

Bogumiła WNUKOWSKA

ZARZĄDZANIE ENERGIĄ W PRZEMYŚLE

STRESZCZENIE *Planowanie strategiczne i zarządzanie energią w obiektach przemysłowych obejmuje szeroki zakres wiedzy inżyniersko-menedżerskiej. Nowe techniki pomiarowe pozwalają na gromadzenie dużej ilości danych oraz ich analizowanie, dzięki czemu można wpływać w czasie rzeczywistym na wskaźniki w gospodarce energetycznej. W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia dotyczące efektywności energetycznej i strategii działania w sektorze przemysłowym oraz przykład komputerowego wspomagania zarządzania gospodarką energetyczną.*

Słowa kluczowe: *przemysł, energia, strategia*

1. WSTĘP

Zarządzanie energią oznacza jakościową zmianę w podejściu do problemów wytwarzania, przesyłania, dystrybucji i użytkowania energii. Energia elektryczna jest czynnikiem pełniącym ważną rolę w rozwoju gospodarczym kraju. Identyfikacja wytwórców i odbiorców energii w wybranym obszarze terytorialnym (kraj, region) pozwala na przeprowadzenie analizy dostaw energii i wielkości jej zużycia przez różne grupy odbiorców przemysłowych w aspekcie zmian zachodzących w energetyce.

Przemysłowi odbiorcy energii powinny szczególną uwagę koncentrować na funkcjonowaniu i wdrażaniu strategii rozwoju opartej na racjonalnym gospodarowaniu energią. Rosnąca konkurencja na rynkach krajowych i zagranicznych wymusza prowadzenie perspektywicznych badań rozwoju przemysłu oraz wdrażanie skutecznych strategii, które będą dynamicznie reagować na zmiany występujące w otoczeniu [1]. Do wspomagania tworzenia strategii rozwojowych można wykorzystać, np. metody wielokryterialnych problemów decyzyjnych umożliwiających stworzenie uniwersalnego modelu zadania decyzyjnego, który rozpatruje problem z punktu widzenia różnych kryteriów. Zagadnienia tego typu występują w planowaniu i zarządzaniu gospodarką

dr hab. inż. Bogumiła WNUKOWSKA, prof. PWSZ im. Witelona
e-mail: bogumila.wnukowska@pwr.edu.pl

PWSZ im. Witelona, Wydział Nauk Technicznych, ul Sejmowa 5A, 59-220 Legnica

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 172, 2016

energetyczną odbiorcy przemysłowego, gdzie na decyzję wyboru sposobu racjonalizacji czy zmniejszenia kosztów ma wpływ szereg czynników. Istnieje wówczas potrzeba optymalizacji najczęściej konfliktowych kryteriów oceny i wyboru najkorzystniejszego rozwiązania [2].

Wprowadzenie technik zarządzania energią jest szczególnie efektywne dla energii elektrycznej, gdzie celowe jest wyznaczenie periodycznych zmienności. Pobór energii elektrycznej, ze względu na wielość jej zastosowań jest procesem quasi-periodycznym. W standardowym podejściu do energii procesy decyzyjne z nią związane następują po relatywnie długim czasie. W dobie wszechobecnych i ciągle rozwijających się narzędzi komputerowych procesy zbierania, archiwizowania i analizowania danych dotyczących wykorzystania energii i jej trendów muszą zachodzić wielokrotnie szybciej.

Dostęp do nowych technik pomiarowych, możliwość gromadzenia i komputerowej obróbki dużej liczby danych stwarza możliwość kontroli i wpływania na wskaźniki energetyczne na bieżąco.

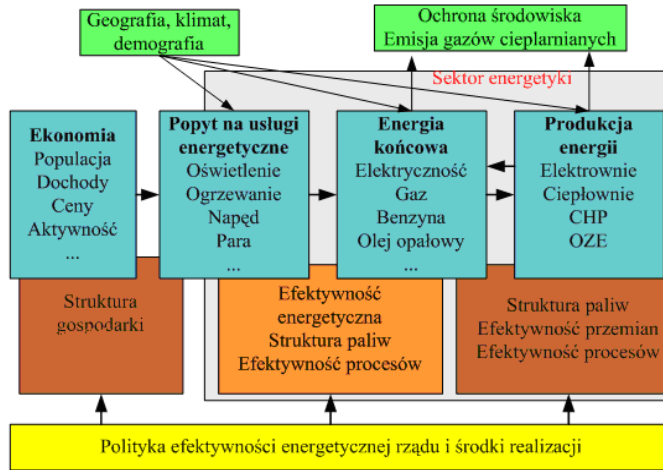
Przed wprowadzeniem systemu zarządzania energią niezbędne jest dokonanie analizy sytuacji energetycznej oraz sposobu dystrybucji strumieni energii. Zadanie to może być wykonane w ramach kompleksowego audytu.

2. EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Efektywne wykorzystanie energii w gospodarce jest bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na wysokość kosztów produkcji, zyski przedsiębiorstw i konkurencyjność wyrobów czy usług. W konsekwencji nieefektywna gospodarka przekłada się na większe zapotrzebowanie na paliwa i surowce energetyczne oraz zanieczyszczenie środowiska naturalnego. W sposób schematyczny efektywność energetyczną przedstawiono na rysunku 1, gdzie pokazano złożoność działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej gospodarki, z uwzględnieniem wszystkich możliwych środków interwencji publicznej.

Poprawę efektywności energetycznej można osiągnąć w sektorach zużywających najwięcej energii, m.in. w przemyśle i budownictwie, w których to sektorach istnieje bardzo duży potencjał przedsięwzięć modernizacyjnych. Wiele zakładów produkcyjnych w ogóle nie ma jednostek organizacyjnych odpowiedzialnych za racjonalizację zużycia energii oraz za wprowadzanie efektywnych i energooszczędnych rozwiązań technicznych [3]. Polityka Unii Europejskiej jest zdecydowanie ukierunkowana na poprawę efektywności wykorzystania energii, nawet od 20 do 40%, co zawarto m.in. w Dyrektywie o eco-projekcie (*Eco-design*) i Dyrektywie w sprawie efektywności końcowego użytkownika energii oraz usług energetycznych.

Wprowadzenie bardziej zaawansowanych metod zarządzania energią wymaga oceny sposobu użytkowania paliw i energii u odbiorcy, połączonej z identyfikacją sposobów racjonalizacji jej zużycia, czyli audytu energetycznego. W przypadku braku środków na sfinansowanie zewnętrznej oceny, wielu użytkowników energii staje przed problemem zmobilizowania służb energetycznych do bardziej wnikliwej analizy prowadzonej gospodarki oraz wypracowania własnych, efektywnych sposobów bieżącej kontroli

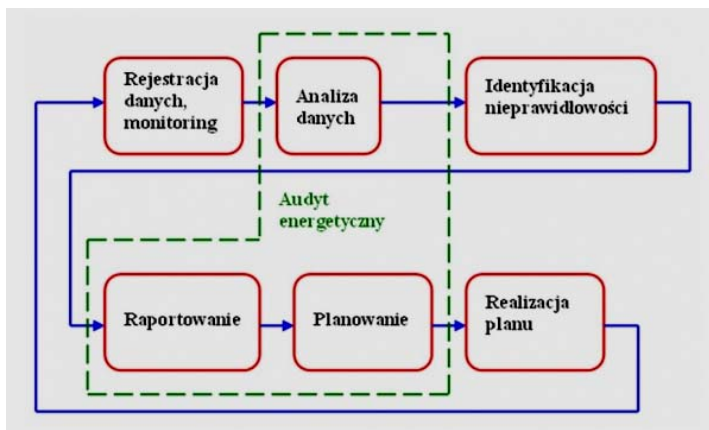


Rys. 1. Usytuowanie efektywności energetycznej w gospodarce

jej użytkowania. Procedurę taką określa się jako auto-audyt energetyczny, którego podstawowym celem jest bieżąca ocena procesów energetycznych i wczesne eliminowanie nieracjonalnego zużycia energii (rys. 2).

W Polsce potencjał oszczędności energii jest wciąż duży i możliwy do wykorzystania przy zaangażowaniu mniejszych środków, niż jest to konieczne w innych rozwiniętych krajach. Szansa ta powinna zostać wykorzystana, jakkolwiek doświadczenia z ostatnich lat pokazują, że nie podejmuje się znaczących i skutecznych działań w tym zakresie.

Poprawa efektywności energetycznej jest procesem złożonym, który przy założonych celach powinien być realizowany w przemyślny i spójny sposób. Efektywność energetyczna powinna być jednym z elementów rynku energii.

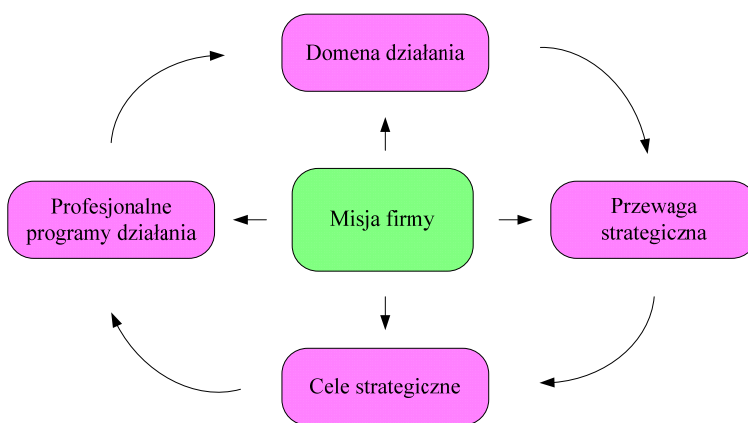


Rys. 2. Procedury zarządzania energią

Muszą zatem być stosowane nakazy wynikające z obowiązującego prawa i wymuszające podejmowanie odpowiednich działań, które w konsekwencji powodują wzrost efektywności energetycznej i promują zachowania ukierunkowane na poprawę efektywności zużycia energii.

3. STRATEGIA ODBIORCY ENERGII

Strategia rozwojowa w przemyśle może być rozumiana jako planowanie długookresowe, strategiczne, czy zarządzanie strategiczne itp. Strategia jest klasycznym planem w formie celów, technik i środków. Podmioty gospodarcze dążą do stworzenia systemu inżynierskiego, czyli do rozwiązania problemu, np. racjonalizacji zużycia energii lub obniżenia kosztów za energię. Zatem strategia to określenie głównych, długofalowych celów i przyjęcie takich kierunków działania oraz alokacji zasobów, które są konieczne dla zrealizowania celów, a jest to więc całość złożona z decyzji i działań (rys. 3).

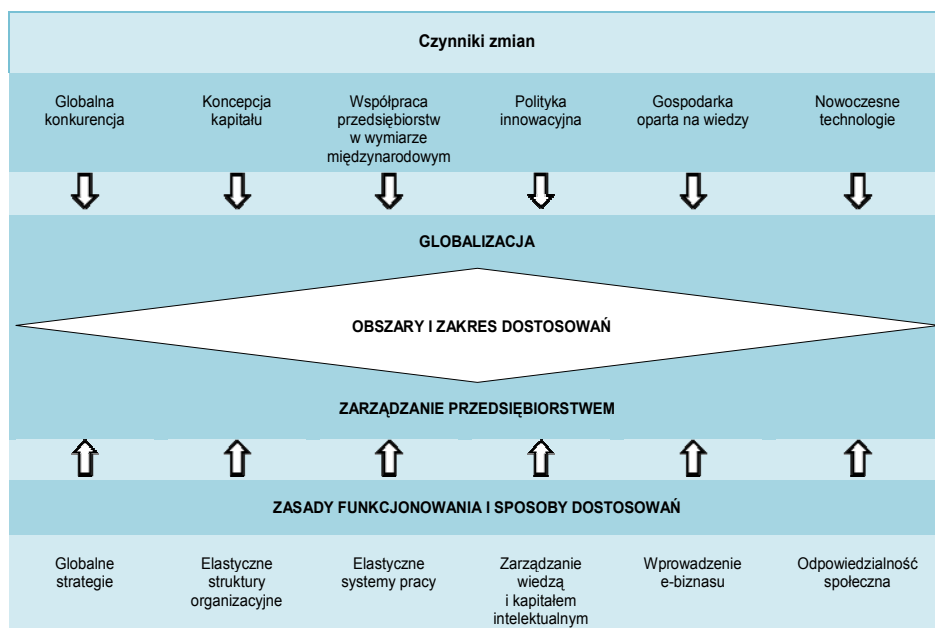


Rys. 3. Cele i decyzje

Wstępem do wprowadzenia strategii zarządzania energią powinna być rzetelna ocena sposobu użytkowania paliw i energii u odbiorcy, połączona z identyfikacją sposobów jej realizacji.

Podstawowe cechy dobrej strategii rozwojowej w przemyśle to: identyfikacja głównego problemu i wariantów jego rozwiązania, konieczność ciągłego weryfikowania i rekonstruowania wszystkich założeń, dążenie do uzyskania przewagi nad konkurentami i koncentracja na przyszłych szansach i możliwościach.

W budowaniu strategii w przemyśle, z punktu widzenia odbiorców i wytwórców energii, najważniejszymi parametrami branymi pod uwagę są (3E): *energia*, *ekonomika* i *ekologia*. Obszary te niejednokrotnie konkurują między sobą, jednak zgodnie z euro-



Rys. 4. Główne obszary strategii

pejską polityką energetyczną muszą być uwzględnianie w procesach strategicznych dotyczących funkcjonowania odbiorców i producentów energii elektrycznej (rys. 4).

Dla wielkiego odbiorcy energii jedną ze strategii, w warunkach ciągłego wzrostu cen energii, staje się racjonalizacja jej zużycia lub obniżenie kosztów jej zakupu.

Proces poszanowania energii można rozpatrywać pod kątem:

- *ekonomicznym* – w warunkach rynkowych wyższe ceny energii prowadzą w dłuższym okresie do obniżenia zużycia energii. Wprowadzenie opłat za użytkowanie środowiska pozwala na wspieranie technologii energetycznych mniej obciążających środowisko. System preferencji finansowych dla przedsiębiorstw stosujących odnawialne surowce energetyczne może torować drogę procesom przekształcania gospodarki energetycznej,
- *prawnym* – poprzez regulacje prawne (standardy techniczne dotyczące urządzeń i obiektów zużywających energię, audyty i certyfikaty, pozwolenia i koncesje),
- *kulturowym* – poprzez kształtowanie świadomości zagrożeń związanych z użytkowaniem paliw kopalnych dla środowiska naturalnego, zdrowia osób, rozwoju gospodarki i poziomu życia ludzi, może teoretycznie wpłynąć na poszanowanie energii.

Należy przy tym pamiętać, że nie zawsze działania racjonalizatorskie pociągają za sobą ogromne koszty. Przeprowadzenie w przedsiębiorstwie nawet wstępnego audytu energetycznego może mieć duże znaczenie w dążeniu do zmniejszenia zużycia energii.

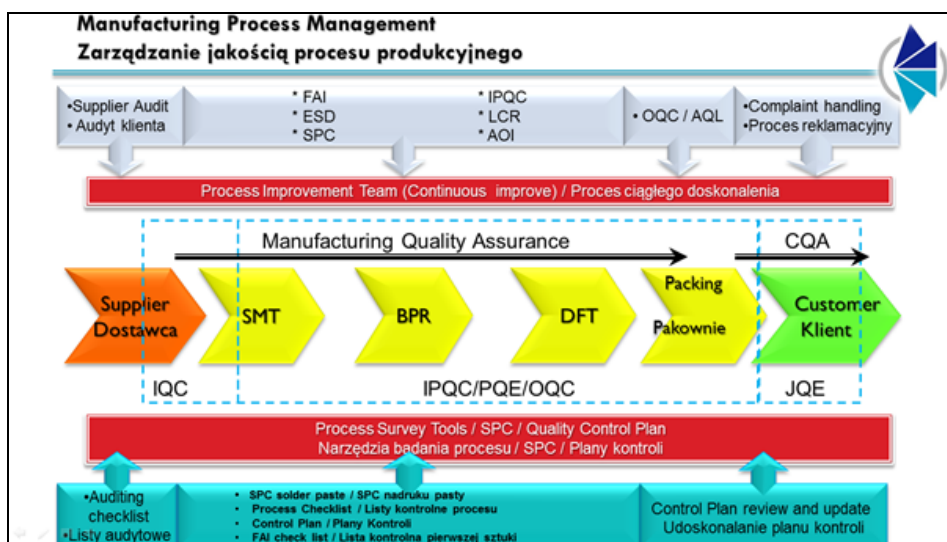
4. SYSTEMY INFORMATYCZNE WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE ENERGIA

Ocenę zarządzania energią i strategii działania przeprowadzono w wielu zakładach. Przykładem może być nowoczesny zakład świadczący usługi z zakresu technologii SMT (*Surface Mount Technology*) polegającej na montażu powierzchniowym komponentów oraz przeprowadzania testów funkcjonalnych DFT (*Digital Function Test*) dla produkowanych przez siebie płyt. Głównymi odbiorcami zakładu są najwięksi producenci sprzętu z branży elektronicznej na świecie: Samsung Group, LG Group, TVP, Logitech i Kingston. Produktami końcowymi są przede wszystkim monitory, telewizory LED i LCD.

SMT to proces automatycznego powierzchniowego nakładania komponentów elektronicznych na powierzchnię płyty obwodu drukowalnego. Komponenty nakładane na płytę podlegają normie dotyczącej produkcji beżołowiowej RoHS. DFT to proces zautomatyzowanej kontroli funkcjonalnej polegający na praktycznym teście podłączenia płyty do źródła zasilania. Testy tego typu wykrywają 99% uszkodzeń niewidocznych dla oka oraz maszyn przeprowadzających wizualną inspekcję. Proces produkcyjny rozpoczyna się z chwilą dostarczenia komponentów do fabryki, a kończy wysłaniem wyrobu gotowego do odbiorcy (rys. 5).

W badanym zakładzie dotychczas funkcjonowały dwa systemy informatyczne wspomagające zarządzanie energią:

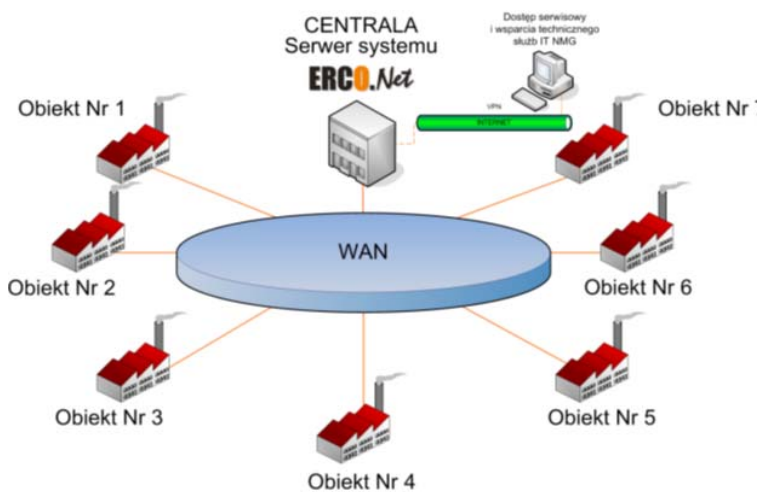
- **System nadrzędny Skaden** przeznaczony do akwizycji i analizy danych pomiarowych pozyskiwanych z elektronicznych liczników energii elektrycznej,



Rys. 5. Przedstawienie graficzne procesu produkcyjnego

- **System ERCO.Net** spełniający wymagania dotyczące zużycia nośników energii i wskaźników kosztowych oraz wspomagający proces prognozowania i zapotrzebowania na energię elektryczną w strukturach Grupy Bilansującej. Centralny system informatyczny dedykowany Grupie Zakupowej (rys. 6) dotyczy: bilansowania kosztów zakupu i sprzedaży energii, symulacji zakupów energii, prognozowania i grafików zapotrzebowania na energię elektryczną dla Grupy Zakupowej i poszczególnych członków.

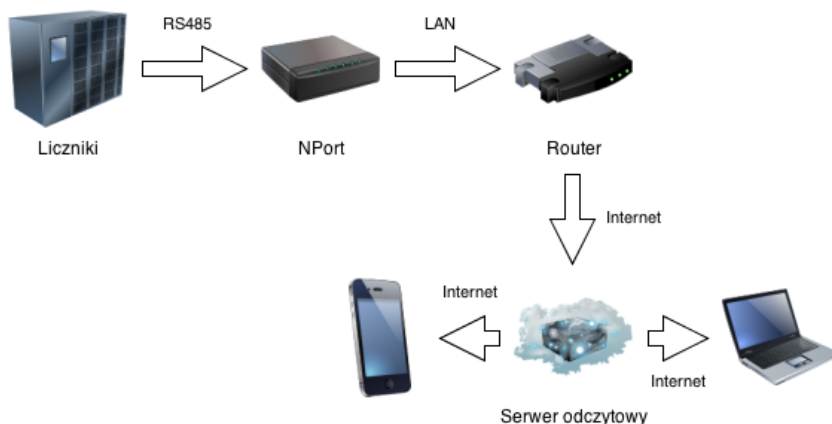
Zakres nośników energii obejmowanych tymi systemami jest często szeroki. Na rynku istnieje wiele narzędzi informatycznych (darmowych, bądź płatnych), przeznaczonych do wspomaganie zarządzania energią [4].



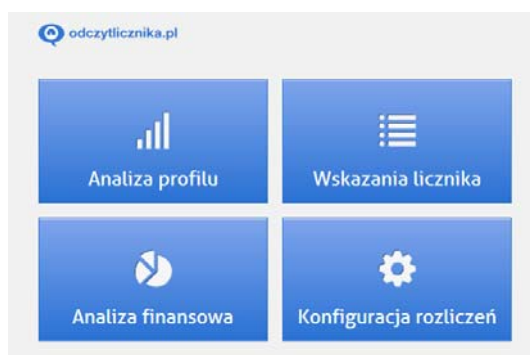
Rys. 6. Struktura systemu ERCO.Net w ramach Grupy Zakupowej

Rozbudowane systemy automatycznego zarządzania energią są pochodnymi ogólnego rozwoju informatycznego danego kraju. W chwili, gdy jest on dość słaby, centralne i zdalne zarządzanie mediami oraz nośnikami energetycznymi napotyka na istotne bariery, z których te poważniejsze są natury ekonomicznej. Ważnym czynnikiem determinującym powodzenie wprowadzenia sprawnego systemu zarządzania energią jest poziom świadomości pracowników o celowości podejmowanych działań. Wdrożenie wspomnianych systemów i narzędzi w takiej sytuacji wymaga wtedy dłuższego okresu.

Prawidłowe opomiarowanie oraz rejestrowanie zużycia nośników energetycznych jest jednym z podstawowych warunków, które muszą zostać spełnione przy realizacji działań zarządzania energią. W badanym zakładzie opracowano i wdrożono **System www.odczytniczka.pl** [5] pozwalający na dostęp do danych pomiarowych z każdego urządzenia mającego połączenie z Internetem (rys.7). Jest on prosty w obsłudze dzięki intuicyjnemu interfejsowi, a dane prezentowane są w formie graficznej



Rys. 7. Schemat ideowy systemu na platformie www.odczytlicznika.pl



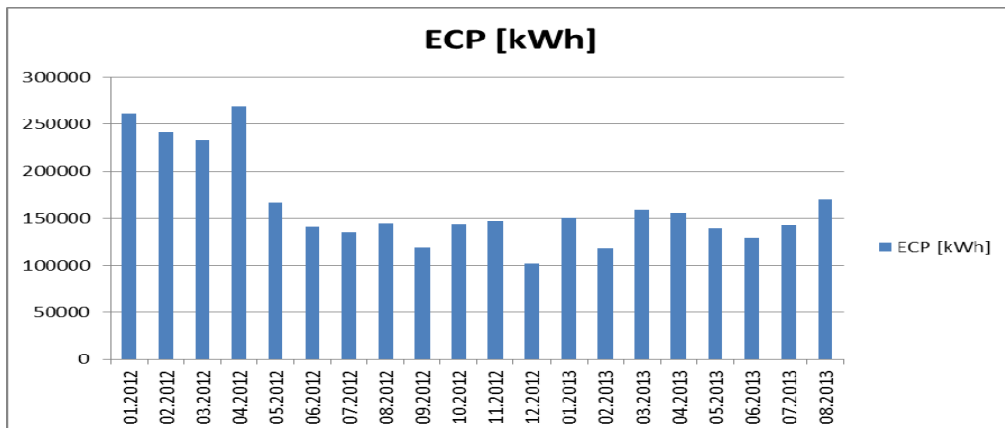
Rys. 8. Podstawowe moduły programu www.odczytlicznika.pl

(z możliwością eksportu do pdf) oraz tabelarycznej (z możliwością eksportu do excela). Podstawowe moduły testowanego systemu oraz niektóre odczyty danych pokazano na rysunkach 8 – 11.

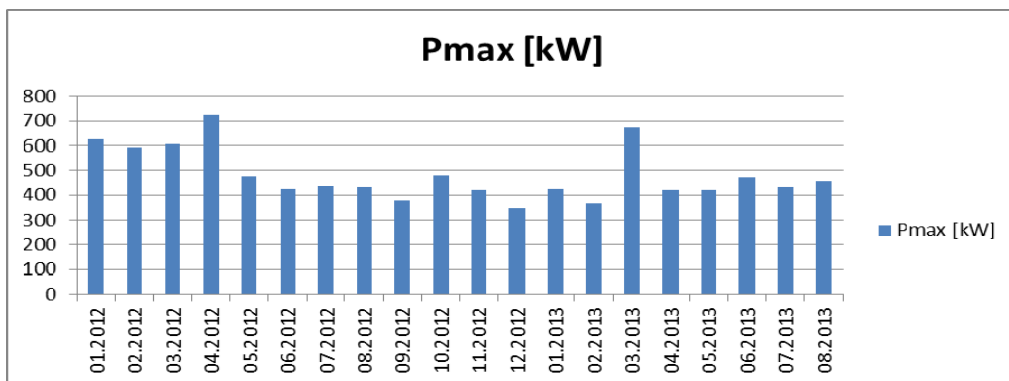
Moduł analiza profilu – pozwala na podgląd danych o zużyciu energii i poborze mocy: profile 15-minutowe mocy czynnej pobranej i oddanej, biernej indukcyjnej i pojemnościowej, $\text{tg } \varphi$ oraz profile energii (1h, 1dzień, 1 tydzień, 1 miesiąc, 1 rok).

Moduł wskaźnik licznika – pokazuje stany liczydeł: aktualnych i archiwalnych (na koniec okresu rozliczeniowego) oraz zużycia energii wyliczonych na podstawie tych stanów.

Moduł analiza finansowa – generuje obraz faktury z danych pobranych z licznika, symulację opłat za energię elektryczną przy zmianie cen energii, mocy umownej, grupy taryfowej oraz zmianę poboru w strefach.



Rys. 9. Energia czynna pobrana w podziale na miesiące odczyt danych za pomocą programu Landis+Gyr .MAP110

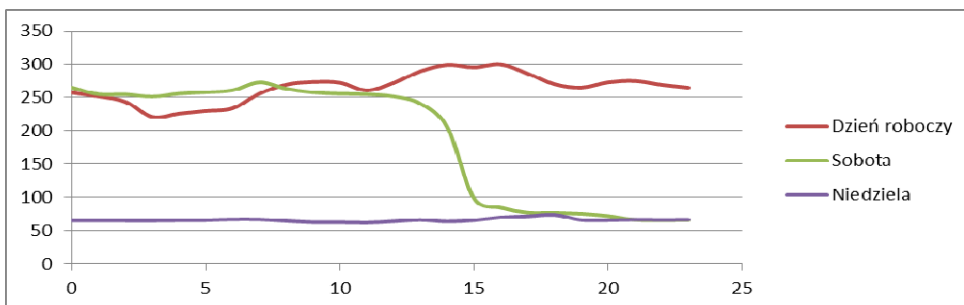


Rys. 10. Wykres mocy maksymalnych w podziale na miesiące

Moduł konfiguracja rozliczeń – pozwala na wprowadzenie danych umownych (tj. opłaty za energię, określenie taryfy, mocy umownej, itd.) dla każdego z punktów pomiarowych.

Koszt wprowadzenia systemu monitoringu ocenia się na około 5-10% rocznych kosztów energii, a prosty okres zwrotu nakładów wynosi 1 do 2 lat (przy dolnej granicy opłacalności).

Czynniki, które obligują do opomiarowania i rejestrowania zużycia energii w nowoczesnym zakładzie to: konieczność znajomości rzeczywistego zużycia energii do prawidłowej oceny efektów działań oszczędnościowych i kontrolowanie bieżącego zużycia energii prowadzące do wykrycia nieprawidłowości.



Rys. 11. Profil mocy 1 godz.

Ze względu na otwartość systemu www.odczylicznika.pl (wykorzystanie powszechnie stosowanych standardów sprzętowych i programowych) istnieje możliwość jego prostej rozbudowy w przyszłości o nowe elementy, a także wprowadzenie nadzoru nad innymi mediami energetycznymi takimi jak ciepło, woda czy gaz.

5. WNIOSKI

1. Systemy komputerowe do zarządzania energią są niestety kosztowne, a ich wdrożenie zajmuje często dużo czasu. Wprowadzenie zaawansowanych technologii zarządzania energią natrafia na bariery wynikające głównie z przesłanek ekonomicznych, ale też z braku przekonania o celowości takich działań.
2. Poprawa efektywności energetycznej może być realizowana we wszystkich gałęziach przemysłu. Konkurencja na wolnym rynku wymusza konieczność poszukiwania oszczędności i obniżenia kosztów własnych, które często są łatwe do osiągnięcia przy odpowiednim zaangażowaniu pracowników i kadr zarządzających zakładem.
3. W zaproponowanym systemie wspomaganie procesu zarządzania energią główny nacisk położono na optymalizację kosztów zakupu (umowy z dostawcą) i rozdziału energii elektrycznej w najbardziej energochłonnych działach przedsiębiorstwa. Jest to spowodowane tym, że zwrot takich inwestycji następuje bardzo szybko, dzięki oszczędnościom związanym z zakupem i optymalizacją zużycia energii elektrycznej.

LITERATURA

1. Pierścionek Z.: Strategie konkurencji i rozwoju przedsiębiorstwa. PWN, Warszawa, 2013.
2. Podolski P., Wnukowska B.: Wielki odbiorca na rynku energii. Politechnika Wrocławska, Wrocław, 2013.
3. Wnukowska B., Drygas B.: Zarządzanie energią w zakładzie przemysłowym. Planowanie inwestycji modernizacyjnych (materiały szkoleniowe). AFPE, Gliwice, Wrocław, 2014.
4. Materiały firmy LUMEN Polska Sp. z o. o., 2010-2014.

5. Drygas B., Wnukowska B.: Komputerowe systemy wspomagające zarządzanie gospodarką energetyczną w zakładach przemysłowych. Politechnika Wrocławska, Wrocław, 2013.

Przyjęto do druku dnia 19.02.2016 r.

ENERGY MANAGEMENT IN THE INDUSTRY

Bogumiła WNUKOWSKA

ABSTRACT *Strategic planning and energy management in the industrial objects embody the wide range of engineer and manager knowledge. New measuring technics permit to accumulate and analyze many data; therefore, it enables to influence (in the real time) the coefficients of the energy economy. In the paper, there are presented some questions tied with the effectivity of energy and the operation strategy in the industrial sector. An example concerning the computer aided energy management is also presented.*

Keywords: *industry, energy, strategy*

Dr hab. inż. Bogumiła WNUKOWSKA, prof. PWSZ im. Witelona zajmuje się analizą i prognozowaniem struktury zużycia energii, zastosowaniem metod taksonomicznych w bilansach energetyzacji, systemami komputerowymi wspomagającymi zarządzanie energią, energochłonnością procesów produkcyjnych, innowacyjnością gospodarki w aspekcie uwarunkowań Unii Europejskiej. Prowadzi wykłady i seminaria na studiach doktoranckich i magisterskich z zakresu energetyki przemysłowej, odnawialnych źródeł energii i przedsięwzięć innowacyjnych w przemyśle.



