

# Analiza systemu kluczem do oszczędności energii EC+ to inteligentne rozwiązanie w technologii napędów HVAC

## EC+

Optymalna sprawność systemów. Dzięki tej koncepcji mamy swobodę nieograniczonego wyboru dostawcy silnika, przetwornicy częstotliwości, wentylatora czy też pompy, umożliwiając dobór poszczególnych komponentów o najwyższej sprawności w celu zoptymalizowania systemu.



# Wyższa sprawność dzięki zastosowaniu zoptymalizowanych komponentów

**Koncepcja EC+ firmy Danfoss** pozwala na zastosowanie silników PM, o standardowych wymiarach IEC, z przetwornicami częstotliwości Danfoss VLT®. Firma Danfoss zintegrowała w istniejących typach przetwornic VLT® wszystkie niezbędne algorytmy sterowania. Oznacza to, że z punktu widzenia operatora nie ma żadnych różnic w przygotowaniu instalacji. Wystarczy wprowadzić do przetwornicy częstotliwości dane znamionowe silnika i użytkownik od razu widzi korzyści, technologii EC wynikające z wysokiej sprawności silnika.

## Zalety koncepcji EC+

- Nieograniczony wybór technologii silników: PM lub asynchroniczne, przy użyciu tej samej przetwornicy częstotliwości
- Instalacja i obsługa urządzeń pozostają niezmienione
- Niezależność od producenta przy doborze poszczególnych komponentów
- Wyższa sprawność systemu dzięki połączeniu komponentów o optymalnym poziomie sprawności
- Możliwa modernizacja istniejących układów
- Szeroki zakres mocy znamionowych dla silników standardowych oraz PM

Kluczowym rozwiązaniem dla uzyskania oszczędności energii w instalacjach budynków jest stosowanie napędów o regulowanej prędkości w aplikacjach sprężarek, pomp i wentylatorów. Mamy tutaj do czynienia z dwoma decydującymi czynnikami: wysoka sprawność maszyny i silnika oraz układu sterowania/regulacji.

Równoległe do rosnącej liczby silników indukcyjnych o wysokiej sprawności, zwiększa się także ilość stosowanych silników z magnesami trwałymi. Trend ten wynika z wyższej sprawności silników PM. Silniki wykorzystujące podobną technologię znane są także, jako "silniki EC" głównie w aplikacjach HVAC. Ich praca opiera się o zasadę działania bezszczotkowych silników prądu stałego (BLDC). Najczęściej używane są w aplikacjach wentylatorów z zewnętrznym wirnikiem o niskim przepływie powietrza.

W celu umożliwienia użytkownikom skorzystania z zalet płynących z technologii EC (silniki o wysokiej sprawności), firma Danfoss udoskonaliła swój sprawdzony i przetestowany algorytm VVC+, dostosowując go do pracy ze stale wzbudzonymi silnikami synchronicznymi (PNSMs). Silniki te, które często oznaczają się jako PM (ang. permanent magnet) mają identyczny poziom sprawności jak silniki EC. Jednakże, w przeciwieństwie do nich, dostępne konstrukcje mechaniczne silników PM są takie same jak w przypadku standardowych silników IEC. Dzięki temu dużo łatwiej można je zintegrować z nowymi oraz z istniejącymi już układami.

W ten sposób, Danfoss znacząco uprościł proces wdrożenia do eksploatacji silników z magnesami trwałymi PM. Jest on tak samo prosty jak obsługa standardowego silnika indukcyjnego z przetwornicą częstotliwości.

## Zalety dla użytkowników:

### Znana technologia

Wielu użytkowników jest zaznajomionych z obsługą standardowych silników ze przetwornicami częstotliwości VLT® HVAC. Parametry konfiguracji EC+ są w zasadzie identyczne. Użytkownik musi jedynie wprowadzić dane silnika PM. Sterowanie silnikiem przez BMS – systemy kontroli budynku – również pozostaje niezmienione. Bez przeszkód możliwe jest sterowanie silnikami o różnej konstrukcji z poziomu jednego systemu. Możliwa jest również wymiana standardowego silnika indukcyjnego na silnik PM. Nie jest wymagana dodatkowa specjalistyczna wiedza niezbędna do zastosowania technologii PM. Szkolenie obsługi to rutynowy proces.

### Niezależność od producenta

Dzięki maksymalnej elastyczności w kwestii wyboru standardowych komponentów użytkownik ma możliwość wyboru dowolnego producenta. Gdyby pojawiły się przykładowo problemy w dostarczeniu danej części zamiennej, mogłaby ona zostać zamówiona u innego dostawcy.

### Optymalna sprawność systemu

Jedynym sposobem na osiągnięcie optymalnej sprawności systemu jest zastosowanie możliwie najlepszych komponentów. Użytkownicy pragnący uzyskać znaczące oszczędności energii elektrycznej będą potrzebowali więcej niż tylko komponentów o wysokiej sprawności. Konieczne jest zapewnienie, aby cały system charakteryzował się wysoką sprawnością.

### Niskie koszty serwisowania

Zintegrowane systemy często mają tą wadę, że brak jest możliwości wymiany pojedynczych komponentów. Zużywające się komponenty, takie jak łożyska silników, nie zawsze mogą być wymieniane indywidualnie. Sytuacja taka może być kosztowna. Coś zupełnie przeciwnego oferuje koncepcja Danfoss EC+. Oparta jest ona na ustandaryzowanych komponentach, które użytkownik może wymieniać niezależnie. W ten sposób koszty utrzymania ruchu są minimalne.



# Twój rachunek za energię: płacisz za komponenty, czy za swój system?

Poprawa sprawności jest skutecznym sposobem na redukcję zużycia energii elektrycznej. W związku z tym Unia Europejska wprowadziła standardy minimalnych sprawności dla określonych typów urządzeń elektrycznych. Najlepszym przykładem w zakresie technologii napędów, jest wprowadzenie standardów dla minimalnej sprawności (MEPS) trójfazowych silników indukcyjnych. Silniki oferowane przez producentów i użytkowników na terenie Unii Europejskiej muszą zapewniać zgodność ze zdefiniowanymi minimalnymi poziomami sprawności, przed upływem określonych terminów.

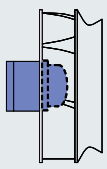
Termin	Moc	MEPS	Alternatywny MEPS
Począwszy od 16 czerwca 2011	0.75–375 kW	IE2	–
Począwszy od 1 stycznia 2015	0.75–7.5 kW	IE2	–
	7.5–375 kW	IE3	IE2 + przetwornica
Począwszy od 1 stycznia 2017	0.75–375 kW	IE3	IE2 + przetwornica

Po upływie określonych terminów, na terenie Unii Europejskiej nie będą mogły być sprzedawane silniki trójfazowe nieposiadające odpowiedniej klasyfikacji IE.

$$\eta_{\text{system}} = \eta_{\text{przetwornica}} \times \eta_{\text{silnik}} \times \eta_{\text{sprzęgło}} \times \eta_{\text{wentylator}}$$

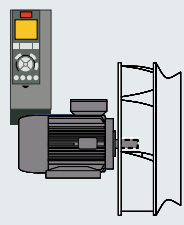
Sprawność systemu obliczana jest na podstawie VDI DIN 6014, przez przemnożenie sprawności poszczególnych komponentów.

### Przykładowe obliczenie poziomu sprawności dla układu napędowego z wentylatorem radialnym o średnicy 450 mm



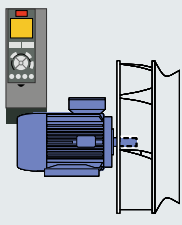
Silnik EC ze zintegrowaną elektroniką i wentylator

$\eta_{\text{napęd}} = 89\%$   
 $\eta_{\text{wentylator}} = 68\%$   
 $\eta_{\text{System}} = 60\%$



Silnik indukcyjny + przetwornica + wentylator z napędem bezpośrednim

$\eta_{\text{napęd}} = 83\%$   
 $\eta_{\text{wentylator}} = 75\%$   
 $\eta_{\text{System}} = 63\%$



Silnik PM/EC + przetwornica + wentylator z napędem bezpośrednim

$\eta_{\text{napęd}} = 89\%$   
 $\eta_{\text{wentylator}} = 75\%$   
 $\eta_{\text{System}} = 66\%$

Podane sprawności napędów (przetwornica x silnik) bazują na pomiarach, podczas gdy sprawności wentylatorów bazują na danych zawartych w katalogach producentów. Ze względu na bezpośredni napęd wentylatora,  $\eta_{\text{sprzęgło}} = 1$

Niemniej jednak, operatorzy systemów muszą zawsze brać pod uwagę cały system, w celu zapewnienia skutecznych oszczędności energii. Przykładowo silniki o cyklu roboczym poniżej 80% są wyłączone spod tego wymogu. Częste cykle uruchomień i zatrzymań w tym trybie pracy skutkują zwiększonym zużyciem energii. Zastosowanie silników IE2, przekracza wartość oszczędności możliwych do uzyskania podczas pracy. Dotyczy to również takich aplikacji jak wentylatory czy pompy. W tego typu przypadkach znacznie większą ilość energii można zaoszczędzić przez zastosowanie przetwornic częstotliwości do regulacji prędkości, niż poprzez użycie silnika o nawet najwyższej sprawności.

## 2 x 2 = 4? Diabeł tkwi w szczegółach

Decydującym czynnikiem dla użytkowników nie jest sprawność poszczególnych komponentów, lecz raczej sprawność całego systemu.

Praktyczne przykłady można zauważyć w wersjach EC wentylatorów radialnych z silnikami z zewnętrznym wirnikiem. W celu uzyskania możliwie najmniejszych wymiarów, silnik sięga aż do obszaru wlotu wirnika. Powoduje to pogorszenie sprawności wentylatora, a zatem i sprawności całej jednostki wentylacyjnej. W rezultacie zastosowanie silnika o wysokiej sprawności nie prowadzi automatycznie do uzyskania wysokiej sprawności całego systemu.



# Czym są silniki EC?

W środowisku HVAC (ciepłownictwo, wentylacja i klimatyzacja) określenie "silnik EC" jest powszechnie rozumiane, jako silnik określonego typu, który wielu użytkowników kojarzy z kompaktową budową i wysoką sprawnością.

Silniki EC oparte są na koncepcji komutacji elektronicznej (EC – electronic commutation), stosowanej w miejsce konwencjonalnej komutacji ze szczotkami węglowymi w silnikach DC. Aby to osiągnąć producenci tych silników w miejsce uzwojeń wirnika montują magnesy trwałe oraz dołączają obwód komutacyjny. Magnesy wpływają na znaczną poprawę sprawności, natomiast komutacja elektroniczna eliminuje zjawisko

mechanicznego zużycia się szczotek węglowych. Ponieważ zasada działania oparta jest na pracy silnika DC, dlatego też silniki EC nazywane są również bezszczotkowymi silnikami DC (BLDC).

Silniki te są głównie stosowane w niskich zakresach mocy, rzędu kilkuset watów. Te wykorzystywane w aplikacjach HVAC mają postać silników z zewnętrznymi wirnikami i pokrywają szeroki zakres mocy, sięgający obecnie do około 6 kW.

## Technologia

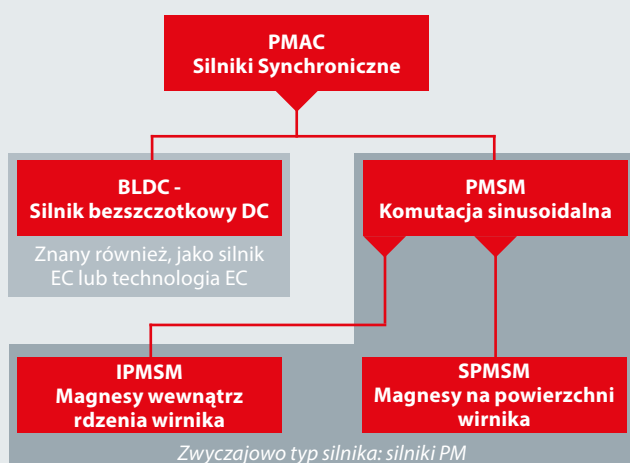
Ze względu na wbudowane magnesy trwałe, silniki o stałym wzbudzeniu nie wymagają odrębnego obwodu, wzbudzenia. Niemniej jednak konieczne jest zastosowanie elektronicznego komutatora generującego pole wirujące. Praca z zasilaniem bezpośrednio z sieci nie jest ogólnie możliwa, a jeżeli już, to przy zredukowanej sprawności.

Aby kontrolować silnik, komutator elektroniczny (np. przetwornica częstotliwości) musi być w stanie monitorować na bieżąco pozycję wirnika. W tym celu wykorzystywane są dwie metody, z sygnałem sprzężenia zwrotnego o bieżącej pozycji wirnika, za pośrednictwem czujnika lub enkodera, bądź bez sprzężenia zwrotnego.

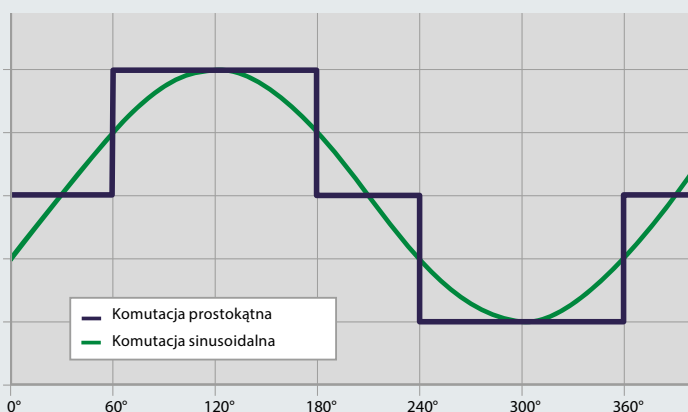
Podstawowym elementem analizowanym w przypadku silników ze stałym wzbudzeniem jest kształt fali elektromotorycznej EMF (Electro Motive Force). Gdy silnik z magnesami trwałymi pracuje w trybie generatorowym, generuje napięcie znane, jako siła przeciwelektromotoryczna (ang. back EMF).

Aby zapewnić optymalną kontrolę dla tego typu silnika, sterownik musi dopasować kształt fali napięcia zasilania, aby możliwie najdokładniej odpowiadała kształtowi siły elektromotorycznej. W przypadku silników BLDC producenci stosują komutację prostokątną ze względu na trapezoidalny kształt fali napięcia.

Silniki synchroniczne z magnesami trwałymi (PMSMs) charakteryzują się sinusoidalnym kształtem siły elektromotorycznej EMF, a zatem działają w oparciu o napięcie sinusoidalne (komutacja sinusoidalna). Silniki z komutacją sinusoidalną można ponadto dzielić w zależności od tego czy magnesy są zlokalizowane na powierzchni wirnika (SPMSM), czy wewnątrz jego rdzenia (IPMSM). Ze względu na te skomplikowane skrót, termin "silnik PM" jest w praktyce często stosowany w odniesieniu do silników z komutacją sinusoidalną.



PMAC = Permanent Magnet AC; BLDC = Brushless DC; PMSM = Permanent Magnet Synchronous Motor; IPMSM = Interior PMSM (magnesy wewnątrz rdzenia wirnika); SPMSM = Surface PMSM (magnesy na powierzchni wirnika)



# Silniki PM – – alternatywa dla EC?

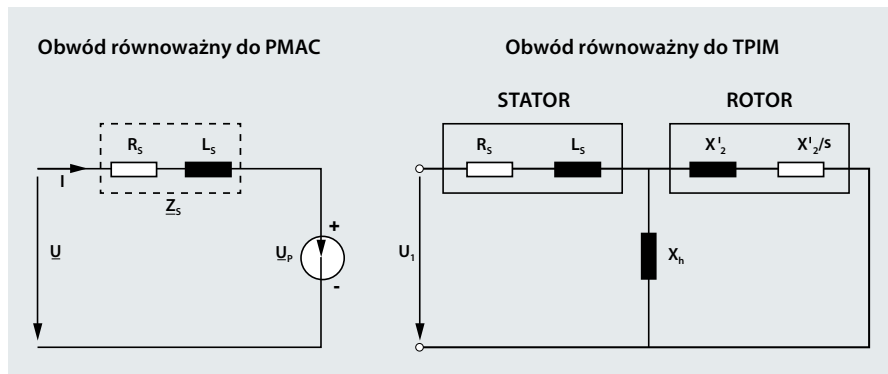
Tak jak w przypadku wszystkich technologii, każdy typ silnika z magnesami trwałymi posiada, charakterystyczne dla siebie, zalety i wady. Silniki PM o komutacji sinusoidalnej są prostsze w implementacji, jeśli chodzi o ich konstrukcję, ale posiadają bardziej skomplikowane obwody sterowania. W przypadku silników EC jest na odwrót: Wytworzenie siły elektromotorycznej EMF o kształcie prostokątnym jest trudniejsze do uzyskania, ale struktura układu sterowania jest mniej skomplikowana.

Jednakże, tętnienia momentu obrotowego są większe w przypadku technologii EC, ze względu na rodzaj komutacji, jak również wyższe straty w żelazie. Dodatkowo, prąd jest o 1.22 razy wyższy niż w przypadku silników PM, ponieważ przewodzenie odbywa się w dwóch fazach, zamiast w trzech.

## Sprawność

Zastosowanie magnesów trwałych w wirniku praktycznie eliminuje jego starty w silniku, rezultatem jest jego wysoka sprawność.

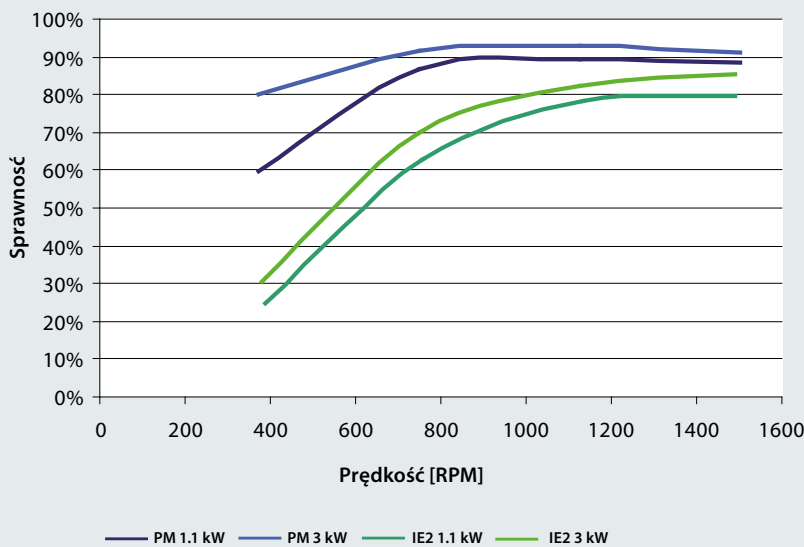
Przewaga sprawności silników EC w porównaniu z powszechnie stosowanymi klatkowymi lub jedno-fazowymi silnikami indukcyjnymi jest szczególnie widoczna w zakresach mocy rzędu kilkuset watów. W tym zakresie mocy silniki EC mają niezwykle wysoką sprawność. Trójfazowe silniki indukcyjne są przeważnie używane w wyższych zakresach mocy, powyżej 750 watów. Tu w porównaniu z silnikami EC przewaga sprawności jest znacznie niższa i spada wraz ze wzrostem wartości mocy. Systemy (elektronika sterująca plus silnik) silników EC oraz PM, o porównywanym konfiguracji (zasilanie elektryczne, filtr EMC itp.) charakteryzują się podobnymi poziomami sprawności.



TPIM = Trójfazowe silniki indukcyjne

Porównanie uproszczonych schematów zastępczych pokazuje, że silniki PM/EC nie mają żadnych strat na wirniku. Daje to wzrost poziomu sprawności, w porównaniu do silników trójfazowych.

## Porównanie PM/EC z IE2 (VT)



Wykres przedstawia wartości mierzone przez niezależny instytut naukowy.

Straty dla niezbędnych elektronicznych układów sterowania uwzględnione zostały w przedstawionych wartościach.

# Silniki PM o standardowych wymiarach IEC

Trójfazowe silniki indukcyjne są od lat ustandaryzowaną i ujednoczoną technologią. Silniki te mają ustandaryzowane wymiary montażowe i wymiary obudów. Silniki konstruowane wg IEC EN 50487 lub wg IEC 72 są obecnie stosowane w wielu aplikacjach.

Porównując, dla silników PM można przedstawić szereg różnych konstrukcji. Silniki serwo stanowią typowy przykład specjalnego wykonania. Dzięki swojej kompaktowej budowie i długim wirnikom są zoptymalizowane dla procesów o wysokiej dynamice.

Aby umożliwić wykorzystanie wysokiej sprawności silników o stałym wzbudzeniu w istniejących systemach, dostępne są już silniki PM o standardowych rozmiarach montażowych IEC. Pozwala to na wymianę w istniejących już systemach, starszych modeli standardowych indukcyjnych trójfazowych silników (TPIM) na silniki bardziej wydajne.

Istnieją zasadniczo dwa typy silników PM o wymiarach IEC, które są obecnie dostępne

## Opcja 1:

Taka sama wielkość mechaniczna. Silniki PM/EC oraz TPIM posiadają identyczny podstawowe wymiary montażowe.

## Przykład:

Silnik 3 kW TPIM może zostać wymieniony na silnik EC/PM o identycznym rozmiarze.

## Opcja 2:

Zoptymalizowana wielkość mechaniczna.

Silniki PM/EC oraz TPIM mają identyczną moc znamionową. Ponieważ silniki PMSM są zwykle mniejsze niż TPIM o tej samej mocy znamionowej zastosowany rozmiar montażowy IEC jest mniejszy niż w przypadku TPIM.

## Przykład:

Silnik 3 kW TPIM może zostać wymieniony na silnik EC/PM o wielkości identycznej jak w przypadku silnika 1.5 kW TPIM.

## EC+: nowa technologia w znanym otoczeniu

Koncepcja EC+ firmy Danfoss została opracowana, aby spełnić wiele wymagań naszych klientów. Umożliwia używanie silników PM ze standardowymi przetwornicami częstotliwości firmy Danfoss. Użytkownicy mają możliwość wyboru dowolnego producenta, jeśli chodzi o dobór silnika. Dzięki temu mogą osiągnąć sprawność silnika w technologii EC przy relatywnie niskich kosztach, zachowując jednocześnie możliwość przeprowadzenia optymalizacji całego systemu, gdyby zaszła taka konieczność.

Połączenie poszczególnych komponentów o najwyższej jakości oraz sprawności w jednym systemie również przynosi wiele korzyści. Poprzez stosowanie standardowych komponentów, użytkownicy nie są uzależnieni od konkretnego producenta. Także dostępność części zamiennych jest zapewniona przez długi okres czasu. Nie ma konieczności dostosowywania wymiarów połączeń, w przyszłych modyfikacjach, zamianach lub rozbudowie systemu. Proces odbioru technicznego jest podobny do tego dla trójfazowych silników indukcyjnych. Różnią się jedynie nieznacznie parametry silnika. Z uwagi na to, że stosowane są standardowe komponenty, nie ma konieczności przeprowadzania dodatkowych szkoleń dla personelu odpowiedzialnego za odbiór techniczny oraz obsługę układu.



Porównanie wymiarów standardowego trójfazowego silnika indukcyjnego (na dole) ze zoptymalizowanym silnikiem PM (powyżej).



Parametry techniczne silnika powinny być wprowadzane zgodnie z danymi z tabliczki znamionowej i/lub jego dokumentacji technicznej.

# Oszczędność energii: zasadniczy element naszej przyszłości, czy tylko chwyt marketingowy?

Jest niewiele zagadnień, z którymi użytkownicy mają równie często do czynienia jak oszczędność energii elektrycznej. Każde nowe urządzenie, instalacja lub rozwiązanie umożliwia zaoszczędzenie większej ilości energii i jest bardziej przyjazne dla środowiska naturalnego od wcześniej stosowanego. Pokazuje to, że nie opracowano jeszcze ostatecznego rozwiązania dla zwiększenia oszczędności energii.

## Wysoki poziom świadomości przyczynia się do rozsądnego wykorzystywania energii

Przez długi okres czasu, energia elektryczna była bardzo tania, dlatego wiele firm i użytkowników nie widziało potrzeby natury ekonomicznej do jej oszczędzania. Podejście to zaczęło się zmieniać dopiero po gwałtownym wzroście cen energii, wskutek czego stała się ona drogim towarem.

Zawory termostatyczne grzejników, będące obecnie standardowym wyposażeniem budynków, to bardzo dobry przykład tego trendu. Kiedy firma Danfoss po raz pierwszy zaprezentowała je w latach 50-tych XX wieku, spotkały się one z bardzo niewielkim zainteresowaniem. Dopiero kryzys energetyczny na początku lat 70-tych, wynikiem którego był gwałtowny wzrost cen energii spowodował nagłe zwiększenie ich zapotrzebowania.

Dzisiejszy popyt jest zwiększony z powodu kosztów energii elektrycznej, jak również przez wysoki poziom świadomości o ochronie środowiska naturalnego oraz kwestie polityczne. Wprowadzenie obowiązkowych, minimalnych poziomów sprawności, dla systemów napędowych, ma na celu poprawę efektywności energetycznej urządzeń elektrycznych.

## Czy istnieją proste rozwiązania?

Znaczne oszczędności można uzyskać w dosyć prosty sposób w wielu obszarach; inne oszczędności wymagają więcej wysiłku i specjalistycznej wiedzy. Przykładem tego są lampy energooszczędne. Zużycie energii elektrycznej można zredukować przez wymianę standardowych żarówek na energooszczędne. Jak łatwo zauważyć nie wszystkie mają tę samą cenę i nie są one identyczne. Zakłócenia sieci zasilającej, widmo emitowanego przez lampy światła, dopuszczalne procesy uruchamiania czy problemy z utylizacją ze względu na zawartość rtęci, to tylko niektóre z "efektów ubocznych", które odkrywamy dopiero w późniejszych etapach eksploatacji.

## Aplikacje i systemy mają duże znaczenie

Jeżeli energooszczędna lampa zamontowana jest w pomieszczeniu, w którym potrzeba światła jest niewielka (np. piwnica), to z punktu widzenia ekonomii oraz ochrony środowiska naturalnego jej zainstalowanie budzi wiele wątpliwości. Mimo, że zaleca się zwiększanie sprawności poszczególnych komponentów, może to nie mieć sensu w kontekście całego systemu. W publikacji „Mądre oszczędzanie w systemach automatyki” firma Danfoss przedstawia szereg istotnych aspektów oszczędności energii w systemach napędowych. Ma to zastosowanie w szerokim zakresie aplikacji napędowych, włączając systemy obsługi budynków.



Jakie są potrzeby użytkowników, aby rozważali regulację prędkości w aplikacjach wentylatorów i pomp? Ta kwestia oraz aspekty oszczędności energii w systemach napędowych, omawiane są w broszurze „Mądre oszczędzanie w systemach automatyki”

## 1,5 milionów

VLT® HVAC Drives. zainstalowanych na całym świecie – oszczędności przekraczają roczne zużycie energii elektrycznej w 60 milionach gospodarstw domowych.



## Wszystko o VLT®

Danfoss VLT Drives jest światowym liderem w produkcji elektronicznie regulowanych napędów, stosowanych w każdym obszarze działalności przemysłowej. Danfoss ciągle zwiększa swoje udziały rynkowe w sprzedaży napędów.

### Z dbałością o środowisko

Produkty z pod marki VLT® wytwarzane są z uwzględnieniem norm środowisk społecznych oraz środowiska naturalnego. Wszystkie plany i działania producenta biorą pod uwagę potrzeby indywidualnych pracowników, środowiska pracy i środowiska przyrody. Produkcja odbywa się bez hałasu, dymów lub innych zanieczyszczeń.

#### UN Global Compact

Danfoss parafując UN Global Compact zobowiązał się w swojej działalności kierować się zasadami z zakresu praw człowieka, praw pracowniczych, ochrony środowiska i przeciwdziałania korupcji. Global Compact promuje społeczną odpowiedzialność biznesu.

#### Dyrektywy Europejskie EU

Wszystkie fabryki Danfoss VLT Drives są certyfikowane wg ISO 14001 i spełniają wymagania europejskich dyrektyw dotyczących bezpieczeństwa produktów (GPSD) oraz dyrektywy "maszynowej". Danfoss VLT Drives we wszystkich wytwarzanych produktach zapewnia zgodność z RoHS – Dyrektywą EU o ograniczeniu użycia substancji niebezpiecznych. Wszystkie nowe produkty spełniają także wymagania dyrektyw europejskich dotyczących kontroli wycofanych z użycia urządzeń elektrycznych i elektronicznych (WEEE).

#### Wpływ produktów

Wyprodukowane w ciągu jednego roku napędy VLT® zaoszczędzą w aplikacjach tyle energii ile w tym samym czasie wyprodukuje jedna elektrownia atomowa. Lepsza kontrola procesu wytwarzania to także wyższa jakość produktów i mniej odpadów.

### Specjalizacja w napędach

Specjalizacja jest kluczowym słowem w Danfoss od roku 1968, kiedy to jako pierwsza firma na świecie rozpoczęła masową produkcję przetwornic częstotliwości – urządzeń do płynnej regulacji prędkości obrotowej silników prądu przemiennego. Już wówczas nadano im nazwę VLT®.

Obecnie ponad dwa tysiące osób pracuje przy rozwoju, produkcji, sprzedaży i serwisowaniu przetwornic częstotliwości oraz softstartów – i nic więcej tylko przetwornice częstotliwości i softstarty.

### Inteligentna i innowacyjna

Inżynierowie Danfoss VLT Drives opracowali i wykorzystali koncepcję modułową napędu na każdym etapie jego wdrożenia, począwszy od projektu urządzenia przez proces produkcji, aż do finalnej konfiguracji zamówienia.

Przyszłe opcje są rozwijane z wykorzystaniem zaawansowanych technologii. Pozwala to na rozwój wszystkich elementów w tym samym czasie, redukując czas oczekiwania i zapewniając klientom możliwość korzystania z najnowszych funkcji.

### Polegamy na ekspertach

Bierzemy odpowiedzialność za każdy element w naszej produkcji. Fakt, że sami rozwijamy i produkujemy hardware, software, moduły mocy, płytki drukowane elektroniki i akcesoria daje Państwu gwarancję, że otrzymacie najwyższej jakości, niezawodny produkt.

### Lokalne wsparcie – globalnie dostępne

Danfoss VLT Drives, dzięki globalnej organizacji sprzedaży i serwisu jest obecny i oferuje swoje produkty oraz usługi w ponad 100 krajach.

Napędy VLT® pracują w aplikacjach na całym świecie, a eksperci Danfoss VLT Drives kończą swoją pracę tylko wtedy, kiedy problemy klientów zostają rozwiązane.



[www.danfoss.pl/napedy](http://www.danfoss.pl/napedy)