

Kiedy silniki *eff1* w układach pompowych?

Artykuł polemiczny

Szymon Liszka, Michał Pyka, Jerzy Wojtulewicz

Wprowadzenie

Elektryczne układy napędowe i urządzenia, w których wykorzystuje się energię mechaniczną wytwarzaną w oparciu o energię elektryczną, charakteryzują się znacznym potencjałem w zakresie oszczędności energii. Potencjał ten jest na tyle istotny i zauważalny na tle ogólnego bilansu energetycznego w poszczególnych krajach, że skupił na sobie uwagę decydentów w sferze polityki energetycznej i ekologicznej oraz specjalistów technicznych, w poszczególnych sektorach gospodarki. Od paru lat liczące się instytucje i organizacje międzynarodowe oraz krajowe, promują działania nakierowane na rozpowszechnianie i promowanie technologii oraz mechanizmów ekonomicznych, związanych ze stosowaniem energooszczędnych silników elektrycznych i układów napędowych.

Według wiarygodnych źródeł ocenia się, że zapotrzebowanie energii ze strony elektrycznych układów napędowych sięga 69% energii elektrycznej, zużywanej w przemyśle europejskim. Odsetek ten jest różny w poszczególnych krajach i wynika z profilu danej gospodarki oraz stopnia zaawansowania technologicznego. Obecne możliwości techniczne pozwalają w niektórych sytuacjach osiągnąć oszczędności na poziomie 30% bieżącego zużycia energii, przy stosunkowo niewysokich nakładach.

Inicjatywy europejskie i światowe

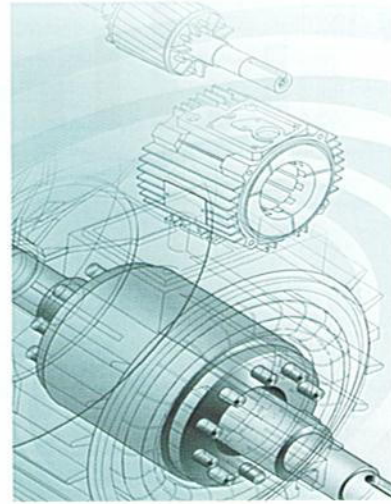
W krajach europejskich uruchomiono kilka inicjatyw i powołano kilka instytucji, w celu promocji energooszczędnych układów napędowych. Najważniejsze z nich, to: *Action Plan* (Plan działań) dla poprawy efektywności energetycznej, Europejski Program w/s. Zmian Klimatu (ECCP, [7]), obszerny, zróżnicowany program *Intelligent Energy Europe*, [8]. Udostępniane są liczne narzędzia informacyjne i są wdrażane dyrektywy oraz normy, które skutkować będą sprecyzowaniem minimalnych dopuszczalnych

poziomów sprawności. (np. Dyrektywa Ramowa Framework Directive 2005/32/EC - „*Ecodesign*”). Stosuje się klasyfikację i etykietowanie urządzeń w zakresie ich energochłonności. W odniesieniu do elektrycznych silników energooszczędnych dostępna jest Baza danych EURODEEM. Podpisano międzynarodowe Porozumienie EU/CEMEP. W efekcie wprowadzono klasyfikację silników z podziałem na kategorie efektywności energetycznej *eff1 - eff3*, przy czym silniki klasy *eff1* mają najwyższą sprawność wg tej klasyfikacji i stopniowo stają się produktem coraz powszechniej stosowanym. W roku 2005 sprzedaż tych silników w UE wyniosła 9% sprzedaży silników ogółem, czyli 4 razy więcej, niż jeszcze w roku 1998. Etykietowanie silników z podaniem klasy sprawności stało się standardem. Coraz częściej pojawia się wymóg stosowania takich silników w konkretnych rozwiązaniach technicznych, należy oczekiwać wprowadzenia obligatoryjnego wymogu stosowania *eff1* w niektórych projektach. Ponadto pojawiły się inne dobrowolne porozumienia i umowy z producentami silników, wdrożono system umów długoterminowych (LTA) oraz system Białych Certyfikatów (Włochy, Francja) i mechanizm przyspieszonej amortyzacji (Wielka Brytania).

Stowarzyszenia producentów EURO PUMP, EUROVENT, CEMEP biorą aktywny udział w działaniach promujących efektywność energetyczną urządzeń. Wydano dokumenty referencyjne BAT (BNAT) o efektywności energetycznej - najnowsza edycja w lipcu 2007 [4]. I wreszcie - uruchomiono aktywny również w Polsce Program *Motor Challenge*.

Praktycznie w każdej z tych inicjatyw jedno z kluczowych miejsc zajmuje zagadnienie stosowania wysokosprawnych (energooszczędnych) silników elektrycznych.

Z perspektywy światowej Europa ma opóźnienia w zakresie stosowania wysokosprawnych silników, gdyż w wielu państwach stosowanie tych urządzeń o sprawnościach na pozio-

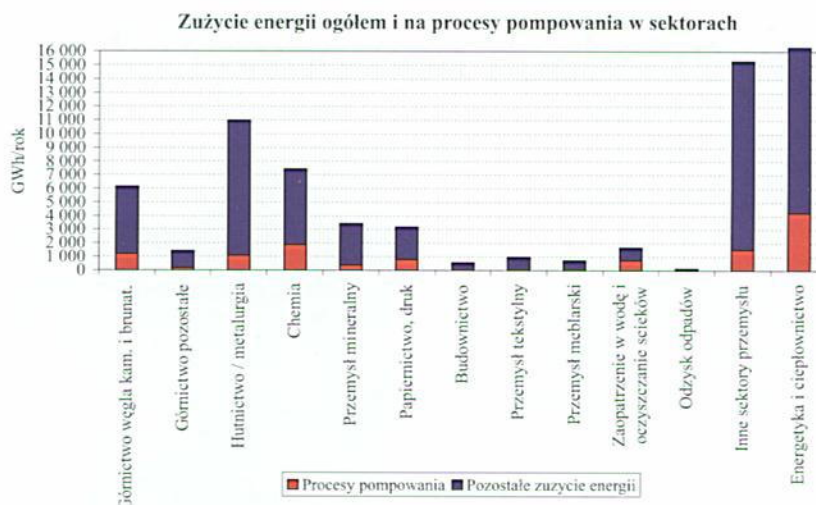


mie klasy *eff1* wg klasyfikacji europejskiej jest obowiązkowe. Takie standardy minimalne obowiązują obecnie w USA, Kanadzie, Meksyku, Australii, Nowej Zelandii, planowane jest wprowadzenie w Brazylii (w 2009 roku), w Chinach (2010 rok).

Inicjatywy krajowe

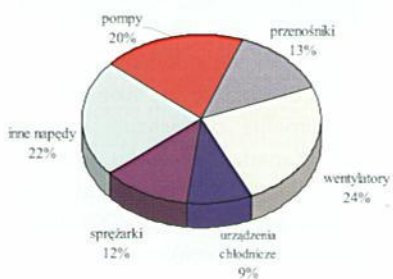
W Polsce, do momentu wejścia do UE, sprawności minimalne silników były regulowane przez Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie wymagań w zakresie efektywności energetycznej (Dz. U. 2003 nr 79 poz. 714). W 1999 stworzono również polską normę dotyczącą silników energooszczędnych PN-E-06741 „Silniki indukcyjne trójfazowe klatkowe o wysokiej sprawności. Wymagania i metody badań”. Obecnie wymagałaby ona aktualizacji, która ze względów proceduralnych i uwzględniając fakt, że na ukończeniu są prace nad normą światową w tym zakresie (IEC 60034-30 *Efficiency classes of single speed three-phases cage induction motors*) jest niecelowa.

Natomiast w 2006 roku Stowarzyszenie Elektryków Polskich wydało normę dobrowolną: N SEP-E-006 „Silniki energooszczędne (silniki o wysokiej sprawności) - Wymagania - Wytyczne doboru - Komentarz”, która może stanowić podstawę do wyboru urządzeń wysokosprawnych. Norma oprócz szczegółowych wymagań w zakresie parametrów silników energooszczędnych zawiera wytyczne doboru tych silników do urządzeń napędzanych.



Rys. 1: Zużycie energii w napędach na tle zużycia energii w przemyśle i gospodarce [FEWE]

Zużycie energii w urządzeniach z napędem elektrycznym
Razem = 70362 GWh, czyli 61,9% energii wytwarzanej w Polsce



Rys. 2: Zużycie energii w układach z napędem elektrycznym [FEWE]

Ważnym krokiem dla upowszechnienia stosowania silników wysokosprawnych jest wprowadzenie ich do kryteriów środowiskowych dla produktów zużywających energię możliwych do wykorzystania przy formułowaniu specyfikacji na potrzeby zamówień publicznych czyli tzw. Zielonych Zamówień Publicznych.

Przygotowywana ustawa o efektywności energetycznej i jej mechanizmy wykonawcze jak Białe certyfikaty będą w perspektywie sprzyjać inwestowaniu w rozwiązania energooszczędne.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że w Polsce dostępne są już mechanizmy finansowe wspierające inwestowanie w energooszczędne układy napędowe.

W ramach Polskiego Programu Efektywnego Wykorzystania Energii w Napędach Elektrycznych (PEMP) finansowanego przez GEF, realizowanego przez Krajową Agencję Poszanowania Energii S.A. (KAPE) oraz Fundację na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE), producenci wprowadzający na rynek silniki energooszczędne mogą korzystać z dopłat, które pokrywają obecnie prawie w całości

koszty inkrementalne związane z produkcją silników energooszczędnych (dopłaty planowane są jeszcze na lata 2007 i 2008). Dzięki temu systemowi, klienci mogą obecnie kupować silniki energooszczędne w cenach zbliżonych do cen silników standardowych (szczegóły www.pemp.pl).

Równocześnie dla dużych układów napędowych jest dostępny mechanizm EKOFUNDUSZU, w ramach którego można uzyskać dopłaty do 30% kosztów inwestycji. Oferta dotyczy przedsięwzięć polegających na modernizacji istniejących układów napędowych o mocy powyżej 200 kW, przez zastosowanie energooszczędnych silników, wysokosprawnych urządzeń napędzanych, w tym pomp oraz nowoczesnych układów regulacji (szczegóły www.ecofundusz.org.pl).

Obecnie na rynku w Polsce producenci krajowi i zagraniczni oferują pełną gamę silników zarówno standardowych jak i energooszczędnych.

Aktualna pozycja silników wysokosprawnych na rynku

W państwach, w których obowiązują standardy minimalne sprawności (USA, Kanada, Meksyk, Australia, Nowa Zelandia) dominują silniki wysokosprawne. W pozostałych krajach sytuacja wygląda trochę gorzej. Na podstawie szacunków z roku 2005 udział silników wysokosprawnych w łącznej sprzedaży silników wynosił:

Australia - 32% (wymagania minimalne obowiązują od 2006 roku), Brazylia - 15%, Unia Europejska - 7%, Indie - 2%, Chiny - 1%, Japonia - 1%.

Natomiast w Polsce (pomimo dostępnego wsparcia) niestety ten udział jest obecnie na poziomie 0,4%,

jeżeli brać pod uwagę liczbę sprzedawanych silników. Znacznie lepiej wygląda sytuacja przy porównaniu mocy sprzedawanych urządzeń - wówczas silniki energooszczędne stanowią 7,3% rynku. Świadczy to o większej „popularności” dużych napędów. Problemem w Polsce jest duża popularność silników *eff3*, znacznie większa niż w innych państwach UE.

Struktura zużycia energii w układach napędowych

Oszacowanie wykonane przez FEWE pozwala określić zużycie energii przez poszczególne rodzaje urządzeń z napędami elektrycznymi w skali kraju, z podziałem na sektory gospodarki. Podsumowanie takiego oszacowania, uwzględniające poszczególne rodzaje urządzeń z napędem elektrycznym, przedstawiono na wykresach zamieszczonych w artykule.

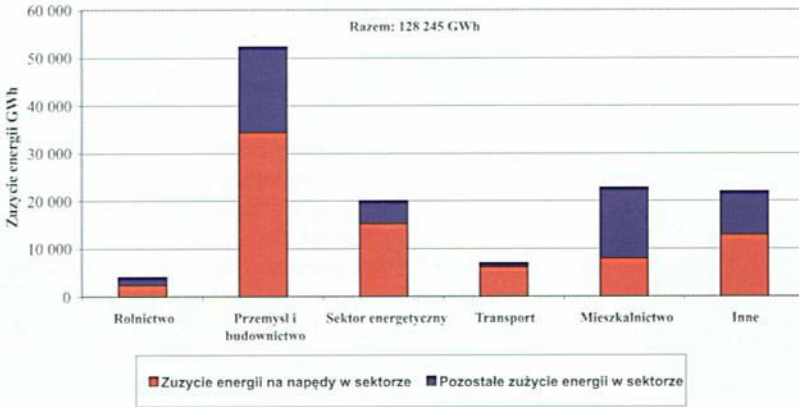
Zapotrzebowanie na energię w układach pompowych i możliwości wynikające z jego redukcji

Szacuje się [FEWE], że zapotrzebowanie energii w układach pompowych wynosi około 15400 GWh/rok, czyli sięga 20% zużycia energii w napędach i 12% zużycia energii elektrycznej w Polsce ogółem.

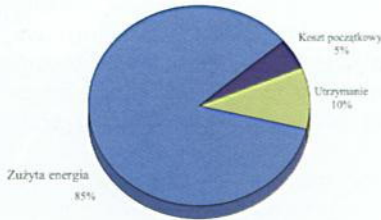
Badania przeprowadzone w UE [1,2] wykazały że można uzyskać znaczne oszczędności energii dzięki zastosowaniu bardziej efektywnych urządzeń i właściwych układów regulacji układów pompowych. Pozwoliłoby to na zaoszczędzenie nawet do 40% zużywanej przez nie energii, przy średnim okresie żywotności pomp, wynoszącym 15-20 lat. Byłoby to możliwe dzięki zastosowaniu bardziej efektywnych urządzeń i właściwych układów regulacji. Jeśli uwzględni się realnie dostępne techniczne możliwości zmniejszenia zużycia energii w układach pompowych, związane z modernizacją silników i samych pomp, poprzez optymalizację ich konstrukcji i trybu pracy, to okazuje się, że potencjał oszczędności (a właściwie - redukcji zapotrzebowania) energii może być w Polsce mierzony w skali setek GWh rocznie.

W odniesieniu do kosztów eksploatacyjnych, bezpośrednio związanych z układami pompowymi, należałoby podkreślić, że zużycie energii ma ab-

Zużycie energii w sektorach wg GUS
i zużycie energii na napędy w sektorach - oszacowanie FEWE



Rys. 3: Zużycie energii na procesy pompowania w poszczególnych sektorach [FEWE]



Rys. 4: Struktura kosztów zakupu i eksploatacji pompy w cyklu żywotności [1]

solutnie największy udział w takich kosztach, mierzonych w cyklu żywotności pompy (patrz wykres, wg [1]).

Zmniejszenie zużycia energii w napędach przekłada się bezpośrednio na redukcję emisji gazów cieplarnianych (równoważna emisja CO₂ w Polsce wynosi obecnie 983 kg CO₂ na MWh energii elektrycznej dostarczonej do odbiorcy) i emisji innych substancji, powstających w wyniku wytwarzania energii w elektrowniach systemowych. Górny realny potencjał redukcji emisji CO₂, w sytuacji radykalnego zmniejszenia zapotrzebowania na energię w układach pompowych (zakładając, że jest to 20% z tej energii, która przypada na układy pompowe, czyli ok. 3 TWh) sięga 3 mln ton CO₂ rocznie. Pomijając ciągle jeszcze dyskusowaną kwestię rzeczywistego wpływu antropogenicznej emisji CO₂ na efekt globalnego ocieplenia, należy zauważyć, że tak znaczna redukcja emisji CO₂, po pierwsze - wiąże się z redukcją emisji innych substancji szczególnie szkodliwych dla zdrowia i środowiska, a po drugie - stanowi znaczny potencjał rynkowy dla podmiotów zainteresowanych handlem emisjami.

Skala możliwej redukcji zapotrzebowania na energię
Przedsięwzięcia zmierzające do redukcji zapotrzebowania energii w ukła-

dach pompowych, wymagają zastosowania pewnych procedur, obejmujących szczegółową inwentaryzację eksploatowanych urządzeń, wykonanie niezbędnych analiz techniczno-ekonomicznych i konsekwentne wdrażanie programu naprawczego.

Modernizacja silników i napędów

Dane źródłowe [1,2] wskazują na to, że 75% układów pompowych może być przewymiarowanych, a większość z nich nawet o 20%. W związku z tym, podstawową czynnością związaną z oszczędnością energii potrzebnej do eksploatacji pomp jest właściwy dobór pomp, stosownie do rzeczywistych wymagań. Drugą ważną sprawą jest zastosowanie efektywnego energetycznie silnika (2-8% oszczędności energii) i układu napędowego oraz jego właściwy dobór stosowny do wymagań (1-3% oszczędności)[4]. Zastosowanie elektronicznych układów regulacji pracy silnika (VSD) daje kolejne oszczędności od 10 do nawet 50% energii. Zaleca się wymienić przewymiarowane silniki pomp na lepiej dobrane i wysokosprawne, czyli posiada-

Metody redukcji zużycia energii w układach pompowych obejmują odcięcie zaworami wszelkich nieużywanych fragmentów obiegów i regularne odpowietrzanie przewodów rurowych. W poszczególnych sytuacjach zaleca się zastosować małe pompy nadszczepione (wspomagające). Należy zastosować rury o większym przekroju i unikać kolanków oraz niepotrzebnych zmian kierunku przepływu, zredukować długość sieci, i stosować metody regulacji inne, niż instalacja zaworów dławiących. Należy wyłączyć wszelkie zbędne pompy i nie uruchamiać pomp jeśli nie będą od razu wykorzystywane. Wysokosprawne reduktory mogą dać 2-10% zmniejszenia zużycia energii, a zastosowanie nowoczesnych, wysokosprawnych systemów przeniesienia napędu pozwala zmniejszyć zużycie energii do 45%, natomiast prawidłowe smarowanie i regulacja mechaniczna (1-5%) [4]. Należy zadbać o redukcję strat ciśnienia w sieciach i minimalizować ilość przetaczanego medium. Prawidłowa eksploatacja obejmuje optymalizację regulacji pomp i stosowanie układów regulacyjnych i rejestrujących parametry pracy. Pozwoli to na gromadzenie danych niezbędnych do oce-

jęcej etykiety «EFF 1». Ten zabieg pozwala zmniejszyć zużycie energii o 2-5%. Nie bez znaczenia jest jakość zasilania energią elektryczną (0,5-3% zmniejszenia zużycia energii). Należy zainstalować mierniki elektryczne, przepływomierze itp., regularnie rejestrować wyniki pomiarów i właściwie je przetwarzać (np. stosując wskaźniki).



SILNIK ENERGOOSZCZĘDNY
DOPINANSOWANY ZE ŚRODKÓW
GLOBALNEGO FUNDUSZA
ŚRODOWISKA (GEF)
W RAMACH PROGRAMU PEMP
www.pemp.pl

Inne sposoby uzyskania oszczędności energii

Pozostałe sposoby redukcji zużycia energii w układach pompowych, dotyczące nie tyle napędów i silników, co innych elementów układów, przedstawiono pokrótce w przypisie na końcu tekstu.

Autorzy:

Mgr inż. Szymon Liszka, absolwent Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, obecnie na stanowisku Prezesa Zarządu Fundacji na rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii (FEWE) w Katowicach, odpowiadał za przygotowanie projektu PEMP.



Mgr inż. Michał Pyka pracuje w Fundacji FEWE w Katowicach jako kierownik projektów.



Jerzy Wojtulewicz, absolwent Politechniki Śląskiej. Pracował w służbach energetycznych hutnictwa, potem w Polskiej Akademii Nauk. Obecnie emeryt i specjalista (na części etatu) w Fundacji FEWE.



Kontakt:

s.liszka@fewe.pl
m.pyka@fewe.pl
j.wojtulewicz@fewe.pl
ul. Wierzbowa 11, 40-169 Katowice
tel. 32 203 51 14

ny stanu instalacji, np. w oparciu o system wskaźników eksploatacyjnych. Bardzo istotną sprawą jest zapobieganie wyciekom medium oraz likwidacja ewentualnych nieszczelności w układzie, a także regularna okresowa konserwacja pomp i ich silników napędowych. Wdrażany ostatnio w Polsce europejski Program MCP (Motor Challenge Program), poświęcony popularyzacji metod i technik oszczędzania energii, m. in. w odniesieniu do układów pompowych, zaleca [3] również, oprócz czynności opisanych wyżej, także okresowe sprawdzanie wewnętrznych tolerancji pomp. Zaleca się stosowanie kilku pomp połączonych równolegle, uruchamianych w miarę zapotrzebowania, stosowanie pomp o większej wydajności, wymianę lub ulepszenie przewymiarowanych pomp, obróbkę mechaniczną lub wymianę wirników w pompach osrodkowych, w celu optymalizacji ich średnic.

Wyszczególnione oszczędności nie są addytywne. Niektóre z nich przynoszą konkretne korzyści rozpatrywane z punktu widzenia kosztów w cyklu żywotności pompy (LCC), który to cykl wynosi 15-20 lat.