

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA I SYSTEM ZARZĄDZANIA ENERGIĄ W PRZEDSIĘBIORSTWACH PRODUKCYJNYCH

Bohdan WOJCIECHOWSKI, Łukasz GRUDZIEN

Streszczenie: W artykule poruszono temat efektywności energetycznej oraz systemów zarządzania energią w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Zaprezentowano główne problemy i podejście do zarządzania energią w UE oraz wyjaśniono podstawowe wymagania prawne w tym zakresie. Opisano także rolę audytu energetycznego. Autorzy przyjrzeni się możliwościom poprawy efektywności energetycznej w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Zebrane w artykule informacje wskazują na potrzebę inwestowania w instalacje, monitoring i inne działania związane z oszczędnością energii, które skutkują uzyskaniem realnych korzyści wpływających pozytywnie na ekonomikę przedsiębiorstw. Artykuł kończy sformułowanie problemów badawczych, którymi autorzy będą się chcieli zająć w najbliższej przyszłości.

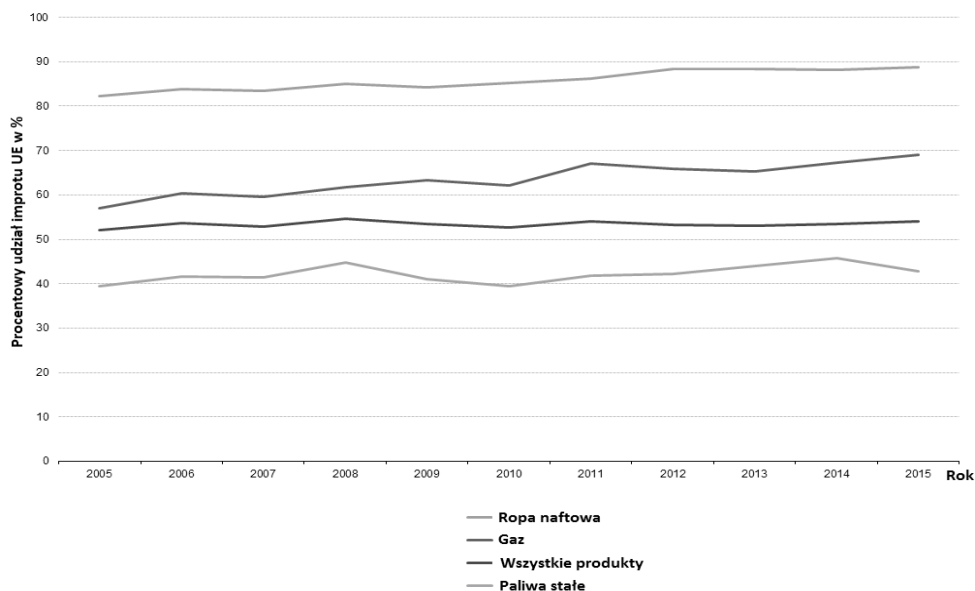
Słowa kluczowe: energia, efektywność energetyczna, audyt energetyczny, zarządzanie energią, ISO 50001

1. Wstęp

Coraz więcej obecnie mówi się o konieczności redukcji kosztów za media oraz obniżenia kosztów produkcji. Jednym z istotnych składowych tych kosztów, obok oczywiste kosztów materiałowych, jest koszt związany z wykorzystaną energią. Unia Europejska nakłada na państwa nowe obostrzenia obligujące redukcję zużycia mediów. Zaznaczyć trzeba, że jest to nie tylko obowiązek ustawodawczy. Przedsiębiorstwa poprawiając swoją efektywność energetyczną mogą odczuć realną poprawę redukcji kosztów produkcji i ogólnych, co z kolei wpływa pozytywnie na ekonomikę całego biznesu. Jest to jednak bardzo często związane z niemałymi nakładami, które trzeba ponieść, aby osiągnąć pożądaną poziom efektywności energetycznej (modernizacja budynków, izolacja instalacji itp.). Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie podejścia praktycznego w przemyśle do kwestii zarządzania energią, odnoszącego się do ustawy o efektywności energetycznej oraz wymagań normy ISO 50001.

2. Efektywności energetyczna w ustawodawstwie i normie ISO 50001

Podejście do zużycia energii w Unii Europejskiej jest kwestią istotną ze względu na ciągłą zmianę klimatu, do którego przyczynia się spalanie paliw kopalnych, i które jest głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych związanym z działalnością człowieka. Utrzymujące się na dużej skali zużycie nieodnawialnych paliw kopalnych [14] i potrzeba osiągnięcia zrównoważonego rozwoju wzmacnia jeszcze tę potrzebę. Nie mniej ważne jest bezpieczeństwo dostaw: UE importuje na chwilę obecną ponad 50% swoich dostaw energii (rys. 1), import ten szacunkowo wzrośnie do 70% w przeciągu następnych 20-30 lat [10].



Rys. 1. Procentowy udział importu w rynku EU na przestrzeni lat 2005-2015

Źródło: [10]

Z związku z rosnącymi wymaganiami wprowadzane są w życie nowe dyrektywy mające na celu zobligowanie państw członkowskich a co za tym idzie przedsiębiorstw, do zredukowania zapotrzebowania na energię. Strategiczne cele polityki klimatyczno-energetycznej Unii Europejskiej zostały określone w tzw. pakiecie klimatyczno-energetycznym, który jest zbiorem sześciu aktów przyjętych przez Komisję Europejską w 2007 i 2008 r. [1]. Pierwszą strategią była polityka energetyczna, w której przedstawiono następujące cele znane pod nazwą „Pakiet 3x20” [5]. Pakiet ten mówi o konieczności redukcji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do roku 1990, pozyskiwaniu nowej energii ze źródeł odnawialnych na poziomie 20% z całkowitej produkcji energii oraz zwiększeniem efektywności energetycznej o 20%. Zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. Państwo Polskie jest zobligowane do polepszenia o 20% efektywności energetycznej do roku 2020. Dyrektywa ta ma swoje bezpośrednie przełożenie na prawo krajowe. Stąd też wprowadzona w dniu 20 maja 2016 ustawa o efektywności energetycznej. Ustawa ta wprowadza szereg definicji oraz mówi jakie przedsiębiorstwa podlegają audytowi energetycznemu.

Kolejnym dokumentem, który charakteryzuje podejście do zarządzania energią jest opublikowana w roku 2011 norma ISO 50001 [2]. Norma ta mówi o wzajemnie powiązanych lub współdziałających elementach organizacji zapewniających ustanowienie polityki energetycznej i celów energetycznych a także procesów i procedur pozwalających na osiągnięcie tych celów.

W praktyce, wprowadzenie elementów organizacji, które mają dążyć do obniżenia kosztów produkcji i jednocześnie kosztów energii, leży domyślnie w celach każdego przedsiębiorstwa, nawet jeżeli nie jest to oficjalnie określone w celach firmy. Jednak w przypadku mikro i małych przedsiębiorstw, które mają wdrożone podstawowe systemy zarządzania takie jak ISO 9001 czy ISO 14001, brakuje często narzędzi, czy po prostu

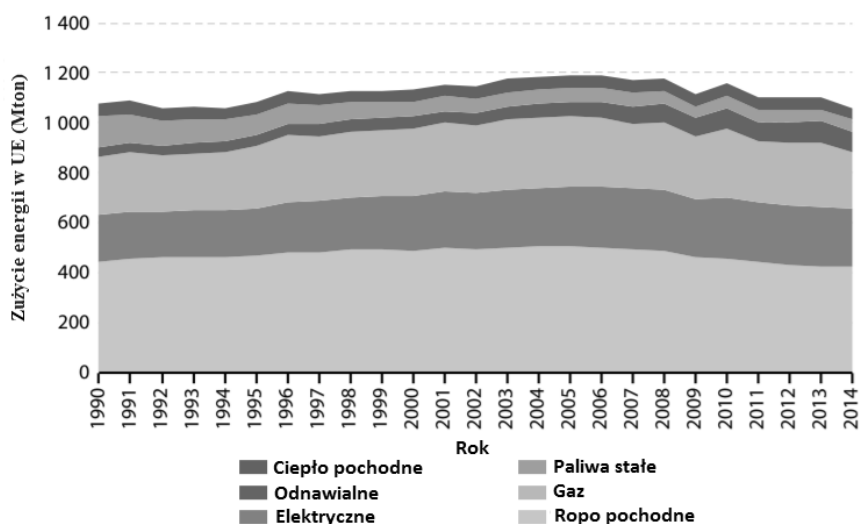
zasobów finansowych na wprowadzenie rozwiązań zapewniających ustanowienie polityki energetycznej i jej realizację (inwestycje w rozwiązania obniżające zużycie energii, monitoring). Inaczej przedstawia się sytuacja w dużych przedsiębiorstwach, gdzie możliwości inwestowania są znacznie większe a dodatkowo są one zobligowane prawnie do przeprowadzania audytów energetycznych.

Granice wielkości przedsiębiorstwa, które muszą przeprowadzać obowiązkowe audyty energetyczne, określa ustawa o efektywności energetycznej. Zgodnie z nią, obowiązek sporządzania audytu energetycznego przedsiębiorstwa został nałożony na przedsiębiorcę, który w dwóch ostatnich latach obrotowych:

- zatrudniał średniorocznie co najmniej 250 pracowników lub
- osiągnął roczny obrót netto ze sprzedaży towarów, wyrobów i usług oraz operacji finansowych, przekraczający równowartości w złotych 50 milionów euro, oraz sumy aktywów jego bilansu sporządzonego na koniec jednego z tych lat przekroczyły równowartości w złotych 43 milionów euro [3].

3. Zarządzanie energią

Zużycie energii w EU przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Zużycie energii w UE według paliwa w latach 1990-2014
Źródło: [10]

Energia rozumiana jest jako:

- 1) Elektryczna.
- 2) Paliwa.
- 3) Para wodna.
- 4) Energia cieplna.
- 5) Woda lodowa.
- 6) Woda chłodnicza.
- 7) Sprężone powietrze.
- 8) Próżnia.

Zarówno ustawa o efektywności energetycznej, jak i norma ISO 50001, mówi o konieczności monitorowania powyższych mediów. Punkt normy 4.6.1 [2] wymaga aby:

- zdefiniować i przeprowadzać okresowe przeglądy zapotrzebowania na pomiary
- zapewnić, że wyposażenie do monitorowania i mierzenia kluczowych charakterystyk dostarcza dane, które są dokładne i powtarzające się
- zachowywać zapisy kalibracji i innych metod ustalających dokładność i powtarzalność
- zdefiniować i odpowiednio reagować na znaczące odchylenia wyniku energetycznego
- zachowywać efekty powyższych czynności.

Monitoring zużycia energii pozwala na określenie efektywności energetycznej. Ustawa [3] określa ją jako stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego czyli efektu uzyskanego w wyniku dostarczenia energii do danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w szczególności: wykonanie pracy mechanicznej, zapewnienie komfortu cieplnego, oświetlenia dla danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu.

W praktyce, im większa efektywność danego urządzenia, instalacji, medium, tym większe oszczędności dla przedsiębiorstwa i, co za tym idzie większe możliwości bycia konkurencyjnym. Według Międzynarodowej Agencji Energetycznej efektywność energetyczna jest procesem zarządzania i ograniczania wzrostu konsumpcji energii.[3] Działania określane jako efektywne energetycznie polegają na dostarczeniu wyższego poziomu usług przy takiej samej ilości energii lub takiego samego poziomu usług przy mniejszej ilości energii. Do określenia efektywności energetycznej niezbędne jest określenie poziomu wejściowego zużycia energii oraz wyznaczenie ilości energii, która ma zostać zaoszczędzona.

Istotnym elementem zarządzania energią jest audyt efektywności energetycznej. Audyt ten to opracowanie zawierające analizę zużycia energii oraz określające stan techniczny obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, zawierające wykaz przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej tych obiektów, urządzeń lub instalacji, a także ocenę ich opłacalności ekonomicznej i możliwej do uzyskania oszczędności energii. [2] Audyt jest punktem obowiązkowym zarówno w świetle ustawy jak i normy ISO 50001.

Na podstawie danych zabranych podczas audytu można określić rzeczywisty poziom oszczędności energii w danym przedsiębiorstwie. Efektywność energetyczna zakłada, ile tej energii ma być zaoszczędzone. Audyt energetyczny można ściśle powiązać z działaniami realizowanymi przez działy utrzymania ruchu przedsiębiorstw, które to na bieżąco weryfikują faktyczny stan techniczny budynków, instalacji, maszyn czy innych urządzeń. Utrzymanie ruchu jest pierwszym ogniwem systemu sprawdzającym i informującym o tym, że np. jakieś dane odbiegają od założeń, a co za tym idzie zwiększa się zapotrzebowanie na energię. Nawet najprostsze przeglądy wizualno-słuchowe niekiedy są w stanie wyłapać odchylenia. Istnieje wiele elementów wspomagających kontrole, i tak są to m. in. mierniki elektryczne, kamery termowizyjne, stetoskopy, mierniki napięć pasów, wskaźniki, manometry, balometry, rejestratory etc.

4. Oszczędności i przedsięwzięcia służące poprawie efektywności energetycznej

Oszczędnością energii nazywa się ilość energii, stanowiącą różnicę pomiędzy energią potencjalnie użytą przez obiekt, urządzenie techniczne lub instalację w danym okresie

przed zrealizowaniem jednego lub kilku przedsięwzięć, służących poprawie efektywności energetycznej, a energią zużytą przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację w takim samym okresie, po zrealizowaniu tych przedsięwzięć i uwzględnieniu znormalizowanych warunków wpływających na zużycie energii. Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej to działanie polegające na wprowadzeniu zmian lub usprawnień w obiekcie, urządzeniu technicznym lub instalacji, w wyniku których uzyskuje się oszczędność energii [2].

W praktyce, jeżeli przedsiębiorstwo inwestuje na szerszą skalę w jedno lub kilka przedsięwzięć tego samego rodzaju, które służą poprawie efektywności energetycznej, i jeżeli w wyniku ich realizacji oszczędność energii wynosi nie mniej niż 10 ton oleju ekwiwalentnego średnio w ciągu roku, to może ono starać się o przyznanie białych certyfikatów. Białe certyfikaty to świadectwa efektywności energetycznej, a inaczej mechanizmy stymulujące i wymuszające zachowania oszczędnościowe. Ustawa o efektywności energetycznej nakłada obowiązek pozyskania i przedstawienia do umorzenia prezesowi URE określonej ilości świadectw efektywności energetycznej lub uiszczenia opłaty zastępczej m.in. na przedsiębiorstwa energetyczne sprzedające energię elektryczną, ciepło lub gaz ziemny odbiorcom końcowym przyłączonym do sieci na terytorium Polski [15].

Poprawie efektywności energetycznej mogą służyć następujące rodzaje przedsięwzięć:

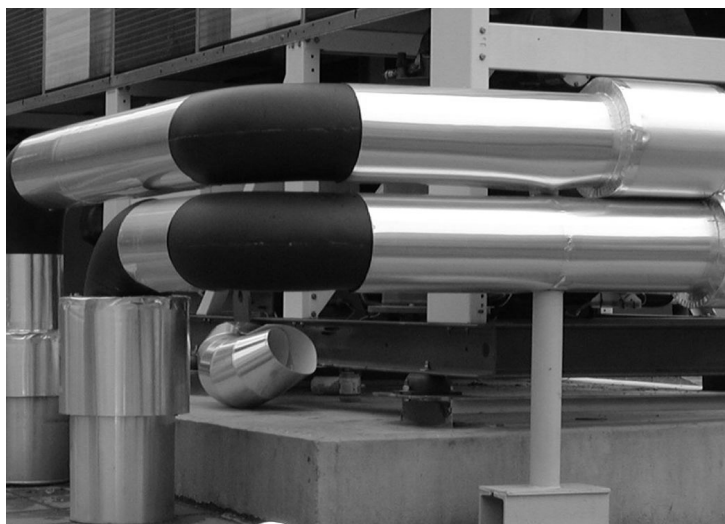
1) izolacja instalacji przemysłowych, w tym:

Instalacje pary wodnej – jednym z najpopularniejszych rozwiązań są izolacje z wełny mineralnej (rys 3). W przedsiębiorstwach, które równocześnie dbają o bezpieczeństwo pracowników oraz w celu zredukowania możliwości uszkodzenia tej izolacji montuje się na wełnę blachę. Dobrą praktyką w tym przypadku jest montaż izolacji z blachy do wysokości 2 m w instalacji wewnątrz budynku. W przypadku instalacji biegnącej na powietrzu stosuje się tzw. podwójną izolację.



Rys. 3. Przedstawiające izolację instalacji pary wodnej z wełny mineralnej
Źródło: [7]

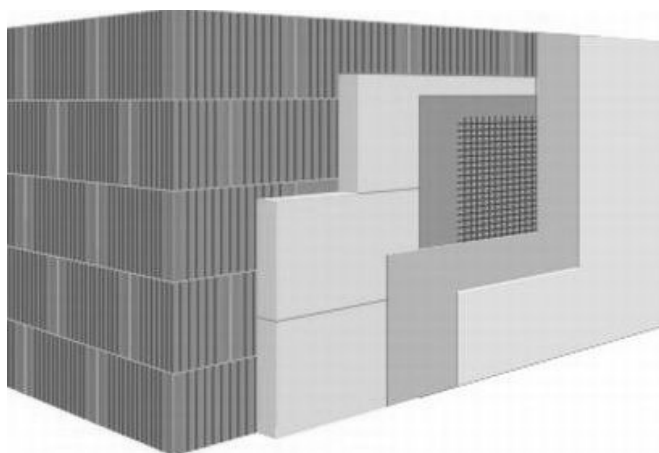
Instalacja wody lodowej – ze względu na kondensowanie się skroplin na instalacji wody lodowej najpopularniejszym rozwiązaniem jest izolacja z kauczuku (rys 4). Tak samo jak w przypadku pary wodnej w przypadku instalacji wewnętrznych, dobrą praktyką jest montaż blachy do 2 m. W przypadku instalacji zewnętrznych stosuje się podwójną izolację.



Rys. 4. Podwójna izolacja instalacji wody lodowej
Źródło: [8]

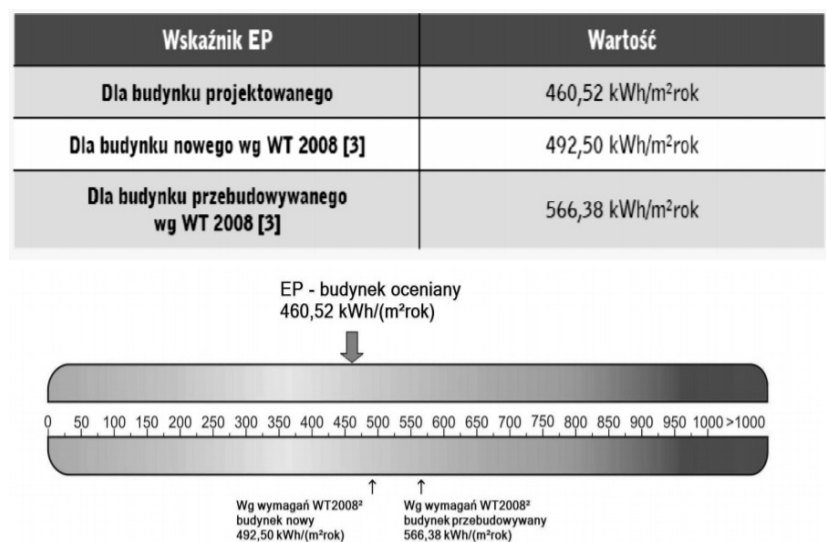
2) Przebudowa lub remont budynków

Najczęstszym zabiegiem w celu poprawienia izolacji termicznej budynków jest założenie izolacji ze styropianu (rys 5), bądź w przypadku przebudowy, użycie materiałów o wyższej zdolności zatrzymywania ciepła.



Rys. 5 Termoizolacja budynków
Źródło: [9]

Rysunek 6 przedstawia przykładowe progi dla przebudowywanej i nowo powstałej hali dla wskaźnika EP, który to określa roczne zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną odniesione do jednostki powierzchni pomieszczeń o regulowanej temperaturze powietrza.

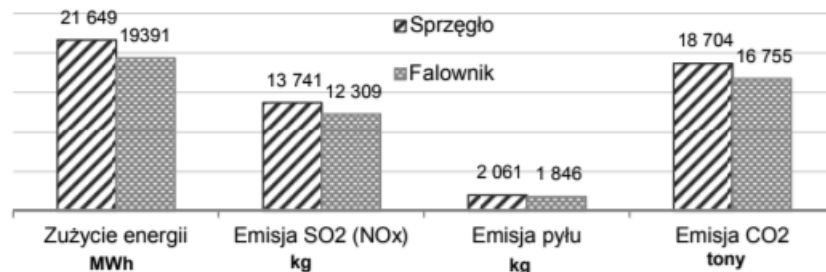


Rys. 6. Przykładowe określenie charakterystyki energetycznej projektowanego budynku na podstawie wskaźnika EP

Źródło: [6]

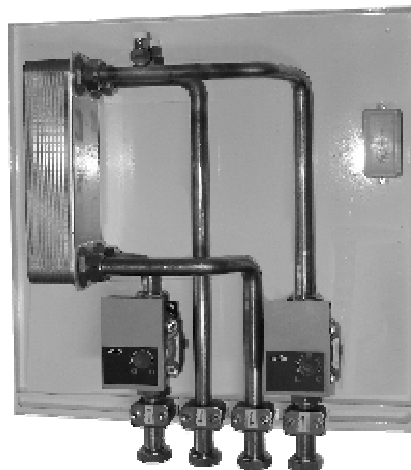
3) Modernizacja:

- a) urządzeń przeznaczonych do użytku domowego – świadomość oszczędności powinna zaczynać się od urządzeń pozornie, mało energochłonnych takich jak: chłodziarki, monitory, komputery, które to posiadają coraz bardziej wydajniejsze klasy efektywności energetycznej, a dzięki informacjom zawartym w świadectwie energetycznym, właściciel, najemca lub użytkownik będzie mógł określić orientacyjne roczne zapotrzebowanie na energię, a tym samym – koszt utrzymania związany z zapotrzebowaniem na energię [16].
- b) oświetlenia – modernizacje instalacji oświetleniowych z tradycyjnych na wykonane w technologii LED pozwala zwrócić koszt inwestycji w przeciągu 2-3 lat, a przez następne przynieść oszczędności.
- c) urządzeń potrzeb własnych – w tym punkcie potrzebna jest indywidualna analiza każdego urządzenia. Przykładem może być redukcja zużycia energii, dzięki wykorzystaniu w silnikach elementów sterujących, tzw. falowników na układach silnikowych (rys. 7).



Rys. 7. Przykładowy wykres redukcji zapotrzebowania energii po zastosowaniu falownika
Źródło: [11]

- d) urządzeń i instalacji wykorzystywanych w procesach przemysłowych - tak samo jak z urządzeniami przeznaczonymi do użytku domowego, urządzenia przeznaczone do użytku w przemyśle i ich producenci wprowadzają szeregi usprawnień do swoich produktów, mające na celu obniżenie zapotrzebowania na energię, bądź wzrost ich wydajności.
 - e) lokalnych sieci ciepłowniczych i lokalnych źródeł ciepła – przykładem może być odpowiedni dobór bądź zamiana kotłów parowych na wytwornice pary o bardzo wysokiej sprawności w zależności od potrzeb zakładu produkcyjnego.
- 4) odzysk energii w procesach przemysłowych – wszelkiego rodzaju wymienniki zamieniające energię i przekształcające ją w taki sposób by mogły posłużyć innemu procesowi (rys 8). Jednym z przykładów to odzysk energii cieplnej z układów sprężarek powietrznych, które w trakcie pracy generują dużo ciepła np. w celu ogrzania ciepłej wody użytkowej.



Rys. 8. Wymiennik płytowy
Źródło: [12]

- 5) ograniczenie:
 - a) przepływów mocy biernej – moc bierna powoduje straty ciepłne oraz zmniejsza sprawność linii kablowych oraz transformatorowych. Kompensacja mocy biernej

- pozwała na zmniejszenie współczynnika mocy, wydłuża żywotność kabli oraz innych elementów sieci zasilających.
- b) strat sieciowych w ciągach liniowych – minimalizowanie strat poprzez podnoszenie napięcia przesyłowego.
 - c) strat w transformatorach – np. przez wyżej wymienioną kompensację mocy biernej
- 6) stosowanie do ogrzewania lub chłodzenia obiektów energii wytwarzanej we własnych lub przyłączonych do sieci odnawialnych źródłach energii [2]. Przykładem może być wykorzystanie paneli słonecznych podpiętych na dachu fabryki w celu redukcji kosztów związanych z ogrzewaniem (rys. 9).



Rys. 9 Przemysłowe zastosowanie paneli słonecznych
Źródło: [13]

5. Podsumowanie i wnioski

W artykule przedstawiono główne założenia energetyczne jakie musi osiągnąć Polska w kontekście prawa Unii Europejskiej. Przedstawiono także przykładowe zastosowania materiałów i rozwiązań mających na celu poprawienie efektywności energetycznej. W artykule pokazano, że koszt energii jest istotnym czynnikiem w działalności firm. System zarządzania energią pozwala te koszty redukować co będzie miało na pewno odzwierciedlenie w wynikach finansowych przedsiębiorstw. Podjęcie tematu zarządzania energią jest także wyrazem troski o środowisko naturalne. Wpisuje się to w ostatnio popularne koncepcje takie jak Lean Green [17], CRM czy inne. Autorzy zamierzają przeprowadzić badania w tym obszarze. Dostrzeżono duży związek pomiędzy efektywnością energetyczną a skuteczną realizacją procesów utrzymania ruchu. Podstawowym celem prac autorów będzie zbadanie wpływu skutecznego utrzymania ruchu na zmiany w oddziaływaniu przedsiębiorstwa na środowisko, w tym na globalną efektywność przedsiębiorstwa. Kolejnym zagadnieniem, które autorzy chcą poddać analizie to realne oszczędności po wdrożeniu systemu zarządzania energią połączone z nakładami, które należy ponieść na utrzymanie tegoż systemu. Wynikiem ma być opracowanie metodyki porównywania efektywności zarządzania energią w przedsiębiorstwach produkcyjnych.

Literatura

1. Zajączkowska M., Efekty realizacji założeń Europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego dotyczących efektywności energetycznej w Polsce, Horyzonty Polityki 2017, Vol. 8, No 23, 2017
2. PN-EN ISO 50001, Systemy zarządzania energią - Wymagania i zalecenia użytkownika, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 2012
3. Ustawa o efektywności energetycznej Dz. U. z 2011 r. Nr 94, poz. 551.
4. Międzynarodowa Agencja Energetyczna World-Energy-Resources-Full-report-2016
5. Komunikat komisji do rady europejskiej i parlamentu europejskiego EUROPEJSKA POLITYKA ENERGETYCZNA, Komisja wspólnot europejskich, Bruksela 2007
6. Żurawski J., Poprawa efektywności energetycznej w budynkach mieszkalnych, użyteczności publicznej oraz sektora małych i średnich przedsiębiorstw, Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska, 2012
7. Portal branżowy <http://www.fachowyinstalator.pl/ochrona-cieplna-instalacji-hvac/> (9.01.2018)
8. Dystrybutor izolacji cieplnej <http://www.caldo-izolacja.pl/produkt/plaszcz-alclad> (9.01.2018)
9. Portal Ekobudowanie <https://ekobudowanie.pl/aktualnosci/539-termoizolacja-budynku-to-oszczedzanie-zima> (9.01.2018)
10. EUROSTAT Energy production and imports 2017 http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports (9.01.2018)
11. Kotlicki T., Regulacja wydajności urządzeń potrzeb własnych jako element poprawy efektywności energetycznej elektrowni, VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012
12. Producent wymienników ciepła http://womix.pl/pl/oferta/plytowe_wymienniki_ciepła
13. Integrator systemów fotowoltaicznych <http://www.centroenergia.pl/elektrownie-sloneczne-dla-firm.html> (9.01.2018)
14. Olkiewicz M., Zarządzanie energią determinantą ochrony środowiska, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, 2017
15. Superson-Polowiec B., Jurczyk N., Kumulacja przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej realizowanych przez niezależne podmioty a białe certyfikaty w świetle przepisów nowej ustawy o efektywności energetycznej, Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, 2016
16. Kopietz-Unger, J., Poprawa efektywności energetycznej gospodarstwa domowego to ekonomiczna konieczność, Przegląd Budowlany, 2011
17. Bryke M., Starzyńska B., Koncepcja Human Lean Green jako instrument zapewnienia zrównoważonego rozwoju organizacji ukierunkowany na wzrost jej efektywności, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 377, s. 119-136, Wyd. UE we Wrocławiu, Wrocław, 2015

Dr inż. Łukasz GRUDZIEN

Mgr inż. Bohdan WOJCIECHOWSKI

Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji

Politechnika Poznańska

60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3

tel./fax: (0-61) 665 27 74

e-mail: bohdan.a.wojciechowski@doctorate.put.poznan.pl