

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie do zarządzania energią w przedsiębiorstwie

– Napędy elektryczne.....6

Aktualności projektu PEMP.....1

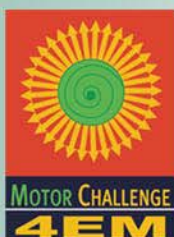
Projekty Demonstracyjne – Analiza pierwszych efektów modernizacji systemu ciepłowniczego Ciepłowni Rydułtowy.....2

Współpraca – Polsko-Japońskie Centrum Efektywności Energetycznej – Jak osiągnąć efektywność energetyczną w przemyśle?.....4

Zbuduj swój projekt – zarządzanie energią w przedsiębiorstwie – Propozycja opisu projektu racjonalizacji zużycia energii w elektrycznych układach napędowych.....5



www.pjcee.pl



www.motor-challenge.eu



Centrum PEMP
e-mail: biuro@pemp.pl; www.pemp.pl



Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE)
ul. Wierzbowa 11, 40-169 Katowice
tel.: +48 32 203 51 14, fax: +48 32 203 51 20
www.fewe.pl



Krajowa Agencja Poszanowania Energii KAPE S.A.
ul. Mokotowska 35, 00-560 Warszawa
tel.: +48 22 626 09 10, fax: +48 22 626 09 11
www.kape.gov.pl

Aktualności projektu PEMP

- Silniki energooszczędne klasy eff1 różnych producentów (Besel S.A., Celma S.A., Indukta S.A., Siemens Sp. z o.o.) dostępne są w niższych cenach z dopłatami PEMP. Pełna lista silników znajduje się na stronach internetowych projektu. W najbliższym czasie planowane jest przystąpienie do programu firmy TAMEL S.A.i objęcie systemem dopłat silników tej firmy.
- W maju przedstawiciel projektu uczestniczył w spotkaniu, które zorganizowała Międzynarodowa Agencja Energii (IEA). Celem spotkania było przygotowanie dokumentu dotyczącego sytuacji napędów elektrycznych w kontekście potencjału oszczędności energii i potrzebnych działań dla jego realizacji. Dokument został dostarczony na spotkanie państw grupy G8.
- W czerwcu po raz czwarty obradował Komitet Sterujący projektu PEMP.
- W Zakładzie Wodociągów i Usług Komunalnych „EKOWOD” w Namysłowie rozpoczęła się realizacja kolejnego projektu demonstracyjnego.
- IEC rozpoczął prace nad propozycją nowej normy dotyczącej ujednoczenia klas sprawności silników indukcyjnych (IEC 60034-30) inicjatywa jest wspierana przez PEMP.
- Na stronach projektu dostępna jest już nowa wersja programu EFEMotor.
- Polsko – Japońskie Centrum Efektywności Energetycznej we współpracy z PEMP oferuje szkolenia w zakresie metod oszczędzania energii w maszynach wirujących.

93,3% 93,7% 94,0% 94,6% 95,0%

EFEmotor
WERSJA 3.1

- ✦ Baza danych silników
- ✦ Silniki objęte programem rabatowym PEMP
- ✦ Inwentaryzacja silników
- ✦ Ocena ekonomiczna wymiany silników

www.pemp.pl

CONTENTS

Introduction to the energy management in a company –

The European Motor Challenge Programme –
Electric Motor Systems Module.....6

The PEMP Project News.....1

Demonstration Projects – First Results of the Demonstration Project in Heating Plant Rydułtowy2

Co-operation – Poland – Japan Energy Conservation Technology Centre – How to Reach Energy Efficiency in Industry?.....4

Develop your own project – Energy Management in Industry – Energy Efficiency Projects in Driver Systems....5

Analiza pierwszych efektów modernizacji systemu ciepłowniczego Ciepłowni Rydułtowy

Prezentacja przedsiębiorstwa i zakres wdrażanych przedsięwzięć

Ciepłownia Rydułtowy Sp. z o.o. powstała w grudniu 1993 roku w wyniku sprywatyzowania działów energo – mechanicznych Kopalni "Rydułtowy". Przedsiębiorstwo odgrywa znaczącą rolę w gospodarce miasta. Jest firmą nastawioną na wdrażanie przedsięwzięć zmierzających do podnoszenia jakości świadczonych usług oraz zmniejszenia oddziaływania na środowisko. Oferuje różnorodny zakres usług, z których główne to produkcja i dystrybucja energii cieplnej i wody.

Przedsiębiorstwo zostało wybrane jako miejsce przeprowadzenia projektu demonstracyjnego w początkowej fazie Programu PEMP według kryteriów zapisanych w Dokumentie Projektowym.

Ciepłownia Rydułtowy od roku 1996 wdraża przedsięwzięcia zmierzające do ogólnej poprawy funkcjonowania przedsiębiorstwa pod względem najwyższej możliwej efektywności wytwarzania i dystrybucji ciepła przy jak najmniejszym oddziaływaniu na środowisko. Od roku 2001 Ciepłownia Rydułtowy Sp. z o.o. wdrażała przedsięwzięcia przewidziane w projekcie demonstracyjnym do Polskiego Programu Efektywnego Wykorzystania Energii w Napędach Elektrycznych. Cykl realizacji zadań związanych z modernizacją systemu produkcji i dystrybucji ciepła przeprowadzono etapowo:

Etap I objął:

- podpisanie przez Ciepłownię Rydułtowy Sp. z o.o. w 1996 roku Deklaracji Czystszej Produkcji;
- zabudowanie komputerowego systemu monitoringu procesu wytwarzania ciepła (1997 rok);
- w 1999 r. Ciepłownia Rydułtowy Sp. z o.o. otrzymała Certyfikat Czystszej Produkcji za wdrożenie projektu pod nazwą „Ograniczenie emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych”; wprowadził on niesformalizowany System Zarządzania Środowiskowego CP-EMS w oparciu o Procedurę Minimalizacji Odpadów;
- opracowanie audytu energetycznego zakładu p.t. „Analiza techniczno-ekonomiczna systemu ciepłowniczego Ciepłowni Rydułtowy Sp. z o.o.” (2000 rok); audyt pokazał ówczesny stan techniczny zakładu i zaproponował szereg przedsięwzięć mających na celu racjonalizację gospodarki energetycznej systemu ciepłowniczego.

Etap II objął:

- wykonanie projektu technicznego p.t.: „Automatyzacja kotłowni i rozdziału ciepła Ciepłowni Rydułtowy Sp. z o.o. w oparciu o sterowniki PLC w zakresie aparatury kontrolno – pomiarowej i automatyki oraz części silnoprądowej” (2001 rok);
- zabudowanie przetwornicy częstotliwości dla napędu pompy obiegowej; przekazanie do eksploatacji nastąpiło w czerwcu 2002 rok;
- zabudowanie przetwornicy częstotliwości dla napędów wentylatorów powietrza podmuchowego i spalin na jednym z dwóch kotłów WR-25; przekazanie do eksploatacji w lipcu 2003 rok;
- kompleksową modernizację wymiennikowych węzłów ciepła polegającą na wymianie wszystkich urządzeń wraz z zabudową automatyki pogodowej i układów automatycznej regulacji oraz modernizację wymiennikowych węzłów ciepła polegającą na zabudowie automatyki pogodowej i układów automatycznej regulacji – czas realizacji od roku 2001 do 2005. Łącznie zmodernizowano 23 obiekty. Kompleksową modernizację przeprowadzono w 5 węzłach ciepłowniczych.

Kolegium Redakcyjne:

Krzysztof Brzoza-Brzezina, Szymon Liszka, Sławomir Pasierb

Redakcja:

Michał Wawer, Joanna Honsek

Opracowanie graficzne:

Joanna Chudzik

Adres:

Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii - FEWE
Centrum PEMP
ul. Wierzbowa 11, 40-169 Katowice
tel/fax: +48 32 203 51 20
e-mail: biuletyn@pemp.pl

Etap III – projekt o nazwie „Kompleksowe wdrożenie energooszczędnych napędów oraz automatyzacji produkcji i dystrybucji ciepła w Ciepłowni Rydułtowy” zrealizowany w II półroczu 2005 objął:

- automatyzację pracy drugiego kotła WR-25 poprzez zastosowanie sterownika PLC oraz przemienników częstotliwości dla sterowania napędami wentylatorów kotła;
- zastosowanie systemu telemetrii w wybranych węzłach ciepłowniczych; które są kluczowymi dla prowadzenia ruchu całej posiadanej sieci ciepłowniczej z racji swojej mocy oraz ich lokalizacji w istotnych punktach systemu dystrybucji;
- modernizację węzłów ciepłowniczych polegającą na wymianie wymiennikowych pomp obiegowych. Wymianę pomp obiegowych z napędami, o mocach w zakresie 0,5 do 1,1 kW przeprowadzono w 14 węzłach ciepłych. Zastosowano urządzenia posiadające energooszczędny silnik z magnesami trwałymi posiadający funkcję AUTOADAPT.

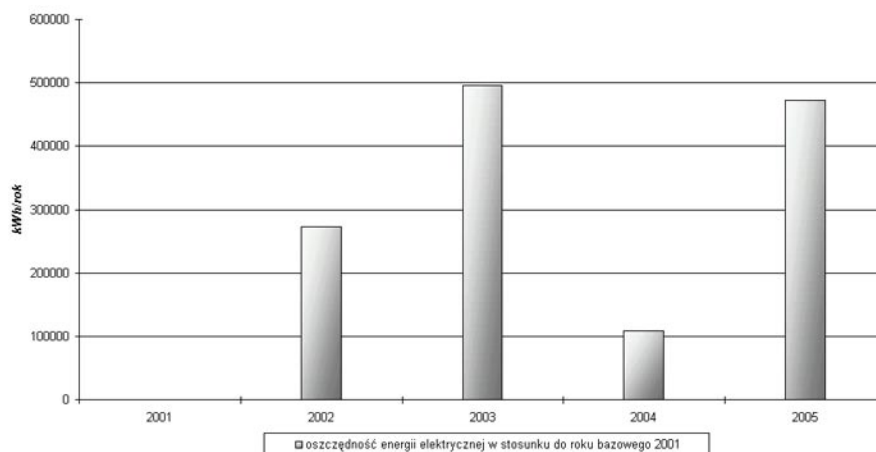
Opis systemu ciepłowniczego

Źródło ciepła stanowi kotłownia węglowa wyposażona w dwa kotły rusztowe WR-25. Główne napędy każdego z kotłów to wentylator sztucznego ciągu typu WPWDs-100/1,8 napędzany silnikiem o mocy 110 kW oraz dwa wentylatory powietrza podmuchowego typu WWOAx 63 napędzane silnikami o mocy 30 kW.

Sieć ciepłownicza Ciepłowni Rydułtowy Sp. z o.o. aktualnie posiada cztery podstawowe magistrale ciepłownicze. Łączna długość rurociągów ciepłowniczych wynosi około 34 km. Przepływ czynnika grzewczego przez system zapewnia zespół głównych pomp obiegowych, który tworzą 3 pompy poziome, odśrodkowe zabudowane w układzie równoległym napędzane silnikami o mocy 160 kW. W sezonie grzewczym zazwyczaj pracują dwie z pomp, poza sezonem jedna pompa, zasilająca magistrale odpowiedzialne za dostarczanie ciepłej wody użytkowej.

Łączna liczba węzłów ciepłych w systemie wynosi około 270 (60 jest własnością Ciepłowni), większość to węzły wymiennikowe.

Ciepłownia Rydułtowy pracuje w cyklu całorocznym, przy czym w okresie od 2001 do 2005 roku w sezonie grzewczym równocześnie dwa kotły pracowały od 23 do 81 dni w roku. Konieczność pracy równoległej kotłów przez 81 dni wystąpiła w 2003 roku.



Rys. 1. Zmiany w zużyciu energii elektrycznej w latach 2002 do 2005 w stosunku do roku 2001.

W okresie letnim produkowane jest ciepło sieciowe na cele c.w.u.. Z uwagi na fakt, że zapotrzebowanie na moc w lecie kształtuje się na poziomie 3 MW, źródło ciepła działało przy niskiej sprawności, która nie przekraczała 45%.

Pierwsze efekty energetyczne – oszczędność energii elektrycznej i poprawa sprawności wytwarzania energii cieplnej

Efekt energetyczny w postaci oszczędności energii elektrycznej został przeliczony zgodnie z zasadami przyjętymi w umowie pożyczki dotyczącej realizacji projektu demonstracyjnego w ramach programu PEMP. Efekt energetyczny za dany rok w stosunku do roku bazowego 2001 określano jako:

$$\Delta E_n = E_b \cdot \frac{S_{Qn}}{S_{Qb}} - E_n$$

gdzie:

ΔE_n – efekt energetyczny – zmniejszenie zużycia energii elektrycznej w danym roku, kWh/rok

E_b – zużycie energii elektrycznej w roku bazowym, kWh/rok

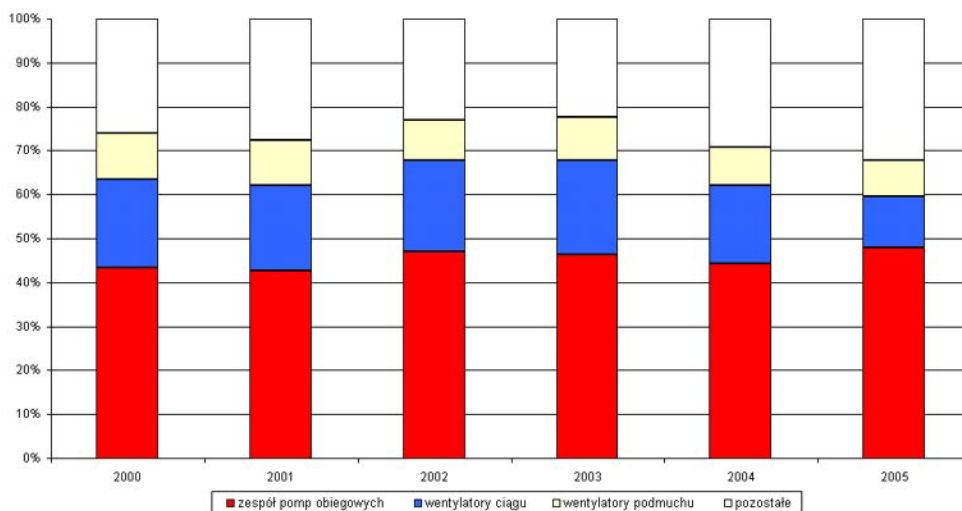
E_n – zużycie energii elektrycznej w danym roku, kWh/rok

S_{Qb} – sprzedaż ciepła w roku bazowym, GJ/rok

S_{Qn} – sprzedaż ciepła w danym roku, GJ/rok

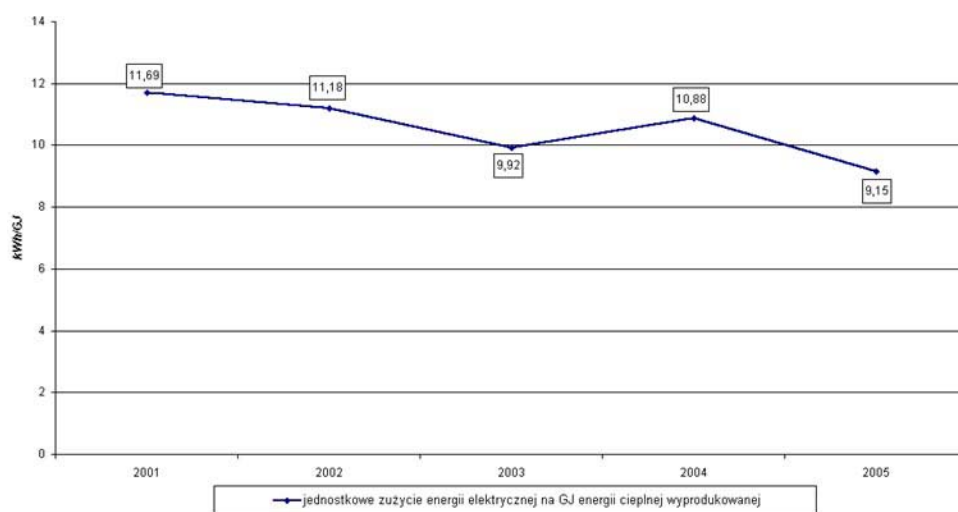
Na koniec roku 2005, po zakończeniu wdrażania projektu demonstracyjnego, osiągnięto efekt energetyczny w postaci oszczędności energii elektrycznej kształtujący się na poziomie zmniejszenia zużycia energii o 12,2 % w stosunku do zużycia w roku 2001. Efekt energetyczny uzyskany w roku 2005 w stosunku do 2001 jest większy od zakładanej minimalnej oszczędności, która miała wynieść 389,3 MWh/rok. Średnio w latach 2002 – 2005 roczna oszczędność energii elektrycznej wyniosła 337,2 MWh/rok. Najmniejszą oszczędność wykazano w roku 2004. Przyczyny tego stanu rzeczy wyjaśniono w dalszej części artykułu. Uzyskane zmiany w zużyciu energii elektrycznej w kolejnych latach w okresie od 2001 do 2005 pokazano na rysunku 1.

Głównymi odbiornikami energii elektrycznej w systemie ciepłowniczym Ciepłowni Rydułtowy są silniki pomp obiegowych, silniki wentylatorów ciągu oraz wentylatorów podmuchu kotłów. Na przestrzeni lat 2002 – 2005 napędy te były modernizowane poprzez wprowadzenie płynnej regulacji prędkości obrotowej. Udział tych odbiorników w całkowitym zużyciu energii przez napędy kotłowni (wraz z pompami obiegowymi) pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Udział głównych napędów Ciepłowni Rydułtowy w zużyciu energii elektrycznej.

Jak widać oszczędności energii elektrycznej uzyskano głównie na regulacji napędów wentylatorów, a w szczególności wentylatorów ciągu kotłów. Efekty te znajdują również odzwierciedlenie w wartościach wskaźnika zużycia energii elektrycznej na jednostkę wyprodukowanej energii cieplnej (kWh/GJ), co przedstawia rysunek 3.

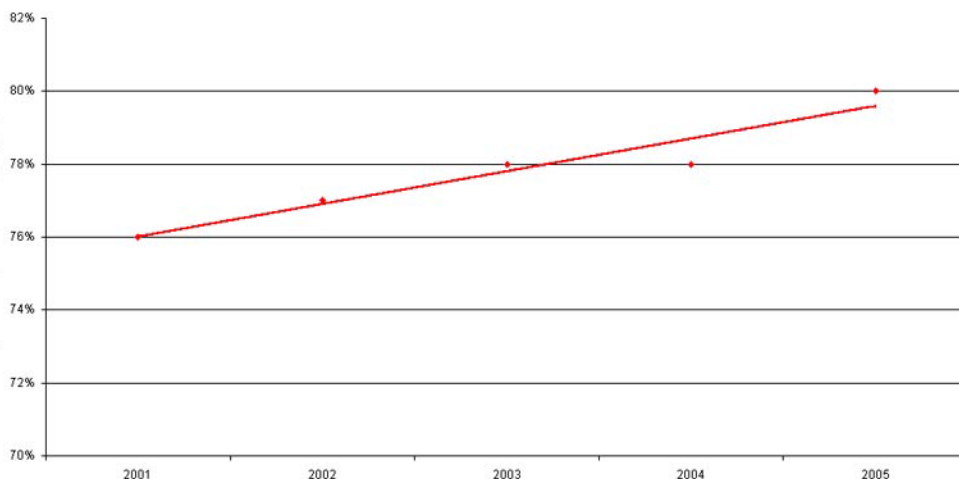


Rys. 3. Wskaźnik jednostkowy zużycia energii elektrycznej w latach 2001 – 2005.

Wskaźnik ten w kolejnych latach w stosunku do roku 2001 przyjmuje wartości mniejsze. W latach 2002, 2003 widoczny jest trend spadkowy. W roku 2004 wzrost jego wartości w stosunku do roku 2003 wynika z charakteru sezonu grzewczego. Był to najdłuższy sezon grzewczy w rozpatrywanych latach wymagający w pewnych okresach eksploatacji źródła ciepła przy niskim wskaźniku efektywności oraz małym wykorzystaniu energii przesyłanej do odbiorców. Ponadto w okresie tym pracował kocioł nie wyposażony w system regulacji napędów wentylatorów. Kocioł, posiadający przemienniki częstotliwości na głównych napędach musiał być odstawiony ze względu na konieczność remontu. Rok 2005 zaowocował obniżeniem wskaźnika energochłonności produkcji ciepła do najniższego w rozpatrywanym okresie poziomu 9,15 kWh/GJ.

Korzystne tendencje obserwowane są w poprawie sprawności źródła ciepła. Wskaźnik ten wyznaczono jako sprawność średnioroczną na podstawie danych o zużyciu paliwa w ciągu roku, wartości opałowej paliwa (średniej dla roku) oraz produkcji ciepła (rysunek 4).

Wyraźny trend wzrostowy sprawności źródła ciepła Ciepłowni Rydułtowy w okresie 2001 do 2005 roku wskazuje na poprawę warunków eksploatacji kotłów i lepsze wykorzystanie paliwa.



Rys. 4. Sprawność wytwarzania energii cieplnej w kotłowni Ciepłowni Rydułtowy.

Tomasz Zieliński
e-mail: t.zielinski@fewe.pl

Osoby prowadzące projekt w Ciepłowni Rydułtowy:
Janusz Boczek
e-mail: jboczek@cieplovnia.rydułtowy.pl



JAK OSIĄGNĄĆ EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ W PRZEMYŚLE?

W budynku przy ul. Nowowiejskiej 21/25 w Warszawie mieści się Polsko-Japońskie Centrum Efektywności Energetycznej. Jest to placówka Krajowej Agencji Poszanowania Energii S.A. usytuowana na terenie Politechniki Warszawskiej. Centrum rozpoczęło swoją działalność 20 czerwca 2005 roku, ale sama idea narodziła się wiele lat wcześniej. Rozmowy na szczeblu rządowym pomiędzy Polską i Japonią zaowocowały rozpoczęciem współpracy w dziedzinie racjonalnego wykorzystania energii. Współpraca rozpoczęła się transferem japońskiej wiedzy oraz technologii do Polski i jej rozpowszechnianiem wśród naszych przedsiębiorców. Kontakt ze specjalistami japońskimi pokazuje ogromne różnice dzielące oba kraje w polityce państwa i praktycznym podejściu do racjonalnego zużycia energii. Rozwiązania stanowiące w Japonii normę, w Polsce są nowością. W kształtowaniu i rozwijaniu polityki energetycznej w Polsce jest jeszcze wiele do zrobienia. Na szczęście uczymy się od najlepszych.

Uważa się, że Polska osiągnęła sukces w transformacji systemu gospodarki planowej w system gospodarki rynkowej. Pozostało jeszcze wiele problemów do rozwiązania, a jednym z nich jest niska efektywność energetyczna gospodarki.

Poziom zużycia energii w stosunku do PKB jest w Polsce wysoki, ogólna efektywność energetyczna jest niska, a potencjał w zakresie oszczędności i racjonalizacji zużycia energii duży. Poprawa efektywności energetycznej w sektorze przemysłowym w Polsce jest bardzo poważnym problemem, który może zostać rozwiązany poprzez podjęcie odpowiednich działań sterowanych i koordynowanych przez Rząd RP.

Podnoszenie efektywności energetycznej, a tym samym zwiększanie rentowności produkcji jest ważną kwestią dla Polski, która obecnie usiłuje umocnić konkurencyjność przemysłu na rynkach światowych. Poza tym oszczędność energii jest niezbędna ze względu na spełnienie wymogów ochrony środowiska. Promocja oszczędności energii, poprawa efektywności wykorzystania zasobów naturalnych oraz działania w zakresie ochrony środowiska są kluczowymi czynnikami dla zapewnienia zrównoważonego

rozwoju kraju. Ponadto wdrożenie takich działań traktowane jest jako jeden z istotnych warunków funkcjonowania Polski w Unii Europejskiej. Jednocześnie jest to sprawa istotna dla Polski z ekonomicznego punktu widzenia.

Zgodnie z zapisem w notach dyplomatycznych z dnia 4 listopada 2003 roku do wdrożenia projektu Polsko Japońskiego Centrum Efektywności Energetycznej została desygnowana Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A. (KAPE S.A.) oraz Japońska Agencja Współpracy Międzynarodowej (JICA).

Zasadniczym celem projektu jest wzrost bezpieczeństwa energetycznego Polski, wzmocnienie konkurencyjności polskich podmiotów gospodarczych i zmniejszenie obciążenia środowiska naturalnego poprzez wzrost efektywności energetycznej.

Osiągnięcie powyższych celów wymaga kompleksowych działań. Jednym z wielu problemów do pokonania jest brak dostatecznie wykwalifikowanej kadry niezbędnej do wdrażania i promowania efektywności energetycznej oraz brak odpowiedniego systemu kształcenia w tym zakresie. W ramach realizowanego projektu został stworzony plan rozwoju kadry oparty na długoterminowej wymianie doświadczeń i ekspertów. Uzgodniono, że najbardziej skutecznym działaniem będzie przekazywanie doświadczeń i transfer nowoczesnych technologii poprzez wysłanie japońskich ekspertów do Polski oraz krótkie wyjazdy szkoleniowe polskich inżynierów do Japonii. Ponadto stwierdzono, że warunkiem niezbędnym do skutecznego przekazywania wiedzy przez ekspertów japońskich oraz przeprowadzenia szkoleń praktycznych w Polsce jest dostarczenie przez stronę japońską urządzeń laboratoryjnych, pomiarowych i wyposażenia używanych podczas szkoleń.

Przekazanie bogatych doświadczeń japońskich w zakresie podnoszenia efektywności energetycznej poprzez współpracę techniczną japońsko -polską powinno przynieść wymierne efekty gospodarcze oraz w dłuższej perspektywie zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne Polski.

Powiązanie bezpieczeństwa energetycznego z długofalowymi działaniami wszystkich zainteresowanych podmiotów na rzecz racjonalizacji zużycia energii w całej gospodarce jest kluczem do uczynienia z efektywności energetycznej jednego z priorytetów polityki energetycznej państwa, służącej nie tylko interesom sektora ale i całej gospodarki.

Doświadczenia Japonii, USA i krajów starej 15-ki Unii Europejskiej potwierdzają, że wybór drogi świadomego i instytucjonalnego promowania efektywności energetycznej owocuje zwiększeniem konkurencyjności przedsiębiorstw, tworzeniem nowych miejsc pracy i zmniejszeniem uzależnienia od importu paliw.

Doświadczenia krajowe potwierdzają również jak ważna jest pomoc państwa w działaniach energooszczędnych. Jako przykład można podać wprowadzenie do realizacji „Ustawy o termomodernizacji budynków”. Dzięki wsparciu środkami budżetowymi inwestycji modernizacyjnych osiągnięto zmniejszenie zapotrzebowania na energię do ogrzewania mieszkań.

Polsko-Japońskie Centrum Efektywności Energetycznej podjęło się stworzenia i realizacji systemu szkoleń opartych na doświadczeniach przemysłu japońskiego. Projekt skupia się na wyszkoleniu inżynierów, którzy będą działać na rzecz oszczędności energii w swoich zakładach jako

audytorzy wewnątrzzakładowi oraz inżynierowie o wysokich kwalifikacjach, którzy będą udzielać konsultacji zakładom przemysłowym. Szkolenia są adresowane do kadry zarządzającej sektora przemysłowego, kadry kierowniczej odpowiedzialnej za sprawy techniczne i ekonomiczne, głównych energetyków, służb i użytkowników różnych systemów występujących w zakładach przemysłowych. Szkolenia dają umiejętność oceny i zaplanowania przedsięwzięć oszczędzających energię.

W konsekwencji działań prowadzonych przez Centrum pojawią się nowe szanse na rynku pracy dla audytorów energetycznych.

Proces edukacji polega na połączeniu wykładów teoretycznych z praktycznym szkoleniem na urządzeniach i sprzęcie dostarczonym przez stronę japońską w ramach tego projektu. Dodatkowo prowadzone są szkolenia wykorzystujące doświadczenia przemysłu japońskiego dla kadry zarządzającej na temat zarządzania energią i jej poszanowania. Zagadnienia te stanowią istotny element w zarządzaniu zakładem przemysłowym. Ustalono również, że konieczne jest stworzenie podstaw kompleksowego systemu oceny efektywności energetycznej i metodyki audytu energetycznego w Polsce.

Dzięki inicjatywie strony japońskiej powstało laboratorium, które składa się z typowych urządzeń średniej wielkości używanych w zakładach przemysłowych w Polsce takich, jak kocioł parowy, palniki gazowe, wentylator, kompresor i pompa, czy odwadniacze. Laboratorium to wykorzystywane jest w trakcie szkoleń podczas zajęć praktycznych. Lokalizacja Centrum na Politechnice Warszawskiej w Instytucie Techniki Ciepłej pozwala na wykorzystanie bardzo nowoczesnego wyposażenia technicznego nie tylko dla potrzeb szkolenia kadry w przemyśle, ale i dla potrzeb kształcenia studentów i doktorantów. Umożliwia również wykorzystanie ogromnego potencjału kadry naukowej wielu wydziałów Politechniki Warszawskiej dla potrzeb doskonalenia zawodowego kadry w przemyśle. Warto podkreślić, że projekt techniczny i dostawa sprzętu na zlecenie JICA zapewniło polskie przedsiębiorstwo Polimex-Mostostal S.A. i jego podwykonawcy : Energoprojekt Warszawa i ZREW.

Szkolenia adresowane są zarówno do dużych zakładów, jak też należących do grupy małych i średnich przedsiębiorstw (MSP). Małe i średnie przedsiębiorstwa mają na ogół większą elastyczność przy wdrażaniu proponowanych zmian i usprawnień. Mają jednak większe problemy ze zgromadzeniem środków na inwestycje. Program szkoleń Centrum pokazuje, jak przy niewielkich nakładach inwestycyjnych i przy odpowiednim zarządzaniu zasobami można osiągnąć znaczne oszczędności w zużyciu energii.

W przypadku zainteresowania problematyką przez dany zakład istnieje również możliwość zorganizowania indywidualnych wyjazdów szkoleniowych do konkretnych zakładów przemysłowych oraz możliwość konsultacji wspólnie z doświadczonymi japońskimi ekspertami, zaangażowanymi w działania na rzecz efektywności energetycznej.

Zaplanowane są różnorodne działania adresowane do zakładów przemysłowych, w tym dostarczanie informacji poprzez stronę internetową oraz działalność wydawnicza. Uważa się, że działania Centrum będą wystarczająco skuteczne, aby skierować uwagę sektora przemysłowego w kierunku zwiększania efektywności wykorzystania energii.

Dodatkową formą nauczania i promowania efektywności energetycznej jest dostarczanie podmiotom gospodarczym częściowo odpłatnych, dofinansowywanych ze środków publicznych usług konsultingowych w zakresie działań technicznych, organizacyjnych, prawnych i finansowania przedsięwzięć związanych z racjonalnym użytkowaniem energii.

W Centrum odbywają się cyklicznie imprezy otwarte rozpowszechniające istotne informacje w zakresie efektywności energetycznej i poszanowania energii przy współpracy z organizacjami technicznymi, stowarzyszeniami i branżowymi izbami przemysłowymi.

Ostatnio impreza taka odbyła się 11 września 2006 roku. Zorganizowana została jako seminarium nt. poszanowania energii w przemyśle pod patronatem Ministra Gospodarki. Wzięli w niej udział przedstawiciele Ministerstwa Gospodarki, kadra techniczna z najbardziej energochłonnych branż polskiego przemysłu, zakładów chemicznych i petrochemicznych, organizacje działające w obszarze energetyki i efektywności energetycznej oraz media. Tematem wiodącym seminarium było wykorzystanie metody

Pinch Technology w cyklu produkcyjnym do redukcji zużycia energii cieplnej i osiągnięcia znacznych redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Kolejne tego typu imprezy planowane są w październiku, listopadzie oraz w grudniu 2006 roku. Będą połączone z wykładami japońskich ekspertów poruszającymi ważne kwestie dla przemysłu takie, jak problematyka audytu energetycznego oraz metody racjonalnego zarządzania energią.

Centrum zaprasza do współpracy te firmy, dla których istotnym elementem zarządzania jest racjonalne użytkowanie energii prowadzące do znacznej redukcji kosztów produkcji.

Zgodnie z przyjętymi założeniami, Polsko-Japońskie Centrum Efektywności Energetycznej po zakończeniu projektu w 2008 roku powinno działać na zasadach samofinansowania.

Opracowanie:
Miroslaw Semczuk
Katarzyna Świerczewska



Krajowa Agencja Poszanowania Energii S.A.

Projekt Polsko-Japońskie Centrum Efektywności Energetycznej



00-665 Warszawa, ul. Nowowiejska 21/25 (budynek ITC PW)

tel. (0-22) 825-86-92, 234-52-42, fax. (0-22) 825-78-74,

e-mail: pjcee_szkolenia@kape.gov.pl, www.pjcee.pl



ZBUDUJ SWÓJ PROJEKT - zarządzania energią w przedsiębiorstwie - propozycja opisu projektu racjonalizacji zużycia energii w elektrycznych układach napędowych

Blok "Zbuduj swój projekt" wzbogacił się o nowe opracowanie „Dokument modułowy dotyczący napędów europejskiego projektu Motor Challenge”. Przedstawia ono rekomendowany sposób opisu przedsięwzięć obejmujących modernizację układów napędowych na potrzeby zgłoszenia partnerskiego w projekcie MCP (The European

Motor Challenge Programme). Charakter modelu napędowego jest jednak uniwersalny i wpisuje się dobrze do struktury – „Zbuduj swój projekt” w kategorii Wstępna ocena potencjału efektywnego wykorzystania energii

– uproszczony audyt. Opracowanie przedstawione w tym numerze biuletynu jest dołączone do zbioru opracowań w dziale „Zbuduj swój projekt” serwisu www.pemp.pl (dział dostępny dla zarejestrowanych użytkowników).

Szymon Liszka
Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii
e-mail: s.liszka@fewe.pl



Wprowadzenie do zarządzania energią w przedsiębiorstwie w kontekście programu: The European Motor Challenge Programme

Dokument modułowy dotyczący napędów

1. WPROWADZENIE DO DOKUMENTU MODUŁOWEGO DOTYCZĄCEGO NAPĘDÓW

Dokument ten należy do zbioru dokumentacji p.n. „Wytyczne dla Partnerów”, w zakresie Programu „Motor Challenge” (MCP). W dokumencie określono zakres, jaki powinien obejmować plan działań, jeśli Partner przystępuje do realizacji projektu obejmującego układy napędowe. W szczególności w dokumencie tym wyjaśniono, jakie czynności należy przeprowadzić w zakresie każdego z poniższych etapów uczestnictwa w Programie „Motor Challenge”:

- **Inwentaryzacja** podzespołów układów napędowych i ich działania;
- **Ocena** przydatności możliwych sposobów oszczędzania energii;
- **Plan działań**, zaprezentowany Komisji, który to plan określa działania, które Partner postanowił zrealizować w celu ograniczenia kosztów eksploatacyjnych, poprzez poprawę efektywności energetycznej;
- **Raport roczny** z postępów w realizacji Planu działań.

Należy zaznaczyć, że dokumenty dotyczące inwentaryzacji i oceny są poufnymi dokumentami do użytku wewnętrznego, podczas gdy Plan działań i Raport roczny są przedstawiane Komisji.

2. INWENTARYZACJA ELEMENTÓW UKŁADÓW NAPĘDOWYCH I ICH DZIAŁANIA

Pierwszym krokiem w kierunku rozpoznania możliwych środków oszczędności energii jest przeprowadzenie przez Partnera projektu Inwentaryzacji podzespołów i układów napędów elektrycznych oraz najważniejszych parametrów pracy tych układów. Inwentaryzacja obejmuje trzy opisane niżej fazy.

A. Podstawowy opis systemu

Obejmuje zapis wyników pomiarów przeprowadzonych przez firmę konsultingową lub przeprowadzenie prostych pomiarów, mających na celu zgromadzenie następujących danych:

1. Ogólny opis układów napędowych, ich konstrukcja i rozmieszczenie.
2. Wiek i informacje z tabliczek znamionowych silników (wielkość, typ,...).
3. Typ urządzenia napędzanego (dla każdego silnika).
4. Typ regulatora prędkości (jeśli zastosowano), dla każdego silnika.
5. Sposób przeniesienia napędu, dla każdego silnika.
6. Rodzaj i częstość prac obsługowych (utrzymania urządzenia) silnika, przeniesienia napędu i urządzenia napędzanego.
7. Ile razy każdy silnik był naprawiany.
8. Liczba maszynogodzin (lat) pracy.

W wielu przedsiębiorstwach większość tych danych mogą na miejscu zgromadzić pracownicy zakładu.

W zakładach produkcyjnych, w których działa bardzo duża liczba silników, procedurę gromadzenia danych i pomiary można ograniczyć do największych silników, jeśli zużywają one znaczącą większość (na przykład 2/3) energii zużywanej ogółem przez napędy elektryczne.

B. Dokumentacja i pomiary parametrów roboczych układów

Dokumentacja poz. 1 do 4 jest wymagana dla całej instalacji. Dane wyszczególnione w poz. 5 do 7 również należy zgromadzić dla wszystkich napędów. Skompletowanie tych danych ma zasadnicze znaczenie dla układów dużych i średnich (powyżej 25 kW) i wymaga odpowiednio wysokiego poziomu doświadczenia technicznego, zarówno w odniesieniu do załogi zakładu jak i personelu trzeciej strony, takiej jak „Wprowadzający” w programie MCP („Endorser”).

1. Całkowite zużycie energii elektrycznej w napędach, w całej instalacji.
2. Asymetria napięcia elektrycznego w całej instalacji.
3. Całkowite zniekształcenia harmoniczne, dla całej instalacji.
4. Współczynnik mocy dla całej instalacji.
5. Współczynnik nadwymiarowości i współczynnik obciążenia dla każdego silnika.
6. Profil zapotrzebowania: oszacowanie wahań dobowych / tygodniowych, dla każdego silnika.
7. Dla dużych silników należy zastosować rejestratory danych i odpowiednie czujniki prądowe i napięciowe (prawdopodobnie zainstalowane tylko na czas pomiarów). W przypadku mniejszych silników można wykorzystać najlepsze dostępne dane.

C. Globalne wskaźniki działania systemu

Na podstawie zebranych danych, można obliczyć poniższe globalne wskaźniki działania systemu.

Koszty roczne	Kapitał	Utrzymanie	Energia
Roczne koszty eksploatacyjne		Średnia moc wszystkich systemów napędowych	
Zużycie energii elektrycznej przez napędy w stosunku do ilości wytworzonych produktów (kWh/Q-Prod (1))			
Ogólny jednostkowy wskaźnik kosztów napędów (EUR/ mechaniczną kWh)			

- 1) Q-Prod. Jest pewnym względnym wskaźnikiem ilości wytworzonych produktów w zakładzie wytwórczym, wyrażonym np. w tonach, metrach, sztukach itp.

Należy zauważyć, że w wielu układach napędowych (mniejszych, niż 25 kW) potencjalne oszczędności nie uzasadniają przeprowadzenia skomplikowanego i kosztownego procesu gromadzenia danych, koniecznego dla obliczenia dokładnych wartości. W takich sytuacjach oszacowanie powinno bazować na prawidłowo zastosowanej „regule kciuka”, na przykład:

- Koszty kapitałowe w stosunku rocznym można oszacować jako założenie, że wynoszą 10% kosztów wymiany całego systemu. Jeśli napędy są zintegrowane z urządzeniami, ich koszty należy oszacować na podstawie danych katalogowych;
- Koszty utrzymania można przyjąć jako wynoszące 3% do 4% bieżących kosztów wymiany;
- Koszty energii można oszacować w oparciu o moc znamionową, współczynnik obciążenia i liczbę maszynogodzin.

3. OCENA TECHNICZNYCH ŚRODKÓW OSZCZĘDNOŚCI ENERGII

Na wielkość zużycia energii elektrycznej przez układy napędowe ma wpływ wiele czynników, takich jak:

- Sprawność silnika;
- Prawidłowy dobór jego wielkości;
- Urządzenia regulacyjne: układy rozruchu i zatrzymania, regulator prędkości;
- Jakość zasilania energią elektryczną;
- Mechaniczny układ przeniesienia napędu;
- Praktyka w zakresie konserwacji i utrzymania;
- Sprawność końcowego urządzenia napędzanego.

Aby w pełni skorzystać z dostępnego potencjału oszczędności, użytkownik powinien spróbować zoptymalizować cały układ silnika.

Oczywiście praktyczne możliwości zastosowania dostępnych środków oraz skuteczność, z jaką mogą one przynieść oszczędności finansowe, zależą od rozmiaru i konkretnego rodzaju realizowanej operacji. Tylko w drodze oceny systemu oraz potrzeb przedsiębiorstwa można określić, które środki są równocześnie możliwe do zastosowania i są opłacalne. Taką ocenę może wykonać wykwalifikowany usługodawca w zakresie obsługi elektrycznych układów napędowych, (który może być „Wprowadzającym” [„Endorser”] w programie MCP) lub wykwalifikowany inżynierski personel własny.

Wnioski z przeprowadzonej oceny pozwolą określić środki oszczędnościowe, które mają zastosowanie w przypadku danego układu, przy czym można będzie oszacować te oszczędności, koszty konieczne do poniesienia w związku z tymi środkami oraz okres zwrotu nakładów. Rezultaty oceny są poufnymi danymi do użytku własnego i nie podlegają raportowaniu do Komisji.

Przedstawiona niżej tabela prezentuje potencjalnie znaczące środki oszczędzania energii, które mogą znaleźć zastosowanie w odniesieniu do danego układu. Chociaż wartości w tabeli są typowe, to możliwość zastosowania poszczególnych środków zależy od indywidualnych charakterystyk instalacji.

Tabela 1. Środki oszczędności energii w układach napędowych

Środek oszczędności energii w układach napędowych	Typowy zakres oszczędności
Instalacja lub pełna modernizacja układu	
Elektryczne silniki energooszczędne	2-8%
Prawidłowy dobór wielkości	1-3%
Naprawa silnika energooszczędnego	0,5-2%
Napędy zmiennoprędkościowe (VSD)	10-50%
Wysokosprawny układ przeniesienia napędu / reduktor	2-10%
Automatyka jakości zasilania	0,5-3%
Eksploatacja i obsługa / utrzymanie układu	
Smarowanie, nastawy, regulacja	1-5%

Dla każdego ze środków wyszczególnionych w Tabeli 1, powinno się ocenić możliwość jego zastosowania i opłacalność. Można to uczynić w formie podobnej do zaproponowanej w Tabeli 2.

Tabela 2. Rezultaty oceny

Środki oszczędności energii	Konkretne proponowane działanie	Oszacowanie rocznych oszczędności kosztów energii (°)	Zmiana w rocznych kosztach eksploatacji i obsługi	Dodatkowe nakłady inwestycyjne (°)	Szacowany okres zwrotu (miesiące)
Instalacja lub pełna modernizacja układu					
Elektryczne silniki energooszczędne					
Prawidłowy dobór wielkości					
Naprawa silnika energooszczędnego					
Napędy zmiennoprędkościowe					
Wysokosprawny układ przeniesienia napędu / reduktor					
Automatyka jakości zasilania					
Eksploatacja i obsługa / utrzymanie układu					
Smarowanie, nastawy, regulacja					

- 1) Jeśli oszczędności energii nie da się precyzyjnie zmierzyć (co się często zdarza) należy je oszacować na podstawie wyników oceny i ogólnie przyjętych współczynników technicznych.
- 2) Nakłady inwestycyjne oraz koszty eksploatacji i utrzymania stanowią oszacowanie **zmian** w kosztach, z uwzględnieniem tych kosztów, które należałoby ponieść bez uczestnictwa Partnera w programie MCP. Mogą to być, na przykład: dodatkowa inwestycja w lepiej działające urządzenia, spadek / wzrost kosztów utrzymania, oszczędności wynikające z lepszej jakości lub niezawodności itp.

3.1. Silniki energooszczędne

W zamian za dodatkowe 20% - 30% nakładów, silniki energooszczędne, zwane również silnikami wysokosprawnymi, oferują 2% – 6% lepszą sprawność, przekładającą się na znaczne oszczędności energii.

Ponieważ zmniejszenie strat energii daje w efekcie mniejszy wzrost temperatury silnika, wzrasta trwałość izolacji uzwojenia i trwałość łożysk. Dlatego, w wielu sytuacjach:

- Wzrasta niezawodność;
- Okresy przestoju są krótsze, a koszty utrzymania niższe;
- Wzrasta odporność na naprężenia termiczne;
- Wzrastają możliwości pracy w warunkach przeciążenia;

- Poprawia się odporność na odbiegające od normy warunki pracy – zbyt wysokie lub zbyt niskie napięcie, asymetria faz, gorsze przebiegi napięcia i prądu (np. harmoniczne) itp.;
- Poprawia się współczynnik wykorzystania mocy;
- Następuje redukcja emisji hałasu.

Wdrożone niedawno ogólnoeuropejskie porozumienie ma na celu zapewnienie tego, aby poziom efektywności (sprawności) silników wysokosprawnych EFFI, EFFII oraz EFFIII – czyli większości silników wytwarzanych w Europie, był wyraźnie oznaczony. W zasadzie ustalono trzy klasy sprawności energetycznej, zachęcając w ten sposób producentów silników do wprowadzania modeli o wyższych sprawnościach. Te poziomy sprawności dotyczy dwu- i czterobiegunowych trójfazowych indukcyjnych silników klatkowych, o parametrach znamionowych 400 V, 50 Hz klasy S1, o mocy 1,1 do 90 kW. Silniki tego rodzaju stanowią największą grupę sprzedawaną obecnie na rynku.

Właściwe rozwiązania konstrukcyjne silników można wybrać korzystając z bazy danych EURODEEM¹. W bazie tej zgromadzono dane o wartościach sprawności ponad 3500 typów silników, produkowanych przez 24 producentów. Aktualną wersję EURODEEM można bezpłatnie zainstalować z internetu, wykorzystując adres:

<http://iamest.jrc.it/projects/eem/eurodeem.htm>

Właściwy dobór silnika może być bardzo ułatwiony poprzez wykorzystanie odpowiedniego oprogramowania komputerowego, takiego jak **Motor Master Plus**², i **EURODEEM**³ (przyp. tłumacza: lub korzystając z programu **EFEmotor**⁴, zawierającego bazy danych silników oraz narzędzia analityczne, dostępnego bezpłatnie pod adresem www.efemotor.pemp.pl).

3.2. Dobór właściwej wielkości silnika

Rzadko kiedy zdarza się, aby silniki pracowały przy maksymalnym obciążeniu. Przeprowadzone w Unii Europejskiej badania eksploatacyjne w warunkach rzeczywistych wykazały, że średnio silniki pracują przy obciążeniu wynoszącym około 60% ich mocy znamionowej [1]. Sprawność silników indukcyjnych zazwyczaj osiąga wartość maksymalną mniej więcej przy 75% maksymalnego obciążenia i jej charakterystyka jest względnie płaska od 50% mocy znamionowej wzwyż. Silniki o większej mocy mogą pracować z wysoką sprawnością przy obciążeniach od 30% mocy znamionowej wzwyż.

Prawidłowy dobór wielkości silnika:

- Poprawia sprawność energetyczną, ponieważ silniki mogą pracować z maksymalną sprawnością;
- Może zmniejszyć straty energii elektrycznej dzięki niskiemu współczynnikowi mocy;
- Może nieznacznie zmniejszyć roboczą prędkość obrotową, a przez to zużycie energii, w przypadku wentylatorów i pomp.

3.3. Naprawa silnika

Często zdarza się, że jeśli silnik o mocy powyżej 5 kW ulega awariom, to w okresie jego eksploatacji bywa kilkakrotnie naprawiany. Badania laboratoryjne potwierdzają opinię, że niskiej jakości praktyki związane z naprawą silnika, pogarszają jego sprawność, zazwyczaj o wartość pomiędzy 0,5 i 1%, a w przypadku starych silników, niekiedy o ponad 4% i więcej.

Aby wybrać pomiędzy naprawą i wymianą, należy uwzględnić koszt energii elektrycznej (zł/kWh), moc silnika, średni współczynnik obciążenia i liczbę maszynogodzin w roku.

Zazwyczaj dobrą opcją jest wymiana uszkodzonego silnika poprzez zakup nowego silnika energooszczędnego, jeśli liczba godzin pracy w ciągu roku jest duża. Na przykład w przypadku urządzenia pracującego 4000 godzin na rok, przy koszcie energii elektrycznej 0,06 EUR/kWh, dla silników o mocy pomiędzy 20 kW a 130 kW, wymiana na silnik energooszczędny wiąże się z okresem zwrotu poniżej trzech lat.

3.4. Napędy zmiennoprędkościowe

Dostosowanie prędkości obrotowej silnika za pomocą napędu zmiennoprędkościowego (VSD) pozwala na lepszą regulację procesu technologicznego, ogranicza zużycie urządzeń mechanicznych, pozwala zmniejszyć hałas i uzyskać znaczne oszczędności energii. Jeśli obciążenia ulegają zmianom, to VSD może zmniejszyć zużycie energii elektrycznej, w szczególności w pompach odśrodkowych, sprężarkach i wentylatorach – zwykle w zakresie od 20 do 50%. Urządzenia do obróbki materiałów, takie jak maszyny odśrodkowe, młyny i elektronarzędzia mechaniczne, a także w zastosowaniach w maszynach budowlanych, takich jak zwijarki, przenośniki i podnośniki. Dzięki zastosowaniu układów VSD, w przypadku tych zastosowań silników elektrycznych, można osiągnąć korzyści w zakresie zużycia energii i ogólnej jakości działania urządzenia.

Zastosowanie układów VSD pozwala również na osiągnięcie dalszych korzyści:

- Rozszerzenie użytecznego zakresu warunków roboczych urządzenia napędzanego;
- Oddzielenie silnika od linii zasilających, co pozwala zmniejszyć naprężenia i nieefektywność;
- Dokładne zsynchronizowanie silników pracujących w układach wielokrotnych;
- Poprawę szybkości i niezawodności odpowiedzi układu na zmieniające się warunki pracy.

¹ Opublikowane przez Komisję Europejską

² Sponsorowane przez US Department of Energy

³ Promowane przez Komisję Europejską - DG TREN

⁴ Opracowany przez FEWE, sponsorowany przez PEMP i PCPM

2. PLAN DZIAŁAŃ

Plan działań przedsiębiorstwa, w formie zaproponowanej niżej, powinien wyszczególniać:

- Opis środków, które postanowiono zastosować oraz horyzont czasowy ich wdrożenia;
- Uzasadnienie niezastosowania innych środków.

Plan działań przedstawia się Komisji. Po zatwierdzeniu planu, przedstawiające go przedsiębiorstwo zostaje uznane za Partnera Programu MCP.

Środki oszczędności energii	Wykonalność (¹)	Konkretne działania (²)	% Pokrycia (³)	Harmonogram	Oczekiwane oszczędności
Instalacja lub pełna modernizacja układu					
Elektryczne silniki energooszczędne					
Prawidłowy dobór wielkości					
Naprawa silnika energooszczędnego					
Napędy zmiennoprędkościowe					
Wysokosprawny układ przeniesienia napędu / reduktor					
Automatyka jakości zasilania					
Eksplotacja i obsługa / utrzymanie układu					
Smarowanie, nastawy, regulacja					

- Wykonalność.** Przedstawić bariery utrudniające, stosując jeden lub więcej spośród poniższych symboli:
 NA Nie da się zastosować z przyczyn technicznych
 NP Nieopłacalne
 NC Nie brane pod uwagę, ponieważ oszacowanie jest zbyt kosztowne
 Jeśli to pole pozostaje nie wypełnione, środek uznaje się za możliwy do zastosowania i opłacalny.
- Konkretne działania.** Można dostosować kilka konkretnych działań tak, aby wdrożyć jeden środek oszczędzania energii. Np. prawidłowy dobór wielkości silnika można zrealizować instalując prawidłowo dobrany silnik energooszczędny.
- % Pokrycia.** Jeśli zobowiązanie podjęte przez Partnera dotyczy kilku systemów napędowych, to w tej kolumnie należy wykazać udział proporcjonalny tych systemów, dla których wdrożone będą konkretne działania. Można to oszacować używając najdogodniejszego wskaźnika: liczba systemów, moc, zużycie energii. Wyszczególnić zastosowany wskaźnik, jako: „%”, „%kW”, „%kWh”.
- Harmonogram.** Horyzont czasowy dla wdrażania działań. Może to być okres lub data lub może on zależeć od innych działań, np. „po wymianie silnika”.
- Oczekiwane oszczędności** wyrażone w MWh/rok. Często będzie to tylko oszacowanie, wykonane na bazie ogólnie przyjętej praktyki postępowania.

2. RAPORT ROCZNY

Raport roczny przedstawiany Komisji zawiera opis postępu pracy w związku z realizacją Planu działań i zawiera komentarz dotyczący wszelkich nowopodjętych lub zaniechanych inicjatyw. Należy zastosować przedstawioną niżej formę raportu, przy czym należy ją aktualizować (narastająco) co roku. Dwie kolumny z lewej strony są skopiowane z Planu działań przyjętego przez Partnera, w formie zatwierdzonej przez Komisję.

Zatwierdzony Plan działań	Raport roczny za rok 20xx	
Działania, które zdecydowano wdrożyć dla oszczędności energii	Zatwierdzony harmonogram	Postęp działań, jako osiągnięty udział procentowy i niezbędny komentarz (¹)
<i>Instalacja lub modernizacja systemu napędowego</i>		
Działanie 1		
Działanie 2		
...		
<i>Eksplotacja i utrzymanie systemu napędowego</i>		
...		
...		

- Osiągnięty udział procentowy można odnieść do wskaźnika, jak np. udział procentowy tych systemów objętych Planem działań, dla których konkretne działania zostały ukończone.

Partnerzy mogą uznać za przydatne opracowanie części niżej zaprezentowanej syntezy rezultatów zobowiązania w ramach Motor Challenge. Partnerów zachęca się (choć nie jest to wymóg) do przedstawiania Komisji takiej syntezy.

Synteza raportu rocznego		
	Od daty zobowiązania	W bieżącym roku
Udział procentowy działań ukończonych w ramach Planu działań		
Oszacowany nakład inwestycyjny ogółem (000 EUR) (¹)		
Oszacowane zmiany w kosztach eksploatacji i utrzymania (000 EUR) (¹)		
Oszacowanie oszczędności energii (MWh) (²)		
Zużycie energii na napędy w odniesieniu do wytworzonego produktu (kWh/Q-Prod.) (³)		
Wskaźnik ogólnych kosztów jednostkowych energii mechanicznej (EUR/kWh)		

- Nakłady inwestycyjne oraz koszty eksploatacji i utrzymania, które są dodatkowe (lub prawdopodobnie niższe) w stosunku do kosztów, jakie byłyby poniesione bez zobowiązania Partnera do udziału w Motor Challenge.
- Oszczędności energii na ogół trudno jest precyzyjnie zmierzyć. Będą zwykle wyliczone poprzez zastosowanie oszacowań w oparciu o wyniki realizacji założeń i ogólnie przyjęte w przemyśle współczynniki techniczne.
- Wskaźnik “Q-Prod” jest względnym wskaźnikiem ilości wytworzonego produktu w przedsiębiorstwie produkcyjnym, wyrażonym np. w tonach, metrach, sztukach,...

INSTYTUCJE FINANSUJĄCE I REALIZUJĄCE PROJEKT PEMP

	Globalny Fundusz Środowiska GEF, www.gefweb.org
	Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju UNDP, www.undp.org.pl
	Polskie Centrum Promocji Miedzi (PCPM), www.miedz.org.pl
	Krajowa Agencja Poszanowania Energii KAPE S.A., www.kape.gov.pl
	Fundacja na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE), www.fewe.pl

