

Jan KURASZKIEWICZ*
Grzegorz TWARDOSZ**

INFRASTRUKTURA INTELIGENTNEGO OPOMIAROWANIA ELEMENTEM SMART GRID

W pracy przedstawiono stan obecny wdrażania inteligentnych systemów pomiarowych jako elementu Smart Grid w Polsce. Przeanalizowano zalety i wady systemów zdalnego odczytu energii elektrycznej prowadzonych w dużym zakresie np. w ENERGA S.A., jak i pilotażowych projektów. Wskazano na korzyści z wdrożenia inteligentnych systemów pomiarowych dla Operatorów Sieci Dystrybucyjnych.

1. WPROWADZENIE

Korzyści z wdrożenia inteligentnych systemów pomiarowych, określanymi jako AMI (ang. Advanced Metering Infrastructure) dla Operatorów Sieci Dystrybucyjnej (OSD), można podzielić na bezpośrednie i pośrednie [1, 2]. Za najważniejsze korzyści z grupy bezpośrednich uważa się obniżenie strat handlowych i technicznych. Do strat handlowych zalicza się m.in. straty spowodowane przez nielegalny pobór energii elektrycznej. Wprowadzenie AMI umożliwi przekazywanie danych w czasie rzeczywistym, co znacznie powinno poprawić wykrywanie m.in. źródeł nielegalnego poboru energii elektrycznej. Obecnie straty tego rodzaju w Polsce szacuje się na około 9%.

W tabeli 1 przedstawiono przewidywane tempo rozwoju infrastruktury AMI mierzone ilością zainstalowanych inteligentnych liczników energii elektrycznej.

Tabela 1. Rozwój infrastruktury AMI [opr. własne]

Kraj	Liczba zamontowanych inteligentnych liczników	
	w 2011r.	prognoza w 2020r.
USA	8 mln	60 mln
Chiny	500 tys. (2010r.)	350 mln (2030r.)
Indie	-	130 mln
Brazylia	-	63 mln
Płd. Korea	750 tys.	24 mln
UE	45 mln	240 mln
Polska	60 tys.	3,29 mln (2018)

* Aldesa Polska.

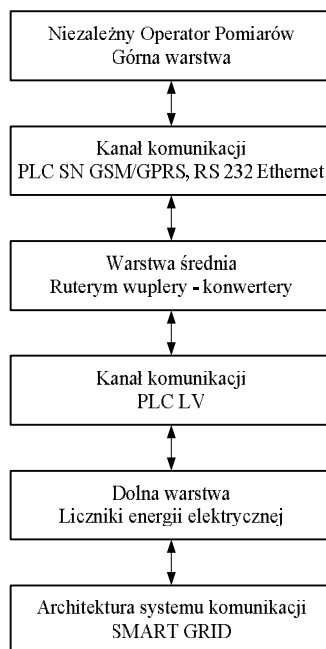
** Politechnika Poznańska.

Z analizy wyników przedstawionych w tabeli 1 widać bardzo dynamiczny wzrost ilości zamontowanych liczników. W krajach UE przewidywany na najbliższe lata wzrost instalacji inteligentnych liczników wskazuje na to, że OSD powinno bardzo uważnie analizować plan do możliwości zakupu odpowiedniej ilości liczników. Jest prawdopodobne, że popyt przewyższy podaż, co może prowadzić do konieczności skorzystania z liczników o gorszych parametrach.

Wprowadzenie systemu inteligentnych sieci jest podyktowane także wdrożeniem dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady: z 2009/72/WE dotyczącej wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej, z 2009/28/WE dotyczącej promowania i stosowania energii ze źródeł odnawialnych oraz 2012/27/WE w sprawie efektywności energetycznej.

2. INFRASTRUKTURA AMI

Niezależnie od wyboru technologii, architekturę systemu komunikacji w Smart Grid dzieli się na ogół na trzy poziomy lub warstwy np. dolna, środkowa i górna warstwa. Warstwa to zespół urządzeń teleinformatycznych, umożliwiających zbieranie i przesyłanie, kompilowanie i opracowanie danych oraz przystosowanych do dwustronnej komunikacji [2 – 5]. Kanały komunikacyjne zapewniają dwukierunkowy dostęp pomiędzy warstwami. Na rys. 1 przedstawiono architekturę systemu AMI.



Rys. 1. Architektura systemu AMI [opr. własne]

Duże znaczenie, jako medium komunikacyjne, mają sieci rozdzielcze niskiego i średniego napięcia, PLC (ang. Power Line Carrier lub częściej Power Line Communication).

3. PRZYSTOSOWANIE INFRASTRUKTURY AMI DO MONITOWANIA NIELEGALNEGO POBORU ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Wprowadzenie technologii AMI prowadzących do osiągnięcia poziomu Smart Grid prowadzi się w UE, w tym w Polsce, metodą step by step [4 – 5]. W Polsce Grupa ENERGA jest liderem w wprowadzaniu najnowszych technologii i rozwiązań z zakresu AMI. W pierwszym kwartale 2013 roku rozpocznie się instalacja 310 tys. inteligentnych liczników w technologii PRIME. W pierwszym etapie zainstalowano nieco ponad 100 tys. inteligentnych liczników. Grupa ENERGA do końca 2020 zamierza przeznaczyć na rozwój Smart Grid około 1,4 mld PLN.

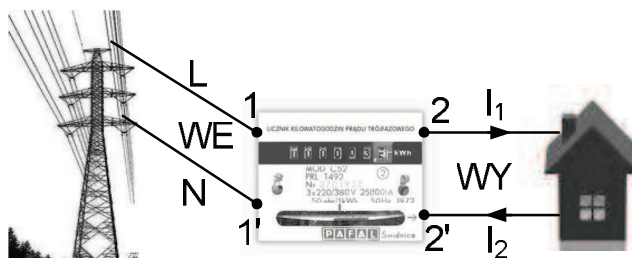
W technologii PRIME (ang. Power line Intelligent Metering Evolution) wykorzystuje się przesył wąskopasmowy. Komunikacja jest zorientowana w trybie master/slave. Obecnie w warstwie fizycznej stosuje się modulacje OFDM. Prędkość transmisji danych jest uzależniona od typu modulacji i sposobu kodowania. Identyfikacja obiektu jest realizowana przy użyciu kodu OBIS, przy modelu informatycznym COSEM. Zaletą modelu danych COSEM jest fakt, że jest on w pełni niezależny do protokołu warstwy aplikacyjnej.

W technologii PRIME moduł komunikacyjny ma integrować także sieci HAN (ang. Home Area Network). Komunikacja pomiędzy modułem komunikacji, a koncentratorom powinna odbywać się z wykorzystaniem licznika i technologii PLC, (PLCL V). Pasma częstotliwości stosowane w PRIME jest zgodne z EV 50065 – 1/2001+A1/2010. Przesyłanie danych ma poziom bezpieczeństwa AES-128 (AES – GCM 128). Tryb pracy jest szyfrowo-uwierzytelniający. Dane są przesyłane w protokole DCSML jako rozszerzony standard SML, definiujący model informatyczny COSEM. Jest on zorientowany i pracuje w układzie klient-serwer.

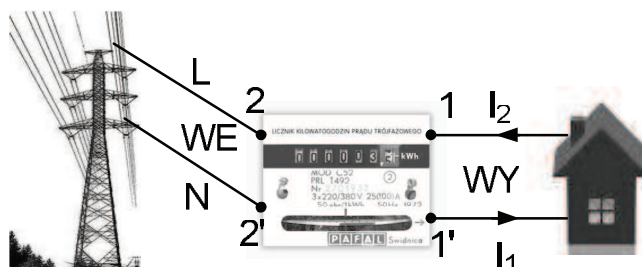
Kradzież lub nieuprawniony pobór energii elektrycznej prowadzi się zasadniczo w dwojaki sposób, tj. poprzez ingerencję w układ pomiarowy licznika lub działania przelicznikowe. Sposób pierwszy wiąże się z demontażem plomb monterskiej.

Poniżej przedstawiono sposoby najczęściej stosowane w przypadku inteligentnych liczników. Na rys. 2 przedstawiono prawidłowy układ połączeń, czyli ponad 90% odbiorców.

Na rys. 3-7 przedstawiono najczęściej stosowane sposoby nieuprawnionego poboru energii elektrycznej.

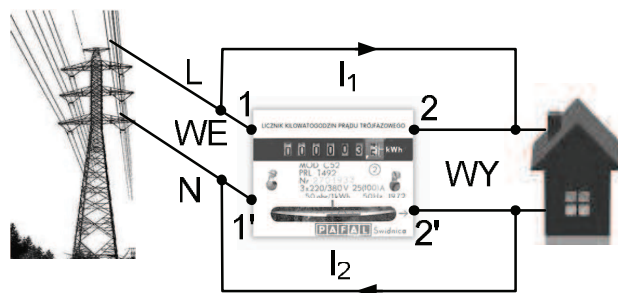


Rys. 2. Prawidłowy układ połączeń licznika energii elektrycznej:
1-1' – zaciski WE układu pomiarowego licznika, 2-2' – zaciski WY układu pomiarowego licznika



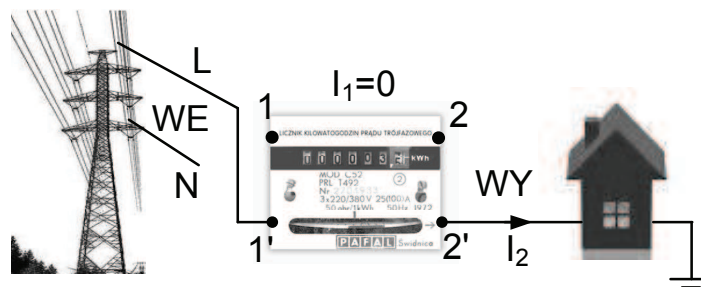
Rys. 3. Kradzież energii elektrycznej poprzez zmianę podłączenia WE/WY [opr. własne]
1-1' – zaciski WE układu pomiarowego licznika, 2-2' – zaciski WY układu pomiarowego licznika

Układ pomiarowy licznika (rys. 3) wykrywa zmianę kierunku prądów, w porównaniu do prawidłowej drogi przepływu i daje informację alarmową.



Rys. 4. Kradzież energii elektrycznej poprzez bocznikowanie licznika [opr. własne]
1-1' – zaciski WE układu pomiarowego licznika, 2-2' – zaciski WY układu pomiarowego licznika

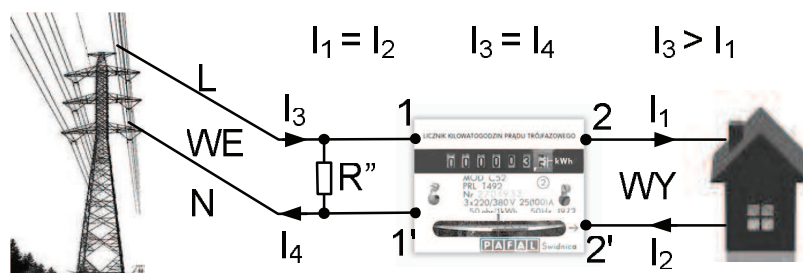
Układ pomiarowy licznika (rys. 4) pozwala na wykrycie różnicy pomiędzy wartością I_1 i I_2 . W wyniku tego porównania, układ wysyła informację typu alarm. Sposób ten, przy „prawidłowo” wykonanej instalacji jest trudny do wykrycia.



Rys. 5. Kradzież energii elektrycznej poprzez przełączenie przewodu L i odłączenie przewodu N [opr. własne]

1-1' – zaciski WE układu pomiarowego licznika, 2-2' – zaciski WY układu pomiarowego licznika

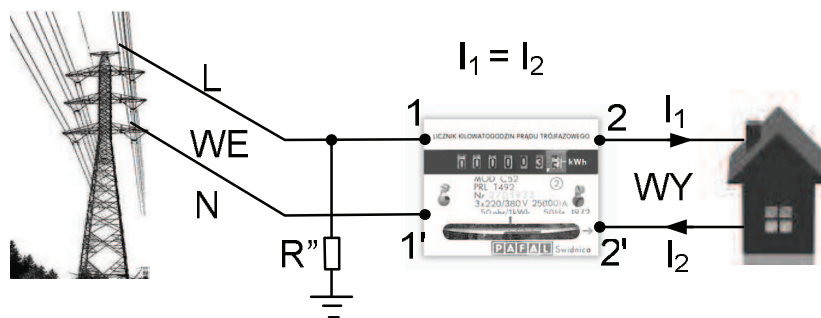
Układ pomiarowy (rys. 5) analizuje stan pracy tzn. brak przepływu prądu I_1 i nieprawidłowy kierunek I_2 i przekazuje sygnał alarmowy.



Rys. 6. Kradzież energii poprzez podłączenie części odbiorników przed licznikiem [opr. własne]

1-1' – zaciski WE układu pomiarowego licznika, 2-2' – zaciski WY układu pomiarowego licznika

W przypadku z rys. 6, wskazania licznika bilansujące pozwalają na wychwycenie takiego sposobu kradzieży energii elektrycznej.



Rys. 7. Kradzież energii poprzez podłączenie części odbiorników przed licznikiem i nie podłączenie przewodu N [opr. własne]

1-1' – zaciski WE układu pomiarowego licznika, 2-2' – zaciski WY układu pomiarowego licznika

Sposób kradzieży, przedstawiony na rys. 7, zostaje wychwycony przez licznik bilansujący. Spowoduje to wysłanie odpowiedniego alarmu do Centralnego Systemu Zarządzania Danymi. Można także wskazać na inne, rzadziej stosowane sposoby kradzieży. Do takich sposobów można zaliczyć całkowite zasilanie odbiorników przed licznikiem. Licznik energii wskazuje wtedy $I_1 = I_2 = 0$. Układ pomiarowy wysyła sygnał alarmowy. Może być on interpretowany także jako uszkodzenie licznika. Zastosowanie licznika energii uznawany za inteligentny nie eliminuje jej nielegalnego poboru. Niezależne, dwukrotne opomiarowanie każdego odbiorcy prowadzi w 100% do wykrycia sprawcy źródła nielegalnego poboru energii elektrycznej. Z technicznego punktu widzenia i możliwości struktury AMI jest to możliwe, jednak ze względów ekonomicznych jest to nieuzasadnione. Wydaje się, że umieszczenie 100% liczników w budynkach na poziomie parteru, ograniczy nielegalny pobór związany z ingerencją w licznik. Nie wiadomo, jak takie działanie wpłynie na nielegalny przedlicznikowy pobór energii elektrycznej. Wykrycie źródła nielegalnego poboru energii nie jest jednoznaczne z wykryciem sprawcy.

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie analiz PSE Ministerstwo Gospodarki oszacowało, że 6 mld PLN zainwestowanych w budowę systemu AMI, w ciągu 15 lat przyniesie 12,4 mld zysku. Z tego 4,5 mld przypadnie OSD. Nieco ponad 2,7 mld PLN mają wynieść łączne korzyści dla odbiorców energii. Taka sama kwota zysku przewidywana jest dla sprzedawców energii. Pozostałe 2,4 mld PLN ma otrzymać PSE Operator. Na efektywność inwestycji w rozwój AMI istotny wpływ będzie miał m.in. pobór mocy przez liczniki. W przypadku liczników jednofazowych pobór mocy zawiera się pomiędzy 0,5 a 1,5 W. Pobór mocy przez koncentratory jest znacznie wyższy. Występują także znaczne różnice w poborze mocy przez koncentratory różnych producentów.

Zastosowanie liczników inteligentnych, w tym liczników bilansujących, wpłynie na zwiększenie wykrywania źródeł nielegalnego poboru energii elektrycznej. Ernst Young [1] wskazuje nawet na konieczność zastosowania dodatkowej aplikacji „business intelligence”. Aplikacja powinna pozwolić na wytypowanie klientów lub grup klientów, którzy mogą potencjalnie nielegalnie pobierać energię elektryczną [1, 5]. Metody komunikacji AMI pozwolą co prawda na określenie miejsca nielegalnego poboru energii elektrycznej, jednak nie likwiduje to problemu. Konieczne są zmiany prawne. Obecnie Sąd Najwyższy stwierdził, że definicja nielegalnego poboru energii elektrycznej jest wypełniona tylko wtedy, gdy taka energia została rzeczywiście pobrana. W praktyce oznacza to konieczność stwierdzenia nielegalnego poboru podczas kontroli. Mając w perspektywie pewność wzrostu cen za energię elektryczną, w najbliższych latach ryzyko nasilenia się zjawiska nielegalnego poboru wydaje się bardzo prawdopodobne. Dlatego przynajmniej przez kilka lat nie należy

rezygnować całkowicie z wizyt pracowników energetyki u odbiorców. Taka rezygnacja mogłaby doprowadzić do odmiennych skutków od zamierzonych, tzn. do zwiększenia nielegalnego poboru całkowicie lub częściowo przelicznikowych. Wprowadzenie AMI nie powinno w sposób znaczący wpłynąć na nielegalny pobór energii elektrycznej.

LITERATURA

- [1] Instytut Energetyki, Oddział Gdańsk, Studium wdrożenia inteligentnego pomiaru energii elektrycznej w Polsce, Gdańsk, 2010.
- [2] Paluszczak M., Twardosz G., Electric energy storage in SMART GRID, Electrical Engineering, Poznań University of Technology, Academic Journals, Poznań, 2011, p. 107-113.
- [3] Giordano V. and others: Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current development. Publications office of the European Union, EU, 2011.
- [4] Heinen S. and others: Impact of Smart Grid Technologies on Peak load to 2050 OECD/IEA, 75739 Paris, 2011.
- [5] Ernst&Young: Nowoczesna infrastruktura pomiarowa w krajach Europy Centralnej i Południowo-wschodniej – aktualny stan wdrożeniowy, plany, perspektywy. Ernst&Young, 2012.

INFRASTRUCTURE OF INTELLIGENT MEASUREMENTS AS ELEMENT SMART GRID

In this paper are presented present state of intelligent measurements systems as part of Smart Grid. Are analyzed advantages and disadvantages remotely separation electric energy. Are described pilotages programmes and wide conducted projects AMI. Are indicated advantages AMI for operator distribution system.