

Sieci elektroenergetyczne przyszłości oparte na technologii Smart Grid

Konrad Zajkowski, Anna Borowska

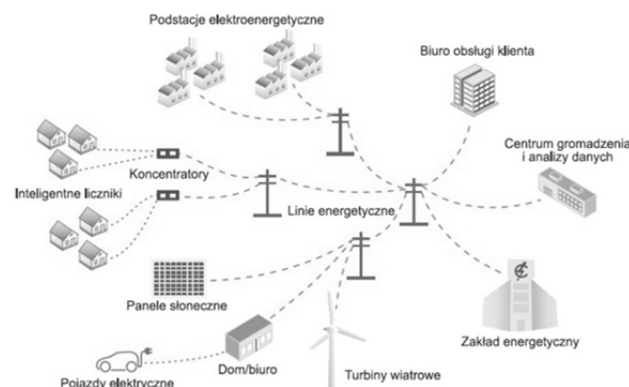
Słowa kluczowe: sieć elektroenergetyczna, elektroenergetyka, Smart Grid

Streszczenie

W artykule przybliżono założenia technologii Smart Grid w sieci elektroenergetycznej. Wyjaśniono, czym charakteryzuje się inteligentna sieć, jakie są jej główne aspekty oraz korzyści. Przedstawiono koncepcję współpracy sieci energetycznej z pojazdami elektrycznymi przyszłości.

Wstęp

Nie ma wykreowanej jednej definicji opisującej pojęcie Smart Grid. Człon „Smart” z języka angielskiego oznacza inteligentny, sprytny, zręczny. Natomiast „Grid” to nic innego jak sieć, w tym przypadku sieć elektryczna. W połączeniu tych dwóch członów Smart Grid to inteligentna sieć elektryczna. Jak się okazuje technologia ta nie jest najnowszym odkryciem.



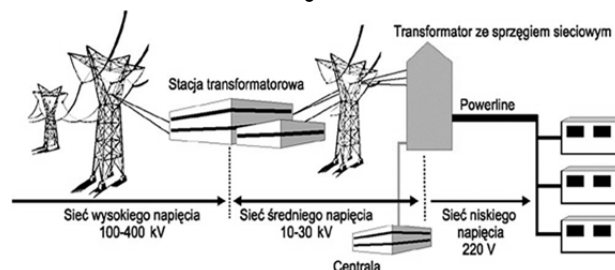
Rys. 1. Idea sieci Smart Grid

Źródło: <http://elektronikab2b.pl/technika/16187-plc-standardem-przyszlosci#.Vw062kcmA4A>

Popyt na energię elektryczną z każdym dniem rośnie. Wzrost ten jest spowodowany dynamicznym rozwojem społeczeństwa. Rozwój nowoczesnej gospodarki cyfrowej, sprzętów codziennego użytku znajdujących się w domu, czy też w pracy, w dużym stopniu jest uzależniony od energii elektrycznej. Takie przyzwyczajanie do energii elektrycznej zwiększa wymagania w stosunku do dostawców energii. Jedno jest pewne: rozwojowi gospodarki będzie towarzyszyło coraz to większe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Technologia Smart Grid ewoluje. Idea Smart Grid zakłada realizację dwukierunkowej komunikacji między konsumentami i dostawcą energii oraz integrację rozproszonych źródeł energii. Inteligentna sieć to przede wszystkim zwiększenie niezawodności i wydajności, zmniejszenie kosztów obsługi i konserwacji sieci, przesyłu oraz dystrybucji energii elektrycznej. Wdrożenie inteligentnej sieci ma nieść korzyści również dla

odbiorców energii. Powinni oni zyskać możliwość efektywniejszego zarządzania opłatami i limitowania przepływu energii.

W ramach inteligentnych sieci elektroenergetycznych realizowane są różne projekty badawcze. Badania ukierunkowane są między innymi na systemy, które umożliwiają wymianę energii elektrycznej między pojazdami elektrycznymi i/lub hybrydowymi a siecią elektryczną. Technologia łączy tradycyjne sieci elektroenergetyczne z technologią komunikacyjną, informatyczną, automatyką, rozwiązaniami mobilnymi itp. Wzajemną wymianę i analizę informacji umożliwia nowoczesna infrastruktura, w tym: inteligentne liczniki, przełączniki, włączniki. Dążenie do wzrostu efektywności energetycznej, niezawodna dostawa energii, wzrost wydajności, rozszerzenie zakresu pomiaru i kontroli sieci energetycznej – takie założenia niesie technologia Smart Grid.



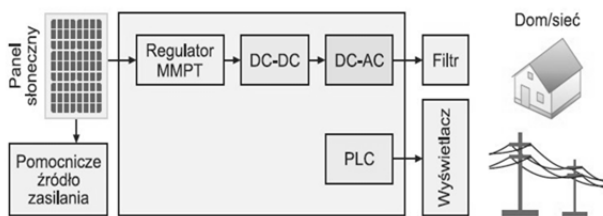
Rys. 2. Podział na strefy wysokiego, średniego i niskiego napięcia

Źródło: <http://automatykaonline.pl/Aplikacje/Energetyka/smart-grid-siec-przyszlosci>

1. Szybszy przesył informacji

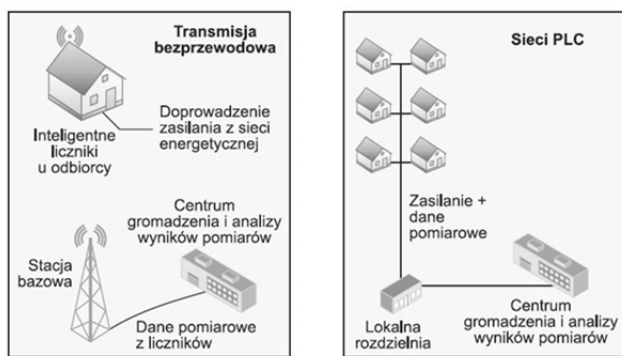
PLC czyli Power Line Communication jest technologią, która umożliwia przesył danych przy użyciu linii energetycznej. Do transmisji sygnałów sterujących wykorzystywana jest istniejąca topologia sieci NN, WN, SN i nn. Pierwotnie transmisja była jednokierunkowa, jednak z biegiem czasu zaczęto wprowadzać przesył dwukierunkowy. To spowodowało, że zakres wykorzystania sieci PLC uległ modernizacji, rozszerzając się o nowe aplikacje. Sieć PLC dzieli się na sieć wąskopasmową i szerokopasmową. Obie sieci różnią się od siebie częstotliwością transmisji, prędkością przesyłu oraz odległością, na jaką sygnał zostaje wysyłany. Sieci wąskopasmowe do przesyłu danych wykorzystują częstotliwości mieszczące się w przedziale 3 – 500 kHz, gdzie transmisja może osiągać maksymalną prędkość do kilkuset kb/s na odległości mierzące nawet kilka kilometrów. Istnieje możliwość zwiększenia zakresu drogi przesyłu sygnału poprzez zastosowanie repeaterów (wzmacniaczy) sygnału. Sieci szerokopasmowe charakteryzuje zakres znacznie wyższych wartości częstotliwości od 1,8 do 250 MHz a transmisja danych

osiąga prędkość nawet do kilkuset Mb/s. Transmisja danych tego typu sieci odbywa się na krótkich dystansach. Zaletą tych sieci jest brak konieczności instalowania dodatkowego okablowania. Sieci te wykorzystują obecną infrastrukturę sieciową do przesyłu sygnału. Fakt ten pozwala na obniżenie kosztów budowy sieci, które obejmują wydatek związany z zakupem okablowania oraz utrzymania i jej konserwacji. Jak się okazuje sieć PLC posiada ogromną szansę stania się dominującą technologią komunikacyjną odznaczającą się w różnych modułach inteligentnych sieci elektroenergetycznych. Jednym z nich jest etap kierowania procesem, zajmującym się pozyskiwaniem energii elektrycznej z rozproszonych źródeł odnawialnej energii. Wysoce zapowiadającymi się technologiami tego typu są elektrownie wiatrowe i słoneczne. Aby prąd z elektrowni solarnej mógł być wprowadzony do publicznej sieci energetycznej, potrzebna jest przetwornica nazywana również falownikiem bądź inwerterem. Z reguły przetwornica obsługuje kilka paneli słonecznych. Jednak coraz bardziej popularne stają się mikroinwertery dołączane do każdego panelu.



Rys. 3. Schemat blokowy mikroinwertera i urządzeń pomocniczych

Źródło: http://elektronikab2b.pl/technika/16187-plc-standardem-przyszlosci#.Vw0_HEcmA4A



Rys. 4. Zestawienie sposobu wykorzystania sieci bezprzewodowych w systemach inteligentnego opomiarowania

Źródło: http://elektronikab2b.pl/technika/16187-plc-standardem-przyszlosci#.Vw0_HEcmA4A

Takie rozwiązanie pozwala na poprawę efektywności przetwarzania energii powstałej w ogniwach oraz powoduje możliwość kontrolowania indywidualnych modułów solarnych drogą monitoringu parametrów takich jak: temperatura, moc maksymalna oraz zapamiętywanie zaistniałych awarii.

2. Inteligentny pomiar energii

Wprowadzenie technologii Smart Grid polega na instalacji inteligentnych mierników, które są jednym z elementów nowoczesnych sieci energetycznych.



Rys. 5. Inteligentny licznik

Źródło: <https://pl.wikipedia.org>

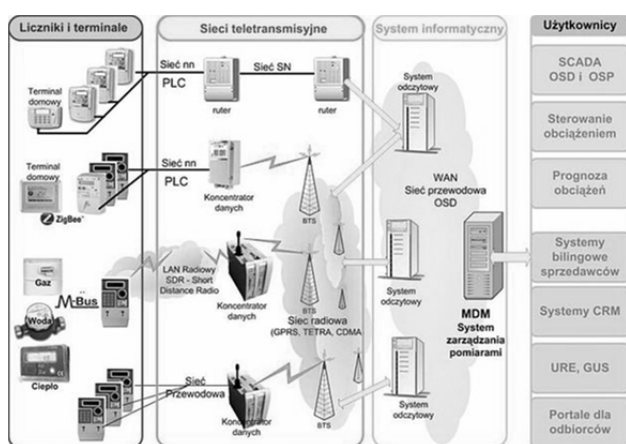
Za pośrednictwem nowoczesnej technologii komórkowej nałożonej na sieć energetyczną, można dokonywać odczytów danych pomiarowych i zapisywać w zintegrowanym systemie komputerowym odpowiednio do tego przystosowanym. Inteligentność tej technologii pozwala na dokładną obserwację, monitoring zużycia energii w trybie on-line między dostawcą a odbiorcą. Ich celem jest natychmiastowe reagowanie w razie wystąpienia jakichkolwiek nieprawidłowości wynikających z przesyłu energii. Użytkownicy zyskują możliwość indywidualnego wglądu w zużycie energii, pro-aktywnego reagowania na zużycie i zapotrzebowanie wartości energii, która jest tylko i wyłącznie potrzebna.

Automatyzacja jest ogromnym atutem tej technologii. Stworzone aplikacje wspierają zarządzanie siecią energetyczną, jej eksploatację i ogólne utrzymanie. Pomagają one w podjęciu decyzji, czy skrócić a może ograniczyć zaplanowane przerwy w dostawie energii elektrycznej, wskażą gdy coś ulegnie awarii bądź wystąpi usterka, a w przypadku niewielkiego defektu zostanie ona automatycznie usunięta. To czas przesyłu alarmu i ostrzeżenia w razie wystąpienia nieprawidłowości decyduje o szybkości reakcji w przypadku wystąpienia niepożądanego zjawiska. Wdrożenie inteligentnych mierników pozwala zaoszczędzić czas i ograniczyć koszty zarówno operatorom jak i odbiorcom.

3. Inteligentność sieci

Niejedna sieć potrafi samodzielnie przekierować energię w momencie, gdy jej przesył zostanie przerwany w wyniku niespodziewanej awarii tzw. blackout. Przykładowy blackout miał miejsce w kwietniu 2008 roku, kiedy w porze zimowej cały Szczecin został sparaliżowany kilkunastogodzinną awarią spowodowaną obfitymi opadami deszczu. Jednym z zadań inteligentnej sieci jest pomoc w zmniejszeniu liczby przerw w zasilaniu. Są zdolne do wsparcia zrównoważonej produkcji energii z konwencjonalnych elektrowni węglowych, które dostarczają energię ze źródeł odnawialnych, a także może „przełożyć w czasie” zasilanie sprzętu mniej znaczącego do

chwili, gdy ekologiczna energia zostanie dostarczona do odbiorcy. Sama idea technologii Smart Grid zakłada zintegrowanie odnawialnych źródeł energii, głównie energii słonecznej, wiatrowej, w celu zasilenia publicznej sieci energetycznej. Pojawienie się nowych obciążeń sieci wymaga zarządzania zmiennymi jak i nieciągłymi źródłami energii. Przykładem nieciągłej energii jest energia produkowana przez turbinę wiatrową, gdyż raz wieje mocniej a raz słabiej. Energia wiatrowa oraz biomasa jest produkowana w różnych miejscach i w niewielkich ilościach. Wymagana jest przy tym większa ilość połączeń do sieci i nadrzędnego zarządzania przepływem energii.



Rys. 6. Zobrazowanie przesyłu sygnału

Źródło: http://www.muratorplus.pl/biznes/firmy-i-ludzie/inteligentne-sieci-energetyczne-czas-na-nowe-liczniki-energii_70913.html

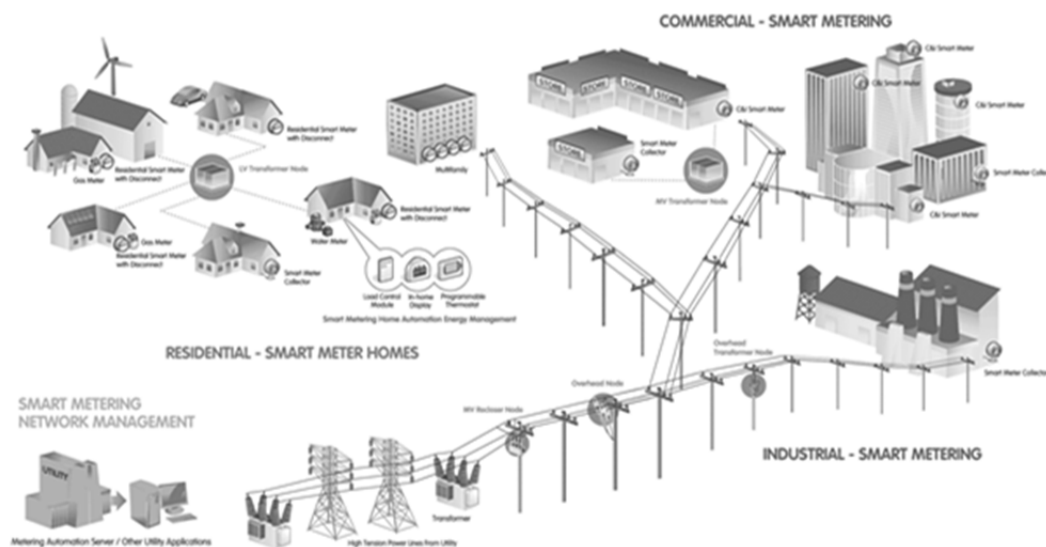
Planuje się realizację systemu vehicle-to-grid (V2G). System ten umożliwi dwukierunkową wymianę energii elektrycznej pomiędzy pojazdem elektrycznym lub hybrydowym a siecią elektryczną. Wprowadzenie technologii Smart Grid

oznacza wzmocnienie gospodarki elektroenergetycznej, poprawę jej niezależności jak również poprawę efektywności zagospodarowania naturalnych zasobów. Wzrost wydajności przemysłu spowodowany zostanie przez poprawę jakości energii elektrycznej oraz skuteczność sieci przemysłowej. Monitoring zużycia energii przez konsumentów to doskonałe udogodnienie dla konsumentów, którzy samodzielnie mogą kontrolować zużyta energię.

Dla operatorów funkcje inteligentnych sieci są dobrym materiałem do sprzedaży polskiej energii na rynkach zagranicznych. Prognozowanie szczytowego zapotrzebowania na energię może dokonać zakład energetyczny. Za pomocą inteligentnego opomiarowania zakład może poinformować odbiorców o chwilowej cenie energii, w celu efektywniejszego wykorzystania energii elektrycznej. Prognozowanie ma na celu określić w jakim czasie wzrasta zapotrzebowanie na energię a w jakim zaczyna maleć. W momencie silnego obciążenia sieci należałoby wyłączyć wszystkie urządzenia najmniej istotne. Natomiast poza godzinami szczytu, kiedy sieć nie jest obciążona warto np. w nocy ogrzać wodę, użyć sprzętu AGD czy też naładować akumulator pojazdu elektrycznego.

4. AMI to pierwszy krok

AMI (ang. Advanced Metering Infrastructure) uważana jest jako nieodzowny element technologii Smart Grid. Dzięki niej operatorzy energetyczni mogą dokonywać pomiarów jakości energii na zewnętrznych obszarach sieci. Funkcja ta umożliwia przewidywanie zapotrzebowania na energię z bardzo dużą dokładnością czasową a także dokładnością geograficzną. Ponadto zajmuje się zarządzaniem energii wytwarzanej przez słońce lub wiatr oraz weryfikuje status operacyjny sieci, wysyłając zapytania do liczników tzw. „pingowanie”. Integralność wysoko rozwiniętej infrastruktury pomiarowej dąży do wprowadzenia rozproszonej generacji, zapotrzebowania na miejsca doładowań samochodów elektrycznych. Opcja komunikacyjna jest zależna od położenia geograficznego, dostępności infrastruktury jak również od kosztów.



Rys. 7. Schemat Advanced Metering Infrastructure

Źródło: <http://twworld.com/other-resources/ami-communications-network-where-it-s-headed-and-how-get-there-here>

5. Czy przyszłość tkwi w technologii V2G ?

Vehicle-to-Grid jest koncepcją opartą na magazynowaniu energii elektrycznej w akumulatorach pojazdów elektrycznych i oddawaniu jej w momencie zwiększonego zapotrzebowania. Z badań wielu ekspertów wynika, że pojazdy powinny pobierać energię elektryczną z sieci oraz ją oddawać. W nocy, kiedy zapotrzebowanie na energię elektryczną jest znikome samochody powinny być ładowane, natomiast w ciągu dnia, gdy zapotrzebowanie jest bardzo duże samochody powinny oddawać część zmagazynowanej energii. Sytuacja jest bardzo korzystna, gdyż pozwala na zapewnienie energii w czasie największego zapotrzebowania. Innym jej aspektem jest możliwość tańszego wykupu energii w nocy, a w dzień sprzedaży po podwyższonej cenie.

Wnioski

Smart Grid jest technologią niosącą wiele korzyści, mającą znaczący wpływ na rozwój sieci elektroenergetycznych.

Inteligentna sieć rozwija się sięgając tym samym po różne sektory: „inteligentny pomiar”, „inteligentne mierniki”. Rozwój techniki powoduje, że w dalszym ciągu poszukuje się bardziej wydajnych technologii, poprawiających wzrost efektywności, wydajności pracy, w pełni zautomatyzowanych. Energia elektryczna jest zarówno dobrem ludzkim jak i towarem rynkowym. Świat jest z każdym dniem coraz bardziej zautomatyzowany, w którym wszystko funkcjonuje dzięki energii. Wystarczy jeden zanik napięcia a wtedy wszystko się zatrzymuje, procesy produkcyjne na hali, w fabrykach. Człowiek nadzoruje pracę urządzeń elektrycznych. Inteligentna sieć chce zapobiec takim sytuacjom, próbując zachować ciągłość przesyłu energii. Zbyt wysoki rachunek za prąd elektryczny? Teraz dzięki inteligentnemu pomiarowi oraz licznikom każdy odbiorca może kontrolować własne zużycie energii. Ideologia samochodu elektrycznego może spowodować, że każdy we własnym zakresie zacznie akumulować energię elektryczną i wykorzystywać ją w czasie godzin szczytu.

Bibliografia

1. Bielecki S., Skoczkowski T.: *Europejskie projekty rozwoju inteligentnych sieci energetycznych. Obraz ogólny i miejsce Polski*. Polityka energetyczna, Tom 17, Zeszyt 4, 2014.
2. Dzisiaj, magazyn dla klientów ABB w Polsce 4/11, Energetyczne sieci przyszłości 08.
3. Rozwiązanie Smart Grid dla przedsiębiorstw energetycznych, Alcatel-Lucent, 2010.
4. Kramer W., Chakraborty S., Kroposki B., Hoke A., Martin G., Markel T.: *Grid Interconnection and Performance Testing Procedures for Vehicle-To-Grid (V2G) Power Electronics*. National Renewable Energy Laboratory, Colorado, 2012.
5. Zajkowski K., Zieliński P.: *Wybrane współczesne metody akumulacji energii w urządzeniach mobilnych*. AUTOBUSY 6/2014 s.310-317.

Autorzy:

Dr inż. Konrad Zajkowski – Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny, Zakład Zastosowań Elektroniki i Elektrotechniki.

Anna Borowska – studentka 2 roku Energetyki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Koszalińska.

Future electricity networks based on the technology of Smart Grid

The article presents the assumptions of Smart Grid technology in the power grid. It explained here, which is characterized by the intelligent network, what are the main aspects and benefits. Cooperation electricity network with electric vehicles has been presented.

Key words: power grid, electric power, Smart Grid.