

GŁĘBOKIE, A NAWET GŁĘBINOWE OSZCZĘDNOŚCI

Ograniczenie zużycia energii elektrycznej w transporcie wody przemysłowej. Studium przypadku MPEC we Włocławku

mgr Zygmunt Katolik

prokurent-dyrektor ds. technicznych Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Włocławku

mgr inż. Dariusz Tomaszewski

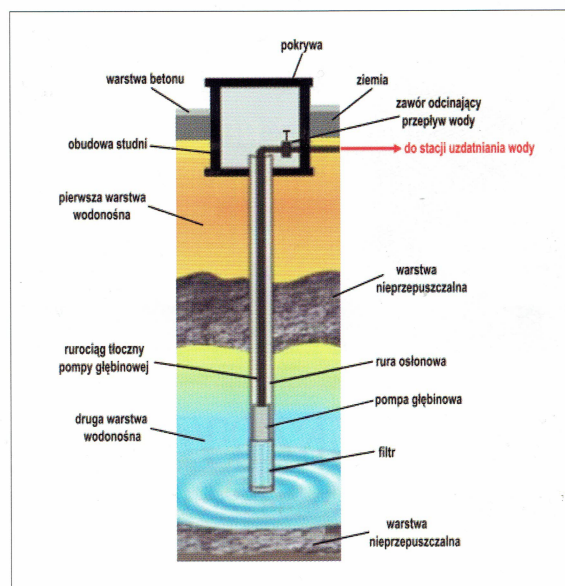
zastępca dyrektora ds. technicznych Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Włocławku

Rosnące ceny energii elektrycznej stały się wyzwaniem w MPEC-Włocławek do poszukiwania rozwiązań technicznych ograniczających poziom jej zużycia. W przedsiębiorstwie stworzono strategiczny plan wdrażania kolejnych elementów kompleksowego procesu identyfikacji i wykorzystania możliwości oszczędzania energii elektrycznej. Istota projektu modernizacyjnego opisanego w tym artykule polegała na montażu w układzie elektrycznym pompy głębinowej – przetwornicy częstotliwości.

Pompy są urządzeniami energetycznymi, które pełnią ważną rolę w wielu gałęziach przemysłu. W ciepłownictwie obsługują zazwyczaj obiegi technologiczne nośnika ciepła, wodne układy biorące udział w procesie produkcji ciepła oraz instalacje towarzyszące temu procesowi. W grupie tych urządzeń spotyka się szereg różnego rodzaju i wielkości agregaty pompowe, które różnią się pod względem konstrukcyjnym, technologicznym, materiałowym, jak i też parametrami pracy¹. Z uwagi na specyfikę swej pracy wymagana jest od nich duża trwałość, niezawodność działania oraz wysoka sprawność. Do napędów agregatów pompowych wykorzystywana jest energia elektryczna. Koszty energii elektrycznej – w regulowanej branży ciepłowniczej – stanowią znaczne obciążenie finansowe podstawowej działalności przedsiębiorstwa ciepłowniczego². Oszczędność w gospodarowaniu energią elektryczną stanowi w obecnych czasach jeden z głównych priorytetów w wytyczaniu drogi prowadzącej do przeciwdziałania zjawiskom, niekorzystnie wpływającym na zmiany klimatyczne oraz poprawiającym bezpieczeństwo energetyczne w skali globalnej³. Mniejsze zużycie energii elektrycznej przez urządzenia energetyczne zainstalowane w przedsiębiorstwie to również mniejsze rachunki za prąd.

Przesłanki wdrożenia rozwiązania technicznego

Energia elektryczna wpływa na koszt własny wytworzenia jednostki ciepła oraz przyczynia się



RYS. 1

Schemat zabudowy studni głębinowej

(źródło: opracowano na podstawie: Internet: <http://studieglebinowe.blog.pl/>)

do ostatecznego poziomu ceny sprzedawanego na rynku ciepła⁴. Rosnące ceny energii elektrycznej, generujące wysokie koszty jej zakupu, stały się wyzwaniem w MPEC-Włocławek do poszukiwania rozwiązań technicznych ograniczających poziom jej zużycia w działalności przedsiębiorstwa. Mając na względzie powyższe, w przedsiębiorstwie stworzono strategiczny plan wdrażania kolejnych elementów kompleksowego procesu identyfikacji i wykorzystania możliwości oszczędzania energii elektrycznej w procesie produkcji ciepła i jego dystrybucji. W tych procesach względy ekonomiczne stanowią nieodzowny warunek do podejmowania decyzji modernizacyjnych w przedsiębiorstwie. Przykładem takiego podejścia jest wdrożone rozwiązanie techniczne, które przedstawiamy w niniejszym artykule.

Studnia głębinowa

Pobór wody podziemnej w MPEC-Włocławek odbywa się ze studni czynnej o głębokości 92 metry zlokalizowanej na terenie ciepłowni spółki⁵. Studnia charakteryzuje się następującą wydajnością:

- $Q_{\text{średnie}} = 950,0 \text{ m}^3/\text{doła}$,
- $Q_{\text{max}} = 68,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

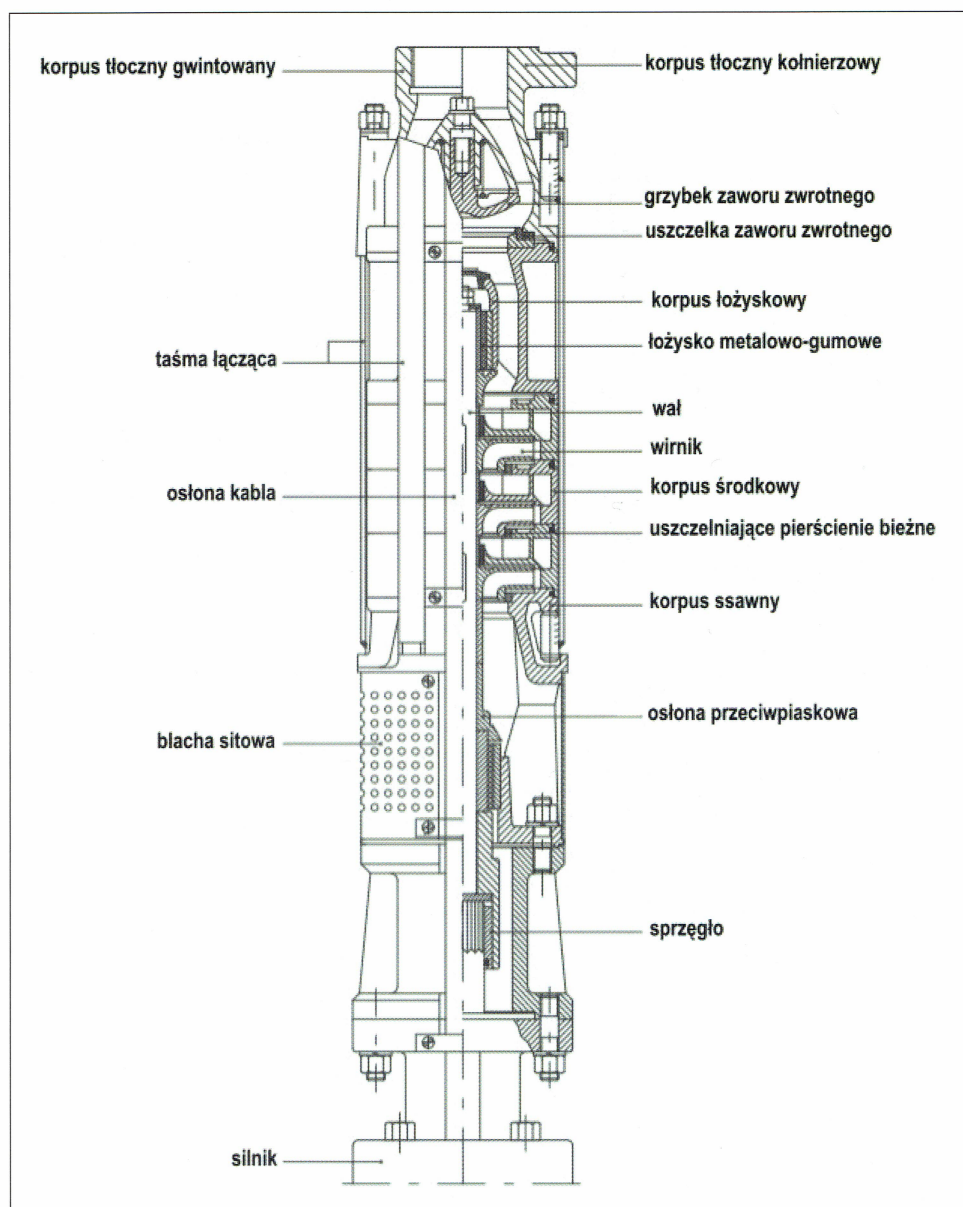
Stanowi ona jedno ze źródeł zaopatrzenia przedsiębiorstwa w wodę przemysłową wykorzystywaną do realizacji procesów technologicznych związanych z produkcją i dystrybucją ciepła oraz zabezpieczenia potrzeb własnych ciepłowni spółki.

Pompa głębinowa transportuje wodę przemysłową bezpośrednio z ujęcia do stacji uzdatniania wody znajdującej się na terenie przedsiębiorstwa. Wydajność studni głębinowej w pełni zaspakaja bieżące potrzeby spółki MPEC-Włocławek w tym zakresie.

Charakterystyka zespołu głębinowego

W studni na głębokości 21 metrów zainstalowana jest pompa głębinowa typu GCA 2.05.2.2110 produkcji Hydro-Vacuum, która charakteryzuje się następującymi parametrami:

- wydajność – $Q = 5\text{-}38 \text{ m}^3/\text{h}$,
- wysokość podnoszenia – $H = 116\text{-}63 \text{ m/h}$,
- moc silnika – $P = 13 \text{ kW}$.



Przekrój zespołu pompowego pracującego na ujęciu wody w MPEC-Włocławek ukazano na rysunku 2.

„Pompa głębinowa jest osadzona bezpośrednio na silniku głębinowym, tworząc zespół pompy montowany w układzie pionowym. W dolnej części zespołu pompowego znajduje się głębinowy (zatapialny) silnik elektryczny, w górnej głębinowa pompa wirowa. Bezpośrednio na silniku elektrycznym zamontowany jest korpus ssawny zabezpieczony sitem wlotowym, dalej poszczególne stopnie pompy składające się z korpusu i osadzonej w nim kierownicy oraz wirnika promieniowego lub diagonalnego. Pompa jest zakończona korpusem tłocznym z przyłączem kołnierzowym lub gwintowanym z zaworem zwrotnym grzybkowym, umożliwiającym połączenie zespołu pompowego z rurociągiem tłocznym za pomocą kołnierzy lub połączenia gwintowanego. Układ wirujący pompy łączony jest z wałem silnika za pomocą sprzęgła. Jest łożyskowany w panewkach stalowo-gumowych. Właściwe położenie

RYS. 2

Przekrój zespołu pompowego
(źródło: opracowano na podstawie: Internet: http://www.hydro-vacuum.com.pl/hv_pobierz/katalogi/01_glebinowe.pdf)

wirnika w obudowie stopnia i kierownicy uzyskuje się poprzez tuleje dystansowe. Korpusy stanowiące stopnie pompy mogą być łączone w zależności od typu pompy⁶:

- ściągami taśmowymi lub śrubami (pompy typu GAB, GB, GBC, GC i GCA, GH),
- poszczególne stopnie śrubami dwustronnymi (pompy typu GDB, GFB).

Silnik głębinowy w zespole pompowym jest silnikiem trójfazowym asynchronicznym, klatkowym. Jest on skonstruowany jako silnik mokry z uzwojeniem stojana wykonanym przewodem nawojowym w izolacji z tworzyw termoplastycznych. Silnik wypełniony jest mieszaniną gliceryny z wodą w stosunku 1: 1 co zapewnia odporność na zamarzanie przy temperaturze do -25°C. Zatapialne silniki tego typu produkowane są w wersji na prąd trójfazowy 50Hz i 60Hz na wszystkie stosowane napięcia w zakresie do 1000 V. Energia elektryczna doprowadzona jest do silnika za pomocą podłączonych elektrycznych przewodów głębinowych⁷.

Istota projektu modernizacyjnego

Istota projektu modernizacyjnego polegała na montażu w układzie elektrycznym pompy głębinowej – przetwornicy częstotliwości⁸. Projektując modernizację techniczną w przedsiębiorstwie, zakładano redukcję zużycia energii elektrycznej przy pompowaniu wody z ujęcia głębinowego, zmniejszenie kosztu jej zakupu oraz poprawę elastyczności pracy systemu pompowego przy zmiennym w ciągu doby zapotrzebowaniu na wodę.

Stan przed modernizacją

W okresie przed modernizacją pompa głębinowa na ujęciu wody nie współpracowała z przetwornicą częstotliwości. Skutkowało to brakiem możliwości płynnej regulacji prędkości obrotowej wału silnika elektrycznego pompy głębinowej w zależności od jej obciążenia. Istniejące rozwiązanie techniczne nie pozwalało na łagodny jej rozruch oraz powodowało wysoki pobór energii elektrycznej zarówno w początkowej fazie rozruchu, jak i w czasie jej bezpośredniej pracy przy pompowaniu wody ze studni głębinowej.

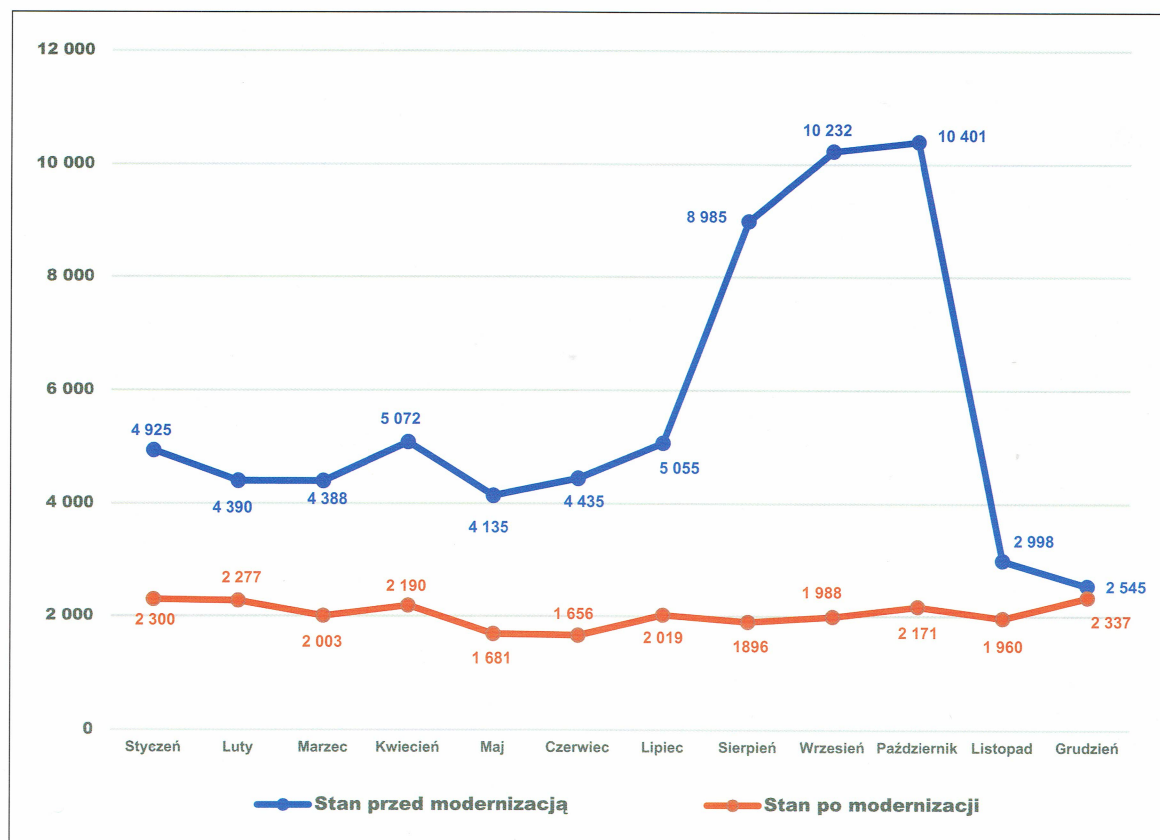
Stan po modernizacji

Po wdrożeniu projektu modernizacyjnego zespół głębinowy na ujęciu wody jest napędzany silnikiem elektrycznym poprzez przetwornicę częstotliwości z układem wewnętrznego regulatora PID (regulator proporcjonalno-całkująco-różniczkujący), pracującego w pętli sprzężenia zwrotnego z sygnałem od przetwornika ciśnienia. Przetwornica częstotliwości w układzie pompowym umożliwia płynny rozruch pompy głębinowej oraz regulację w pełnym zakresie jej wydajności. Daje również większą elastyczność systemu pompowego przy zmiennym zapotrzebowaniu na wodę.

Efekty ekonomiczne i ekologiczne modernizacji

Na rysunku 3 zobrazowano poziom zużycia energii elektrycznej przez pompę głębinową w dwóch okresach odnoszących się do stanu przed i po wdrożeniu rozwiązania modernizacyjnego w przedsiębiorstwie.

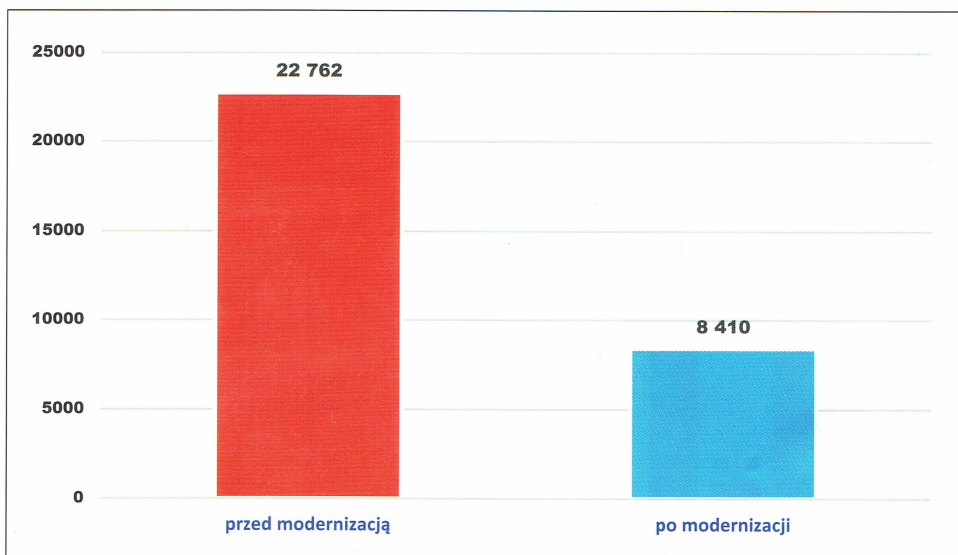
RYS. 3
Zużycie energii elektrycznej przez pompę głębinową przed i po wdrożeniu modernizacji w [kWh] (źródło: opracowano na podstawie: M. Podlewski, MPEC Włocławek)



Przed wdrożeniem rozwiązania modernizacyjnego zużycie energii elektrycznej na pompowanie wody ze studni głębinowej w poszczególnych miesiącach roku kształtowało się na zmiennych poziomach i przybierało wartości w przedziale od 2 545 do 10 401 kWh. Po zastosowaniu rozwiązania modernizacyjnego przyjmowało ono niższe zmienne wartości i oscylowało w przedziale od 1 656 do 2 337 kWh. W efekcie projektu modernizacyjnego w przedsiębiorstwie ograniczono pobór energii elektrycznej w skali roku z poziomu 67 561 kWh do 24 478 kWh, to jest o 43 083 kWh mniej niż przed modernizacją. Poziom kosztów energii elektrycznej w okresie przed modernizacją i po modernizacji przedstawia rysunek 4.

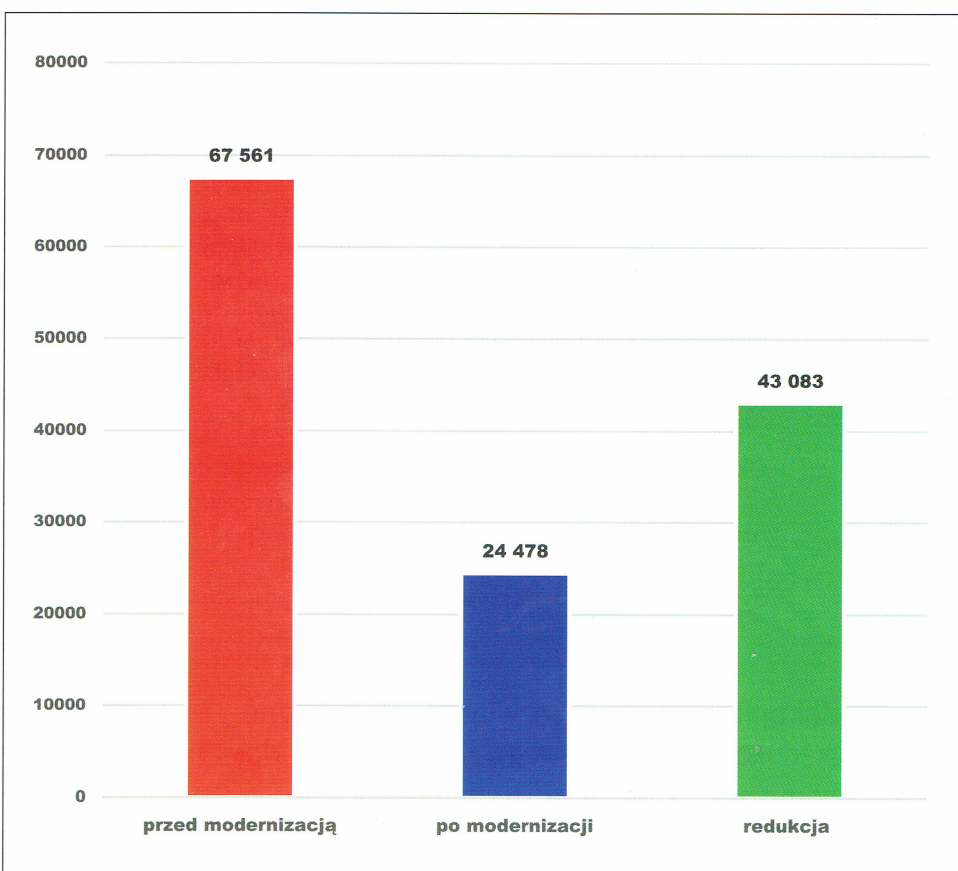
Koszt zakupu energii elektrycznej został zredukowany z 22 762 złotych do 8 410 złotych i był niższy o 14 352 złotych. Dodatkowo należy zaznaczyć, że w okresie po modernizacji średnia roczna cena energii elektrycznej wzrosła o 2,26% w porównaniu do okresu sprzed modernizacji. Również w efekcie tej modernizacji zostały ograniczone uboczne efekty związane ze zmniejszeniem udziału energii elektrycznej w działalności przedsiębiorstwa o pozytywny efekt ekologiczny w postaci zmniejszonej emisji gazów i pyłów lotnych. Osiągnięty efekt ekologiczny został obliczony jako różnica pomiędzy zużyciem energii elektrycznej przed i po modernizacji pomnożony przez wskaźnik emisji⁹. Na rysunkach 5 i 6 zobrazowano efekty ekologiczne będące wynikiem zastosowania projektu modernizacyjnego w przedsiębiorstwie.

Wdrożenie projektu modernizacyjnego pozwoliło znacznie ograniczyć zużycie energii elektrycznej w przedsiębiorstwie. Redukcja każdej jednostki energii elektrycznej u jej użytkownika, to jest w MPEC-Włocławek, przyczyniła się do ograniczenia emisji gazów oraz zanieczyszczeń pyłowych w środowisku naturalnym. W wyniku modernizacji ograniczono emisję dwutlenku węgla CO₂ do otoczenia w skali



RYS. 4

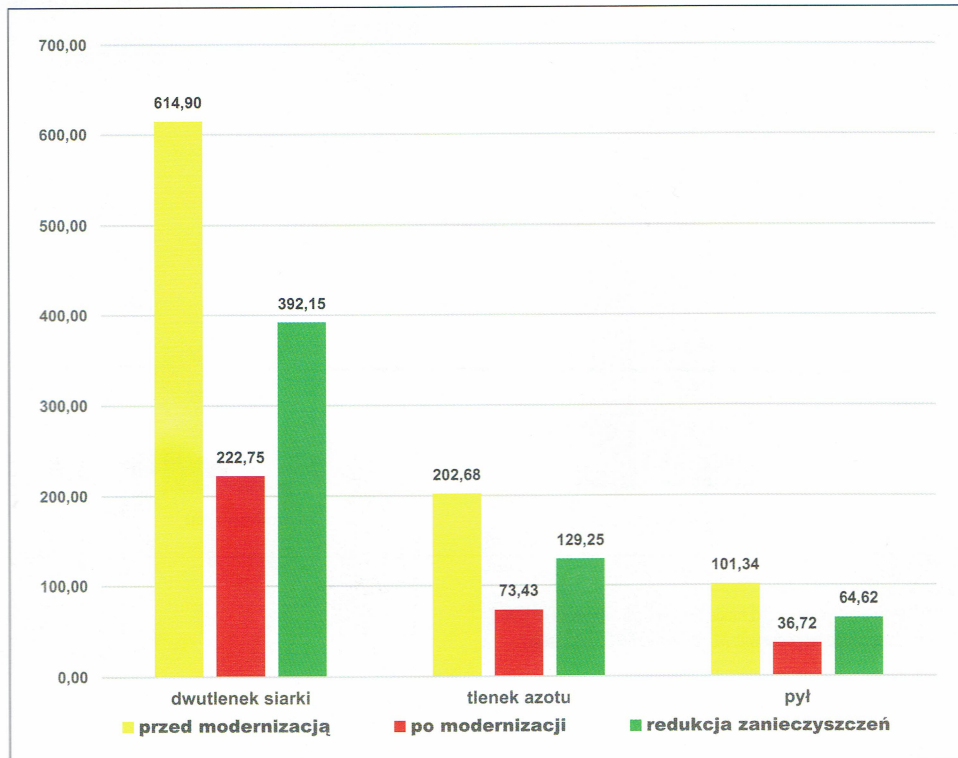
Koszt energii elektrycznej przed modernizacją i po wdrożeniu w [kWh]
(źródło: opracowano na podstawie: M. Podlewski, MPEC Włocławek)



RYS. 5

Emisja dwutlenku węgla w [kg]
(źródło: obliczenia własne autorów)

roku z poziomu 67 561 kg przed modernizacją do 24 476 kg w okresie po modernizacji. Stan ten oznacza blisko trzykrotnie mniejszą emisję dwutlenku węgla niż w okresie przed modernizacją.



Zaimplementowane rozwiązanie techniczne zredukowało zużycie energii elektrycznej do pompowania wody ze studni głębinowej w przedsiębiorstwie. W wysokim stopniu ograniczyło opłaty za energię elektryczną z tego tytułu. Redukcja jednostek energii elektrycznej w MPEC-Włocławek bezpośrednio przełożyła się też na efekty ekologiczne, czego bezpośrednim dowodem jest zmniejszona emisja gazów i zanieczyszczeń pyłowych do środowiska naturalnego. Eksploatowany przez przedsiębiorstwo zespół pompowy na ujęciu wody głębinowej pracuje bezawaryjnie. Przetwornica częstotliwości zapewnia wydłużoną jego żywotność oraz mniejsze zużycie elementów poprzez zminimalizowanie wartości prądu w momencie rozruchu. Z perspektywy obserwacji i oceny wdrożonego projektu modernizacyjnego można stwierdzić, że wyznaczony cel, jaki zakładano projektując modernizację, został w pełni osiągnięty. Wyższa efektywność gospodarowania energią elektryczną w przedsiębiorstwie pozwoliła uwolnić dodatkowe środki finansowe, które mogły być przeznaczone na inne ważne dla spółki i jego odbiorców cele.

RYS. 6

Emisja dwutlenku siarki, tlenku azotu i pyłu w [kg] (źródło: obliczenia własne autorów)

Dwutlenek siarki SO_2 został zredukowany z poziomu 614,9 kg do 222,75 kg, to jest o 392,15 kg mniej niż jego poziomu emisji wynosił w roku przed modernizacją. Natomiast tlenek azotu NO_x oraz zanieczyszczenia pyłowe zostały ograniczone odpowiednio o 129,25 kg i 64,62 kg w odniesieniu do stanu sprzed modernizacji. Również przedmiotowe rozwiązanie techniczne pozwoliło zaoszczędzić ponad 18 095 kg węgla kamiennego lub 52 561 kg węgla brunatnego.

Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych

Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych oznacza czas, w jakim uzyskane dzięki realizacji inwestycji nadwyżki finansowe zrównają się z poniesionymi wydatkami inwestycyjnymi¹⁰. Dla tego projektu



Zaimplementowane rozwiązanie techniczne zredukowało zużycie energii elektrycznej do pompowania wody ze studni głębinowej w przedsiębiorstwie

modernizacyjnego prosty okres zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych z wypracowanych oszczędności, które są efektem przeprowadzonego działania w przedsiębiorstwie, nastąpił po roku. Jak na warunki w sektorze ciepłowniczym jest to bardzo dobry wskaźnik ekonomiczny. Im szybciej to nastąpi, tym lepiej dla inwestora, gdyż wcześniej odzyska zaangażowane środki w realizowany projekt inwestycyjny¹¹.

Przypisy

- 1 A. Błaszczak, A. Papierski, M. Nawrocki, D. Woźniak, *Badania i modernizacje pomp w ciepłowni*, Internet: <http://eip-online.pl/badania-i-modernizacje-pomp-w-cieplowni/>
- 2 M. Pietraszewski, Z. Katolik, M. Podlewski, *Bez modernizacji ani rusz*, *Energetyka Ciepła i Zawodowa* Nr 4/2013, s. 73.
- 3 M. Pietraszewski, Z. Katolik, *Jak oszczędzać energię elektryczną. Rozwiązania w MPEC Włocławek*, *Energetyka Ciepła i Zawodowa* Nr4/2009, s. 47.
- 4 Z. Katolik, D. Tomaszewski, *Ciepłownia ogranicza pobór energii elektrycznej*, *POMPY-POMPOWNIE* Nr 2/2015, BMP Racibórz 2015, s. 27.
- 5 Studnia głębinowa w MPEC-Włocławek – to studnia wykonana metodą wiercenia, pobierająca wodę z dużej głębokości.
- 6 *Instrukcja obsługi zespołów pompowych typu G*, Wydanie 4/2007, HYDRO-VACUUM, s. 6
- 7 opracowano na podstawie: *Instrukcja obsługi zespołów pompowych typu G*, op. cit., s. 6-7.
- 8 Przetwornica częstotliwości to elektroniczne urządzenie zapewniające bezstopniową regulację prędkości obrotowej silników elektrycznych, a ich głównym celem oprócz poprawienia parametrów systemu i zapewnienia precyzyjnego sterowania jest generowanie oszczędności w zużyciu energii elektrycznej przez pracujące urządzenie.
- 9 *Chroń środowisko oszczędzając pieniądze! Poradnik jak oszczędzać energię elektryczną w domu*, Internet: <http://bape.com.pl/wp-content/uploads/2014/09/Poradnik-jak-oszczedzac-energie-elektryczna-w-domu.pdf>, s. 3.
- 10 Cz. Skowronek (red.), *Analiza ekonomiczno-finansowa przedsiębiorstwa. Zbiór przykładów i zadań*, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2000, s. 268.
- 11 Zob. M. Pietraszewski, Z. Katolik, *Efekty ekonomiczne i energetyczne modernizacji węglowego rusztowego kotła wodnego typu WR10 w Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej Spółka z o.o. we Włocławku*, *INSTAL* Nr 3/2015, Ośrodek Informacji „Technika Instalacyjna w budownictwie”, Warszawa 2015, s. 14.

Literatura dostępna na portalu