

Janusz Boczek, Ciepłownia Rydułtowy Sp. z o.o.

Tomasz Zieliński, Fundacja na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii, Katowice

**PROJEKT DEMONSTRACYJNY PROGRAMU PEMP
„KOMPLEKSOWE WDROŻENIE ENERGOOSZCZĘDNYCH
NAPĘDÓW ORAZ AUTOMATYZACJI PRODUKCJI I DYSTRYBUCJI
CIEPŁA W CIEPŁOWNI RYDUŁTOWY” – PREZENTACJA
UZYSKANYCH EFEKTÓW**

**PEMP DEMONSTRATION PROJECT: “COMBINED ENERGY EFFICIENT
MOTORS AND CONTROL SYSTEM FOR HEAT PRODUCTION AND
DISTRIBUTION IN THE CIEPŁOWNIA RYDUŁTOWY BOILER HOUSE” –
PRESENTATION OF ENERGY, ECOLOGICAL AND FINANCIAL EFFECTS**

Abstract: The paper presents benefits from implementing the project “Combined energy efficient motors and control system for heat production and distribution in the Ciepłownia Rydułtowy boiler house” within the framework of the PEMP Programme. The Project has been carried in consecutive steps in the years 2002 – 2005. The following tasks have been carried on: assembled frequency converters for the master circulation pump drive and for the exhaust and primary air fans in two traveling grate boilers, installation of control system for coal combustion, replacement of old pumps with pumps equipped with energy efficient motors in heat exchangers, an assembled telemetric system control in several heat exchangers and weather compensation with automatic control in 23 heat exchangers. The article presents the project financial indicators and the energy ecological effects that have been obtained as a result of reduction of electricity and fuel consumption.

1. Wstęp

Artykuł jest kontynuacją publikacji z 2005 roku (Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne nr 73/2005), w którym przedstawiono działania modernizacyjne w układach napędowych i systemach automatyki przeprowadzane przez Ciepłownię Rydułtowy Sp. z o.o. w ramach Polskiego Programu Efektywnego Wykorzystania Energii w Napędach Elektrycznych. Projekt realizowany był sukcesywnie w latach 2002 do 2005. Był również na bieżąco monitorowany. Ostatnie prace zakończono w listopadzie 2005 roku. W poniższym opracowaniu pokazano uzyskane efekty energetyczne i ekologiczne wyznaczone w oparciu o zebrane dane eksploatacyjne z lat 2001 do 2006 obrazujące pracę systemu ciepłowniczego składającego się z kotłowni węglowej wyposażonej w dwa kotły typu WR-25, sieci ciepłowniczej o długości ponad 30 km oraz 253 węzłów ciepłych.

2. Zrealizowane przedsięwzięcia

Pełny cykl realizacji zadań związanych z modernizacją systemu produkcji i dystrybucji ciepła obejmował: wykonanie audytu energetycznego przedsiębiorstwa, wykonanie projektu technicznego dla wybranych przedsięwzięć w

zakresie modernizacji elektrycznych układów napędowych, automatyzacji, modernizacji systemu dystrybucji energii cieplnej oraz realizację zadań inwestycyjnych.

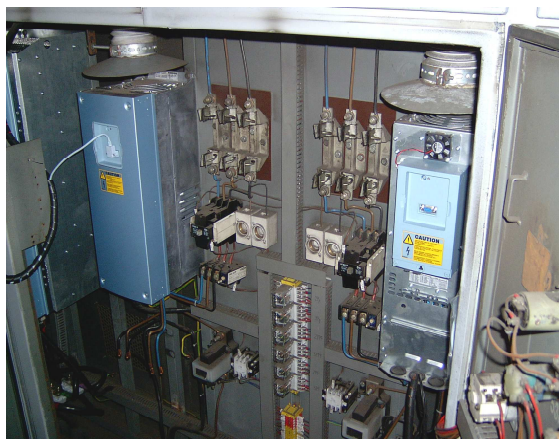
Przesłanki do podjęcia działań modernizacyjnych były następujące:

- znaczący udział modernizowanych napędów w całkowitym zużyciu energii elektrycznej do celów produkcji i dystrybucji energii cieplnej przekraczający 70% całkowitego zużycia;
- zabudowa przemienników częstotliwości dla napędów głównych wentylatorów kotłowych zrealizowana została w celu umożliwienia płynnej regulacji mocy cieplnej, szczególnie w okresie poza sezonem grzewczym, kiedy pracuje tylko jeden kotłowiec często poniżej swojej minimalnej wydajności (< 7,5 MW). Ponadto ze względu na dosyć długi okres remontowy zdecydowano, że praca kotłów w układzie kaskady tj. jeden z kotłów pracujący przy obciążeniu bliskim znamionowemu lub całkowicie wyłączony, a drugi pracujący w szerokim zakresie mocy nie pozwoli na osiągnięcie zadowalających efektów – stąd decyzja

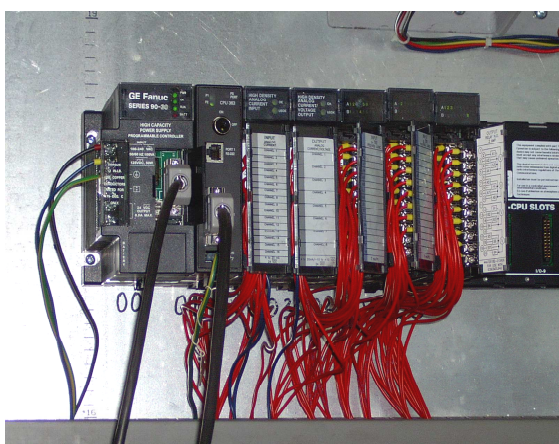
- o przystosowaniu obu jednostek do bardziej elastycznej pracy;
- zabudowa przemiennika częstotliwości na jednej z pomp obiegowych miała na celu dostosowanie pracy zespołu pomp do potrzeb różnych układów hydraulicznych w sezonie grzewczym i poza nim; ponadto uzyskanie większych możliwości odpowiadania na zmiany w systemie wywołane działaniem automatyki węzłów, która stopniowo wprowadzana jest w coraz większej ilości węzłów ciepłowniczych;
 - system telemetrii – szybkie uzyskiwanie informacji z kluczowych punktów sieci ciepłowniczej na potrzeby aktywnego i elastycznie prowadzonego ruchu oraz optymalizacji pracy działających napędów.
- Chronologię podejmowanych działań inwestycyjnych wraz z opisem przedstawiono w tab.1.

Tabela 1. Zrealizowany zakres rzeczowy w projekcie demonstracyjnym w Ciepłowni Rydułtowy

Zadanie inwestycyjne	Data realizacji	Szczegółowy opis
Modernizacja napędu głównych pomp obiegowych	Czerwiec 2002	➤ zabudowanie przemiennika częstotliwości dla napędu pompy obiegowej sieci ciepłowniczej o mocy 160 kW (silnik Se 315 L4) ; przetwornica częstotliwości produkcji Vacon typ 132CXL5CN0
Modernizacja napędów kotła WR-25 nr 2	Lipiec 2003	➤ zabudowa przemiennika częstotliwości produkcji Vacon typ NXS02055A5H0SSS na napędzie wentylatora ciągu o mocy silnika 110 kW ➤ zabudowa 2 przemienników częstotliwości produkcji Vacon typ NXS00615A5H1SSS na napędach wentylatorów podmuchu o mocy silników 30 kW każdy
Modernizacja napędów i automatyzacja kotła WR-25 nr 1	Lipiec 2005	➤ modernizacja napędów głównych wentylatorów kotła nr 1 analogiczna jak dla kotła nr 2 ➤ zastosowanie sterownika swobodnie programowalnego PLC GeFanuc 90-30. Sterownik ten wykorzystuje sygnały pomiarowe temperatury wody przed i za kotłem, stężenia tlenu w spalinach, podciśnienia w komorze paleniskowej, wysokości położenia warstwownicy i na ich podstawie podaje sygnały sterujące prędkością poszczególnych napędów wentylatorów.
Modernizacja węzłów ciepłowniczych	2001 - 2005	➤ kompleksowa modernizacja 5 szt. wymiennikowych węzłów ciepła polegająca na wymianie wszystkich urządzeń wraz z zabudową automatyki pogodowej i układów automatycznej regulacji; ➤ modernizacja 18 szt. wymiennikowych węzłów ciepła polegająca na zabudowie automatyki pogodowej i układów automatycznej regulacji; ➤ wymiana istniejących pomp obiegowych w wymiennikowych węzłach ciepłych na wybranych 14 obiektach; zabudowanie pomp MAGNA i UPE produkcji Grundfos o zmiennej prędkości obrotowej z energooszczędnym silnikiem z magnesami trwałymi, posiadające funkcję AUTOADAPT, która automatycznie rozpoznaje warunki panujące w instalacji i na tej podstawie koryguje swoje ustawienia tak, aby osiągnąć założone parametry przy minimalnym zużyciu energii. Pompy te spełniają wymogi klasy energetycznej A.
System telemetryczny	Listopad 2005	➤ praca systemu polega na wymianie danych pomiędzy wybranymi stacjami oddalonymi (węzłami ciepłymi), a centralą na dyspozytorskiej w kotłowni; system umożliwia obserwację pracy sieci ciepłowniczej w jej 19 kluczowych punktach oraz zdalne zmiany nastaw automatyki węzłów ciepłych.



Fot. 1. Przemienneiki częstotliwości Vacon dla regulacji prędkości obrotowej silników wentylatorów podmuchu zainstalowane w szafie rozdzielni kotła oraz panel sterujący przemiennika



Fot. 2. Sterownik swobodnie programowalny GeFanuc

3. Finansowanie projektu, wskaźniki ekonomiczne inwestycji

Na realizację projektu łącznie poniesiono nakłady w wysokości 1 310 000 zł z finansowaniem w ramach Programu PEMP na poziomie 25% całkowitych kosztów przedsięwzięcia w postaci nieoprocentowanej pożyczki. Szczegółowe informacje odnośnie poniesionych nakładów i wskaźniki ekonomiczne dla modernizacji układów napędowych pokazano w tabeli 2 i 3.

Tabela 2

Prosty czas zwrotu dla całego projektu oraz pojedynczych inwestycji

Zadanie	Nakłady	Osiągnięte oszczędności energii	SPBT
	PLN	KWh/rok	lata
Wszystkie przedsięwzięcia	1310000	575 600	11,1
Modernizacja napędów wentylatorów kotła nr 1 i 2	215 000	355 800	2,95
Wymiana pomp obiegowych 14 węzłów na pompy MAGNA	49 800	44 100	5,5
Modernizacja zespołu głównych pomp obiegowych systemu ciepłowniczego i automatyka węzłów	849 000	175 700	23,7

Tabela 3.

Wartość zaktualizowana netto (stopa dyskonta 6%) i wewnętrzna stopa zwrotu dla inwestycji

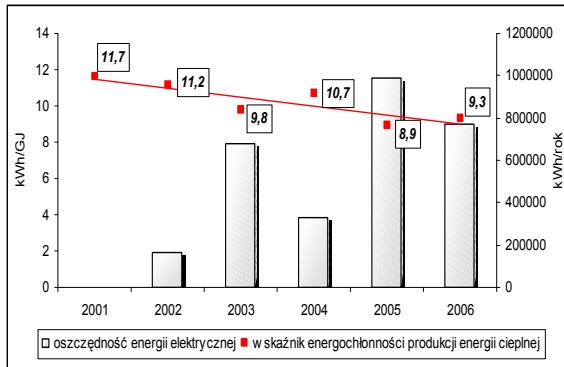
Sposób finansowania zadania	NPV	IRR
	PLN	%
Tylko środki własne	615 820	18,3
Środki własne i pożyczka	646 226	20,3

4. Efekty energetyczne na wybranych przykładach

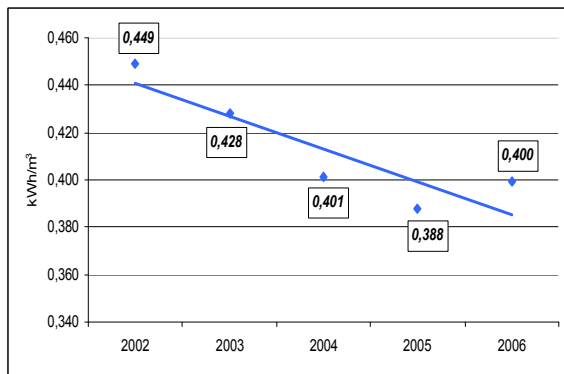
W celu zmniejszenia wpływu czynników zewnętrznych przyjęto, że współczynnikiem do przeliczania wielkości oszczędności energii elektrycznej i paliwa z poszczególnych lat bę-

dzie wielkość produkcji ciepła netto z danego roku w stosunku do roku bazowego, a przy wyznaczaniu oszczędności paliwa dodatkowo uwzględniono jego średnią wartość opałową w poszczególnych okresach. Jako rok bazowy na potrzeby określania efektu energetycznego i ekologicznego przyjęto rok 2001.

Uzyskane efekty energetyczne pokazano na wybranych przykładach na kolejnych rysunkach od 1 do 5.



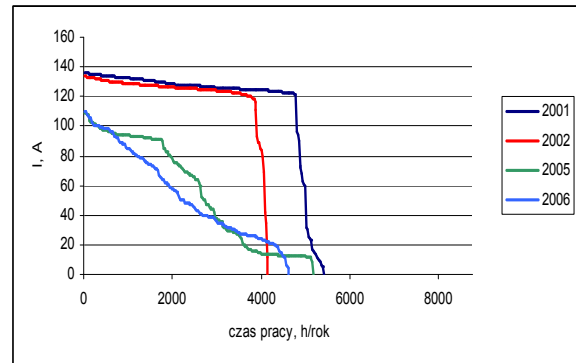
Rysunek 1. Oszczędności energii elektrycznej w stosunku do roku 2001 oraz wskaźnik energochłonności produkcji energii cieplnej w latach 2001 do 2006



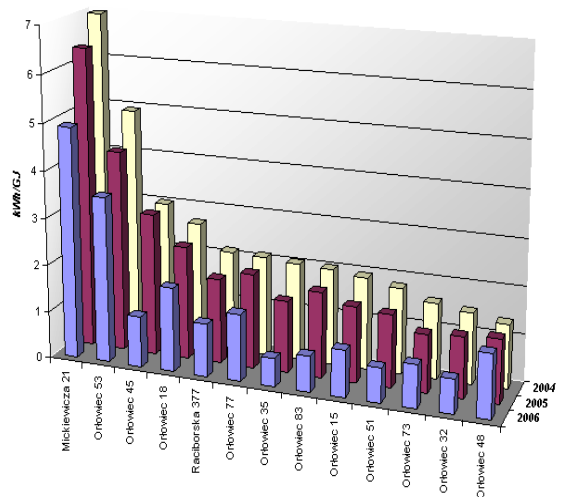
Rysunek 2. Energochłonność pompowania czynnika grzewczego w latach 2002 do 2006

Do przedsięwzięć charakteryzujących się najlepszymi wskaźnikami czasu zwrotu inwestycji należą wprowadzenie regulacji częstotliwościowej dla napędów wentylatorów kotłów oraz wymiana pomp obiegowych w wybranych węzłach ciepłowniczych. Niejednokrotnie prze-wymiarowane i wyeksploatowane pompy zastąpiono tu pompami z silnikami z magnesami trwałymi. Dla zobrazowania osiągniętych efektów na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przebiegi uporządkowane prądu pobieranego przez silnik wentylatora ciągu kotła nr 1 oraz wskaźniki energochłonności pomp obiegowych wę-

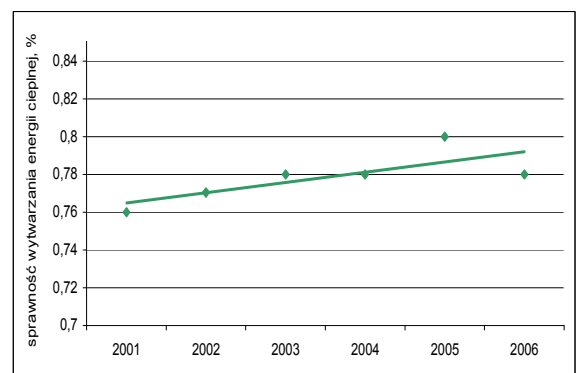
złów ciepłowniczych w stosunku do sprzedanej w danym węźle energii cieplnej.



Rysunek 3. Przebiegi prądowe dla wentylatora ciągu kotła nr 1 przed (lata 2001, 2002) i po instalacji przemiennika częstotliwości



Rysunek 4. Wskaźniki energochłonności pomp obiegowych węzłów ciepłowniczych w latach 2004 do 2006



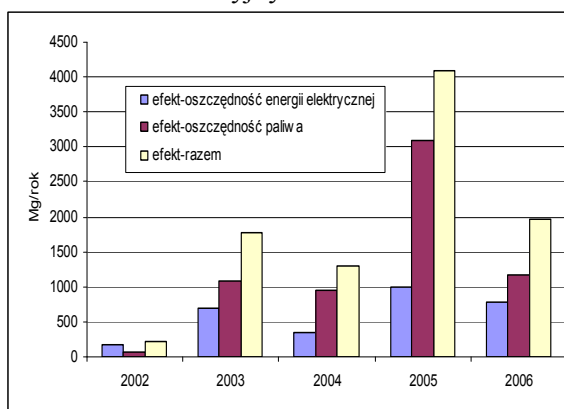
Rysunek 5. Sprawności wytwarzania ciepła

Wskaźnik ten wyznaczono jako sprawność średnioroczną na podstawie danych o zużyciu paliwa w ciągu roku, wartości opałowej paliwa

(średniej dla roku) oraz produkcji ciepła w obu kotłach.

5. Uzyskany efekt ekologiczny

Program PEMP kładzie nacisk na obniżenie emisji gazów cieplarnianych poprzez zmniejszenie energochłonności w elektrycznych układach napędowych. Stąd w projektach demonstracyjnych monitorowany jest głównie efekt obniżenia emisji CO₂. W wyniku wdrożenia projektu demonstracyjnego w Ciepłowni Rydułtowy efekt ekologiczny uzyskano poprzez zmniejszenie zużycia energii elektrycznej (efekt zlokalizowany w elektrowni zawodowej) i dodatkowo poprzez zmniejszenie zużycia paliwa (efekt uzyskany bezpośrednio w źródle Ciepłowni Rydułtowy). Pokazane na rysunku 6 uzyskane w latach 2002 do 2006 obniżenia emisji CO₂ obliczono w stosunku do emisji w roku 2001 przed rozpoczęciem wdrażania działań modernizacyjnych.



Rysunek 6. Obniżenie emisji CO₂ w wyniku oszczędności energii elektrycznej i oszczędności paliwa

6. Podsumowanie

Obserwowany jest wyraźny trend zmniejszenia wartości wskaźników energochłonności produkcji i przesyłania energii cieplnej oraz wzrost sprawności źródła ciepła Ciepłowni Rydułtowy co wskazuje na poprawę warunków eksploatacji kotłów i pomp obiegowych.

Osiągnięte w wyniku realizacji projektu demonstracyjnego oszczędności są większe od wstępnie zakładanych (szacowano obniżenie wskaźnika energochłonności produkcji do wartości na poziomie 10,3 kWh/GJ).

Należy jednak, zwrócić uwagę na wahania wartości tych wskaźników w rozpatrywanych latach po realizacji projektu. Wynikają one z charakteru danego sezonu grzewczego. Dłuższe

i stosunkowo ciepłe sezony grzewcze wymagające w pewnych okresach eksploatacji źródła ciepła przy niskim wskaźniku efektywności oraz małym wykorzystaniu energii przesyłanej do odbiorców wpływają na zaburzenie korzystnych tendencji dla tych wskaźników (lata 2004, 2006).

W przyszłości w Ciepłowni Rydułtowy planowana jest kontynuacja działań modernizacyjnych kładąca nacisk na wymianę dalszych mniej efektywnych napędów oraz rozbudowę układów automatyki i zbierania danych.