

# Sprawność urządzeń napędowych a oszczędności energii

Firma Danfoss należy do liderów branży napędowej, a nazwa VLT od lat określa przetwornice częstotliwości i softstarty o najlepszych parametrach technicznych, najwyższej niezawodności i funkcjonalności. Urządzenia te pracują w aplikacjach na całym świecie, a Danfoss oferuje najbardziej rozległą sieć doświadczonych specjalistów i partnerów z zakresu techniki napędowej. W artykule zostały zaprezentowane niektóre z energooszczędnych napędowych wdrożeń firmy Control-Service z Krakowa, która współpracuje z Danfossem od ponad 10 lat. Control-Service zapewnia kompleksową obsługę klientów – od projektu systemu, po jego realizację i uruchomienie ze stałym systemem szkoleń, wsparciem technicznym i serwisem.

Nie trzeba nikogo przekonywać, że stosowanie przemienników częstotliwości zmniejsza zużycie energii. Każdy napęd nieregulowany, który rozbudowany zostanie o przetwornicę częstotliwości, pozwala najczęściej zaoszczędzić od 10 do 50% kosztów eksploatacji. Przykładowo dla pompy wirowej czy wentylatora, gdzie zmniejszenie obrotów o 20% skutkuje spadkiem poboru prądu nawet o połowę, w konsekwencji możliwe jest zaoszczędzenie około 50% energii elektrycznej zużywanej przez tradycyjny układ bez regulacji obrotów. Ale co w sytuacji, gdy w układzie występuje już napęd regulowany? Czy wówczas uzasadniona jest ekonomicznie wymiana jeszcze funkcjonującego przemiennika na nowoczesne, wysokosprawne urządzenie? Jak wygląda wtedy czas zwrotu takiej inwestycji?

## WDROŻENIE W HUCIE SZKŁA

Dwa lata temu dla huty szkła zrealizowano projekt wymiany wyeksploatowanego przemiennika o mocy 400 kW zasilającego wentylator do wygrzewania

szyb samochodowych. Powodem wymiany był zarówno wiek urządzenia, jaki i ceny oraz utrudniony dostęp do części zamiennych zainstalowanych tam falowników. Po rozmowie z inwestorem przygotowano kompletne rozwiązanie obejmujące nową rozdzielnicę z przetwornicą częstotliwości Danfoss VLT FC102P400K, aparaturą sterowniczą, zabezpiecze-

niami, wyłącznikiem głównym i innymi podzespołami. Układ został zainstalowany w miejscu poprzedniego urządzenia i zintegrowany z całością linii technologicznej dokładnie tak samo jak poprzednie urządzenie. Algorytm sterowania pozostał również bez zmian, nie uległy więc zmianie również zadane parametry pracy wentylatora.



Fot. 1

Wentylator 400kW – produkcja szyb samochodowych



Rozdzielnica z przetwornicą częstotliwości Danfoss FC102P400K

Fot. 2

Minęło kilka miesięcy i inwestor zwrócił się z prośbą o przygotowanie kalkulacji na kaskadę napędów wentylatorów 400 kW celem wymiany następných dwóch przemienników na nowe. Podczas wizji lokalnej dowiedzieliśmy się, że po wymianie poprzedniego urządzenia koszt energii pobieranej przez wentylator spadł o ponad 7 tys. zł na miesiąc. Jak to możliwe? Nie było żadnych zmian w technologii produkcji ani w sposobie sterowania urządzenia. Po przestudiowaniu dokumentacji zdemontowanego przemiennika okazało się, że trudno znaleźć jakiegokolwiek dane dotyczące jego sprawności. Sprawność przetwornic częstotliwości Danfoss FC102 to 98%. Biorąc pod uwagę wspomniane wyżej oszczędności, koszt całej aplikacji w wysokości 120 tys. zł zwróci się w 17 miesięcy. Tak szybki zwrot kosztów inwestycji to tylko dodatkowa korzyść, ponieważ celem projektu nie były oszczędności, a zapewnienie ciągłości produkcji przez łatwą dostępność serwisu i części zamiennych. Szybki zwrot inwestycji przypisaliśmy wyjątkowo niskiej sprawności przestarzałego i wyeksploatowanego urządzenia.

### KOLEJNE WDROŻENIE NAPĘDÓW

Przestudiowaliśmy większość dokumentacji obecnie dostępnych na rynku przemienników częstotliwości. Sprawność wielu z nich wynosi około 95%. Jak w takim razie przedstawia się różnica w kosztach eksploatacji standardowego urządzenia i wysoko-sprawnej przetwornicy częstotliwości Danfoss? Koszt użycia energii napędu 400 kW dla falownika pracującego w trybie ciągłym to:

$$Q_1 = 400 \text{ kW} \cdot 0,3 \text{ zł/kWh} / 0,95 = 126,3 \text{ zł/h}$$



Fot. 3

Wysokosprawne napędy Danfoss z rodziny FC 100, 200, 300

$$Q_D = 400 \text{ kW} \cdot 0,3 \text{ zł/kWh} / 0,98 = 122,4 \text{ zł/h}$$

Różnica w miesięcznych kosztach eksploatacji przy pracy ciągłej obydwu urządzeń:

$$R = 720\text{h/m-c} \cdot 3,9 \text{ zł} = 2808 \text{ zł/m-c}$$

Po zrealizowaniu następnego projektu, tym razem w oparciu o dwie przetwornice częstotliwości Danfoss FC102P400K pracujące w układzie kaskadowym napędów wentylatorów, zaobserwowano spadek zużycia energii skutkujący oszczędnościami na poziomie około 15 tys. zł miesięcznie. Czas zwrotu całości inwestycji, tj. kompletnego rozwiązania aplikacyjnego, wyniesie w tym przypadku około 23 miesiące.

Podobny przypadek występował przy napędach pomp, gdy opracowywany był projekt automatyzacji pompy o mocy 75 kW. Okazało się, że konkurujemy z tańszym producentem, więc postanowiliśmy porównać koszty eksploatacji obydwu urządzeń. Okazało się, że wyższy koszt urządzenia ze sprawnością na poziomie 98% przeznaczonego do pomp – przetwornicy FC202 zwróci się już po kilku miesiącach użytkowania. Przekonało to inwestora do wyboru o 15% droższych urządzeń w stosunku do konstrukcji o mniejszej sprawności. Jak mają się oszczędności wynikające z zakupu energooszczędnego urządzenia





Rozdzielnica z kaskadą dwóch napędów 400 kW

Fot. 4

w stosunku do jego ceny przykładowo dla przetwornic

$$FC202/$$

$$102 ?$$

Roczny koszt poboru energii dla urządzenia o mocy 7,5 kW i sprawności na poziomie 95% to:

$$Q_1 = 12 \text{ m-cy} \cdot 720 \text{ h/m-c} \cdot 7,5 \text{ kW} \cdot 0,3 \text{ zł/kWh} / 0,95 = 20 463 \text{ zł/rok}$$

Roczny koszt poboru energii dla FC102/202 o mocy 7,5 kW i sprawności na poziomie 98% to:

$$Q_D = 12 \text{ m-cy} \cdot 720 \text{ h/m-c} \cdot 7,5 \text{ kW} \cdot 0,3 \text{ zł/kWh} / 0,98 = 19 837 \text{ zł/rok}$$

Oszczędności wynikające ze sprawności:

$$Q_S = Q_1 - Q_D = 627 \text{ zł/rok}$$

Dla usprawnienia rachunków z powyższych wyliczeń można wyprowadzić następującą zależność  $Q_S = 83,52P$ , gdzie P to moc urządzenia podana w kW, a  $Q_S$  roczne oszczędności energii w zł wynikające z zastosowania przetwornicy częstotliwości o sprawności 98% zamiast standardowego ze sprawnością 95%. W przypadku gdy sprawność urządzenia porównywanego jest inna niż 95%, to  $Q_S = 2592P(1/\mu_i - 1/\mu_d)$  gdzie:  $\mu_i$  – sprawność urządzenia porównywanego,  $\mu_d$  – sprawność FC 102/202. Podobną metodą przeprowadzono obliczenia dla różnych mocy, a wyniki zestawiono z przybliżonymi kosztami zakupu napędu w tabeli. Jak widać, wyższy koszt inwestycji w wysokosprawny napęd zwróci się najczęściej już w pierwszym

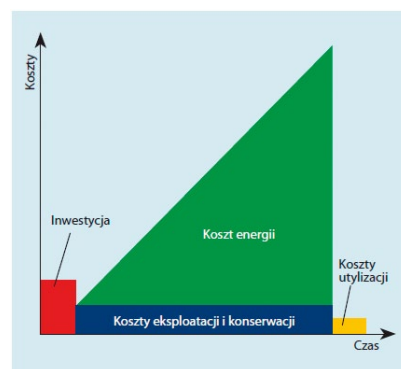
roku eksploatacji. A czas zwrotu takiej inwestycji maleje wraz ze wzrostem mocy przetwornic częstotliwości. W przypadku napędów powyżej 75 kW po 3 latach uzyskujemy zwrot całości poniesionych kosztów związanych z zakupem przemiennika.

Tabela. Wyniki obliczeń oszczędności energii

Moc (kW)	Roczne oszczędności	Koszt napędu	Zwrot (% ceny napędu na rok)
7,5	626	4000	15
15	1253	5464	23
22	1837	7925	23
30	2506	9204	27
45	3758	15690	24
75	6264	18869	33
90	7517	22000	34
160	13363	37152	36
250	20880	56400	37

## PODSUMOWANIE

Przy rozważaniu inwestycji z zastosowaniem napędów regulowanych kluczowym kryterium wyboru powinna być przede wszystkim sprawność urządzeń, bo to ona determinuje opłacalność rozwiązania znacznie bardziej niż sama cena zakupu urządzenia. Zazwyczaj udział kosztów zakupu z perspektywy kosztów całego okresu użytkowania urządzenia wynosi zaledwie około 10%. Dlatego wyższe koszty zakupu energooszczędnego urządzenia amortyzują się często w bardzo krótkim czasie.



W najbliższej przyszłości sprawność urządzeń będzie miała coraz większe znaczenie, ponieważ relatywnie koszt ich zakupu spada, a ceny energii rosną. W konsekwencji z dużym prawdopodobieństwem rynek napędów już w najbliższej przyszłości zostanie zdominowany przez wysokosprawne urządzenia, a czasy, kiedy najważniejszym i decydującym o wyborze napędu regulowanego parametrem była jego cena, bezpowrotnie odchodzą w przeszłość.

Jaromir Turlej

Artykuł firmy:



Control-Service  
ul. Pułk. Dąbka 17, 30-832 Kraków  
tel. 12 269 75 80  
faks 12 269 75 81  
www.control-service.pl  
info@control-service.pl