POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ACADEMIC JOURNALS
No 80 Electrical Engineering 2014

Marek PALUSZCZAK*
Wojciech TWARDOSZ**
Alicja TWARDOSZ**
Grzegorz TWARDOSZ***

TECHNICZNE ASPEKTY WDRAŻANIA INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW POMIAROWYCH

W pracy przedstawiono wybrane, techniczne aspekty wdrażania AMI (ang. Advanced Metering Infrastructure) w Polsce. Wskazano na konieczność wyboru otwartego systemu komunikacji licznika energii elektrycznej z Operatorem Informacji Pomiarowej oraz SM (ang. Smart Meter) z Infrastrukturą Sieci Domowej. Określono możliwy do zastosowania poziom zabezpieczenia danych przed nieuprawnionym dostępem.

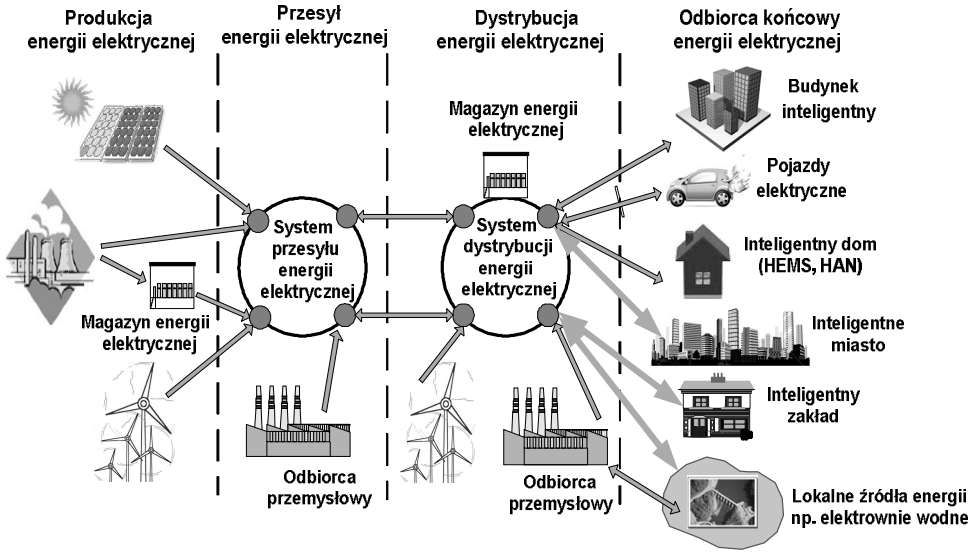
SŁOWA KLUCZOWE: inteligentne opomiarowanie, media transmisyjne, ochrona danych, liczniki energii elektrycznej, Smart Grid

1. WPROWADZENIE

Określenie jednolitych wymagań stawianych Operatorom Sieci Dystrybucyjnej (OSD) pozwoli na opracowanie standardów w zakresie wymagań technicznych dla urządzeń klasy AMI (ang. Advanced Metering Infrastructure). Inteligentne systemy opomiarowania są jednym z wielu elementów tzw. inteligentnej sieci elektroenergetycznej, często nazywanej Smart Grid. Na rysunku 1 przedstawiono schemat ogólny Smart Grid.

Licznik energii elektrycznej SM (ang. Smart Meter) pozwala na dwukierunkową komunikację pomiędzy Odbiorcą Końcowym, a Operatorem Informacji Pomiarowych (OIP), niezależnie od metody transmisji danych i mediów komunikacyjnych. Musi być możliwa dwukierunkowa komunikacja pomiędzy SM a infrastrukturą techniczną sieci domowej. W literaturze często używa się, zamiast pojęcia infrastruktura techniczna, HEMS (ang. Home Energie Management Systems). Jest to system działający w HAN (ang. Home Area Network). Systemy zarządzania infrastrukturą techniczną w budynku określa się jako BMS (ang. Building Management Systems). Transmisja danych pomiędzy: odbiorcą a SM, SM - OIP czy SM – BMS odbywa się za pośrednictwem mediów transmisyjnych.

* Energia Operator, Techniczna Obsługa Odbiorców w Koszalinie.
** WEGA, Poznań.
*** Politechnika Poznańska.



Rys. 1. Schemat Smart Grid [opr. własne]

Media komunikacyjne dzieli się na przewodowe i bezprzewodowe [1]. Do najważniejszych technicznych parametrów transmisji, można zaliczyć jej jakość, szybkość oraz metodę ochrony przed nieupoważnionym dostępem do danych.

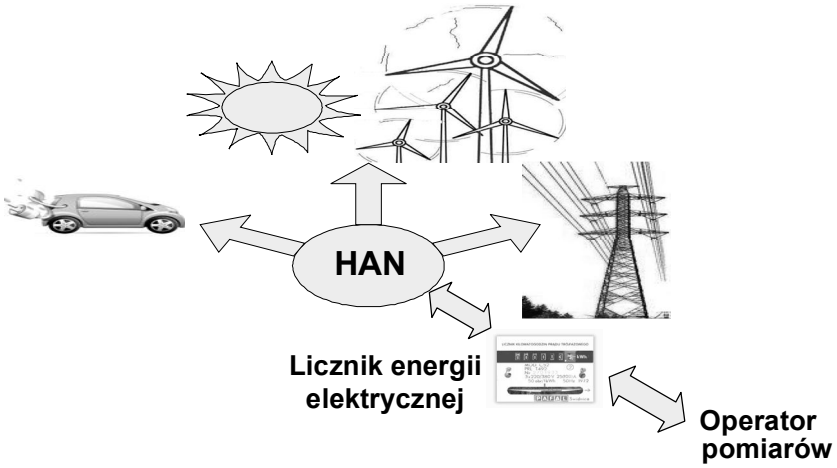
2. TRANSMISJA DANYCH W SMART GRID

Komunikacja w Smart Grid jest realizowana w różny sposób. OSD wybierają technologie w oparciu o europejskie lub światowe standardy [2]. Wskazówką przy wyborze rozwiązania są z pewnością standaryzacyjne mandaty UE. Kraje Unii Europejskiej w 2005 r. opublikowały mandat standaryzujący w zakresie Smart Grid. Jest to mandat M/374 z 20. 10. 2005 r. Obecnie za najważniejszy uważa się mandat M/441 z 12. 03. 2009 roku, który dotyczy wymagań stawianym standardom AMI w zakresie protokołów komunikacyjnych. Kolejnymi mandatami są M/490 z 01. 03. 2011 roku uzupełniający M/441 oraz M/468 z 29. 06. 2010 r. dotyczący standaryzacji w zakresie ładowania samochodów elektrycznych.

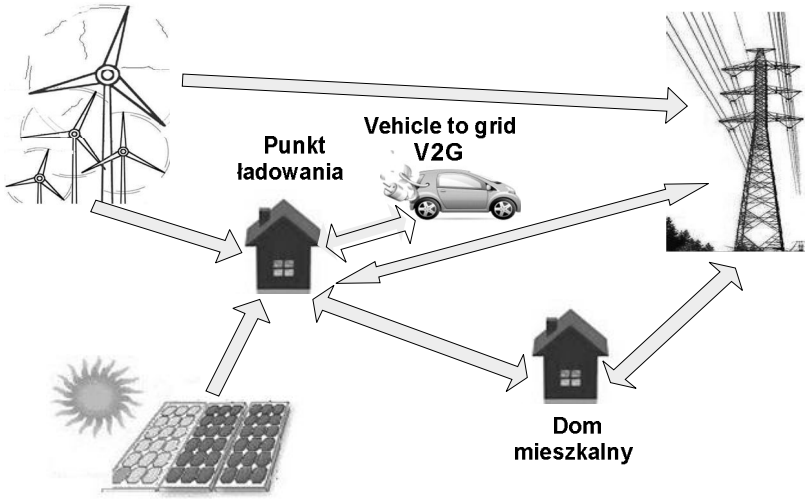
Zastosowana technologia musi mieć możliwość dwustronnej komunikacji z innymi systemami [1, 2]. Tą zdolność nazywa się interoperacyjnością (ang. interoperability system). Urządzenia w systemie muszą być, zgodnie z M/441, także wymienialne (ang. interchangeobility). Oznacza to zdolność do zastąpienia urządzenia, np. uszkodzonego czy bez legalizacji na urządzenie innego producenta o tych samych parametrach.

Standaryzacja w Smart Grid pozwala na budowę systemu otwartego. W systemie otwartym są spełnione zalecenia m.in. mandatu UE M/441. Standaryzacja

może mieć zasięg globalny np. ISO, IEC, ITU, europejski np. CEN, CENELEC, ETSI i narodowy np. PN. Standardy w Smart Grid są omówione m.in. w [3]. Odbiorca końcowy w Smart Grid komunikuje się z OIP za pośrednictwem licznika energii elektrycznej. Integracja BMS z Smart Grid jest realizowana poprzez dwukierunkową transmisję danych pomiędzy SM a HEMS. Na rysunku 2 przedstawiono współpracę HEMS z licznikiem energii elektrycznej. Na rysunku 3 przedstawiono drogi przepływu energii elektrycznej w przypadku pojazdów V2G.

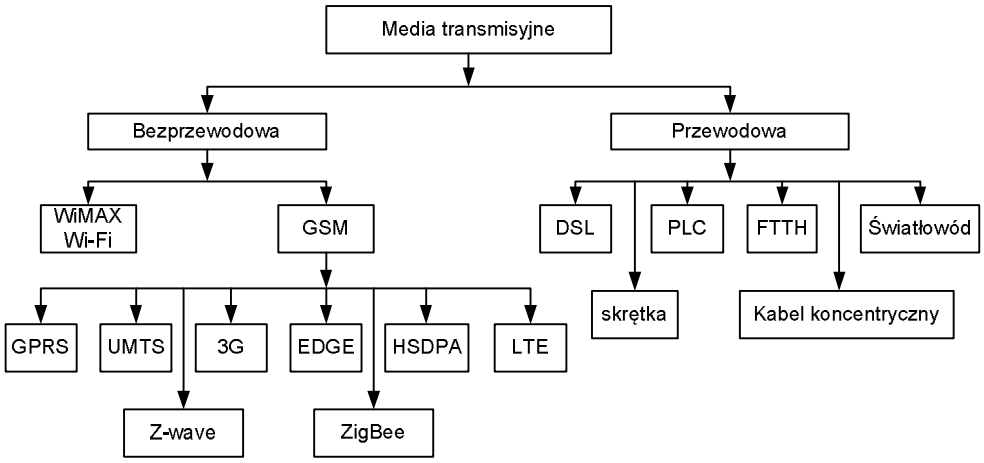


Rys. 2. Współpraca HEMS z SM [oprac. własne]



Rys. 3. Drogi przepływu energii w V2G [oprac. własne]

W budynkach, w których jest wykorzystywany system zarządzania infrastrukturą techniczną, stosuje się różne technologie systemowe, komunikacyjne itd. W większości przypadków są to systemy otwarte. W systemie otwartym istnieje możliwość wykorzystania urządzeń pochodzących od różnych producentów zarówno na etapie projektowania jak i eksploatacji. Najczęściej wykorzystywane są technologie: KNX/EIB, LCN, BACnet, LON, X-Comfort, CEBUS, PROFIBUS. W systemach otwartych można stosować różne standardy komunikacji. Technologie komunikacji dzieli się na bezprzewodowe i przewodowe. Na rysunku 4 przedstawiono standardy komunikacyjne wykorzystywane w mediach transmisyjnych w Smart Grid.



Rys. 4. Standardy komunikacyjne w Smart Grid [oprac. własne]

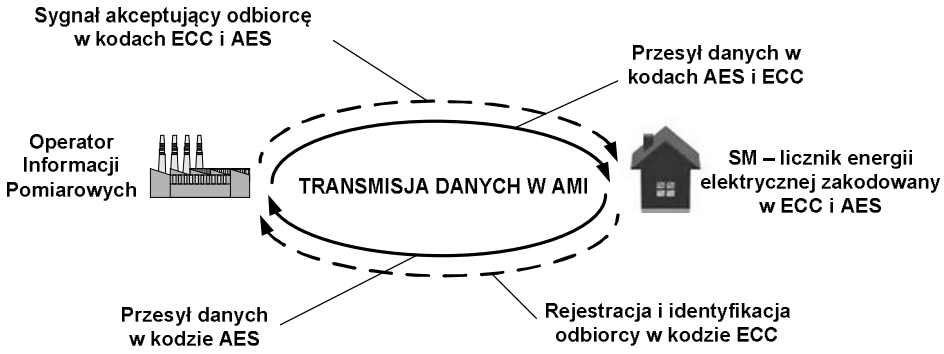
Z technologii bezprzewodowych na uwagę zasługują HSDPA (ang. High Speed Downlink Packed Access) i LTE (ang. Long Term Evolution). HSDPA jest rozszerzeniem technologii UMTS, inaczej 3,5G. Wprowadzenie standardu HSDPA pozwoliło na praktyczny wzrost przepustowości o rząd wielkości. Wartości prędkości przesyłu danych w HSDPA wynoszą obecnie od 1,8 Mbit/s do 3,6 Mbit/s. LTE osiąga prędkość transmisji danych w miastach około 175 Mbit/s [2].

Z technologii przewodowych za najważniejszy uważa się PLC (ang. Power Line Communication), a za najbardziej rozwojową FTTH (ang. Fiber To The Home). W technologii FTTH wykorzystuje się architekturę punkt – wielopunkt. Jedno włókno światłowodowe może przekazywać usługę tzw. Triple-Play np. telewizja, Internet i telefon. Nie jest w tym przypadku wymagane urządzenie zasilające, na odcinku światłowód – odbiorca. Jest to usługa typu PON (ang. Passive Optical Network). W BMS rozpowszechniona jest technologia komunikacji przewodowej typu PLC Home Plus. Na uwagę zasługuje również technologia ZigBee, która zapewnia użytkownikom systemu maksymalny poziom bezpieczeństwa danych.

3. BEZPIECZEŃSTWO KOMUNIKACJI W SMART GRID

Poziom jakości usług świadczonych przez OIP na rzecz odbiorcy końcowego jest określony m.in. przez wartość wskaźnika SLA (ang. Service Level Agrement). Z prawnego punktu widzenia jest to umowa zawarta pomiędzy Odbiorcą końcowym, a OIP w zakresie poziomu jakości usług świadczonych przez OIP na rzecz usługobiorcy, czyli odbiorcy końcowego. Określenie wartości SLA jest trudne, zależy bowiem od wielu czynników. Ponieważ relacja odbiorca końcowy – OIP jest szeregowa, wysoki poziom złożoności transmisji danych zmniejsza końcową wartość SLA. Podczas eksploatacji wartość SLA powinna teoretycznie wzrosnąć. Dostęp do przesyłanych dwukierunkowych danych w Smart Grid przez nieuprawnione osoby powinien być niemożliwy. Poziom bezpieczeństwa dostępu jest określony i zapewniony przez OIP. Dane pochodzące z licznika energii elektrycznej są zaliczane do wrażliwych. W pracach [4, 5] są podane ogólne i obowiązujące zasady zabezpieczania danych przed nieuprawnionym dostępem na poziomie Smart Grid. Z uwagi na bardzo ogólne dane o zabezpieczeniach systemu AMI w Polsce, oparto się na koncepcji amerykańskiej. Poziom zabezpieczenia danych przed nieuprawnionym dostępem, jest przez OIP niepublikowany. Można jedynie przypuszczać, że przesyłanie danych jest szyfrowane na poziomie AES128, a rejestracja przy wykorzystaniu kodu ECC-253.

Na rysunku 5 przedstawiono sposób transferu danych w otwartych systemach Smart Grid.



Rys. 5. Transmisja danych w AMI [oprac. własne]

Po zamontowaniu przez instalatora licznika SM, zostaje wysyłany do OIP sygnał identyfikacyjno-rejestrujący w kodzie np. ECC 253. Po otrzymaniu informacji, system operacyjny OIP przesyła dane w kodach ECC i AES do SM. Po rozpoznaniu przez licznik SM informacji z OSD proces instalacji jest ukończony. W czasie eksploatacji z licznika SM są przekazywane dane zaszyfrowane w kodzie AES 128. Na drodze OIP – operator końcowy dane są przesyłane w kodach ECC 253 i AES 128.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Interoperacyjność i wymienialność urządzeń w AMI jest jednym z wymogów otwartości systemu komunikacji w Smart Grid. Jest to zgodne z zaleceniem m.in. mandatu UE M/441, który jest w pełni realizowany w Polsce. Liczniki energii elektrycznej zaliczane do klasy SM komunikują się najczęściej w technologii PRIME, wykorzystując protokół DLMS/COSEM i/lub IDIS, G3, DSGP. Z uwagi na wysoki poziom zabezpieczenia danych przed nieuprawnionym dostępem, uważa się za możliwe przestępstwa komputerowe typu DOS, DDOS czy DRDOS. DOS oznacza odrzucenie usługi (ang. Denial of Sernice), DDOS oznacza atak na system komputerowy z wielu miejsc równocześnie (ang. Distributed Denial of Sernice). Atak typu DRDOS polega na przesyłaniu do odbiorcy dużej liczby błędnych informacji pochodzących teoretycznie z OIP.

Za typowe przykłady naruszenia bezpieczeństwa uważa się jamming, naśladowanie urządzeń (ang. appliance impersonation), powtórzenie sygnału (ang. Replay attack) i nieodrzucenie (ang. non-repudiation). Wdrażając system AMI w Polsce, należy pamiętać, że zmniejszenie zużycia energii elektrycznej możliwe jest jedynie w przypadku zmiany zachowań odbiorców DSR (ang. Demand Side Response). Na DSR mają znaczny wpływ ceny energii elektrycznej i taryfy.

LITERATURA

[1] Paluszczak M., Twardosz G.: Intelligent metering of electric power consumption. Poznań University of Technology, Academic Journals, Electrical Engineering, No 64, Poznań 2010, s. 85-89.
[2] Szymański A.: Landis+Gyr manage energy better. Materiały konferencji "Wdrażanie Smart Grid – ramy standardów, ryzyka, konflikty". Warszawa, 10-11.12.2013, s. 1 – 23.
[3] Becks T., Stein J.: E-world – Smart Grids standarizarion. E-world doc. Essen, 9.02.2012.
[4] Balakrishnan M.: Security in Smart Meters. Free scale Semiconductor Inc. Doc. number: SEC s. MTMTRWP REV0, Arizona 2012.
[5] Palmquist S., Dubrowsky I.: Open way security. Overview. Itron Inc. Washington, USA, 2011.

TECHNICAL ASPECTS OF PRACTICAL IMPLEMENTATION AMI

In this paper are presented choosen technical aspects of practical implementation AMI. Are pointed on choice necessity open communication system between energy electric meter and measurements centre, or smart meter and Home Area Network. Are determinated acceptable level of access authority.