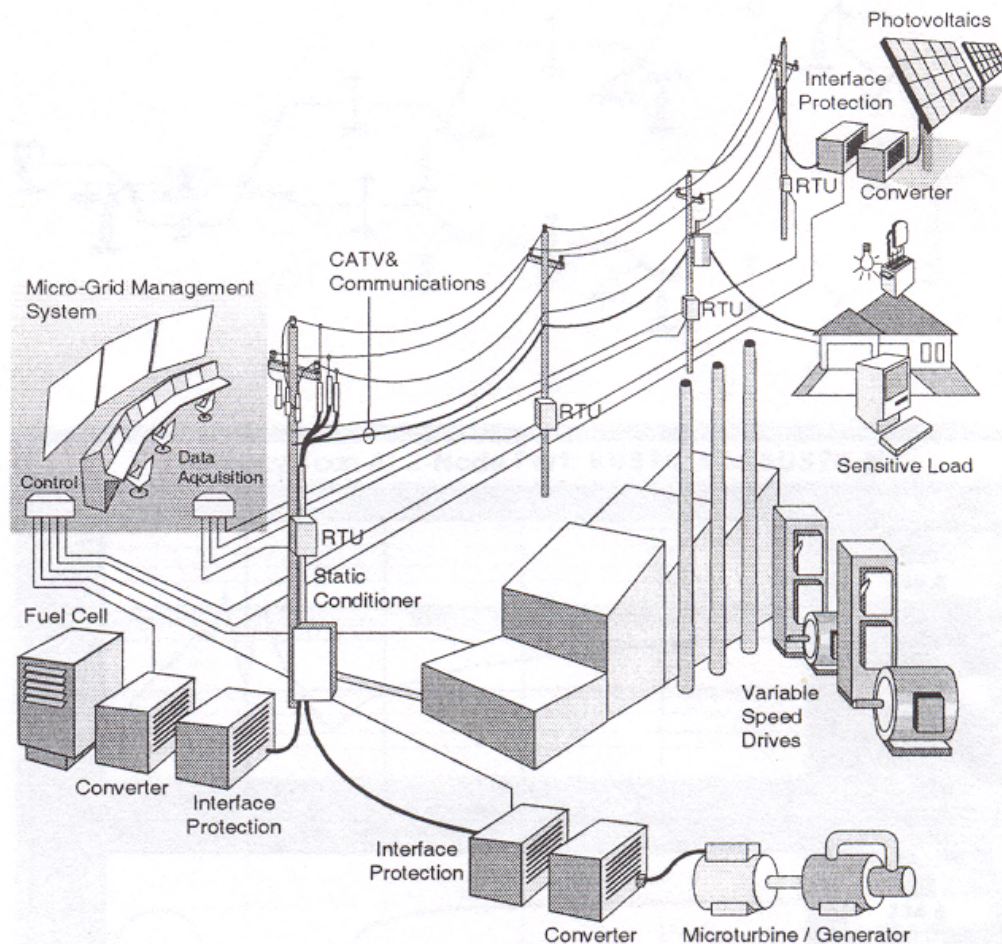
Architektura mikrościeci

Tematyka mikrościeci omawiana jest w coraz obszerniejszej bibliografii, a co za tym idzie, istnieje także szereg różnorodnych definicji samej mikrościeci. W poprzednim akapicie została przytoczona definicja zaproponowana przez Komisję Europejską zajmującą się zagadnieniami społeczeństwa informacyjnego. Podobne elementy mikrościeci są wymieniane w unijnym projekcie „More Microgrids” [2]: systemy dystrybucyjne niskiego napięcia wykorzystujące źródła rozproszone, magazyny energii oraz sterowane odbiory elektryczne. Wszystkie te moduły pracują połączone z głównym systemem elektroenergetycznym lub w trybie pracy wyspowej w sposób sterowany i skoordynowany. Moduły mikrościeci są zarządzane przez zdecentralizowany System Zarządzania Mikrościecią .

W mikrościeciach dostrzegany jest także obiecujący aspekt związany z rozwojem małych, zdecentralizowanych generacji jako możliwość umieszczenia w systemie elektroenergetycznym wydajnych urządzeń wytwarzających energię w odcięciu od tego systemu, pracujących w sposób przemyślany oraz sterowany [3].

Podsumowując, wśród elementów mikrościeci wyróżnić można [4]: źródła rozproszonej generacji, zasobniki energii, odbiory elektryczne, wyłącznik sprzęgający z siecią (zbędny gdy mikrościeć pracuje wyłącznie w trybie wyspowym), przekształtnik energoelektroniczny oraz układy sterowania i kontroli. Praca wyspowa przekształca mikrościeć w autonomiczny system, co implikuje konieczność zarządzania bilansem mocy tak aby odbiorcy uznani za krytycznych dla systemu mieli stale zapewnione zasilanie oraz by jakość dostarczanej energii była uzależniona od specyfiki pozostałych odbiorców.

Na rysunku numer 1 przedstawiona została przykładowa architektura mikrościeci wraz z występującymi w niej elementami.

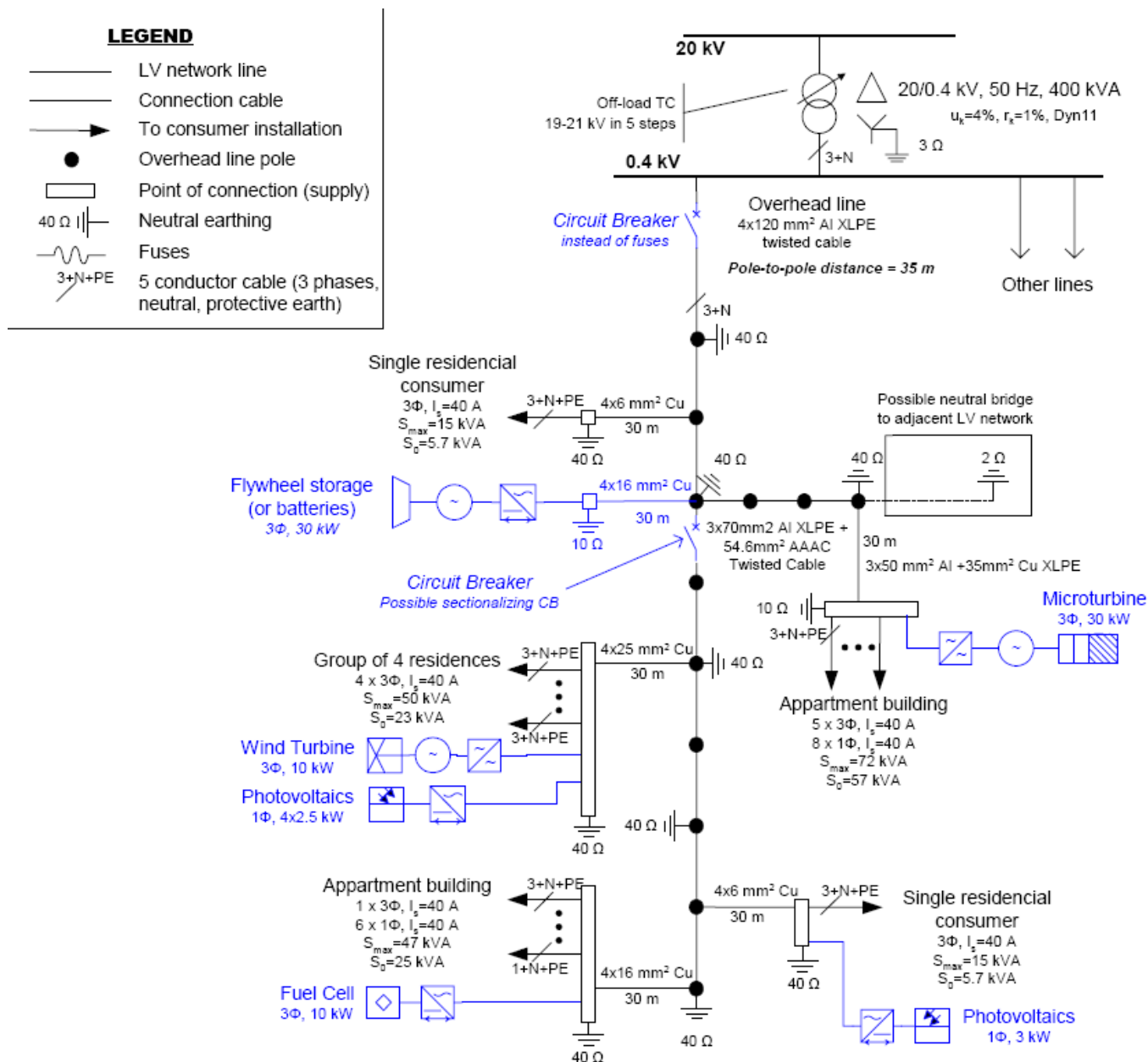


Rysunek nr 1. Przykładowa architektura mikro sieci.

Źródło: Hatziargyriou Nikos, Jagoda Grzegorz, Pamuła Anna, Zieliński Jerzy S., „Microgrids. Some Remarks on Polish Experiences In DER Intrusion into Distribution Grids.”, projekt „Large Scale Integration of RES and DG”, Warszawa, wrzesień 2008

Źródła generacji rozproszonej umieszczone w mikro sieciach zwykle posiadają niewielką moc rzędu 1 do 100 kW i są zdolne do wytwarzania zarówno energii elektrycznej jak i – w niektórych przypadkach – także ciepła. Zasobniki energii stosowane są w celu zmagazynowania nadwyżki energii i późniejszego jej wykorzystania w okresie zwiększonego popytu. Umożliwiają zasilanie odbiorców ze stałą mocą pomimo zmian obciążenia oraz stabilizację parametrów wytwarzanej energii elektrycznej przy zmianach zachodzących w jej źródłach, zwłaszcza odnawialnych (np. zmiana nasłonecznienia w przypadku ogniw fotowoltaicznych lub zmienność siły wiatru dla turbin wiatrowych). Wśród zasobników energii wymienić można m.in.: magazyny elektromechaniczne (koła zamachowe), superkondensatory czy baterie akumulatorów.

Większość ze źródeł wytwarzających energię elektryczną w mikro sieciach wymaga zastosowania przekształtnika energoelektronicznego, którego zadaniem jest dostosowanie parametrów wytwarzanej energii do współpracy z systemem elektroenergetycznym i zasilania odbiorców. Natomiast wyłączniki niskiego (wysokiego) napięcia łączą mikro sieć z systemem elektroenergetycznym. Na rysunku numer 2 zilustrowany został schemat mikro sieci wraz z wymienionymi powyżej elementami.



Rysunek nr 2. Elementy mikro sieci.

Źródło: Hatziargyriou Nikos, Papathanassiou Stavros, Strunz Kai, „A benchmark low voltage Microgrid Network”, Proc. CIGRE Symposium “Power Systems with Dispersed Generation”, Ateny, kwiecień 2005

W zależności od celu, jaki ma zaspokajać mikro sieć oraz od charakteru jej pracy można wyodrębnić trzy rodzaje tych sieci [4]. Mikro sieci pierwszego typu dedykowane są dla zasilania drobnych, przeważnie komunalnych, odbiorców. Ich cel stanowi współpraca z odległą elektrownią polegająca na kierowaniu części popytu na energię elektryczną do mikro sieci i tym samym zmniejszaniu przesyłu z tej elektrowni. Mikro sieci pierwszego typu są zaprojektowane także do poprawiania jakości energii, dostarczania i pobierania mocy biernej, przejścia do pracy w trybie wyspowym w przypadku awarii systemu elektroenergetycznego i ponownej synchronizacji z systemem po usunięciu awarii.

Drugim typem mikro sieci można nazwać mikro sieci o przeznaczeniu przemysłowym. Ich cechą jest konieczność grupowania odbiorów wymagających najwyższej jakości dostarczanej energii, jak również niezawodności jej dostarczania. Układy te – podobnie jak mikro sieci pierwszego typu – również powinny posiadać zdolność do pracy autonomicznej.

Ostatni typ stanowią mikro sieci znajdujące się na obszarach stale lub w pewnych okresach pozbawionych zasilania z systemu elektroenergetycznego. Takie mikro sieci łączą rozproszone i

odnawialne źródła energii oraz jej magazyny i z nich zaspokajają popyt odbiorców. Mikrosieci mogą przyjmować także dwie odrębne strategie zaspokajania popytu na energię elektryczną. W pierwszej, zwanej strategią „dobrego obywatela”, mikrościeć ukierunkowana jest na dostarczanie energii w pierwszej kolejności lokalnym odbiorcom w oparciu o lokalną produkcję energii. Jednocześnie minimalizuje się przesyłanie biernej energii pomiędzy główną siecią a mikrościecią. Druga strategia – „obywatela idealnego” – polega na dążeniu mikrościeci do maksymalizowania swojej wartości ekonomicznej za pomocą sprzedaży mocy czynnej i biernej na lokalnym rynku energii.

Prawidłowe zaprojektowanie i wybudowanie mikrościeci wymaga spełnienia szeregu warunków [1]. Jednostka samorządowa, na terenie której planowane jest utworzenie mikrościeci, powinna posiadać przynajmniej jedno stabilne i gwarantowane źródło energii odnawialnej, które można włączyć do istniejącej sieci rozdzielczej. Należy ponadto sporządzić biznes plan przedsięwzięcia a także zapewnić źródła finansowania oraz dostęp do specjalistów niezbędnych w procesie eksploatacji mikrościeci.

Korzyści płynące z mikrościeci

Prawidłowo zaprojektowana i eksploatowana mikrościeć stanowi szereg korzyści dla każdego z jej uczestników. Najogólniej można stwierdzić, iż mikrościeci przyczyniają się do minimalizowania całkowitego popytu na energię, redukcji negatywnego wpływu systemu elektroenergetycznego na środowisko naturalne czy poprawienia stopnia niezawodności i elastyczności systemu [2].

Z punktu widzenia odbiorcy, mikrościeci stanowią zaspokojenie popytu zarówno na energię elektryczną jak i ciepło przy jednoczesnym wzroście jakości energii, niezawodności jej dostaw a nawet o przypuszczalnie niższych cenach. Ponadto, mikrościeć może stanowić zabezpieczenie przed spadkami napięcia dzięki zasobnikom energii oraz przyczyniać się do redukcji emisji dwutlenku węgla za pomocą wprowadzania odnawialnych źródeł energii. Dwustronna komunikacja pomiędzy dostawcą a odbiorcą czyni z odbiorcy użytkownika bardziej odpowiedzialnego za zużycie energii, co może przekładać się na zmniejszenie popytu.

Dla operatorów systemów oraz dostawców energii mikrościeć przyczynia się do zmniejszenia strat wynikających z przesyłania energii, ponieważ źródła zlokalizowane są blisko odbiorców.

Sterowalna mikrościeć stanowi odbiór, który może pracować autonomicznie a w razie potrzeby dodatkowo wspierać pracę całego systemu elektroenergetycznego, co wpływa pozytywnie na jego stabilność. Mikrościeci niosą ze sobą także możliwość regulacji napięcia w węźle sieci średniego napięcia jak również niezależnej regulacji czynnej i biernej mocy przez nie pobieranej [4].

Pod względem ekonomicznym mikrościeci mogą stać się platformą dla wewnętrznego rynku energii, na którym następować będzie sprzedaż odbiorcom końcowym nadwyżek energii wytworzonej w „mikro-źródłach”. Ponadto możliwość podejmowania decyzji w czasie rzeczywistym daje sposobność do maksymalizowania nadarzającego się zysku jak i minimalizowania strat [2].

Odbiorca, znając aktualne ceny energii, jest w stanie podejmować decyzje kształtujące jego popyt w najbardziej optymalny dla niego sposób, natomiast dostawca wyposażony w dane dotyczące planowanego zapotrzebowania na energię jest w stanie odpowiednio sterować podażą.

Mikrościeci mogą być potencjalnym źródłem poprawy aspektów technicznych systemu.

Wspomniane już umiejscawianie źródeł energii blisko odbiorców przekłada się na zmniejszenie strat w trakcie przesyłu energii. Możliwe jest także poprawienie jakości dostarczanej energii dzięki odpowiedniemu zarządzaniu mocą bierną i czynną oraz niezawodności całego systemu za pomocą przełączania pracy mikrościeci na tryb wyspowy lub współpracujący z systemem.

Korzyści ekologiczne upatrywać należy w dwóch zjawiskach: wzrastającej roli odnawialnych źródeł energii oraz energooszczędnym rozwiązaniom takim jak połączone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła [2].

Pod względem społecznym natomiast korzyści płynące z mikrościeci powiązane są z trzema aspektami: wzrastającą świadomością społeczną dotyczącą konieczności oszczędzania energii wraz

z redukcją emisji gazów cieplarnianych, nowymi badaniami, projektami i tworzeniem nowych miejsc pracy oraz postępującą elektryfikacją słabo rozwiniętych obszarów [2].

Skuteczne wprowadzanie mikrosieci napotyka jednakże szereg trudności [4]. Jako pierwszą wymienić można aktualny brak pełnego dostosowania wydajności niektórych źródeł wytwarzania energii do nagłych zmian obciążenia (np. ogniw fotowoltaicznych czy mikroturbin). Niekorzystne są obecne regulacje cen energii produkowanej w takich układach oraz elektrowniach systemowych, jak również regulacje organizacyjno-prawne czyniące dostęp do rynku energii elektrycznej utrudnionym dla źródeł rozproszonych.

Podsumowując korzyści płynące z wprowadzania mikrosieci należy podkreślić, iż – w porównaniu do systemów scentralizowanych – oferują one optymalizację wydajności i niezawodności całego systemu jak również są mogą stanowić lepsze rozwiązanie do zaangażowania odbiorców końcowych w proces odpowiedzialnego zużycia energii.

Organizacje i przedsiębiorstwa wspierające rozwój sieci inteligentnych [5]

Rozwój sieci inteligentnych wymaga zaangażowania ze strony zarówno instytucji rządowych jak i przedsiębiorstw prywatnych. Poniżej zaprezentowano zbiór organizacji aktywnie działających na rzecz dalszych badań i rozwoju sieci inteligentnych.

Stowarzyszenie IEEE – Power and Energy Society (IEEE-PES) zrzeszające członków z krajów całego świata stanowi aktualnie największe forum do wymiany informacji o najnowszych osiągnięciach w przemyśle elektroenergetycznym. Razem z National Institute of Standards and Technology (NIST) prowadzi prace nad rozwojem sieci inteligentnych. IEEE przyjęło koncepcyjny model sieci inteligentnej opracowanej przez NIST składający się z siedmiu podstawowych domen: masowego wytwarzania, transmisji, dystrybucji, odbiorców, operacji, rynków oraz operatorów. IEEE postrzega sieć inteligentną jako „system systemów”, dokonując rozszerzenia siedmiu domen opracowanych przez NIST rozbudowując każdą z nich o trzy funkcjonalne warstwy: warstwę mocy i energii, komunikacji oraz IT.

Wspomniany powyżej NIST odgrywa pionierską rolę w badaniach nad rozwojem sieci inteligentnych. We współpracy z przemysłem oraz organizacjami rządowymi, Instytut opracowuje standardy dla sieci inteligentnych.

Drugim instytutem zaangażowanym w prace nad prawie każdym obszarem dotyczącym sieci inteligentnych jest Electronic Power Research Institute (EPRI). Wśród przykładowych prac EPRI wymienić należy badania nad opracowaniem stacji ładujących dla pojazdów elektrycznych zasilanych energią słoneczną lub nad magazynowaniem energii. Instytut przeprowadza także badania nad siecią inteligentną mające na celu promowanie wprowadzania generacji rozproszonej, rozwoju zarządzania stroną popytową, implementacji standardów.

Amerykańskie Ministerstwo Energetyki (Department of Energy – DOE) zapewnia finansowanie szeregu inicjatyw z zakresu sieci inteligentnych obejmujących m.in.: mechanizmy samodzielnej naprawy sieci w przypadku uszkodzeń i zakłóceń w dostarczaniu energii elektrycznej, zwiększania aktywnego udziału odbiorców końcowych w programach zarządzania stroną popytową, opracowywanie metod zabezpieczeń sieci przed cyberatakami, zapewniania odpowiedniego poziomu dostarczanej energii, wprowadzania nowych technologii, usług i rynków zwiększających efektywność całego systemu. Prace zlecone przez DOE dotyczące rozwoju sieci inteligentnych skupiają się na definiowaniu potencjalnych korzyści z modernizacji istniejących sieci dystrybucyjnych przy wykorzystaniu tych sieci.

Uniwersytet w Pittsburghu zajmuje się istotną kwestią badania wpływu wprowadzania odnawialnych źródeł energii do systemu elektroenergetycznego. Zespół zajmujący się tymi pracami opracował model optymalizujący wykorzystanie energii jądrowej, wiatru oraz uzyskiwanej z węgla i gazu.

Równie istotna jest działalność organizacji zajmujących się doradztwem oraz produkcją.

Światowym autorytetem w doradztwie energetycznym, testowaniu oraz certyfikowaniu jest KEMA.

W dziedzinie sieci inteligentnych KEMA podejmuje działania mające na celu wzrost ich elastyczności, sterowalności oraz adaptacyjności gwarantujący rozwój odnawialnych źródeł energii, jak również działania na rzecz rozwoju inteligentnego systemu opomiarowania (ang. smart metering).

ABB jest światową korporacją zajmującą się badaniami i produkcją rozwiązań z zakresu transmisji i dystrybucji energii elektrycznej. Oprogramowanie zaprojektowane przez tą firmę pozwala na bardziej wydajne i elastyczne zarządzanie systemami elektrowni, ograniczanie zużywanego energii, zwiększanie produktywności, stabilności oraz poziomu bezpieczeństwa. Zajmuje się także systemem mającym na celu wymianę informacji w sieci inteligentnej odbywającą się w czasie rzeczywistym.

Firmą, która koncentruje się na rozwiązaniach z zakresu sieci inteligentnych, zwłaszcza na poziomie dystrybucji oraz stacji elektrycznych jest BPL Global. Opracowała ona oprogramowanie do monitoringu oraz sterowania siecią zwiększające efektywność zarządzania obciążeniami i dostarczaną energią.

Kolejnym przykładem systemu do zarządzania siecią inteligentną jest oprogramowanie zaprojektowane przez firmę Eaton. Opracowany system zajmuje się monitoringiem sieci zapewniając większą stabilność, wydajność oraz lepszą alokację kosztów i planowanie rozwoju sieci.

General Electric w swoich badaniach koncentruje się nad rozwojem inteligentnego opomiarowania współpracującego z Internetem. Trzy rodziny systemów opracowanych przez GE: Multin, MDS i ITI wykorzystywane są do ochrony i monitorowania wszystkich aspektów sieci od wytwarzania do dystrybucji.

Połączeniem technologii ICT z sieciami inteligentnymi zajmuje się także IBM. Wiele rozwiązań opracowanych w tej firmie ma na celu zwiększenie wydajności pracy sieci inteligentnej, wymiany danych w czasie rzeczywistym, zabezpieczenia przed cyberatakami oraz rozwój inteligentnego opomiarowania.

Inwestycję na kwotę siedmiu miliardów jenów rozpoczęła firma Mitsubishi Electric. Celem projektu jest wykonywanie eksperymentów prowadzących do opracowywania zaawansowanych technologii sieci inteligentnych promujących wykorzystanie energii z ogni fotowoltaicznych, wiatraków i innych źródeł odnawialnych jako alternatywy dla paliw konwencjonalnych. Mitsubishi Electric postrzega sieć inteligentną jako technologię, która pozwoli na integrację dużej liczby odnawialnych źródeł energii bez negatywnego wpływu na pracę całego systemu.

Ostatnią z zaprezentowanych organizacji stanowi Siemens przeprowadzający szereg badań nad sieciami inteligentnymi, począwszy od wytwarzania, centrów ładowania pojazdów elektrycznych aż na systemach monitorujących i optymalizujących pracę sieci kończąc.

Przykłady i projekty wdrożeń sieci inteligentnych

Stany Zjednoczone [5]

Wśród krajów, w których sieci inteligentne rozwijają się najintensywniej wymienić należy Stany Zjednoczone.

Amerykański operator CenterPoint Energy zlokalizowany w Houston w Teksasie, posiada ponad 5 milionów odbiorców. W marcu 2010 roku otrzymał on od Ministerstwa Energetyki finansowanie w kwocie 200 milionów dolarów na mocy dokumentu „American Recovery & Reinvestment Act”. Fundusze te miały być zainwestowane w rozwój inteligentnego opomiarowania oraz zdolności sieci do samo naprawy w przypadku awarii. 181 milionów dolarów Ministerstwo Energetyki przekazało dla Con Edison na rozwój inteligentnego opomiarowania, systemów monitorujących sieć w domach odbiorców oraz system komunikacji zwiększający zdolności sieci do samo naprawy. Aktualnie Con Edison zajmuje się także konstrukcją farmy wiatrowej o mocy 700 MW na wschodnim wybrzeżu USA.

Liderem w działaniach na rzecz sieci inteligentnych jest operator Duke Energy obsługujący 4 miliony odbiorców zlokalizowanych w pięciu stanach. 204 miliony dolarów zostaną wydane na

modernizację systemów w Ohio, Indianie, Kentucky oraz obu Karolinach obejmującą inteligentne liczniki, system do automatyzacji dystrybucji oraz infrastrukturę komunikacyjną. Duke Energy planuje także zbudować stacją magazynującą energię na wielką skalę na farmie wiatrowej w Teksasie. W miejscowości Charlotte, w Północnej Karolinie, Duke Energy rozpoczął projekt obejmujący 200 odbiorców wprowadzający ulepszenia dalsze sieci inteligentnych takie jak panele fotowoltaiczne czy magazynowanie energii.

Azja [5] [6]

Operator PJM opracowuje inteligentny system transmisji, wykorzystujący technologię sieci inteligentnych, w celu zwiększenia wydajności i ochrony środowiska. Wśród jego prac należy wymienić także działania wspierające rozwój zarządzania reakcją strony popytowej.

Wśród wdrożeń sieci inteligentnych w Azji wymienić należy Tianjin Electric Power Corporation (TEPCO) z Chin. Jest to jeden z kluczowych uczestników strategicznego projektu Sino-Singapore Tianjin Eco-city wykonywanego przez Chiny i Singapur. Szacowane obciążenie planowanego miasta wynosi 411,25 MW, z czego 24,62 % zaspokajane będzie z energii pochodzącej z odnawialnych źródeł. Projekt zwiera także elementy sieci inteligentnych tj: generacja rozproszona, inteligentne i ustandaryzowane systemy transmisji i dystrybucji, magazynowanie energii, inteligentne liczniki, dwukierunkowa komunikacja, elektryczne pojazdy czy energooszczędne budownictwo. Projekt rozpoczął się w kwietniu 2010 roku.

Rok wcześniej rozpoczął się projekt realizowany w Instytucie sieci inteligentnych w Korei (Korea Smart Grid Institute – KGSI). Obejmował on konstrukcję sieci inteligentnej na wyspie Jeju, tworząc tym samym największe na świecie pole do testowania technologii sieci inteligentnych oraz modeli biznesowych. Pomiędzy rokiem 2009 a 2013 inwestycja ma pochłonąć ponad 53 miliony dolarów. Powstała sieć ma na celu także zwiększenie efektywności energetycznej, oszczędzanie środowiska naturalnego, redukcję dwutlenku węgla oraz podniesienie jakości życia mieszkańców.

Australia [6]

Australijski rząd przeznaczył 100 milionów dolarów australijskich na rozwój sieci inteligentnych w projekcie „Smart Grid Smart City” (SGSC). Powstałe sieci mają łączyć w sobie rozwiązania z zakresu zaawansowanych technologii komunikacji oraz pomiarów z istniejącą siecią elektroenergetyczną za pomocą sensorów, liczników, urządzeń cyfrowych, narzędzi analitycznych do automatyzacji, monitorowania oraz sterowania dwukierunkowym przepływem energii od elektrowni do odbiorcy.

Lokalizacja sieci ma odzwierciedlać strukturę dużego systemu elektroenergetycznego, z tego powodu będzie ona zawierała obszary miejskie, podmiejskie oraz wiejskie, jak również będzie położona na terenach zróżnicowanych pod względem geograficznym, klimatycznym oraz różnych typów odbiorców.

Europa

Niemiecki program „E-Energy: ICT-based Energy System of the Future” zawiera sześć projektów, z których każdy musi spełniać wymienione kryteria: tworzenie rynku E-Energy obejmującego transakcje prawne i biznesowe pomiędzy wszystkimi uczestnikami rynku, cyfrowe połączenie oraz komputeryzacja wykorzystywanych systemów oraz możliwość interakcji uczestników w czasie rzeczywistym.

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę każdego z projektów realizowanego w ramach programu E-Energy. E-DeMa to projekt zlokalizowany w zagłębiu Ruhry. Obejmuje obszary miejskie i wiejskie i ma na celu zaprojektowanie inteligentnej infrastruktury ICT. Cele projektu obejmują także rozwój inteligentnego zarządzania popytem na energię elektryczną oraz wymiany informacji w czasie rzeczywistym. eTelligence koncentruje się natomiast na budowie rynku, którego uczestnikami byłiby wytwórcy oraz odbiorcy energii. Dodatkowo, oprócz możliwości

zakupu i sprzedaży energii, rynek oferowałby możliwość zakupu usług mających na celu redukcję poziomu zużywanej energii. MEREGIO, to projekt domu, w którym energia wytwarzana jest w małej elektrowni łączącej wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, zlokalizowanej w piwnicy. Wszystkie urządzenia domowe połączone są w jeden system, optymalizujący zużycie energii elektrycznej. Kolejny projekt, Mannheim Model City, koncentruje się na opracowaniu nowych metod zwiększania efektywności energetycznej, jakości sieci oraz integracji odnawialnych i zdecentralizowanych źródeł energii w miejskiej sieci elektroenergetycznej. Celem RegModHarz jest osiągnięcie wymiany informacji w systemie elektroenergetycznym w czasie rzeczywistym. Posiadanie kompletnej informacji dotyczącej mocy wytwórczych, zmagazynowanej energii oraz popytu umożliwia sporządzanie prognoz oraz optymalizację wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Projekt SmartW@TTS opracowuje nowe podejście do rynku energii, jak również mierzenia oraz analizowania popytu.

Hiszpański instytut The Catalonia Institute for Energy Research (IREC) zaprojektował mikrosieć zlokalizowaną w Barcelonie [7]. Jest to sieć niskiego napięcia o mocy 200 kW, zbudowana z systemów emulowanych, rzeczywistych, semi-emulowanych oraz innych.

Do systemów emulowanych należą emulatory: mocy wiatru, baterii, obciążenia, fotowoltaiczne oraz obciążen nieliniowych. Systemy te umożliwiają wysoką elastyczność wykonywania testów na każdym źródle energii – odnawialnym bądź nieodnawialnym oraz konfigurowania generatorów, urządzeń magazynujących i systemów obciążenia dla weryfikowania ich zachowań.

Wśród rzeczywistych systemów znajdują się systemy zdolne do wytwarzania i magazynowania energii elektrycznej oraz wprowadzania i wyprowadzania jej do i z mikrosieci. Wymienić wśród nich należy: ogniwa fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe, baterie oraz pojazdy elektryczne.

W mikrosieci istnieją trzy systemy semi-emulowane, na których można wykonywać symulację rzeczywistych zachowań różnego typu generatorów jakie znajdują się w wiatrakach. Służą one do badań nad fluktuacjami w wytwarzaniu energii z wiatru.

Do pozostałych systemów mikrosieci zalicza się elementy, które nie są generacją rozproszoną ale również pełnią swoją rolę w sieci.

Celem budowy przedstawionej mikrosieci była konstrukcja eksperymentalnej platformy do wykonywania badań nad integracją odnawialnych i innych źródeł energii z siecią. Zastosowanie systemów emulowanych oraz semi-emulowanych zapewniało odzwierciedlenie zmiennych warunków klimatycznych wpływających na efektywność odnawialnych źródeł energii. Istotnym czynnikiem było również wprowadzenie do mikrosieci pojazdów elektrycznych, które mogą oddawać część zmagazynowanej energii lub ją pobierać z sieci, w zależności od potrzeb.

Drugim hiszpańskim przykładem wdrożenia sieci inteligentnej jest projekt Smartcity zlokalizowany w Maladze na południu Hiszpanii [8]. Celem projektu była integracja poniższych elementów z istniejącą siecią:

- niezawodnej i wydajnej szerokopasmowej linii (Broadband Power Line) do komunikacji,
- mikrogeneracji oraz mikromagazynowania w sieci niskiego napięcia,
- małej floty pojazdów elektrycznych,
- nowego i wydajnego systemu oświetlenia ulicznego,
- kilku tysięcy inteligentnych liczników,
- systemu automatyki do samo naprawy sieci.

Struktura komunikacji omawianej mikrosieci została zaprojektowana w sposób hierarchiczny. Dolna warstwa iSocket jest podłączona bezpośrednio do urządzenia (wytwórczego, magazynującego lub odbioru) i steruje urządzeniem zgodnie z instrukcjami otrzymywanymi od warstwy wyższej. Warstwa ta nazwana została iNode i rozszerza ona możliwości zarządzania mikrosiecią. Za pomocą tzw. bramy (ang. Gateway) komunikuje się z systemem zarządzającym a następnie przekazuje informacje do warstwy iSocket.

Inny przykład wdrożenia sieci inteligentnej powstał w Holandii, w kurorcie wczasowym Bronsbergen [9]. Zaprojektowana mikrosieć posiada zdolność do samodzielnej pracy wyspowej, jak również współpracy z systemem elektroenergetycznym. Obszar zaimplementowanej sieci obejmuje

szereg 210 domków letniskowych oraz kilku budynków służbowych. Na około 100 domkach zainstalowano panele fotowoltaiczne, dostarczające moc rzędu 315 kW.

Elektryczność w kurorcie jest dostarczana za pomocą sieci niskiego napięcia zasilanej z jednego transformatora 400 kVA zlokalizowanego w centrum parku. Budynki służbowe zasilane są z innego transformatora.

Testy przeprowadzone na opisanej mikrosieci wykazały, że w sezonie letnim, w słoneczne dni, energia wyprodukowana przez ogniwa fotowoltaiczne zaspokaja dobowe zapotrzebowanie mieszkańców. W przypadku, gdyby odpowiednie urządzenie magazynujące zostało zainstalowane, mikrosieć mogłaby pracować całkowicie samowystarczalnie w trybie wyspowym.

Podobna mikrosieć została zaimplementowana w Finlandii [10] w ramach projektu SGEM (Smart Grids and Energy Markets). Mikrosieć została wybudowana na obszarze wioski letniskowej na półwyspie w centralnej Finlandii. Odległość wioski od transformatora wynosiła około 1 kilometra, z czego 300 metrów stanowił kabel położony pod wodą. Długość kabla oraz wysokie zapotrzebowanie na energię w wiosce powodowało nadmierne fluktuacje napięcia. Z tego powodu obszar został wytypowany do wybudowania mikrosieci. Planowana jest rozbudowa mikrosieci uwzględniająca wprowadzenie odnawialnych źródeł energii.

Podsumowanie

Rozwój sieci inteligentnych cechuje się wysoką dynamiką, choć jest wyraźnie zróżnicowany pomiędzy poszczególnymi krajami. Wiąże się on jednoznacznie z badaniami nad nowymi, pokrewnymi technologiami takimi jak pojazdy elektryczne czy budownictwo energooszczędne określane jako „smart buildings”. Cechą takich budynków jest wykorzystywanie odpowiednich materiałów pozwalających na oszczędzanie energii ale także łączenie urządzeń gospodarstwa domowego w sieć zarządzaną przez system informatyczny, zarządzanie popytem na energię elektryczną czy stosowanie odnawialnych źródeł energii. Wymienia się [11], że inteligentny budynek powinien zawierać następujące elementy: sensory, urządzenia uruchamiające, sterowniki, jednostkę centralną, interfejsy, sieć oraz inteligentne liczniki.

Budowa inteligentnych budynków zdolnych do wytwarzania energii oraz łączenie ich w sieć inteligentną mogłoby przyczynić się do znacznych redukcji w emisji dwutlenku węgla, efektywniejszego wykorzystywania wytwarzanej energii oraz wzrostu świadomości odbiorców co do mechanizmów oszczędzania energii.

LITERATURA

1. Pamuła Anna, Zieliński Jerzy S., „Mikrosieci – racjonalne wykorzystanie lokalnych źródeł energii odnawialnej”, „Technologie wiedzy o zarządzaniu publicznym '09”, red. J. Gołuchowski i A. Frączkiewicz-Wronka, Katowice 2009
2. Project Highlights „More Microgrids. Advanced Architectures and Control Concepts for More Microgrids”, Contract No. SES6-CT-2005-019864, grudzień 2009
3. Hatzargyriou Nikos, Papanthassiou Stavros, Strunz Kai, „A benchmark low voltage Microgrid Network”, Proc. CIGRE Symposium “Power Systems with Dispersed Generation”, Ateny, kwiecień 2005
4. Olszowiec Piotr, „Autonomiczne systemy elektroenergetyczne małej mocy. Mikrosieci.”, „Energia Gigawat”, 7-8/2009, Kraków
5. Reed Gregory F., Philip Prince A., Barchowsky Ansel, Lippert Christopher J., Sparacino Adam R., “Sample Survey of Smart Grid Approaches and Technology Gap Analysis”, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, Gothenburg, 2048107
6. North American Electric Reliability Corporation, “Reliability Considerations from the Integration of Smart Grid”, Princeton, december 2010
7. Roman-Barri Manuel, Cairo-Molins Ignasi, Sumper Andreas, Sudria-Andreu Antoni, “Experience on the implementation of a Microgrid Project in Barcelona”, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, 2047219
8. Colet-Subirachs Alba, Ruiz-Alvarez Albert, Gomis-Bellmunt Oriol, Alvarez-Cuevas-Figuerola Felipe, Sudria-Andreu Antoni, “Control of a utility connected microgrid”, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, 2046849
9. Overbeeke Frank von, Cobben Sjeef, “Operational aspects of a microgrid with battery storage”, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, 2047025
10. Niiranen J., Komsu R., Routimo M., Lähdeaho T., Antila S., “Experiences from a Back-to-Back Converter fed Village Microgrid”, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, 2047276
11. Lugaric L., Krajcar S., Simic Z., “Smart City – Platform for Emergent Phenomena Power System Testbed Simulator”, IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies Europe, October 11-13, 2010, 2048017



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



*Publikacja powstała w ramach projektu "Bioenergia dla Regionu - Zintegrowany Program Rozwoju Doktorantów",
współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego*