

doi:10.15199/48.2016.01.41

Analiza korzyści i zagrożeń związanych ze stosowaniem w Polsce inteligentnych liczników energii elektrycznej

Streszczenie. W pracy podjęte zostały zagadnienia odnoszące się do inteligentnych liczników energii elektrycznej. W poszczególnych częściach pracy omówiono zagadnienia dotyczące istoty funkcjonowania tych liczników, przy czym główna uwaga została skupiona na opisanu korzyści oraz zagrożeń, które wiążą się z ich wykorzystywaniem. Teza, która została potwierdzona w pracy, brzmi: Stosowanie inteligentnych liczników energii elektrycznej w Polsce może przynieść znacznie więcej korzyści niż zagrożeń.

Abstract. The study taken in on the issues relating to smart electricity meters. In parts of the paper discusses issues concerning the essence of the functioning of these counters, with the main attention was focused on describing the benefits and the risks that are associated with their use. The thesis, which was confirmed in the paper, is: The use of smart electricity meters in Poland can bring much more benefits than risks. **Smart energy meters – analysis of advantages and risks accompanying in introduction these devices in Poland**

Słowa kluczowe: energia elektryczna, licznik energii elektrycznej

Keywords: electricity, electric energy meter

Wstęp

W Polsce już od co najmniej kilku lat dyskutuje się na temat zagadnień odnoszących się do inteligentnych liczników energii elektrycznej. Przy tym bardzo często dyskusje nad tymi zagadnieniami wywołują wiele kontrowersji i nieporozumień, które wiążą się z tym, że szereg osób nie do końca wie, czym tak naprawdę te liczniki są i jakie korzyści może generować ich stosowanie.

Stąd tak ważne staje się podejmowanie zagadnień dotyczących tych liczników i omawianie różnorodnych kwestii z nimi związanych. W prezentowanej pracy, poza charakterystyką i wyjaśnieniem, co jest istotą działania tych liczników, główna uwaga zostanie skupiona na opisanu korzyści oraz zagrożeń, które wiążą się z ich wykorzystywaniem w Polsce. Wśród zagrożeń omówione zostaną również ewentualne bariery, które mogą przyczynić się do powstawania problemów podczas wdrażania systemów związanych z inteligentnymi licznikami energii elektrycznej w Polsce, a nawet uniemożliwić ich wykorzystywanie w poszczególnych gospodarstwach domowych.

Czym są inteligentne liczniki energii elektrycznej?

By móc charakteryzować kwestie dotyczące korzyści i zagrożeń związanych z wykorzystywaniem inteligentnych liczników energii elektrycznej w Polsce warto w pierwszej kolejności pokrótce omówić istotę funkcjonowania tych liczników. Jest to o tyle ważne, że dzięki opisaniu tego tematu możliwe stanie się wskazanie szeregu korzyści czy wad, które są związane właśnie z istotą działania tych liczników.

Omawiane w pracy liczniki są zaliczane do *smart grids*, a więc inteligentnych systemów (sieci) energetycznych [1]. Są to rozwiązania techniczno-organizacyjne, dzięki którym możliwe staje się komunikowanie pomiędzy wszystkimi uczestnikami rynku energetycznego, co ma na celu dostarczanie usług energetycznych po jak najniższych kosztach i w sposób jak najbardziej efektywny, a także integrowanie rozproszonych źródeł energii, w tym również tych, które są związane z OZE (odnawialnymi źródłami energii). Istotą działania *smart grids* jest łączenie rozproszonych elementów sieci energetycznych, a następnie sterowanie nimi i nawiązywanie sprawnej komunikacji pomiędzy nimi, co jest możliwe dzięki różnym urządzeniom, takim jak na przykład wyłączniki, rejestratory czy właśnie liczniki [1]. Do najważniejszych cech *smart grids* zalicza się:

- ich elastyczność, a więc możliwość dostosowania się do potrzeb nabywców,
- dwukierunkowość przesyłu informacji,
- otwartość na wdrażanie nowych rozwiązań, takich jak na przykład tych z zakresu inteligentnego ładowania samochodów elektrycznych,
- możliwość szybkiego informowania operatorów energetycznych o wystąpieniu awarii, co odbywa się na przykład na skutek dłuższego braku odczytu z określonego licznika [2,3].

Inteligentne liczniki energii elektrycznej zalicza się do inteligentnego opomiarowania. Terminem tym określa się kompletną infrastrukturę, która obejmuje wszelkie urządzenia pomiarowe, a więc, poza licznikami, również sieci i systemy komputerowe, protokoły komunikacyjne oraz procesy organizacyjne, za pomocą których możliwe staje się pozyskiwanie danych na temat zużycia i parametrów energii u poszczególnych jej odbiorców, jak również oddziaływanie na tych odbiorców poprzez sterowanie zużyciem energii w ich domach [4].

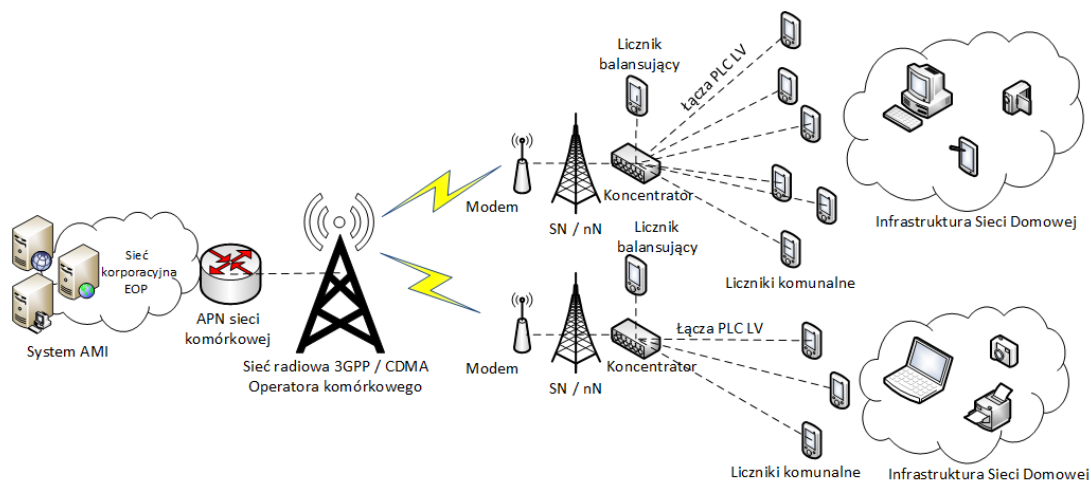
Z inteligentnymi licznikami energii elektrycznej nierozzerwalnie powiązane są pojęcia dotyczące AMR (*automatic meter reading*, czyli zdalny odczyt), jak i AMI (*advanced metering infrastructure*). AMR to technologia, która pozwala na automatyczne pobieranie danych pochodzących między innymi z liczników energii elektrycznej [1].

Z kolei AMI to system pomiarowo-rozliczeniowy, który składa się z aplikacji centralnej, infrastruktury niezbędnej do komunikacji dwukierunkowej, infrastruktury pomiarowej, a także innych elementów, które służą do dokonywania zdalnych pomiarów, a także przesyłania, gromadzenia oraz przechowywania danych dotyczących zużycia energii elektrycznej w poszczególnych gospodarstwach domowych. Należy dodać, że AMR, jak również inteligentne liczniki energii elektrycznej, są integralnymi elementami AMI [5]. Przykładowy schemat systemu AMI, którego jednym z elementów są inteligentne liczniki energii elektrycznej, został przedstawiony na rysunku 1.

Jeśli chodzi o definicję samego inteligentnego licznika energii elektrycznej (*smart meter*) to należy podkreślić, że jest to licznik, który pozwala na rejestrowanie i gromadzenie szczegółowych informacji dotyczących zużycia tej energii, jak również na przesyłanie tych informacji w sposób zdalny, do baz danych operatorów energetycznych. W skład wspomnianych informacji wchodzi zwykle dane dotyczące następujących kwestii:

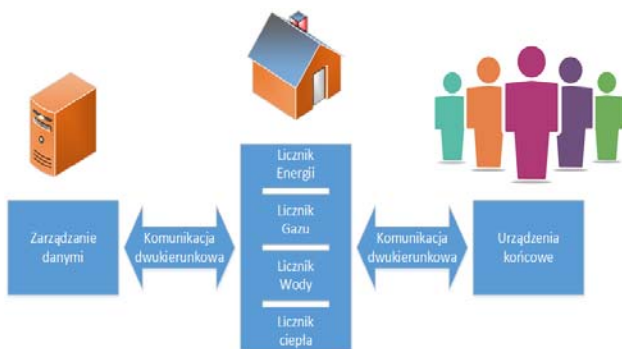
- 15-minutowego profilu obciążenia,
- parametrów jakościowych,
- mocy maksymalnych,
- różnego rodzaju zdarzeń, takich jak na przykład zaniki napięcia czy prób tzw. sabotażu (te ostatnie polegają na przykład na otwieraniu zabudowy licznika) [7].

Przykładami rozwiązań konstrukcji liczników na rynku Polskim są m. in. SmartEMU firmy Aparator, MTR1000/3000 firmy Echelon, Alpha AS firmy Elmess Metering.



Rys. 1. Przykładowy schemat systemu AMI [6]

Warto tutaj wspomnieć również o definicji inteligentnych liczników energii elektrycznej, która została zawarta w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne. W tym akcie prawnym posłużono się jednak terminem „liczniki zdalnego odczytu”. W art. 9c ust. 5b tej ustawy zaznaczono, że przez liczniki te rozumie się „zespół urządzeń służących do pozyskiwania danych pomiarowych, umożliwiający dwustronną komunikację z systemem teleinformatycznym” [8].



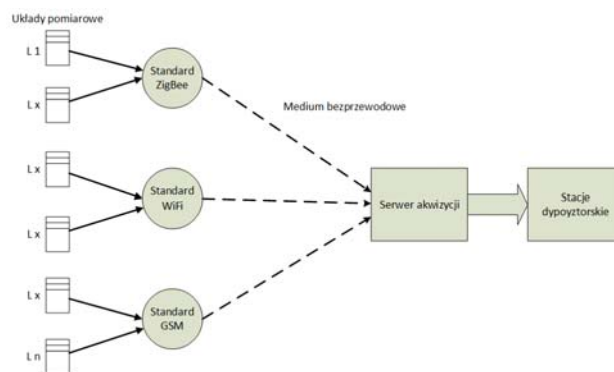
Rys. 2. Istota komunikacji w ramach systemu inteligentnego opomiarowania [10]

Istotą funkcjonowania inteligentnych liczników energii elektrycznych i tym, co zdecydowanie odróżnia je od liczników tradycyjnych, jest możliwość dwustronnej komunikacji pomiędzy nimi a całym systemem. Przy tym do komunikacji tej dochodzi zarówno pomiędzy urządzeniami końcowymi, a więc tymi, które są zlokalizowane w mieszkaniach poszczególnych odbiorców energii elektrycznej, a licznikami umieszczonymi w budynkach, jak i pomiędzy tymi licznikami a urządzeniami pozwalającymi na gromadzenie i przetwarzanie różnorodnych danych oraz informacji [9]. Zostało to zobrazowane na rysunku 2.

Należy stwierdzić, że istnieją różnorodne metody odczytu informacji pochodzących z tych liczników. Ogólnie wyróżnia się metody przewodowe oraz bezprzewodowe. W Polsce, w ramach programów pilotażowych podstawowym sposobem komunikacji pomiędzy licznikami i koncentratorami danych jest wykorzystanie techniki PLC (ang. Power Line Communication – komunikacja

wykorzystująca przewody sieci elektroenergetycznej jako medium komunikacyjne). Sieć energetyczna, ze względu na fakt, że z założenia nie jest do tego przystosowana, nie jest przyjaznym medium do transmisji danych. Jej przepustowość jest więc ograniczona. Stąd konieczne jest wprowadzenie algorytmów optymalizacji gromadzenia danych przez koncentratory i przesyłania ich do systemu nadrzędnego w większych porcjach. Dlatego coraz większą popularność zdobywa technologia bezprzewodowa, wśród których na szeroką skalę, zaczyna się wykorzystywać metody oparte na trzech rodzajach standardów, a więc na:

- standardzie ZigBee – jest on realizowany przy użyciu modemów XBee, które są produkowane przez firmę Digi International; standard ten zapewnia automatyczną detekcję fali nośnej, retransmisję zagubionych bądź uszkodzonych pakietów danych oraz detekcję błędów,
- standardzie WiFi (*Wireless Fidelity*) – w ramach tego standardu wykorzystuje się centralną stację bazową, która jest nazywana punktem dostępowym i którą może być dowolny router bezprzewodowy,
- standardzie GSM (*Global System for Mobile Communications*) – wykorzystywanie tego standardu polega na tym, że poszczególne inteligentne liczniki energii elektrycznej łączą się, za pośrednictwem modemu GSM bądź GPRS (*General Packet Radio Service*), z punktem dostępowym do Internetu, a następnie z serwerem akwizycyjnym i moduł odczytowy zapewnia przesył danych z tych liczników do bazy danych [11, 12].



Rys. 3. Bezprzewodowy system AMR [12]

Architektura bezprzewodowych systemów odczytu danych pochodzących z inteligentnych liczników energii elektrycznej została zaprezentowana na rysunku 3.

Wdrażanie inteligentnych liczników energii elektrycznej na terenie Polski

W Polsce wymóg instalowania i upowszechniania rozwiązań z zakresu inteligentnych systemów energetycznych wynika przede wszystkim z prawodawstwa Unii Europejskiej. W punkcie 2 Załącznika 1 do Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotyczącej wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE zostało podkreślone, że wszystkie kraje członkowskie UE są zobowiązane do zapewnienia wdrożenia inteligentnych systemów pomiarowych, co ma pozwolić na aktywne uczestniczenie konsumentów w rynku dostaw energii elektrycznej. W Dyrektywie zaznaczono jednak, że wdrażanie rozwiązań z zakresu inteligentnych systemów pomiarowych powinno zostać uzależnione przede wszystkim od dokonania ekonomicznej oceny wszystkich korzyści i kosztów, które będą wiązać się z tymi działaniami. Dzięki tej ocenie możliwe będzie stwierdzenie, czy stosowanie *smart metering* będzie korzystne dla danego państwa, a jeśli tak to jakie rodzaje inteligentnego opomiarowania należy zastosować i w jakim czasie ich dystrybucja będzie możliwa do rozpoczęcia i wykonania. Dyrektywa nałożyła na poszczególne państwa członkowskie UE obowiązek dokonania wspomnianej oceny maksymalnie do dnia 3 września 2012 r., a następnie przedstawienia harmonogramu wdrażania inteligentnych liczników energii elektrycznej. Przy tym w omawianym dokumencie zaznaczono, że docelowy termin wynosi 10 lat, a więc do 2020 r. i pożądane jest, by do tego czasu w liczniki te zostało wyposażonych co najmniej 80% konsumentów [13].

Jeśli chodzi o Polskę to wspomniana powyżej Dyrektywa w zakresie, w ramach której przewiduje się objęcie co najmniej 80% konsumentów procesem wdrażania inteligentnych liczników energii elektrycznej, póki co nie została transponowana do krajowego porządku prawnego. Jest tak nawet pomimo tego, że Polska zdołała w terminie do 3 września 2012 r. zaprezentować Komisji Europejskiej ocenę, z której wynika, że instalowanie inteligentnych liczników jest jak najbardziej opłacalne zarówno z perspektywy całego rynku energetycznego w Polsce, jak i poszczególnych odbiorców energii elektrycznej. Do tej pory jednak nie zdołano przenieść zapisów omawianej Dyrektywy do polskich rozwiązań prawnych. Dotychczas podejmowano kilka prób w tym zakresie. Obecnie, od czerwca 2014 r. prace zmierzające ku temu są realizowane przez Zespół ds. Programowania Prac Rządu [9].

Należy wprawdzie podkreślić, że w polskim prawie podjęto próby odniesienia się do kwestii związanych z inteligentnymi licznikami energii elektrycznej, to jednak póki co mają one charakter zdecydowanie niewystarczający i nie są bezpośrednią implementacją zapisów znajdujących się w punkcie 2 Załącznika 1 do Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE, a jedynie regulują niektóre kwestie odnoszące się do tych liczników, w tym te związane z uwzględnianiem ich wdrażania w planach rozwoju poszczególnych przedsiębiorstw energetycznych oraz ochrony danych osobowych podczas wykorzystywania tych liczników. Kwestie te zostały uregulowane w tzw. „małym trójpaku energetycznym”, a więc ustawie z dnia 26 lipca 2013 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, a konkretnie w art. 9c ust. 5a (obowiązek ochrony danych pomiarowych przez operatorów systemów dystrybucyjnych instalujących u swoich klientów liczniki zdalnego odczytu), art. 9c ust. 5b (definicja liczników

zdalnego odczytu) oraz art. 16 ust. 7 pkt 4 (obowiązek uwzględniania przez przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją energii w planach dotyczących ich rozwoju realizacji przedsięwzięć dotyczących pozyskiwania, transmisji i przetwarzania danych pomiarowych pochodzących z inteligentnych liczników energii elektrycznej) [8].

Warto zaznaczyć, że w wielu polskich dokumentach rządowych jest mowa o konieczności wdrożenia inteligentnych liczników energii elektrycznej jako jednego z najważniejszych elementów działań na rzecz poprawy efektywności energetycznej. Można tutaj wspomnieć na przykład o „Polityce energetycznej Polski do 2030 roku” [9].

Omawiając zagadnienia dotyczące wdrażania rozwiązań z zakresu inteligentnych liczników energii elektrycznej warto pokrótce opisać także aktualny stan tego procesu. Jeśli chodzi o Polskę to obecnie realizowane są następujące programy, projekty i inicjatywy z tego zakresu:

- pilotażowy program instalacji inteligentnych liczników, który jest realizowany przez Energeę S.A. i dzięki któremu do końca 2012 r. zainstalowano ponad 100 tys. takich liczników,

- dwuletni program przygotowań do wdrożenia systemu inteligentnego zarządzania siecią, który był realizowany przez przedsiębiorstwo PSE Operator,

- projekt wdrożony przez gdański koncern Energa, który ma na celu dostarczenie do wszystkich odbiorców energii inteligentnych liczników do końca 2017 r., a także realizowanie różnych inicjatyw z tego zakresu między innymi z Niepołomicach i Piaseczynie,

- projekt uruchomiony w 2013 r. przez Tauron Dystrybucję, który ma trwać dwa lata; podczas niego ogłoszono przetarg na instalację kompletnej infrastruktury umożliwiającej zamontowanie inteligentnych systemów opomiarowania, a także planuje się instalację około 300 tys. liczników; dotychczas projekt realizowano w kilku miastach Polski, między innymi w Krakowie, Tarnowie i Częstochowie, gdzie zamontowano około 40 tys. nowych inteligentnych liczników,

- projekt „Inteligentne Miasta” („*Smart Cities*”), w którym uczestniczy dziesięć miast, w tym między innymi Dzierżonów oraz Częstochowa [1].

Realizacji projektów i inicjatyw związanych z inteligentnymi systemami opomiarowania sprzyja niewątpliwie możliwość uzyskania dofinansowania na ich przeprowadzenie. W Polsce dobre perspektywy w tym zakresie wiążą się z funduszami unijnymi, które są dostępne dzięki różnym instytucjom. Tak na przykład już w 2011 r. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej uruchomił Program Priorytetowy „Inteligentne Sieci”, którego budżet wynosi 320 mln zł, z czego 150 mln zł zostało przeznaczone na realizację inwestycji związanych z uruchomieniem inteligentnych sieci elektroenergetycznych, a kolejne 170 mln zł na inwestycje związane z rozproszonymi odnawialnymi źródłami energii. W ramach Programu zakłada się dofinansowanie dwunastu różnych przedsięwzięć, które mają być realizowane w ramach tzw. przestrzeni pilotażowych. Wśród nich znajdują się projekty dotyczące zainstalowania co najmniej 10 tys. punktów pomiarowych w gospodarstwach domowych, obiektach handlowych i usługowych oraz w małych i średnich przedsiębiorstwach, a także około 1 tys. punktów pomiarowych w specjalnych strefach ekonomicznych. Realizacja Programu ma trwać do 2018 r. Ze środków dostępnych w jego ramach mają korzystać przede wszystkim operatorzy systemów dystrybucyjnych i przesyłowych energii elektrycznej, a także konsorcja naukowe czy podmioty zarządzające specjalnymi strefami ekonomicznymi [14].

Inteligentne liczniki energii elektrycznej na świecie

W tym miejscu warto wspomnieć także o projektach realizowanych za granicą, co pozwoli na zorientowanie się w tym, jak duża jest skala tych projektów i czy również w innych państwach zainteresowanie rozwojem technologii związanej z inteligentnymi systemami opomiarowania jest tak duże jak w Polsce. Do projektów tych można zaliczyć:

- program związany z funkcjonowaniem „Klubu Smart Grids”, w którym uczestniczą między innymi Holandia, Irlandia, Niemcy oraz Wielka Brytania,

- projekt „Kombikraftwerk Kassel”, nad którym patronat objęła kanclerz Angela Merkel i który zajmuje się podażą energii elektrycznej pochodzącej z 36 różnych odnawialnych źródeł energii (na przykład wiatrowej, słonecznej, wodnej oraz biogazowni), co odbywa się przy intensywnym wykorzystaniu możliwości, jakie dają inteligentne liczniki,

- program inwestycyjny w *smart grids*, który został ogłoszony w 2009 r. przez prezydenta Stanów Zjednoczonych Baracka Obamę i którego fundusze w wysokości ponad 8 mld dolarów są przeznaczane na ponad 100 projektów i inicjatyw realizowanych na terenie całego kraju,

- projekt uruchomienia w Wielkiej Brytanii do 2019 r. 57 mln inteligentnych liczników,

- projekty w Szwecji i we Włoszech, dzięki którym odpowiednio 100% i 90% odbiorców energii elektrycznej zostało wyposażonych w inteligentne liczniki [1].

Powyżej opisane projekty i programy są tylko nielicznymi przykładami inicjatyw, które są związane z instalowaniem inteligentnych liczników energii elektrycznej. Skala tych projektów i inwestycji może świadczyć o tym, że wdrażanie tych liczników może przynosić szereg korzyści. Omówienie tych korzyści zostanie zawarte w kolejnym punkcie pracy.

Korzyści ze stosowania inteligentnych liczników energii elektrycznej

Należy podkreślić, że jest wiele korzyści z wykorzystywania inteligentnych liczników energii elektrycznej. Przede wszystkim do korzyści tych zaliczyć należy redukcję kosztów, zarówno tych, które są ponoszone przez operatorów i dystrybutorów energetycznych, jak i przez odbiorców końcowych. W „Analizie skutków społeczno-gospodarczych wdrożenia inteligentnego opomiarowania”, która została opracowana w kwietniu 2013 r., zawarto opis kilku spośród takich korzyści, przy czym znalazł się tam również katalog kosztów, które muszą zostać poniesione w związku z realizacją programu dotyczącego wdrażania inteligentnych liczników energii elektrycznej. Bilans tych kosztów i korzyści został zawarty w tabeli 1, przy czym wzięto pod uwagę założenie dotyczące tego, że instalacja tych liczników zakończy się ostatecznie w 2020 r. bądź w 2026 r.

Tabela 1. Bilans najważniejszych kosztów i korzyści z wdrażania inteligentnych liczników energii elektrycznej w Polsce (w mln zł) [15]

	KORZYŚCI	2013 - 2020	2013 - 2026
Odbiorca	Wzrost liczby zachowań na rzecz efektywnego wykorzystania energii, co spowoduje spadek jej zużycia	496	1 537
Odbiorca	Możliwość zmiany sprzedawcy	50	154
Odbiorca	Razem	546	1 691
Sprzedawca energii	Skrócenie czasu do wystawienia faktury	38	118
Sprzedawca energii	Dopasowanie portfela zakupów	71	194
Sprzedawca energii	Zarządzanie popytem	363	993
Sprzedawca energii	Razem	472	1 305
Operator systemu dystrybucyjnego	Redukcja strat handlowych i technicznych	420	1 301
Operator systemu dystrybucyjnego	Oszczędności na odczytach	475	1 298
Operator systemu dystrybucyjnego	Razem	895	2 599
Operator systemu przesyłowego	Ograniczenie zapotrzebowania na moc	1 787	2 862
Operator systemu przesyłowego	Razem	1 787	2 862
KORZYŚCI RAZEM		3 700	8 457
	KOSZTY		
Operator systemu dystrybucyjnego	Nakłady inwestycyjne	3 456	3 456
Operator systemu dystrybucyjnego	Koszty operacyjne bez amortyzacji	81	229
Operator systemu dystrybucyjnego	Razem	3 537	3 685
Operator informacji pomiarowych	Nakłady inwestycyjne	75	101
Operator informacji pomiarowych	Koszty operacyjne bez amortyzacji	45	65
Operator informacji pomiarowych	Razem	120	166
KOSZTY RAZEM		3 657	3 851
BILANS KORZYŚCI - KOSZTY		43	4 606

Biorąc pod uwagę dane zaprezentowane w tabeli 1 należy więc stwierdzić, że ogólnie bilans korzyści i kosztów związanych z wdrażaniem w Polsce inteligentnych liczników energii elektrycznej wypada dodatnio, przy czym widać to w szczególności w sytuacji, gdy instalowanie liczników trwałoby do 2026 r. Co ważne, wariant ten jest bardziej prawdopodobny, tak więc to właśnie dane odnoszące się do niego powinny zostać wzięte pod uwagę. Według szacunków korzyści finansowe z instalowania *smart metering* będą dotyczyć wszystkich uczestników rynku energetycznego w Polsce, a jednym wyjątkiem będą operatorzy informacji pomiarowych. Poniosą oni bowiem łączne koszty w wysokości 166 mln zł przy braku jakichkolwiek korzyści finansowych. Warto jednak zauważyć, że operatorzy ci bardzo często działają również jako operatorzy systemu dystrybucyjnego (OSD) czy systemu przesyłowego (OSP), a ci uzyskują stosunkowo

wysokie korzyści finansowe w następstwie realizacji programu związanego z inteligentnymi licznikami energii elektrycznej. Zysk OSD, już po odjęciu kosztów, powinien wynieść w latach 2013 – 2026 986 mln zł (będzie on generowany na przykład przez dopasowanie portfela zakupów czy efektywniejsze zarządzanie popytem), a zysk OSP, wynikający z ograniczenia zapotrzebowania na moc, 2 862 mln zł.

Co ważne, korzyści finansowe powinny stać się również udziałem odbiorców końcowych, a więc wszystkich konsumentów. Będzie to następstwem głównie redukcji zużycia energii, jak również wykorzystywania przez nich możliwości zmiany sprzedawcy energii. Ogólnie w latach 2013 – 2026 zyski konsumentów mają wynieść 1 691 mln zł.

Dyskutując nad ewentualnymi korzyściami, które może przynieść Polsce wdrożenie inteligentnych liczników energii elektrycznej, prezentuje się nierzadko dane i analizy

odnoszące się do innych państw, w których funkcjonują już rozwiązania oparte na tych licznikach. Dane dotyczące korzyści, które mogą uzyskać finali odbiorcy energii elektrycznej w następstwie wprowadzenia inteligentnych liczników prezentuje tabela 2. Należy dodać, że dane te są oparte na badaniach Komisji Europejskiej, które zostały przeprowadzone w 2014 r. w szesnastu krajach UE, czyli w Austrii, Danii, Estonii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Irlandii, Luksemburgu, Malcie, Niderlandach, Polsce, Rumunii, Szwecji, Włoszech i Zjednoczonym Królestwie.

Tabela 2. Analiza korzyści z wdrożenia *smart metering* w szesnastu krajach członkowskich UE [16]

	Średnia
Stopa dyskontowa	5,7%
Okres	15 lat
Oszczędność energii	3,0%
Przesunięcie obciążenia	od 0,8 do 9,9%
Koszt na punkt pomiarowy	223 euro
Korzyści na punkt pomiarowy	309 euro
Korzyści dla konsumentów	od 0,6 do 81%

Badania przeprowadzone w szesnastu państwach UE wykazały więc, że konsumenci mogą uzyskać dość spore korzyści finansowe z wykorzystywania inteligentnych

liczników energii elektrycznej. Mogą one bowiem wynieść nawet 81%, choć w wielu krajach ten poziom jest oczywiście znacznie niższy. W dużej mierze zależy to od zasięgu stosowania tych liczników i szybkości ich wprowadzania na rynek energetyczny.

W tym miejscu warto jeszcze zaprezentować dane dotyczące amerykańskiego rynku energetycznego. Według szacunków Electric Power Research Institute inwestycje w rozwój inteligentnych sieci energetycznych, w tym w dużej mierze tych, które są związane z inteligentnymi licznikami energii elektrycznej, mają przynieść w Stanach Zjednoczonych, przy nakładach na poziomie 165 mld dolarów, przychody w wysokości od 638 do 802 mld dolarów. W ten sposób przychody te mogą być wyższe od nakładów cztero-, a nawet pięciokrotnie [1].

W wymiarze ekonomicznym więc stosowanie inteligentnych liczników energii elektrycznej w Polsce może być bardzo opłacalne. W tym miejscu warto wspomnieć o jeszcze innych wymiarach korzyści, które mogą zostać osiągnięte dzięki tym licznikom. Zostały one zaprezentowane w tabeli 3.

Tabela 3. Korzyści z wykorzystywania inteligentnych liczników energii elektrycznej w wymiarze funkcjonalnym, użytkowym, edukacyjnym i ochrony środowiska [17]

Wymiar funkcjonalny
Umożliwienie odbiorcom energii elektrycznej, poprzez uzyskanie dostępu do aktualnych informacji odnośnie zużycia i kosztów tej energii, podejmowania decyzji o korzystaniu z tańszych taryf czy o ograniczeniu poboru energii w tych godzinach, w których jest ona droższa
Stąła i ciągła wymiana informacji pomiędzy odbiorcą a sprzedawcą energii elektrycznej
Dostosowanie warunków sprzedaży do indywidualnych profili zużycia konsumentów
Szybszy przebieg procedur związanych ze zmianą sprzedawcy
Wymiar użytkowy
Możliwość śledzenia przez odbiorcę informacji dotyczących tego, które urządzenia domowe zużywają najwięcej energii
Odczyt licznika może odbyć się bez konieczności przebywania odbiorcy w domu
Wymiar edukacyjny
Czytelne dane pochodzące z czytnika umożliwią odbiorcom łatwe porównywanie taryf poszczególnych sprzedawców energii
Funkcjonowanie inteligentnych liczników przyczynia się do zmian w przyzwyczajeniach odbiorców i do zdobywania przez nich wiedzy na temat tego, co robić, by generować oszczędności i ograniczać wydatki na energię elektryczną
Wymiar związany z ochroną środowiska
Dzięki racjonalnemu zarządzaniu energią przez poszczególnych odbiorców możliwe staje się efektywniejsze wykorzystywanie tej energii, a co za tym idzie redukcja emisji dwutlenku węgla do atmosfery i ograniczenie niekorzystnych zmian klimatycznych

Tabela 4. Porównanie licznika tradycyjnego i licznika inteligentnego [19]

Licznik tradycyjny	Licznik elektroniczny
Stabilność czasowa konstrukcji, niewielka liczba modyfikacji	Duża zmienność konstrukcji
Łatwość montażu, więc trudno o pomyłkę	Trudny montaż, w trakcie którego łatwo o pomyłkę
Energia pobierana z sieci elektroenergetycznej zwykle o mocy 2W	Energia pobierana z sieci plus możliwość zasilania baterijnego
Niepewność od klasy 0.2 lub gorzej	Niepewność klasy 0.1, a nawet lepsza
Licznik mierzy wyłącznie energię czynną	Licznik mierzy szereg różnych wielkości
Niemożliwość odczytu zdalnego	Pełny odczyt zdalny, możliwość zdalnych zmian parametrów pomiarów oraz komunikacji dwukierunkowej
Możliwość dokonania poprawnych pomiarów tylko w sieci elektroenergetycznej i bez odkształconego napięcia i prądu	Poprawna praca względem dowolnych kształtów napięć i prądów
Taniość konstrukcji	Proste wersje bardzo tanie, natomiast liczniki z komunikacją znacznie droższe od liczników tradycyjnych

Do innych korzyści z wykorzystywania *smart metering* można jeszcze zaliczyć poprawę bezpieczeństwa oraz niezawodności systemu elektroenergetycznego, co jest możliwe dzięki znacznemu ograniczeniu przerw w dostawach, będącemu następstwem ciągłego dostarczania informacji na temat zużycia energii przez inteligentne liczniki [6]. Ponadto zastosowanie tych liczników powoduje, że sieć elektroenergetyczna staje się w pełni:

- obserwowalna (poprzez system pomiarowy),
- kontrolowana,
- zautomatyzowana,
- zintegrowana z już istniejącymi systemami [18].

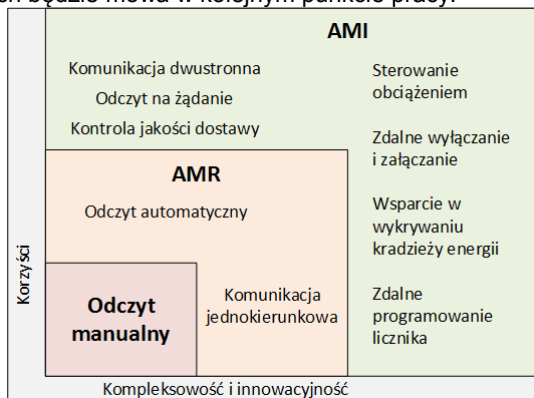
Omawiając korzyści z wykorzystywania inteligentnych liczników energii elektrycznej podkreśla się również fakt, że są one o wiele bardziej funkcjonalne i użyteczne niż liczniki tradycyjne. Porównanie tych dwóch typów liczników znajduje się w tabeli 4.

Jak wynika z tabeli 4, liczniki elektroniczne, w porównaniu do tradycyjnych, są o wiele bardziej funkcjonalne i są bardziej zaawansowane konstrukcyjnie. W ten sposób mogą stawać się przydatniejsze zarówno dla operatorów energetycznych, jak i odbiorców końcowych energii elektrycznej.

Należy jeszcze dodać, że korzyści związane z użytkowaniem *smart metering* to również wysoka kompleksowość i innowacyjność. Przy tym korzyści te obejmują praktycznie wszystkie profity, które są zauważalne względem liczników, w których odczyt wykonuje się w sposób manualny, jak i AMR. Obrazuje to rysunek 4.

Inteligentne liczniki umożliwiają więc realizowanie takich czynności jak zdalne ich włączanie, wyłączanie i programowanie, sterowanie obciążeniem czy realizowanie wsparcia w zakresie wykrywania kradzieży. Ogólnie tych korzyści jest bardzo duża liczba i mają one liczne wymiary,

nie tylko ekonomiczny, ale również funkcjonalny czy użytkowy. Przy tym jednak korzyści te bardzo często mają charakter hipotetyczny, tzn. wprawdzie dużo mówi się i pisze o nich, to jednak nie jest do końca wiadome, czy rzeczywiście się uwidocznia i czy będą miały takie zasięg, jak się prognozuje. Jest to niewątpliwie jeden z problemów, który można dostrzec w związku z wdrażaniem inteligentnych liczników energii elektrycznej w Polsce. O innych będzie mowa w kolejnym punkcie pracy.

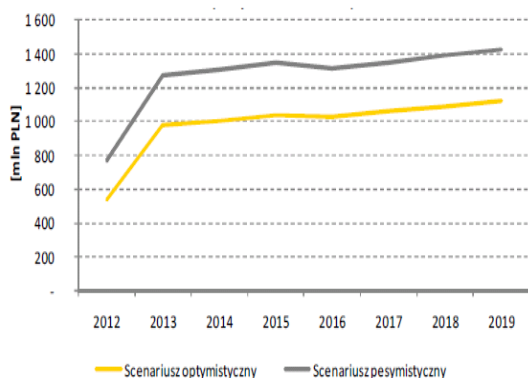


Rys. 4. Korzyści z wykorzystywania *smart metering* w aspekcie kompleksowości i innowacyjności [10]

Zagrożenia związane z wykorzystywaniem inteligentnych liczników energii elektrycznej

Omawiając zagadnienia dotyczące *smart meter* warto skupić się nie tylko na omówieniu korzyści, ale również zagrożeń i barier, które wiążą się z tymi licznikami. Należy zauważyć, że zagrożeń jest o wiele mniej niż korzyści, chociaż niektóre z nich mogą negatywnie wpływać na funkcjonowanie rynku energetycznego w Polsce i samych konsumentów.

W pierwszym rzędzie należy wspomnieć o kosztach. Wprawdzie, jak już zaznaczono, korzyści finansowe związane z wykorzystywaniem inteligentnych liczników będą przewyższały nakłady, to jednak faktem jest, że nakłady te będą wysokie. Dane na ich temat w okresie od 2012 do 2019 r. prezentuje rysunek 5.



Rys. 5. Nakłady inwestycyjne związane z wdrożeniem systemu inteligentnego opomiarowania w Polsce w latach 2012 – 2019 [4]

Jak wynika z rysunku 5, nakłady związane z wprowadzaniem do użytku inteligentnych liczników energii elektrycznej będą stosunkowo wysokie i, co ważne, praktycznie z roku na rok będą rosły. Nawet w wariancie optymistycznym mogą wynieść nawet do około 1,1 mld zł rocznie, co na pewno jest kwotą bardzo dużą. Należy zaznaczyć, że wyliczenia te, oparte w dużej mierze na szacunkach zrealizowanych w związku z wejściem w życie tzw. „małego trójpaku energetycznego”, mogą ostatecznie okazać się zbyt zaniżone. Pod uwagę bowiem wzięto fakt, że koszt wdrożenia liczników na punkt pomiarowy wynosi

około 360 zł, podczas gdy w innych krajach unijnych koszt ten był znacznie wyższy, co może doprowadzić do wzrostu nakładów inwestycyjnych na budowę systemu inteligentnego opomiarowania energii elektrycznej w Polsce. Ponadto szacunki te są w dużej mierze oparte na założeniach całkowicie teoretycznych, a więc niesprawdzonych w praktyce, a także na doświadczeniach z innych państw, w których nierzadko występuje znacznie wyższe zużycie energii oraz cena tej energii (tak jest na przykład w wielu krajach Europy Zachodniej). Warto wspomnieć tutaj o jeszcze jednym fakcie, a mianowicie o tym, że nakłady te będą ponoszone głównie w przeciągu pierwszych kilku lat wdrażania systemu, natomiast ewentualne korzyści finansowe będą uzyskiwane dopiero po 2020 r. Stąd szereg operatorów energetycznych może być niewystarczająco przygotowanych do konieczności poniesienia tak wysokich kosztów [4].

Wykorzystywanie inteligentnych liczników energii elektrycznej wiąże się z tym, o czym już wspomniano w tabeli 4, a więc dużą zmiennością konstrukcji tych liczników i możliwością wystąpienia trudności w ich montażu czy w zapewnieniu prawidłowego ich funkcjonowania. To może z kolei wywoływać problemy w znalezieniu odpowiednio wykwalifikowanych fachowców, stanowiąc przeszkodę w sprawnym przebiegu instalowania poszczególnych liczników [1].

Kolejny problem, który może w bardzo negatywny sposób wpłynąć na wykorzystywanie inteligentnych liczników energii elektrycznej, dotyczy możliwości stosowania niejednorodnych systemów opomiarowania. Część operatorów energetycznych może bowiem zdecydować się na te systemy, które są zgodne ze stanowiskiem Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki i w których ważną rolę odgrywa system różnych zachęt, natomiast inni operatorzy mogą wdrażać systemy wyłącznie w ramach obowiązku wynikającego z nowych uregulowań w Prawie Energetycznym. Może to doprowadzić do współistnienia ze sobą dwóch całkowicie odrębnych systemów opomiarowania, które będą posiadały odmienne funkcjonalności. Będzie to generowało problemy w zakresie komunikacji i tym samym zamiast zmniejszyć koszty udostępniania danych pozyskiwanych z liczników doprowadzi to do wzrostu tych kosztów. W tej sytuacji nowy system „będzie nietrafioną inwestycją polskiej energetyki zamiast źródłem projektowanych dzisiaj korzyści” [4].

Ponadto względem inteligentnych liczników istnieje obowiązek okresowego ich legalizowania. Zwykle przypada on co 8 lat. Obecnie obowiązujące w Polsce regulacje nakazują, by legalizować wszystkie bez wyjątku inteligentne liczniki, co tym samym znacznie zwiększa koszty obsługi tych liczników, bowiem w wielu przypadkach legalizacja wiąże się z wymianą tych liczników. W innych krajach unijnych problem ten został rozwiązany w ten sposób, że wdrożono zasady tzw. legalizacji statystycznej, w ramach której procesowi tej legalizacji podaje się tylko selektywnie wybrane liczniki, które następnie zostają poddane kontroli. W Polsce póki co rozwiązania związane z legalizacją inteligentnych liczników nie są dostosowane do nowych warunków, w związku z czym, w przypadku braku ich zmiany, mogą prowadzić do wzrostu wydatków na te liczniki [4].

Ogromny wręcz problem, który dotyczy inteligentnych liczników energii elektrycznej, jest związany z ochroną danych osobowych. Problem ten wynika z tego, że inteligentne liczniki zbierają bardzo dużą ilość danych i w sytuacji na przykład włamania do systemu elektronicznego operatora energetycznego może dojść do kradzieży tych danych i uzyskania do nich wglądu przez nieuprawnione osoby. Pomimo faktu, że obecnie dostępne są coraz lepsze zabezpieczenia chroniące przed atakami hakerów, to

jednak należy stwierdzić, że nigdy nie ma całkowitej pewności, iż uda się skutecznie zablokować taki atak. W przypadku jego urzeczywistnienia się skutki na pewno mogłyby być niezwykle negatywne, zarówno dla operatora energetycznego, jak i dla odbiorców energii [1].

Ponadto z kwestią zbierania danych przez operatorów energetycznych, które będą pozyskiwane z inteligentnych liczników energii elektrycznej, wiąże się szereg innych problemów prawnych. Wspomniał o nich Wojciech Wiewiórkowski, a więc Generalny Inspektor Ochrony Danych Osobowych (GIODO):

„Najważniejsze jest odróżnienie tego, co rzeczywiście niezbędne dla działania rynku energetycznego, od możliwości zbierania danych na potrzeby usług dodatkowych, jakie byłyby świadczone dla osób, które będą tym zainteresowane. [...] Jeśli chodzi o przetwarzanie danych na potrzeby wykonania usługi przez naturalnego monopolistę, jakim jest OSD, to prawo powinno określać zakres informacji, które może on zbierać. Jeżeli są one niezbędne dla funkcjonowania rynku energetycznego, to oznacza to jednocześnie, że są one niezbędne w demokratycznym państwie prawnym, zatem ustawa może wprowadzać nakaz ich zbierania od obywateli. Ustawodawca powinien również określić, w jaki sposób te dane mogą być dystrybuowane dalej. Natomiast drugą sprawą, niezależną od ustawowego obowiązku przekazania określonych danych, są usługi dodatkowe. Mogą one być świadczone dla użytkownika, który jest zainteresowany np. tym, jak zużywa energię elektryczną, co wpływa na wielkość zużycia prądu. Czy to jest lodówka, czy cały czas włączony komputer, a może zbyt duża liczba żarówek, które znajdują się w mieszkaniu? Pewnie będę osobą, która zamówi tego typu usługę i zdecyduje się na to, że podmiot mi ją dostarczający będzie miał więcej informacji o tym, w jaki sposób działa mój dom i jak dystrybuowana jest energia. Ważne jest jednak to, że w

Autor: mgr inż. Krzysztof Bartzak, Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny; 00-661 Warszawa; Pl. Politechniki 1, Tel: + 48 22 234-55-36, Fax: + 48 22 621-98-25, bartczak@ee.pw.edu.pl

LITERATURA

- [1] Węglarz A., Pietraczyk P., Wielomska M., Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii (IEM), Fundacja Instytut Na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2011.
- [2] Fang X., Misra S., Xue G., Yang D., Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey, IEEE Communications Surveys and Tutorials, 14 (2012), n.4, 944-980.
- [3] Battistelli C., Conejo A., Optimal management of the automatic generation control service in smart user grids including electric vehicles and distributed resources, Electric Power Systems Research, 111 (2014), n.6, 22-31.
- [4] Inteligentne opomiarowanie – czy to się w Polsce opłaca?, Ernst&Young, Warszawa 2012.
- [5] Jasiński T., Scianowska A., Szeregi czasowe na rynku energii elektrycznej, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniw. Szczecińskiego, 35 (2014), nr 2, 65-77.
- [6] Chmielewski A., Radkowski S., Smart Grid jako jeden z elementów poprawy efektywności energetycznej Polski w perspektywie 2010, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów, 99 (2014), n.3, 25-34.
- [7] Niwiński S., Ostrowski W., Inteligentne pomiary – fakty i mity, Rynek energii, 2 (2010), nr 1, 1-6.
- [8] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne, Dziennik Ustaw Rzecz. Polskiej 1997 r., nr 54, poz. 348.
- [9] Czarnecki J., Prawny wymóg wdrażania inteligentnych liczników, w: Biuletyn praktyki prawa nowych technologii, Warszawa 2014, 12-17.
- [10] Kubiak Z., Inteligentne pomiary, Ochrona Środowiska. Gospodarka Komunalna, 70 (2011), n.5, 22-45.

takiej sytuacji mamy do czynienia ze zgodą na świadczenie usługi, wyrażoną przez użytkownika świadomego, że będzie ona zrealizowana przy większej ingerencji w jego dane oraz poinformowanego, kto i w jaki sposób będzie te dane wykorzystywał” [20].

Wnioski

Podsumowując pracę należy zaznaczyć, że potencjalnych korzyści z wdrożenia systemu inteligentnego opomiarowania w Polsce jest znacznie więcej niż ewentualnych zagrożeń czy barier z tym związanych. Do korzyści tych można zaliczyć na przykład redukcję kosztów ponoszonych przez poszczególnych uczestników rynku energetycznego, w tym nie tylko przedsiębiorstw funkcjonujących na nim, ale również samych odbiorców energii elektrycznej, przy czym należy zaznaczyć, że redukcja ta może nie mieć aż tak dużego zasięgu jak się obecnie prognozuje. Faktem jednak jest, że inteligentne liczniki będą przyczyniać się do usprawnienia przepływu informacji pomiędzy sprzedawcami a odbiorcami energii, szybszego przebiegu procedur związanych ze zmianą sprzedawcy, a także uzyskaniem przez poszczególnych odbiorców wielu przydatnych informacji na temat korzystania przez nich z energii, które mogą przyczyniać się do zmian ich nawyków i do wprowadzenia oszczędności w korzystaniu z energii, co z kolei może pozytywnie wpływać na środowisko. Co ważne, inteligentne liczniki umożliwiają dokonywanie odczytów w sposób zdalny, jak również całkowitą automatyzację procesów związanych z ich włączeniem czy programowaniem, co może przyczyniać się do redukcji kosztów przez sprzedawców. Pomimo istnienia kilku problemów związanych na przykład z ochroną danych osobowych czy legalizacją inteligentnych liczników będą one sukcesywnie uruchamiane w coraz większej ilości gospodarstw, gdyż takie wymogi nałożyła na Polskę Unia Europejska, a ponadto jest to zgodne z zasadami dotyczącymi zrównoważonego rozwoju czy ekologii.

- [11] Farahani S., ZigBee Wireless Network and Transceivers, Elsevier Ltd., Oxford 2008.
- [12] Bogacz R., Krupanek B., Porównanie wybranych metod bezprzewodowego odczytu liczników energii elektrycznej, Pomiary, Automatyka, Kontrola, 59 (2013), n.4, 337-340.
- [13] Papakonstantinou V., Kloza D., Legal Protection of Personal Data in Smart Grid and Smart Metering Systems from the European Perspective, w: S. Goel, Y. Hong, V. Papakonstantinou, D. Kloza, Smart Grid Security, Springer, London 2015, 41-127.
- [14] Piszczatowska J., Źródła finansowania inteligentnych sieci oraz korzyści płynące z tych sieci, <https://www.polskaszerokopasmowa.pl/artykuly/kucz.zrodla-finansowania-inteligentnych-sieci-oraz-korzysci-plynace-z-tych-inwestycji,akcja.pdf.html>, odczyt: 16.06.2015.
- [15] Analiza skutków społeczno-gospodarczych wdrożenia inteligentnego opomiarowania, Ministerstwo Gospodarki, 2013.
- [16] Sprawozdanie Komisji. Analiza porównawcza rozpowszechnienia inteligentnego pomiaru w UE 27 ze szczególnym uwzględnieniem energii elektrycznej, Bruksela 2014.
- [17] <http://www.maszwybor.ure.gov.pl/or/masz-pytanie/faq-najczesciej-zadawa/99,Czym-jest-i-jakie-korzysci-przynosi-odbiorcom-w-gospodarstwach-domowych-licznik-.html>, odczyt: 18.06.2015.
- [18] Swora M., Inteligentne sieci jako połączenie energetyki z nową gospodarką, Instal, 2009, n.9, 42-44.
- [19] Bień A., Licznik energii elektrycznej – głos w dyskusji, Biuletyn Techniczny Oddziału Krakowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, 54 (2012), n.3, 3-5.
- [20] Inteligentne liczniki a ochrona prywatności, http://www.giodo.gov.pl/plik/id_p/5627/lj/pl/, odczyt: 20.06.2015.
- [21] Wasiak I.: Koncepcja inteligentnych mikrosystemów elektroenergetycznych, Przegląd Elektrotechniczny, (2011), nr 6, 35-41.