

## EFEKTYWNE OGRANICZANIE ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH

### Streszczenie

*Efektywność energetyczna to jeden z najważniejszych obszarów obecnej polityki energetyczno - klimatycznej UE. Zgodnie z jej celami do roku 2020 efektywność energetyczna powinna wzrosnąć o 20%. Ocenia się, że w ciągu ostatnich 10 lat w Polsce dokonał się ogromny postęp w zakresie efektywności energetycznej. Energochłonność Produktu Krajowego Brutto spadła bowiem o około 1/3. W artykule przedstawiono działania poprawiające efektywność energetyczną w obiektach przemysłowych oraz zaprezentowano przykłady oszczędzania energii elektrycznej w tychże obiektach.*

### WSTĘP

Szacuje się, że zużycie energii elektrycznej przez obiekty przemysłowe stanowi około 40% ogólnego zużycia energii na świecie. Przemysł wyprzedza pod tym względem transport, budynki użytkowe czy mieszkalne. Sytuacja wyglądałaby inaczej, gdyby w zakładach przemysłowych zostały wdrożone odpowiednie rozwiązania ułatwiające zarządzanie energią wykorzystywaną w procesach produkcyjnych. Właściciele i zarządzający przedsiębiorstwami są świadomi wpływu zużycia energii na koszty funkcjonowania firm jednak wielu możliwości ograniczania jej zużycia zwyczajnie nie wykorzystują.

Pobór energii w przemyśle jest w dużej mierze uzależniony od obszaru działalności danego przedsiębiorstwa.[16],[17] Energochłonne gałęzie przemysłu wykorzystujące proces ogrzewania z pewnością można zaliczyć do miejsc charakteryzujących się wysokim poborem energii. Efektywne wykorzystanie energii w zakładach przemysłowych jest jednym z głównych filarów współczesnej polityki energetycznej w Europie.

Do efektywnego zarządzania energią zobowiązują przedsiębiorców przepisy i dyrektywy unijne zawarte w [1], [2], [3]. Jednak spełnienie tych wymagań może być trudne ze względu na szacowany do 2050 r. dwukrotny wzrost popytu na energię oraz osiągnięcie 20% redukcji emisji CO<sub>2</sub> do roku 2020 [9],[10],[12]. Mając na względzie powyższe wymagania jest jeszcze sporo czasu aby wcześniej zastanowić się nad możliwością jej oszczędzania. Uzyskane oszczędności dzięki wprowadzeniu rozwiązań poprawiających efektywność energetyczną mogą być bardzo znaczące i w przeciętnym obiekcie przemysłowym mogą zmniejszyć zużycie energii o 40%.

W Polsce zainteresowanie poprawą efektywności energetycznej jest dużo mniejsze niż w innych krajach europejskich. Kraje przodujące w tej dziedzinie to Niemcy i Francja gdzie poprzez zrealizowane inwestycje zauważono wiele pozytywnych efektów. Daje to podstawę do kolejnych decyzji podejmowanych w tym zakresie.

Wśród przedsiębiorców dominuje niewiedza od jakich działań i właścicieli od czego należy rozpocząć poprawę efektywności energetycznej swoich firm i zakładów produkcyjnych. Tymczasem na rynku od dłuższego czasu jest wiele urządzeń zmniejszających pobór prądu elektrycznego. Decydując się na rewolucję związaną z poprawą efektywności energetycznej w pierwszej kolejności trzeba wykonać audyt energetyczny, który podpowie mechanizmy i rozwiązania zmierzające do ograniczenia zużycia energii [11],[15]. Jednak aby uzyskać długofalowe i pewne efekty podjętych działań

związanych z oszczędzaniem energii należy opracować szczegółowy plan który obejmowałby cztery główne obszary:

- Pomiar zużycia energii,
- Ustalenie miejsc potencjalnych działań,
- Zastosowanie automatyki w uzasadnionych przypadkach,
- Wprowadzenie monitoringu i kontroli procesów produkcyjnych.

Autorzy niniejszej publikacji przybliżają tematykę związaną z zakresem efektywności energetycznej a szczególnie poświęcają wiele miejsca na działania zmierzające do znacznego ograniczenia poboru energii w procesach przemysłowych.

### 1. EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA JAKO WYDAJNE ZARZĄDZANIE ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ

Działania poprawiające efektywność energetyczną mogą być związane z poprawą technologii wytwarzania energii, jej przesyłu, a przede wszystkim ze zmniejszeniem zużycia przez odbiorców końcowych [4]. Podjęte w Europie i na świecie działania zmierzają do poprawy efektywności energetycznej, tzn. osiągania tych samych rezultatów lub produktów przy mniejszym zużyciu energii. Polityka lepszego wykorzystywania energii została zainicjowana po oszacowaniu zasobów paliw pierwotnych, a także ograniczonych możliwości wytwarzania i przesyłania energii do odbiorców (w postaci prądu elektrycznego czy gazu) [9]. Poprawa wykorzystania energii oznacza również zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń przypadających na wytworzenie określonego produktu. Potrzeba lepszego wykorzystania energii jest naturalnie zrozumiała i powszechnie akceptowana. Wprowadzone w ostatnich latach zmiany w przepisach prawnych mają już nie tylko zachęcić, ale wręcz zmuszać odbiorców i dystrybutorów do lepszego gospodarowania energią [7]. Przedsiębiorstwa, które nie wykażą poprawy efektywności energetycznej, będą musiały zapłacić karę w postaci opłaty zastępczej.

Wśród tych 40% zużywanej energii elektrycznej w segmencie przemysłowym 80% stanowią silniki elektryczne. Ukierunkowanie na redukcję zużycia przez silniki jest dobrym sposobem na rozpoczęcie oszczędzania. Oszczędności między 5% a 15% można uzyskać dzięki poprawie wykorzystania instalacji lub przez optymalizację odbiorów i wyposażenia dzięki likwidacji zbędnych systemów, regulacji silników i ogrzewania [5].

Obecnie jest możliwe uzyskanie oszczędności energii w obiektach przemysłowych do 40% ale tylko przez potencjalną redukcję różnic między czynnymi i biernymi formami wydajności energetycznej. Bierna wydajność energetyczna jest możliwa do osiągnięcia

przez środki zmniejszenia utraty ciepła i przy użyciu sprzętu wymagającego mniej energii. Aktywną wydajność energetyczną można osiągnąć przez wprowadzenie infrastruktury pomiarowej, monitorującej zużycie energii w celu dokonania trwałych zmian. Możliwe jest uzyskanie większych oszczędności dzięki wykonaniu analiz i innych środków zaradczych które zwiększają oszczędności do [5] :

- 40% energii silników dzięki zastosowaniu mechanizmów kontroli i automatyzacji zarządzania systemami silnikowymi,
- 30% energii oświetlenia dzięki wprowadzeniu automatycznych układów zarządzania optymalnego wykorzystania.

Dodatkowo koniecznym działaniem w celu uzyskania oszczędności będzie ustalenie tzw. „Tożsamości konsumentów energii” i przyjęcie biernych i czynnych środków oszczędzania energii elektrycznej. Dzięki temu będzie możliwa ocena podjętych działań gwarantujących osiągnięcie zamierzonych celów oszczędności. Proces ustalenia tożsamości konsumenckiej jest realizowany w czterostopniowym procesie [5].

- **I stopień** związany z diagnostyką i uzyskania lepszego miejsca oraz sposobu zużycia energii (określenie obszarów wymagających udoskonalenia i oszacowania poziomów oszczędności energii),
- **II stopień** obejmuje określenie podstawowych wymagań biernej wydajności energetycznej (zastąpienie istniejących urządzeń alternatywnymi o niższym zużyciu energii oraz zagwarantowanie że urządzenia zapewniające jakość energii są w stanie osiągnąć oszczędności w określonym czasie),
- **III stopień** związany jest z automatyzacją a zarazem z określeniem czynnej wydajności energetycznej (poddanie procesowi czynnego zarządzania wszystkimi odbiornikami energii mającego na celu ciągłego osiągania oszczędności),
- **IV stopień** obejmuje wdrożenie podstawowych zmian oraz wprowadzenie automatyzacji i infrastruktury opartej na monitorowaniu oraz ciągłym doskonaleniu wydajności energetycznej.

Oszczędności energii w obecnym stanie technologii są stosunkowo łatwe do osiągnięcia. Jednak przy braku właściwego wsparcia i braku monitorowania kluczowych wskaźników trzeba się liczyć z rocznymi stratami sięgającymi do 8 %, a przy braku systemów kontroli i regulacji, mogą osiągać 12 % strat rocznych. Dlatego podejście do wydajności energetycznej musi mieć właściwą strukturę jeśli ma być zapewniona długoterminowa gwarancja oszczędności energii. Stworzona infrastruktura i procesy z nią związane umocnią dążenie do osiągnięcia pozytywnych efektów podjętych działań. Tabela 1 przedstawia cztery warunki osiągnięcia zamierzonej wydajności energetycznej.

**Tab. 1. Warunki osiągnięcia wydajności energetycznej**

Kwalifikacja	Realizacja podstawowych środków	Automatyzacja	Monitorowanie wsparcie i doskonalenie
Pomiar energii i jej jakości	Urządzenia o niskim zużyciu  Materiały do izolacji cieplnej  Poprawa jakości energii i niezawodności energetycznej	Systemy zarządzania budynku  Systemy kontroli oświetlenia, silników i mieszkań	Oprogramowanie do zarządzania mocą Systemy zdalnego monitoringu

## 2. KONTROLA ŻUŻYCIA ENERGII POPRZEZ POMIARY ELEKTRYCZNE

Podejście do wydajności energetycznej zmusza do uwzględnienia parametrów elektrycznych [8]. Stosując pomiary elektryczne do celów kontroli zużycia energii wykorzystuje się napięcie i prąd jako wielkości bazowe dla pozostałych wielkości mierzonych którymi są: moc, energia, współczynnik mocy. Oznacza to, że koniecznym staje się zastosowanie urządzeń pomiarowych które znacząco wpływają na wartości informacji wynikających z wyników pomiarów. Mogą nabyć być [5]:

- Pozycje operacyjne kontrolowanych urządzeń (start/stop, otwarte zamknięte),
- Liczba godzin pracy lub operacji przełączenia,
- Obciążenie kontrolowanych maszyn i urządzeń,
- Stan naładowania akumulatorów,
- Awarie wyposażenia.

Kontrolując zużycie energii należy również uwzględniać inne parametry takie jak: temperatura, ciśnienie, światło, ponieważ energia zużywana przez element wyposażenia może przekraczać energię którą produkuje. Urządzeniem tego typu stosowanym w obiektach przemysłowych jest silnik, który przekształca zużywaną energię na ciepło oraz energię mechaniczną.

Zbieranie odpowiednich danych elektrycznych może być przydatne do innych celów związanych ze zwiększeniem świadomości użytkownika i zapewnienia możliwości optymalizacji stosowanych maszyn i urządzeń. Ponadto przyczyniają się do optymalizacji funkcjonowania a zarazem przedłużenia okresu użytkowania urządzeń przyłączonych do sieci elektroenergetycznych. Dodatkowo odgrywają znaczącą rolę w zwiększaniu produktywności dzięki powiązaniom procedur produkcyjnych. Mają również wpływ na unikanie strat produkcyjnych i zagwarantowanie zasilania elektroenergetycznego o zadawalającej jakości.

Zastosowane przyrządy pomiarowe to głównie wyposażenie cyfrowe, które ułatwia dokładniejszy pomiar i jest w stanie udostępnić wyniki pomiarów w miejscu pomiaru jak i zdalnie. Stosowane urządzenia pomiaru i monitorowania parametrów muszą spełniać wymogi międzynarodowej normy IEC 61557-12. Zgodnie tą normą dobieranie i identyfikowanie tych urządzeń jest łatwe gdyż zawiera opcje montażowe, zakres temperatury pracy i klasę dokładności. Obejmują one: przełączniki zabezpieczające i wyłączniki instalacyjne, kontrolery silników i baterii kondensatorów, urządzenia do zasilania awaryjnego. Obecnie jest także możliwa transmisja pomiarów poprzez sieci cyfrowe takie jak: Modbus, RS 485 lub Ethernet [6],[16]. Pomiary dostępne przez sieci cyfrowe dotyczą:

- Kontroli zużycia energii (energia, współczynnik mocy, cosφ instalacji)
- Dostępnej ulepszonej energii (prąd, napięcie, częstotliwość, THD napięcia i prądu, status urządzenia, historia usterek)
- Ulepszonych zarządzania instalacją elektryczną (temperatura, stan i rezystancja izolacji, godziny pracy silników, kontrola akumulatorów).

Przyjęcie odpowiedniego rozwiązania technicznego pomiaru dla konkretnych potrzeb i sytuacji wymaga założenia dokładności pomiarowej, które generuje konkretne koszty. Należy zatem uwzględnić przewidzieć i porównać je ze spodziewanym zwrocie.

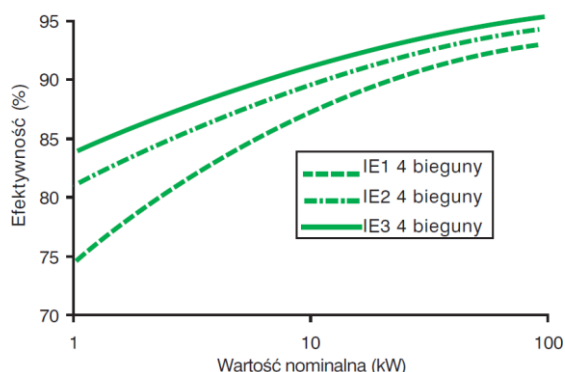
## 3. MOŻLIWOŚCI OSZCZĘDZANIA ENERGII W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH

W zakładach przemysłowych można przyjąć kilka środków oszczędzania energii elektrycznej, które mogą być zrealizowane według następującej strategii:

- **Obniżenie zużycia energii** - zastosowane środki zmierzają do osiągnięcia tych samych wyników przy mniejszym zużyciu (wymiana źródeł światła, które zapewniają taką samą ilość oświetlenia przy mniejszym zużyciu energii) lub obniżenie zużycia energii przez ograniczenie odbiorów (zmniejszenie ilości lamp jeżeli jest to dopuszczalne),
- **Oszczędzanie energii** - zastosowane środki obniżają koszty jednostkowe, a nie całkowitą ilość zużywanej energii. Oznacza to, że dzienna produkcja może być prowadzona nocą w celu skorzystania z taryf tańszej energii.
- **Niezawodność energetyczna** - zastosowane środki przyczyniają się do uniknięcia strat produkcyjnych a także uniknięcia strat energii związanej z częstym uruchamianiem i dodatkową pracą wynikającą z przestojów produkcyjnych.

### 3.1. Oszczędności związane z silnikami elektrycznymi

Układy i systemy silnikowe są jednym z potencjalnych obszarów gdzie można zaoszczędzić najwięcej energii elektrycznej. W pierwszej kolejności należy rozpatrzyć i poprawić bierną wydajność energetyczną. Podczas której należy rozważyć wymianę silników szczególnie gdy istniejące są stare i wymagają przezwyciężenia. Takie działania często są wspierane przez krajowe agencje, które wstrzymują sprzedaż silników niskiej wydajności. W wielu krajach zgodnie z definicją trzech klas efektywności IE1, IE2, IE3 w normie IEC60034-30 określono plan stopniowego wyegzekwowania wymagań IE3 w sprzedaży silników IE1 i IE2. Istnieją dwie przyczyny wymiany starych silników. Pierwsza dotyczy skorzystania z oferty wysoce efektywnych silników, które w zależności od ich mocy znamionowych mogą poprawić wydajność o 10% w porównaniu do standardowych silników. Efektywność energetyczna klasy silników wg. normy IEC60034-30 przedstawiono na Rys. 1 wg. [5]. Drugą przyczyną jest uniknięcie przewymiarowania gdyż przewymiarowane silniki są droższe a wydajność ich spada gdy obciążenia są poniżej 30%. Współczynnik mocy drastycznie obniża się jeżeli silnik nie pracuje przy pełnym obciążeniu co może doprowadzić do zwiększenia opłat za pobór mocy biernej.



Rys. 1. Efektywność energetyczną klasy silników wg. normy IEC60034-30 [5]

Innym działaniem poprawiającym wydajność energetyczną silników jest przemysłowa eksploatacja. Realizowana jest przez zwyczajne wyłączanie silników pracujących niepotrzebnie. Wymaga to usprawnień w zakresie automatyzacji i monitorowania. Przemysłową eksploatację należy zastosować również wykonując monitorowanie

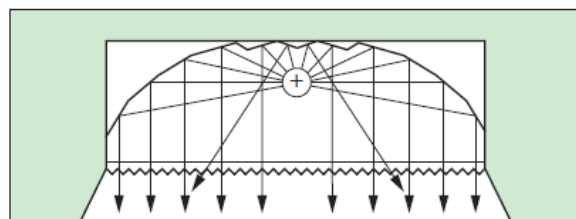
i korektę wszystkich elementów napędowych, które mogą wpływać na ogólną efektywność.

W celu zapewnienia najlepszej ogólnej wydajności energetycznej należy dobrać odpowiedni system kontroli silnika zgodny z jego zastosowaniem. Zadanie te mogą pełnić rozruszniki zapewniające tanie niskie zużycie energii dla silników o stałej prędkości wykorzystywane w zastosowaniach: wentylacji, pomp, przenośników i mieszadeł. Jeżeli w procesach produkcyjnych wymagane jest zastosowanie różnych prędkości to efektywnym rozwiązaniem jest zastosowanie falownika. Zapewnia on dostosowanie prędkości silnika w celu ograniczenia zużycia energii. Takie rozwiązanie ogranicza straty energii, które są spowodowane konwencjonalnymi mechanicznymi zaworami, dławikami pomp i układów wentylacji.

### 3.2. Oszczędności związane z oświetleniem elektrycznym

Oświetlenie elektryczne stanowi około 35% zużycia energii w budynkach w zależności od rodzaju czynności w nich prowadzonych. Kontrola oświetlenia jest najłatwiejszym i najczęściej spotykanym sposobem, dającym wymierne efekty oszczędzania energii elektrycznej. Wynika to z faktu, że w wielu miejscach obiektów przemysłowych jest ono przewymiarowane i istnieją znaczne bierne możliwości uzyskania oszczędności. Można je osiągnąć przez wymianę niewydajnego oświetlenia żarowego lub jarzeniowego na zamienniki o wysokich parametrach przy niskim zużyciu. Szczególnie jest to przydatne w miejscach i obszarach, w których oświetlenie jest wymagane na stałe lub w długich okresach czasowych. Przy wymianie źródeł światła koniecznym staje się wymiana stateczników. Najczęściej podlegają wymianie stateczniki elektromagnetyczne na elektroniczne, które wykorzystują od 32% do 40% mniej energii.

Biernym środkiem zwiększenia wydajności energetycznej mniej stosowany ale wartym rozważania wraz z wykorzystaniem źródeł światła wyposażonych w stateczniki, jest wymiana reflektorów odbijających światło w pożądanym obszarach. Reflektory odbijające intensyfikują przydatne światło, co prowadzi w niektórych przypadkach do zmniejszenia ilości światła. Oznacza to, że dwie lampy mogą być zastąpione pojedynczym światłem z potencjalnymi oszczędnościami sięgającymi 50% lub istniejące oświetlenie może być zmodyfikowane przez zainstalowanie reflektorów lustrzanych bez konieczności dostosowania odstępu między nimi. Zasadę działania reflektorów przedstawia Rys.2.



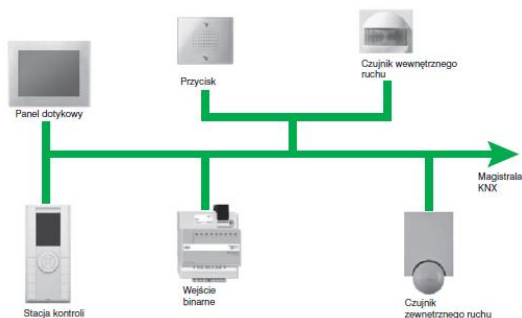
Rys. 2. Ilustracja zasady działania reflektorów odbijających [5]

Przedstawione powyżej bierne środki oszczędzania energii wykazują dalsze możliwości oszczędzania. Należy połączyć je z czynnymi środkami oszczędzania energii. Są to urządzenia kontrolujące oświetlenie. Celem systemów kontroli oświetlenia jest zapewnienie użytkownikom wymaganych poziomów wygody i elastyczności. Jednocześnie wspomagają czynne oszczędzanie i redukcję kosztów przez wyłączanie światła, gdy jest ono niepotrzebne. Istnieje w tym zakresie wiele systemów o różnym poziomie oddziaływania o krótkim czasie zwrotu takich inwestycji i przynosi oczekiwane efekty. Obecnie dostępnych jest wiele różnych urządzeń do których zalicza się [5]:



- Zegary do wyłączania światła po określonym czasie (korytarze),
- Czujniki ruchu od wyłączania światła, gdy brak jest osób w danym czasie (magazyny, klatki schodowe),
- Czujniki fotoelektryczne do kontroli światła dziennego szczególnie blisko okien,
- Programowane zegary do włączania i wyłączania światła w określonym czasie (oświetlenie biurowe w nocy i w weekendy),
- Specjalne urządzenia elektroniczne powodujące przyciemnianie światła w celu zapewnienia niskiego poziomu oświetlenia (miejsc nie wymagające pełnego oświetlenia w okresach poza szczytem produkcyjnym),
- Regulatory napięcia, stateczniki lub urządzenia elektroniczne optymalizujące zużycie energii przez oświetlenie (światłówki, wysokoprężne lampy rtęciowe i sodowe),
- Urządzenia do zdalnego sterowania i ekonomicznej modyfikacji istniejących zastosowań.

Wymienione urządzenia zazwyczaj mogą pracować w scentralizowanych systemach kontroli i zarządzania oświetleniem. Są to systemy oparte na protokole KNX i wspierają integrację z systemami zarządzania obiektem. Oferują one większą elastyczność zarządzania i centralnego monitorowania. Zapewniają także więcej możliwości oszczędzania energii poprzez zintegrowany ośrodek kontroli oświetlenia z innymi systemami (ogrzewanie, klimatyzacja). Ocenia się że przyjęcie odpowiedniego systemu można zapewnić 30% oszczędność energii. Przykład scentralizowanego systemu zarządzania oświetleniem przedstawiono na Rys.3.



Rys. 3. Przykład scentralizowanego systemu zarządzania oświetleniem [5]

### 3.3. Oszczędności związane z korektą współczynnika mocy oraz z zarządzaniem obciążeniem

Z powodu małego zużycia mocy czynnej, wynikającego z bardzo niskiego lub braku obciążenia współczynnik mocy silnika jest bardzo niski [18],[19]. Dlatego nieobciążane silniki powinny być wyłączone lub silniki nie powinny być przewymiarowane gdyż będą obciążone niewielką mocą. Zaleca się zatem by podjąć działania zmierzające do korekty współczynnika mocy, który zazwyczaj jest biernym środkiem oszczędzania energii. Polega to na optymalizacji technicznej – ekonomicznej istniejącej instalacji z uwzględnieniem rachunków za energię elektryczną obecnych i prognozowanych. Optymalizację należy wykonać przed i po instalacji kondensatorów. Należy zatem dodać czynnik związany z kosztami korekty współczynnika mocy którymi będą: zakup kondensatorów i aparatury sterowniczej, instalacja i konserwacja kondensatorów.

Zarządzanie obciążeniem jest wpisane w strategię polegającą na dopasowaniu stawki za energię do obciążenia w okresach szczytowych. Jest to możliwe gdyż istnieje wiele poziomów zużycia i zapotrzebowania operacyjnego. Jako przykład może nim być zapotrzebowanie ograniczające, które unika okresów szczytu obciążenia. Inną strategią zarządzania obciążeniem będzie planowane

obciążenia lub nawet generowanie dodatkowej energii na miejscu z myślą o odbiorach [5].

### 3.4. Oszczędności związane z systemami komunikacyjnymi i informacyjnymi

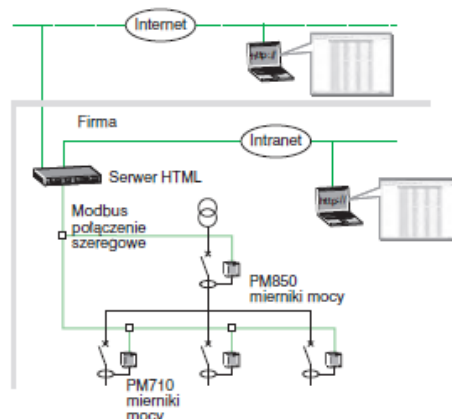
Właściwe systemy monitorowania i kontroli energii są do siebie bardzo podobne i pokrywają się z układem dystrybucji energii elektrycznej, którego elementy często wykorzystują. Typowy układ komunikacji i informacji tworzą trzy główne elementy:

- System informacyjny,
- System monitoringu,
- Sieci komunikacyjne.

Systemy informacyjne zbierają dane, które zazwyczaj dotyczą pomiarów, statusów operacyjnych, stawek itp. Dane te mogą być zrozumiałe jeżeli zostaną obrobione-przeliczone na użyteczne informacje i dodatkowo przesłane do zainteresowanych podmiotów związanych z wydajnością energetyczną. Takie informacje muszą być wyjaśnione w celu zwiększenia wiedzy i rozwijaniu nowych umiejętności związanych z polityką oszczędności energii. System informacyjny powinien być stosowany codziennie w charakterystycznych punktach gdzie, zużywana jest energia elektryczna (procesy przemysłowe, oświetlenie, klimatyzacja) w celu osiągnięcia zamierzonych celów oszczędzania.

Systemy monitoringu spełniają zadania monitorowania i analizowania danych w sposób ciągły dla potrzeb szybkich audytów[13], [14],[17]. Pomiary, analizy porównawcze i normalne zużycie energii mogą być wykorzystane od określenia efektywności procesów i instalacji przemysłowych. Dodatkowo umożliwiają szybkie podejmowanie decyzji i wdrożenie odpowiednich planów działania. Cenną cechą tych systemów jest możliwość rejestracji danych i informacji, które posłużą do efektywnego wykorzystania wyposażenia np. sieci zasilających, transformatora, a także ustalenia kiedy powinny być wykonywane prace eksploatacyjne.

Systemy informacji i monitorowania to synonimy sieci komunikacyjnych. Wymiana informacji odbywa się w układach komputerowych zaprojektowanych i wykonanych specjalnie dla danego typu użytkownika. Są nimi intranet lub internet. W większości przypadków wymiana danych w sektorze przemysłowym wykorzystuje technologię www zainstalowaną w firmowych sieciach komunikacyjnych, na ogół w sieci intranet tylko do wyłącznego użytku operatora. Przemysłowa wymiana danych odbywa się pomiędzy systemami podłączonymi przez fizyczne łącze transmisyjne takie jak RS – 485 i modem GSM. Bardzo szeroko stosowany jest protokół Modbus wraz z urządzeniami pomiarowymi. W praktyce dane elektryczne są rejestrowane na przemysłowych serwerach www i do przekazywania tych danych służy popularny protokół TCP/IP. Przykład przemysłowej sieci intranet przedstawia Rys.4.



Rys. 4. Przykład przemysłowej sieci intranet [5]

## PODSUMOWANIE

Efektywność energetyczna polskiej gospodarki jest dwa razy niższa od średniej w Unii Europejskiej. Nowa oferta technologiczna dotycząca podniesienia efektywności energetycznej to szansa dla przedsiębiorstw na podniesienie ich konkurencyjności na rynku europejskim a jednocześnie zmniejszenie zużycia energii i ograniczenia emisji zanieczyszczeń.

Wprowadzenie koniecznych zmian w codzienną działalność firm z pewnością pozytywnie wpłynie zarówno na koszty działalności, jak i na środowisko naturalne. Zazwyczaj, aby skutecznie zmniejszyć zużycie energii, trzeba ponieść koszty finansowe, które jednak dzięki osiągniętym oszczędnościom bardzo szybko się zwracają. Wdrożenie rozwiązań obniżających zużycie energii nie jest trudne i nie zabiera zbyt wiele czasu, a na korzyści nie trzeba długo czekać. Zakres zaprezentowanych możliwości oszczędzania energii elektrycznej nie wyczerpuje wszystkich środków i działań wpływających na obniżenie poboru energii. Rozpoczynając proces zmian trzeba to zrobić według opracowanej strategii, która będzie obejmowała analizę parametrów takich jak koszt energii netto lub wewnętrznej stopu zwrotu z poczynionej inwestycji. Dlatego też podczas wyboru i projektowania działań bardzo ważne jest określenie celów efektywności energetycznej i zapoznanie się ze wszystkimi rozwiązaniami technicznymi.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ustawa o efektywności energetycznej z dnia 15 kwietnia 2011 r. (Dz.U. Nr 94, poz. 551 z późn.zm)
2. Dyrektywa 2006/32/WE w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych
3. Dyrektywy 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej
4. Alternatywna Polityka Energetyczna do 2030 roku, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2009.
5. *Poradnik inżyniera elektryka. Według norm międzynarodowych IEC*. Praca zbiorowa. Schneider Electric, AXESS – Valance, PL 2015.
6. Łukasik Z, Kuśmińska-Fijałkowska A., Kozyra J.: *Model of Control and Visualization of Work of Belt Conveyors* International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3, Issue 2, March-April, 2015 ISSN 2091-2730
7. Łukasik Z, Kuśmińska-Fijałkowska A., Nowakowski W.: *Europe's energy efficiency requirements for household appliances*. Przegląd Elektrotechniczny 2015, Volume 91 pp. 194-196 SIGMA-NOT
8. Kozyra, J., Kuśmińska-Fijałkowska, A.: *Elementy liniowej logistyki stosowane w zabezpieczaniu obiektów zagrożonych wybuchem*. Logistyka 4/2014, CD1, pp. 572-580, ISSN 1231-5478
9. Krajewska R, Łukasik Z.: *Alternatywne dostawy paliw dla rynku energetycznego w Polsce*, Technika Transportu Szybowego 9/2012, page 3271-3279 ISSN 1232-3829
10. Kozyra, J.: *Rozwiązania techniczne współpracy podstacji trakcyjnej z systemem elektroenergetycznym*, Logistyka 3/2012
11. Kuśmińska-Fijałkowska A., Łukasik Z.: *Management of a transshipment terminal supported by ICT systems*, International Scientific Journal: Archives of Transport System Telematics Volume 6, Issue 4, pp. 17-20, 2013.
12. Krajewska R, Łukasik Z.: *Zarządzanie projektami logistycznymi w elektrociepłowni*, Logistyka 3/2014, pp. 3236-3246
13. Bril J, Łukasik Z.: *Lean manufacturing, jako nowoczesna metoda organizacji produkcji*, Logistyka 2/ 2012, pp. 175-184
14. Kuśmińska-Fijałkowska A., Łukasik Z.: *Programowanie trajektorii ruchu robota przemysłowego w procesie paletyzacji*, Logistyka 3/2104, pp. 3577-3582
15. Brdulak J, Zakrzewski B.: *Efektywność centrum logistycznego na Południowym Podlasiu*, Wyd. Instytutu Transportu Samochodowego w Warszawie, Monografia, s.276, Warszawa 2013
16. Kuśmińska-Fijałkowska A, Łukasik Z.: *Information and Communication Technologies in the Area with a Complex Spatial Structure Information, Communication and Environment / Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* CRC pp. 131-134 Press/Balkema 2015/7/22
17. Kuśmińska-Fijałkowska A. Łukasik Z.: *Identification in the process of flow individuals intermodal transportation in the trans-shipping terminal*. Zeszyty Naukowe/Akademia Morska w Szczecinie, 2012, pp. 102-108.
18. Kozyra J.: *Determining the permissible time of a short-circuit in high voltage transmission systems with a connected CSC device*. Computer systems aided science and engineering work in transport, mechanics and electrical engineering. Monograph vol.122. Technical University of Transport, Radom 2008
19. Kozyra J.: *Equal Fields Method to Define Permissible Time of a Short-Circuit in High Voltage Systems*. XIII Scientific and Technical Conference, TransComp 2007, pp.399-404, Technical University of Transport, Radom 2007.

## EFFECTIVE REDUCING POWER CONSUMPTION IN AN INDUSTRIAL FACTORIES

### Abstract

*Energy efficiency is one of the most important areas of current energy policy – the EU climate. In line with its objectives for 2020 should increase energy efficiency by 20%. It is estimated that over the last 10 years in Poland has made enormous progress in energy efficiency, energy intensity of GPD has fallen since about 1/3. The article presents actions to improve energy efficiency in industrial and presented examples of energy saving opportunities that these objects.*

Autorzy:

Prof. dr hab. inż. **Zbigniew Łukasik** – Uniwersytet Technologiczno - Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, e-mail: [z.lukasik@uthrad.pl](mailto:z.lukasik@uthrad.pl)

Dr inż. **Jacek Kozyra** – Uniwersytet Technologiczno - Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, e-mail: [j.kozyra@uthrad.pl](mailto:j.kozyra@uthrad.pl)

Dr inż. **Aldona Kuśmińska – Fijałkowska** – Uniwersytet Technologiczno - Humanistyczny w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, e-mail: [a.kusminska@uthrad.pl](mailto:a.kusminska@uthrad.pl)