



dr inż. Bogusław Kasperczyk
dr inż. Artur Skórkowski

INSTYTUT METROLOGII, ELEKTRONIKI I AUTOMATYKI POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Współczesne koncepcje konstrukcji liczników energii elektrycznej i prawne podstawy ich badania

Streszczenie: W pracy przedstawiono informacje dotyczące inteligentnych systemów pomiarowych ze szczególnym uwzględnieniem zalet wynikających z ich wdrażania oraz obaw powstających na etapie projektowania i wyboru podzespołów. Przedstawiono możliwości ograniczenia ryzyka nielegalnego poboru energii oraz ewentualnych uszkodzeń liczników poprzez stosowanie elektronicznych liczników energii typu smart. Wskazano również, w związku z przyjęciem przez Polskę dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej w sprawie przyrządów pomiarowych, podstawy prawne oceny zgodności liczników energii elektrycznej i ich prawnej kontroli metrologicznej.

Modern concepts construction electricity meters and the legal basis for their research

Summary: Information on smart metering systems with particular emphasis on the benefits resulting from their implementation and concerns arising in the design and selection of components are shortly summarized in the paper. Presents the potential for reducing the risk of illegal energy consumption and possible damage of a meter by the use of electronic smart energy meters. It is also stated in connection with the adoption by Poland Directive of the European Parliament and of the Council on measuring instruments, the legal basis for the conformity assessment of electricity meters and their legal metrological control.

INTELIWENTNE LICZNIKI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W ostatnim czasie obserwujemy coraz intensywniejsze wdrażanie inteligentnych systemów energetycznych „smart grid”, w tym inteligentnego opomiarowania „smart metering”, które ma na celu: zoptymalizowanie pracy sieci energetycznej, usprawnienie komunikacji z odbiorcami usług energetycznych oraz zwiększenie ich świadomości w zakresie możliwości oszczędzania energii. O ile bardzo dobrze w literaturze jest opisana specyfikacja systemów typu smart grid to nadal brak jest jednolitej definicji „inteligentnego licznika”. Przyjmuje się, że inteligentny licznik to licznik energii elektrycznej wyposażony w dodatkowe funkcje. Do najczęściej wymienianych funkcji dodatkowych można zaliczyć:

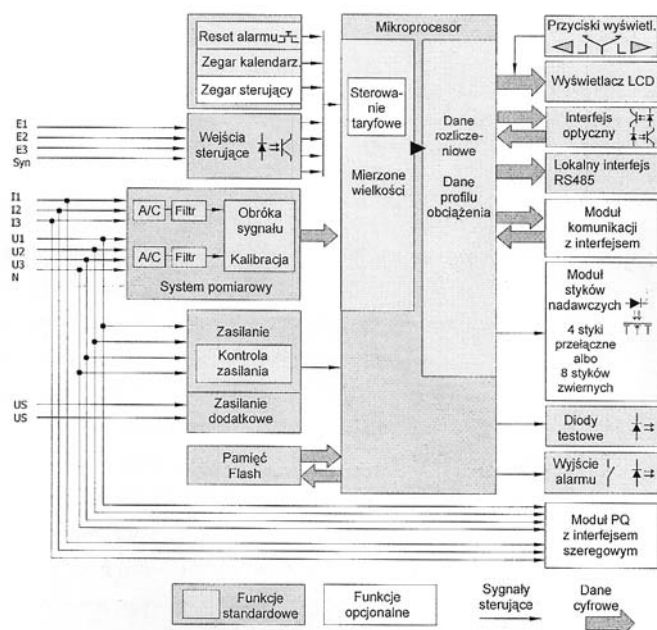
- zdalny odczyt licznika,
- zdalne włączanie/wyłączanie odbiorcy energii,
- możliwość rejestracji zużycia energii w określonych okresach czasu,
- zdalną zmianę taryfy (sposobu rozliczania energii),
- wykrywanie i rejestrację prób ingerencji w działanie licznika.

Z punktu widzenia ściśle metrologicznego licznik typu smart nie różni się niczym od „licznika klasycznego”. W sferze zainteresowania metrologii prawnej pozostaje część urządzenia wykonująca pomiar i ta część winna spełniać wymagania takie same jak licznik indukcyjny. Część licznika realizująca dodatkowe funkcje ma dla metrologii prawnej znaczenie w tym sensie, że nie może ona wywierać niedozwolonego wpływu na część pomiarową ani w sposób niedozwolony wpływać na przesyłane dane [6, 7]. Niedozwolony wpływ na część pomiarową dotyczy m.in. mocy strat własnych licznika, czyli mocy potrzebnej do zasilenia części elektronicznej licznika, która nie powinna być wliczana do opłat za zużyta energię. Moc strat własnych powinna obciążać jedynie dostawcę energii a nie konsumenta, dlatego dostawcy energii elektrycznej są zainteresowani stosowaniem takich rozwiązań technicznych, które nie różnią się znacząco od rozwiązań „klasycznych” (liczników indukcyjnych).

Oczekiwania dystrybutorów energii elektrycznej w zakresie pomiarów nie dotyczą tylko sfery ekonomicznej, ale również funkcjonalnej. Inteligentne liczniki powinny m.in.:

- dokonywać pomiaru energii całodobowo oraz wielostrefowo,
- umożliwiać automatyczne lub ręczne zamykanie okresu rozliczeniowego,
- umożliwiać zatraskiwanie wskazania w sytuacji wystąpienia określonych zdarzeń,
- umożliwiać rejestrację mocy maksymalnych i czasu ich wystąpienia,
- umożliwiać zadawanie mocy umownej i rejestrację wartości przekroczenia tej mocy oraz zadziałanie strażnika mocy,
- umożliwiać ilościowe rozliczenie według taryfy zdefiniowanej przez OSD,
- rejestrować określone zdarzenia oraz prowadzić ewidencję błędów licznika.

Sygnaly analogowe przemienne doprowadzone do głównych wejść licznika energii (rys. 1) są przetwarzane za pomocą przetworników A/C na postać cyfrową, czyli na ciągi skwantowanych próbek.



Rys. 1. Schemat blokowy trójfazowego licznika elektronicznego energii czynnej i biernej

Dalsze przetwarzanie odbywa się za pomocą algorytmów opracowanych przez właściwą firmę i stanowiących jej tajemnicę. Algorytmy te są oparte na współczesnych osiągnięciach teorii mocy czynnej i biernej. Obliczane są chwilowe wartości mocy czynnej i biernej, które następnie są całkowane w określonych przedziałach czasu. Przetwarzanie jest prowadzone tak, aby wskazania energii czynnej i biernej uwzględniały także wyższe harmoniczne o określonym paśmie, zawarte w przebiegach wejściowych. Wejścia sterujące, dodatkowe i wyjścia spełniają funkcje pomocnicze, nie ingerują one w tor pomiarowy. Np. dodatkowe zasilanie licznika

(wejścia US) uaktywnia się tylko podczas zaników napięcia pomiarowego, zewnętrzne przyciski wykorzystywane są tylko do kontroli wyświetlacza i dla wywoływania funkcji serwisowych i kasowania alarmów.

Ponieważ liczniki elektroniczne jako urządzenia z przetwarzaniem algorytmicznym mogą być różnie skonfigurowane, ważną kwestią jest zabezpieczenie licznika przed możliwością zmiany parametrów metrologicznych po legalizacji. Licznik musi mieć zabezpieczenia, zarówno fizyczne, jak i programowe, chroniące go przed nieautoryzowanym dostępem. Wgląd w dane pomiarowe i konfiguracyjne jest ograniczony przez określony poziom dostępu:

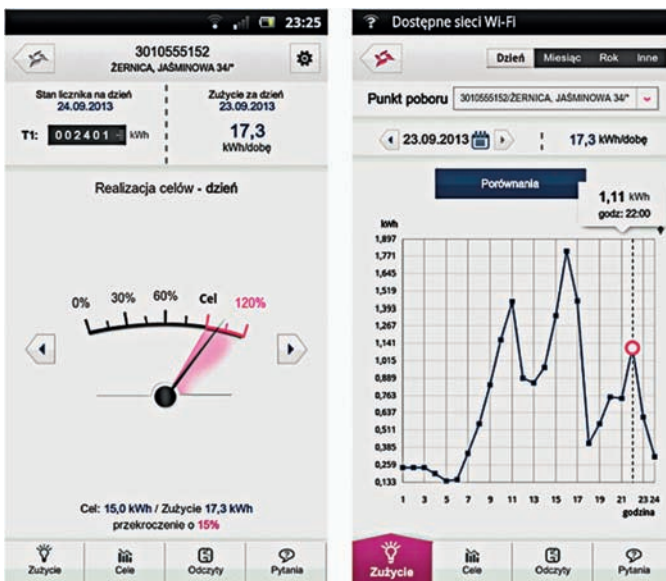
- poziom użytkownika (umożliwia odczytanie danych i zmianę niektórych parametrów),
- poziom operatora (umożliwia przeglądanie wszystkich danych i zmianę parametrów udostępnionych przez producenta, np. ustawienie zegara, zmiana taryf, konfiguracja okresów rozliczeniowych, zdefiniowanie mocy umownej, itp.).

Przewaga liczników inteligentnych nad tradycyjnymi wynika m.in. z możliwości rejestracji określonych zdarzeń, takich jak:

- otwarcie osłony licznika (zabezpieczonej plombą),
- próby wpływu na obliczenia i dokładność pomiaru,
- obecność silnego pola magnetycznego,
- przerwy w dostawie energii, liczba zaników napięcia, sumaryczny czas odłączenia od zasilania w okresie rozliczeniowym, data i czas wystąpienia ostatniego zaniku,
- zanik zasilania jednej lub dwóch faz,
- zamiana kolejności faz,
- przepływ wsteczny (jeśli nie jest dopuszczalny),
- rozładowanie baterii podtrzymującej zasilanie,
- przekroczenie temperatury dopuszczalnej,
- programowanie licznika,
- stwierdzenie wadliwego działania,
- niepoprawne wpisanie hasła autoryzującego dostęp do oprogramowania urządzenia.

Liczniki typu smart oferują odbiorcom energii pełną informację o zużyciu energii w dostępnym, przejrzystym sposób, co umożliwia rzeczywiste zarządzanie zużyciem energii przez gospodarstwo domowe, tj. dostosowanie zużycia do możliwości finansowych rodziny. Inteligentne liczniki rejestrują zużycie energii w cyklach godzinowych lub częstszych i przekazują te informacje do operatora systemu, co najmniej raz na dobę, w celach monitorowania oraz rozliczania zużycia energii. Systemy inteligentnego opomiarowania funkcjonują już w tysiącach gospodarstw domowych m. in. w takich krajach jak Włochy, Wielka Brytania, USA, Kanada, Holandia, Niemcy, Węgry.

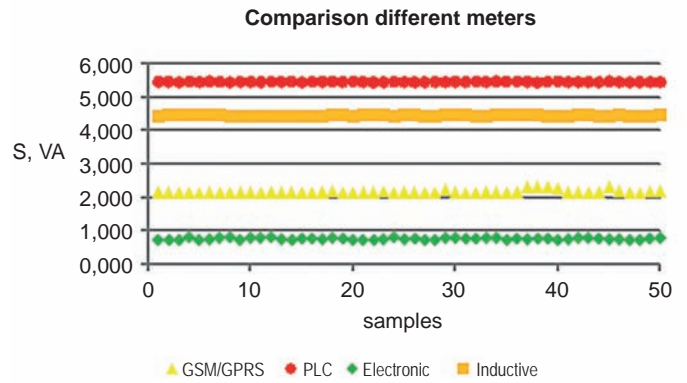
Jak już wspomniano, dostęp do danych pomiarowych i konfiguracyjnych inteligentnych liczników nie jest ograniczony jedynie dla operatora systemu, ale również możliwy z poziomu właściwego konsumenta. Przykładem aplikacji konsumenckiej przeznaczonej do analizy i monitoringu zużycia energii jest aplikacja TAURON eLicznik. Aplikacja ta może być obsługiwana przez przeglądarkę internetową lub instalowana na urządzenia mobilne z systemem android (rys. 2). Dzięki temu programowi komputerowemu możemy z opóźnieniem dobowym analizować zużycie energii w swoim gospodarstwie domowym poprzez odczyty liczbowe oraz wykresy przedstawiające profile zużycia energii w poszczególnych godzinach doby, dniach miesiąca lub miesiącach roku. Aplikacja umożliwia również indywidualne ustalenie limitów zużycia energii (dzienne, tygodniowe, miesięczne, roczne), których przekroczenie skutkuje wysłaniem powiadomień na zadany adres e-mail i może eliminować zaskoczenie otrzymaniem faktury za nadmierne zużycie energii w okresie rozliczeniowym.



Rys. 2. Strony aplikacji eLicznik przeznaczonej na urządzenia z systemem Android

Analizując wyniki badań prowadzonych w Instytucie Metrologii, Elektroniki i Automatyki Politechniki Śląskiej [8], można zauważyć, że moce strat własnych liczników elektronicznych o różnych modemach komunikacyjnych nie różnią się znacząco od mocy wymaganych do zasilania liczników indukcyjnych (rys. 3).

Koszty eksploatacji zarówno klasycznych liczników jak i elektronicznych są podobne i nie mogą stanowić argumentu przeciw wprowadzaniu do użytku liczników inteligentnych dla realizacji idei smart grid.



Rys. 3. Wartości mocy strat własnych zarejestrowane dla różnych typów liczników 1-fazowych

Obawy przy stosowaniu nowych inteligentnych liczników energii wiążą się również z ich czułością i pobudliwością. Podczas sprawdzania prądów rozruchu wszystkie badane liczniki elektroniczne (około 50 sztuk różnych typów) spełniały wymagania IEC i startowały typowo przy około 70% wartości prądu (rzędu mA) deklarowanego przez producenta licznika. Również w przypadku liczników indukcyjnych produkowanych w ostatnich latach prądy rozruchu z reguły nie przekraczają 5 mA (tab. 1).

Tabela 1

Zestawienie typowych wartości prądów rozruchu liczników indukcyjnych

Parametry znamionowe	Obr/kWh	Klasa	Rok produkcji	Prąd rozruchu, mA
220V, 5(20)A	900	2	1976	19
230V, 10(60)A	375	2	2008	< 5
230V, 10(60)A	375	2	2002	< 5
230V, 10(60)A	375	2	2002	< 5
3x230V/400, 10(60)A	75	2	2006	< 5
3x230V/400, 10(60)A	75	2	2006	< 5
3x230V/400, 10(60)A	75	2	2006	< 5

Analizując prezentowane wyniki badań można zauważyć, że moce strat własnych liczników elektronicznych o różnych modemach komunikacyjnych nie różnią się znacząco od mocy wymaganych do zasilania liczników indukcyjnych. Potwierdza to fakt, że koszty eksploatacji zarówno klasycznych liczników, jak i elektronicznych są podobne i nie mogą stanowić argumentu przeciw wprowadzaniu do użytku liczników inteligentnych dla realizacji idei smart metering.

Również badania prądów rozruchu zarówno liczników elektronicznych, jak i indukcyjnych wykazują brak wyraźnych różnic, co powinno zmniejszyć obawy klientów związane ze wzrostem dokładności naliczania opłat za zużytą energię.

Nie ma już odwrotu od inteligentnych sieci elektroenergetycznych oraz inteligentnych systemów pomiarowych stosowanych na potrzeby realizacji idei smart grid. Funkcjonowanie tych systemów regulowane będzie zapewne bardziej normami europejskimi niż „twardymi” przepisami prawa, które znajdą swoje miejsce raczej w obszarach najbardziej wrażliwych, takich jak rzetelność pomiaru czy ochrona danych osobowych odbiorców energii elektrycznej [6].

PODSTAWY PRAWNE KONTROLI METROLOGICZNEJ LICZNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Nowa forma kontroli metrologicznej liczników energii elektrycznej wprowadzona została przez dyrektywę 2004/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 31 marca 2004 r. w sprawie przyrządów pomiarowych, znaną jako MID (**M**easuring **I**nstruments **D**irective). Swoimi wymaganiami obejmuje ona dziesięć kategorii przyrządów pomiarowych w tym liczniki energii elektrycznej czynnej.

MID należy do grupy dyrektyw nowego podejścia i odnosi się do czynności prowadzonych przed wprowadzeniem przyrządu do obrotu lub użytkowania. Obowiązujący przed wprowadzeniem dyrektywy system prawnej kontroli metrologicznej, obejmujący zatwierdzanie typu i legalizację pierwotną, zastępuje się systemem oceny zgodności. Okres użytkowania licznika energii elektrycznej nie jest objęty dyrektywą i został uregulowany w przepisach krajowych w formie legalizacji ponownej.

System postępowania polegający na ocenie zgodności wyrobów został uregulowany w Polsce w ustawie z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (z późniejszymi zmianami).

Przyjęty został następujący harmonogram wdrażania dyrektywy. Do 29 października 2006 r. liczniki energii elektrycznej objęte dyrektywą mogły podlegać zatwierdzeniu typu przez Prezesa Głównego Urzędu Miar i legalizacji pierwotnej, dokonywanej przez organy administracji miar. Od dnia 30 października 2006 r. nowe typy liczników objętych dyrektywą muszą być wprowadzane do obrotu lub użytkowania wyłącznie po dokonaniu oceny zgodności. Przez „wprowadzenie do obrotu” uznaje się udostępnienie po raz pierwszy we Wspólnocie przyrządu przeznaczonego dla użytkownika końcowego, również w formie nagrody lub bezpłatnie, natomiast przez „wprowadzenie do użytkowania” uważa się pierwsze użycie przyrządu przeznaczonego dla użytkownika końcowego do celów zgodnych z jego przeznaczeniem. Okres od 30 października 2006 r. do 29 października 2016 r. jest okresem przejściowym co oznacza, że obowiązywać będą jednocześnie stare i nowe zasady wprowadzania liczników do obrotu lub użytkowania – stare wobec tych posiadających ważną decyzję zatwierdzenia typu,

wydaną przed 30 października 2006 r. i nowe – wobec tych poddanych ocenie zgodności od 30 października 2006 r. Liczniki energii elektrycznej posiadające ważną decyzję zatwierdzenia typu, mogą być produkowane i poddawane legalizacji pierwotnej przez organy administracji miar oraz podmioty upoważnione aż do wygaśnięcia terminu ważności tej decyzji, ale nie dłużej niż do 29 października 2016 r. Nowe konstrukcje liczników objęte dyrektywą MID, zgłaszane od 30 października 2006 r., są poddawane wyłącznie ocenie zgodności.

Ocena zgodności przyrządu pomiarowego z wymaganiami zasadniczymi zawartymi w dyrektywie przeprowadzana jest poprzez zastosowanie (z wyboru producenta) jednej z procedur oceny zgodności wymienionych w załączniku MI-003 do dyrektywy MID, zawierającym szczegółowe wymagania dla liczników:

- badanie typu oraz ocenę zapewnienia jakości procesu produkcyjnego przeprowadzonych w jednostkach notyfikowanych,
- badanie typu oraz weryfikacja wyrobu przeprowadzonych w jednostkach notyfikowanych,
- ocena systemu pełnego zapewnienia jakości w zakresie projektu, produkcji i kontroli wyrobu finalnego oraz badań przyrządu dokonana przez jednostkę notyfikowaną.

W każdym przypadku właściwości licznika energii elektrycznej muszą być zgodne z wymaganiami zasadniczymi podanymi w załączniku I do dyrektywy oraz wymaganiami szczegółowymi zawartymi w załączniku MI-003.

Należy zauważyć, że zgodnie z treścią dyrektywy, odpowiednie wymagania załącznika I, wymagania szczegółowe załącznika MI-003 i procedury oceny zgodności wymienione w tym załączniku stosuje się do liczników energii elektrycznej czynnej, przeznaczonych: do użytku domowego, w usługach i handlu oraz w przemyśle drobnym. Pomimo ograniczenia dyrektywy do liczników określonego przeznaczenia, zgodnie z załącznikiem MI-003 ich odporność na czynniki środowiska elektromagnetycznego powinna odpowiadać klasie wyższej E2, mającej zastosowanie do przyrządów użytkowanych w miejscach narażonych na zakłócenia odpowiadające zabudowaniom przemysłowym innym niż w przemyśle drobnym.

Zgodność przyrządu pomiarowego ze wszystkimi przepisami dyrektywy MID zaznaczona jest przez obecność znaku „CE” i dodatkowo znaku metrologicznego „M” z dwoma ostatnimi cyframi roku jego naniesienia, otoczonymi prostokątem, naniesionych przez producenta lub na jego odpowiedzialność.

Wdrożenie do polskiego prawa dyrektywy MID wymagało implementacji jej wymagań w ustawie – *Prawo o miarach* [1], w ustawie o systemie oceny zgodności [2], w rozporządzeniu w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych [3], w rozporządzeniu w sprawie

zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych [4] oraz rozporządzeniu w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli [5].

W ustawie *Prawo o miarach* ustalone zostały dziedziny stosowania przyrządów pomiarowych, dla których przyrządy te podlegają prawnej kontroli metrologicznej. Liczniki energii elektrycznej kwalifikują się do tych dziedzin. Jeżeli zostały wprowadzone do obrotu lub do użytkowania po dokonaniu oceny zgodności z zasadniczymi wymaganiami podlegają w użytkowaniu prawnej kontroli metrologicznej w zakresie legalizacji ponownej. Zgodnie z załącznikiem nr 6 do rozporządzenia [3] liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego do stosowania w gospodarstwach domowych, w usługach i handlu oraz w przemyśle drobnym, wprowadzone do obrotu lub użytkowania po dokonaniu oceny zgodności, powinny być zgłoszone do legalizacji ponownej po raz pierwszy przed upływem terminów:

- liczniki indukcyjne o mocy nominalnej nie większej niż 30 kW – 15 lat,
- pozostałe – 8 lat.

Okresy ważności legalizacji ponownych ustalono w rozporządzeniu w tych samych okresach.

Zgodnie z ustawą [2] domniemywa się, że wyrób spełnia określone zasadnicze wymagania, jeżeli jest zgodny z odpowiednimi postanowieniami norm zharmonizowanych lub specyfikacji zharmonizowanych. Prezes Polskiego Komitetu Normalizacyjnego ogłasza dwa razy w roku, w drodze obwieszczenia, w Dzienniku Urzędowym Rzeczypospolitej Polskiej „Monitor Polski”, numery i tytuły norm zharmonizowanych wraz z tytułami aktów prawnych wdrażających dyrektywę nowego podejścia i danymi dotyczącymi miejsca ich publikacji. W zakresie sprawdzania wymagań dyrektywy MID wskazane zostały następujące normy zharmonizowane serii „Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego)“:

- PN-EN 50470-1:2008,
- PN-EN 50470-2:2008,
- PN-EN 50470-3:2009,
- PN-EN 62058-11:2010,
- PN-EN 62058-21:2010,
- PN-EN 62058-31:2010,
- PN-EN 62059-32-1:2012.

Pozostała jednak grupa liczników energii elektrycznej, które nie podlegają prawnej kontroli metrologicznej określonej w dyrektywie MID i polskich dokumentach prawnych – na przykład liczniki mocy biernej czy liczniki przeznaczone do pomiarów w polach pomiarowych dużych zakładów przemysłowych. Te przyrządy mogą być, na wniosek użytkownika, poddane procedurze wzorcowania w laboratoriach akredyto-

wanych. Elektroniczne liczniki energii elektrycznej, które najczęściej są wielofunkcyjne i umożliwiają pomiar wszystkich rodzajów energii elektrycznej, poddaje się procedurze legalizacji ponownej tylko w zakresie energii elektrycznej czynnej i to dla podanych w dyrektywie zastosowań.

Osobną grupę przyrządów pomiarowych stanowią elektroniczne mierniki zintegrowanych pomiarów mocy i energii elektrycznej oraz prądu i napięcia. Ponieważ nie można ich zakwalifikować ze względu na ich właściwości do liczników energii elektrycznej, więc nie podlegają dyrektywie MID. W takim przypadku przeprowadza się ocenę zgodności z wymaganiami podstawowymi dyrektywy 2006/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (LVD) odnoszącymi się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia oraz wymaganiami podstawowymi dyrektywy 2004/108/WE Parlamentu Europejskiego i Rady odnoszącymi się do kompatybilności elektromagnetycznej. Po uzyskaniu pozytywnych wyników oceny przyrząd oznacza się znakiem CE.

LITERATURA

- [1] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 6 maja 2013 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo o miarach. (Dz. U. z 2013 r. poz. 1069).
- [2] Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 roku o systemie oceny zgodności z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2002 nr 166 poz. 1360).
- [3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 roku w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych z późniejszymi zmianami (Dz. U. 2008 r. nr 5 poz. 29).
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2006 r. nr 3 poz. 27).
- [5] Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 5 czerwca 2014 roku w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz. U. z 2014 r. poz. 1066).
- [6] Plackowski K.: Instrumenty prawne międzynarodowe i rekomendacje w dziedzinie Smart Grid, Materiały IX Konferencji Naukowo-Technicznej PPM'12, Krynica-Zdrój 2012.
- [7] Kocot M., Olszyna J., Winiecki W.: Remotely configurable distributed measurement system. *Pomiary, Automatyka, Kontrola* 2012, vol. 58, nr 9, s. 792-794.
- [8] Piaskowy A., Skórkowski A., Skubis T.: Pomiary mocy strat własnych wybranych liczników energii elektrycznej stosowanych w systemach SMART GRID. *Pomiary, Automatyka, Kontrola* 2013, vol. 59, nr 6, s. 532-536.

