

Środki poprawy efektywności energetycznej w przemyśle i ich ocena

Measures to improve energy efficiency in industry and their evaluation

Efektywność energetyczna jest od niedawna traktowana jak jeden z zasobów energetycznych. Unia Europejska (UE) poprzez swoją politykę wymusza i promuje określone działania zmierzające do poprawy efektywności energetycznej instalacji i urządzeń, dążąc do tego, aby na podwyższeniu efektywności energetycznej zaczęło zależeć wszystkim uczestnikom rynku energetycznego. Starania UE są kierunkowane na to, aby efektywność energetyczna była trwałym elementem wewnętrznego rynku energii. Ze wzrostem efektywności energetycznej wiąże się pojawienie nowych niszy biznesowych dla innowacyjnych usług oraz produktów i w perspektywie rozwój związanego z nimi rynku.

W polityce energetycznej UE w części dotyczącej zmniejszenia zapotrzebowania na energię można dostrzec nacisk na działania w budownictwie. Jest to uzasadnione szeregiem czynników, m.in. zużyciem energii w tym sektorze na poziomie 40% zużycia całej UE, wysoką rentownością działań podejmowanych w budynkach, rozwojem lokalnych rynków usług termomodernizacyjnych i wysoką akceptacją społeczną. Potwierdzeniem tego stwierdzenia jest, dedykowana budownictwu, dyrektywa o wydajności energetycznej budynków (EPBD) [1] oraz liczne zapisy w dyrektywie o efektywności energetycznej (EED) [2] (art. 4 i art. 5). Przejawem dbałości o zapewnienie źródeł finansowania jest m.in. ustanowienie instrumentu pożyczkowego Europejskiego Banku Inwestycyjnego w wysokości 25 mld euro na działania związane z efektywnością energetyczną w budownictwie mieszkaniowym oraz udoskonalenie recyklingu i zrównoważonego gospodarowania odpadami w budownictwie.

Jeżeli chodzi o przemysł, to grupując przedsiębiorstwa według obszarów interwencji polityki efektywności energetycznej, można wyróżnić: sektor energetyczny, przedsiębiorstwa duże oraz firmy małe i średnie (MŚP). Dla każdej z tych grup przewidziano oddzielne, chociaż nie rozłączne, programy i środki wzrostu efektywności energetycznej.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie uwarunkowań stosowania działań poprawy efektywności energetycznej (EEIM, ang. *energy efficiency improvement measures*)³⁾ w dużych zakładach przemysłowych, niezaliczanych do MŚP. Zaproponowana została również nowa metodyka oceny EEIM, poszerzająca dotychczasowe kryteria oceny, zdominowane obecnie przez proste wskaźniki ekonomiczne.

Środki efektywności energetycznej w przemyśle

Obserwując zmiany zużycia energii w UE w latach 1990-2012 można zauważyć przeciwstawne tendencje w różnych sektorach, np. zapotrzebowanie zmniejszyło się w rolnictwie i leśnictwie o 24,6%, w przemyśle o 23,1%; wzrost nastąpił w sektorze usług o 36,4% i w transporcie o 23,8%, zaś zużycie w budownictwie pozostało prawie na tym samym poziomie. Zmiany te odzwierciedlają z jednej strony zmiany strukturalne w gospodarce UE, odchodzenie od gospodarki energochłonnej i coraz większy udział usług w tworzeniu PKB, częściowo również są wynikiem działań podejmowanych w celu zwiększenia efektywności energetycznej.

Zmieniała się również emisja gazów cieplarnianych z sektora przemysłu w UE [3]:

- dla procesów przemysłowych wynosiła: 462 mln t równoważnika CO₂ w 1990 r.; 394 mln t w 2000 r.; 403 mln t w 2005 r.; 321 mln t w 2012 r.;
- dla przemysłu wytwórczego i budownictwa wynosiła: 861 mln t równoważnika CO₂ w 1990 r.; 707 mln t w 2000 r.; 663 mln t w 2005 r.; 533 mln t w 2012 r.

Łącznie w obu tych grupach emisja zmniejszyła się o 327 mln t w latach 1990-2012, dla porównania – w energetyce o 267 mln t.

³⁾ Dyrektywa ESD definiuje EEIM, czyli działania służące poprawie efektywności energetycznej, jako wszelkie działania, które zwykle prowadzą do sprawdalnej i wymiernej lub możliwej do oszacowania poprawy efektywności energetycznej.

¹⁾ tadeusz.skoczkowski@itc.pw.edu.pl

²⁾ slawomir.bielecki@itc.pw.edu.pl

Polityka energetyczna UE w zakresie efektywności energetycznej kładzie stosunkowo niski nacisk na przemysł wytwórczy. Nie ulega wątpliwości, że ten obszar zmniejszenia strat energii nie jest priorytetem. Wynika to z wielu czynników. Mianowicie, udział przemysłu w całkowitym zużyciu energii w UE w roku 2013 wynosił 25% (277 Mtoe), dla porównania w Polsce 24% (15 Mtoe). Maleje udział przetwórstwa przemysłowego w tworzeniu PKB, w UE – obniżył się z 15,4% w roku 2012 do 15,1% w roku 2013. Komisja Europejska (KE) dąży do zwiększenia udziału przemysłu w PKB do 20% do roku 2020 [4]. Przemysł będący w przeważającej części własnością prywatną, w poszukiwaniu maksymalnych zysków wykazuje większą dbałość o sprawy strat energii niż sektor publiczny czy gospodarstwa domowe. Z kolei MŚP, nawet świadome posiadane potencjału efektywności energetycznej, nie posiadają wystarczających zasobów intelektualnych i finansowych, aby skutecznie zwiększyć swoją efektywność energetyczną.

W latach 2008-2012 ceny detaliczne energii elektrycznej dla przemysłu wzrastały w UE średnio o 3,5 % rocznie, a ceny gazu – o 1%. Szacuje się, że ceny energii elektrycznej dla przemysłu są w UE dwa razy wyższe niż w USA i Rosji oraz o 20% wyższe niż w Chinach [4].

Podstawowe cele, środki i metody wzrostu efektywności energetycznej w UE są zawarte w EED, a poprzednio znajdowały się w Dyrektywie 2006/32/WE w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych (ESD). Ambicją twórców EED było objęcie nią całości zagadnień efektywności energetycznej, co sprawiło, że jest ona mało czytelna i w dalszym ciągu trudno zidentyfikować i zinterpretować wszystkie relacje pomiędzy jej poszczególnymi artykułami. Złożoność konstrukcji EED pokazano w tabeli 1.

Tabela 1

Ważniejsze artykuły dyrektywy EED i obszary ich interwencji

Artykuł EED	Budynki	Sektor publiczny	Duże przedsiębiorstwa	MŚP	Spółki energetyczne (dystrybucja)	Odbiorcy końcowi
Artykuł 4 – Renowacja budynków	■					
Artykuł 5 – Wzorcowa rola budynków instytucji publicznych	■	■				
Artykuł 6 – Dokonywanie zakupów przez instytucje publiczne		■				
Artykuł 7 – Systemy zobowiązujące do efektywności energetycznej			■	■	■	
Artykuł 8 – Audyty energetyczne i systemy zarządzania energią			■	■	■	■
Artykuł 9 – Opomiarowanie				■	■	■
Artykuł 10 – Informacje o rozliczeniach				■	■	■
Artykuł 11 – Koszt dostępu do informacji o opomiarowaniu i rozliczeniach				■	■	■
Artykuł 12 – Program informowania i wzmocnienia pozycji odbiorców				■	■	■
Artykuł 13 – Sankcje			■	■	■	■

Źródło: opracowanie własne

Warto podkreślić, że w artykule 18 EED stwierdzono: „Państwa członkowskie wspierają rynek usług energetycznych”. Pojęcie usługi energetycznej, jako narzędzia uruchomienia przedsięwzięć energooszczędnych zostało wprowadzone przez ESD. Dyrektywa ta definiuje usługę energetyczną jako: „fizyczną korzyść, udogodnienie lub pożytek pochodzące z połączenia energii z technologiami efektywnymi energetycznie lub z działaniem, które mogą obejmować czynności, utrzymanie i kontrolę niezbędne do świadczenia usługi na podstawie umowy i które, jak zostało udowodnione, w normalnych warunkach prowadzi do sprawdzalnej i wymiernej lub możliwej do oszacowania poprawy efektywności energetycznej lub oszczędności energii pierwotnej”. Stwierdzenie to jest niezwykle ważne ze względu na fakt, że wykonywanie usług energetycznych może stanowić, według koncepcji KE, działalność, umożliwiającą firmom energetycznym rekompensatę utraconych przychodów w wyniku nałożonego obowiązku oszczędzania energii [5].

Działania zmierzające do zwiększenia efektywności energetycznej mogą być podejmowane jako działania niezależne, ponadto mogą być powiązane z audytami środowiskowymi, a w większych przedsiębiorstwach mogą być wartościowym, obowiązkowym elementem procesu restrukturyzacji. Krokiem wstępnym do oszacowania potencjalnych korzyści, płynących z zastosowania środków efektywności energetycznej jest audyt energetyczny. Według EED audyt energetyczny oznacza systematyczną procedurę, której celem jest uzyskanie odpowiedniej wiedzy o profilu istniejącego zużycia energii danego budynku lub zespołu budynków, działalności lub instalacji przemysłowej bądź handlowej lub usługi prywatnej lub publicznej, określenie, w jaki sposób i w jakiej ilości możliwe jest uzyskanie optymalnej oszczędności energii oraz poinformowanie o wynikach.

W kontekście audytu energetycznego, w artykule 8 EED „Audyty energetyczne i systemy zarządzania energią” nakłada się na państwa członkowskie wiele bardzo istotnych obowiązków. Najważniejszym z punktu widzenia przemysłu jest zobowiązanie państw członkowskich (art. 8, ust. 4) „...aby przedsiębiorstwa nie będące MŚP zostały poddane audytowi energetycznemu przeprowadzonemu w niezależny i optymalny sposób przez wykwalifikowanych lub akredytowanych ekspertów lub zrealizowane i nadzorowane przez niezależne organy na podstawie przepisów krajowych, do dnia 5 grudnia 2015 r. oraz co najmniej co cztery lata od daty poprzedniego audytu energetycznego.” Warunkiem koniecznym ważności audytu jest spełnienie wymogu przeprowadzania go w niezależny sposób (art. 8, ust. 5).

W Polsce nie znowelizowano jeszcze Ustawy o efektywności energetycznej (UEE) w sposób, który implementowałby ten obowiązek do prawa polskiego. Niemniej należy przewidywać, że z chwilą implementacji powstanie w Polsce rynek na audyty energetyczne we wszystkich dużych przedsiębiorstwach nie będących MŚP.

Audyty energetyczne powinny uwzględniać odpowiednie normy europejskie lub międzynarodowe, jak np. EN ISO 50001 [6] (systemy zarządzania energią) lub EN 16247-1 (audyty energetyczne) [7] lub systemy zarządzania środowiskiem, jeżeli obejmują one również audyt energetyczny np. EMAS, EN ISO 14000. Kryteria minimalne, dotyczące audytów energetycznych, w tym audytów przeprowadzanych w ramach systemów zarządzania energią, zawiera Załącznik VI do Dyrektywy EED. Metodyka audytów przemysłowych, w tym w sieciach elektroenergetycznych spełniająca te wymagania, wymaga prowadzenia dalszych prac naukowych.

Należy pamiętać, że poprawa efektywności wykorzystania energii ma umożliwić wykorzystanie potencjalnych oszczędności energii w sposób ekonomicznie efektywny, opierając się, o ile to możliwe, na analizie kosztów w cyklu życia (life-cycle cost analysis – LCCA) [8], a nie na prostym okresie zwrotu nakładów (Simple Payback Periods – SPP), tak aby uwzględnić oszczędności długoterminowe.

W Polsce audyt w budownictwie jest precyzyjnie opisany w rozporządzeniu ministra infrastruktury [9]. Ogólne zasady przeprowadzania audytu energetycznego, poza budynkami, podano w rozporządzeniu ministra gospodarki [10]. Biorąc pod uwagę możliwość osiągnięcia efektu synergii, pożądane jest skoordynowanie na szczeblu krajowym audytów energetycznych wynikających z zobowiązań EED i dyrektywy budowlanej EPBD (art. 17 i art. 18).

Orientacyjną listę przykładowych środków poprawy efektywności energetycznej zawiera Załącznik III do ESD [5] (tabela 2). Wspomniane środki poprawy efektywności energetycznej, aby mogły zostać wzięte pod uwagę przy ocenie krajowych planów oszczędności energii, muszą przynieść oszczędności łatwe do zmierzenia i weryfikacji lub oszacowania. Sprawa wiarygodnej weryfikacji oszczędności, przy kosztach proporcjonalnych do oszczędności, pozostaje wciąż zagadnieniem nie w pełni zdefiniowanym na poziomie UE, która pomimo wielokrotnych zapowiedzi nie przedstawiła wytycznych do przeprowadzania audytów przemysłowych.

Wymienione środki wskazują na możliwość rozwoju produkcji i usług oraz na potrzebę wzrostu kompetencji w określonych obszarach.

Tabela 2

Przykłady środków poprawy efektywności energetycznej w przemyśle (EEIM)

Obszar zastosowania	Technologia	Przykład
Procesy przemysłowe	Oświetlenie	Dostosowanie oświetlenia do wymogów miejsca pracy, nowe wydajne źródła światła, systemy cyfrowych układów kontroli, używanie detektorów ruchu w budynkach, optymalne wykorzystanie oświetlenia dziennego.
	Urządzenia informatyczno-komunikacyjne (ICT)	Urządzenia ICT spełniające standardy energooszczędności np. Energy Star, wykorzystanie nowoczesnych technik informatycznych np. obliczenia w „chmurze”, zewnętrzne banki danych.
	Pozostały sprzęt i urządzenia	Małe urządzenia kogeneracyjne, nowe urządzenia o podwyższonej efektywności energetycznej, sterowniki czasowe dla optymalnego zużycia energii, instalacja kondensatorów w celu redukcji mocy biernej, transformatory o niewielkich stratach.
	Produkcja energii z odnawialnych źródeł energii (OZE)	Kolektory słoneczne, pompy ciepła, małe elektrownie wiatrowe i wodne, geotermia, ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń wspomagane energią słoneczną, systemy elektroniczne maksymalizujące wykorzystanie OZE.
	Procesy ciepłe	Wykorzystanie kotłów o podwyższonej sprawności, wykorzystanie kogeneracji, zastępowanie nagrzewania płomieniowego nagrzewaniem elektrycznym, poprawa sprawności pieców przemysłowych; wykorzystanie ciepła odpadowego, nowoczesne metody pomiarowe i sterowania, zastosowanie lepszych materiałów termoizolacyjnych np. rurociągów.
	Systemy sprężonego powietrza	Bardziej efektywne użycie sprężonego powietrza, likwidacja wycieków powietrza, przełączników i zaworów, użycie automatycznych i zintegrowanych systemów sterowania.
	Urządzenia elektroenergetyczne	Transformatory o prawidłowo dobranej mocy do obciążenia, gospodarka mocą bierną np. kompensacja indywidualna, ograniczenie przepływów mocy biernej, systemy zarządzania zużyciem energii, sterowanie popytem na energię (DSM), urządzenia potrzeb własnych.
	Procesy technologiczne	Wykorzystanie efektywnych trybów oczekiwania, zastosowanie urządzeń elektrotermicznych.
	Silniki i napędy elektryczne	Dobór mocy silnika do obciążenia, napędy o regulowanej prędkości obrotowej, silniki elektryczne o podwyższonej sprawności, nowoczesne zintegrowane systemy sterowania i regulacji napędów.
	Wentylatory, napędy bezstopniowe i wentylacja	Nowe urządzenia/systemy, wykorzystanie naturalnej wentylacji.
	Zarządzanie aktywnym reagowaniem na popyt	Systemy monitorowania i zarządzania obciążeniem, wyrównywania szczytowych obciążeń sieci, urządzenia sieci inteligentnych.
	Wysokoefektywna kogeneracja	Wysokosprawne jednostki kogeneracyjne np. turbiny gazowe w układzie kombinowanym z odzyskiem ciepła, mikroturbiny, turbiny gazowe z odzyskiem ciepła, ogniwa paliwowe, silnik spalinowy i parowe, silniki Stirlinga.
	Standardy i normy Rozporządzenia KE	Mające na celu przede wszystkim poprawę efektywności energetycznej produktów i usług; standardy zarządzania energią, standardy audytu energetycznego; minimalne standardy efektywności energetycznej urządzeń, np. silników elektrycznych, pomp.
Środki wielosektorowe	Systemy oznakowania efektywności energetycznej	Etykiety energetyczne produktów; certyfikaty efektywności energetycznej budynków.
	Pomiar, inteligentne systemy pomiarowe	Systemy pomiaru i monitorowania zużycia energii, indywidualne urządzenia pomiarowe wyposażone w zdalne sterowanie odbiornikiem, rachunki zawierające zrozumiałe informacje.
	Szkolenia i edukacja	W zakresie stosowania efektywnych energetycznie technologii lub najlepszych dostępnych technologii (BAT).
Środki horyzontalne	Uregulowania prawne, regulacyjne, podatki prowadzące do zmniejszenia zużycia energii przez użytkowników końcowych	Systemy zobowiązujące do efektywności energetycznej np. System Białych Certyfikatów, Systemy Dobrowolnych Zobowiązań, regulacja likwidująca bariery dla OZE i prosumentów, ulgi podatkowe dla dużych odbiorców energii; wykorzystanie zasady TPA.
Środki horyzontalne	Kampanie informacyjne na rzecz promowania poprawy efektywności energetycznej i środków jej służących	Szkolenia pracowników w zakresie możliwości zwiększenia efektywności energetycznej, motywacyjne systemy nagradzania.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Załącznika III do Dyrektywy ESD [5].

Kategorią przedsięwzięć, służących poprawie efektywności energetycznej, za które można uzyskać świadectwo efektywności energetycznej („biały certyfikat”) są:

- zwiększenie oszczędności energii przez odbiorców końcowych,
- zwiększenie oszczędności energii przez urządzenia potrzeb własnych,
- zmniejszenie strat energii elektrycznej, ciepła lub gazu ziemnego w przesyłce lub dystrybucji.

Szczegółowy wykaz EEIM wraz z ich krótkimi opisami zawiera obwieszczenie [11].

Kryteria oceny środków efektywności energetycznej

Coraz powszechniejsze metody oceny technologii energetycznych z użyciem kryteriów zrównoważonego rozwoju sugeruje przyjęcie nowych, podobnych kryteriów do oceny przedsięwzięć zwiększających efektywność energetyczną. Skuteczność

zastosowanych EEIM można mierzyć poprzez efekt ekologiczny, bezwzględną ilość zaoszczędzonej energii lub wskaźniki ekonomiczne.

W przypadku zaangażowania środków publicznych, przeznaczonych na ochronę środowiska, kryteria wykorzystują uzyskany efekt ekologiczny. Oczywiście jest, że uzyskanie określonego efektu ekologicznego może wiązać się z różną ilością zaoszczędzonej energii. Ograniczenie produkcji tej samej ilości energii z węgla da znacznie lepsze efekty ekologiczne niż na przykład z technologii gazowej – i odwrotnie: różne technologie mogą dawać inne efekty ekologiczne. Jako skrajny przykład można podać efekty ekologiczne wynikające z oszczędności energii wytworzonej w technologii węglowej i z OZE. Uzyskanie dużego efektu ekologicznego, np. redukcji emisji CO₂, poprzez zastosowanie EEIM może być nieefektywne ekonomicznie.

Podstawowymi kryteriami oceny programów i środków efektywności energetycznej są jednak wskaźniki ekonomiczne. Dotyczy to w szczególności finansowania ze środków prywatnych i decyzji podejmowanych na poziomie przedsiębiorstw.

Tabela 3

Kryteria oceny środków poprawy efektywności energetycznej (EEIM)

Kryterium	Opis	Miara oceny
Tradycyjne		
Ekonomiczne	<ul style="list-style-type: none"> • Obecnie dominujące. • Wykorzystujące proste wskaźniki ekonomiczne. • Różne EEIM wymagają różnych nakładów finansowych. • Powinny uwzględniać LCCA i koszty zewnętrzne. • Koszty rozbudowy systemu energetycznego bez zastosowania EEIM. • Możliwość wykorzystania TPF (<i>Third Party Financing</i> – finansowanie przez trzecią stronę). 	<ul style="list-style-type: none"> • Prosty czas zwrotu: krótki, średni, długi. • Koszty inwestycyjne: małe, średnie, duże. • Koszty paliwa. • Koszty utrzymania i napraw. • Koszty administracyjne. • Koszt energii niedostarczonej. • Zaangażowanie własnego kapitału. • Możliwość wsparcia publicznego.
Energetyczne	Rodzaj zaoszczędzonej energii.	Energia: elektryczna, ciepła, chłód.
	Ilość zaoszczędzonej energii.	Oszczędność: mała, średnia, duża, N/A. Możliwość wykorzystania ciepła odpadowego.
	Technologia wytworzenia.	Wysokoemisyjne, niskoemisyjne, OZE.
Ekologiczne	Ograniczenie emisji gazów i pyłów.	Dostosowanie do wymogów dyrektyw i rozporządzeń UE.
	Ograniczenie zużycia wody.	Spełnienie wymogów BAT.
Nowe (proponowane)		
Implementacyjne	Strategia oszczędzania	Efektywność energetyczna; konserwacja energii
	Typ aktywności	Odzysk energii, retrofit, optymalizacja, nowa instalacja
Związane z produkcją	Produkcyjność	Udokumentowany wzrost, N/A
	Zalety ruchowe i remontowe	Rosnące, malejące, N/A Częstość i liczba awarii
	Środowisko pracy (hałas, zapylenie, oświetlenie, bezpieczeństwo)	Polepszenie, pogorszenie, N/A Wymagania BHP
Zaangażowanie korporacyjne	Relacja EEIM do podstawowej działalności biznesowej	Ograniczone, powszechne (szerokie)
Prawdopodobieństwo sukcesu/ akceptacji	Zmniejszenie ryzyka biznesowego Akceptacja załogi i lokalnej społeczności	Udokumentowane: wysokie, średnie, niskie N/A
Wizerunkowe	Społeczna odpowiedzialność biznesu*	Polepszenie, neutralne
Odległość od core-businessu	Zgodność z innymi celami i politykami przedsiębiorstwa i kraju	Bliska, odległa
	Konieczność zaangażowania nowych lub wyspecjalizowanych służb	Tak, nie
	Konieczność zbudowania lub nabycia nowych usług, wiedzy lub umiejętności	Tak, nie
Częstotliwość konieczności kontroli	Konieczność ponoszenia dodatkowych kosztów na przeglądy, konserwacje	Jednorazowa, interwencje okresowe
Skutki pośrednie	Innowacyjność	Liczba patentów, usprawnień
	Podniesienie kultury przedsiębiorstwa	Zaadoptowanie nowych technologii i rozwiązań technicznych, organizacyjnych
	Nowe miejsca pracy	Liczba

* Koncepcja, zgodnie z którą przedsiębiorstwa dobrowolnie uwzględniają problematykę społeczną i ekologiczną w swojej działalności komercyjnej i stosunkach z interesariuszami.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13].

Niskie ceny nośników energii będą utrudniały podejmowanie decyzji o inwestowaniu w efektywność energetyczną. Czasy zwrotu wydłużą się i nie będą zyskiwały pozytywnej oceny ekonomicznej. Skądinąd wiadomo, że chcąc osiągnąć cele polityki klimatyczno-energetycznej należy zintensyfikować działania przynoszące wzrost efektywności energetycznej (patrz np. strategia [12]). Wynika stąd potrzeba pełniejszej oceny EEIM. W praktyce oznaczać to będzie przyjęcie takiej metodyki oceny EEIM, aby objąć inne, pozaekonomiczne aspekty przedsięwzięć. Potencjalny inwestor otrzyma wtedy pełną informację o planowanym przedsięwzięciu, umożliwiającą również ocenę jego „zrównoważenia”. W literaturze od pewnego czasu, mniej więcej końca lat 90. poprzedniego wieku, pojawiają się prace wskazujące na zainteresowanie badaczy tym zagadnieniem.

Propozycję wprowadzenia wielokryterialnej oceny EEIM przedstawiono w tabeli 3.

Celowe wydaje się wskazanie na dalszą możliwość wykorzystania zaproponowanych kryteriów do oceny środków efektywności energetycznej w zastosowaniach wielokryterialnych metod podejmowania decyzji (MCDA, ang. *multiple-criteria decision aid*) [14], stosowanej dotychczas w zagadnieniach optymalizacji hybrydowych systemów energetycznych [15] lub przy ocenie zrównoważenia technologii energetycznych [16]. Brakuje prac, które włączyłyby do procesu podejmowania decyzji możliwości wynikające z innych, oprócz źródeł rozproszonych, elementów rozproszonych zasobów energetycznych, np. technologii magazynowania energii, DSR (ang. *Demand Side Response*) i efektywności energetycznej.

W tabeli 3 uwzględniono kryteria obiektywne, np. zużycie energii czy kryteria ekonomiczne, zawarto również liczne kryteria subiektywne. Przypisanie tym kryteriom odpowiednich wag, wynikających z przyjętych celów EEIM, pozwala na ujęcie w ocenie elementów istotnych dla inwestora, a dotychczas pomijanych.

Wzrost efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach energetycznych

Oceniając wpływ efektywności końcowego użytkownika energii na sektor elektroenergetyczny należy z jednej strony wziąć pod uwagę widoczny światowy trend w zwiększaniu sprawności energetycznej urządzeń, maszyn i aparatów elektrycznych oraz systemów elektroenergetycznych, z drugiej zaś strony – stale rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną we wszystkich końcowych sektorach zużycia, tj. przemyśle, gospodarstwach domowych, transporcie, usługach i rolnictwie. Po stronie odbiorców indywidualnych trend ten zapewne zostanie wzmocniony w wyniku rozwoju sektora prosumentów [17]. W przemyśle obserwuje się rosnące zainteresowanie wielkich odbiorców energii elektrycznej budową własnych mocy wytwórczych, np. *PKN Orlen*, *KGHM*. Dążenie do zwiększenia efektywności energetycznej powinno być powiązane z możliwością zastosowania odnawialnych źródeł energii (OZE), co stawia przed energetyką dodatkowe wyzwania.

Wpływ efektywności energetycznej na działanie spółek energetycznych, zainicjowany przez ESD, opisano w pracy [18]. Obecnie, EED w sposób szczególny podkreśla obowiązek oszczędzania energii przez przedsiębiorstwa sektora ener-

getycznego (art. 7) i zagadnienia wysokosprawnej kogeneracji (art. 8). Oprócz tego, EED zawiera szereg zapisów, dotyczących przetwarzania, przesyłu i rozdziatu energii (art. 15). Obejmują one zobowiązania, aby krajowe organy regulacyjne sektora energetycznego należycie uwzględniały efektywność energetyczną, między innymi poprzez:

- opracowanie tariff sieciowych i regulacji dotyczących sieci, w ramach dyrektywy 2009/72/WE i z uwzględnieniem kosztów oraz korzyści poszczególnych środków, aby dostarczały operatorom sieci zachętę do udostępniania użytkownikom sieci usług systemowych, umożliwiających im wdrażanie środków poprawy efektywności energetycznej w kontekście systematycznego wdrażania sieci inteligentnych;
- ocenę potencjału w zakresie efektywności energetycznej infrastruktur gazowych i elektroenergetycznych, w szczególności w odniesieniu do przesyłu, rozdziatu, zarządzania obciążeniem i interoperacyjności, a także przyłączenia do energetycznych instalacji wytwórczych, w tym możliwości dostępu dla mikroproducentów energii;
- wyeliminowanie zachęt z tariff przesyłu i dystrybucji energii, które są szkodliwe dla ogólnej efektywności (w tym efektywności energetycznej) wytwarzania, przesyłu, rozdziatu i dostaw energii elektrycznej.

Załącznik XII do EED zawiera szczegółowe wymogi w zakresie efektywności energetycznej, obowiązujące operatorów systemów przesyłowych i operatorów systemów dystrybucyjnych. Od operatorów systemów dystrybucyjnych wymaga się, aby:

- gwarantowali przesył i rozdział energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji;
- zapewniali energii elektrycznej z wysokosprawnej kogeneracji priorytetowy (lub wręcz gwarantowany) dostęp do sieci i przesył w zakresie, w jakim zezwala na to bezpieczna eksploatacja krajowego systemu elektroenergetycznego;
- ułatwiali wprowadzanie do systemu energii elektrycznej, wytworzonej w procesie wysokosprawnej kogeneracji w małoskalowych jednostkach kogeneracyjnych i jednostkach mikrokogeneracji.

Od krajowych organów regulacyjnych sektora energetycznego pożąda się pewnego rodzaju zachęt, aby na rynkach hurtowych i detalicznych, obok podaży wykorzystywane były również środki po stronie popytu, takie jak reakcje na zapotrzebowanie. Również operatorzy systemów przesyłowych i operatorzy systemów dystrybucyjnych powinni traktować usługodawców reagujących na zapotrzebowanie, w tym koncentratorów, w sposób niedyskryminacyjny i według ich zdolności technicznych. „Koncentrator” według EED oznacza dostawcę usług po stronie zapotrzebowania, który łączy wiele krótkotrwałych obciążeń po stronie odbiorców w celu sprzedaży lub wystawiania na aukcjach na zorganizowanych rynkach energii.

Jak widać, na sektor elektroenergetyczny nałożono wiele obowiązków, które wynikają z dążenia do szeroko rozumianego wzrostu efektywności energetycznej, a w rzeczywistości dotyczą również nowego modelu współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami energetycznymi a odbiorcami końcowymi, w tym świadczącymi również usługi prosumenckie.

Podsumowanie

Z uwagi na niskie światowe ceny surowców energetycznych, rentowność zastosowania EEIM pogorszyła się, co niewątpliwie przełoży się na spowolnienie procesu oszczędzania energii, najpierw w przedsiębiorstwach, a w konsekwencji w skali całego kraju.

Ocena ekonomiczna, szczególnie wykorzystująca proste wskaźniki ekonomiczne, a nie koszty w cyklu życia, jest niepełna i nie pozwala podejmować racjonalnych decyzji inwestycyjnych w EEIM. Nie obejmuje ona też szeregu korzyści społecznych, ekologicznych czy wizerunkowych.

W artykule zaproponowano wprowadzenie metodyki oceny środków EEIM, która pozwala uwzględnić w ocenie szereg czynników dotychczas pomijanych. W metodyce tej wykorzystuje się rozszerzoną listę kryteriów oceny oraz zastosowanie wielokryterialnych metod podejmowania decyzji.

Zaletą proponowanej metodyki jest jej użyteczność na poziomie przedsiębiorstwa. Rozszerzenie kryteriów i przyjęcie prawidłowych wag w ocenie wielokryterialnej pozwoli na pokazanie pozaekonomicznych korzyści z zastosowanego środka efektywności energetycznej.

Użycie właściwej metody oceny przez podmioty rozdysponujące środki publiczne (np. Prezesa URE, fundusze środowiskowe), przeznaczone na wzrost efektywności energetycznej lub na programy ochrony środowiska, pozwoli na podejmowanie lepszych decyzji biznesowych, co w skali kraju przełoży się na lepsze planów czy też strategii ekologicznych oraz energetycznych.

W Polsce ciągle istnieje potencjał do oszczędności energii. W celu zwiększenia zainteresowania problemem poprawy efektywności energetycznej należy promować rozwój rynku usług energetycznych, w tym systemów doradztwa, instalacji i akredytacji w obszarze efektywności energetycznej oraz firm typu ESCO⁴⁾. Warto w nowej ustawie o efektywności energetycznej zdefiniować usługi energetyczne, szczególnie w kontekście systemu Białych Certyfikatów oraz rozwoju Sieci Inteligentnych, np. usługi systemowe świadczone przez koncentraty i prosumentów.

W kontekście planowania Polityki Energetycznej Polski do 2050 r. konieczne są modyfikacje większości krajowych systemów wsparcia, w celu osiągnięcia efektu skali. Warto wprowadzić obowiązek publicznego sprawozdawania przez NFOŚiGW z wykorzystania środków pozyskiwanych poprzez Białe Certyfikaty. Powinna zostać opracowana metodyka oceny inwestycji infrastrukturalnych pod kątem efektywności energetycznej. Należy też przewidzieć znacznie większe środki na rozwój optymalnych ekonomicznie inwestycji efektywnych energetycznie.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Dz.U. L 153 z 18.6.2010, s. 13.

⁴⁾ Według ESD: „przedsiębiorstwo usług energetycznych” (ESCO) to przedsiębiorstwo świadczące usługi energetyczne lub dostarczające innych środków poprawy efektywności energetycznej w zakładzie lub w pomieszczeniach użytkownika, biorąc przy tym na siebie pewną część ryzyka finansowego. Zapłata za wykonane usługi jest oparta w całości lub w części na osiągnięciu poprawy efektywności energetycznej oraz spełnieniu innych uzgodnionych kryteriów efektywności

- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej, Dz.U. L 315 z 14.11.2012, s. 134.
- [3] Smarter, greener, more inclusive? Indicators to support the EU Europe 2020 strategy. *Eurostat Statistical Books*, 2015.
- [4] Działania na rzecz odrodzenia przemysłu europejskiego, COM(2014) 14 final, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52014DC0014>
- [5] Dyrektywa 2006/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 kwietnia 2006 r. w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych, Dz.U. L 114 z 27.4.2006, s. 64.
- [6] PN-EN ISO 50001:2012 – System zarządzania energią.
- [7] CSN EN 16247-1 Energy audits – Part 1: General requirements.
- [8] Buytaert V. i inni: Towards integrated sustainability assessment for energetic use of biomass: A state of the art. Evaluation of assessment tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 3918-3933.
- [9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. Nr 43, poz. 346).
- [10] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, Dz. U. 2012 poz. 962.
- [11] Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej, M.P. Warszawa, 11 stycznia 2013 r., poz.15.
- [12] Strategia ramowa na rzecz stabilnej unii energetycznej opartej na przyszłościowej polityce w dziedzinie klimatu, COM(2015) 80 final. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015DC0080&from=EN>
- [13] Trianni A., Cagno E., De Donatis A.: A framework to characterize energy efficiency measure. *Applied Energy* 118(2014), 207-220.
- [14] Sadok W. i inni: Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-criteria decision-aid methods. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28 (2008) 163-174.
- [15] Abdullah M.A., Muttaqi K.M. Agalgaonkar A.P.: Sustainable Energy system design with distributed renewable resources considering economic, environmental and uncertainty aspects. *Renewable Energy*, 78(2015) 165-172.
- [16] Santoyo-Castelazo E., Azapagic A.: Sustainability assessment of energy systems: integrating environmental, economic and social aspects. *Journal of Cleaner Production* 80 (2014) 119-138.
- [17] Bielecki S.: Elektrownie systemowe, OZE, prosumenci i spółdzielnie energetyczne. Najbliższa perspektywa krajowej struktury wytwarzania energii elektrycznej. *Elektro.Info* 9/2015, s.106-114.
- [18] Skoczkowski T.: Dlaczego spółki energetyczne muszą oszczędzać energię u odbiorców końcowych? *Energetyka Ciepła i Zawodowa*, nr 6/2008, 1/2009, 42-44.

