

Kazimierz S. Bieliński

e-mail: kazimierz.bielinski@utp.edu.pl

Zakład Elektroenergetyki, Instytut Elektrotechniki, Wydział Telekomunikacji i Elektrotechniki, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

## Aspekty energetyczne monitorowania technologii spożywczej

### Wstęp

Potrzeba ciągłego podwyższania wiedzy o badanym procesie jest wynikiem dynamicznego rozwoju nowoczesnych technik zarządzania przedsiębiorstwem, w tym zarządzania energią.

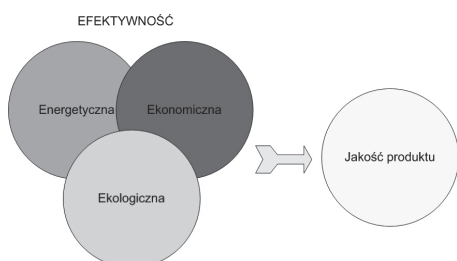
Aktywne monitorowanie procesów występujących w przedsiębiorstwach o bardzo zróżnicowanej technologii, jest wyższym stadium umiejętności wykorzystywania informacji pochodzących z monitorowania w zarządzaniu procesami technologicznymi. Generalnie cel takiego zarządzania, skierowany jest na podwyższanie efektywności energetycznej, ekonomicznej i ekologicznej badanego procesu. Zatem w trakcie poszukiwania skutecznych działań innowacyjnych i rozwojowych konieczne jest powiązanie idei monitorowania z celem zarządzania, a więc także sterowania procesami technologicznymi.

Wykorzystując przyjęte narzędzia monitorowania do poszerzania wiedzy o badanym procesie technologicznym, należy na etapie kompletowania infrastruktury technicznej dokonać wyboru: źródła informacji, rodzajów wielkości pomiarowych, wartości interwału pomiarowego oraz rejestracji danych pomiarowych, implementacji algorytmów agregacji danych pomiarowych. Trzeba przyjąć także do dalszych analiz wartości referencyjne oraz predefiniować standardowe i niestandardowe raporty z wyników badań (oceny), przeznaczone dla różnych podmiotów zajmujących się w przedsiębiorstwie prowadzeniem procesu technologicznego, nadzorem technicznym, zabezpieczeniem energetycznym, sprzedażą produktów itp.

### Identyfikacja obszarów monitorowania

W zależności od celów i charakteru badań, które definiują zarządzający przedsiębiorstwem, należy: wskazać aktualne potrzeby badawcze, określić wskaźniki oceny stanu, częstotliwość uaktualniania danych oraz czas realizacji badań.

Aktualne potrzeby badawcze stanowią wyznacznik dla zmian konfiguracji i rozwoju systemów monitorowania. Zarządzanie przedsiębiorstwem oparte na wiedzy generuje najczęściej konieczność jednoczesnego i ciągłego monitorowania wielu wskaźników opisujących różne procesy zachodzące w przedsiębiorstwie. Szczególnie ważne dla przedsiębiorstw realizujących technologie spożywcze jest osiągnięcie najwyższej jakości produktów, przy możliwie najniższych kosztach produkcji, a więc zapewnienie wysokiej efektywności ekonomicznej produkcji. Wynika to głównie ze specyfiki funkcjonowania tych przedsiębiorstw na globalnym i konkurencyjnym rynku towarowym.



Rys. 1. Graficzna prezentacja relacji efektywności i jakości produkcji

Podwyższenie efektywności ekonomicznej można uzyskać poprzez systematyczną poprawę efektywności energetycznej produkcji.

Podwyższanie efektywności energetycznej, to cel bardzo istotny nie tylko ze względów ekonomicznych.

Jeśli będzie ono miało

charakter powszechny, to może mieć istotne znaczenie dla zmniejszenia energochłonności PKB krajowej gospodarki, jak i również może się przyczynić ostatecznie do osiągnięcia celów indykatorywnych, na które zadeklarowała się Polska jako członek UE. Wymagania szczegółowe na ten temat zapisano w *Dyrektywach UE* (2005/32WE, 2006/32/WE) oraz w pakiecie energetycznym „3\*20”. W osiągnięciu tych celów bardzo pomogłoby Polsce uchwalenie ustawy o efektywności energetycznej, któ-

rej głównym zadaniem jest upowszechnienie idei oszczędzania energii poprzez m.in. korzystanie z systemów wsparcia (białych certyfikatów, dobrowolnych zobowiązań) oraz zmianę zachowań wśród operatorów i użytkowników energii [3].

Z wymagań ujętych w wyżej wymienionych dokumentach wynika również konieczność poprawy efektywności ekologicznej prowadzonych technologii. Działania na rzecz ograniczania emisji zanieczyszczeń do środowiska są zazwyczaj kosztowne. Dlatego konieczne są systemy wsparcia i finansowania innowacyjnych przedsięwzięć proefektywnościowych realizowanych w przedsiębiorstwach.

Potrzeba ograniczania zapotrzebowania na energię wśród odbiorców w Polsce dotyczy szczególnie energii elektrycznej. Wynika to z realnego niebezpieczeństwa pojawiania się w niedalekiej przyszłości lokalnych deficytów mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym (KSE) po roku 2013 i 2016. Deficyt ten może być spowodowany chwilowymi trudnościami ze zbilansowaniem podaży (wytwarzanie) z popytem (zapotrzebowanie) na energię elektryczną. Konsekwencją takiej sytuacji jest konieczność wprowadzania ograniczeń w poborze energii elektrycznej dla odbiorców przemysłowych, przetwórczych różnych technologii oraz dla gospodarstw domowych.

Większe przedsiębiorstwa, pobierające moce elektryczne powyżej 300 kW muszą śledzić komunikaty krajowej dyspozycji mocy (KDM) o aktualnym stanie zbilansowania podaży i popytu energii elektrycznej wyrażanym stopniami zasilania od 1 do 20. Podobne komunikaty dotyczą stopni zasilania dla sieci gazowej. Komunikaty te mogą być przekazywane: drogą radiową w I programie *Polskiego Radia*, drogą internetową lub jako dedykowane komunikaty systemu sterowania mocą (RSM) nadawane z nadajnika fal długich zlokalizowanego w *Centrum Nadawczym* w Solcu Kujawskim.

W przedsiębiorstwach różnych technologii zmienia się systematycznie struktura odbiorników energii elektrycznej. Wzrasta udział urządzeń o obciążeniu nieliniowym, które mają znaczący wpływ na jakość energii elektrycznej pobieranej z sieci elektroenergetycznej. Wynika to ze zmian w budowie linii technologicznych, w których przybywa liczba: zasilaczy impulsowych, falowników w napędach elektrycznych oraz energooszczędnych źródeł światła. Bardzo dużo kłopotów w szacowaniu zapotrzebowania na moc i energię elektryczną sprawia również praca coraz to większej liczby klimatyzatorów odpowiedzialnych za zapewnienie komfortu bytowego w pomieszczeniach.

Ponadto zmieniająca się rzeczywistość na rynkach sprzedawców i dostawców energii wymusza u zarządzających przedsiębiorstwem, precyzyjne planowanie zapotrzebowania na dostarczane i zużywane media energetyczne, a przede wszystkim systematyczne poszukiwanie najkorzystniejszej oferty sprzedaży. Muszą oni jednocześnie zagwarantować bezpieczeństwo dostaw mediów energetycznych o wymaganej jakości na potrzeby swoich linii technologicznych.

Dla zarządzających bardzo ważna jest również kwestia rzetelnej weryfikacji efektów osiąganych dzięki wprowadzeniu przedsięwzięć proefektywnościowych. Wyniki porównania rzeczywistych efektów z wartościami zaplanowanymi, pomagają w dostosowaniu polityki energetycznej, finansowej i inwestycyjnej do zmieniającej się sytuacji wewnętrznej i zewnętrznej przedsiębiorstwa.

Analiza możliwości wdrożenia usprawnień energooszczędnych w przedsiębiorstwie z technologią spożywczą powinna zaczynać się od najwyższego poziomu zarządzania energią w zakładzie, poprzez poziom poszczególnych instalacji mediów energetycznych i kończyć się na pojedynczych urządzeniach. Taki sposób postępowania ma uchronić przed suboptymalizacją [1].

Podwyższanie efektywności energetycznej obejmuje najczęściej:

- zespół powiązanych instalacji i układów technologicznych, z indywidualnym trybem pracy i sezonowości wykorzystania mocy produkcyjnych;
- instalacje mediów energetycznych dostawcy i odbiorcy energii elektr., gazu, ciepła, chłodu, sprężonego powietrza, wody, itp.;
- urządzenia odbiorcze, sprężarki, pompy, kotły, silniki itp.

Każdy wskaźnik szacujący wydajność, efektywność energetyczną, ekonomiczną i ekologiczną badanych procesów produkcyjnych realizowanych w przedsiębiorstwie przetwórstwa spożywczego lub bezpieczeństwa energetyczne czy też jakość dostarczanych mediów energetycznych wymaga innych źródeł informacji.

W UE przyjęto normę *System zarządzania energią* [4], jako międzynarodowy standard zarządzania w zakresie efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach przemysłowych. Norma ukierunkuje organizację na opracowanie zarządczej strategii dla poprawy efektywności energetycznej oraz na redukcję kosztów i meliorację środowiska.

### Przykłady realizacji monitorowania

Obecnie dominują rozwiązania techniczno-informatyczne, które zakładają lepsze wykorzystanie istniejących zasobów informacyjnych zgromadzonych w lokalnych bazach danych, rozproszonych na terenie przedsiębiorstwa. Idealne rozwiązanie to takie, gdy raz zmierzona i zarejestrowana wartość wielkości opisującej badany proces lub obiekt jest udostępniana wielokrotnie zainteresowanym i uprawnionym użytkownikom. Aktualnie w przedsiębiorstwach rozwiązania techniczno-informatyczne integrują rozproszone i autonomiczne systemy zarządcze, działające w oparciu o różne aplikacje i systemy operacyjne. Odbywa się to przede wszystkim z wykorzystaniem standardowych interfejsów wymiany danych zgromadzonych w bazach danych tych systemów. Na przykład dane zgromadzone w bazie systemu monitorowania zużycia mediów energetycznych mogą zostać automatycznie pobrane, w postaci standardowej tabeli, przez system planowania zasobami przedsiębiorstwa klasy ERP. Dzięki temu powstaje rzeczywisty rozdzielnik kosztów i zużycia na potrzeby wewnętrzne rozliczeń wyodrębnionych miejsc powstawania kosztów (MPK). Te same dane mogą służyć również do tworzenia dynamicznych bilansów zużycia poszczególnych mediów energetycznych, wykazujących np. straty w przesyłce [2].

Systemy SCADA zarządzające procesami technologicznymi mogą korzystać z danych chwilowych o poborze mocy elektrycznej, gazu i ciepłej oraz o przepływie wody, ścieków i sprężonego powietrza z systemu monitorowania mediów energetycznych, w taki sposób, aby kontrolować poziomy chwilowego poboru tych wielkości fizycznych w celu minimalizacji kosztów ich zużycia dla badanej linii technologicznej. Te same dane mogą służyć do oszacowania stopnia wykorzystania poszczególnych urządzeń linii technologicznej w czasie całego cyklu produkcyjnego.

Obecnie w przedsiębiorstwach bardzo ważną sprawą jest systematyczne kontrolowanie kosztów i zużycia mediów energetycznych.

Z perspektywy całego zakładu, ważne jest przede wszystkim [1]:

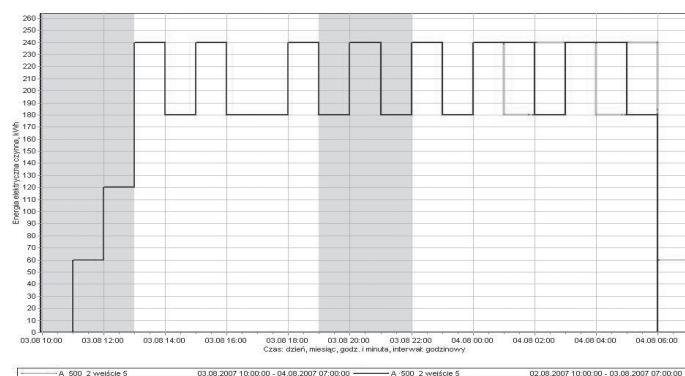
- określenie poziomu kosztów mediów energetycznych w łącznym koszcie produkcji poszczególnych wyrobów produkowanych w badanym zakładzie;
- określenie poziomu zapotrzebowania na poszczególne media energetyczne w jednostce produkcji poszczególnych wyrobów;
- integracja wszystkich procesów skierowana na podwyższanie efektywności energetycznej;
- porównywanie (tzw. *benchmarking*) osiągniętych w zakładzie wskaźników efektywności energetycznej z referencyjnymi,
- modelowanie procesów energetycznych,
- optymalizacja kosztów zakupu mediów energetycznych.

Na poziomie instalacji i poszczególnych urządzeń przedsiębiorstwa, oczekiwana jest wiedza nt. ich sprawności, wydajności, stopnia wykorzystania urządzeń, sposobu sterowania pracą urządzeń, profilu obciążenia, jakości parametrów charakteryzujących media energetyczne i ich dystrybucję, ilości awarii i czasu ich trwania, możliwości zdalnego sterowania obciążeniem, dostępności alternatywnych źródeł energii, warunków eksploatacji, zachowań operatorów, itp. Najpełniejszą wiedzę na ten temat można uzyskać po przeanalizowaniu wyników audytu energetycznego przeprowadzonego wcześniej na terenie badanego zakładu.

Podczas realizacji nowych inwestycji i modernizacji starych, należy zastosować koncepcję projektowania rozwiązań technicznych jako efektywnych energetycznie (*energy efficient design*) z uwzględnieniem potrzeby zmian zachowań operatorów, które można uzyskać dzięki specjalistycznym szkoleniom stanowiskowym.

Na etapie eksploatacji poszczególnych instalacji i urządzeń do oszacowania kosztów zużywanej energii wykorzystuje się tzw. łączny koszt eksploatacji urządzenia (*total cost of ownership*). Dla większości urządzeń elektrycznych stosowanych w przemyśle spożywczym, zdecydowanie największy udział procentowy w łącznym koszcie eksploatacji urządzenia ma koszt zużycia energii elektrycznej. Na przykład dla pomp i sprężarek udział kosztów zużywanej energii elektrycznej stanowi od 60 do 80% sumarycznych kosztów poniesionych przez inwestora w okresie eksploatacji urządzenia. Natomiast koszt zakupu nowych urządzeń stanowi tylko od 15 do 30% kosztów łącznych [1].

Dzięki systematycznej rejestracji profilu obciążenia np. w napędach elektrycznych można dokonać oceny stopnia podobieństwa tych przebiegów w kolejnych cyklach pracy maszyn roboczych wykonujących identyczne czynności. Wyniki badań pomagają w postawieniu diagnozy przyczyn powstałych różnic (zarejestrowanego profilu od profilu referencyjnego). Przyjmując, że badane urządzenie powtarza w ciągu doby kilka cykli pracy, w skali roku może to stanowić już setki lub tysiące cykli. Zarejestrowane jednostkowe różnice w zużyciu energii dla jednego cyklu pracy urządzeń stanowią w skali roku znaczne wartości zwiększonej energochłonności jednej maszyny w stosunku do drugiej. Poniżej zamieszczono wykres dwóch serii danych przebiegu obciążenia elektroenergetycznego zarejestrowanych dla dwóch kolejnych cykli pracy mieszadła (Rys. 2).



Rys. 2. Porównanie przebiegów godzinowych obciążenia elektroenergetycznego dwóch kolejnych cykli pracy mieszadła

Ciągła rejestracja profilu obciążenia dwóch mieszadeł, mimo bliźniaczych konstrukcji, identycznych napędów oraz tych samych konsystencji i porcji wsadu, wykazywała powtarzalną różnicę w zużyciu energii elektrycznej rzędu 13%.

### Wnioski

Systematycznie poszerza się obszar monitorowania koniecznego do efektywnego i skutecznego zarządzania przedsiębiorstwami z technologiami spożywczymi, działającym na otwartym i konkurencyjnym rynku towarów i usług w Polsce, UE i na świecie.

Do realizacji złożonych celów zarządzania potrzebne jest zintegrowanie techniczno-informatyczne wszystkich rozproszonych systemów zarządczych oraz monitorujących i sterujących technologiami w przedsiębiorstwach.

Poszerzeniu ulega również zestaw narzędzi analitycznych pozwalających na weryfikację planowanych i ocenę rzeczywistych efektów uzyskanych dzięki działaniom profektywnościowym.

### LITERATURA

- [1] Summary on Energy Efficiency issues in the BREF Series. European Commission Directorate-General Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit, 2009.
- [2] K. S. Bieliński, A. Paciorek: Inż. Ap. Chem. 46, nr 1, 24 (2007).
- [3] Projekt ustawy o efektywności energetycznej, wersja z 2010 r.
- [4] Norma EN 16001.2009 – System zarządzania energią.