

## Spis zawartości

<b>1 Sposób czytania niniejszych Zaleceń projektowych</b>	<b>5</b>
1.1.1 Prawa autorskie, ograniczenie odpowiedzialności oraz prawa do wprowadzania poprawek	5
1.1.2 Dostępna literatura	6
1.1.3 Symbole	6
1.1.4 Skróty	6
1.1.5 Definicje	7
<b>2 Bezpieczeństwo i zgodność</b>	<b>10</b>
2.1 Bezpieczeństwo	10
2.2 Oznakowanie CE	11
2.3 Środowiska agresywne	12
2.4 Wibracje i wstrząsy	13
<b>3 Wprowadzenie do przetwornicy częstotliwości VLT Micro</b>	<b>18</b>
3.1 Struktura sterowania	18
3.2 Ogólne aspekty EMC	21
3.2.1 Ogólne aspekty emisji EMC	21
3.2.2 Wymagania dotyczące emisji	22
3.3 Izolacja galwaniczna (PELV)	23
3.4 Upływ prądu	24
3.5 Skrajne warunki pracy	24
<b>4 Wybór przetwornicy częstotliwości VLT Micro</b>	<b>26</b>
4.1 Opcje i akcesoria	26
4.1.1 Lokalny panel sterowania (LCP)	26
4.1.2 Instrukcja montażu LCP w FC 51	27
4.1.3 Instrukcja montażu zestawu do zdalnego montażu w FC 51	28
4.1.4 Zestaw do montażu obudowy IP21/Typ 1	30
4.1.5 Typ 1 (NEMA)	30
4.1.6 Rozsprzęganie	30
4.1.7 Instrukcja montażu zestawu FC 51 typ 1 w M1, M2 i M3	31
4.1.8 Instrukcja montażu zestawu FC 51 Typ 1 dla M4 i M5	32
4.1.9 Instrukcja montażu zestawu IP21 w FC 51	33
4.1.10 Instrukcja montażu płytki odsprzęgającej FC 51 dla M1 i M2	34
4.1.11 Instrukcja montażu płytki odsprzęgającej FC 51 dla M3	35
4.1.12 Instrukcja montażu płytki odsprzęgającej FC 51 dla M4 i M5	36
4.1.13 Instrukcja montażu zestawu szyny DIN w FC 51	37
4.2 Warunek specjalny	38
4.2.1 Cel obniżania wartości znamionowych	38

4.2.2	Obniżanie wartości znamionowych w przypadku temperatury otoczenia	38
4.2.3	Obniżanie wartości znamionowych w przypadku niskiego ciśnienia powietrza	39
4.2.5	Obniżanie wartości znamionowych w przypadku pracy z niską prędkością	39
<b>5</b>	<b>Sposób składania zamówień</b>	<b>41</b>
5.1	Konfigurator przetwornicy częstotliwości	41
5.2.1	Identyfikacja FC	41
5.3.1	Kod typu	42
5.4.1	Numery zamówieniowe	43
5.5.1	Opcje VLT Micro	43
<b>6</b>	<b>Sposób instalacji</b>	<b>44</b>
6.1	Przed przystąpieniem do instalacji	44
6.2	Montaż szeregowy	44
6.3	Przed przystąpieniem do naprawy	44
6.4	Wymiary fizyczne	45
6.5	Ogólne informacje na temat instalacji elektrycznej	45
6.6	Bezpieczniki	46
6.7	Podłączenie zasilania	47
6.8	Podłączenie silnika	47
6.9.1	Użycie kabli poprawnych wg EMC	50
6.12	Schemat elektryczny	53
6.12.1	Obwód zasilania - przegląd	53
6.13	Instalacja elektryczna i Przewody sterownicze	54
6.14	Zaciski sterowania	54
6.14.2	Podłączanie do zacisków sterowania	55
6.15	Przełączniki	55
6.16	Końcowe ustawienie parametrów i test	55
6.17	Równoległe łączenie silników	57
6.18	Instalacja silnika	58
6.19	Instalacja różnorodnych połączeń	58
6.20	Bezpieczeństwo	59
6.20.1	Test wysokiego napięcia	59
6.20.2	Połączenie bezpiecznego uziemienia	59
<b>7</b>	<b>Programowanie</b>	<b>60</b>
7.1	Sposób programowania	60
7.1.1	Programowanie z oprogramowaniem konfiguracyjnym MCT-10	60
7.1.2	Programowanie za pomocą LCP 11 or LCP 12	60
7.2	Menu statusu	61
7.3	Szybkie menu	62

7.4 Parametry Szybkiego menu	62
7.5 Menu główne	64
7.5.1 Menu główne	64
7.6 Szybki transfer ustawień parametrów między kilkoma przetwornicami częstotliwości	65
7.7 Odczyt i programowanie Parametrów indeksowanych	65
7.8 Przetwornica częstotliwości można zainicjalizować do nastaw fabrycznych, domyślnych na dwa sposoby:	65
7.8.1 Przetwornica częstotliwości można zainicjalizować do nastaw fabrycznych, domyślnych na dwa sposoby:	65
<b>8 Instalacja i konfiguracja RS485</b>	<b>67</b>
8.1.3 Środki ostrożności EMC	68
8.2 Przegląd protokołu FC	68
8.3 Konfiguracja sieci	69
8.4 Struktura komunikatów protokołu FC	69
8.4.1 Zawartość znaku (bajt)	69
8.4.2 Struktura Komunikat	69
8.4.3 Komunikat Długość (LGE)	70
8.4.6 Pole danych	70
8.4.13 Słowa procesu (PCD)	72
8.5 Przykłady	72
8.6 Omówienie Modbus RTU	73
8.6.1 Założenia	73
8.6.2 Co użytkownik powinien wiedzieć	73
8.6.3 Omówienie Modbus RTU	73
8.6.4 Przetwornica częstotliwości z Modbus RTU	73
8.8 Struktura ramek komunikatów protokołu Modbus RTU	74
8.8.1 Przetwornica częstotliwości z Modbus RTU	74
8.8.2 Struktura komunikatu Modbus RTU	74
8.8.3 Pole start/stop	74
8.8.4 Pole adresu	75
8.8.5 Pole funkcji	75
8.8.6 Pole danych	75
8.8.7 Pole kontroli CRC	75
8.8.9 Sposób sterowania Przetwornica częstotliwości	78
8.8.10 Kody funkcji obsługiwane przez Modbus RTU	78
8.8.11 Kody wyjątków błędów	78
8.9 Sposób dostępu do parametrów	78
8.9.1 Obsługa parametrów	78
8.9.2 Przechowywanie danych	79

---

8.9.3 IND	79
8.9.4 Bloki tekstu	79
8.9.5 Współczynnik konwersji	79
8.9.6 Wartości parametrów	79
8.10 Przykłady	79
8.11 Profil sterowania FC Danfoss	82
8.11.1 Słowo sterujące według profilu FC ( <i>8-30 Protocol</i> = profil FC)	82
<b>9 Dane techniczne</b>	<b>86</b>
9.1 Dane techniczne	86
<b>Indeks</b>	<b>92</b>

## 1 Sposób czytania niniejszych Zaleceń projektowych



Niniejsze zalecenia mogą być używane w przypadku wszystkich Przetwornica częstotliwości VLT® Micro Drive FC 51 z oprogramowaniem w wersji 2.6X. Rzeczywisty numer wersji oprogramowania można odczytać z *15-43 Software Version*.

### 1.1.1 Prawa autorskie, ograniczenie odpowiedzialności oraz prawa do wprowadzania poprawek

Niniejsza publikacja zawiera informacje będące własnością Danfoss. Poprzez akceptację i korzystanie z niniejszej instrukcji obsługi użytkownik wyraża zgodę na to, że zawarte w niej informacje zostaną wykorzystane wyłącznie do obsługi urządzeń firmy Danfoss lub urządzeń innych sprzedawców, pod warunkiem, że urządzenia te są przeznaczone do komunikacji z urządzeniami Danfoss poprzez łącze komunikacji szeregowej. Publikacja ta jest chroniona prawami autorskimi w Danii oraz większości innych krajów.

Firma Danfoss nie gwarantuje, że oprogramowanie stworzone zgodnie z wytycznymi zawartymi w niniejszym dokumencie będzie poprawnie funkcjonowało w każdym otoczeniu fizycznym, sprzętowym lub programistycznym.

Pomimo, że firma Danfoss sprawdziła i przejrzała informacje zawarte w niniejszej instrukcji, Danfoss nie udziela żadnej gwarancji i nie będzie rozpatrywać skarg doraźnych lub domniemanych związanych z niniejszą dokumentacją dotyczących jakości, działania lub możliwości wykorzystania w określonym celu.

W żadnym przypadku firma Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za bezpośrednie, pośrednie, wyjątkowe, przypadkowe lub wynikowe szkody wynikające z wykorzystania lub niemożności wykorzystania informacji zawartych w niniejszym dokumencie nawet w przypadku, gdy użytkownik zostanie powiadomiony o możliwości wystąpienia powyższych szkód. W szczególności, firma Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za żadne koszty obejmujące, lecz nieograniczone do kosztów poniesionych w wyniku utraconych zysków lub dochodów, utraty lub uszkodzenia urządzeń, utraty oprogramowania, utraty danych, kosztów poniesionych w wyniku konieczności zastąpienia powyższych elementów nowymi lub jakichkolwiek roszczeń stron trzecich.

Firma Danfoss zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian do niniejszej publikacji w dowolnym czasie oraz bez uprzedniego zawiadomienia poprzednich lub obecnych właścicieli dokumentacji.

## 1.1.2 Dostępna literatura

**WAŻNE**

Niniejsza instrukcja podręczna zawiera podstawowe informacje konieczne do instalacji i eksploatacji przetwornica częstotliwości.

Jeżeli potrzebne są dodatkowe informacje, można pobrać dokumentację ze strony <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations>

Tytuł	Numer publikacji
Zalecenia Projektowe przetwornicy częstotliwości VLT Micro FC 51	MG.02.K1.YY
Podręczna instrukcja obsługi przetwornicy częstotliwości VLT Micro FC 51	MG.02.BX.YY
Przewodnik programowania przetwornicy częstotliwości VLT Micro FC 51	MG.02.CX.YY
Instrukcja montażu LCP w FC 51	MI.02.AX.YY
Instrukcja montażu płytki odsprzęgającej w FC 51	MI.02.BX.YY
Instrukcja montażu zestawu do zdalnego montażu w FC 51	MI.02.CX.YY
Instrukcja montażu zestawu szyny DIN w FC 51	MI.02.DX.YY
Instrukcja montażu zestawu IP21 w FC 51	MI.02.EX.YY
Instrukcja montażu zestawu Nema1 w FC 51	MI.02.FX.YY

X = Numer wersji, Y = Kod języka

## 1.1.3 Symbole

Symbole wykorzystane w niniejszej instrukcji.

**WAŻNE**

Wskazuje fragment, na który czytający powinien zwrócić uwagę.

**UWAGA**

Oznacza potencjalnie niebezpieczną sytuację, która, jeśli się do niej dopuści, może skutkować niewielkimi lub umiarkowanymi obrażeniami.

**OSTRZEŻENIE**

Oznacza potencjalnie niebezpieczną sytuację, która, jeśli się do niej dopuści, może skutkować śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

\* Wskazuje nastawę fabryczną, domyślną

## 1.1.4 Skróty

Prąd przemienny	AC
Amerykańska miara grubości kabla	AWG
Amper/AMP	A
Automatyczne dopasowanie silnika	AMT
Ograniczenie prądu	I <sub>LIM</sub>
Stopnie Celsjusza	°C
Prąd stały	DC
Kompatybilność Elektromagnetyczna	EMC
Elektroniczny przekaźnik termiczny	ETR
Przetwornica częstotliwości	FC
Gram	g
Herc	Hz
Kiloherc	kHz
Lokalny panel sterowania	LCP
Metr	m
Indukcyjność milihenry	mH
Miliamper	mA
Milisekunda	msek.
Minuta	min.
Oprogramowanie Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Niutonometry	Nm
Prąd znamionowy silnika	I <sub>M,N</sub>
Częstotliwość znamionowa silnika	f <sub>M,N</sub>
Moc znamionowa silnika	P <sub>M,N</sub>
Napięcie znamionowe silnika	U <sub>M,N</sub>
Zabezpieczenie przy pomocy bardzo niskiego napięcia	PELV
Płyta z obwodami drukowanymi	PCB
Znamionowy prąd wyjściowy inwertora	I <sub>INV</sub>
Obroty na minutę	obr./min.
Zaciski regeneracyjne	Regen
Sekunda	sek.
Prędkość silnika synchronicznego	n <sub>s</sub>
Ograniczenie momentu	T <sub>LIM</sub>
Wolty	V
Maksymalny prąd wyjściowy	I <sub>VLT,MAX</sub>
Znamionowy prąd wyjściowy dostarczany przez przetwornica częstotliwości	I <sub>VLT,N</sub>

### 1.1.5 Definicje

#### Przetwornica częstotliwości

$I_{VLT,MAX}$

Maksymalny prąd wyjściowy.

$I_{VLT,N}$

Znamionowy prąd wyjściowy dostarczany przez przetwornica częstotliwości.

$U_{VLT,MAX}$

Maksymalne napięcie wyjściowe.

#### Wejście

<p><b>Polecenie sterujące</b> Podłączony silnik można uruchamiać i zatrzymywać za pomocą panelu LCP i wejść cyfrowych. Funkcje podzielone są na 2 grupy. Funkcje w grupie 1 mają wyższy priorytet niż funkcje w grupie 2.</p>	Grupa 1	Reset, Stop z wybiegiem silnika, Reset i stop z wybiegiem silnika, Szybkie zatrzymanie, Hamowanie prądem stałym, Stop i przycisk [Off].
	Grupa 2	Start, Start impulsowy, Zmiana kierunku obrotów, Start ze zmianą kierunku obrotów, Jog – praca manewrowa i Zatrzaśnij wyjście

#### Silnik

$f_{JOG}$

Częstotliwość silnika po uruchomieniu funkcji jog - pracy manewrowej (za pomocą zacisków cyfrowych).

$f_M$

Częstotliwość silnika.

$f_{MAX}$

Częstotliwość maksymalna silnika.

$f_{MIN}$

Częstotliwość minimalna silnika.

$f_{M,N}$

Częstotliwość znamionowa silnika (dane na tabliczce znamionowej).

$I_M$

Prąd silnika.

$I_{M,N}$

Prąd znamionowy silnika (dane na tabliczce znamionowej).

$n_{M,N}$

Prędkość znamionowa silnika (dane na tabliczce znamionowej).

$P_{M,N}$

Moc znamionowa silnika (dane na tabliczce znamionowej).

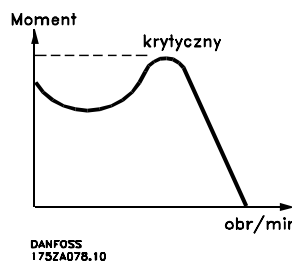
$U_M$

Napięcie chwilowe silnika.

$U_{M,N}$

Napięcie znamionowe silnika (dane na tabliczce znamionowej).

#### Moment rozruchowy



$\eta_{VLT}$

Sprawność przetwornica częstotliwości to stosunek między mocą wyjściową a mocą wejściową.

#### Polecenie Wyłączenia startu

Polecenie zatrzymania należące do grupy 1 poleceń sterujących – patrz ta grupa.

#### Polecenie Stop

Patrz: Polecenia sterujące.

#### Wartości zadane

##### Analogowa wartość zadana

Sygnal przesłany do wejścia analogowego 53 lub 54 może być napięciem lub prądem.

##### Wartość zadana magistrali

Sygnal przesłany do portu komunikacji szeregowej (portu FC).

##### Programowana wartość zadana

Zdefiniowaną programowaną wartość zadaną można ustawić w zakresie od -100% do +100% wartości zadanej. Wybór ośmiu programowanych wartości zadanych za pomocą zacisków cyfrowych.

Ref<sub>MAX</sub>

Określa związek pomiędzy wejściową wartością zadaną o wartości 100% pełnej skali (standardowo 10 V, 20 mA) a wypadkową wartością zadaną. Ustawienia maks. wartości zadanej opisane w 3-03 *Maximum Reference*.

Ref<sub>MIN</sub>

Określa związek pomiędzy wejściową wartością zadaną o wartości 0% pełnej skali (standardowo 0V, 0 mA, 4mA) a wypadkową wartością zadaną. Ustawienia minimalnej wartości zadanej opisane w 3-02 *Minimum Reference*.

**Inne**Wejścia analogowe

Wejścia analogowe służą do sterowania różnymi funkcjami przetwornica częstotliwości.

Istnieją dwa typy wejść analogowych:

Wejście prądu, 0-20 mA i 4-20 mA

Wejście napięciowe, 0-10 V DC.

Wyjścia analogowe

Wyjścia analogowe mogą dostarczać sygnał 0-20 mA, 4-20 mA lub sygnał cyfrowy.

Automatyczne dostrojenie do silnika (AMT)

Algorytm AMT określa parametry elektryczne dla podłączonego silnika w spoczynku.

Rezystor hamulca

Rezystor hamulca to moduł zdolny do pochłaniania mocy hamulca generowanej w hamowaniu odzyskowym. Energia ta zwiększa napięcie obwodu pośredniego, ale układ przełączający hamulca powoduje, że energia ta jest przekazywana do rezystora hamowania.

Charakterystyki stałego momentu

Charakterystyki stałego momentu wykorzystywane we wszystkich zastosowaniach, takich jak taśmy przenośnika, pompy wporowe i dźwigi.

Wejścia cyfrowe

Wejścia cyfrowe mogą służyć do sterowania różnymi funkcjami przetwornica częstotliwości.

Wyjścia przekaźnikowe

przetwornica częstotliwości jest wyposażona w dwa programowalne wyjścia przekaźnikowe.

ETR

Elektroniczny przekaźnik termiczny jest obliczeniem obciążenia termicznego opartym na aktualnym obciążeniu i czasie. Jego celem jest oszacowanie temperatury silnika.

Sprowadzanie do wartości domyślnej

W przypadku sprowadzania do wartości domyślnej (14-22 *Operation Mode*), programowalne parametry przetwornica częstotliwości zostaną sprowadzone do ich nastawy fabrycznej.

Sprowadzanie do wartości domyślnej; 14-22 *Operation Mode* nie sprowadza parametrów komunikacji do wartości domyślnej.

Przerywany Cykl Pracy

Wartość znamionowa pracy przerywanej odnosi się do sekwencji cykli pracy. Każdy cykl składa się z okresu naładowania i rozładowania. Działanie może być albo pracą okresową lub nieokresową.

LCP

Klawiatura lokalnego panelu sterowania (LCP) to kompletny interfejs do sterowania i programowania przetwornica częstotliwości. Panel sterujący można zdejmować, a także instalować w odległości 3 metrów od przetwornica częstotliwości, np. na panelu przednim za pomocą opcji zestawu montażu.

Isb

Bit najmniej znaczący.

MCM

Skrót od nazwy Mille Circular Mil, amerykańskiej jednostki miary przekroju kabla. 1 MCM = 0,5067 mm<sup>2</sup>.

msb

Bit najbardziej znaczący.

Parametry on-line/off-line

Zmiany parametrów on-line są aktywowane natychmiast po dokonaniu zmiany wartości danych. Zmiany parametrów off-line nie są aktywowane do czasu naciśnięcia przycisku [OK] na LCP.

Regulator typu PI

Regulator typu PI utrzymuje żadaną prędkość, ciśnienie, temperaturę, itp., dostosowując częstotliwość wyjściową do zmiennego obciążenia.

RCD

Wyłącznik różnicowoprądowy.

Zestaw parametrów

Ustawienia parametrów można zapisywać w 2 zestawach parametrów. Te 2 zestawy parametrów można stosować zamiennie, co umożliwi edycję jednego z nich, podczas gdy inny jest aktywny.

Kompensacja poślizgu

przetwornica częstotliwości kompensuje poślizg silnika poprzez dostosowanie częstotliwości do zmierzonego obciążenia silnika utrzymującego prawie stałą prędkość silnika.

Logiczny sterownik zdarzeń (SLC)

SLC jest sekwencją działań określonych przez użytkownika wykonywanych wtedy, kiedy powiązane wydarzenia zdefiniowane przez użytkownika są ocenione przez SLC jako prawdziwe.

Termistor

Zależny od temperatury rezystor umieszczony w miejscu monitorowania temperatury (przetwornica częstotliwości lub silnik).

STW

Słowo statusowe



Standardowa magistrala FC

Zawiera magistralę RS 485 z protokołem FC. Patrz 8-30 Protokół.

Wyłączenie awaryjne

Stan występujący w sytuacjach pojawienia się błędu, np., gdy przetwornica częstotliwości jest poddana nadmiernej temperaturze lub, kiedy przetwornica częstotliwości zabezpiecza silnik, proces lub mechanizm. Restart jest zabezpieczony do czasu usunięcia przyczyny błędu, a stan wyłączenia awaryjnego jest anulowany poprzez aktywowanie resetu lub, w niektórych przypadkach, poprzez zaprogramowanie automatycznego resetu. Wyłączenie awaryjne nie może być użyte dla bezpieczeństwa osobistego.

Wyłączenie awaryjne z blokadą

Stan występujący w sytuacjach pojawienia się błędu, gdy przetwornica częstotliwości zabezpiecza samą siebie i wymaga interwencji fizycznej, np. gdy przetwornica częstotliwości jest poddana zwarcia na wyjściu. Wyjście awaryjne z blokadą może być jedynie anulowane poprzez odcięcie sieci zasilającej, usunięcie przyczyny błędu i ponowne podłączenie przetwornicy częstotliwości. Restart jest zabezpieczony do czasu anulowania wyłączenia awaryjnego poprzez aktywowanie resetu lub, w niektórych przypadkach, poprzez zaprogramowanie automatycznego resetu. Wyłączenie awaryjne z blokadą nie może być użyte dla bezpieczeństwa osobistego.

Charakterystyki zmiennego momentu

Charakterystyki zmiennego momentu wykorzystywane w przypadku pomp i wentylatorów.

VVC<sup>plus</sup>

W porównaniu ze standardowym sterowaniem stosunku napięcie/częstotliwość, sterowanie wektorem napięcia (VVC<sup>plus</sup>) poprawia dynamikę i stabilność, zarówno przy zmianie wartości zadanej prędkości, jak i w stosunku do momentu obciążenia.

## 1.1.6 Współczynnik mocy

Współczynnik mocy to stosunek między  $I_1$  oraz  $I_{RMS}$ .

$$\text{Współczynnik mocy} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Współczynnik mocy dla sterowania 3-fazowego:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \text{ since } \cos\varphi = 1$$

Współczynnik mocy wskazuje, do jakiego stopnia przetwornica częstotliwości obciąża zasilanie.

Im niższy współczynnik mocy, tym wyższa wartość  $I_{RMS}$  w przypadku tej samej sprawności kW.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Ponadto, wyższy współczynnik mocy wskazuje, że inne prądy harmoniczne są niskie.

## 2 Bezpieczeństwo i zgodność

### 2.1 Bezpieczeństwo

#### 2.1.1 Uwaga na temat bezpieczeństwa

#### **▲OSTRZEŻENIE**

##### NIEBEZPIECZNE NAPIĘCIE

Napięcie przetwornica częstotliwości jest groźne zawsze, gdy urządzenie jest podłączane do zasilania. Nieprawidłowa instalacja silnika, przetwornica częstotliwości lub magistrali komunikacyjnej sieci może spowodować śmierć, poważne obrażenia lub uszkodzenia sprzętu. Należy bezwzględnie przestrzegać zasad podanych w niniejszej dokumentacji, jak również przepisów bezpieczeństwa i regulacji prawnych obowiązujących w danym kraju.

##### Przepisy bezpieczeństwa

1. Przed przystąpieniem do prac naprawczych należy odłączyć przetwornica częstotliwości od sieci zasilającej. Przed odłączeniem wtyczek silnika oraz zasilania należy sprawdzić, czy zasilanie zostało odłączone oraz czy upłynął wymagany czas.
2. Przycisk [STOP/RESET] na LCP przetwornica częstotliwości nie odłącza urządzenia od zasilania i dlatego też nie może być wykorzystywany jako wyłącznik bezpieczeństwa.
3. Należy wykonać właściwe uziemienie ochronne urządzenia, użytkownik musi być chroniony przed napięciem zasilania, a silnik musi być chroniony przed przeciążeniem zgodnie z odpowiednimi przepisami krajowymi i lokalnymi.
4. Prądy upływu z urządzenia przekraczają 3,5 mA.
5. Zabezpieczenie przed przeciążeniem silnika ustawia się w *1-90 Motor Thermal Protection*. Jeżeli ta funkcja jest potrzebna, należy ustawić *1-90 Motor Thermal Protection* na wartość danych [wyłączenia awaryjnego ETR] (ustawienie domyślne) lub wartość danych [ostrzeżenia ETR]. Uwaga: Funkcja ta uaktywniana jest przy wartości 1,16 x prąd znamionowy silnika i przy częstotliwości znamionowej silnika. Dla rynku północnoamerykańskiego: Funkcje ETR zapewniają klasę 20 zabezpieczenia silnika przed przeciążeniem, zgodnie z NEC.
6. Nie odłączać wtyczek silnika i zasilania, kiedy przetwornica częstotliwości jest podłączona do zasilania. Przed odłączeniem wtyczek silnika oraz zasilania należy sprawdzić, czy zasilanie zostało odłączone oraz czy upłynął wymagany czas.

7. Przed rozpoczęciem prac naprawczych należy sprawdzić, czy wszystkie wejścia napięcia zostały odłączone i czy upłynął wymagany czas.

##### Montaż na dużych wysokościach

#### **▲UWAGA**

Przy wysokościach powyżej 2000 m n.p.m., proszę się skontaktować z Danfoss odnośnie PELV.

#### **▲OSTRZEŻENIE**

##### PRZYPADKOWY ROZRUCH

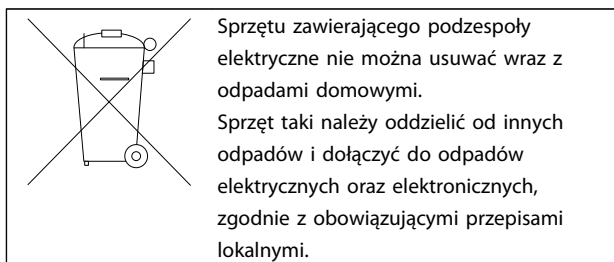
1. Kiedy przetwornica częstotliwości jest podłączona do zasilania, silnik może być zatrzymany za pomocą rozkazu cyfrowego, rozkazu magistrali, wartość zadaną lub lokalny wyłącznik. Jeśli względy bezpieczeństwa wymagają zabezpieczenia przed przypadkowym uruchomieniem, funkcje te są niewystarczające.
2. Podczas zmiany parametrów silnik może zostać uruchomiony. W konsekwencji, przycisk zatrzymania [STOP/RESET] musi być zawsze włączony, dopiero po jego włączeniu można dokonać modyfikacji danych.
3. Silnik, który został zatrzymany może się uruchomić, jeśli wystąpią błędy w elektronice przetwornica częstotliwości, tymczasowe przeciążenie, błąd w sieci zasilającej lub przerwa w podłączeniu silnika.

#### **▲OSTRZEŻENIE**

##### CZAS WYŁADOWANIA

Dotknięcie części elektrycznych może być śmiertelne - nawet po odłączeniu urządzenia od zasilania. Należy pamiętać o odłączeniu pozostałych wejść napięcia, takich jak podział obciążenia (połączenie obwodu pośredniego DC) oraz połączenie silnika w zakresie podtrzymania kinetycznym odzyskiem energii. Kondensatory obwodu DC przetwornica częstotliwości pozostają naładowane po odłączeniu mocy. Aby uniknąć niebezpieczeństw związanych z porażeniem elektrycznym, odłączyć przetwornica częstotliwości od głównego zasilania przed wykonaniem konserwacji. W przypadku wszystkich urządzeń M1, M2 i M3, odczekać przynajmniej 4 minuty przed dotknięciem jakiegokolwiek części przetwornica częstotliwości mogącej być pod napięciem. W przypadku urządzeń wielkości M4 i M5, poczekać co najmniej 15 minut.

## 2.1.2 Postępowanie z odpadami



## 2.2 Oznakowanie CE

### 2.2.1 Zgodność i Znakowanie CE

#### Co to jest Zgodność i Znakowanie CE?

Celem znakowania CE jest uniknięcie technicznych przeszkód w handlu w obrębie EFTA i UE. Unia Europejska wprowadziła znak CE jako prosty sposób potwierdzenia zgodności produktu z odpowiednimi dyrektywami UE. Znak CE nic nie mówi o warunkach technicznych, ani o jakości produktu. Przetwornice częstotliwości są regulowane przez trzy dyrektywy UE:

#### Dyrektywa maszynowa (98/37/EWG)

Dyrektywa maszynowa z 1 stycznia 1995 roku obejmuje wszystkie maszyny o krytycznych ruchomych częściach. Ponieważ przetwornica częstotliwości jest w przeważającym stopniu urządzeniem elektrycznym, nie podlega ona dyrektywie maszynowej. Jeśli jednak zadaniem przetwornicy częstotliwości jest praca w maszynie, dostarczamy informacje na temat aspektów bezpieczeństwa, odnoszących się do przetwornicy częstotliwości. Informacje te są w postaci deklaracji producenta.

#### Dyrektywa niskonapięciowa (73/23/EWG)

Zgodnie z dyrektywą niskonapięciową z 1 stycznia 1997 przetwornice częstotliwości powinny być opatrzone znakiem CE. Ta dyrektywa dotyczy wszystkich urządzeń elektrycznych używanych w zakresach napięcia 50 - 1000 V AC i 75 - 1500 V DC. Danfoss umieszcza znaki CE zgodnie z tą dyrektywą, a na żądanie wystawia deklarację zgodności.

#### Dyrektywa EMC (89/336/EWG)

EMC pochodzi od słów "kompatybilność elektromagnetyczna". Występowanie kompatybilności elektromagnetycznej oznacza, że wzajemne zakłócenia między różnymi komponentami/urządzeniami nie wpływają na sposób ich pracy.

Dyrektywa EMC obowiązuje od 1 stycznia 1996 roku. Danfoss umieszcza znaki CE zgodnie z tą dyrektywą, a na żądanie wystawia deklarację zgodności. Sposób instalacji zgodnej z wymogami EMC został przedstawiony w niniejszych Zaleceniach projektowych. Ponadto informujemy, z jakimi normami są zgodne nasze produkty. Oferujemy filtry przedstawione w warunkach technicznych i świadczymy innego rodzaju pomoc, aby zapewnić optymalną zgodność z wymogami EMC.

przetwornica częstotliwości jest najczęściej używana przez specjalistów z branży jako komponent złożony, który stanowi część większego urządzenia, systemu lub instalacji. Należy zauważyć, że odpowiedzialność za ostateczne właściwości EMC urządzenia, systemu lub instalacji spoczywa na instalatorze.

### 2.2.2 Zakres

Unijne *Wytyczne stosowania dyrektywy rady 89/336/EWG* obejmują trzy typowe sytuacje, w których używana jest przetwornica częstotliwości. Zakres EMC i znakowanie CE zostały przedstawione poniżej.

1. przetwornica częstotliwości są sprzedawane bezpośrednio użytkownikom końcowym. Można przetwornica częstotliwości nabyć na przykład w marketach budowlanych. Użytkownik końcowy jest laikiem; instaluje przetwornica częstotliwości samodzielnie, aby używać jej z maszyną do majsterkowania, urządzeniem kuchennym, itd. Do takich zastosowań przetwornica częstotliwości powinna zostać opatrzona znakiem CE zgodnie z dyrektywą EMC.
2. przetwornica częstotliwości są sprzedawane do montażu w instalacjach, które są konstruowane przez specjalistów z danej branży. Mogą to być instalacje produkcyjne lub grzewcze/wentylacyjne, zaprojektowane i zmontowane przez specjalistów. W takim przypadku ani przetwornica częstotliwości, ani gotowa instalacja nie muszą być opatrzone znakiem CE zgodnie z dyrektywą EMC. Urządzenie powinno jednak spełniać podstawowe wymogi dyrektywy EMC. Jest to zapewnione poprzez stosowanie komponentów, urządzeń i układów opatrzonych znakiem CE według dyrektywy EMC.
3. przetwornica częstotliwości są sprzedawane jako część kompletnego systemu, System jest sprzedawany jako całość i może to być np. instalacja klimatyzacyjna. Kompletny system musi być opatrzony znakiem CE zgodnie z dyrektywą EMC. Producent może zapewnić znakowanie CE według dyrektywy EMC, używając komponentów ze znakiem CE lub sprawdzając zgodność układu z wymogami EMC. Jeśli zdecyduje się użyć tylko elementów ze znakiem CE, nie musi sprawdzać zgodności całego systemu.

### 2.2.3 Przetwornica częstotliwości firmy Danfoss i oznakowanie CE

Znakowanie CE jest przydatne, kiedy jest używane zgodnie z jego pierwotnym celem, tzn. żeby ułatwić handel w obrębie UE i EFTA.

Jednak może ono dotyczyć wielu różnych warunków technicznych, Dlatego należy sprawdzić, czego dany znak CE konkretnie dotyczy.

Uwzględniane warunki techniczne mogą się bardzo różnić, w związku z czym znak CE może dostarczać instalatorowi błędne poczucie bezpieczeństwa, kiedy używa przetwornica częstotliwości jako elementu składowego danego systemu lub urządzenia.

Firma Danfoss umieszcza znak CE na przetwornicach częstotliwości zgodnie z dyrektywą niskonapięciową. Oznacza to, że jeśli przetwornica częstotliwości zostanie zainstalowana prawidłowo, gwarantujemy zgodność z dyrektywą niskonapięciową. Firma Danfoss wystawia deklarację zgodności, która potwierdza zgodność naszego znakowania CE z dyrektywą niskonapięciową.

Znak CE dotyczy również dyrektywy EMC pod warunkiem, że są przestrzegane instrukcje poprawnej instalacji i filtrowania wg EMC. Na tej podstawie wystawiana jest deklaracja zgodności z dyrektywą EMC.

Zalecenia projektowe zawierają szczegółowe instrukcje instalacji, aby zapewnić poprawną instalację wg EMC. Ponadto, firma Danfoss określa, z czym są zgodne nasze różne produkty.

Firma Danfoss udziela innego rodzaju pomocy w uzyskaniu maksymalnej zgodności z EMC.

#### 2.2.4 Zgodność z dyrektywą EMC 89/336/EWG

Jak wspomniano powyżej, przetwornica częstotliwości jest głównie używana przez specjalistów z branży jako komponent złożony, który stanowi część większego urządzenia, systemu lub instalacji. Należy zauważyć, że odpowiedzialność za ostateczne właściwości EMC urządzenia, systemu lub instalacji spoczywa na instalatorze. Jako pomoc dla instalatorów, firma Danfoss przygotowała wskazówki instalacyjne EMC dla systemu napędowego. Normy i poziomy testowe określone dla systemów napędowych są spełnione pod warunkiem przestrzegania instrukcji instalacji poprawnej wg EMC – patrz dział *Odporność EMC*.

przetwornica częstotliwości została zaprojektowana, aby spełniać wymagania normy 60068-2-3, EN 50178 pkt. 9.4.2.2. przy 50°C.

### 2.3 Środowiska agresywne

przetwornica częstotliwości zawiera dużą liczbę elementów mechanicznych i elektronicznych. Wszystkie są w pewnym stopniu podatne na wpływy środowiska.

## UWAGA

**Nie należy instalować przetwornica częstotliwości w miejscach, gdzie unoszą się w powietrzu ciecze, cząsteczki lub gazy, które mogą oddziaływać na pracę elementów elektronicznych lub je uszkodzić. Niepodjęcie niezbędnych środków zabezpieczających zwiększa ryzyko wystąpienia przestoju, przyczyniając się do skrócenia okresu eksploatacji przetwornica częstotliwości.**

Ciecze mogą być przenoszone w powietrzu i skraplać się w przetwornica częstotliwości, powodując korozję metalowych elementów i części. Para, olej i słona woda mogą powodować korozję metalowych elementów i części. W takich środowiskach należy stosować sprzęt o klasie ochrony obudowy IP 54. Jako zabezpieczenie dodatkowe można zamówić płytki drukowane z pokryciem.

Unoszące się w powietrzu cząsteczki (np. kurz) mogą powodować uszkodzenia mechaniczne, elektryczne lub termiczne w przetwornica częstotliwości. Typowe oznaki nadmiernej ilości unoszących się w powietrzu cząsteczek to kurz unoszący się wokół wentylatora przetwornica częstotliwości. W środowiskach o bardzo dużej ilości kurzu należy stosować sprzęt o klasie ochrony IP 54 lub szafy do sprzętu IP 20/TYP 1.

W środowiskach o wysokiej temperaturze i wilgotności, gazy korozyjne takie jak siarka, azot i związki chloru wywołują procesy chemiczne na elementach przetwornica częstotliwości.

Takie reakcje chemiczne szybko oddziałują i uszkadzają elementy elektroniczne. W takich środowiskach należy instalować sprzęt w szafach, zapewniających dopływ świeżego powietrza i chroniących przetwornica częstotliwości przed działaniem gazów agresywnych. Dodatkowym zabezpieczeniem w takich miejscach jest powłoka płytek z obwodami drukowanymi, którą można zamówić dodatkowo.

## WAŻNE

**Montowanie przetwornic częstotliwości w środowiskach agresywnych zwiększa ryzyko wystąpienia przestoju i skraca okres eksploatacji przetwornica częstotliwości.**

Przed zainstalowaniem przetwornica częstotliwości, należy sprawdzić, czy otoczeniu występują ciecze, cząsteczki i gazy. W tym celu należy przyjrzeć się istniejącym instalacjom w danym środowisku. Typowe oznaki szkodliwych, unoszących się w powietrzu cieczy to woda lub olej na częściach metalowych lub korozja takich części.

Nadmiar cząsteczek kurzu często występuje na szafach montażowych i istniejących instalacjach elektrycznych. Jedną z oznak występowania w powietrzu agresywnych

gazów jest pociemnienie szyn miedzianych i końcówek kabli w istniejących instalacjach.

## 2.4 Wibracje i wstrząsy

przetwornica częstotliwości została przetestowana zgodnie z procedurą opartą o następujące normy:

przetwornica częstotliwości spełnia wymogi dla urządzeń montowanych na ścianach i podłogach w budynkach produkcyjnych oraz na panelach przykręcanych do ścian lub podłóg.

IEC/EN 60068-2-6:	Wibracje (sinusoidalne) - 1970
IEC/EN 60068-2-64:	Wibracje, losowe szerokopasmowe

## 2.5 Zalety

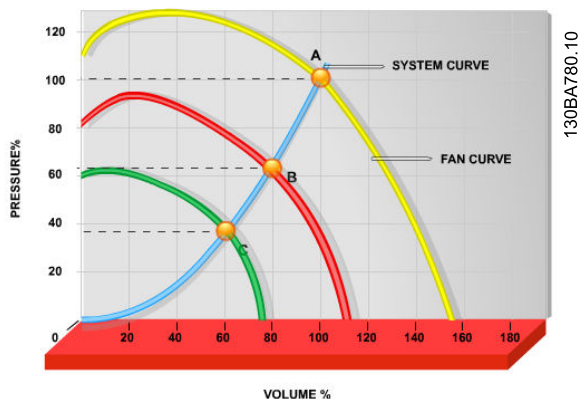
### 2.5.1 Dlaczego do sterowania wentylatorami i pompami potrzebna jest Przetwornica częstotliwości?

przetwornica częstotliwości wykorzystuje fakt, że wentylatory i pompy odśrodkowe działają zgodnie z prawami proporcjonalności dla tego typu wentylatorów i pomp. Więcej informacji znajduje się w 2.5.3 *Przykład uzyskiwanej oszczędności energii*.

### 2.5.2 Wielka zaleta – oszczędzanie energii

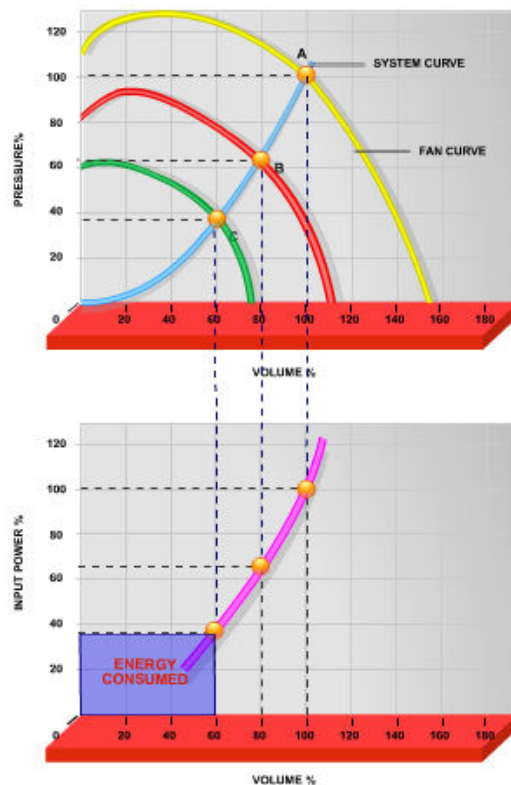
Wielką zaletą korzystania z przetwornica częstotliwości w celu sterowania prędkością działania wentylatorów i pomp jest oszczędność energii.

W porównaniu z alternatywnymi systemami i technologiami sterowania, przetwornica częstotliwości to optymalny system sterowania zużyciem energii, wykorzystywany w sterowaniu systemami wentylatorów i pomp.



130BA780.10

Ilustracja 2.1 Wykres przedstawia krzywe wentylatorów (A, B i C) dla zwiększonej wielkości wentylatorów.



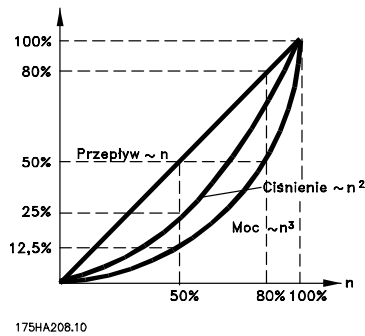
130BA781.10

Ilustracja 2.2 Stosowanie przetwornica częstotliwości w celu ograniczenia wydajności wentylatora do 60% pozwala zaoszczędzić ponad 50% energii w typowych aplikacjach.

### 2.5.3 Przykład uzyskiwanej oszczędności energii

Jak przedstawiono w Ilustracja 2.3, przepływ jest regulowany zmianą wartości obr/min. Poprzez zmniejszenie prędkości znamionowej tylko o 20% przepływ także zostaje zmniejszony o 20%. Dzieje się tak, ponieważ przepływ jest wprost proporcjonalny do wartości obr/min. Zużycie energii elektrycznej jest jednak obniżone o 50%. Jeśli dany system musi tylko być w stanie zapewniać przepływ o wielkości 100% kilka dni w roku, a jego średni przepływ jest poniżej 80% dla pozostałej części roku, ilość zaoszczędzonej energii przekracza nawet 50%.

Prawa proporcjonalności	
<i>Ilustracja 2.3</i> opisuje wpływ przepływu, ciśnienia i poboru mocy na obr/min.	
Q = przepływ	P = moc
Q <sub>1</sub> = Przepływ znamionowy	P <sub>1</sub> = Moc znamionowa
Q <sub>2</sub> = Zmniejszony przepływ	P <sub>2</sub> = Zmniejszona moc
H = Ciśnienie	n = Regulacja prędkości
H <sub>1</sub> = Ciśnienie znamionowe	n <sub>1</sub> = Prędkość znamionowa
H <sub>2</sub> = Zmniejszone ciśnienie	n <sub>2</sub> = Zmniejszona prędkość



Ilustracja 2.3 Prawa proporcjonalności

$$\text{Przepływ} : \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

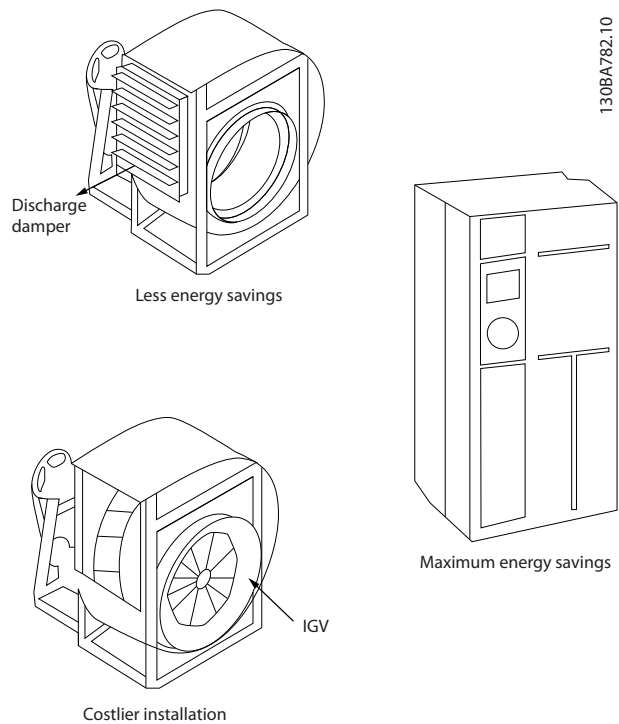
$$\text{Ciśnienie} : \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\text{Moc} : \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

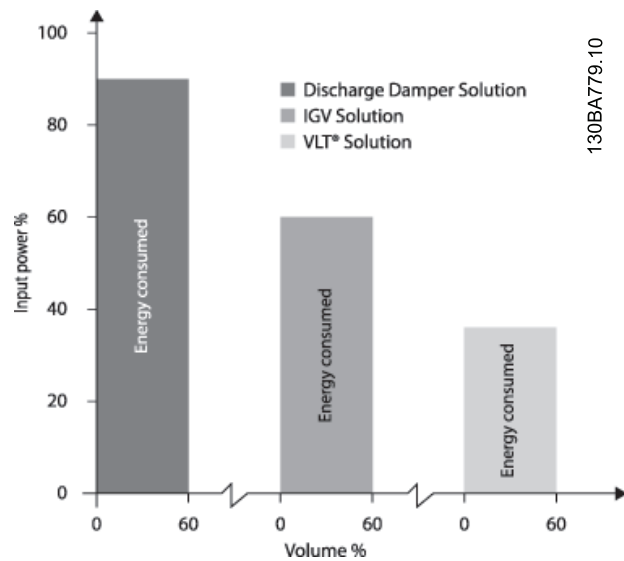
### 2.5.4 Porównanie uzyskiwanej oszczędności energii

przetwornica częstotliwości firmy Danfoss pozwala na znaczną oszczędność energii w porównaniu z tradycyjnymi rozwiązaniami energooszczędnymi. Jest to możliwe, ponieważ przetwornica częstotliwości może sterować prędkością wentylatora w zależności od obciążenia termicznego systemu oraz dzięki temu, że przetwornica częstotliwości ma wbudowane urządzenie umożliwiające przetwornica częstotliwości pracę jako element systemu zarządzania budynkiem (BMS).

Ilustracja 2.5 przedstawia typową oszczędność energii uzyskiwaną za pomocą 3 znanych rozwiązań po zmniejszeniu wielkości wentylatora do np. 60%. Z wykresu widać, że w typowych aplikacjach można uzyskać oszczędność energii przekraczającą 50%.



Ilustracja 2.4 Trzy powszeche systemy energooszczędne



Ilustracja 2.5 Oszczędność energii

Tłumiki wyładowania ograniczają w niewielkim stopniu pobór mocy. Dolotowe wentylatory z łopatkami kierowanymi gwarantują redukcję pomocy mocy o 40% lecz ich instalacja jest kosztowna. Rozwiązanie przetwornica częstotliwości firmy Danfoss ogranicza pobór mocy o ponad 50% i jest łatwe w montażu.

### 2.5.5 Przykład ze zmiennym przepływem przez okres 1 roku

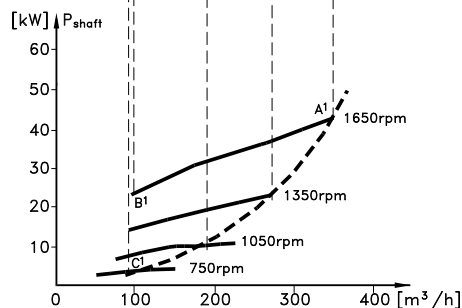
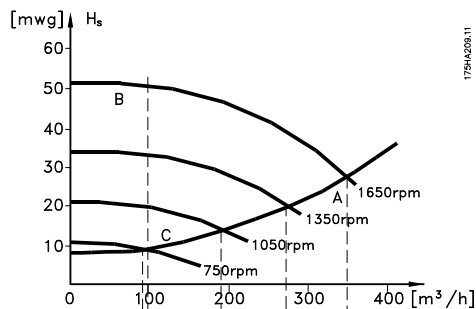
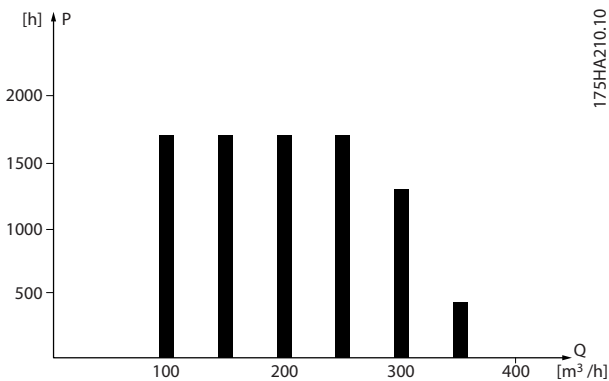
Poniższy przykład został obliczony na podstawie charakterystyk pompy uzyskanych z arkusza danych technicznych pompy.

Uzyskane wyniki wskazują na uzyskanie ponad 50% oszczędności energii w danym roku rozkładu przepływu. Okres zwrotu zależy od ceny 1 kWh i ceny przetwornica częstotliwości. W tym przykładzie wynosi on mniej niż rok w porównaniu z zaworami i stałą prędkością.

#### Oszczędność energii

$P_{\text{wał}} = P_{\text{moc}}$  na wale

Dystrybucja przepływu przez okres 1 roku



m³/h	Dystrybucja		Regulacja zaworem		Sterowanie Przetwornica częstotliwości	
	%	Godziny	Pobór	mocy	Moc	mocy
			A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	kWh	A <sub>1</sub> - C <sub>1</sub>	kWh
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
Σ	100	8760		275,064		26,801

### 2.5.6 Lepsze sterowanie

Jeśli przetwornica częstotliwości używana jest do sterowania przepływem lub ciśnieniem systemu, uzyskuje się lepsze wyniki sterowania.

przetwornica częstotliwości może zmieniać prędkość wentylatora bądź pompy, co zapewnia zmienne sterowanie przepływem i ciśnieniem.

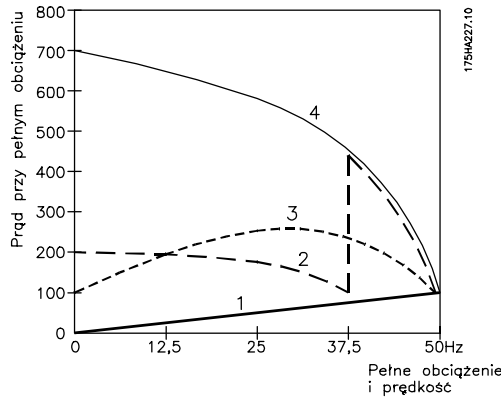
Ponadto, przetwornica częstotliwości może w krótkim czasie dostosować prędkość wentylatora lub pompy do nowych warunków przepływu lub ciśnienia w systemie. Proste sterowanie procesem (Przepływ, Poziom lub Ciśnienie) za pomocą wbudowanego sterowania PI.

### 2.5.7 Rozruch w układzie gwiazda/trójkąt lub softstart nie są już potrzebne

W wielu krajach, przy uruchamianiu większych silników, należy korzystać z urządzeń ograniczających prąd startowy. W bardziej tradycyjnych systemach wykorzystywany jest rozrusznik w układzie gwiazda/trójkąt lub softstart. Urządzenia te nie są potrzebne w systemach z przetwornica częstotliwości.

2

Poniższy rysunek pokazuje, że przetwornica częstotliwości nie zużywa więcej prądu niż wartość prądu znamionowego.



1. Przetwornica częstotliwości VLT® Micro Drive FC 51
2. Rozrusznik w układzie gwiazda/trójkąt
3. Softstart
4. Start bezpośrednio z zasilania

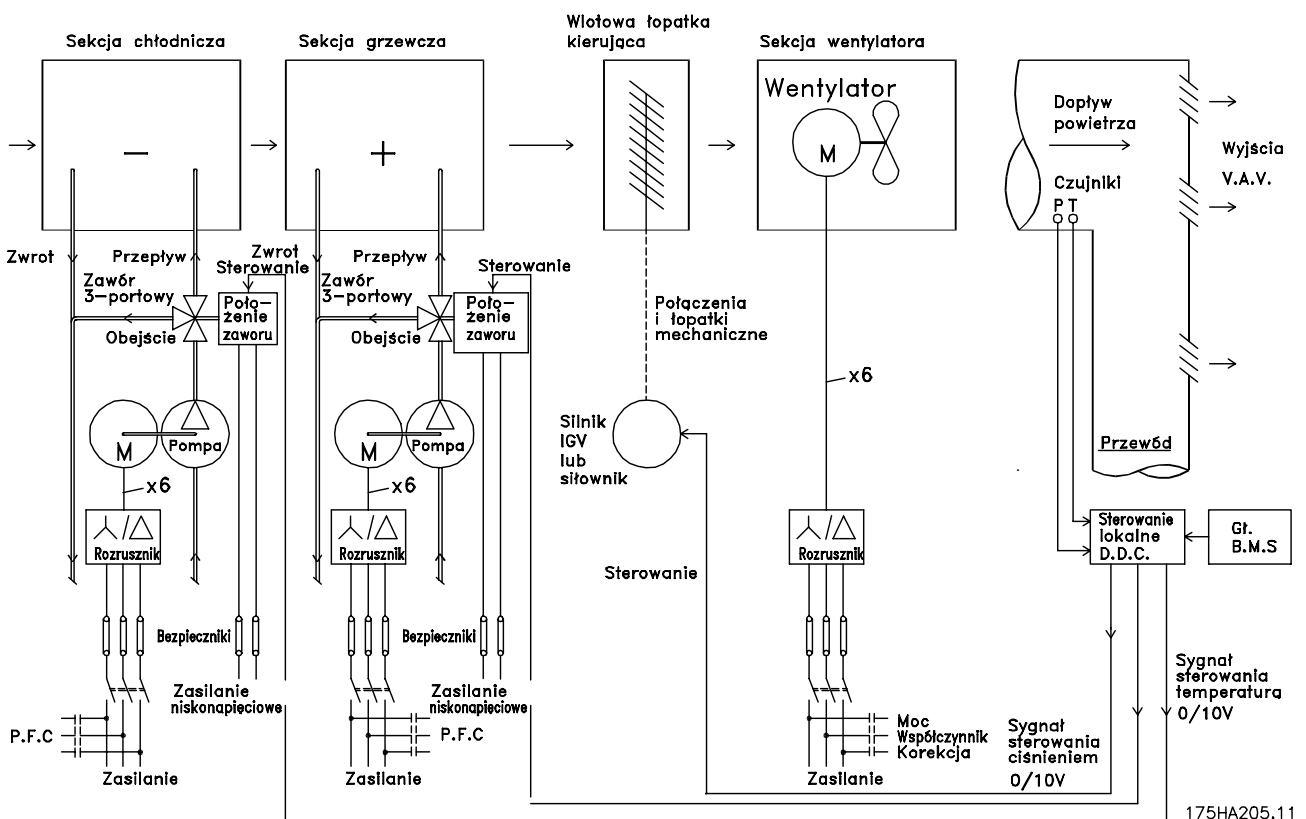
### 2.5.8 Używanie Przetwornica częstotliwości to oszczędność pieniędzy

Przykład podany na kolejnej stronie pokazuje, że w systemach z przetwornica częstotliwości nie ma potrzeby stosowania wielu urządzeń. Można obliczyć koszt montażu dwóch różnych systemów. W przykładzie na kolejnej stronie oba stworzone systemy mają zbliżone ceny.

### 2.5.9 Bez Przetwornica częstotliwości

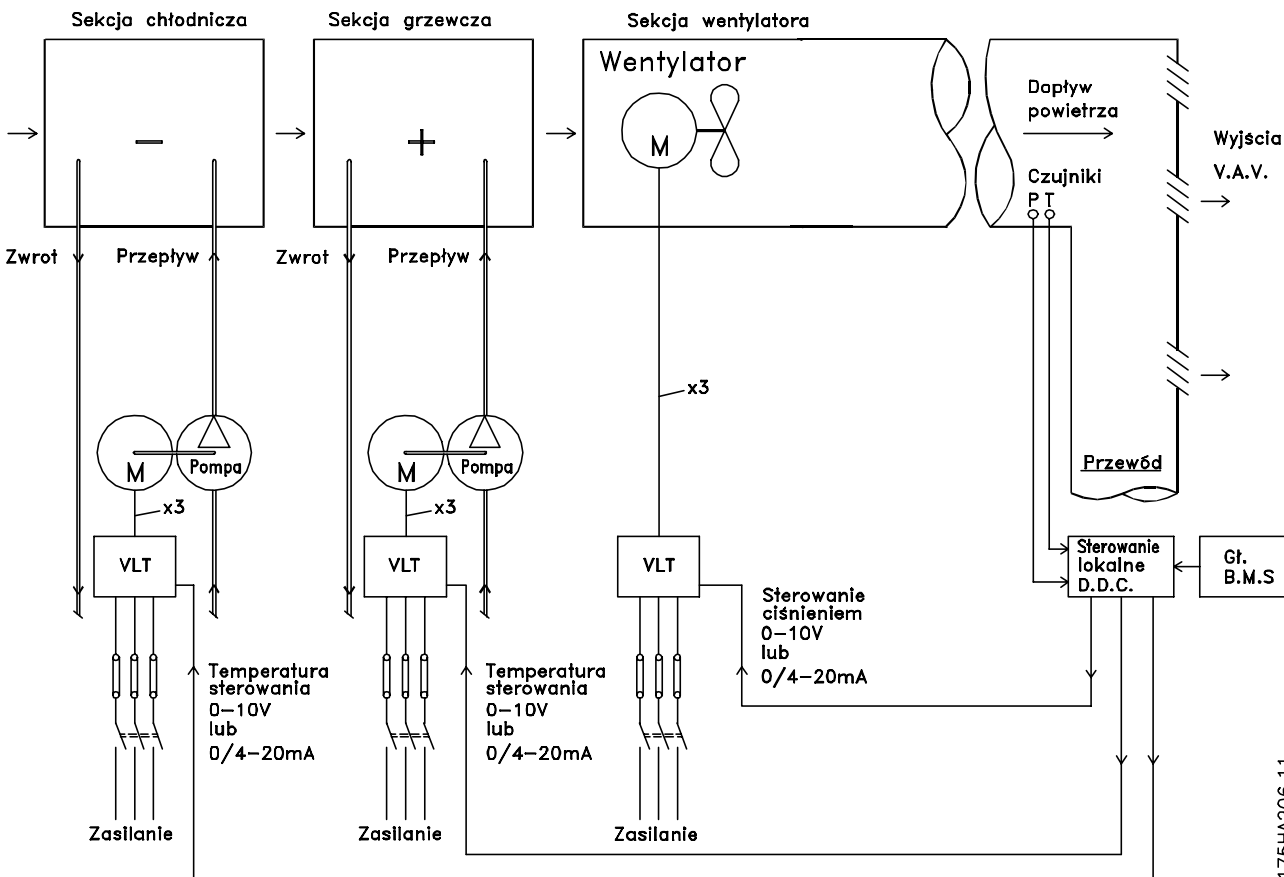
D.D.C.	=	Direct Digital Control (Bezpośrednie sterowanie cyfrowe)	E.M.S.	=	Energy Management System (System zarządzania energią)
V.A.V.	=	Zmienna objętość powietrza			
Czujnik P	=	Ciśnienie	Czujnik T	=	Temperatura

Tabela 2.1 System wentylatorów wykonany w tradycyjny sposób





2.5.10 Z Przetwornica częstotliwości



Ilustracja 2.6 System wentylatorów sterowany przez przetwornice częstotliwości

2

175HA206.11

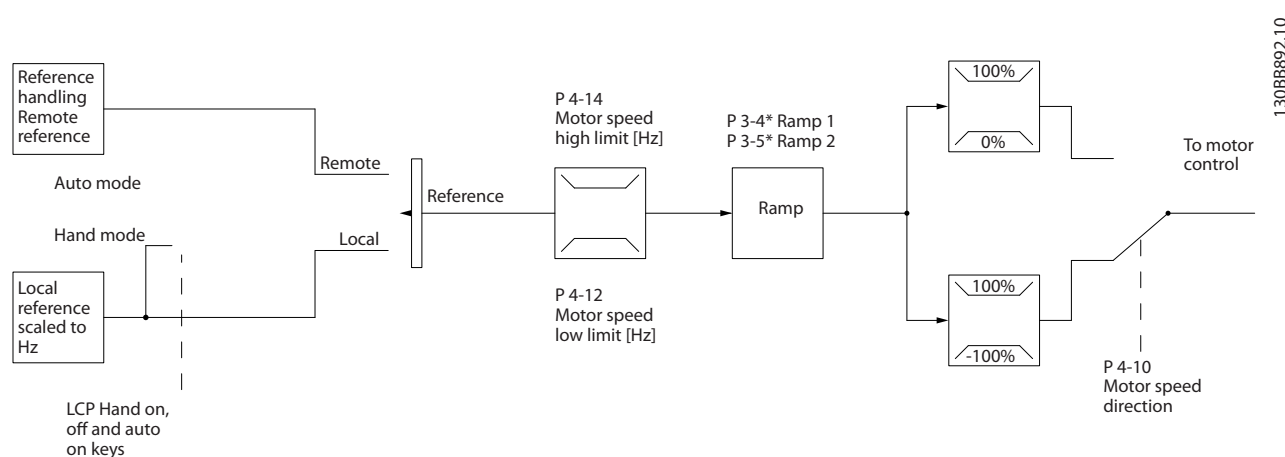
## 3 Wprowadzenie do przetwornicy częstotliwości VLT Micro

### 3

### 3.1 Struktura sterowania

W 1-00 Configuration Mode można wybrać czy ma być stosowana pętla otwarta czy też zamknięta.

#### 3.1.1 Pętla otwarta struktury sterowania



Ilustracja 3.1 Struktura pętli otwartej

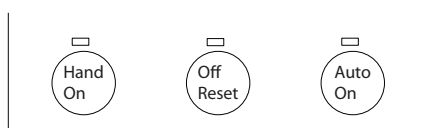
W trybie konfiguracji przedstawionej w Ilustracja 3.1, 1-00 Configuration Mode został ustawiony na pętlę otwartą [0].

Wypadkowa wartość zadana z systemu obsługi wartości zadanych lub lokalna wartość zadana jest otrzymywana i pobierana przez ograniczenie rozpędzania/zatrzymania i ograniczenie prędkości przed wysłaniem do sterowania silnika. Moc wyjściowa układu sterowania silnika jest następnie ograniczana przez limit częstotliwości maksymalnej.

#### 3.1.2 Regulacja lokalna (Hand On) i zdalna (Auto On)

Przetwornica częstotliwości można obsługiwać ręcznie za pomocą lokalnego panelu sterowania (LCP) lub zdalnie za pomocą wejść analogowych i cyfrowych oraz magistrali szeregowej. Jeśli dozwolone w 0-40 [Hand on] Key on LCP, 0-44 [Off / Reset] Key on LCP i 0-42 [Auto on] Key on LCP, można uruchamiać i zatrzymywać przetwornicę częstotliwości z LCP za pomocą przycisków [Hand On] i [Off/Reset]. Alarmy kasuje się przyciskiem [Off/Reset]. Po naciśnięciu przycisku [Hand On] przetwornica częstotliwości przechodzi w tryb Hand i przyjmuje lokalną wartość zadaną (jako nastawę fabryczną), którą można ustawić za pomocą potencjometru LCP (LCP 12) lub przycisku ze strzałką w górę [▲] i w dół [▼] (LCP11). Potencjometr można wyłączyć w parametrze P6-80. Jeżeli wyłączono potencjometr, wartości zadane można regulować przyciskami strzałek.

Po naciśnięciu przycisku [Auto On] przetwornica częstotliwości przechodzi w tryb Auto i przyjmuje Zdalną wartość zadaną (jako nastawę fabryczną). W tym trybie można sterować przetwornicę częstotliwości za pomocą wejść cyfrowych i RS485. Dodatkowe informacje dotyczące uruchamiania, zatrzymywania, zmiany rozpędzania/zatrzymania, zestawów parametrów, itp. znajdują się w grupie parametrów 5-1\* (wejścia cyfrowe) lub grupie parametrów 8-5\* (komunikacja szeregową).



130BB893.10

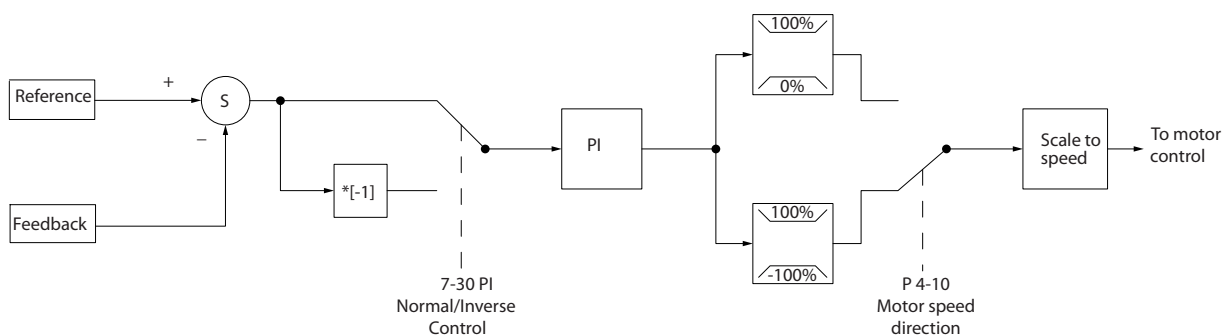
Lokalna wartość zadana wymusi tryb konfiguracji w pętli otwartej niezależnie od ustawień w 1-00 Configuration Mode.

Lokalna wartość zadana zostanie przywrócona po wyłączeniu zasilania.

### 3.1.3 Struktura sterowania pętli zamkniętej

Sterownik wewnętrzny umożliwia włączenie przetwornicy częstotliwości do systemu sterowanego jako jego integralnej części. Przetwornica częstotliwości odbiera sygnał sprzężenia zwrotnego z czujnika w systemie. Wówczas porównuje go z wartością zadaną nastawy i określa czy między oboma sygnałami zachodzi błąd. Następnie w celu wyeliminowania błędu dostosowuje odpowiednio prędkość silnika.

Dla przykładu rozważmy aplikację z pompą, gdzie prędkość pompy ma być sterowana tak, aby ciśnienie statyczne w rurze było stałe. Wymagana wartość ciśnienia statycznego przesyłana jest do przetwornicy częstotliwości jako wartość zadana nastawy. Czujnik ciśnienia statycznego mierzy rzeczywistą wartość ciśnienia statycznego w przewodzie rurowym i przekazuje ją w postaci sygnału sprzężenia zwrotnego do przetwornicy częstotliwości. Jeżeli wartość sygnału sprzężenia zwrotnego przewyższa wartość zadaną nastawy, przetwornica częstotliwości zwolni aby zmniejszyć ciśnienie. Jeżeli natomiast wartość ciśnienia w rurze jest poniżej wartości zadanej nastawy, przetwornica częstotliwości automatycznie przyspieszy aby zwiększyć ciśnienie generowane przez pompę.



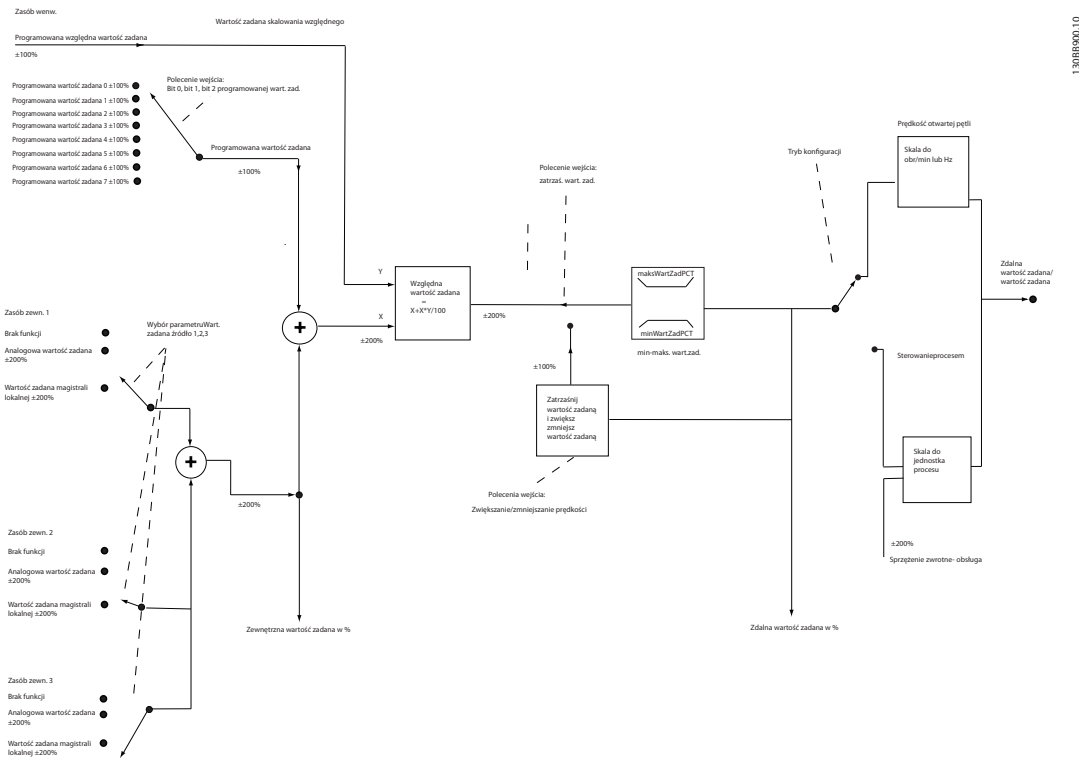
130BB894.11

O ile wartości domyślne sterownika w pętli zamkniętej przetwornicy częstotliwości zwykle dają zadowalającą wydajność pracy, sterowanie systemem może często zoptymalizować regulując wybrane parametry sterownika w pętli zamkniętej.

## 3.1.4 Obsługa wartości zadanych

## Szczegóły operacji w pętli otwartej i zamkniętej.

3



Ilustracja 3.2 Schemat blokowy przedstawiający zdalną wartość zadaną

Zdalna wartość zadaną składa się z

- Programowane wartości zadane
- Zewnętrzne wartości zadane (wartości zadane wejść analogowych i magistrali komunikacji szeregowej)
- Programowana względna wartość zadaną
- Sterowana wartość zadaną sprzężenia zwrotnego

W przetwornicy częstotliwości można zaprogramować 8 różnych programowanych wartości zadanych. Aktywna programowana wartość zadaną wybierana jest za pomocą wejść cyfrowych lub magistrali komunikacji szeregowej. Wartość zadaną może być zadana z zewnątrz, zwykle przez wejście analogowe. Zewnętrzne źródło wybierane jest jednym z 3 parametrów źródła wartości zadanej (3-15 Reference 1 Source, 3-16 Reference 2 Source i 3-17 Reference 3 Source). Wszystkie źródła wartości zadanej i wartość zadaną magistrali są sumowane, zaś jej wynik to całkowita zewnętrzna wartość zadaną. Jako aktywną wartość zadaną można wybrać zewnętrzną wartość zadaną, programowaną wartość zadaną lub ich sumę. Tę wartość zadaną można wreszcie skalować za pomocą 3-14 Preset Relative Reference.

Skalowana wartość zadaną obliczana jest następująco:  $Wartość\ zadaną = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$

Gdzie X to zewnętrzna wartość zadaną, programowana wartość zadaną lub ich suma, zaś Y to 3-14 Preset Relative Reference w [%].

Jeżeli Y, 3-14 Preset Relative Reference jest ustawiona na 0%, wartość zadaną nie ulegnie zmianie pod wpływem skalowania.

## 3.2 Ogólne aspekty EMC

### 3.2.1 Ogólne aspekty emisji EMC

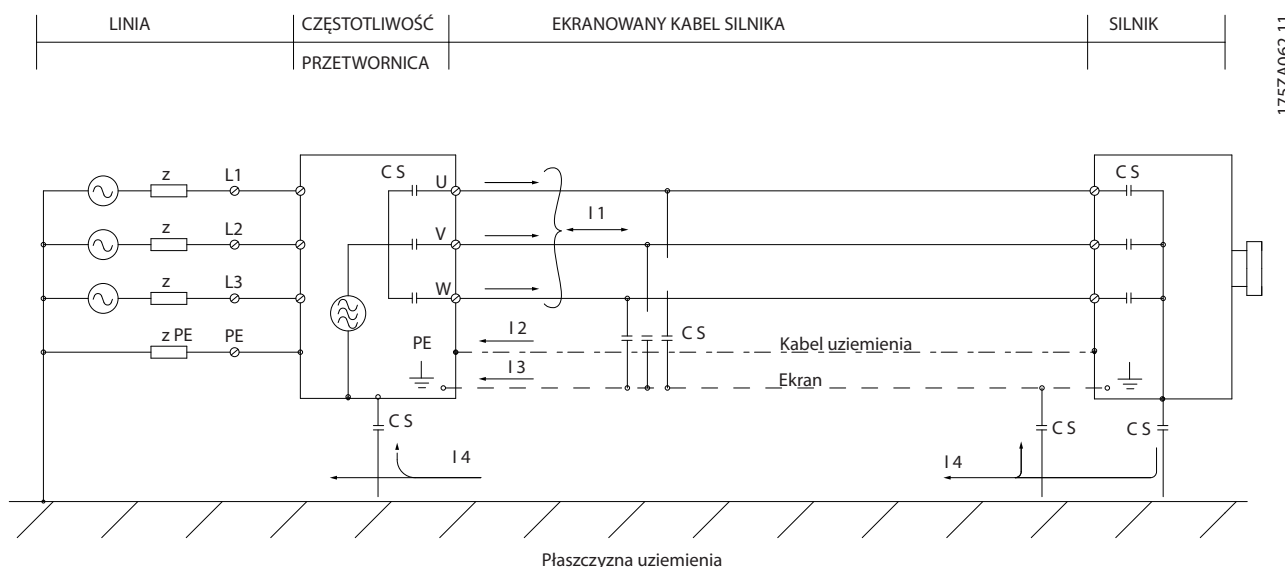
Zakłócenie elektryczne jest zwykle spowodowane przy częstotliwości w zakresie od 150 kHz do 30 MHz. Zakłócenie przenoszone w powietrzu z przetwornica częstotliwości w zakresie od 30 MHz do 1 GHz jest generowane przez inwerter, kabel silnika i silnik.

Jak pokazano na *Ilustracja 3.3*, prądy pojemnościowe w kablu silnika połączone z wysokim  $dU/dt$  napięcia silnika generują prądy upływowe.

Zastosowanie ekranowanego kabla silnika zwiększa prąd upływowy (patrz *Ilustracja 3.3*), ponieważ kable ekranowane mają większą pojemność doziemną, niż kable nieekranowane. Jeśli prąd upływowy nie jest filtrowany, będzie powodował większe zakłócenia w zasilaniu w zakresie częstotliwości radiowej poniżej ok. 5 MHz. Ponieważ prąd upływowy ( $I_1$ ) jest przenoszony z powrotem do urządzenia przez ekran ( $I_3$ ), w zasadzie występuje tylko niewielkie pole elektromagnetyczne ( $I_4$ ) z ekranowanego kabla silnika, jak pokazano na rysunku poniżej.

Ekran redukuje rozchodzące się zakłócenia, ale zwiększa zakłócenia o małej częstotliwości w zasilaniu. Ekran kabla silnika powinien być połączony z obudową przetwornica częstotliwości oraz z obudową silnika. Najlepiej nadają się do tego zaciski zintegrowane z ekranem, które zapobiegają skręcaniu się końcówek ekranu (skręcone odcinki oplotu ekranu lub przewodu wielożyłowego). Powoduje to wzrost impedancji ekranu przy wyższych częstotliwościach, co z kolei ogranicza działanie ekranu i zwiększa prąd upływowy ( $I_4$ ).

Jeśli kabel ekranowany zostanie użyty w przypadku magistrali komunikacyjnej, przekaźnika, przewodu sterującego, interfejsu sygnałowego i hamulca, obie końcówki ekranu należy przymocować do obudowy. Jednak w niektórych przypadkach będzie konieczne przerwanie ekranu, aby zapobiec powstawaniu pętli prądowych.



**Ilustracja 3.3** Okoliczności powstawania prądów upływowych

Jeśli ekran ma zostać umieszczony na płycie montażowej przetwornica częstotliwości, płytę montażową należy wykonać z metalu, ponieważ prądy ekranu powinny zostać odprowadzone z powrotem do urządzenia. Ponadto, należy zapewnić dobry kontakt elektryczny między płytą montażową a obudową przetwornica częstotliwości poprzez wkręty montażowe.

W wyniku zastosowania kabli nieekranowanych nie zostaną spełnione niektóre wymagania dotyczące emisji, choć wymagania dotyczące odporności zostaną zachowane.

Aby ograniczyć poziom zakłóceń z całego systemu (urządzenie + instalacja), należy maksymalnie skrócić kable silnika i hamulca. Należy unikać układania kabli wrażliwych na poziom sygnału wzdłuż kabli silnika i hamulca. Zakłócenia radiowe przekraczające 50 MHz (przenoszone w powietrzu) są generowane szczególnie przez elektronikę sterowania. Więcej informacji o EMC przedstawiono w .

### 3.2.2 Wymagania dotyczące emisji

Zgodnie z normą dla produktów objętych wymaganiami dot. kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) dla elektrycznych układów napędowych mocy o regulowanej prędkości, tj. EN/IEC 61800-3:2004, wymagania zależą od przeznaczenia przetwornica częstotliwości. W normie dla produktów EMC określono cztery kategorie. Objasnienia 4 kategorii oraz wymagania dla emisji przewodzonych w napięciu zasilania przedstawiono w Tabeli 3.1.

Kategoria	Objaśnienie	Wymagania dotyczące emisji przewodzonych zgodnie z wartościami granicznymi w EN 55011
C1	Przetwornice częstotliwości instalowane w pierwszym środowisku (dom i biuro) o napięciu zasilania poniżej 1000 V.	Klasa B
C2	Przetwornice częstotliwości instalowane w pierwszym środowisku (dom i biuro) o napięciu zasilania poniżej 1000 V, które nie są urządzeniami wtykowymi lub mobilnymi, lecz przeznaczonymi do montażu i rozruchu przez specjalistów.	Klasa A, grupa 1
C3	Przetwornice częstotliwości instalowane w drugim środowisku (przemysłowym) o napięciu zasilania poniżej 1000 V.	Klasa A, grupa 2
C4	Przetwornice częstotliwości instalowane w drugim środowisku (przemysłowym) o napięciu zasilania równym lub wyższym od 1000 V, bądź znamionowym natężeniu prądu równym lub wyższym od 400 A, lub przeznaczone do eksploatacji w systemach złożonych.	Brak linii granicznej. Należy opracować plan EMC dla urządzenia.

Tabela 3.1 Wymagania dotyczące emisji

W przypadku stosowania norm ogólnych emisji, przetwornice częstotliwości muszą spełniać następujące ograniczenia

Środowisko	Norma ogólna	Wymagania dotyczące emisji przewodzonych zgodnie z wartościami granicznymi w EN 55011
Pierwsze środowisko (dom i biuro)	EN/IEC 61000-6-3 Norma emisji dla środowiska mieszkalnego, komercyjnego i przemysłu lekkiego.	Klasa B
Drugie środowisko (środowisko przemysłowe)	EN/IEC 61000-6-4 Norma emisji dla środowiska przemysłowego.	Klasa A, grupa 1

### 3.2.3 Wyniki testów EMC (emisja)

Typ przetwornicy	Emisja przewodzona. Maksymalna długość kabla ekranowanego						Emisja promieniowana			
	Środowisko przemysłowe				Budownictwo, handel i przemysł lekki		Środowisko przemysłowe			
	EN 55011 Klasa A2		EN 55011 Klasa A1		EN 55011 Klasa B		EN 55011 Klasa A2		EN 55011 Klasa A1	
	Bez filtra zewnętrznego	Z filtrem zewnętrznym	Bez filtra zewnętrznego	Z filtrem zewnętrznym	Bez filtra zewnętrznego	Z filtrem zewnętrznym	Bez filtra zewnętrznego	Z filtrem zewnętrznym	Bez filtra zewnętrznego	Z filtrem zewnętrznym
≤ 2,2 kW. Pojedyncza faza, 230 V	25 m	-	-	15 m	-	5 m	Tak	-	Brak	Tak
≤ 7,5 kW. Do 500 V AC, trzy fazy	25 m	-	-	15 m	-	-	Tak	-	Brak	Tak
11 kW - 22 kW. Do 500 V AC, trzy fazy	25 m	-	-	15 m	-	-	Tak	-	Brak	Tak

Tabela 3.2 Wyniki testu EMC

### 3.2.4 Wymagania dotyczące emisji harmonicznych

Wyposażenie podłączone do publicznych sieci zasilania.

#### **OSTRZEŻENIE**

Niezgodne, wyłącznie z opcją zasilania

Opcje:	Objaśnienie:
1	IEC/EN 61000-3-2 klasa A dla urządzeń 3-fazowych z równowagą faz (dla urządzeń o zastosowaniach profesjonalnych o mocy całkowitej do 1 kW).
2	IEC/EN 61000-3-12 Urządzenia 16 A - 75 A oraz urządzenia o zastosowaniach profesjonalnych o omocy od 1 kW i do natężenia 16 A na fazie.

### 3.2.5 Wymagania dotyczące odporności

Wymagania dotyczące odporności przetwornic częstotliwości zależą od środowiska ich instalacji. Wymagania dla środowiska przemysłowego są ostrzejsze od wymagań dla środowiska domowego i biurowego. Wszystkie przetwornice częstotliwości Danfoss spełniają wymagania dla środowiska przemysłowego i tym samym spełniają niższe wymagania dla środowiska domowego i biurowego z dużym marginesem bezpieczeństwa.

Elementy składowe izolacji elektrycznej, jak opisano poniżej, również spełniają wymogi, dotyczące większej izolacji i odpowiedniego testu, zgodnie z normą EN 61800-5-1.

Izolacja galwaniczna PELV występuje w 5 punktach (patrz *illustration*):

W celu zachowania PELV wszystkie połączenia podłączone do zacisków sterowania powinny być PELV (np. termistor musi być wzmocniony / podwójnie izolowany od silnika).

## 3.3 Izolacja galwaniczna (PELV)

### 3.3.1 PELV (bardzo niskie napięcie ochronne)

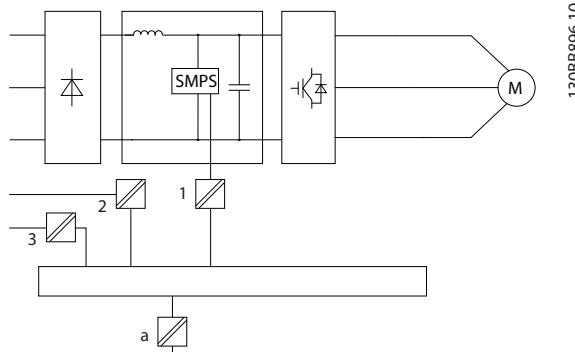
PELV zapewnia ochronę za pomocą bardzo niskiego napięcia. Zabezpieczenie przed porażeniem prądem jest zapewnione pod warunkiem zastosowania zasilania elektrycznego typu PELV oraz wykonania instalacji zgodnie z lokalnymi/krajowymi przepisami dotyczącymi elementów PELV.

Wszystkie zaciski sterowania i zaciski przekaźnikowe 01-03/04-06 są zgodne z PELV (Protective Extra Low Voltage). (Nie dotyczy uziemionej nogi trójkąta powyżej 440 V).

Zapewniona izolacja galwaniczna polega na spełnieniu wymogów dotyczących większej izolacji i zapewnieniu właściwych odległości/dróg upływu. Te wymogi zostały opisane w normie EN 61800-5-1.

#### 0,18-22 kW

1. Zasilanie (zasilacz trybu przełączania)
2. Sprzęgacze optyczne, komunikacja między AOC i MOC
3. Przełączniki niestandardowe



Funkcjonalna izolacja galwaniczna ("a" na rysunku) dotyczy standardowego interfejsu magistrali RS485.

#### **UWAGA**

Montaż na dużych wysokościach:  
Przy wysokościach powyżej 2000 m n.p.m., proszę się skontaktować z Danfoss odnośnie PELV.

### 3.4 Upływ prądu

## ⚠ OSTRZEŻENIE

### CZAS WYŁADOWANIA

Dotknięcie części elektrycznych może być śmiertelne - nawet po odłączeniu urządzenia od zasilania.

Należy pamiętać o odłączeniu pozostałych wejść napięcia, takich jak podział obciążenia (połączenie obwodu pośredniego DC) oraz połączenie silnika w zakresie podtrzymania kinetycznym odzyskiem energii. Przed dotknięciem jakichkolwiek podzespołów elektrycznych należy odczekać przynajmniej czas określony w rozdziale *Środki ostrożności*.

Krótszy okres jest dozwolony jedynie w przypadku, gdy jest on podany na tabliczce znamionowej danego urządzenia.

## WAŻNE

### Prąd upływowy

Upływ prądu z przetwornica częstotliwości przekracza 3,5 mA. Aby zapewnić dobre połączenie mechaniczne kabla uziemienia z przyłączem uziemienia, przekrój poprzeczny kabla musi wynosić przynajmniej 10 mm<sup>2</sup> lub należy zastosować 2 uziemione, zakończone oddzielnie przewody znamionowe.

### Wyłącznik różnicowoprądowy

Ten produkt może powodować powstanie prądu stałego w przewodzie ochronnym. Kiedy wyłącznik różnicowoprądowy (RCD) stosowany jest jako zabezpieczenie dodatkowe, po stronie zasilania tego produktu, należy używać tylko RCD typu B. W przeciwnym razie należy zastosować inne środki ochronne, np. oddzielenie od otoczenia za pomocą izolacji podwójnej lub zbrojonej, lub też odizolowanie systemu zasilania za pomocą transformatora. Patrz również nota aplikacyjna *Zabezpieczenie przed zagrożeniami elektrycznymi MN90G202*.

Uziemienie ochronne przetwornica częstotliwości i zastosowanie wyłączników RCD powinno być zawsze zgodne z przepisami krajowymi i lokalnymi.

### 3.5 Skrajne warunki pracy

#### Zwarcie (Faza silnika – faza)

przetwornica częstotliwości jest zabezpieczona przez zwarciami za pomocą pomiaru prądu w każdej z trzech faz silnika lub w obwodzie pośrednim DC. Zwarcie między dwiema fazami wyjściowymi spowoduje przetężenie w inwerterze. Inwerter zostanie wyłączony oddzielnie w przypadku, gdy zwarcie prądu przekracza dozwoloną wartość (Alarm 16 Wyłączenie awaryjne z blokadą). Aby zabezpieczyć przetwornica częstotliwości przez zwarciami przy podziale obciążenia i wyjściach hamulca, należy postępować według wytycznych projektowych.

#### Przełączanie na wyjściu

Przełączanie na wyjściu między silnikiem i przetwornica częstotliwości jest całkowicie dozwolone. Przełączanie na wyjściu nie może w żaden sposób uszkodzić przetwornica częstotliwości. Jednak mogą pojawić się komunikaty o błędach.

#### Przebieżenie generowane przez silnik

Napięcie w obwodzie pośrednim wzrasta, kiedy silnik pełni funkcję generatora. Dzieje się tak w następujących przypadkach:

1. Obciążenie napędza silnik (przy stałej częstotliwości wyjściowej z przetwornica częstotliwości), tj. obciążenie generuje energię.
2. Podczas zatrzymania („ramp-down”), jeśli moment bezwładności jest wysoki, tarcie jest niskie, a czas hamowania jest zbyt krótki na rozproszenie energii jako utraty w przetwornica częstotliwości, silniku i instalacji.
3. Nieprawidłowe ustawienie kompensacji poślizgu (*1-62 Slip Compensation*) może spowodować wyższe napięcie obwodu DC.

Panel sterowania LCP może próbować poprawić zatrzymanie, jeśli to będzie możliwe (*2-17 Over-voltage Control*).

Inwerter wyłącza się, aby ochronić tranzystory i kondensatory obwodu pośredniego po osiągnięciu pewnego poziomu napięcia.

#### Zwolnienie zasilania

Podczas zwolnienia zasilania przetwornica częstotliwości nadal działa, aż napięcie obwodu pośredniego spadnie poniżej minimalnego poziomu zatrzymania, który wynosi zwykle 15% poniżej najniższego znamionowego napięcia zasilania przetwornicy częstotliwości. Napięcie zasilania przed zwolnieniem i obciążeniem silnika określa, ile potrwa wybieg silnika dla inwertera.



### 3.5.1 Zabezpieczenie termiczne silnika

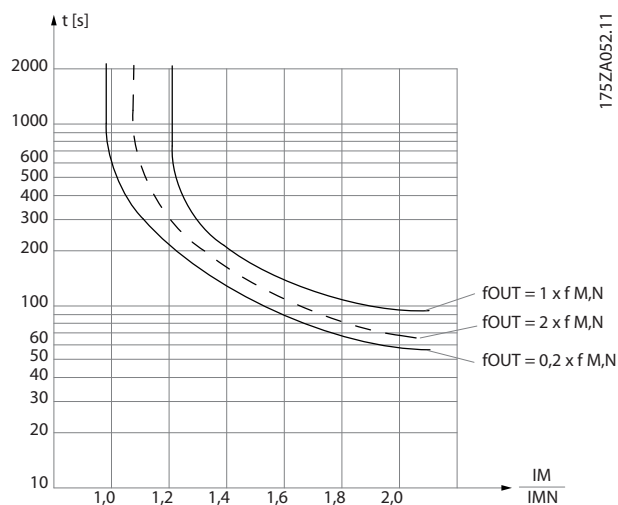
W celu zabezpieczenia zastosowania przed poważnymi uszkodzeniami, oferuje szereg dedykowanych rozwiązań

**Ograniczenie momentu:** Ograniczenie momentu chroni silnik przed przeciążeniem, niezależnie od prędkości. Ograniczenie momentu jest sterowane w *4-16 Ogranicz momentu w trybie silnikow.* i/lub *4-17 Ogranicz momentu w trybie generat.*, zaś czas przed wyłączeniem awaryjnym spowodowanym ostrzeżeniem o ograniczeniu momentu jest sterowany w *14-25 Opóźn. wył. samocz. przy ogr. mom.*

**Ograniczenie prądu:** Ograniczenie prądu jest sterowane w *4-18 Ogr. prądu*, zaś czas przed wyłączeniem awaryjnym spowodowanym ostrzeżeniem o ograniczeniu prądu jest sterowany w *14-24 Opóź. wył. awar. przy ogr. prądu*.

**Minimalne ograniczenie prędkości:** (*4-11 Ogranicz. nis. prędk. silnika [obr/min]* lub *4-12 Ogranicz. nis. prędk. silnika [Hz]*) ogranicza zakres prędkości pracy w przedziale od 30 do 50/60 Hz. Maksymalne ograniczenie prędkości: (*4-13 Ogranicz wys. prędk. silnika [obr/min]* lub *4-19 Maks. częstotliwość wyjś.*) ogranicza maksymalną prędkość wyjściową jaką przetwornica częstotliwości może zapewnić

**ETR (elektroniczny przekaźnik termiczny):** Funkcja ETR przetwornica częstotliwości mierzy rzeczywistą wartość prądu, prędkość i czas, obliczając na ich podstawie temperaturę silnika i tym samym zabezpieczając go przed przeciążeniem termicznym (gdzie generowane jest ostrzeżenie lub wyłączenie awaryjne). Dostępne jest również wejście zewnętrznego termistora. ETR jest funkcją elektroniczną, która symuluje działanie przekaźnika termoparowego na podstawie pomiarów wewnętrznych. Charakterystyka jest przedstawiona *Ilustracja 3.4:*



**Ilustracja 3.4 ETR:** Oś X przedstawia stosunek między  $I_{\text{silnik}}$  oraz znamionową wartością  $I_{\text{silnik}}$ . Oś Y przedstawia czas w sekundach przed zadziałaniem ETR i wyłączeniem awaryjnym przetwornicy częstotliwości. Krzywe przedstawiają charakterystyczną prędkość znamionową, dwukrotność prędkość znamionową oraz iloczyn 0,2 i prędkości znamionowej.

Przy niższych prędkościach ETR odcina silnik przy niższej temperaturze z powodu mniej wydajnego chłodzenia silnika. W ten sposób silnik jest zabezpieczony przed przegrzaniem przy niskiej prędkości. Funkcja ETR oblicza temperaturę silnika na podstawie rzeczywistej wartości prądu i prędkości. Obliczona temperatura jest parametrem odczytywanym w *16-18 Stan termiczny silnika w Przewodniku programowania FC 51 Micro Drive, MG02CXYY.*

## 4 Wybór przetwornicy częstotliwości VLT Micro

### 4.1 Opcje i akcesoria

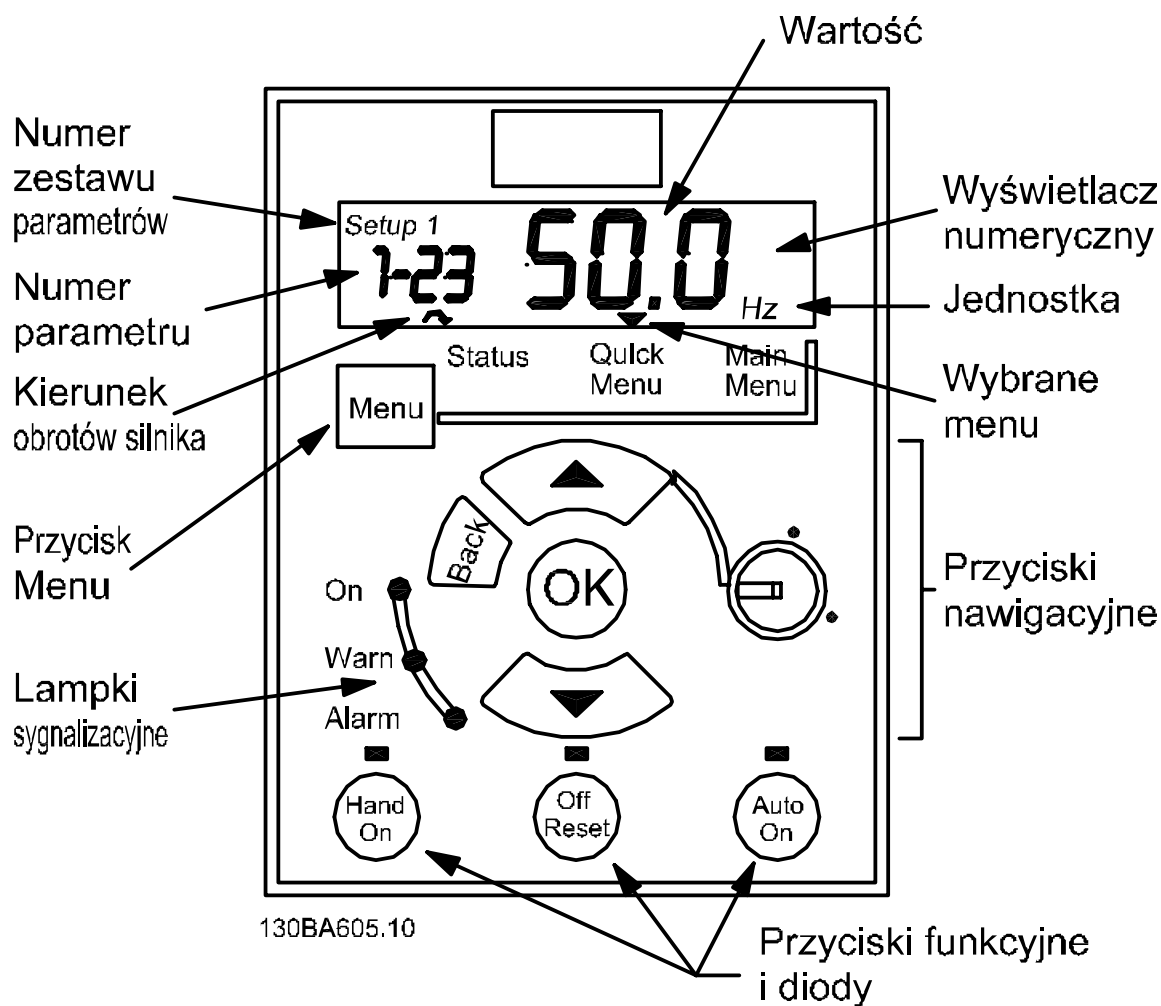
#### 4.1.1 Lokalny panel sterowania (LCP)

4

Szczegółowe informacje na temat programowania znajdują się w *Przewodniku programowania MG02CXYY*, .

przetwornica częstotliwości można również zaprogramować z komputera osobistego poprzez port komunikacyjny RS485 po zainstalowaniu oprogramowania MCT 10 Set-up Software.

Można je zamówić (kod 130B1000) lub pobrać z witryny Danfoss: [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/software-download](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/software-download)



Ilustracja 4.1 Opis LCP przycisków i wyświetlacza

Za pomocą przycisku [MENU] można wybrać następujące menu:

**Status:**

Tylko dla odczytów.

**Szybkie menu:**

Dostęp, odpowiednio, do szybkich menu 1 i 2.

**Menu główne:**

Dostęp do wszystkich parametrów.

**Przyciski nawigacyjne:**

**[Back]:** służy do przechodzenia do poprzedniego kroku lub poziomu w strukturze nawigacji.

**Strzałki [▲] [▼]:** Służą do przechodzenia między grupami parametrów, parametrami oraz ustawieniami w parametrach.

**[OK]:** służy do wyboru parametru i akceptacji wprowadzonych zmian ustawień.

**Przyciski funkcyjne:**

Zapalona żółta lampka nad przyciskiem funkcyjnym oznacza, że jest on aktywny.

**[Hand on]:** uruchamia silnik i włącza sterowanie przetwornica częstotliwości za pomocą LCP.

**[Off/Reset]:** Zatrzymuje silnik (Off). W trybie alarmowym, alarm będzie zresetowany.

**[Auto on]:** przetwornica częstotliwości jest sterowana przez zaciski sterowania lub porty komunikacji szeregowej.

**[Potentiometer] (LCP12):** Potencjometr działa na dwa sposoby, w zależności od trybu pracy przetwornica częstotliwości.

W Trybie Auto potencjometr spełnia funkcję dodatkowego programowalnego wejścia analogowego.

W Trybie Hand on potencjometr steruje lokalną wartością zadaną.

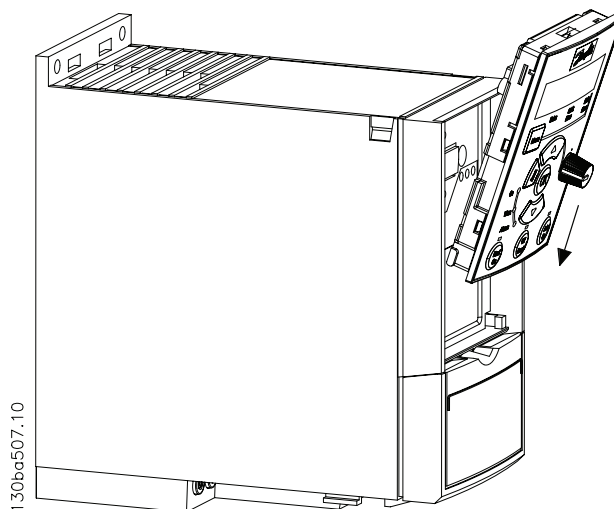
LCP może zostać przeniesiony na przód obudowy przy użyciu zdalnie wbudowanego zestawu. Obudowa to IP55.

Dane techniczne	
Obudowa:	Przód IP55
Maks. długość kabla między i urządzeniem:	3 m
Standard komunikacji:	RS485
Nr zamówieniowy	132B0201

## 4.1.2 Instrukcja montażu LCP w FC 51

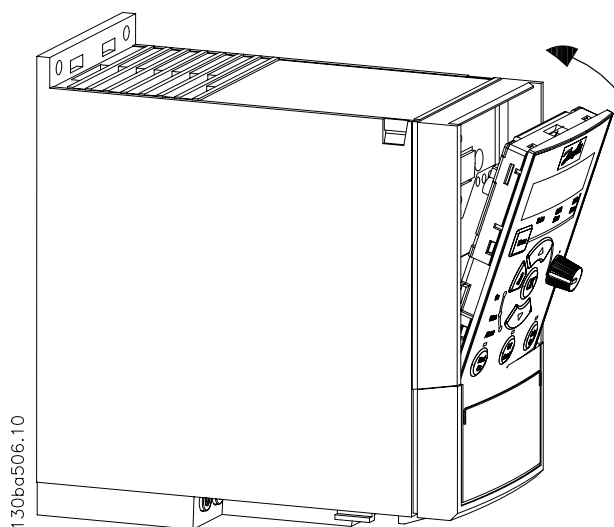
### Krok 1

Ustawić dolną część LCP w przetwornica częstotliwości.



### Krok 2

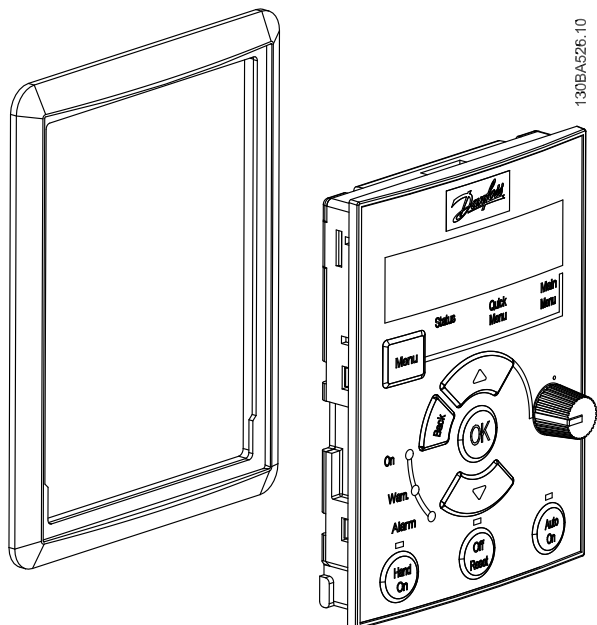
Wcisnąć górną LCP w przetwornica częstotliwości.



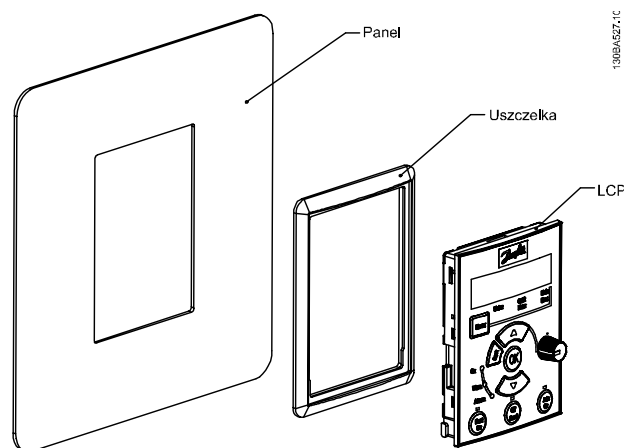
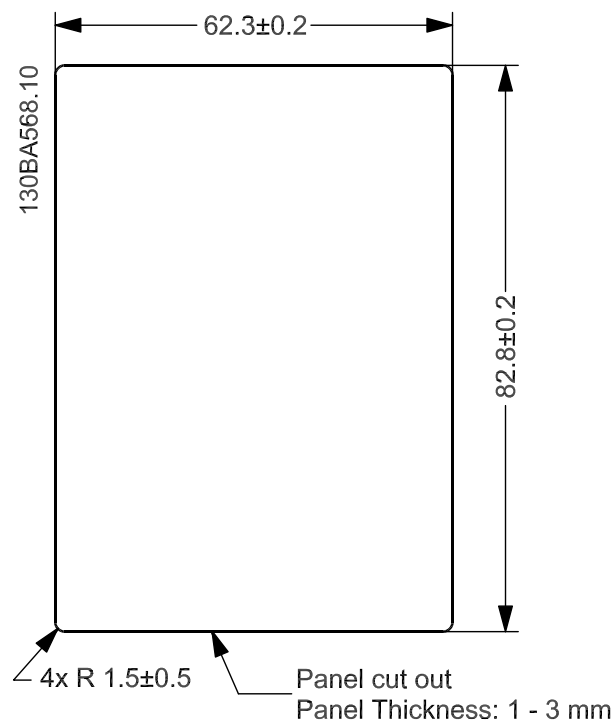
## 4.1.3 Instrukcja montażu zestawu do zdalnego montażu w FC 51

**Krok 1**

Założyć uszczelkę na LCP w przetwornica częstotliwości.


**Krok 2**

Umieścić LCP na panelu - patrz wymiary otworu na rysunku.

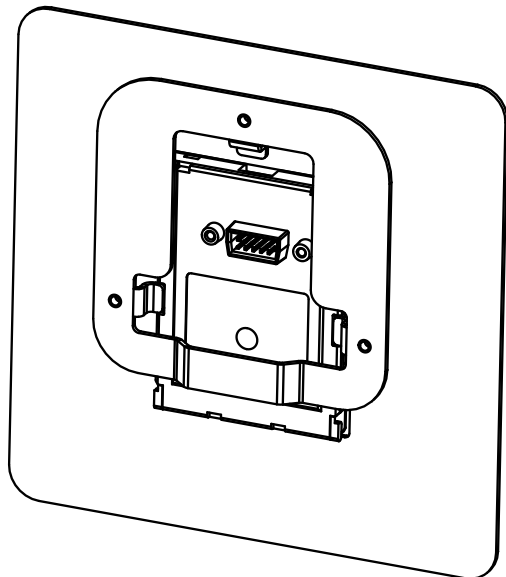


4

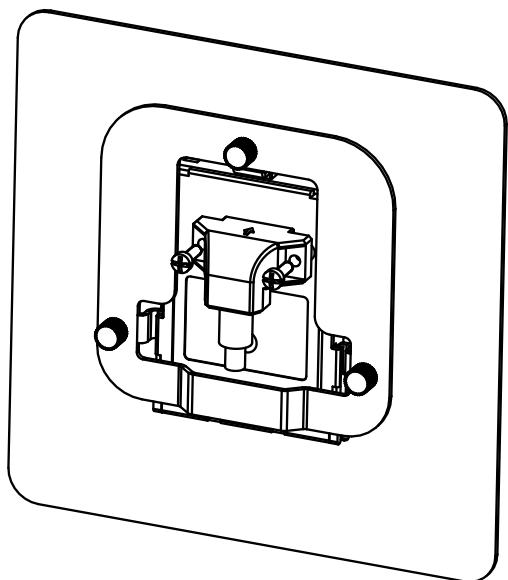
**Krok 3**

Założyć wspornik na tylnej części LCP, następnie wsunąć w dół. Dokręcić wkręty i podłączyć kabel do LCP.

**UWAGA!** W celu przymocowania złącza do LCP, należy użyć wkrętów nacinających dołączonych do zestawu. Moment dokręcania: 1,3 Nm.



130BA523.10

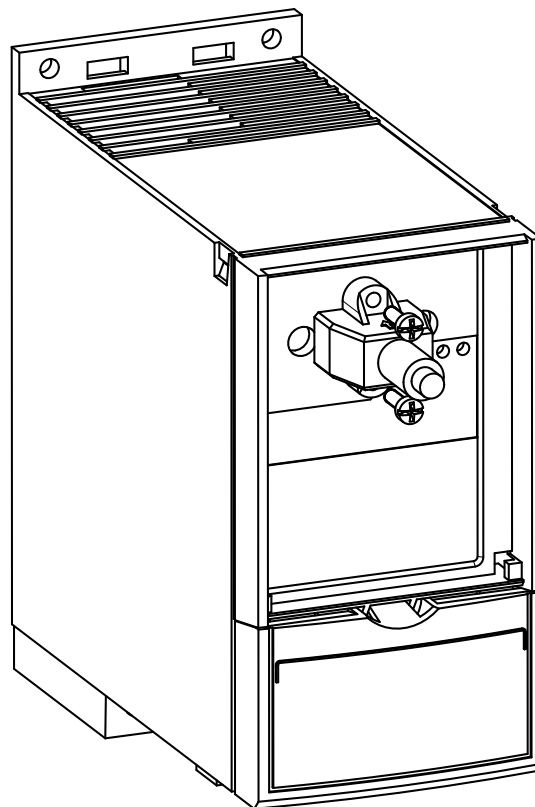


130BA524.10

**Krok 4**

Podłączyć kabel do przetwornicy częstotliwości.

**UWAGA!** W celu przymocowania złącza do przetwornicy częstotliwości, należy użyć wkrętów nacinających dołączonych do zestawu. Moment dokręcania: 1,3 Nm.



130BA525.10

4

## 4.1.4 Zestaw do montażu obudowy IP21/Typ 1

Rama	Stopień ochrony IP	Moc			Wysokość (mm) A	Szerokość (mm) B	Głębokość (mm) C	Nr zamówieniowy
		1x200-240 V	3x200-240 V	3x380-480 V				
M1	IP21	0,18-0,75 kW	0,25-0,75 kW	0,37-0,75 kW	219,3	73	155,9	132B0108
M2	IP21	1,5 kW	1,25 kW	1,5-2,2 kW	245,6	78	175,4	132B0109
M3	IP21	2,2 kW	2,2-3,7 kW	3,0-7,5 kW	297,5	95	201,4	132B0110
M4	IP21	-	-	11-15 kW	-	-	-	-
M5	IP21	-	-	18,5-22 kW	-	-	-	-

## 4.1.5 Typ 1 (NEMA)

Rama	Stopień ochrony IP	Moc			Wysokość (mm) A	Szerokość (mm) B	Głębokość (mm) C	Nr zamówieniowy
		1x200-240 V	3x200-240 V	3x380-480 V				
M1	IP20	0,18-0,75 kW	0,25-0,75 kW	0,37-0,75 kW	194,3	70,0	155,9	132B0103
M2	IP20	1,5 kW	1,25 kW	1,5-2,2 kW	220,6	75,0	175,4	132B0104
M3	IP20	2,2 kW	2,2-3,7 kW	3,0-7,5 kW	282,5	90,0	201,3	132B0105
M4	IP20	-	-	11-15 kW	345,6	125,0	248,5	132B0120
M5	IP20	-	-	18,5-22 kW	385,5	165,0	248,2	132B0121

## 4.1.6 Rozsprzęganie

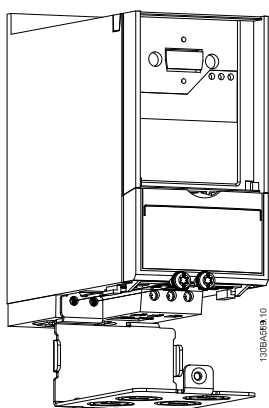
Rama	Stopień ochrony IP	Moc			Wysokość (mm) A	Szerokość (mm) B	Głębokość (mm) C	Nr zamówieniowy
		1x200-240 V	3x200-240 V	3x380-480 V				
M1	IP20	0,18-0,75 kW	0,25-0,75 kW	0,37-0,75 kW	204,2	70,0	155,9	132B0106
M2	IP20	1,5 kW	1,25 kW	1,5-2,2 kW	230,0	75,0	175,4	132B0106
M3	IP20	2,2 kW	2,2-3,7 kW	3,0-7,5 kW	218,5	90,0	201,3	132B0107
M4	IP20	-	-	11-15 kW	347,5	125,0	248,5	132B0122
M5	IP20	-	-	18,5-22 kW	387,5	165,0	248,2	132B0122

### 4.1.7 Instrukcja montażu zestawu FC 51 typ 1 w M1, M2 i M3

#### Krok 1

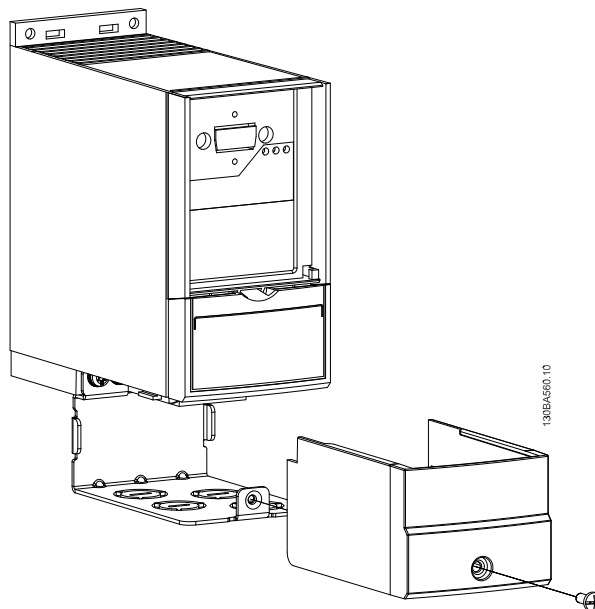
Zamontować metalową płytkę na przetwornica częstotliwości i przykręcić wkrętami. Moment dokręcania: 2 Nm.

Wymiary kanałów kablowych	
M1	4 x 1/2"
M2	5 x 1/2 "
M3	2 x 1/2"
	3 x 3/4"



#### Krok 2

Zamocować dolną pokrywę na przetwornica częstotliwości i dokręcić wkręty.



## 4.1.8 Instrukcja montażu zestawu FC 51 Typ 1 dla M4 i M5

**Krok 1**

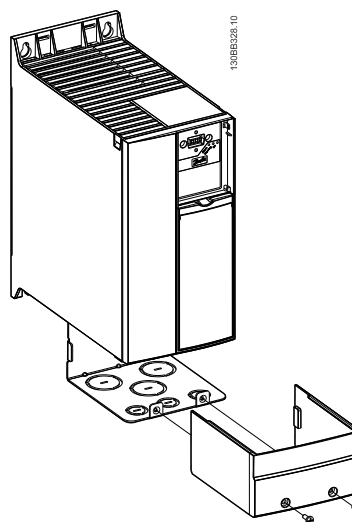
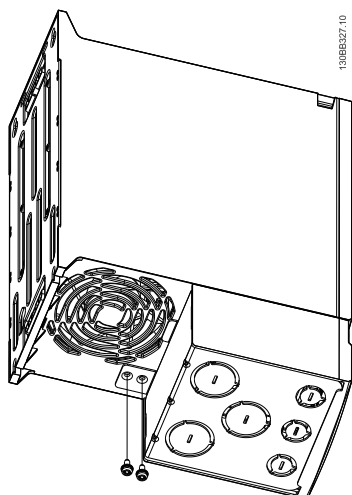
Zamontować metalową płytkę na przetwornica częstotliwości i dokręcić wkręty. Moment dokręcania: 2 Nm.

**Krok 2**

Założyć dolną osłonę na przetwornica częstotliwości i dokręcić wkręty.

4

Wymiary kanałów kablowych:	
M4	3 x 1/2"
M5	3 x 1"

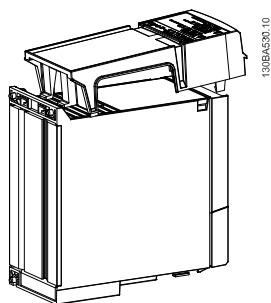
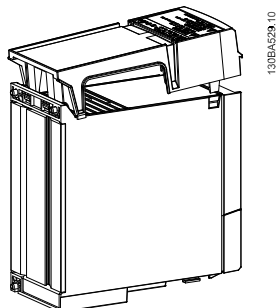




### 4.1.9 Instrukcja montażu zestawu IP21 w FC 51

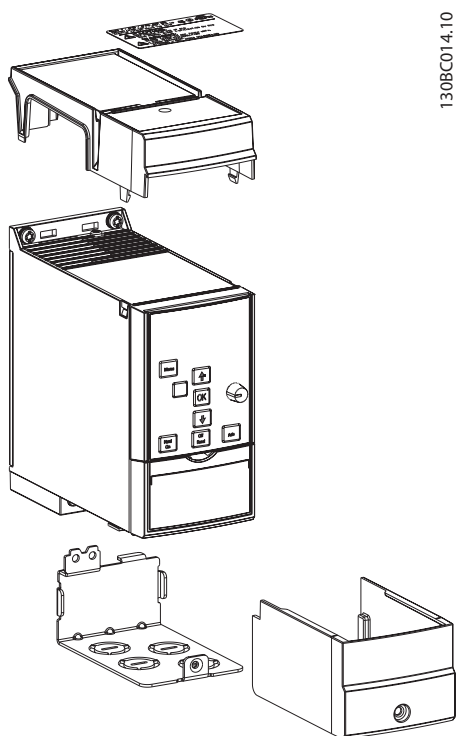
#### Krok 1

Założyć osłonę górną na przetwornica częstotliwości.



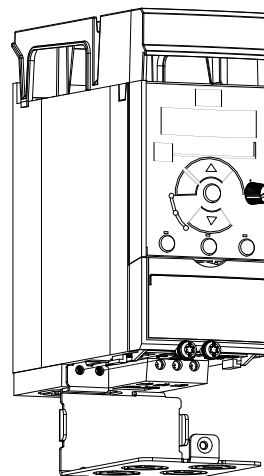
#### Krok 2

Zdjąć wybijaki z płyty metalowej i założyć gumowe pierścienie uszczelniające.



#### Krok 3

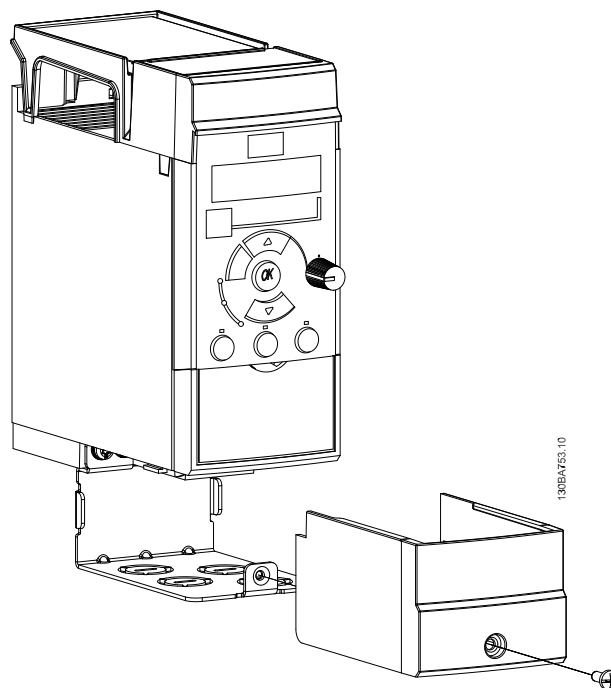
Zamocować metalową płytę na przetwornica częstotliwości i dokręcić wkręty. Moment dokręcania: 2 Nm.



#### Krok 4

Zamocować dolną osłonę na przetwornica częstotliwości i dokręcić wkręty.

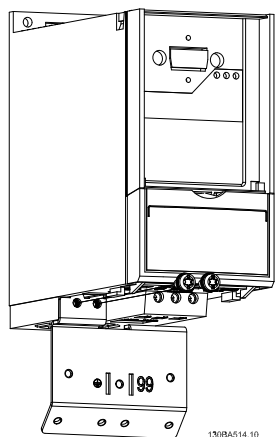
**UWAGA!** Stopień ochrony IP21 można osiągnąć tylko w przypadku montażu LCP11 lub LCP12.



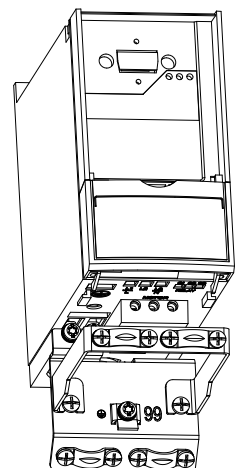
## 4.1.10 Instrukcja montażu płytki odsprężającej FC 51 dla M1 i M2

**Krok 1**

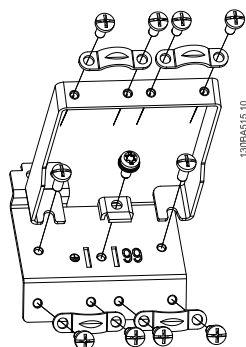
Zamontować metalową płytkę przetwornicy częstotliwości i przykręcić dwoma wkrętami. Moment dokręcania: 2 Nm.


**Krok 3**

przetwornica częstotliwości VLT Micro FC 51 z płytką odsprężającą.


**Krok 2**

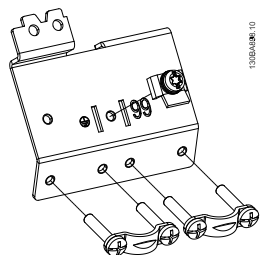
Założyć wspornik na płytce odsprężającej.



#### 4.1.11 Instrukcja montażu płytki odsprzęgającej FC 51 dla M3

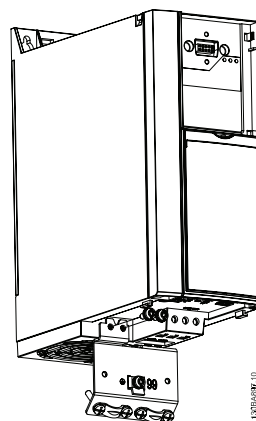
##### Krok 1

Zamontować płytę odsprzęgającą na przetwornica częstotliwości i przykręcić ją dwoma wkrętami. Moment dokręcania: 2 Nm.



##### Krok 2

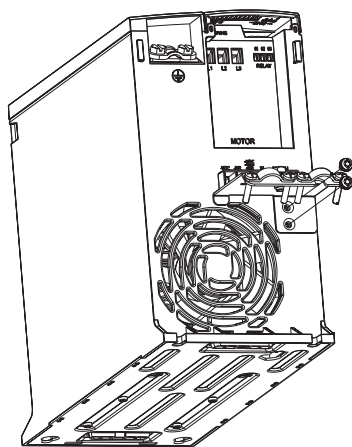
przetwornica częstotliwości VLT Micro FC 51 zainstalowana z płytą odsprzęgającą.



## 4.1.12 Instrukcja montażu płytki odsprężającej FC 51 dla M4 i M5

**Krok 1**

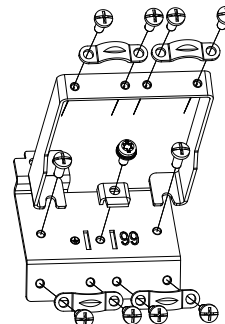
Założyć metalową płytkę na przetwornicę częstotliwości i dokręcić dwoma wkrętami. Moment dokręcania: 2 Nm.



13068328.10

**Krok 3**

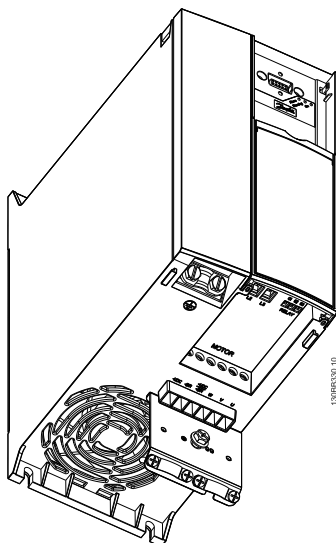
Założyć wspornik na płytce odsprężającej.



130684515.10

**Krok 2**

przetwornicę częstotliwości VLT Micro FC 51 z płytką odsprężającą.

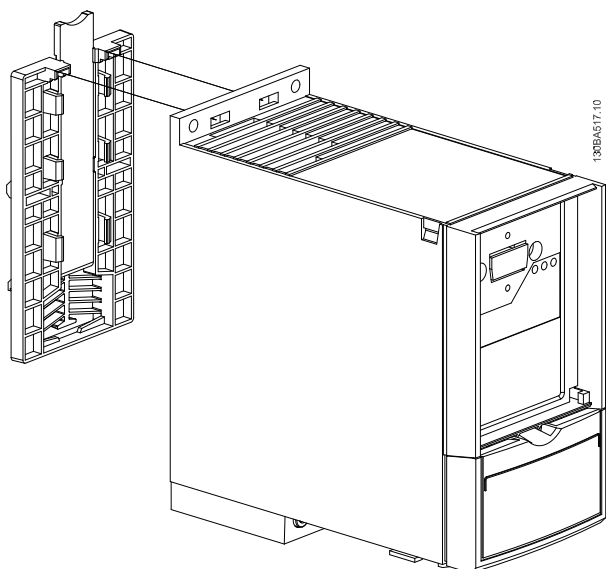


13068328.10

### 4.1.13 Instrukcja montażu zestawu szyny DIN w FC 51

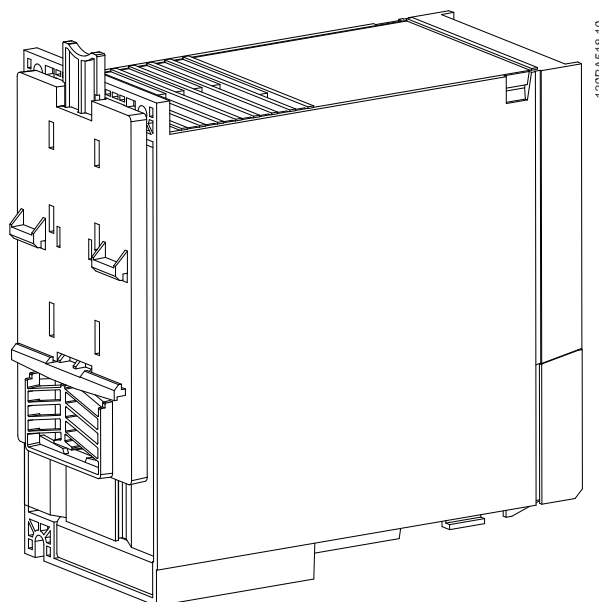
#### Krok 1

Zamocować plastikową część na przetwornica częstotliwości.



#### Krok 2

Zamocować przetwornica częstotliwości na szynie DIN (zestawy z szyną DIN jest dostępny tylko dla wielkości M1 i M2).


**4**

## 4.2 Warunek specjalny

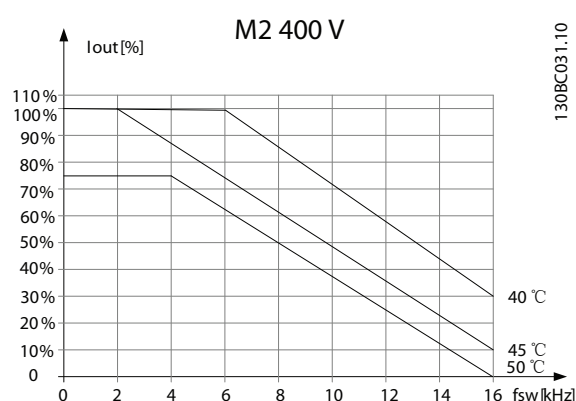
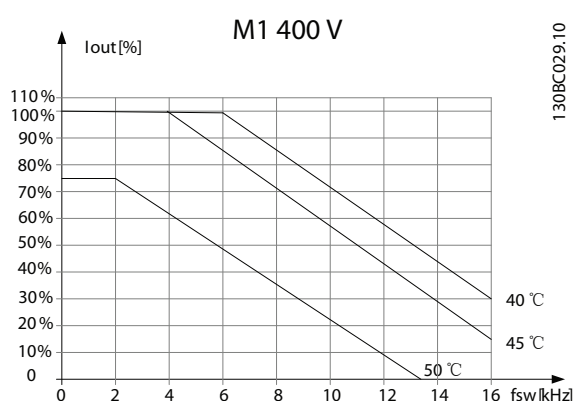
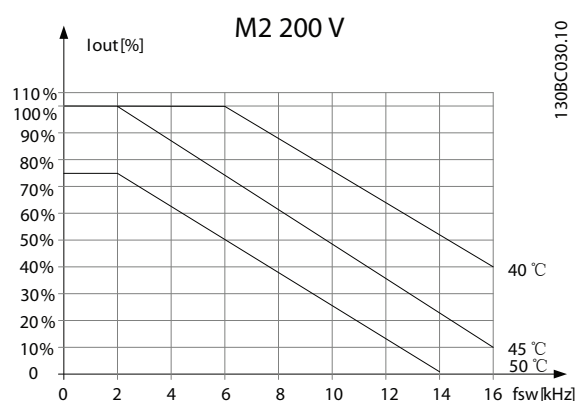
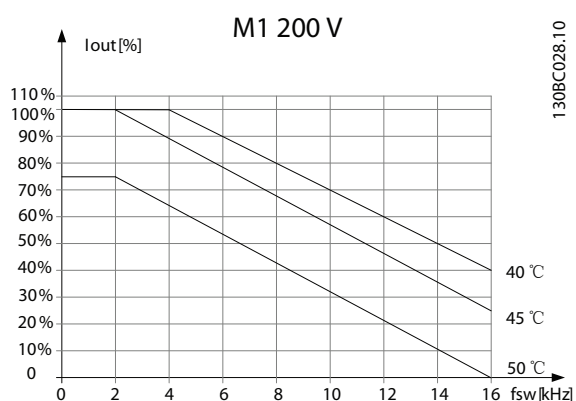
### 4.2.1 Cel obniżania wartości znamionowych

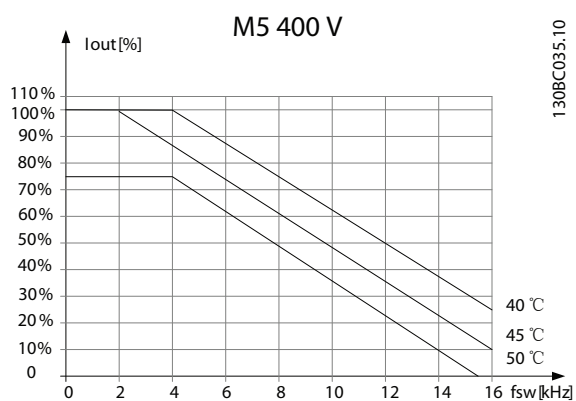
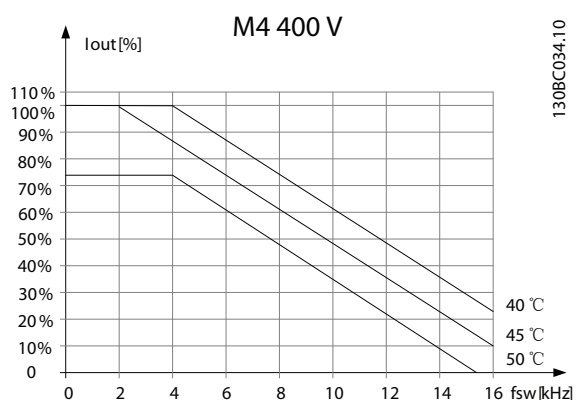
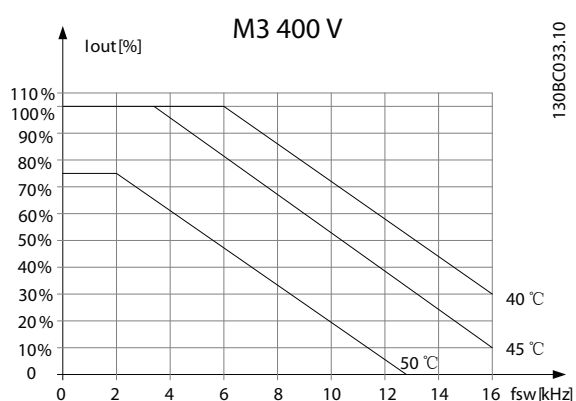
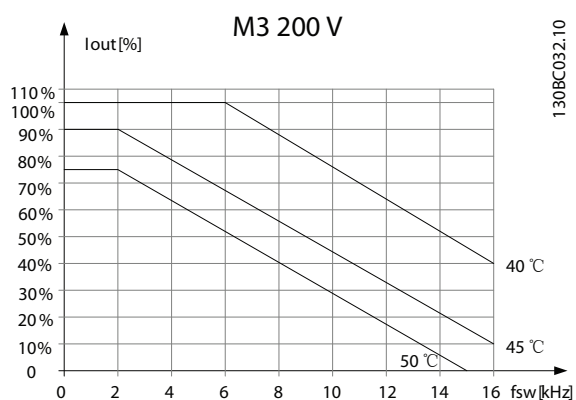
Cel obniżenia wartości znamionowych należy wziąć pod uwagę podczas wykorzystywania przetwornicy częstotliwości przy niskim ciśnieniu atmosferycznym (duże wysokości), przy niskich prędkościach, przy długich przewodach silnikowych, przewodach o dużym przekroju poprzecznym lub przy wysokich temperaturach otoczenia. Wymagane działania zostały opisane w niniejszym rozdziale.

### 4.2.2 Obniżanie wartości znamionowych w przypadku temperatury otoczenia

Obniżanie wartości znamionowych w przypadku temperatury otoczenia i przełączania IGBT.

Temperatura otoczenia mierzona przez 24 godziny musi być niższa przynajmniej o 5°C od maksymalnej temperatury otoczenia. Jeśli przetwornica częstotliwości jest eksploatowana przy wysokiej temperaturze otoczenia, należy obniżyć ciągły prąd wyjściowy. Przetwornica częstotliwości została zaprojektowana do eksploatacji w maks. temperaturze otoczenia wynoszącej 50 °C z jednym silnikiem o wielkości mniejszej od nominalnej. Ciągła eksploatacja przy pełnym obciążeniu w temperaturze otoczenia 50 °C spowoduje ograniczenie trwałości przetwornicy częstotliwości.





### 4.2.3 Obniżanie wartości znamionowych w przypadku niskiego ciśnienia powietrza

Zdolność chłodzenia przez powietrze zmniejsza się przy niższym ciśnieniu powietrza.

Przy wysokościach powyżej 2000 m n.p.m., należy skontaktować się z firmą Danfoss odnośnie PELV.

Na wysokości poniżej 1000 m obniżanie wartości znamionowych nie jest konieczne, lecz powyżej 1000 m temperatura otoczenia lub poziom maksymalnego prądu wyjściowego powinien zostać obniżony.

Zmniejszać poziom prądu wyjściowego o 1% na każde 100 m powyżej wysokości 1000 m lub obniżyć maks. temperaturę otoczenia o 1 stopień na każde 200 m.

### 4.2.4 Automatyczne adaptacje w celu zapewnienia odpowiedniej pracy

przetwornica częstotliwości stale sprawdza poziom krytyczny wewnętrznej temperatury, chwilowe obciążenie, wysokie napięcie na obwodzie pośrednim oraz przy niskiej prędkości silnika. W odpowiedzi na wystąpienie poziomu krytycznego, przetwornica częstotliwości może dostosować częstotliwość kluczkowania oraz/ lub zmienić schemat kluczkowania, aby zapewnić poprawne działanie przetwornicy częstotliwości. Zdolność automatycznej redukcji poziomu prądu wyjściowego jeszcze bardziej poszerza granice dopuszczalnych warunków eksploatacji.

### 4.2.5 Obniżanie wartości znamionowych w przypadku pracy z niską prędkością

Kiedy silnik jest podłączony do przetwornicy częstotliwości należy sprawdzić, czy jego chłodzenie jest właściwe. Poziom grzania zależy od obciążenia silnika, jak również od prędkości i czasu pracy.

#### Zastosowania ze stałym momentem (tryb CT)

Problemy mogą wystąpić przy niskich wartościach obr./min w aplikacjach o stałym momencie obciążenia. W zastosowaniach ze stałym momentem, silnik może się przegrzać przy niskiej prędkości ze względu na słabszy strumień powietrza chłodzącego z wbudowanego wentylatora silnika.

Dlatego też, jeśli silnik ma ciągle pracować przy wartości obr./min, która nie przekracza połowy wartości znamionowej, należy doprowadzić do silnika dodatkowe powietrze chłodzące (lub użyć silnika przeznaczonego do tego typu pracy).

Innym rozwiązaniem jest ograniczenie poziomu obciążenia silnika poprzez wybór większego silnika. Jednak budowa

przetwornica częstotliwości wyznacza granicę dla wielkości silnika.



## 5 Sposób składania zamówień

### 5.1 Konfigurator przetwornicy częstotliwości

Można zaprojektować przetwornica częstotliwości zgodnie z wymogami aplikacji wykorzystując system numerów zamówieniowych.

Przetwornice częstotliwości można zamawiać w wersji standardowej lub wyposażone w opcje wewnętrzne za pomocą ciągu kodu typu, tj.

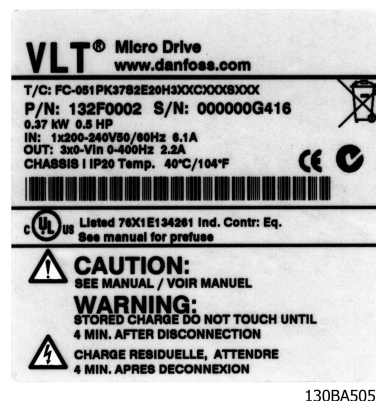
FC051PXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Za pomocą internetowego konfiguratora doboru przetwornic częstotliwości można skonfigurować odpowiednią przetwornicę częstotliwości do danej aplikacji i wygenerować łańcuch znaków kodu typu. Konfigurator doboru przetwornic częstotliwości automatycznie wygeneruje ośmiocyfrowy numer sprzedaży (dla jednego produktu lub listy projektowej z szeregiem produktów), który zostanie dostarczony do lokalnego biura sprzedaży.

Konfigurator przetwornic częstotliwości znajduje się w witrynie internetowej: [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

#### 5.2.1 Identyfikacja FC

Poniżej przedstawiono przykładową etykietę identyfikacyjną przetwornicy częstotliwości. Etykieta znajduje się na wierzchu każdej przetwornicy częstotliwości, zawierając informacje odpowiednie dla każdego egzemplarza urządzenia, takie jak np. parametry znamionowe, numer seryjny, numer katalogowy ostrzeżeń i inne. Szczegółowe informacje na temat sposobu odczytywania Ciągu kodu typu patrz .



Ilustracja 5.1 Na przykładzie pokazano etykietę identyfikacyjną.

5.3.1 Kod typu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
				FC	-	0	5	1	P							H					X	X	X	S	X	X	X
130BA589.10																											

5

Opis	Poz.	Możliwy wybór
Grupa produktów	1-3	Regulowane przetwornice częstotliwości
Seria i typ produktu	4-6	Przetwornica częstotliwości
Moc	7-10	0,18 - 22 kW
Napięcie zasilania	11-12	S2: Jedna faza 200 - 240 V AC T 2: Trzy fazy 200 - 240 V AC T 4: Trzy fazy 380 - 480 V AC
Obudowa	13-15	IP20/Chassis
Filtr RFI	16-17	HX: Brak filtra RFI H1: Filtr RFI klasy A1/B H3: Filtr RFI klasy A1/B (ograniczona długość kabla)*
Hamulec	18	B: Zawiera czopper hamulca (od 1,5 kW wzwyż) X: Nie zawiera czoppera hamulca
Wyświetlacz	19	X: Brak lokalnego panelu sterowania N: Numeryczny lokalny panel sterowania (LCP) P: Numeryczny lokalny panel sterowania (LCP) z potencjometrem
Pokrycie PCB	20	C: Z pokryciem PCB X: Bez pokrycia PCB
Opcje zasilania	21	X: Brak opcji zasilania
Dopasowanie A	22	X: Brak dopasowania
Dopasowanie B	23	X: Brak dopasowania
Wersja oprogramowania	24-27	SXXX: Najnowsza wersja – oprogramowanie standardowe

Tabela 5.1 Opis kodu typu

## 5.4.1 Numery zamówieniowe

Moc [kW]	Prąd [Iznm.]	200-240 V		380-480 V	
		1 faza	3 fazy	Prąd [Iznm.]	3 fazy
0,18	1,2	132F 0001			
0,25	1,5		132F 0008		
0,37	2,2	132F 0002	132F 0009	1,2	132F 0017
0,75	4,2	132F 0003	132F0010	2,2	132F 0018
1,5	6,8	132F 0005	132F0012	3,7	132F 0020
2,2	9,6	132F 0007	132F0014	5,3	132F 0022
3,0				7,2	132F 0024
3,7	15,2		132F 0016		
4,0				9,0	132F 0026
5,5				12,0	132F 0028
7,5				15,5	132F 0030
11,0				23,0	132F 0058
15,0				31,0	132F 0059
18,5				37,0	132F 0060
22,0				43,0	132F 0061

Mikro przetwornice częstotliwości od mocy 1,5 kW mają wzbudowany czopper hamulca

5

## 5.5.1 Opcje VLT Micro

Nr zamówieniowy	Opis
132B0100	Panel sterowania VLT LCP 11 bez potencjometru
132B0101	Panel sterowania VLT LCP 12 bez potencjometru
132B0102	Zestaw do montażu zewnętrznego z kablem 3 m dla LCP z IP55 z LCP 11, IP21 z LCP 12
132B0103	Zestaw typu Nema 1 dla ramy M1
132B0104	Zestaw typu Nema 1 dla ramy M2
132B0105	Zestaw typu Nema 1 dla ramy M3
132B0106	Zestaw płytki odsprzęgającej dla ram M1 i M2
132B0107	Zestaw płytki odsprzęgającej dla ramy M3
132B0108	IP21 dla ramy M1
132B0109	IP21 dla ramy M2
132B0110	IP21 dla ramy M3
132B0111	Zestaw montażowy szyny DIN dla ramy M1 i M2
132B0120	Zestaw typu 1 dla ramy M4
132B0121	Zestaw typu 1 dla ramy M5
132B0122	Zestaw płytki odsprzęgającej dla ram M4 i M5
130B2522	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0001
130B2522	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0002
130B2533	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0003
130B2525	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0005
130B2530	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0007
130B2523	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0008
130B2523	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0009
130B2523	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0010
130B2526	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0012
130B2531	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0014
130B2527	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0016
130B2523	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0017
130B2523	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0018
130B2524	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0020
130B2526	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0022
130B2529	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0024
130B2531	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0026
130B2528	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0028
130B2527	Filtr liniowy MCC 107 dla 132F0030

Filtry liniowe Danfoss oraz rezystory hamulca są dostępne na zamówienie.

## 6 Sposób instalacji

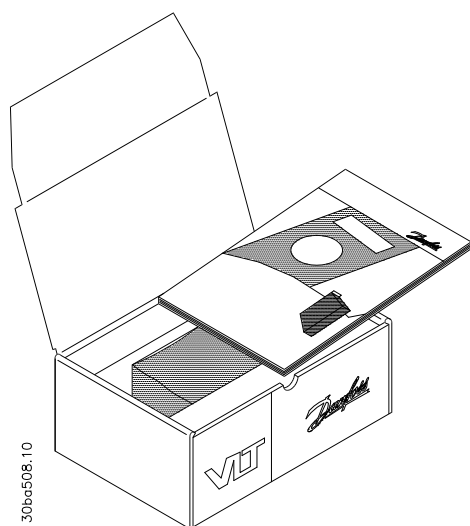
### 6.1 Przed przystąpieniem do instalacji

#### 6.1.1 Lista kontrolna

W trakcie odpakowywania przetwornica częstotliwości, sprawdzić, czy urządzenie jest nieuszkodzone i kompletne. Sprawdzić, czy w opakowaniu znajdują się następujące elementy:

- Przetwornica częstotliwości VLT® Micro Drive FC 51 FC 51
- Podręczna instrukcja obsługi

Opcjonalnie: LCP i/lub płyta odsprężająca.

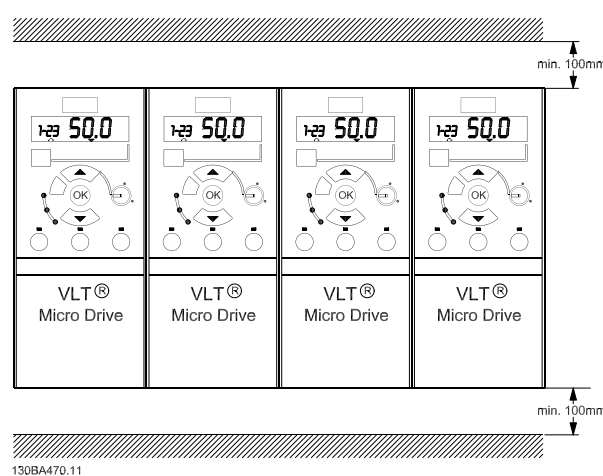


130ba508.10

Ilustracja 6.1 Zawartość opakowania

### 6.2 Montaż szeregowy

przetwornica częstotliwości mogą być montowane „jedna przy drugiej” wraz z urządzeniami o klasie ochrony IP 20 i wymagają minimum 100 mm wolnej przestrzeni ponad i pod urządzeniem w celu jego chłodzenia. Ogólne informacje na temat otoczenia, w którym znajduje się urządzenie można uzyskać w 7 Programowanie.



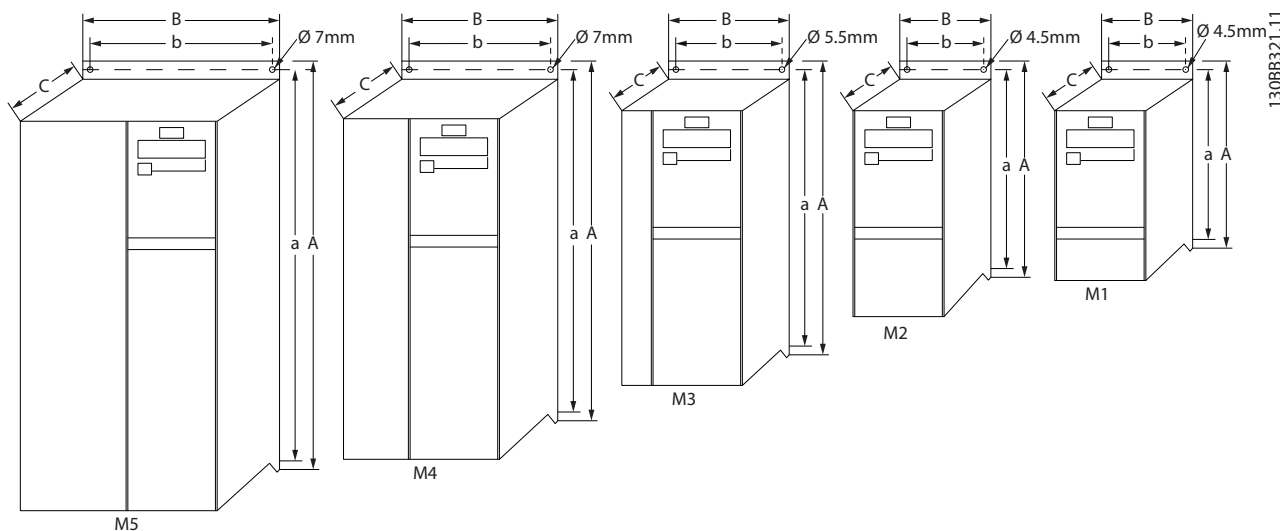
Ilustracja 6.2 Montaż szeregowy

### 6.3 Przed przystąpieniem do naprawy

1. Odłączyć FC 51 od zasilania (a także od zewnętrznego źródła zasilania DC, jeśli jest.)
2. Poczekać 4 minuty (M1, M2 i M3) lub 15 minut (M4 i M5), aby rozładował się obwód DC.
3. Odłączyć zaciski magistrali DC i zaciski hamulca (jeśli są zamontowane w urządzeniu)
4. Odłączyć kabel silnika

## 6.4 Wymiary fizyczne

Szablon wykonywania wierceń znajduje się na opakowaniu.



Ilustracja 6.3 Wymiary fizyczne

Rama	Moc (kW)			Wysokość (mm)			Szerokość (mm)		Głębokość <sup>1)</sup> (mm)	Ciężar maks. (Kg)
	1 x 200-240 V	3 X 200 -240 V	3 X 380-480 V	A	A (wraz z płytką odsprężającą)	a	B	b	C	Kg
M1	0,18 - 0,75	0,25 - 0,75	0,37 - 0,75	150	205	140,4	70	55	148	1,1
M2	1,5	1,5	1,5 - 2,2	176	230	166,4	75	59	168	1,6
M3	2,2	2,2 - 3,7	3,0 - 7,5	239	294	226	90	69	194	3,0
M4			11.0-15.0	292	347,5	272,4	125	97	241	6,0
M5			18.5-22.0	335	387,5	315	165	140	248	9,5

<sup>1)</sup> Dla LCP z potencjometrem proszę dodać 7,6 mm.

Tabela 6.1 Wymiary fizyczne

## 6.5 Ogólne informacje na temat instalacji elektrycznej

### WAŻNE

Całe okablowanie musi być zgodne z międzynarodowymi oraz lokalnymi przepisami dotyczącymi przekrojów poprzecznych kabli oraz temperatury otoczenia. Wymagane przewody miedziane – zaleca się (60-75° C).

Rama	Moc (kW)			Moment obrotowy (Nm)					
	1 x 200-240 V	3 x 200-240 V	3 x 380-480 V	Linia	Silnik	Złącze DC /Hamulec	Zaciski sterowania	Uziemienie	Przekrój przewodu
M1	0,18 - 0,75	0,25 - 0,75	0,37 - 0,75	1,4	0,7	Widelki <sup>1)</sup>	0,15	3	0,5
M2	1,5	1,5	1,5 - 2,2	1,4	0,7	Widelki <sup>1)</sup>	0,15	3	0,5
M3	2,2	2,2 - 3,7	3,0 - 7,5	1,4	0,7	Widelki <sup>1)</sup>	0,15	3	0,5
M4			11.0-15.0	1,3	1,3	1,3	0,15	3	0,5
M5			18.5-22.0	1,3	1,3	1,3	0,15	3	0,5

<sup>1)</sup> Łączniki widelkowe (złącza Faston 6,3 mm)

Tabela 6.2 Dokręcanie zacisków

## 6.6 Bezpieczniki

### Zabezpieczenie obwodów odgałęzionych:

Aby zabezpieczyć instalację przed zagrożeniem elektrycznym i pożarowym, wszystkie obwody odgałęzione w instalacji, aparaturze rozdzielczej, maszynach, itp., powinny zostać zabezpieczone przed zwarciami i przetężeniem, zgodnie z przepisami krajowymi/międzynarodowymi.

### Zabezpieczenie przeciwzwarciowe:

Danfoss zaleca stosowanie bezpieczników wymienionych w poniższych tabelach, aby zapewnić ochronę pracowników obsługi oraz sprzętu w razie wewnętrznej awarii urządzenia lub zwarcia w obwodzie DC. przetwornica częstotliwości zapewnia pełne zabezpieczenie przeciwzwarciowe w przypadku zwarcia na wyjściu silnika lub hamulca.

### Ochrona przed przetężeniem:

Przetwornicę częstotliwości należy zabezpieczyć przed przeciążeniem, aby uniemożliwić przegrzanie kabli w instalacji. Zabezpieczenie przeciwprzetężeniowe należy zawsze wykonać zgodnie z przepisami krajowymi. Bezpieczniki powinny być przeznaczone do ochrony w obwodzie zdolnym dostarczyć maksymalnie 100 000 A<sub>rms</sub> (symetrycznie), maks. 480 V.

### Brak zgodności z UL:

W przypadku braku zgodności z UL/cUL, Danfoss zaleca stosowanie bezpieczników wymienionych w poniższej tabeli, które zapewnią zgodność z normą EN50178/IEC61800-5-1:

W razie wadliwego działania, nieprzestrzeganie zaleceń w zakresie bezpieczników może spowodować uszkodzenie przetwornicy częstotliwości i instalacji.

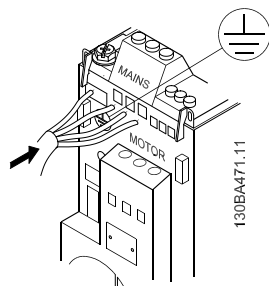
FC 51	Maks. bezpieczniki – zgodne z UL						Maks. bezpieczniki – niezgodne z UL
	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Littel Fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut	
<b>1 x 200-240 V</b>							
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1	Typ gG
0K18 - 0K37	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R	16A
0K75	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R	25A
1K5	KTN-R35	JKS-35	JJN-35	KLN-R35	-	A2K-35R	35A
2K2	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	KLN-R50	-	A2K-50R	50A
<b>3 x 200-240 V</b>							
0K25	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R	10A
0K37	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	KLN-R15	ATM-R15	A2K-15R	16A
0K75	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R	20A
1K5	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	KLN-R25	ATM-R25	A2K-25R	25A
2K2	KTN-R40	JKS-40	JJN-40	KLN-R40	ATM-R40	A2K-40R	40A
3K7	KTN-R40	JKS-40	JJN-40	KLN-R40	-	A2K-40R	40A
<b>3 x 380-480 V</b>							
0K37 - 0K75	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R	10A
1K5	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	KLS-R15	ATM-R15	A2K-15R	16A
2K2	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R	20A
3K0	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	KLS-R40	ATM-R40	A6K405R	40A
4K0	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	KLS-R40	ATM-R40	A6K-40R	40A
5K5	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	KLS-R40	-	A6K-40R	40A
7K5	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	KLS-R40	-	A6K-40R	40A
11K0	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	KLS-R60	-	A6K-60R	63A
15K0	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	KLS-R60	-	A6K-60R	63A
18K5	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	KLS-R60	-	A6K-60R	80A
22K0	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	KLS-R60	-	A6K-60R	80A

Tabela 6.3 Bezpieczniki

## 6.7 Podłączenie zasilania

Krok 1: Zamontować kabel uziemiający.

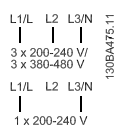
Krok 2: Zamontować przewody na zaciskach L1/L, L2 oraz L3/N i dokręcić je.



Ilustracja 6.4 Montaż przewodu uziemienia i przewodów zasilających

W przypadku zasilania trójfazowego, podłączyć przewody do wszystkich trzech zacisków.

W przypadku zasilania jednofazowego, podłączyć przewody do zacisków L1/L i L3/N.



Ilustracja 6.5 Podłączenia przewodów w przypadku zasilania trój- i jednofazowego

## 6.8 Podłączenie silnika

### 6.8.1 Podłączanie silnika

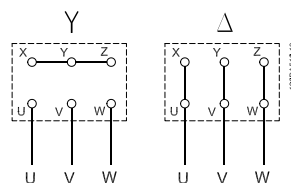
Prawidłowe wymiary przekroju poprzecznego i długości kabli silnika znajdują się w 9 Dane techniczne.

- Aby spełnić wymogi specyfikacji na temat kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), należy korzystać z ekranowanego/zbrojonego kabla silnika i podłączyć go zarówno do płytki odsprężającej, jak i do metalowej części silnika.
- Kabel silnika powinien być możliwie jak najkrótszy, aby zredukować poziom zakłóceń i prądy upływowe.

Więcej informacji na temat płytki odsprężającej znajduje się w instrukcji obsługi MI.02.BX.YY.

Do przetwornica częstotliwości można podłączyć wszystkie typy standardowych, trójfazowych silników asynchronicznych. Zazwyczaj małe silniki są łączone w gwiazdę

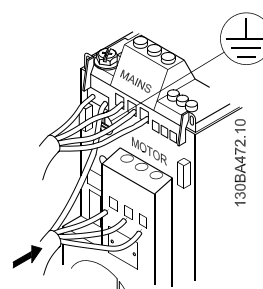
(230/400 V,  $\Delta/Y$ ). Duże silniki są łączone w trójkąt (400/690 V,  $\Delta/Y$ ). Informacje na temat poprawnego podłączenia i napięcia znajdują się na tabliczce znamionowej silnika.



Ilustracja 6.6 Połączenia w gwiazdę i trójkąt.

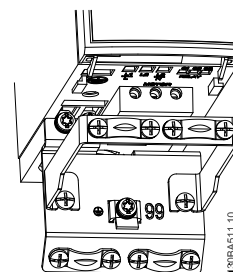
Krok 1: Zamontować kabel uziemiający.

Krok 2: Podłączyć przewody do zacisku (połączenie w gwiazdę lub w trójkąt). Więcej informacji na ten temat znajduje się na tabliczce znamionowej silnika.



Ilustracja 6.7 Montaż przewodu uziemienia i przewodów silnika.

Aby wykonać instalację zgodną z EMC, patrz rozdział 5.2 Opcje VLT Micro.



Ilustracja 6.8 Przetwornica częstotliwości z płytką odsprężającą mocowania mechanicznego

## 6.8.2 Kable silnika

Prawidłowe wymiary przekroju poprzecznego i długości kabli silnika znajdują się w 9 *Dane techniczne*.

- Aby spełnić wymogi specyfikacji na temat kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), należy korzystać z ekranowanego/zbrojonego kabla silnika.
- Kabel silnika powinien być jak najkrótszy, aby zredukować poziom zakłóceń i prądy upływowe.
- Podłączyć ekran kabla silnika do płytki odsprężającej mocowania mechanicznego przetwornica częstotliwości oraz do metalowej szafy silnika.
- Połączenie ekranu powinno mieć jak największą możliwą powierzchnię (zacisk kablowy). Umożliwiają to akcesoria instalacyjne dostarczone z przetwornica częstotliwości.
- Należy unikać mocowania skręconych zakończeń ekranów (skręconych odcinków oplotu ekranu lub przewodu wielożyłowego), co obniża skuteczność ekranowania wysokich częstotliwości.
- Jeśli zachodzi konieczność rozdzielenia ekranu w celu zainstalowania izolatora lub przekątnika silnika, należy zachować ciągłość ekranu z najniższą możliwą impedancją dla wysokich częstotliwości.

## 6.8.3 Instalacja elektryczna Kabli silnika

### Ekranowanie kabli

Należy unikać instalacji ze skręconymi końcówkami ekranu (skręconych końcówek oplotu ekranu lub przewodu wielożyłowego). Niszczy one skuteczność ekranu przy wyższych częstotliwościach.

Jeśli zachodzi konieczność przerwania ekranu w celu zainstalowania osprzętu zapewniającego przerwę izolacyjną, np. stycznika silnika, należy tak wykonać montaż, by w całym torze kablowym zachować ciągłość ekranu z najniższą możliwą impedancją dla wysokich częstotliwości.

### Długość i przekrój poprzeczny kabla

przetwornica częstotliwości została przetestowana przy określonej długości i przekroju poprzecznym kabla. Jeśli przekrój poprzeczny zostanie zwiększony, pojemność kabla

– a tym samym prąd upływowy – może wzrosnąć, dlatego też należy odpowiednio zmniejszyć długość kabla.

### Częstotliwość kluczenia

Kiedy przetwornice częstotliwości używane są razem z filtrami fal sinusoidalnych w celu ograniczenia poziomu hałasu silnika, należy ustawić częstotliwość kluczenia zgodnie z instrukcją filtra fal sinusoidalnych w *14-01 Switching Frequency*.

### Przewody aluminiowe

Nie zaleca się stosowania przewodów aluminiowych. Do zacisków można podłączyć przewody aluminiowe, ale przed ich podłączeniem należy oczyścić powierzchnię przewodu, usunąć utlenienie i zaizolować obojętnym, bezkwasowym smarem wazelinowym.

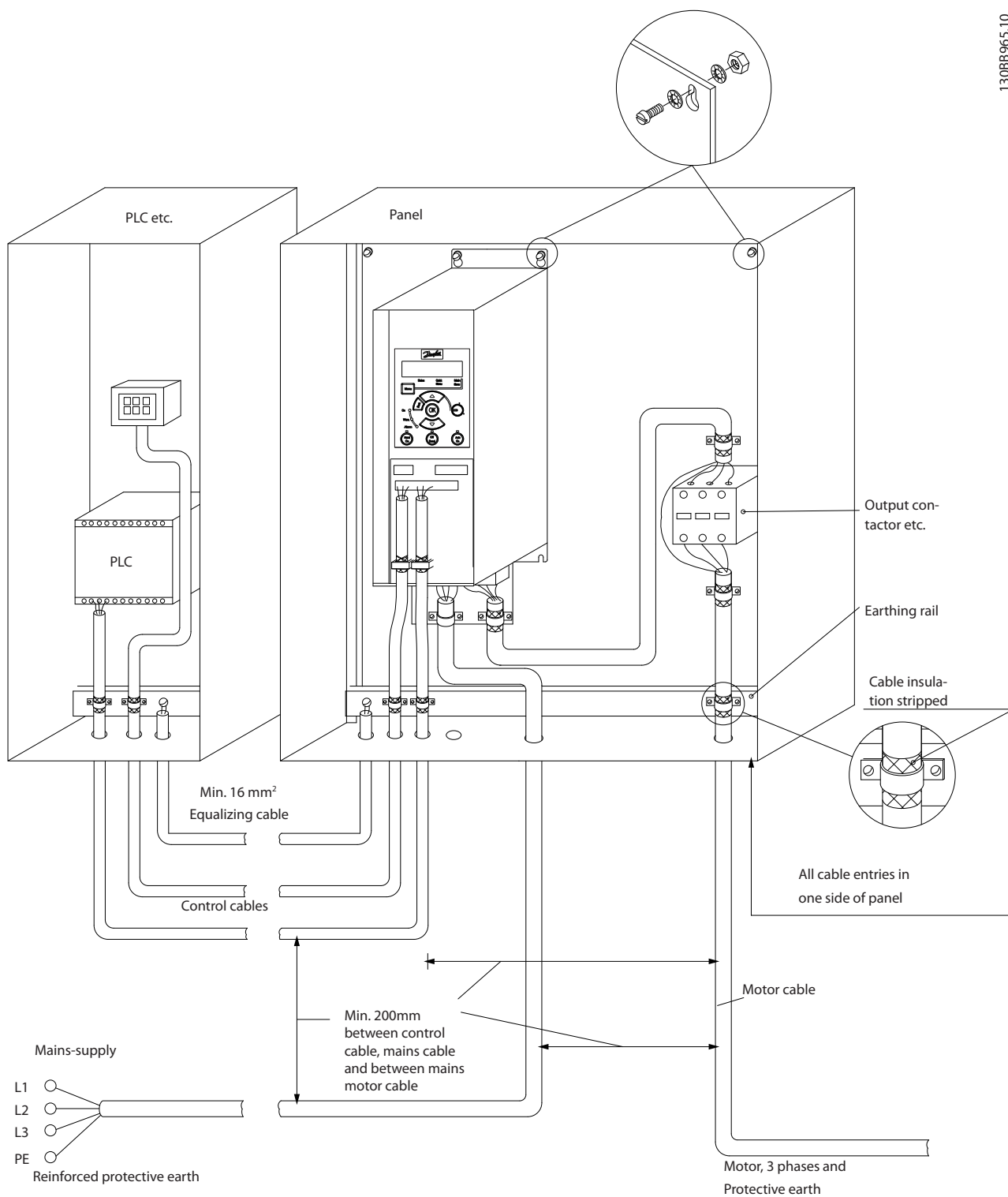
Ponadto po dwóch dniach należy ponownie dokręcić śrubę zacisku z powodu miękkości aluminium. Bardzo ważne jest, aby utrzymywać połączenie gazoszczelne, ponieważ w przeciwnym razie powierzchnia aluminium znów zacznie się utleniać.

## 6.8.4 Instalacja elektryczna zgodna z wymogami EMC

W celu wykonania instalacji elektrycznej poprawnej wg EMC należy przestrzegać poniższych zaleceń ogólnych.

- Używać tylko ekranowanych/zbrojonych kabli silnika i sterowania.
- Podłączyć oba końce ekranu do uziemienia.
- Należy unikać instalacji z użyciem skręconych końcówek oplotu ekranu, ponieważ obniża to skuteczność ekranowania przy wyższych częstotliwościach. Zamiast nich należy użyć zacisków kablowych.
- Ważne jest, aby zapewnić dobry kontakt elektryczny między płytą montażową a metalową szafą przetwornica częstotliwości poprzez wkręty montażowe.
- Należy użyć podkładek zębatach i galwanicznie przewodzących płyt montażowych.
- Nie należy stosować nieekranowanych/niezbrojonych kabli silnika, ani przewodów sterowania w szafach montażowych.





Ilustracja 6.9 Instalacja elektryczna zgodna z wymogami EMC

W przypadku instalacji wykonywanych na terenie Ameryki Północnej należy zastąpić kable ekranowane metalowymi kanałami kablowymi.

### 6.9.1 Użycie kabli poprawnych wg EMC

Firma Danfoss zaleca kable oplecione, ekranowane/zbrojone, aby zoptymalizować odporność EMC przewodów sterowniczych i emisję EMC kabli silnika.

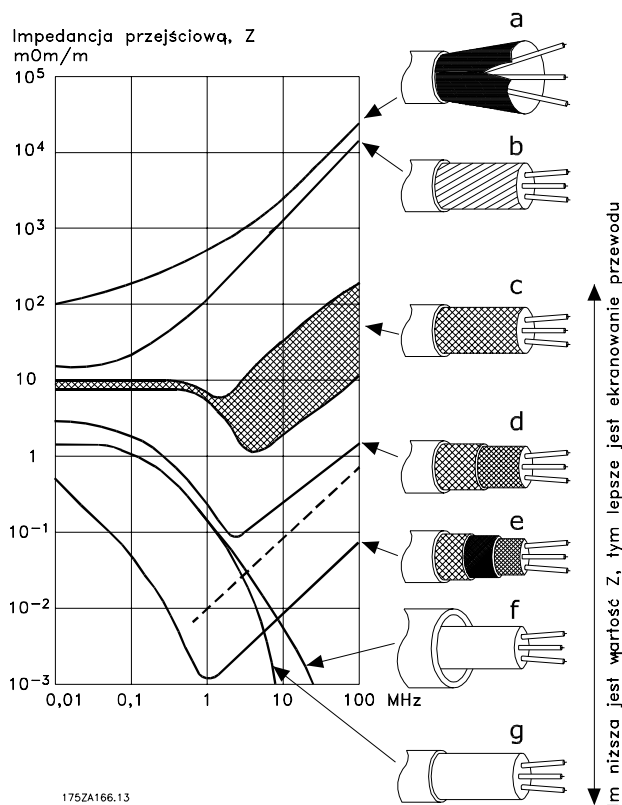
Zdolność kabla do redukcji dochodzącego i wychodzącego promieniowania zakłóceń elektrycznych zależy od impedancji przejściowej ( $Z_T$ ). Standardowo zadaniem ekranu kabla jest redukcja przenoszenia zakłóceń elektrycznych; jednak ekran o niższej wartości impedancji przejściowej ( $Z_T$ ) jest skuteczniejszy od ekranu o wyższej impedancji przejściowej ( $Z_T$ ).

**6**

Impedancja przejściowa ( $Z_T$ ) jest rzadko podawana przez producentów kabli, choć często można ją określić na podstawie budowy fizycznej kabla.

Do określenia impedancji przejściowej ( $Z_T$ ) służą następujące czynniki:

- Przewodnictwo materiału ekranującego.
  - Rezystancja zestyku między poszczególnymi przewodami ekranu.
  - Pokrycie ekranu, tj. fizyczny obszar kabla osłoniętego ekranem – często podawany jako wartość procentowa.
  - Typ ekranu, np. wzór opleciony lub skręcony.
- a. Koszulka aluminiowa z przewodem miedzianym.
  - b. Skręcony przewód miedziany lub kabel w zbrojeniu stalowym.
  - c. Przewód miedziany z oplotem jednowarstwowym o zmiennej wartości procentowej pokrycia ekranu. This is the typical Danfoss reference cable.
  - d. Przewód miedziany z oplotem dwuwarstwowym.
  - e. Przewód miedziany z oplotem dwuwarstwowym z magnetyczną, ekranowaną/zbrojoną warstwą pośrednią.
  - f. Kabel prowadzony w rurce miedzianej lub stalowej.
  - g. Kabel ołowiany o ścianie grubości 1,1 mm.

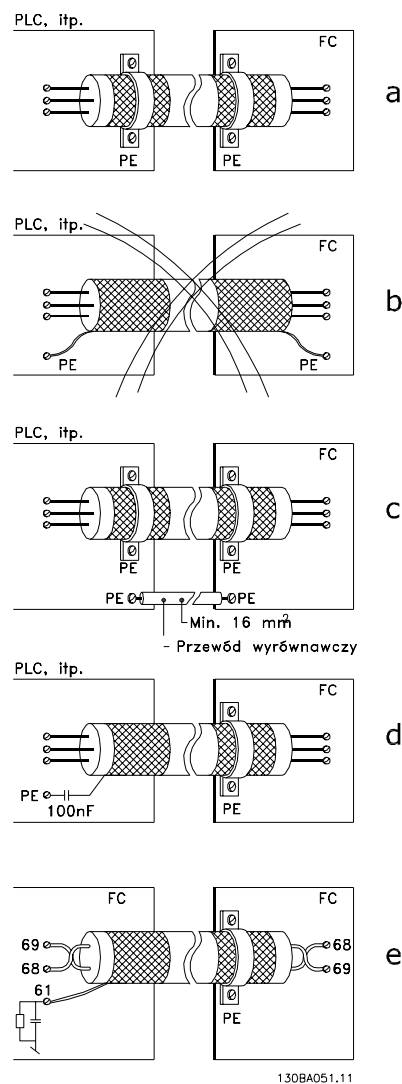


### 6.10.1 Uziemianie ekranowanych/zbrojonych przewodów sterowniczych

Generalnie przewody sterownicze muszą być oplecione, ekranowane/zbrojone, a obie końcówki ekranu muszą być podłączone do szafy metalowej urządzenia za pomocą zacisku kablowego.

Poniższy rysunek przedstawia prawidłowe uziemienie oraz co należy zrobić w razie wątpliwości.

- a. **Prawidłowe uziemienie**  
Przewody sterownicze i kable komunikacji szeregowej należy wyposażyć w zaciski kablowe na końcach, aby zapewnić jak najlepszy styk elektryczny.
- b. **Nieprawidłowe uziemienie**  
Nie należy używać skręconych końcówek (skręcone odcinki oplotu ekranu lub przewodu wielożyłowego). Zwiększają one impedancję ekranu przy wysokich częstotliwościach.
- c. **Zabezpieczenie w stosunku do potencjału uziemienia między PLC i przetwornica częstotliwości**  
Jeśli potencjał uziemienia między przetwornicą częstotliwości i PLC (itp.) jest różny, mogą wystąpić zakłócenia elektryczne zaburzające pracę całego systemu. Należy rozwiązać ten problem montując kabel wyrównawczy obok przewodu sterowniczego. Minimalny przekrój poprzeczny kabla:  $16 \text{ mm}^2$ .
- d. **Pętle doziemienia 50/60 Hz**  
Jeśli zastosowano bardzo długie przewody sterownicze, mogą wystąpić pętle doziemienia 50/60 Hz. Należy rozwiązać ten problem, podłączając jeden koniec ekranu do uziemienia przez kondensator 100 nF (spinający przewody).
- e. **Kable do komunikacji szeregowej**  
Należy wyeliminować prądy szumowe niskiej częstotliwości między dwiema przetwornicami częstotliwości, podłączając jeden koniec ekranu do zacisku 61. Ten zacisk jest podłączony do uziemienia przez obwód wewnętrzny RC. Należy użyć kabli dwużyłowych skręconych, aby ograniczyć zakłócenia różnicowe między przewodami.



### 6.11 Wyłącznik różnicowoprądowy

Jako zabezpieczenie dodatkowe należy stosować przełączniki RCD, wielopunktowe uziemienie ochronne lub uziemienie pod warunkiem, że zostaną spełnione wymogi lokalnych przepisów bezpieczeństwa.

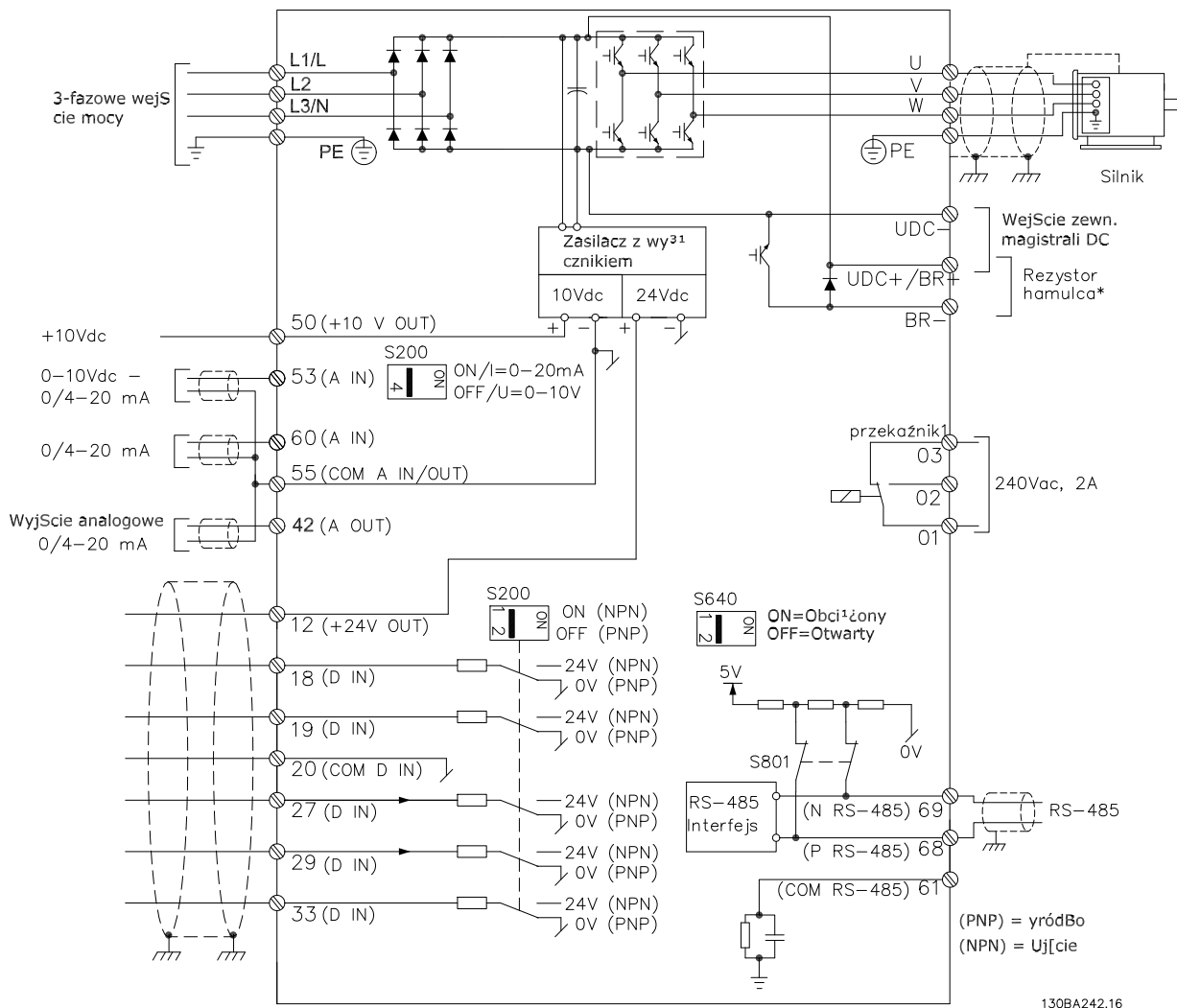
Jeśli wystąpi błąd doziemienia, pojemność DC może doprowadzić do wadliwego prądu.

Jeżeli stosowane są przełączniki RCD, należy przestrzegać lokalnych przepisów. Przełączniki powinny być odpowiednie do zabezpieczenia sprzętu 3-fazowego z mostkiem prostownikowym oraz krótkiego wyładowania podczas załączania zasilania. Dodatkowe informacje znajdują się w 3.4 *Uływ prądu*.

## 6.12 Schemat elektryczny

### 6.12.1 Obwód zasilania - przegląd

6



Ilustracja 6.10 Schemat wszystkich zacisków elektrycznych.

\* Hamulec (BR+ i BR-) nie stosuje się dla ramy M1.

Rezystory hamulców można nabyć w firmie Danfoss.

Ulepszony współczynnik mocy oraz działanie zgodne z EMC można uzyskać instalując opcjonalne filtry liniowe firmy Danfoss. Filtry mocy Danfoss mogą być również używane do podziału obciążenia.

## 6.13 Instalacja elektryczna i Przewody sterownicze

Numer zacisku	Opis zacisku	Numer parametru	Wartość fabr.
1+2+3	Zacisk 1+2+3 - Przełącznik1	5-40	Brak działania
12	Zacisk 12 zasilanie	-	+24 V DC
18	Zacisk 18 - wej. cyfrowe	5-10	Start
19	Zacisk 19 - wej. cyfrowe	5-11	Zmiana kierunku obrotów
20	Zacisk 20 - wspólne uziemienie cyfrowe	-	Wspólne
27	Zacisk 27 - wej. cyfrowe	5-12	Reset
29	Zacisk 29 - wej. cyfrowe	5-13	Jog - praca manewrowa
33	Zacisk 33 - wej. cyfrowe	5-15	Bit 0 prog.war.zad.
42	Zacisk 42 - Wyjście analogowe/wyjście cyfrowe	6-9*	Brak działania
50	Zacisk 50 - zasilanie wejścia analogowego	-	+10 V DC
53	Zacisk 53 - wejście analogowe (napięciowe lub prądowe)	3-15/6-1*	Wartość zadana
55	Zacisk 55 - wspólne uziemienie analogowe	-	Wspólne
60	Zacisk 60 - wejście prądowe	3-16/6-2*	Wartość zadana

Tabela 6.4 Podłączenie kabli

Bardzo długie przewody sterownicze oraz sygnały analogowe mogą czasami, w zależności od instalacji, tworzyć 50/60 Hz pętle doziemienia z powodu zakłóceń powodowanych przez kable zasilania.

Jeśli do tego dojdzie, przerwać ekran lub umieścić kondensator 100 nF między ekranem i obudową.

### WAŻNE

Podłączyć razem cyfrowe i analogowe wejścia oraz wyjścia do oddzielnych zacisków wspólnych przetwornicy częstotliwości o numerach 20, 39 i 55. Pozwoli to zapobiec interferencji prądu doziemienia pomiędzy grupami. Przykładowo, zapobiega to zakłóceniom wejść analogowych przez włączenie wejść cyfrowych.

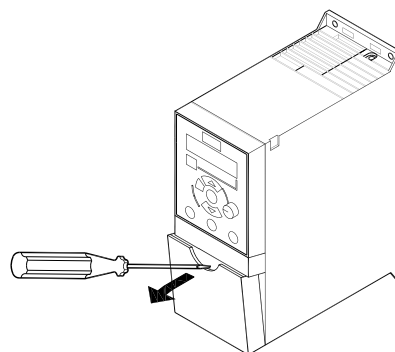
### WAŻNE

Przewody sterujące powinny być ekranowane/zbrojone.

## 6.14 Zaciski sterowania

### 6.14.1 Dostęp do zacisków sterowania

Wszystkie zaciski przewodów sterowniczych znajdują się pod osłoną zacisków z przodu przetwornicy częstotliwości. Zdjąć osłonę zacisków przy pomocy wkrętaka.



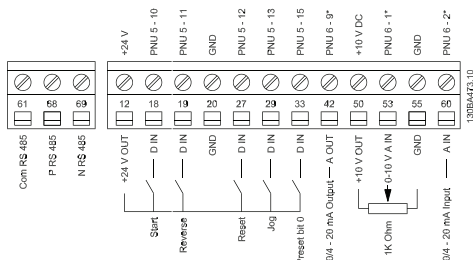
Ilustracja 6.11 Zdejmowanie osłony zacisków

### WAŻNE

Na wewnętrznej części pokrywy znajdują się schematy zacisków sterowania oraz przełączników.

### 6.14.2 Podłączenie do zacisków sterowania

Na *Ilustracja 6.12* znajdują się wszystkie zaciski sterowania przetwornica częstotliwości. Wydanie polecenia Start (zacisk 18) i analogowej wartości zadanej (zacisk 53 lub 60) powoduje uruchomienie przetwornica częstotliwości.



Ilustracja 6.12 Przegląd zacisków sterowania w konfiguracji PNP oraz w ustawieniu fabrycznym.

### 6.15 Przełączniki

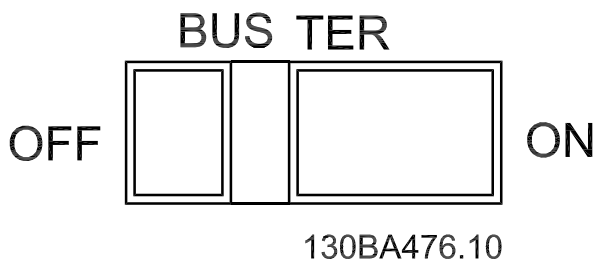
#### WAŻNE

Nie korzystać z przełączników, kiedy przetwornica częstotliwości jest pod napięciem.

#### Zakończenie magistrali:

Przełącznik BUS TER poz. ON stanowi zakończenie portu RS485 oraz zacisków 68 i 69. Patrz *Ilustracja 6.10*.

Ustawienie domyślne = Wył.

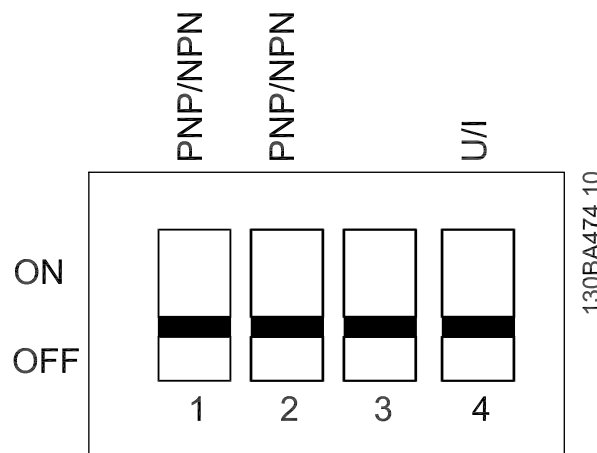


Ilustracja 6.13 S640 Zakończenie magistrali

### S200 Przełączniki 1-4:

Przełącznik 1:	*WYŁ. = zaciski PNP 29 WŁ. = zaciski NPN 29
Przełącznik 2:	*WYŁ. = zaciski PNP 18, 19, 27 i 33 WŁ. = zaciski NPN 18, 19, 27 i 33
Przełącznik 3:	Brak funkcji
Przełącznik 4:	*WYŁ. = zacisk 53 0 - 10 V WŁ. = zacisk 53 0/4 - 20 mA
* = ustawienie domyślne	

Tabela 6.5 Ustawienia dla przełączników S200 1-4



Ilustracja 6.14 S200 Przełączniki 1-4.

#### WAŻNE

Parametr 6-19 musi być ustawiony zgodnie z położeniem przełącznika 4.

### 6.16 Końcowe ustawienie parametrów i test

Aby przetestować zestaw parametrów i upewnić się, czy przetwornica częstotliwości pracuje, należy wykonać następujące czynności.

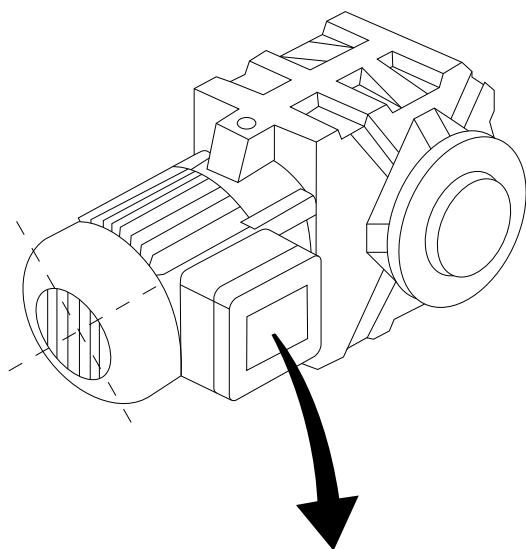
#### Krok 1. Odszukać tabliczkę znamionową silnika

Silnik jest połączony w gwiazdę (Y) lub w trójkąt (Δ). Informacja ta znajduje się na tabliczce znamionowej silnika.

#### Krok 2. Wpisać dane z tabliczki znamionowej silnika w tę listę parametrów.

Aby otworzyć tę listę należy nacisnąć przycisk [QUICK MENU] i wybrać „Konfiguracja skrócona Q2”.

1.	Moc silnika [kW] lub Moc silnika [KM]	1-20 Motor Power [kW] 1-21 Motor Power [HP]
2.	Napięcie silnika	1-22 Motor Voltage
3.	Częstotliwość silnika	1-23 Motor Frequency
4.	Prąd silnika	1-24 Motor Current
5.	Znamionowa prędkość silnika	1-25 Motor Nominal Speed



130BT307.10

6

BAUER D-7 3734 ESLINGEN				
3~ MOTOR NR. 1827421 2003				
S/E005A9				
	1,5	KW		
n <sub>2</sub>	31,5	/MIN.	400	Y V
n <sub>1</sub>	1400	/MIN.	50	Hz
cos	0,80		3,6	A
1,7L				
B	IP 65		H1/1A	

### Krok 3. Włączyć Automatyczne dostrajanie silnika (AMT)

Przeprowadzenie AMT zapewni optymalizację działania. Funkcja AMT mierzy wartości parametrów odpowiednich dla schematu zastępczego silnika.

1. Podłączyć zacisk 27 do zacisku 12 lub nastawić 5-12 Terminal 27 Digital Input na pozycję „Brak działania” (5-12 Terminal 27 Digital Input [0])
2. Włączyć AMT 1-29 Automatic Motor Adaptation (AMA).
3. Wybrać pełne lub ograniczone AMT. W przypadku, gdy zainstalowany jest filtr LC należy przeprowadzić ograniczone AMT lub usunąć filtr LC w trakcie procedury AMT.

4. Nacisnąć przycisk [OK]. Na wyświetlaczu pojawi się komunikat „Naciśnij [Hand on], aby rozpocząć”.
5. Nacisnąć przycisk [Hand on]. Pasek postępu wskazuje czy AMT jest w toku.

### Zatrzymanie AMT podczas pracy

1. Nacisnąć przycisk [OFF] - przetwornica częstotliwości przechodzi w tryb alarmowy, a na wyświetlaczu pojawia się komunikat, że AMT zostało zakończone przez użytkownika.

### Udane AMT

1. Na wyświetlaczu pojawia się komunikat „Naciśnij [OK], aby zakończyć AMT”.
2. Nacisnąć przycisk [OK], aby opuścić stan AMT.

### Nieudane AMA

1. przetwornica częstotliwości przechodzi w tryb alarmowy. Opis alarmu znajduje się w sekcji *Usuwanie usterek*.
2. „Zgłaszana wartość” w [Alarm Log] pokazuje ostatnią sekwencję pomiarową, wykonaną przez AMT, zanim przetwornica częstotliwości przeszła w tryb alarmowy. Ten numer razem z opisem alarmu będzie pomocny podczas usuwania usterki. W razie kontaktu z serwisem firmy Danfoss, należy pamiętać, aby podać ten numer i opis alarmu.

Nieudane AMT jest często spowodowane przez niepoprawne zarejestrowanie danych znajdujących się na tabliczce znamionowej silnika lub zbyt dużą różnicę pomiędzy wielkością mocy silnika a wielkością mocy przetwornicy częstotliwości.

### Krok 4. Ustawić ograniczenie prędkości i czas rozpędzania/zatrzymania.

Ustawić żądane ograniczenia prędkości i czasu rozpędzania/zatrzymania.

Minimalna wartość zadana	3-02 Minimum Reference
Maksymalna wartość zadana	3-03 Maximum Reference

Dolna granica prędkości silnika	4-11 Motor Speed Low Limit [RPM] lub 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]
Górna granica prędkości silnika	4-13 Motor Speed High Limit [RPM] lub 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]



Czas rozpędzania 1 [sek.]	3-41 Ramp 1 Ramp Up Time
Czas zatrzymania 1 [sek.]	3-42 Ramp 1 Ramp Down Time

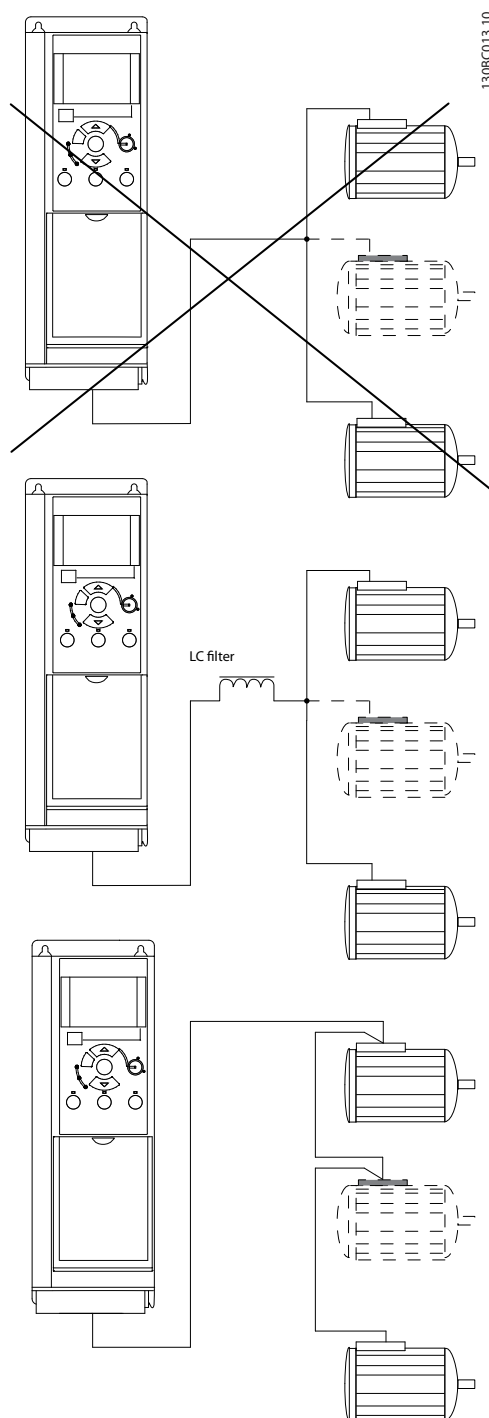
### 6.17 Równoległe łączenie silników

przetwornica częstotliwości może sterować kilkoma silnikami połączonymi równolegle. Całkowity pobór prądu silników nie może przekraczać znamionowego prądu wyjściowego  $I_{INV}$  dla przetwornica częstotliwości.

Kiedy silniki są połączone równolegle, nie można korzystać z 7.4.2 1-29 *Automatyczne dostrójenie do silnika (AMT)*.

Jeśli wielkość silników jest bardzo różna, mogą wystąpić problemy przy rozruchu oraz przy niskich wartościach prędkości obr./min., ponieważ stosunkowo wysoka rezystancja omowa małych silników w stojanie wymaga wtedy wyższego napięcia.

Elektroniczny przekaźnik termiczny (ETR) przetwornica częstotliwości nie może pełnić funkcji zabezpieczenia silnika w przypadku silników indywidualnych w systemach z silnikami połączonymi równolegle. Należy zapewnić dodatkowe zabezpieczenie silnika, np. termistory w każdym silniku lub indywidualne przekaźniki termiczne. (Wyłączniki nie są odpowiednim zabezpieczeniem).



## 6.18 Instalacja silnika

W przypadku długości kabla mniejszej lub równej ( $\leq$ ) od maksymalnej długości kabla podanej w 9.1 Dane techniczne, zalecane są następujące wartości znamionowe izolacji silnika, gdyż napięcie szczytowe może być nawet dwukrotnie wyższe od napięcia obwodu pośredniego DC, 2,8-krotnie wyższe od napięcia zasilania, ze względu na efekty linii przesyłowej w kablu silnika. Jeżeli silnik ma niższą wartość znamionową izolacji, zaleca się użycie filtra dU/dt lub fali sinusoidalnej.

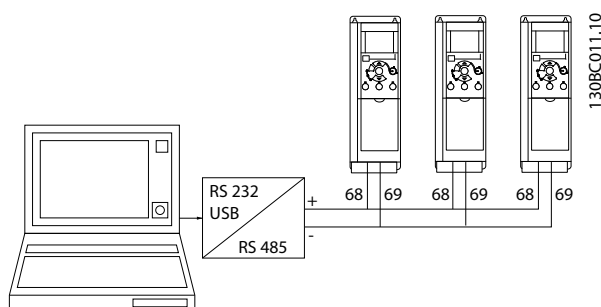
Znamionowe napięcie zasilania	Izolacja silnika
$U_N \leq 420 \text{ V}$	Standardowe $U_{LL} = 1300 \text{ V}$
$420\text{V} < U_N \leq 500 \text{ V}$	Wzmocnione $U_{LL} = 1600 \text{ V}$
$500\text{V} < U_N \leq 600 \text{ V}$	Wzmocnione $U_{LL} = 1800 \text{ V}$
$600\text{V} < U_N \leq 690 \text{ V}$	Wzmocnione $U_{LL} = 2000 \text{ V}$

## 6.19 Instalacja różnorodnych połączeń

### 6.19.1 Złącze magistrali RS485

Standardowy interfejs RS485 umożliwia podłączenie jednej lub kilku przetwornic częstotliwości (lub mastera). Zacisk 68 jest podłączony do sygnału P (TX+, RX+), natomiast zacisk 69 jest podłączony do sygnału N (TX-,RX-).

Jeśli do mastera podłączona jest więcej niż jedna przetwornica częstotliwości, należy zastosować łączenie równoległe.



Aby zapobiec powstawaniu potencjalnych prądów wyrównawczych w ekranie, należy uziemić ekran kabla za pomocą zacisku 61, podłączonego do ramy obwodem pośrednim RC.

#### Zakończenie magistrali

Magistrala RS485 musi być zakończona siecią rezystorów na obu końcach. W tym celu należy ustawić przełącznik S801 karty sterującej na „ON”.

Dodatkowe informacje znajdują się w części *Przełączniki S201, S202 i S801*.

Protokół komunikacyjny musi zostać ustawiony na 8-30 Protokół.

### 6.19.2 Sposób podłączenia komputera PC do Przetwornica częstotliwości

Aby sterować przetwornicą częstotliwości lub ją zaprogramować z komputera, należy zainstalować korzystające z komputera narzędzie konfiguracyjne MCT 10 Set-up Software.

#### Oprogramowanie MCT 10 Set-up Software

MCT 10 Set-up Software zaprojektowano jako łatwe w obsłudze, interaktywne narzędzie do ustawiania parametrów naszych przetwornic częstotliwości. Narzędzie konfiguracyjne MCT 10 Set-up Software działające na komputerze PC przydaje się w:

- Planowaniu sieci komunikacyjnej off-line. MCT 10 Set-up Software zawiera pełną bazę danych przetwornic częstotliwości
- Uruchamianiu przetwornic częstotliwości przy oddaniu do eksploatacji on-line
- Zachowywaniu nastaw dla wszystkich przetwornic częstotliwości
- Wymianie przetwornic częstotliwości w sieci
- Rozszerzaniu istniejącej sieci
- Przetwornice, które powstaną w przyszłości będą obsługiwane

#### Zapisz ustawienia przetwornicy częstotliwości:

1. Podłączyć komputer PC do urządzenia przez port komunikacyjny USB
2. Narzędzie konfiguracyjne MCT 10 Set-up Software działające na komputerze PC
3. Wybrać „Czytaj z przetwornicy częstotliwości”
4. Wybrać „Zapisz jako”

Wszystkie parametry zostały zmagazynowane w komputerze PC.

#### Ładowanie ustawień przetwornicy częstotliwości


1. Podłączyć komputer PC do urządzenia przez port komunikacyjny USB
2. Narzędzie konfiguracyjne MCT 10 Set-up Software działające na komputerze PC
3. Wybrać „Otwórz” – zostaną wyświetlone magazynowane pliki
4. Otworzyć odpowiedni plik
5. Wybrać „Zapisz w przetwornicy częstotliwości”

Wszystkie ustawienia parametrów zostały przeniesione do przetwornicy częstotliwości.

Dostępny jest oddzielny podręcznik dla oprogramowania komputerowego MCT 10 Set-up Software na komputery PC.

#### Moduły narzędzia konfiguracyjnego MCT 10 Set-up Software działające na komputerze PC

Pakiet oprogramowania zawiera następujące moduły:

	<b>MCT 10 Set-up Software</b>
	Ustawianie parametrów Kopiowanie do i z przetwornic częstotliwości Dokumentacja i wydruk ustawień parametrów wraz ze schematami
	<b>Zew. interfejs użytkownika</b>
	Harmonogram konserwacji zapobiegawczej Ustawienia zegara Programowanie działania zsynchronizowanego w czasie Konfiguracja Sterownika Zdarzeń

#### Numer zamówieniowy:

Prosimy o zamawianie płyty CD z oprogramowaniem konfiguracyjnym na komputer PC MCT 10 Set-up Software z użyciem numeru kodu 130B1000.

Oprogramowanie MCT 10 Set-up Software można również pobrać ze strony internetowej Danfoss pod adresem: <http://www.Danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/DDPC+Software+Program.htm>.

## 6.20 Bezpieczeństwo

### 6.20.1 Test wysokiego napięcia

Przeprowadzić test wysokiego napięcia, zwierając zaciski U, V, W, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> i L<sub>3</sub>. Zasilic maks. 2,15 kV DC w przypadku przetwornic 380-500 V, lub maks. 2,525 kV DC dla przetwornic 525-690 V, przez jedną sekundę między tym zwarciem i obudową.

#### **⚠ OSTRZEŻENIE**

Przeprowadzając testy wysokiego napięcia całej instalacji należy przerwać złącza zasilania i silnika, jeśli prądy upływowe są zbyt duże.

### 6.20.2 Połączenie bezpiecznego uziemienia

W przetwornica częstotliwości występuje duży prąd upływowy i ze względów bezpieczeństwa należy ją odpowiednio uziemić zgodnie z wymogami EN 50178.

#### **⚠ OSTRZEŻENIE**

Prąd upływowy przetwornica częstotliwości przekracza wartość 3,5 mA. Aby zapewnić dobre połączenie mechaniczne kabla uziemienia z przyłączem uziemienia (zacisk 95), przekrój poprzeczny kabla powinien wynosić przynajmniej 10 mm<sup>2</sup> lub należy zastosować 2 zakończone oddzielnie, uziemione kable znamionowe.

## 7 Programowanie

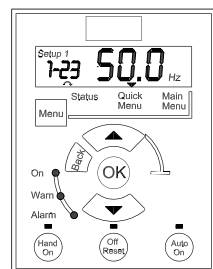
### 7.1 Sposób programowania

#### 7.1.1 Programowanie z oprogramowaniem konfiguracyjnym MCT-10

przetwornica częstotliwości można zaprogramować z komputera osobistego poprzez port komunikacyjny RS485 po zainstalowaniu oprogramowania MCT-10 Set-up Software.

Można je zamówić (kod 130B1000) lub pobrać z witryny Danfoss: [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com), Obszar działalności: Motion Controls.

Patrz instrukcja obsługi MG10RXY.

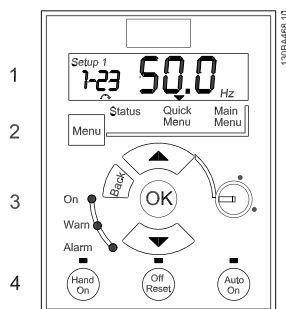


Ilustracja 7.2 LCP 11 bez potencjometru

#### 7.1.2 Programowanie za pomocą LCP 11 or LCP 12

LCP jest podzielony na cztery grupy funkcyjne:

1. Wyświetlacz numeryczny.
2. Przycisk [Menu].
3. Przyciski nawigacyjne.
4. Przyciski funkcyjne i lampki sygnalizacyjne (diody LED).



Ilustracja 7.1 LCP 12 z potencjometrem

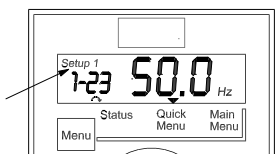
#### Wyświetlacz:

Na wyświetlaczu ukazywanych jest wiele przydatnych informacji.

**Numer zestawu parametrów** przedstawia aktywny zestaw parametrów oraz edytowany zestaw parametrów. Jeśli ten sam zestaw parametrów jest aktywny i edytowany, na ekranie pojawia się tylko jego numer (ustawienie fabryczne).

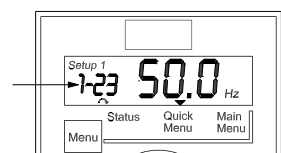
Kiedy są to dwa różne zestawy, oba ich numery są wyświetlane na ekranie (zestaw parametrów 12).

Edytowany zestaw parametrów jest oznaczany migającym numerem.



Ilustracja 7.3 Oznaczenia zestawu parametrów

Niewielkie cyfry po lewej stronie ekranu to wybrany numer parametru.



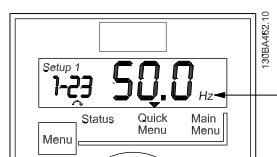
Ilustracja 7.4 Oznaczenia numeru wybranego parametru

Większe cyfry na środku ekranu to wartość wybranego parametru.



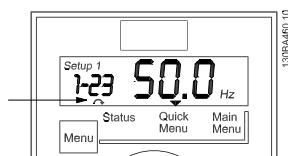
Ilustracja 7.5 Oznaczenia wartości wybranego parametru

Po prawej stronie ekranu ukazane są **jednostki** wybranego parametru. Może to być Hz, A, V, kW, KM, %, sek. lub obr./min.



Ilustracja 7.6 Oznaczenia jednostki wybranego parametru

**Kierunek obrotów silnika** jest ukazany w lewej dolnej części ekranu (oznaczony małą strzałką skierowaną zgodnie z ruchem wskazówek zegara lub w kierunku odwrotnym).



Ilustracja 7.7 Oznaczenia kierunku obrotów silnika

Za pomocą przycisku [MENU] można wybrać następujące menu:

#### Menu statusu:

Menu to jest w Trybie odczytu lub w Trybie *Hand on*. W Trybie odczytu na ekranie ukazywana jest wartość obecnie wybranego parametru odczytu.

W Trybie *Hand on* wyświetlana jest wartość zadana lokalnego LCP.

#### Szybkie menu:

Wyświetla parametry szybkiego menu oraz ich ustawienia. Z tego menu można uzyskać dostęp do tych parametrów oraz je edytować. Większość aplikacji można obsługiwać ustawiając parametry w szybkich menu.

#### Menu główne:

Wyświetla parametry menu głównego oraz ich ustawienia. Z tego menu można uzyskać dostęp do wszystkich parametrów oraz je edytować.

#### Lampki sygnalizacyjne:

- Zielona dioda: przetwornica częstotliwości jest włączony.
- Żółta dioda: Oznacza ostrzeżenie. Patrz część *Usuwanie usterek*
- Dioda czerwona pulsująca: Oznacza alarm. Opis rozwiązania problemu znajduje się w części *Usuwanie usterek*

#### Przyciski nawigacyjne:

**[Back]:** służy do przechodzenia do poprzedniego kroku lub poziomu w strukturze nawigacji.

**Strzałki [▲] [▼]:** Służą do przechodzenia między grupami parametrów, parametrami oraz ustawieniami w parametrach.

**[OK]:** służy do wyboru parametru i akceptacji wprowadzonych zmian ustawień.

#### Przyciski funkcyjne:

Zapalona żółta lampka nad przyciskiem funkcyjnym oznacza, że jest on aktywny.

**[Hand on]:** uruchamia silnik i włącza sterowanie przetwornica częstotliwości za pomocą LCP.

**[Off/Reset]:** Silnik zatrzymuje się. Nie dotyczy to trybu alarmowego. W tym przypadku silnik zostanie zresetowany.

**[Auto on]:** przetwornica częstotliwości jest sterowana przez zaciski sterowania lub porty komunikacji szeregowej.

**[Potencjometr] (LCP12):** Potencjometr działa na dwa sposoby, w zależności od trybu pracy przetwornica częstotliwości.

W Trybie *Auto* potencjometr spełnia funkcję dodatkowego programowalnego wejścia analogowego.

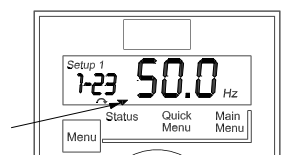
W Trybie *Hand on* potencjometr steruje lokalną wartością zadaną.

## 7.2 Menu statusu

Menu statusu aktywuje się po włączeniu urządzenia. Za pomocą przycisku [Menu] można wybrać menu statusu, szybkie menu lub menu główne.

Strzałki [▲] i [▼] umożliwiają wybór opcji w każdym menu.

Na ekranie ukazywany jest tryb statusu – mała strzałka nad słowem „Status”.



Ilustracja 7.8 Wskazanie trybu statusu

### 7.3 Szybkie menu

Szybkie menu zapewnia łatwy dostęp do najczęściej używanych parametrów.

1. Aby do niego wejść, należy naciskać przycisk [Menu], aż wskaźnik na ekranie ustawi się nad *Szybkim menu*.
2. Za pomocą przycisków [▲] [▼] wybrać QM1 lub QM2 i nacisnąć [OK].
3. Za pomocą symboli [▲] [▼] można przeglądać parametry w szybkim menu.
4. Aby wybrać parametr, należy nacisnąć [OK].
5. Za pomocą symboli [▲] [▼] można zmieniać wartość ustawienia parametru.
6. Nacisnąć [OK], aby zatwierdzić nowe ustawienie.
7. Aby wyjść z danego menu, nacisnąć dwukrotnie [Back], aby wejść do menu *Status*, lub raz nacisnąć [Menu], aby wejść do *Menu głównego*.



Ilustracja 7.9 Oznaczenia trybu szybkiego menu

### 7.4 Parametry Szybkiego menu

#### 7.4.1 Parametry szybkiego menu – ustawienia podstawowe QM1

Poniżej opisane zostały wszystkie parametry szybkiego menu.

\* = Ustawienie fabryczne.

#### 1-20 Moc silnika [kW]/[KM] (P<sub>m,n</sub>)

Opcja:	Zastosowanie:
	Wprowadzić wartość mocy silnika z tabliczki znamionowej. Dwie wielkości w dół, jedna wielkość w górę od nominalnego ustawienia VLT.
[1]	0,09 kW/0,12 KM
[2]	0,12 kW/0,16 KM
[3]	0,18 kW/0,25 KM
[4]	0,25 kW/0,33 KM
[5]	0,37 kW/0,50 KM
[6]	0,55 kW/0,75 KM
[7]	0,75 kW/1,00 KM
[8]	1,10 kW/1,50 KM
[9]	1,50 kW/2,00 KM
[10]	2,20 kW/3,00 KM
[11]	3,00 kW/4,00 KM
[12]	3,70 kW/5,00 KM
[13]	4,00 kW/5,40 KM
[14]	5,50 kW/7,50 KM
[15]	7,50 kW/10,0 KM
[16]	11,00 kW/15,00 KM
[17]	15,00 kW/20,00 KM
[18]	18,50 kW/25,00 KM
[19]	22,00 kW/29,50 KM
[20]	30,00 kW/40,00 KM

### WAŻNE

Zmiana tego parametru ma wpływ na parametry 1-22 - 1-25, 1-30, 1-33 i 1-35.

#### 1-22 Napięcie silnika (U<sub>m,n</sub>)

Zakres:	Zastosowanie:
230/400 V	[50 - 999 V] Wprowadzić wartość napięcia silnika z tabliczki znamionowej.

#### 1-23 Częstotliwość silnika (f<sub>m,n</sub>)

Zakres:	Zastosowanie:
50 Hz*	[20-400 Hz] Wprowadzić wartość częstotliwości silnika z tabliczki znamionowej.

**1-24 Prąd silnika ( $I_{m,n}$ )**

Zakres:	Zastosowanie:
Zależne od typu silnika* [0,01 - 100,00 A]	Wprowadzić wartość prądu silnika z tabliczki znamionowej.

**1-25 Znamionowa prędkość silnika ( $n_{m,n}$ )**

Zakres:	Zastosowanie:
Zależne od typu silnika* [100 - 9999 obr/min]	Wprowadzić znamionową prędkość silnika z tabliczki znamionowej.

**1-29 Automatyczne dostrojenie do silnika (AMT)**

Opcja:	Zastosowanie:
	<p>Funkcja AMT jest wykorzystywana do optymalizacji pracy silnika.</p> <p><b>WAŻNE</b></p> <p><b>Parametru tego nie można zmienić podczas pracy silnika.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Zatrzymać przetwornica częstotliwości i sprawdzić, czy silnik znajduje się w bezruchu</li> <li>Wybrać [2] "Włącz AMT"</li> <li>Włączyć sygnał startowy                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- Na LCP: Nacisnąć [Hand On]</li> <li>- Lub w trybie zdalnym [Remote On]: włączyć sygnał startowy na zacisku 18</li> </ul> </li> </ol>
[0] *	Wyłączony Funkcja AMT jest wyłączona.
[2]	Włącz AMT Funkcja AMT rozpoczyna działanie. <b>WAŻNE</b> <b>Aby wykonać optymalne dostrojenie przetwornica częstotliwości, należy wykonać AMT na zimnym silniku.</b>

**3-02 Minimalna wartość zadana**

Zakres:	Zastosowanie:
0,00* [-4999 - 4999]	Wprowadzić minimalną wartość zadaną. Suma wszystkich wewnętrznych i zewnętrznych wartości zadanych zostaje ograniczona do poziomu minimalnej wartości zadanej, 3-02 Minimalna wartość zadana.

**3-03 Maksymalna wartość zadana**

Zakres:	Zastosowanie:
	Maksymalna wartość zadaną można ustawiać w zakresie od minimalnej wartości zadanej do 4999.
50,00* [-4999 - 4999]	Wprowadzić maksymalną wartość zadaną. Suma wszystkich wewnętrznych i zewnętrznych wartości zadanych zostaje ograniczona do poziomu maksymalnej wartości zadanej par. 3-03 Maksymalna wartość zadana.

**3-41 Czas rozpędzania 1**

Zakres:	Zastosowanie:
Powiązane z rozmiarem* [0,05 - 3600,00 sek.]	Wprowadzić czas rozpędzania od 0 Hz do znamionowej częstotliwości silnika ( $f_{m,n}$ ) ustawionej w 1-23 Częstotliwość silnika. Wybrać czas rozpędzania tak, aby ograniczenie momentu obrotowego nie zostało przekroczone – patrz 4-16 Ograniczenie momentu w trybie silnika.

**3-42 Czas zatrzymania 1**

Zakres:	Zastosowanie:
Powiązane z rozmiarem* [0,05 - 3600,00 sek.]	Ustawić czas zatrzymania ze znamionowej częstotliwości silnika ( $f_{m,n}$ ) w 1-23 Częstotliwość silnika na wartość 0 Hz. Wybrać taki czas zatrzymania, aby nie spowodował on przepięcia w inwerterze wynikającego z pracy regeneracyjnej silnika. Co więcej, regeneracyjny moment obrotowy nie może przekraczać granicy ustawionej w 4-17 Ograniczenie momentu w trybie generatora.

7

**7.4.2 Parametry szybkiego menu – ustawienia podstawowe PI QM2**

Poniżej znajduje się krótki opis parametrów dla podstawowych ustawień PI. Więcej informacji na ten temat znajduje się w Przewodniku programowania przetwornicy częstotliwości VLT Micro Drive, MG02CXYY.

**1-00 Tryb konfiguracyjny**

Zakres:	Zastosowanie:
	Wybrać [3] „Pętlę zamkniętą procesu”

**3-02 Min. wartość zadana**

Zakres:	Zastosowanie:
[-4999 - 4999]	Ustawia granice wartości zadanej i sprzężenia zwrotnego.

**3-03 Maks. wartość zadana**

Zakres:	Zastosowanie:
[-4999 - 4999]	Ustawia granice wartości zadanej i sprzężenia zwrotnego.

**3-10 Programowana wartość zadana**

Zakres:	Zastosowanie:
[-100,00 - 100,00]	Ustawienie [0] działa jako wartość zadana.

**4-12 Dolna granica prędkości silnika**

Zakres:	Zastosowanie:
[0,0 - 400 Hz]	Najniższa możliwa częstotliwość wyjściowa.

## 4-14 Górna granica prędkości silnika

Zakres: Zastosowanie:

[0,0 - 400,00 Hz]	Najwyższa możliwa częstotliwość wyjściowa.
-------------------	--

**WAŻNE**

Ustawienie domyślne 65 Hz należy zwykle zmniejszyć do 50 - 55 Hz.

## 6-22 Zacisk 60 - mały prąd

Zakres: Zastosowanie:

[0,00 - 19,99 mA]	Zwykle ustawione na 0 lub 4 mA.
-------------------	---------------------------------

## 6-23 Zacisk 60 - duży prąd

Zakres: Zastosowanie:

[0,01 - 20,00 mA]	Zwykle (domyślnie) ustawione na 20 mA.
-------------------	--

## 6-24 Zacisk 60. Dolna skala sprzężenia zwrotnego

Zakres: Zastosowanie:

[-4999 - 4999]	Wartość odpowiadająca ustawieniu w par. 7.4.3 QM2 - 6-22 - Zacisk 60 - mały prąd.
----------------	---

## 6-25 Zacisk 60. Górna skala sprzężenia zwrotnego

Zakres: Zastosowanie:

[-4999 - 4999]	Wartość odpowiadająca ustawieniu w par. 7.4.3 QM2 - 6-23 - Zacisk 60 - duży prąd.
----------------	---

## 6-26 Zacisk 60. Stała czasowa filtra

Zakres: Zastosowanie:

[0,01 - 10,00 sek.]	Filtr służący do tłumienia szumów elektrycznych.
---------------------	--

## 7-20 Źródło sprzężenia zwrotnego procesu CL

Zakres: Zastosowanie:

<input type="checkbox"/>	Wybrać [2] wejście analogowe 60.
--------------------------	----------------------------------

## 7-30 PI procesu normalne/odwrócone

Zakres: Zastosowanie:

<input type="checkbox"/>	Większość sterowników PI jest ustawionych na „Normalne”.
--------------------------	--

## 7-31 Przetwarzanie Anti Windup PI

Zakres: Zastosowanie:

<input type="checkbox"/>	Zostawić ustawienie <i>Włączone</i> .
--------------------------	---------------------------------------

## 7-32 Prędkość startowa PI procesu

Zakres: Zastosowanie:

[0,0 - 200,0 Hz]	Wybrać przewidywaną zwykłą prędkość roboczą.
------------------	--

## 7-33 Proporcjonalne wzmocnienie PI procesu

Zakres: Zastosowanie:

[0,00 - 10,00]	Wprowadzić współczynnik P.
----------------	----------------------------

## 7-34 Czas całkowania PI procesu

Zakres: Zastosowanie:

[0,10 - 9999,00 sek.]	Wprowadzić współczynnik I
-----------------------	---------------------------

## 7-38 Współczynnik posuwu do przodu procesu

Zakres: Zastosowanie:

[0 - 400%]	Dotyczy tylko zmiennych wartości zadanych.
------------	--

## 7.5 Menu główne

## 7.5.1 Menu główne

[Main Menu] służy do programowania wszystkich parametrów. Dostęp do parametrów Menu Głównego można uzyskać w trybie natychmiastowym, chyba, że stworzono hasło przy pomocy 0-60 Main Menu Password. W przypadku większości zastosowań Przetwornica częstotliwości VLT® Micro Drive FC 51 nie trzeba wchodzić do parametrów Głównego Menu, lecz można uzyskać dostęp poprzez Szybkie Menu które zapewniają najprostszy i najszybszy dostęp do typowych wymaganych parametrów.

Menu główne daje dostęp do wszystkich przewidzianych parametrów.

1. Aby do niego wejść, należy naciskać przycisk [MENU], aż wskaźnik na ekranie ustawi się nad Menu głównym.
2. Za pomocą symboli [▲] [▼] można przeglądać grupy parametrów.
3. Aby wybrać grupę parametrów, należy nacisnąć [OK].
4. Za pomocą symboli [▲] [▼] można przeglądać parametry w danej grupie.
5. Aby wybrać parametr, należy nacisnąć [OK].
6. Za pomocą symboli [▲] [▼] można ustawiać/zmieniać wartość parametru.

Przycisk [BACK] służy do przejścia o jeden poziom wstecz.



## 7.6 Szybki transfer ustawień parametrów między kilkoma przetwornicami częstotliwości

Po zakończeniu konfiguracji przetwornica częstotliwości Danfoss zaleca zapisanie danych w LCP lub w komputerze za pomocą MCT 10 Set-up Software.

Przechowywanie danych w LCP:

1. Przejdź do *0-50 LCP Copy*
2. Nacisnąć przycisk [OK]
3. Zaznaczyć „Wszystko do LCP”
4. Nacisnąć przycisk [OK]

### **⚠ OSTRZEŻENIE**

Przed wykonaniem tej operacji należy zatrzymać silnik.

Następnie można podłączyć LCP do kolejnej przetwornicy częstotliwości i skopiować do przetwornicy częstotliwości ustawienia parametrów.

Przesyłanie danych z LCP do przetwornicy częstotliwości:

1. Przejdź do *0-50 LCP Copy*
2. Nacisnąć przycisk [OK]
3. Zaznaczyć „Wszystko z LCP”
4. Nacisnąć przycisk [OK]

### **WAŻNE**

Przed wykonaniem tej operacji należy zatrzymać silnik.

## 7.7 Odczyt i programowanie Parametrów indeksowanych

Użyj *7.4.3 QM2 - 3-10 - Programowana wartość zadana* jako przykładu.

Wybrać parametr, nacisnąć [OK] i użyć przycisków nawigacyjnych Góra/Dół do przewijania wartości indeksowanych. Aby zmienić wartość parametru, wybrać wartość indeksowaną i nacisnąć [OK]. Zmienić wartość za pomocą przycisków w górę/w dół. Nacisnąć [OK], aby zaakceptować nowe ustawienia. Nacisnąć [CANCEL], aby anulować. Nacisnąć [Back], aby wyjść z parametru.

## 7.8 Przetwornica częstotliwości można zainicjalizować do nastaw fabrycznych, domyślnych na dwa sposoby:

### 7.8.1 Przetwornica częstotliwości można zainicjalizować do nastaw fabrycznych, domyślnych na dwa sposoby:

Zalecane inicjalizowanie (poprzez *14-22 Operation Mode*)

1. Wybrać *14-22 Operation Mode*.
2. Nacisnąć przycisk [OK].
3. Wybrać *Inicjalizacja* i nacisnąć [OK].
4. Odciąć zasilanie i poczekać, aż wyświetlacz wyłączy się.
5. Ponownie podłączyć zasilanie – przetwornica częstotliwości została zresetowana. *Poza następującymi parametrami.*

*8-30 Protocol*

*8-31 Address*

*8-32 Baud Rate*

*8-33 Parity / Stop Bits*

*8-35 Minimum Response Delay*

*8-36 Maximum Response Delay*

*15-00 Operating Hours do 15-05 Over Volt's*

*15-03 Power Up's*

*15-04 Over Temp's*

*15-05 Over Volt's*

*15-30 Alarm Log: Error Code*

*15-4\* Parametry identyfikacyjne przetwornicy częstotliwości*

**Inicjalizacja na dwa przyciski:**

1. Wyłączyć zasilanie przetwornicy częstotliwości.
2. Nacisnąć przycisk [OK] i [MENU].
3. Załączyć zasilanie przetwornicy częstotliwości, nadal przytrzymując przyciski przez 10 sek.
4. przetwornica częstotliwości została zresetowana poza następującymi parametrami:

*15-00 Operating Hours*

*15-03 Power Up's*

*15-04 Over Temp's*

*15-05 Over Volt's*

*15-4\* Parametry identyfikacyjne przetwornicy częstotliwości*

Inicjalizacja parametrów jest powierzana AL80 na wyświetlaczy po wyłączeniu i załączeniu zasilania.

## 8 Instalacja i konfiguracja RS485

RS485 to dwuprzewodowy interfejs magistrali kompatybilny z topologią sieci wielopunktowej, tzn. węzły można podłączać jako magistralę lub poprzez kable punktowe ze wspólnej linii łączy dalekosiężnych. Do jednego segmentu sieci można podłączyć maks. 32 węzły. Repeaters divide network segments. Należy pamiętać, że każdy wtórnik służy jako węzeł w segmencie, w którym jest on zainstalowany. Każdy węzeł podłączony do danej sieci musi posiadać wyjątkowy adres węzła we wszystkich segmentach.

Zakończyć każdy segment po obu stronach za pomocą przełącznika kończącego (S801) przetwornicy częstotliwości lub przesuniętej sieci opornika zakończenia. Do okablowania magistrali zawsze korzystać z ekranowanych przewodów ze skrętki dwużyłowej (STP) oraz zawsze stosować sprawdzone praktyki montażowe.

Uziemienie o niskiej impedancji ekranu na każdym węźle jest ważne – dotyczy to także wysokich częstotliwości. Dlatego należy wykonać podłączenie dużej powierzchni ekranu do uziemienia, przykładowo za pomocą zacisku kabla lub przewodzącego dławika kablowego. Czasami użytkownik musi podłączyć kable wyrównujące potencjał, aby zachować taki sam potencjał uziemienia w całej sieci, szczególnie w przypadku instalacji wyposażonych w kable o dużej długości.

Aby uniknąć niedopasowania impedancji, zawsze korzystać z jednakowego rodzaju kabli w całej sieci. Do podłączenia silnika do przetwornicy częstotliwości zawsze korzystać z ekranowanych kabli silnika.

Kabel: ekranowany ze skrętki dwużyłowej (STP)
Impedancja: 120Ω
Długość kabla: Maks. 1200 m (wraz z liniami spadkowymi)
Maks. 500 m między stanowiskami

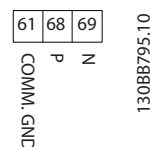
### 8.1.1 Podłączenie sieci

**Podłączyć przetwornica częstotliwości do sieci RS485 w następujący sposób (patrz także rysunek):**

1. Podłączyć przewody sygnałowe do zacisku 68 (P +) i 69 (N-) na głównej płycie sterowniczej przetwornicy częstotliwości.
2. Podłączyć ekran kabli do zacisków kabli.

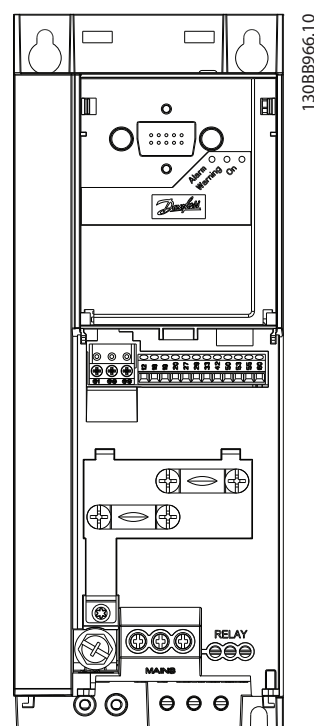
### WAŻNE

Aby zmniejszyć odkształcenia między przewodami, należy korzystać z kabli ekranowanych ze skrętki dwużyłowej.



### 8.1.2 Konfiguracja sprzętowa Przetwornica częstotliwości

Do zakończenia magistrali użyć mikroprzełącznika terminatora magistrali RS485 na głównej płycie sterowniczej przetwornicy częstotliwości.



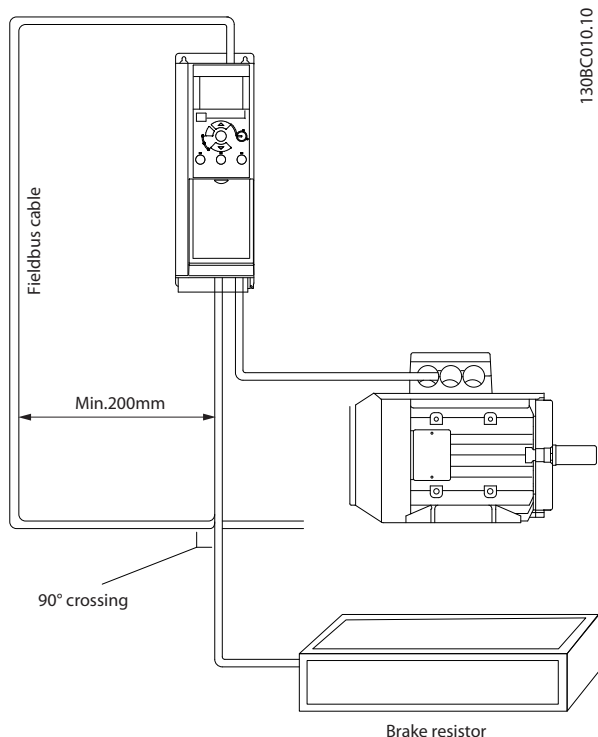
Ilustracja 8.1 Ustawienie fabryczne przełącznika terminatora magistrali

Ustawienie fabryczne dla tego przełącznika to WYŁĄCZONE.

### 8.1.3 Środki ostrożności EMC

Poniższe środki ostrożności EMC należy stosować, aby zapewnić bezawaryjne działanie sieci RS485.

Należy przestrzegać obowiązujących przepisów krajowych i lokalnych, np. dotyczących ochronnego uziemienia urządzenia. Kabel komunikacyjny RS485 musi być zainstalowany w oddaleniu od silnika oraz kabli opornika hamulca, aby uniknąć przeniknięcia zakłóceń o wysokiej częstotliwości z jednego kabla do drugiego. Zwykle wystarcza odległość 200 mm, lecz ogólnie zaleca się utrzymywanie jak największej odległości, szczególnie w przypadku, gdy kable są ułożone równoległe do siebie na dużej odległości. Jeśli nie można uniknąć skrzyżowania kabli, kabel RS485 musi krzyżować się z kablami silnika i opornika hamulca pod kątem 90 stopni.



8

### 8.1.4 Ustawienie parametrów Przetwornica częstotliwości dla komunikacji za pomocą magistrali Modbus

Poniższe parametry dotyczą interfejsu RS485 (port FC):

Parametr	Funkcja
8-30 Protocol	Ustawić protokół aplikacji, aby działał na interfejsie RS485
8-31 Address	Ustawić adres węzła. Uwaga: Zakres adresu zależy od protokołu wybranego w 8-30 Protocol
8-32 Baud Rate	Ustawić szybkość transmisji. Uwaga: Domyślna szybkość transmisji zależy od protokołu wybranego w 8-30 Protocol
8-33 Parity / Stop Bits	Ustawić parzystość i liczbę bitów stopu. Uwaga: Domyślny wybór zależy od protokołu wybranego w 8-30 Protocol
8-35 Minimum Response Delay	Określić minimalny czas opóźnienia między otrzymaniem żądania a przesłaniem odpowiedzi. Funkcja służy do eliminowania modemowych opóźnień cyklu.
8-36 Maximum Response Delay	Określić maksymalny czas opóźnienia między przesłaniem żądania a otrzymaniem odpowiedzi.

### 8.2 Przegląd protokołu FC

Protokół FC nazywany także magistralą FC lub magistralą standardową to standardowa magistrala komunikacyjna przetwornic częstotliwości firmy Danfoss. Określa ona technikę dostępu zgodnie z zasadą master-slave dla komunikacji wykonywanej przez magistrale szeregową. Do magistrali można podłączyć jeden napęd master i maksymalnie 126 napędów slave. Poszczególne urządzenia slave są wybierane przez mastera poprzez znak adresu w komunikacie. Urządzenie slave nie może wykonać transmisji, jeśli najpierw nie otrzyma ono odpowiedniego polecenia, a bezpośrednie przekazywanie komunikatów między tymi urządzeniami jest niemożliwe. Komunikacja odbywa się w trybie pół dupleksu. Funkcja mastera nie może być przeniesiona na inny węzeł (system z jednym masterem).

Fizyczna warstwa to RS485, co umożliwia wykorzystanie portu RS485 w który wyposażona jest przetwornica częstotliwości. Protokół FC obsługuje różne formaty telegramów:

- Krótki format 8-bitowy dla danych procesu.
- Długi format 16-bitowy obejmujący także kanał parametru.
- Format wykorzystany dla komunikatów tekstowych.

## 8.2.1 FC z Modbus RTU

Protokół FC zapewnia dostęp do słowo sterującego i wartości zadanej magistrali przetwornica częstotliwości.

Słowo sterujące pozwala masterowi Modbus sterować szeregiem ważnych funkcji przetwornica częstotliwości.

- Start
- Zatrzymanie przetwornica częstotliwości na szereg sposobów:
  - Stop z wybiegiem silnika
  - Szybkie zatrzymanie
  - Stop z hamowaniem DC
  - Stop normalny (z rozpędzaniem/zatrzymaniem)
- Reset po wyłączeniu awaryjnym na skutek usterki
- Praca z różnymi zaprogramowanymi prędkościami
- Praca ze zmianą kierunku obrotów
- Zmiana aktywnego zestawu parametrów
- Sterowanie 2 przekaźnikami wbudowanymi w przetwornica częstotliwości

Wartość zadana magistrali jest powszechnie używana do sterowania prędkością. Umożliwia ona również dostęp do parametrów, ich odczyt oraz zapis (tam, gdzie to możliwe). Zapewnia to możliwość sterowania szeregiem funkcji, w tym wartością zadaną przetwornica częstotliwości, gdy używany jest jej wewnętrzny regulator typu PI.

## 8.3 Konfiguracja sieci

### 8.3.1 Zestaw parametrów Przetwornica częstotliwości

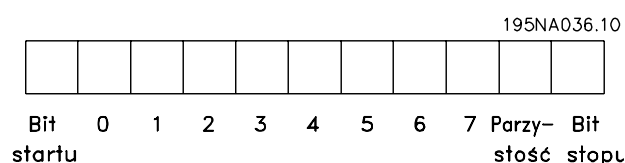
Ustawić poniższe parametry, aby włączyć protokół FC dla przetwornica częstotliwości.

Parametr	Ustawienie
8-30 Protocol	FC
8-31 Address	1 - 126
8-32 Baud Rate	2400 - 115200
8-33 Parity / Stop Bits	Parzystość, 1 bit stopu (ustawienie domyślne)

## 8.4 Struktura komunikatów protokołu FC

### 8.4.1 Zawartość znaku (bajt)

Każdy przesyłany znak rozpoczyna się od bitu rozpoczęcia transmisji. Następnie przesyłanych jest 8 bitów danych, odpowiadających jednemu bajtowi. Każdy znak jest chroniony bitem parzystości. Bit jest ustawiany na "1" gdy osiągnięta parzystość. Parzystość występuje, gdy istnieje równa liczba jedynek w 8 bitach danych i w bicie parzystości. Znak jest zakończony bitem stopu, a zatem składa się łącznie z 11 bitów.



### 8.4.2 Struktura Komunikat

Każdy komunikat ma następującą budowę:

1. Znak początkowy (STX) = 02 Hex
2. Bajt oznaczający długość komunikatu (LGE)
3. Bajt oznaczający adres przetwornica częstotliwości (ADR)

Następnie występuje pewna liczba bajtów danych (zmienna, zależnie od typu komunikatu).

Komunikat kończy się bajtem kontroli danych (BCC).



### 8.4.3 Komunikat Długość (LGE)

Długość komunikat to liczba bajtów danych plus bajt adresu ADR i bajt kontroli danych BCC.

Długość komunikatów złożonych z 4 bajtów danych wynosi:  $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$  bajtów

Długość komunikatów złożonych z 12 bajtów danych wynosi:  $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$  bajtów

Długość komunikatów zawierających tekst wynosi  $10^{1)} + n$  bajtów

<sup>1)</sup> Liczba 10 oznacza znaki stałe, natomiast „n” to zmienna (zależna od długości tekstu).

### 8.4.4 Adres Przetwornica częstotliwości (ADR)

#### Format adresu 1-126

Bit 7 = 1 (format adresu 1-126 aktywny)

Bit 0-6 = address 1-126 przetwornica częstotliwości

Bit 0-6 = Transmisja 0

Napęd slave zwraca niezmieniony bajt adresu do napędu master w komunikacie odpowiedzi.

### 8.4.5 Bajt kontroli danych (BCC)

Suma kontrolna jest obliczana jako funkcja XOR. Zanim zostanie odebrany pierwszy bajt komunikatu, obliczona suma kontrolna wynosi 0.

### 8.4.6 Pole danych

Struktura bloków danych zależy od typu komunikat. Występują trzy typy komunikat, gdzie typ dotyczy zarówno komunikatów sterowania (master=>slave), jak i komunikatów odpowiedzi (slave=>master).

Trzy typy komunikat to:

#### Blok procesu (PCD)

Blok procesu PCD zawiera czterobajtowy blok danych (złożony z 2 słów) oraz:

- Słowo sterujące i wartość zadaną (od napędu master do napędu slave)
- Słowo statusowe i aktualną częstotliwość wyjściową (od napędu master do napędu slave)

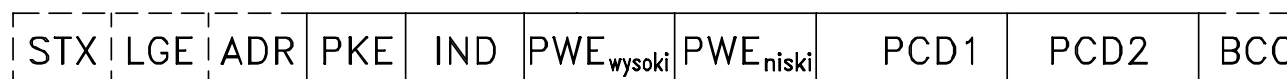


130BA269.10

#### Blok parametrów

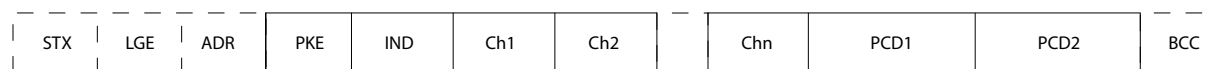
Blok parametrów, służy do przesyłania parametrów między napędem master i slave. Blok danych składa się z maksymalnie 12 bajtów (6 słów) i zawiera również blok procesu.

130BA2 / 1.1U



#### Blok tekstowy

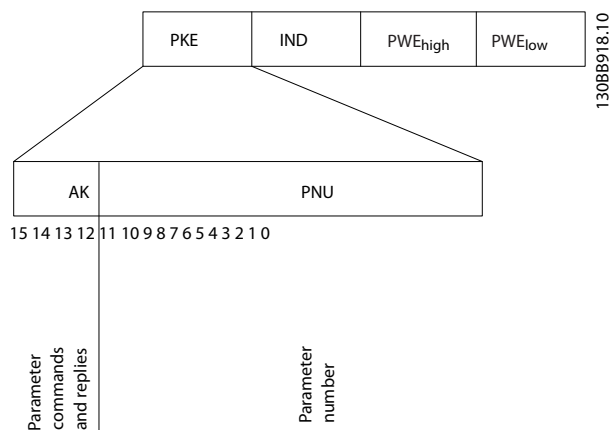
Blok tekstowy służy do odczytu lub zapisu tekstów poprzez blok danych.



130BA270.10

### 8.4.7 Pole PKE

Pole PKE zawiera dwa pola drugorzędne: Polecenia parametru i odpowiedź AK oraz numer parametru PNU:



Bity nr 12-15 przesyłają polecenia parametrów z napędu master do napędu slave i zwracają przetworzone odpowiedzi napędu slave do napędu master.

Polecenia parametrów master ⇒ slave:				
Nr bitu				Polecenie parametru
15	14	13	12	
0	0	0	0	Brak polecenia
0	0	0	1	Odczyt wartości parametru
0	0	1	0	Zapis wartości parametru w RAM (słowo)
0	0	1	1	Zapis wartości parametru w RAM (słowo podwójne)
1	1	0	1	Zapis wartości parametru w RAM i EEPROM (słowo podwójne)
1	1	1	0	Zapis wartości parametru w RAM i EEPROM (słowo)
1	1	1	1	Odczyt tekstu

Odpowiedź slave⇒master				
Nr bitu				Odpowiedź
15	14	13	12	
0	0	0	0	Brak odpowiedzi
0	0	0	1	Wartość parametru przesłana (słowo)
0	0	1	0	Wartość parametru przesłana (słowo podwójne)
0	1	1	1	Nie można wykonać polecenia
1	1	1	1	tekst przesłany

Jeśli nie można wykonać polecenia, napęd slave wysyła następującą odpowiedź:

0111 Nie można wykonać polecenia

- oraz tworzy następujący raport na temat błędów w wartości parametrów:

Kod błędu	Specyfikacja FC+
0	Nieprawidłowy numer parametru
1	Parametru tego nie można zmienić.
2	Górne lub dolne ograniczenie zostało przekroczone
3	Błąd podindeksu
4	Brak tablicy
5	Zły typ danych
6	Nieużywane
7	Nieużywane
9	Element opisu niedostępny
11	Brak dostępu do zapisu parametru
15	Brak tekstu
17	Nie podczas pracy
18	Inny błąd
100	
>100	
130	Brak dostępu magistrali do podanego parametru
131	Zapis do parametru fabrycznego niemożliwy
132	Brak dostępu do LCP
252	Nieznany wyświetlacz
253	Nieobsługiwane żądanie
254	Nieznany atrybut
255	Brak błędu

### 8.4.8 Numer parametru (PNU)

Bity nr 0-11 przesyłają numery parametrów. Funkcja danego parametru jest zdefiniowana w jego opisie w „Przewodniku programowania”

### 8.4.9 Indeks (IND)

Indeks razem z numerem parametru służy do udostępniania odczytu/zapisu parametrów za pomocą indeksu, np. 15-30 Alarm Log: Error Code. Indeks składa się z dwóch bajtów; niskiego i wysokiego.

Tylko bajt niski pełni funkcję indeksu.

### 8.4.10 Wartość parametru (PWE)

Blok wartości parametru składa się z 2 słów (4 bajtów), a wartość zależy od podanego polecenia (AK). Master wysyła żądanie o wartości parametru, kiedy blok PWE nie zawiera żadnej wartości. Aby zmienić wartość parametru (zapis), zapisać nową wartość w bloku PWE i wysłać z mastera do slave.

Jeśli napęd slave odpowie na żądanie parametru (polecenie odczytu), bieżąca wartość parametru w bloku PWE zostanie przesłana i zwrócona do napędu master.

Jeżeli parametr zawiera kilka opcji danych, np. 0-01 *Language*, należy wybrać wartość danych wprowadzając wartość w bloku PWE. Komunikacja szeregowo umożliwia tylko odczyt parametrów zawierających typ danych 9 (ciąg znaków).

15-40 *FC Type* - 15-53 *Power Card Serial Number* zawierają typ danych 9.

Na przykład można odczytać wielkość urządzenia i zakres napięcia zasilania w 15-40 *FC Type*. Podczas przesyłania ciągu tekstowego (odczyt), długość komunikatu jest zmienna, a teksty są różnej długości. Długość komunikatu jest określona w drugim bajcie komunikatu (LGE). Podczas przekazywania tekstu znak indeksu pokazuje, czy jest to polecenie odczytu czy zapisu.

Aby odczytać tekst przez blok PWE, należy ustawić polecenie parametru (AK) na „F” Hex. Wysoki bajt znaku indeksu musi być „4”.

## 8

### 8.4.11 Typy danych obsługiwane przez Przetwornica częstotliwości

„Bez znaku” oznacza, że komunikat nie zawiera żadnego znaku użytkowego.

Typy danych	Opis
3	Liczba całkowita 16
4	Liczba całkowita 32
5	Bez znaku 8
6	Bez znaku 16
7	Bez znaku 32
9	Łańcuch tekstowy

### 8.4.12 Konwersja

Poszczególne atrybuty każdego parametru są wyświetlane w sekcji Ustawienia fabryczne. Wartości parametrów są przesyłane tylko jako pełne liczby. Czynniki konwersji są w ten sposób używane do przesyłania ułamków dziesiętnych.

4-12 *Motor Speed Low Limit [Hz]* ma współczynnik konwersji wynoszący 0,1.

Aby ustawić wstępnie częstotliwość minimalną na 10 Hz, należy przesłać wartość 100. Współczynnik konwersji 0,1 oznacza, że przesyłana wartość jest mnożona przez 0,1. Dlatego wartość 100 jest odbierana jako 10,0.

Indeks konwersji	Współczynnik konwersji
74	0,1
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

### 8.4.13 Słowa procesy (PCD)

Blok słów procesowych jest podzielony na dwa bloki 16-bitowe, które zawsze występują w określonej kolejności.

PCD 1	PCD 2
komunikat sterowania (master→slave Słowo sterujące)	Wartość zadana
komunikat sterowania (slave ⇒master) Słowo statusowe	Bieżąca częstotliwość wyjściowa

## 8.5 Przykłady

### 8.5.1 Zapis wartości parametru

Zmienić 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]* na 100 Hz. Zapisać dane w EEPROM.

PKE = E19E Hex - zapisać pojedyncze słowo w 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]*:

IND = 0000 Hex

PWEHIGH = 0000 Hex

PWELOW = 03E8 Hex

Wartość danych 1000, odpowiadająca 100 Hz – patrz 8.4.12 *Konwersja*.

Komunikat będzie wyglądał w następujący sposób:

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA092.10

Uwaga: 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]* to pojedyncze słowo, a polecenie parametru do zapisu w EEPROM to „E”. Numer parametru 4-14 to 19E w zapisie szesnastkowym.



Odpowiedź z napędu slave do napędu master będzie następująca:

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA093.10

### 8.5.2 Odczyt wartości parametru

Odczytać wartość w *3-41 Ramp 1 Ramp up Time*

PKE = 1155 Hex - odczyt wartości parametru w *3-41 Ramp 1 Ramp up Time*  
 IND = 0000 Hex  
 PWEHIGH = 0000 Hex  
 PWELOW = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA094.10

Jeśli wartość w *3-41 Ramp 1 Ramp up Time* wynosi 10 sek., odpowiedź z napędu slave do napędu master to:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

130BA267.10

3E8 Hex odpowiada 1000 w zapisie dziesiętnym. Indeks konwersji dla *3-41 Ramp 1 Ramp up Time* to -2, tzn. 0,01. *3-41 Ramp 1 Ramp up Time* jest typu *Bez znaku 32*.

## 8.6 Omówienie Modbus RTU

### 8.6.1 Założenia

Danfoss zakłada, że zainstalowany sterownik obsługuje interfejsy opisane w niniejszym dokumencie; dlatego należy ściśle przestrzegać wszystkich wymagań i ograniczeń przedstawionych dla sterownika i przetwornica częstotliwości.

### 8.6.2 Co użytkownik powinien wiedzieć

Modbus RTU (Remote Terminal Unit, tj. zdalny terminal Modbus) przeznaczony jest do komunikowania się z każdym sterownikiem, który obsługuje interfejsy opisane w tym dokumencie. Zakłada się, że użytkownik ma pełną wiedzę o możliwościach i ograniczeniach sterownika.

### 8.6.3 Omówienie Modbus RTU

Bez względu na rodzaj fizycznej sieci komunikacji, omówienie Modbus RTU opisuje proces, jaki sterownik używa w celu żądania dostępu do innego urządzenia. Proces ten obejmuje sposób, w jaki Modbus RTU odpowiada na żądania z innego urządzenia, oraz sposób wykrywania i raportowania błędów. Ustanawia on także wspólny format układu i treści pól komunikatu. Podczas komunikacji w sieci Modbus RTU, protokół określa:

- Sposób, w jaki każdy sterownik uczy się swojego adresu fizycznego
- Sposób, w jaki rozpoznaje komunikaty przesyłane do niego
- Sposób, w jaki wybiera działanie
- Sposób wydzielenia danych i innych informacji zawartych w komunikatach

Jeżeli od sterownika wymagana jest odpowiedź, wówczas ten tworzy komunikat odpowiedzi i wysyła go. Sterowniki komunikują się w układzie master-slave, gdzie tylko jedno z urządzeń (tj. master) może rozpocząć wymianę danych (czyli tzw. pytania). Pozostałe urządzenia (slave, czyli urządzenia podrzędne) odpowiadają na zapytania wysyłając żądane dane masterowi, lub wykonując działanie żądane na mocy pytania. Master może wysyłać komunikaty do poszczególnych urządzeń podrzędnych lub wysłać komunikat typu broadcast do wszystkich slave'ów. Urządzenia podrzędne zwracają komunikat (zwany odpowiedzią) na pytanie wysyłane na ich indywidualne adresy. Nie zwracają odpowiedzi na pytania typu broadcast z mastera. Protokół Modbus RTU ustala format pytań wysyłanych z mastera, wprowadzając do komunikatów adres urządzenia (lub komunikatu broadcast), kod funkcji określający żądane działanie, dane przesyłane oraz pole kontroli błędów. Komunikat odpowiedzi urządzenia podrzędnego jest również tworzony w oparciu o protokół Modbus. Zawiera on pola z potwierdzeniem podejmowanych działań, konieczne dane zwrotne oraz pole kontroli błędów. Jeżeli komunikat odebrano z błędem, lub w przypadkach, gdy slave nie jest w stanie wykonać żądanego polecenia, wyśle on komunikat o błędzie w ramach odpowiedzi, lub nastąpi przekroczenie czasu oczekiwania na odpowiedź.

### 8.6.4 Przetwornica częstotliwości z Modbus RTU

przetwornica częstotliwości łączy się w formacie Modbus RTU za pomocą wbudowanego interfejsu RS485. Modbus RTU zapewnia dostęp do parametrów *Słowo sterujące* i *Wartość zadana magistrali* przetwornica częstotliwości.



Słowo sterujące umożliwia masterowi Modbus sterować kilkoma istotnymi funkcjami przetwornica częstotliwości, które są następujące:

- Start
- Zatrzymanie przetwornica częstotliwości na szereg sposobów:  
Stop z wybiegiem silnika  
Szybkie zatrzymanie  
Stop z hamowaniem DC  
Stop normalny (z rozprężaniem/zatrzymaniem)
- Reset po wyłączeniu awaryjnym na skutek usterki
- Praca z zadanymi wartościami prędkości
- Praca ze zmianą kierunku obrotów
- Zmiana aktywnego zestawu parametrów
- Sterowanie wbudowanym przekaźnikiem przetwornicy częstotliwości

Wartość zadana magistrali jest powszechnie używana do sterowania prędkością. Umożliwia ona również dostęp do parametrów, ich odczyt oraz zapis (tam, gdzie to możliwe). Zapewnia to dostęp do szeregu opcji sterowania, w tym regulacji wartości zadanej przetwornica częstotliwości w przypadku korzystania z jej wewnętrznego regulatora typu PI.

8

## 8.7 Konfiguracja sieci

Aby włączyć Modbus RTU w przetwornica częstotliwości, należy ustawić następujące parametry

Parametr	Ustawienie
8-30 Protocol	Modbus RTU
8-31 Address	1 - 247
8-32 Baud Rate	2400 - 115200
8-33 Parity / Stop Bits	Parzystość, 1 bit stopu (ustawienie domyślne)

## 8.8 Struktura ramek komunikatów protokołu Modbus RTU

### 8.8.1 Przetwornica częstotliwości z Modbus RTU

Sterowniki są skonfigurowane tak, aby komunikować się poprzez sieć Modbus w trybie RTU, gdzie każdy bajt w wiadomości 2 znaki 4-bitowe w kodzie szesnastkowym. Format każdego bajtu przedstawiono w *Tabela 8.1*.

Bit startu	Bajt danych								Stop/parzystość	Stop

System kodowania	Dwójkowy 8-bitowy, 0-9 szesnastkowy, AF. 2 znaki szesnastkowe zawarte w każdym polu 8-bitowym wiadomości
Liczba bitów na bajt	1 bit startu 8 bitów danych, najmniej ważny wysyłany jako pierwszy 1 bit parzystości/nieparzystości; brak bitu braku parzystości 1 bit stopu jeżeli występuje określenie parzystości; 2 bity jeżeli nie występuje określenie parzystości
Pole kontroli błędów	Cykliczna kontrola nadmiarowa (CRC)

### 8.8.2 Struktura komunikatu Modbus RTU

Urządzenie nadawcze umieszcza komunikat Modbus RTU w ramce o znanym punkcie początkowym i punkcie końcowym. Pozwala to urządzeniom odbiorczym na odczyt części adresowej na początku komunikatu, a zatem określenie do którego urządzenia komunikat został wysłany (lub do wszystkich, jeżeli komunikat jest typu broadcast) oraz rozpoznać koniec komunikatu. Urządzenia wykrywają komunikaty częściowe i uznają je za błędy. Znaki nadawane są w kodzie szesnastkowym, a zatem mają wartości od 00 do FF w każdym polu. Przetwornica częstotliwości w sposób ciągły monitoruje magistralę sieci, również w czasie "cichych" przerw. W chwili odbioru pierwszego pola (pola adresu), każda przetwornica częstotliwości lub każde urządzenie rozszyfrowuje go, aby określić, do którego urządzenia komunikat jest adresowany. Komunikaty Modbus RTU z adresem zero są komunikatami typu broadcast. W przypadku komunikatów broadcast dopuszcza się brak odpowiedzi. Ramka typowej wiadomości przedstawiona jest w *Tabela 8.1*.

Start	Adres	Funkcja	Dane	Kontrola CRC	Koniec
T1-T2-T3-T4	8 bitów	8 bitów	N x 8 bitów	16 bitów	T1-T2-T3-T4

Tabela 8.1 Struktura typowego komunikatu Modbus RTU

### 8.8.3 Pole start/stop

Komunikaty zaczynają się od okresu cichego o długości przynajmniej 3,5 znaku. Ma ona postać wielokrotności przerw znaku dla wybranej szybkości transmisji sieci (przedstawionej jako Start T1-T2-T3-T4). Pierwsze nadawane pole jest adresem urządzenia. Po ostatnim nadanym znaku następuje również przerwa o długości przynajmniej 3,5 znaku, oznaczająca koniec komunikatu. Po upływie tego okresu może rozpocząć się nowy komunikat. Cała ramka komunikatu musi zostać nadana w sposób ciągły. Jeżeli przed zakończeniem ramki wystąpi okres cichy o długości większej niż 1,5 znaku, urządzenie odbiorcze odrzuca niekompletny komunikat i uznaje, że kolejny odebrany bajt

będzie polem adresu nowego komunikatu. W ten sposób każda nowa wiadomość, rozpoczynająca się przed przerwą o długości 3,5 znaku po poprzednim komunikacie, urządzenie odbiorcze uzna ją za ciąg dalszy poprzedniego komunikatu. Spowoduje to tzw. time out (czyli brak odpowiedzi od slave'a), ponieważ wartość w ostatnim polu CRC nie będzie odpowiadała połączonym komunikatom.

#### 8.8.4 Pole adresu

Pole adresu ramki komunikatu zawiera 8 bitów. Prawidłowe adresy urządzeń podrzędnych (slave) mieszczą się w zakresie od 0 do 247 w kodzie dziesiętnym. Poszczególne urządzenia podrzędne otrzymują adresy z puli 1 - 247. (0 jest zarezerwowane dla trybu broadcast rozpoznawanego przez wszystkie slave'y.) Master kieruje komunikat do danego slave'a umieszczając adres slave w polu adresu komunikatu. Gdy slave wysyła odpowiedź, umieszcza jej polu adresu swój adres, aby master rozpoznał który ze slave'ów odpowiada.

#### 8.8.5 Pole funkcji

Pole funkcji ramki komunikatu zawiera 8 bitów. Prawidłowe kody mieszczą się w zakresie od 1 do FF. Pola funkcji służą do przesyłania komunikatów między urządzeniem nadrzędnym (master) i podrzędnym (slave). Kiedy master wysyła komunikat do slave'a, pole kodu funkcji "mówi" slave'owi, jakie działanie ma on wykonać. Gdy slave odpowiada masterowi, używa pola kodu funkcji aby wskazać, że odpowiedź jest normalna (tj. pozbawiona błędów), lub że wystąpił jakiś błąd (wtedy odpowiedź nazywana jest odpowiedzią wyjątku). W przypadku odpowiedzi normalnej slave po prostu zwraca echo pierwotnego kodu funkcji. W przypadku odpowiedzi wyjątku, slave zwraca kod będący odpowiednikiem pierwotnego kodu funkcji, gdzie najważniejszy bit jest ustawiony na logikę 1. Ponadto slave dodaje unikalny kod w polu danych komunikatu odpowiedzi. Mówi on masterowi, jaki błąd wystąpił lub podaje przyczynę wyjątku. Patrz również 8.8.10 Kody funkcji obsługiwane przez Modbus RTU i 8.8.11 Kody wyjątków błędów.

#### 8.8.6 Pole danych

Pole danych zbudowane jest z zestawu dwóch cyfr w kodzie szesnastkowych, tj. w zakresie od 00 do FF. Składają się one na jeden znak RTU. Pole danych komunikatów wysłanych przez mastera do slave'a zawiera informacje dodatkowe, które slave musi wykorzystać aby wykonać działanie opisane w kodzie funkcji. Informacje te mogą zawierać np. adresy coil lub rejestru, liczbę pozycji do przetworzenia oraz liczbę rzeczywistych bitów danych w polu.

#### 8.8.7 Pole kontroli CRC

Komunikaty zawierają pole kontroli błędów, którego zasada działania opiera się na metodzie cyklicznej kontroli nadmiarowej (CRC). Pole CRC "sprawdza" treść całego komunikatu. Jest one włączane do komunikatu bez względu na metodę kontroli parzystości stosowaną do sprawdzania poszczególnych znaków komunikatu. Urządzenie nadawcze oblicza wartość CRC i dołącza ją w postaci ostatniego pola komunikatu. Urządzenie odbiorcze ponownie przelicza CRC w chwili odbioru komunikatu i porównuje wynik z wartością rzeczywistą otrzymaną w polu CRC. Jeżeli wartości nie są równe sobie, następuje time out magistrali. Pole kontroli błędów zawiera wartość binarną 16-bitową w postaci dwóch bajtów 8-bitowych. Po jej obliczeniu, bajt niższego rzędu w polu jest dołączany jako pierwszy, za nim następuje bajt wyższego rzędu. Bajt wyższego rzędu CRC jest ostatnim bajtem nadawanym w komunikacie.

#### 8.8.8 Adresowanie rejestru coil

W protokole Modbus wszystkie dane są zorganizowane w tzw. coil i rejestry wstrzymania. Coil przechowują jeden bit, zaś rejestry wstrzymania przechowują słowa 2 bitowe (tj. 16 bitów). Wszystkie adresy danych w komunikatach Modbus są sprowadzane do zera. Pierwsze wystąpienie pozycji danych jest adresowane jako pozycja o numerze zero. Na przykład: Coil znana jako "coi 1" w sterowniku programowalnym ma adres coil 0000 w polu adresu danych komunikatu Modbus. Wartość dziesiętna coil 127 ma adres 007EHEX (126 szesnastkowe). Rejestr wstrzymania 40001 ma adres 0000 w polu adresu danych komunikatu. Pole kodu funkcji już opisuje operację "rejestr wstrzymania". Dlatego odniesienie "4XXXX" jest samorzutne. Rejestr wstrzymania 40108 ma adres 006BHEX (107 dziesiętne).

Numer coil	Opis	Kierunek sygnału
1-16	Słowo sterujące Przetwornica częstotliwości (patrz <i>Tabela 8.2</i> )	Master → slave
17-32	Prędkość Przetwornica częstotliwości lub wartość zadana nastawy Zakres 0x0 - 0xFFFF (-200% ... ~200%)	Master → slave
33-48	Słowo statusowe Przetwornica częstotliwości (patrz <i>Tabela 8.2</i> )	Slave → master
49-64	Tryb pętli otwartej: Przetwornica częstotliwości częstotliwość wyjściowa Tryb pętli zamkniętej: Przetwornica częstotliwości sygnał sprzężenia zwrotnego	Slave → master
65	Sterowanie zapisem parametrów (master → slave)	Master → slave
	0 = Zmiany parametrów są zapisywane w pamięci RAM przetwornica częstotliwości	
	1 = Zmiany parametrów są zapisywane w pamięci RAM i EEPROM przetwornica częstotliwości.	
66-6553 6	Zarezerwowane	
Coil	0	1
01	Programowana wartość zadana LSB	
02	Programowana wartość zadana MSB	
03	Hamowanie DC	Brak hamowania DC
04	Stop z wybiegiem silnika	Bez stopu z wybiegiem silnika
05	Szybkie zatrzymanie	Bez szybkiego zatrzymania
06	Zatrzaśnij częst.wyjśc.	Bez zatrzaśnięcia częst. wyjśc.
07	Stop rozpędzania/zatrzymania	Start
08	Nie resetuj	Reset
09	Brak jog - pracy manewrowej	Jog - praca manewrowa
10	Czas roz./ham. 1	Czas roz./ham. 2
11	Dane nieprawidłowe	Dane prawidłowe
12	Przełącznik 1 wył.	Przełącznik 1 zał.
13	Przełącznik 2 wył.	Przełącznik 2 zał.
14	Konfiguruj LSB	
15		
16	Brak zmiany kierunku obrotów	Zmiana kierunku obrotów

Tabela 8.2 Słowo sterujące Przetwornica częstotliwości (profil FC)

Coil	0	1
33	Sterowanie niegotowe	Sterowanie gotowe
34	Przetwornica częstotliwości niegotowa	Przetwornica częstotliwości gotowe
35	Stop z wybiegiem silnika	Zabezpieczenie zwarte
36	Brak alarmu	Alarm
37	Nie używane	Nie używane
38	Nie używane	Nie używane
39	Nie używane	Nie używane
40	Brak ostrzeżenia	Ostrzeżenie
41	Nie na wartości zadanej	Na wartości zadanej
42	Tryb ręczny	Tryb automatyczny
43	Poza zakresem częst.	W zakresie częstotliwości
44	Zatrzymano	Praca
45	Nie używane	Nie używane
46	Brak ostrzeżenia o napięciu	Ostrzeżenie o napięciu
47	Nie w ograniczeniu prądu	Ograniczenie prądu
48	Brak ostrzeżenia term.	Ostrzeżenie termiczne

Tabela 8.3 Słowo statusowe Przetwornica częstotliwości (profil FC)

Adres magistrali	Rejestr magistrali <sup>1</sup>	Rejestr PLC	Treść	Dostęp	Opis
0	1	40001	Zarezerwowane		Zarezerwowano dla przetwornic starszych VLT 5000 i VLT 2800
1	2	40002	Zarezerwowane		Zarezerwowano dla przetwornic starszych VLT 5000 i VLT 2800
2	3	40003	Zarezerwowane		Zarezerwowano dla przetwornic starszych VLT 5000 i VLT 2800
3	4	40004	Wolne		
4	5	40005	Wolne		
5	6	40006	Konf. Modbus	Odczyt/zapis	Tylko TCP. Zarezerwowano dla TCP Modbus (p. 12-28 i 12-29 - zapisz w EEPROM itp.)
6	7	40007	Ostatni kod błędu	Tylko do odczytu	Kod błędu uzyskany z bazy danych parametrów - patrz WHAT 38295
7	8	40008	Ostatni rejestr błędu	Tylko do odczytu	Adres rejestru w którym wystąpił ostatni błąd - patrz WHAT 38296
8	9	40009	Wskaźnik indeksu	Odczyt/zapis	Podindeks parametru, który ma być udostępniony. Patrz WHAT 38297
9	10	40010	Par. FC 0-01	Zależnie od dostępu do parametru	Parametr 0-01 (Rejestr Modbus = 10 liczba parametru) 20 bajtów miejsca zarezerwowanych dla parametru w mapie Modbus
19	20	40020	Par. FC 0-02	Zależnie od dostępu do parametru	Parametr 0-02 20 bajtów miejsca zarezerwowanych dla parametru w mapie Modbus
29	30	40030	Par. FC xx-xx	Zależnie od dostępu do parametru	Parametr 0-03 20 bajtów miejsca zarezerwowanych dla parametru w mapie Modbus

<sup>1</sup> Wartość zapisana w komunikacji Modbus RTU musi wynosić jeden lub mniej niż numer rejestru. Np. Odczytaj rejestr Modbus 1 zapisując wartość 0 w wiadomości

\* Służy do określenia numeru indeksu który będzie używany podczas dostępu do parametru zaindeksowanego.

### 8.8.9 Sposób sterowania Przetwornica częstotliwości

Ta część opisuje kody używane w polach funkcji i danych komunikatu Modbus RTU.

### 8.8.10 Kody funkcji obsługiwane przez Modbus RTU

Modbus RTU obsługuje poniższe kody funkcji zawarte w polu funkcji komunikatu.

Funkcja	Kod funkcji
Odczytaj coil	Hex 1
Odczytaj rejestry wstrzymania	Hex 3
Zapisz jedną coil	Hex 5
Zapisz jeden rejestr	Hex 6
Zapisz wiele coil	Hex F
Zapisz wiele rejestrów	Hex 10
Pobierz licznik zdarzeń kom.	Hex B
Raportuj ID slave'a	Hex 11

Funkcja	Kod funkcji	Kod podfunkcji	Podfunkcja
Diagnostyka	8	1	Restart komunikacji
		2	Zwróć rejestr diagnostyczny
		10	Wyzeruj liczniki i rejestr diagnostyczny
		11	Zwróć licznik komunikatów magistrali
		12	Zwróć wyniki błędów komunikacji magistrali
		13	Zwróć wyniki błędów wyjątków magistrali
		14	Zwróć licznik komunikatów slave'a

### 8.8.11 Kody wyjątków błędów

Pełny opis struktury odpowiedzi z kodem wyjątku przedstawiono w 8.8.5 Pole funkcji.

Kody wyjątków błędów		
Kod	Nazwa	Znaczenie
1	Funkcja nieprawidłowa	Kod funkcji otrzymany w pytaniu odpowiada działaniu niedozwolonemu dla serwera (lub slave'a). Może być spowodowane faktem, że dany kod funkcji jest obsługiwany przez urządzenia nowszego typu i nie został zaimplementowany w wybranym urządzeniu. Może to również oznaczać, że serwer (lub slave) jest w stanie uniemożliwiającym przetworzenie danego żądania, np. ponieważ nie został skonfigurowany i zażądano od niego zwrotu wartości rejestrów.
2	Nieprawidłowy adres danych	Adres danych otrzymany w pytaniu jest dopuszczalnym adresem dla serwera (lub slave'a). Kombinacja numeru odniesienia i długości transferu jest nieprawidłowa. W przypadku sterownika z 100 rejestrami, żądanie o przesunięciu 96 i długości 4 może zostać zrealizowane, zaś żądanie o przesunięciu 96 i długości 5 zwróci wyjątek 02.
3	Nieprawidłowa wartość danych	Wartość zawarta w polu danych pytania jest niedopuszczalna dla serwera (lub slave'a). Oznacza to błąd w strukturze pozostałej części pytania złożonego, tj. że długość jest nieprawidłowa. NIE OZNACZA to, że pozycja danych przesyłana do zapisania w rejestrze ma wartość wykraczającą poza oczekiwaną przez program zastosowania, ponieważ protokół Modbus nie rozpoznaje znaczenia poszczególnych wartości pojedynczych rejestrów.
4	Awaria urządzenia podrzędnego	Podczas wykonywania żądanego działania wystąpił nieodwracalny błąd serwera (lub slave'a).

## 8.9 Sposób dostępu do parametrów

### 8.9.1 Obsługa parametrów

PNU (numer parametru) jest tłumaczony z adresu w rejestrze znajdującego się w komunikacie odczytu lub zapisu Modbus. Numer parametru jest tłumaczony dla Modbus jako (10 x numer parametru) DZIESIĘTNIE.

## 8.9.2 Przechowywanie danych

Wartość dziesiątka Coil 65 określa, czy dane zapisywane w przetwornica częstotliwości są przechowywane w EEPROM i RAM (coil 65 = 1), czy tylko w RAM (coil 65 = 0).

## 8.9.3 IND

Indeks tablicy jest ustawiany w Przechowywanym Rejestrze 9 i używany przy dostępie do parametrów tablicowych.

## 8.9.4 Bloki tekstu

Do parametrów przechowywanych jako łańcuchy znaków dostęp uzyskuje się w ten sam sposób, co do innych parametrów. Maksymalny rozmiar bloku tekstu to 20 znaków. Jeżeli żądanie odczytu dla parametru dotyczy większej liczby znaków, niż jest w nim przechowywanych, odpowiedź jest przycinana. Jeżeli żądanie odczytu dla parametru dotyczy mniejszej liczby znaków, niż jest w nim przechowywanych, odpowiedź jest dopełniana spacjami.

## 8.9.5 Współczynnik konwersji

Informacje na temat różnych atrybutów dla każdego parametru można uzyskać w sekcji dotyczącej nastaw fabrycznych, domyślnych. Jako, że wartość parametru może zostać przesłana tylko jako pełna liczba, współczynnik konwersji musi zostać wykorzystany do przesłania ułamków dziesiętnych. Patrz 7.4 Parametry Szybkiego menu.

## 8.9.6 Wartości parametrów

### Standardowe typy danych

Standardowe typy danych to int16, int32, uint8, uint16 i uint32. Są one przechowywane jako rejestry 4x (40001 – 4FFFF). Parametry te są odczytywane przy użyciu funkcji 03HEX "Odczyt przechowywanych rejestrów". Parametry są zapisywane przy użyciu funkcji 6HEX "Wstępne ustawienie pojedynczego rejestru" dla 1 rejestru (16 bitów) oraz funkcji 10HEX "Wstępne ustawienie wielu rejestrów" dla 2 rejestrów (32 bity). Możliwe wielkości odczytu mieszczą się w zakresie od 1 rejestru (16 bitów) do 10 rejestrów (20 znaków).

### Niestandardowe typy danych

Niestandardowe typy danych to łańcuchy tekstowe i są przechowywane jako rejestry 4x (40001 – 4FFFF). Parametry te są odczytywane przy użyciu funkcji 03HEX "Odczyt przechowywanych rejestrów" i zapisywane przy użyciu funkcji 10HEX "Wstępne ustawienie wielu rejestrów". Możliwe wielkości odczytu mieszczą się w zakresie od 1 rejestru (2 znaki) do 10 rejestrów (20 znaków).

## 8.10 Przykłady

Poniższe przekłady ilustrują różne polecenia Modbus RTU. W przypadku błędu należy zapoznać się z 8.8.11 Kody wyjątków błędów.

### 8.10.1 Odczytaj status coil (01 HEX)

#### Opis

Ta funkcja odczytuje status ZAŁ./WYŁ. wyjść dyskretnych (coil) w przetwornica częstotliwości. Polecenie odczytu nie może być używane w komunikatach typu broadcast.

#### Pytanie

Komunikat pytania określa coil początkową i ilość coil do odczytania. Adresy coil rozpoczynają się od zera, tj. coil 33 ma adres 32.

Przykład żądania odczytu coil 33 do 48 (Słowo statusowe) z urządzenia podrzędnego 01.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01 (adres przetwornica częstotliwości)
Funkcja	01 (odczytaj coil)
Adres początkowy WYS	00
Adres początkowy NIS	20 (32 dziesiętne) Coil 33
Liczba punktów WYS	00
Liczba punktów NIS	10 (16 szesnastkowe)
Kontrola błędów (CRC)	-

#### Odpowiedź

Status coil zawarty w komunikacie odpowiedzi jest spakowany w postaci jednej coil na bit pola danych. Status jest wskazany w postaci: 1 = ZAŁ.; 0 = WYŁ. LSB pierwszego bajtu danych zawiera adres coil nadany w pytaniu. Pozostałe coil podążają w stronę końca wyższego rzędu tego bajtu, oraz w porządku od niższego rzędu do wyższego rzędu w kolejnych bajtach.

Jeżeli zwrócona ilość coil nie jest wielokrotnością liczby osiem, pozostałe bity w ostatnim bajcie danych będą zastąpione zerami (zdążając ku końcowi wyższego rzędu danego bajtu). Pole liczby bajtów określa liczbę kompletnych bajtów danych.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01 (adres przetwornica częstotliwości)
Funkcja	01 (odczytaj coil)
Liczba bajtów	02 (2 bajty danych)
Dane (Coil 40 do 33)	07
Dane (Coil 48 do 41)	06 (STW=0607hex)
Kontrola błędów (CRC)	-

**WAŻNE**

Coil i rejestry otrzymują w Modbus adresy jednoznaczne z przesunięciem równym -1.

Przykład: Coil 33 ma adres Coil 32.

**8.10.2 Wymuś/Zapisz jedną coil (05 HEX)****Opis**

Ta funkcja wymusza status ZAŁ. lub WYŁ. coil. W przypadku komunikatu typu broadcast, funkcja wymusza jednakową wartość zadaną we wszystkich podłączonych urządzeniach podrzędnych.

**Pytanie**

Komunikat pytania określa wymuszenie coil 65 (sterowanie zapisem parametru). Adresy coil rozpoczynają się od zera, tj. coil 65 ma adres 64. Wymuś dane = 00 00 HEX (WYŁ.) lub FF 00 HEX (ZAŁ.).

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01 (adres przetwornica częstotliwości)
Funkcja	05 (Zapisz jedną coil)
Adres coil WYS	00
Adres coil NIS	40 (64 dziesiątne) Coil 65
Wymuś dane WYS	FF
Wymuś dane NIS	00 (FF 00 = ZAŁ.)
Kontrola błędów (CRC)	-

**Odpowiedź**

Normalna odpowiedź jest odbiciem pytania zwracany po wymuszeniu stanu coil.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	05
Wymuś dane WYS	FF
Wymuś dane NIS	00
Liczba coil WYS	00
Liczba coil NIS	01
Kontrola błędów (CRC)	-

**8.10.3 Wymuś/Zapisz wiele coil (0F HEX)**

Ta funkcja wymusza ZAŁ. lub WYŁ. każdej coil w ciągu coil. W przypadku komunikatu typu broadcast, funkcja wymusza jednakową wartość zadaną we wszystkich podłączonych urządzeniach podrzędnych.

Komunikat **pytania** określa wymuszenie coil od 17 do 32 (nastawa prędkości).

**WAŻNE**

Adresy coil rozpoczynają się od zera, tj. coil 17 ma adres 16.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01 (adres przetwornica częstotliwości)
Funkcja	0F (zapisz wiele coil)
Adres coil WYS	00
Adres coil NIS	10 (adres coil 17)
Liczba coil WYS	00
Liczba coil NIS	10 (16 coil)
Liczba bajtów	02
Wymuś dane WYS (Coil 8-1)	20
Wymuś dane NIS (Coil 10-9)	00 (w. zad. = 2000 hex)
Kontrola błędów (CRC)	-

**Odpowiedź**

Normalna odpowiedź zwraca adres slave, kod funkcji, adres początkowy i ilość wymuszonych coil.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01 (adres przetwornica częstotliwości)
Funkcja	0F (zapisz wiele coil)
Adres coil WYS	00
Adres coil NIS	10 (adres coil 17)
Liczba coil WYS	00
Liczba coil NIS	10 (16 coil)
Kontrola błędów (CRC)	-

**8.10.4 Odczytaj rejestry wstrzymania (03 HEX)****Opis**

Ta funkcja odczytuje zawartość rejestrów wstrzymania w urządzeniu podrzędnym.

**Pytanie**

Komunikat pytania określa rejestr początkowy i ilość rejestrów do odczytania. Adresy rejestrów zaczynają się od zera, tj. rejestry od 1 do 4 mają odpowiednio adresy od 0 do 3.

Przykład: Odczytaj 3-03 *Maximum Reference*, rejestr 03030.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	03 (odczytaj rejestry wstrzymania)
Adres początkowy WYS	0B (adres rejestru 3029)
Adres początkowy NIS	05 (adres rejestru 3029)
Liczba punktów WYS	00
Liczba punktów NIS	02 - (3-03 <i>Maximum Reference</i> ma długość 32 bity, tj. 2 rejestrów)
Kontrola błędów (CRC)	-



**Odpowiedź**

Dane rejestru w komunikacie odpowiedzi są spakowane w postaci 2 bajtów na rejestr, zaś ich treść w zapisie dwójkowym jest odpowiednio uzasadniona. W każdym rejestrze pierwszy bajt zawiera bity wyższego rzędu, zaś drugi bajt - bity niższego rzędu.

Przykład: Hex 000088B8 = 35,000 = 15 Hz.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	03
Liczba bajtów	04
Dane WYS (Rejestr 3030)	00
Dane NIS (Rejestr 3030)	16
Dane WYS (Rejestr 3031)	E3
Dane NIS (Rejestr 3031)	60
Kontrola błędów (CRC)	-

**8.10.5 Zaprogramuj jeden rejestr (06 HEX)****Opis**

Ta funkcja programuje funkcję w jednym rejestrze wstrzymania.

**Pytanie**

Komunikat pytania określa wartość zadaną rejestrze, która ma być nastawą wstępną. Adresy rejestrów zaczynają się od zera, tj. rejestr 1 ma adres 0.

Przykład: Zapisz do 1-00 Configuration Mode, rejestr 1000.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	06
Adres rejestru WYS	03 (Adres rejestru 999)
Adres rejestru NIS	E7 (Adres rejestru 999)
Dane programowane WYS	00
Dane programowane NIS	01
Kontrola błędów (CRC)	-

**Odpowiedź**

Normalna odpowiedź jest odbiciem pytania zwracanym po przekazaniu treści rejestru.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	06
Adres rejestru WYS	03
Adres rejestru NIS	E7
Dane programowane WYS	00
Dane programowane NIS	01
Kontrola błędów (CRC)	-

**8.10.6 Zaprogramuj wiele rejestrów (10 HEX)****Opis**

Ta funkcja programuje wartości w ciągu rejestrów wstrzymania.

**Pytanie**

Komunikat pytania określa wartości zadane rejestrów, które zostaną zaprogramowane. Adresy rejestrów zaczynają się od zera, tj. rejestr 1 ma adres 0. Przykład żądania programowania dwóch rejestrów [ustawić na 738 (7,38 A)]:

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	10
Adres początkowy WYS	04
Adres początkowy NIS	19
Liczba rejestrów WYS	00
Liczba rejestrów NIS	02
Liczba bajtów	04
Zapisz dane WYS (Rejestr 4: 1049)	00
Zapisz dane NIS (Rejestr 4: 1049)	00
Zapisz dane NIS (Rejestr 4: 1050)	02
Zapisz dane NIS (Rejestr 4: 1050)	E2
Kontrola błędów (CRC)	-

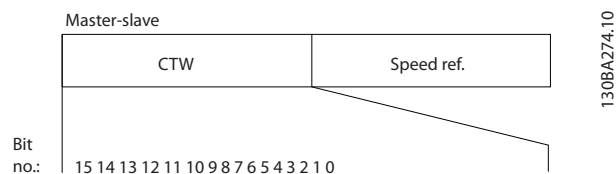
**Odpowiedź**

Normalna odpowiedź zwraca adres urządzenia podrzędnego, kod funkcji, adres początkowy i ilość zaprogramowanych rejestrów.

Nazwa pola	Przykład (HEX)
Adres slave	01
Funkcja	10
Adres początkowy WYS	04
Adres początkowy NIS	19
Liczba rejestrów WYS	00
Liczba rejestrów NIS	02
Kontrola błędów (CRC)	-

## 8.11 Profil sterowania FC Danfoss

### 8.11.1 Słowo sterujące według profilu FC (8-30 Protocol = profil FC)



Bit	Wartość bitu = 0	Wartość bitu = 1
00	Wartość zadana	LSB – wybór zewnętrzny
01	Wartość zadana	MSB – wybór zewnętrzny
02	Hamowanie DC	Rozpędzanie/hamowanie
03	Wybieg silnika	Brak wybiegu silnika
04	Szybkie zatrzymanie	Rozpędzanie/hamowanie
05	Wstrzymanie częstotliwości wyjściowej	Użyć rozpędzania/zatrzymania
06	Stop rozpędzania/zatrzymania	Start
07	Brak funkcji	Reset
08	Brak funkcji	Jog - praca manewrowa
09	Czas roz./ham. 1	Czas roz./ham. 2
10	Dane nieprawidłowe	Dane prawidłowe
11	Przełącznik 01 otwarty	Przełącznik 01 aktywny
12	Przełącznik 02 otwarty	Przełącznik 02 aktywny
13	Zestaw parametrów	Wybór LSB
15	Brak funkcji	Zmiana kierunku obrotów

#### Wyjaśnienie bitów kontrolnych

##### Bity 00/01

Bity 00 i 01 służą do wyboru między czterema wartościami zadanymi, wstępnie zaprogramowanymi w 3-10 Preset Reference, zgodnie z Tabelą 8.4:

Zaprogramowana wart. zad.	Parametr	Bit 01	Bit 00
1	3-10 Preset Reference [0]	0	0
2	3-10 Preset Reference [1]	0	1
3	3-10 Preset Reference [2]	1	0
4	3-10 Preset Reference [3]	1	1

## WAŻNE

Należy dokonać wyboru w 8-56 Preset Reference Select, aby zdefiniować, jak bit 00/01 łączy się z odpowiednią funkcją na wejściach cyfrowych.

##### Bit 02, Hamulec DC

Bit 02 = „0” powoduje hamowanie DC i zatrzymanie urządzenia. Prąd i czas trwania hamowania należy ustawić w parametrach 2-01 DC Brake Current i 2-02 DC Braking Time. Bit 02 = „1” prowadzi do rozpędzania/zatrzymania.

##### Bit 03, Wybieg silnika

Bit 03 = „0”: przetwornica częstotliwości natychmiast ą ępuszcza ę silnik (tranzystory wyjściowe zostają odcięte) i doprowadza go w stan spoczynku. Bit 03 = „1”: przetwornica częstotliwości uruchamia silnik, jeśli zostały spełnione pozostałe warunki rozruchu.

Należy dokonać wyboru w 8-50 Coasting Select, aby zdefiniować, jak bit 03 łączy się z odpowiednią funkcją na wejściu cyfrowym.

##### Bit 04, Szybkie zatrzymanie

Bit 04 = „0”: Uruchamia hamowanie silnika prowadząc do jego zatrzymania (ustawione w 3-81 Quick Stop Ramp Time).

##### Bit 05, Zatrzaśnięcie częstotliwości impulsu wyjściowego

Bit 05 = „0”: Bieżąca częstotliwość impulsu wyjściowego (w Hz) zostaje zatrzaśnięta. Zatrzaśniętą częstotliwość impulsu wyjściowego należy zmieniać tylko za pomocą wejść cyfrowych (5-10 Terminal 18 Digital Input do 5-13 Terminal 29 Digital Input), zaprogramowanych na Zwiększenie prędkości i Zwolnienie.

## WAŻNE

Jeśli „Zatrzaśnij wyjście” jest aktywne, przetwornica częstotliwości można zatrzymać tylko w następujący sposób:

- Bit 03 Stop z wybiegiem silnika
- Bit 02 Hamowanie DC
- Wejście cyfrowe (5-10 Terminal 18 Digital Input do 5-13 Terminal 29 Digital Input) zaprogramowane na Hamowanie DC, Stop z wybiegiem silnika lub Reset i stop z wybiegiem silnika.

**Bit 06, Stop/start rozpędzania/zatrzymania**

Bit 06 = "0": Powoduje zatrzymanie i doprowadza do wyhamowania prędkości silnika do zatrzymania przez wybrany parametr zatrzymania. Bit 06 = "1": Pozwala przetwornica częstotliwości uruchomić silnik, jeśli zostały spełnione pozostałe warunki rozruchu.

Należy dokonać wyboru w 8-53 *Start Select*, aby zdefiniować, jak bit 06 Stop/start rozpędzania/zatrzymania łączy się z odpowiednią funkcją na wejściu cyfrowym.

**Bit 07, Reset** Bit 07 = "0": Brak resetu. Bit 07 = "1": Resetuje wyłączanie awaryjne. Reset zostaje aktywowany na zboczu narastającym sygnału, tj. podczas zmiany z logicznego „0” na logiczne „1”.

**Bit 08, Jog – praca manewrowa:**

Bit 08 = "1": Częstotliwość wyjściowa jest określana przez 3-11 *Jog Speed [Hz]*.

**Bit 09, Wybór rozpędzania/zatrzymania 1/2**

Bit 09 = „0”: Rozpędzanie/zatrzymanie 1 jest aktywne (3-41 *Ramp 1 Ramp up Time* do 3-42 *Ramp 1 Ramp Down Time*). Bit 09 = "1": Rozpędzanie/zatrzymanie 2 (3-51 *Ramp 2 Ramp up Time* do 3-52 *Ramp 2 Ramp down Time*) jest aktywne.

**Bit 10, Dane nieprawidłowe/Dane prawidłowe**

Należy wskazać przetwornica częstotliwości, czy słowo sterujące ma być wykorzystywane czy ignorowane. Bit 10 = "0": Słowo sterujące jest ignorowane. Bit 10 = "1": Słowo sterujące jest wykorzystywane. Ta funkcja jest istotna, ponieważ komunikat zawsze zawiera słowo sterujące, niezależnie od typu komunikatu. Dlatego można wyłączyć słowo sterujące, jeśli nie będzie wykorzystywane podczas aktualizacji lub odczytu parametrów.

**Bit 11, Przełącznik 01**

Bit 11 = "0": Przełącznik nie został uruchomiony. Bit 11 = "1": Przełącznik 01 uruchomiony pod warunkiem że w 5-40 *Function Relay* zostanie wybrany bit 11 słowa sterującego.

**Bit 12, Przełącznik 02**

Bit 12 = "0": Przełącznik 02 nie został uruchomiony. Bit 12 = "1": Przełącznik 02 uruchomiony pod warunkiem że w 5-40 *Function Relay* zostanie wybrany bit 12 słowa sterującego.

**Bit 13, Wybór zestawu parametrów**

Bit 13 służy do wyboru jednego z 2 zestawów parametrów menu, zgodnie z tabelą obok.

Zestaw parametrów	Bit 13
1	0
2	1

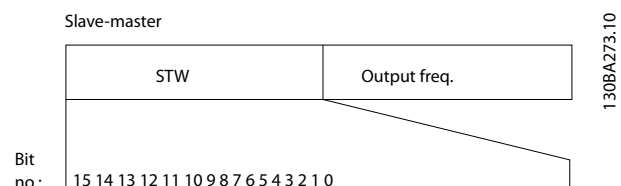
Ta funkcja jest możliwa pod warunkiem, że w 0-10 *Active Set-up* wybrano *Wiele zestawów parametrów*.

Należy dokonać wyboru w 8-55 *Set-up Select*, aby zdefiniować, jak bit 13 łączy się z odpowiednią funkcją na wejściach cyfrowych.

**Bit 15 Zmiana kierunku obrotów**

Bit 15 = "0": Brak zmiany kierunku obrotów. Bit 15 = "1": Zmiana kierunku. W ustawieniu domyślnym zmiana kierunku obrotów jest ustawiona na cyfrową w 8-54 *Reversing Select*. Bit 15 powoduje zmianę kierunku obrotów pod warunkiem, że zostanie wybrana *Kom. szeregowa, Logiczne LUB* albo *Logiczne I*.

**8.11.2 Słowo statusowe według profilu FC (STW) (8-10 Protocol = profil FC)**



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Sterowanie niegotowe	Sterowanie gotowe
01	Przetwornica częstotliwości niegotowa	Przetwornica częstotliwości gotowa
02	Wybieg silnika	Włączone
03	Brak błędu	Wyłączenie awaryjne
04	Brak błędu	Błąd (brak wyłączenia)
05	Zarezerwowane	-
06	Brak błędu	Wyłączenie awaryjne z blokadą
07	Brak ostrzeżenia	Ostrzeżenie
08	Prędkość ≠ wartość zadana	Prędkość = wartość zadana
09	Praca lokalna	Sterowanie magistralą
10	Poza ograniczeniem częstotliwości	Ograniczenie częstotliwości OK
11	Brak działania	Praca w toku
12	Przetwornica częstotliwości OK	Zatrzymane, automatyczny start
13	Napięcie OK	Napięcie przekroczone
14	Moment OK	Moment przekroczone
15	Zegar OK	Zegar przekroczone

**Opis bitów statusu**Bit 00, Sterowanie niegotowe/gotowe

Bit 00 = "0": przetwornica częstotliwości wyłącza się awaryjnie. Bit 00 = "1": Sterowanie przetwornica częstotliwości jest gotowe, ale składowa czynna niekoniecznie odbiera zasilanie (w przypadku zasilania zewnętrznego 24 V do sterowania).

Bit 01, Przetwornica częstotliwości gotowa

Bit 01 = "1": przetwornica częstotliwości jest gotowa do pracy, ale polecenie wybiegu silnika jest aktywne przez wejścia cyfrowe lub komunikację szeregową.

Bit 02, Stop z wybiegiem silnika

Bit 02 = "0": przetwornica częstotliwości zwalnia sterowanie silnikiem. Bit 02 = "1": przetwornica częstotliwości uruchamia silnik za pomocą polecenia Start.

Bit 03, Brak błędu/wyłączenia awaryjnego

Bit 03 = "0": przetwornica częstotliwości nie jest w trybie usterki. Bit 03 = „1”: The przetwornica częstotliwości trips. Aby wznowić pracę, należy nacisnąć [Reset].

Bit 04, Brak błędu/błąd (brak wyłączenia awaryjnego)

Bit 04 = "0": przetwornica częstotliwości nie jest w trybie usterki. Bit 04 = "1": przetwornica częstotliwości wyświetla błąd, ale nie wyłącza się awaryjnie.

Bit 05, Nieużywany

Bit 05 nie jest używany w słowie statusowym.

Bit 06, Brak błędu / wyłączenia awaryjnego z blokadą

Bit 06 = "0": przetwornica częstotliwości nie jest w trybie usterki. Bit 06 = "1": przetwornica częstotliwości wyłączyła się awaryjnie i jest zablokowana.

Bit 07, Brak ostrzeżenia/ostrzeżenie

Bit 07 = "0": Brak ostrzeżeń. Bit 07 = "1": Pojawiło się ostrzeżenie.

Bit 08, Prędkość  $\neq$  wartość zadana / Prędkość = wartość zadana

Bit 08 = "0": Silnik pracuje, ale bieżąca prędkość różni się od programowanej wartości zadanej prędkości. Może tak być np. podczas zwiększania/zmniejszania prędkości podczas startu/stopu. Bit 08 = "1": Prędkość silnika odpowiada programowanej wartości zadanej prędkości.

Bit 09, Praca lokalna/Sterowanie magistralą

Bit 09 = "0": [STOP/RESET] jest załączony w urządzeniu sterującym lub wybrano sterowanie lokalne w *F-02 Operation Method*. Nie można sterować przetwornica częstotliwości przez komunikację szeregową. Bit 09 = "1" Można sterować przetwornica częstotliwości przez magistralę komunikacyjną / komunikację szeregową.

Bit 10, Poza ograniczeniem częstotliwości

Bit 10 = "0": Częstotliwość wyjściowa osiągnęła wartość ustaloną w *4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* lub *4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*. Bit 10 = "1": Częstotliwość wyjściowa zawiera się w zdefiniowanych ograniczeniach.

Bit 11, Brak pracy/praca w toku

Bit 11 = "0": Silnik nie pracuje. Bit 11 = "1": przetwornica częstotliwości otrzymała sygnał Start lub częstotliwość wyjściowa przekracza 0 Hz.

Bit 12, Przetwornica częstotliwości OK/Zatrzymana, start automatyczny:

Bit 12 = "0": Brak tymczasowej nadmiernej temperatury na inwerterze. Bit 12 = "1": Inwerter zatrzymał się z powodu nadmiernej temperatury, ale urządzenie nie wyłączyło się awaryjnie i kontynuuje pracę po zatrzymaniu nadmiernej temperatury.

Bit 13, Napięcie OK/ograniczenie przekroczone

Bit 13 = "0": Brak ostrzeżeń dotyczących napięcia. Bit 13 = "1": Napięcie DC w obwodzie pośrednim przetwornicy częstotliwości jest zbyt niskie lub zbyt wysokie.

Bit 14, Moment OK/ograniczenie przekroczone

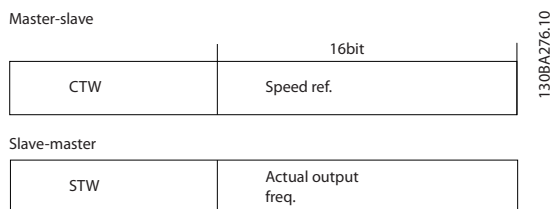
Bit 14 = "0": Prąd silnika nie przekracza ograniczenia momentu wybranego w *4-18 Current Limit*. Bit 14 = "1": Ograniczenie momentu ustawione w *4-18 Current Limit* zostało przekroczone.

Bit 15, Zegar OK/ograniczenie przekroczone

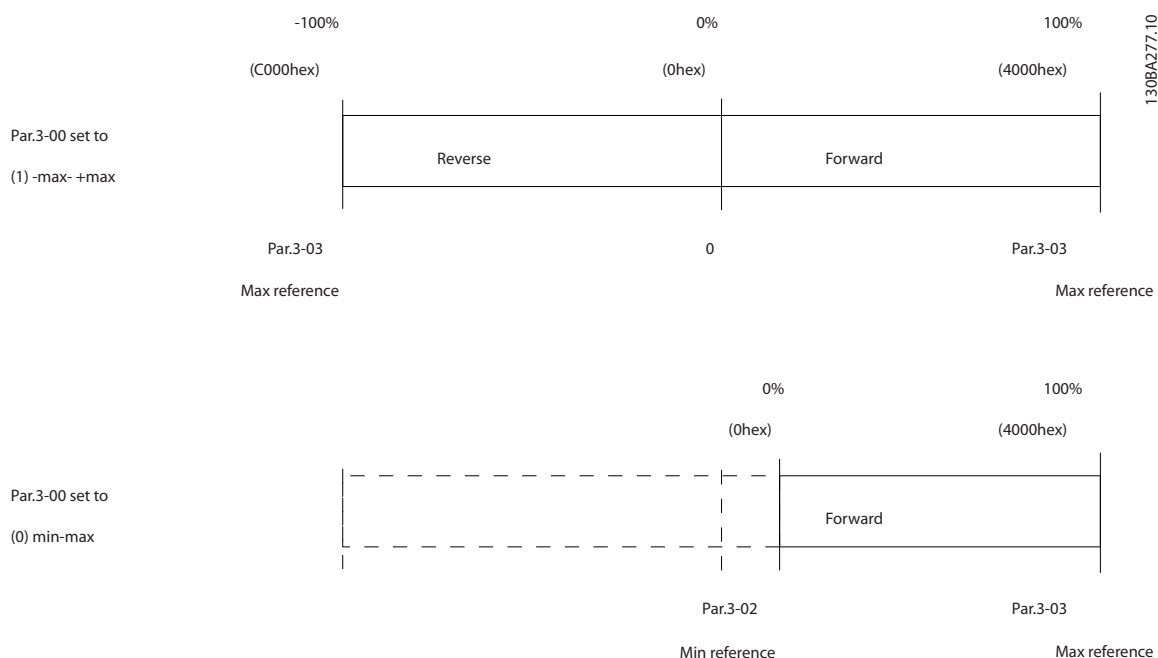
Bit 15 = "0": Zegary termicznego zabezpieczenia silnika i termicznego zabezpieczenia nie przekraczają 100%. Bit 15 = "1": Jeden z zegarów przekracza 100%.

### 8.11.3 Wartość zadana prędkości magistrali

Wartość zadana prędkości jest przesyłana do przetwornica częstotliwości w postaci wartości względnej w %. Wartość jest przesyłana w formie słowa 16-bitowego; w liczbach całkowitych (0-32767) wartość 16384 (4000 Hex) odpowiada 100%. Liczby ujemne są formatowane za pomocą uzupełnienia dwójek. Rzeczywista częstotliwość wyjściowa (MAV) jest skalowana w taki sam sposób, jak wartość zadana magistrali.



Wartość zdana i MAV są skalowane w następujący sposób:



## 9 Dane techniczne

### 9.1 Dane techniczne

#### 9.1.1 Zasilanie 1 x 200 - 240 V AC

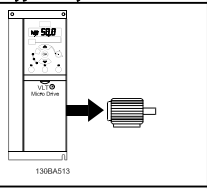
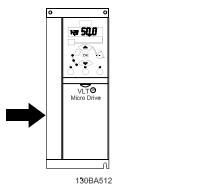
<b>Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę</b>							
Przetwornica częstotliwości	<b>PK18</b>	<b>PK37</b>	<b>PK75</b>	<b>P1K5</b>	<b>P2K2</b>		
Typowa moc na wale [kW]	<b>0.18</b>	<b>0.37</b>	<b>0.75</b>	<b>1.5</b>	<b>2.2</b>		
Typowa moc na wale [KM]	0,25	0,5	1	2	3		
IP 20	Rama M1	Rama M1	Rama M1	Rama M2	Rama M3		
<b>Prąd wyjściowy</b>							
	Ciągły (3 x 200-240 V) [A]	1,2	2,2	4,2	6,8	9,6	
	Przerwany (3 x 200-240 V) [A]	1,8	3,3	6,3	10,2	14,4	
	Maks. przekrój kabla:						
	(zasilanie, silnik) [mm <sup>2</sup> /AWG]		4/10				
<b>Maks. prąd wejściowy</b>							
	Ciągły (1 x 200-240 V) [A]	3,3	6,1	11,6	18,7	26,4	
	Przerwany (1 x 200-240 V) [A]	4,5	8,3	15,6	26,4	37,0	
	Maks. bezpieczniki zasilania [A]						
	Patrz rozdział <i>Bezpieczniki</i>						
	Środowisko						
	Szacowana utrata mocy [W], Najlepszy przypadek/typowy <sup>1)</sup>		12.5/ 15.5	20.0/ 25.0	36.5/ 44.0	61.0/ 67.0	81.0/ 85.1
	Ciężar obudowy IP20 [kg]		1,1	1,1	1,1	1,6	3,0
Wydajność [%], Najlepszy przypadek/Typowy <sup>1)</sup>		95.6/ 94.5	96.5/ 95.6	96.6/ 96.0	97.0/ 96.7	96.9/ 97.1	

Tabela 9.1 Zasilanie 1 x 200 - 240 V AC

1. Przy obciążeniu znamionowym.

9.1.2 Zasilanie 3 x 200 - 240 V AC

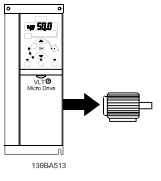
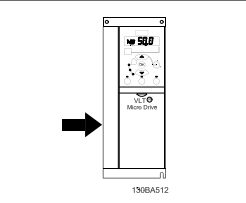
Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę							
Przetwornica częstotliwości	PK25	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K7	
Typowa moc na wale [kW]	0.25	0.37	0.75	1.5	2.2	3.7	
Typowa moc na wale [KM]	0,33	0,5	1	2	3	5	
IP 20	Rama M1	Rama M1	Rama M1	Rama M2	Rama M3	Rama M3	
<b>Prąd wyjściowy</b>							
	Ciągły (3 x 200-240 V) [A]	1,5	2,2	4,2	6,8	9,6	15,2
	Przerywany (3 x 200-240 V) [A]	2,3	3,3	6,3	10,2	14,4	22,8
	Maks. przekrój kabla:						
	(zasilanie, silnik) [mm <sup>2</sup> /AWG]	4/10					
<b>Maks. prąd wejściowy</b>							
	Ciągły (3 x 200-240 V) [A]	2,4	3,5	6,7	10,9	15,4	24,3
	Przerywany (3 x 200-240 V) [A]	3,2	4,6	8,3	14,4	23,4	35,3
	Maks. bezpieczników zasilania [A]	Patrz rozdział <i>Bezpieczniki</i>					
	Środowisko						
	Szacowana utrata mocy [W], Najlepszy przypadek/typowy <sup>1)</sup>	14.0/ 20.0	19.0/ 24.0	31.5/ 39.5	51.0/ 57.0	72.0/ 77.1	115.0/ 122.8
	Ciężar obudowy IP20 [kg]	1,1	1,1	1,1	1,6	3,0	3,0
	Wydajność [%], Najlepszy przypadek/Typowy <sup>1)</sup>	96.4/ 94.9	96.7/ 95.8	97.1/ 96.3	97.4/ 97.2	97.2/ 97.4	97.3/ 97.4

Tabela 9.2 Zasilanie 3 x 200 - 240 V AC

1. Przy obciążeniu znamionowym.

## 9.1.3 Zasilanie 3 x 380 - 480 V AC

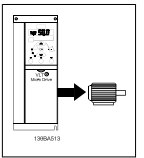
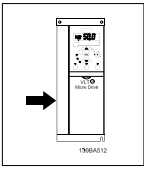
Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę								
Przetwornica częstotliwości		<b>PK37</b>	<b>PK75</b>	<b>P1K5</b>	<b>P2K2</b>	<b>P3K0</b>	<b>P4K0</b>	
Typowa moc na wale [kW]		<b>0.37</b>	<b>0.75</b>	<b>1.5</b>	<b>2.2</b>	<b>3.0</b>	<b>4.0</b>	
Typowa moc na wale [KM]		0,5	1	2	3	4	5	
IP 20		Rama M1	Rama M1	Rama M2	Rama M2	Rama M3	Rama M3	
Prąd wyjściowy								
	Ciągły (3 x 380-440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	
	Przerywany (3 x 380-440 V) [A]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7	
	Ciągły (3 x 440-480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	
	Przerywany (3 x 440-480 V) [A]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3	
	Maks. przekrój kabla: (zasilanie, silnik) [mm <sup>2</sup> / AWG]	4/10						
Maks. prąd wejściowy								
	Ciągły (3 x 380-440 V) [A]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4	
	Przerywany (3 x 380-440 V) [A]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2	
	Ciągły (3 x 440-480 V) [A]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4	
	Przerywany (3 x 440-480 V) [A]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5	
	Maks. bezpieczniki zasilania [A]	Patrz rozdział <i>Bezpieczniki</i>						
	Środowisko							
Szacowana utrata mocy [W], Najlepszy przypadek/Typowy <sup>1)</sup>	18.5/ 25.5	28.5/ 43.5	41.5/ 56.5	57.5/ 81.5	75.0/ 101.6	98.5/ 133.5		
Ciężar obudowy IP20 [kg]	1,1	1,1	1,6	1,6	3,0	3,0		
Wydajność [%], Najlepszy przypadek/Typowy <sup>1)</sup>	96.8/ 95.5	97.4/ 96.0	98.0/ 97.2	97.9/ 97.1	98.0/ 97.2	98.0/ 97.3		

Tabela 9.3 Zasilanie 3 x 380 - 480 V AC

1. Przy obciążeniu znamionowym.

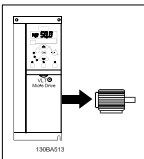
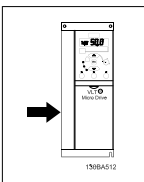
Normalne przeciążenie 150% przez 1 minutę								
Przetwornica częstotliwości		<b>P5K5</b>	<b>P7K5</b>	<b>P11K</b>	<b>P15K</b>	<b>P18K</b>	<b>P22K</b>	
Typowa moc na wale [kW]		<b>5.5</b>	<b>7.5</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>18.5</b>	<b>22</b>	
Typowa moc na wale [KM]		7,5	10	15	20	25	30	
IP 20		Rama M3	Rama M3	Rama M4	Rama M4	Rama M5	Rama M5	
Prąd wyjściowy								
	Ciągły (3 x 380-440 V) [A]	12,0	15,5	23,0	31,0	37,0	42,0	
	Przerywany (3 x 380-440 V) [A]	18,0	23,5	34,5	46,5	55,5	63,0	
	Ciągły (3 x 440-480 V) [A]	11,0	14,0	21,0	27,0	34,0	40,0	
	Przerywany (3 x 440-480 V) [A]	16,5	21,3	31,5	40,5	51,0	60,0	
	Maks. przekrój kabla: (zasilanie, silnik) [mm <sup>2</sup> / AWG]	4/10			16/6			
Maks. prąd wejściowy								
	Ciągły (3 x 380-440 V) [A]	19,2	24,8	33,0	42,0	34,7	41,2	
	Przerywany (3 x 380-440 V) [A]	27,4	36,3	47,5	60,0	49,0	57,6	
	Ciągły (3 x 440-480 V) [A]	16,6	21,4	29,0	36,0	31,5	37,5	
	Przerywany (3 x 440-480 V) [A]	23,6	30,1	41,0	52,0	44,0	53,0	
	Maks. bezpieczniki zasilania [A]	Patrz rozdział <i>Bezpieczniki</i>						
	Środowisko							
Szacowana utrata mocy [W], Najlepszy przypadek/Typowy <sup>1)</sup>	131.0/ 166.8	175.0/ 217.5	290.0/ 342.0	387.0/ 454.0	395.0/ 428.0	467.0/ 520.0		
Ciężar obudowy IP20 [kg]	3,0	3,0						
Wydajność [%], Najlepszy przypadek/Typowy <sup>1)</sup>	98.0/ 97.5	98.0/ 97.5	97.8/ 97.4	97.7/ 97.4	98.1/ 98.0	98.1/ 97.9		

Tabela 9.4 Zasilanie 3 x 380 - 480 V AC

1. Przy obciążeniu znamionowym.



## Zabezpieczenia i funkcje

- Elektroniczne termiczne zabezpieczenie silnika przed przeciążeniem.
- Monitorowanie temperatury radiatora zapewnia wyłączenia awaryjne przetwornica częstotliwości w przypadku wykrycia nadmiernej temperatury.
- przetwornica częstotliwości jest zabezpieczona przed zwarciami pomiędzy zaciskami silnika U, V, W.
- W przypadku zaniku fazy silnika, przetwornica częstotliwości wyłącza się awaryjnie i emituje alarm.
- W razie zaniku fazy zasilania, przetwornica częstotliwości wyłącza się lub generuje ostrzeżenie (w zależności od przeciążenia).
- Monitorowanie napięcia obwodu pośredniego gwarantuje, że przetwornica częstotliwości wyłączy się, jeśli to napięcie będzie zbyt niskie lub zbyt wysokie.
- przetwornica częstotliwości jest zabezpieczona przed błędami doziemienia na zaciskach silnika U, V, W.

## Zasilanie sieciowe (L1/L, L2, L3/N)

Napięcie zasilania	200-240 V $\pm$ 10 %
Napięcie zasilania	380-480 V $\pm$ 10 %
Częstotliwość zasilania	50/60 Hz
Maks. tymczasowa asymetria między fazami zasilania	3,0 % napięcia znamionowego zasilania
Rzeczywisty współczynnik mocy ( $\cos\phi$ )	$\geq$ 0,4 znamionowego przy obciążeniu znamionowym
Współczynnik przesunięcia fazowego ( $\cos\phi$ ) bliski jedności	(> 0,98)
Przełączanie na wejściu zasilania L1/L, L2, L3/N (załączanie zasilania)	maks. 2 razy/min.
Środowisko zgodne z EN60664-1	kategoria przepięć III/stoień zanieczyszczenia 2

Urządzenie można stosować w obwodzie zdolnym dostarczać nie więcej niż 100,000 amperów symetrycznej wartości skutecznej RMS, maks. 240/480 V.

## Wyjście silnika (U, V, W)

Napięcie wyjściowe	0 - 100% napięcia zasilania
Częstotliwość wyjściowa	0-200 Hz (VVC+), 0-400 Hz (u/f)
Przełączanie na wyjściu	Neograniczone
Czasy rozpędzania/zatrzymania	0,05-3600 sek.
Długość i przekrój poprzeczny kabli	
Maks. długość kabla silnika, ekranowanego/zbrojonego (instalacja zgodna z EMC)	15 m
Maks. długość kabla silnika, nieekranowanego/niezbrojonego	50 m
Maks. przekrój poprzeczny do silnika, zasilania*	
Połączenie do podziału obciążenia/hamulca (M1, M2, M3)	Izolowane złącza Faston 6,3 mm
Maks. przekrój poprzeczny kabla do podziału obciążenia/hamulca (M4, M5)	16 mm <sup>2</sup> /6 AWG
Maksymalny przekrój poprzeczny zacisków sterowania, przewód sztywny	1,5 mm <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 mm <sup>2</sup> )
Maksymalny przekrój poprzeczny zacisków sterowania, przewód elastyczny	1 mm <sup>2</sup> /18 AWG
Maksymalny przekrój poprzeczny zacisków sterowania, przewód z rdzeniem zamkniętym	0,5 mm <sup>2</sup> /20 AWG
Minimalny przekrój poprzeczny zacisków sterowania	0,25 mm <sup>2</sup>

\* Więcej informacji na ten temat znajduje się w tabelach z danymi dotyczącymi zasilania!

## Wejścia cyfrowe (impuls/enkoder)

Programowalne wejścia cyfrowe (impuls/enkoder)	5 (1)
Numer zacisku	18, 19, 27, 29, 33,
Logika	PNP lub NPN
Poziom napięcia	0 - 24 V DC
Poziom napięcia, logiczne „0” PNP	< 5 V DC
Poziom napięcia, logiczne „1” PNP	> 10 V DC
Poziom napięcia, logiczne „0” NPN	> 19 V DC
Poziom napięcia, logiczne „1” NPN	< 14 V DC
Napięcie maksymalne na wejściu	28 V DC
Rezystancja wejściowa, Ri	ok. 4 k
Maks. częstotliwość na zacisku 33	5000 Hz
Min. częstotliwość impulsowa na zacisku 33	20 Hz

## Wejścia analogowe

Liczba wejść analogowych	2
Numer zacisku	53, 60
Tryb napięcia (zacisk 53)	Przełącznik S200=WYŁ(U)
Tryb prądu (zacisk 53 i 60)	Przełącznik S200=ZAŁ(I)
Poziom napięcia	0 -10 V
Rezystancja wejściowa, Ri	ok. 10 kΩ
Napięcie maks.	20 V
Poziom prądu	0/4 do 20 mA (skalowany)
Rezystancja wejściowa, Ri	ok. 200 Ω
Prąd maks.	30 mA

## Wyjście analogowe

Liczba programowalnych wyjść analogowych	1
Numer zacisku	42
Zakres prądu przy wyjściu analogowym	0/4 - 20 mA
Obciążenie maks. do masy przy wyjściu analogowym	500 Ω
Napięcie maks. przy wyjściu analogowym	17 V
Dokładność na wyjściu analogowym	Maks. błąd: 0,8% pełnej skali
Odstęp skanowania	4 msek.
Rozdzielczość na wyjściu analogowym	8 bitów

## Karta sterująca, komunikacja szeregową RS-485

Numer zacisku	68 (P,TX+, RX+), 69 (N,TX-, RX-)
Numer zacisku 61	Masa dla zacisków 68 i 69

## Karta sterująca, wyjście 24 V DC

Numer zacisku	12
Maks. obciążenie (M1 i M2)	160 mA
Maks. obciążenie (M3)	30 mA
Maks. obciążenie (M4 i M5)	200 mA

## Wyjście przekaźnikowe

Programowalne wyjście przekaźnikowe	1
Przełącznik 01 Numer zacisku	01-03 (rozwierny), 01-02 (zwierny)
Maks. obciążenie zacisku (AC-1) <sup>1)</sup> na 01-02 (NO) (Obciążenie oporowe)	250 V AC, 2 A
Maks. obciążenie zacisku (AC-15) <sup>1)</sup> na 01-02 (NO) (Obciążenie indukcyjne przy cosφ 0,4)	250 V AC, 0,2 A
Maks. obciążenie zacisku (DC-1) <sup>1)</sup> na 01-02 (NO)(Obciążenie oporowe)	30 V DC, 2 A
Maks. obciążenie zacisku (DC-13) <sup>1)</sup> na 01-02 (NO)(Obciążenie indukcyjne)	24 V DC, 0,1 A
Maks. obciążenie zacisku (AC-1) <sup>1)</sup> na 01-03 (NC) (Obciążenie oporowe)	250 V AC, 2 A
Maks. obciążenie zacisku (AC-15) <sup>1)</sup> na 01-03 (NO) (Obciążenie indukcyjne przy cosφ 0,4)	250 V AC, 0,2A
Maks. obciążenie zacisku (DC-1) <sup>1)</sup> na 01-03 (NC) (Obciążenie oporowe)	30 V DC, 2 A
Min. obciążenie zacisku na 01-03 (NC), 01-02 (NO)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Środowisko zgodne z EN 60664-1	kategoria przepięć III/stopień zanieczyszczenia 2

1) IEC 60947 część 4 i 5

## Karta sterująca, wyjście 10 V DC

Numer zacisku	50
Napięcie wyjściowe	10,5 V ±0,5 V
Obciążenie maks.	25 mA

**WAŻNE**

**Wszystkie wejścia, wyjścia, obwody, złącza zasilania DC oraz styki przekaźników są galwanicznie izolowane od napięcia zasilania (PELV) i innych zacisków wysokiego napięcia.**

Otoczenie

Obudowa	IP 20
Dostępny zestaw obudowy	IP 21, TYP 1
Test drgań	1,0 g
Maks. wilgotność względna	5 % - 95 % (IEC 60721-3-3; Klasa 3K3 (niekondensująca) podczas pracy
Środowisko agresywne (IEC 60721-3-3), z pokryciem	klasa 3C3
Metoda testowania zgodnie z IEC 60068-2-43 H2S (10 dni)	
Temperatura otoczenia	Maks. 40 °C

*Obniżanie wartości znamionowych dla wyższych temperatur otoczenia, patrz 4.2.2 Obniżanie wartości znamionowych w przypadku temperatury otoczenia*

Minimalna temperatura otoczenia podczas pracy przemysłowej	0 °C
Minimalna temperatura otoczenia przy zredukowanej wydajności	- 10 °C
Temperatura podczas magazynowania/transportu	-25 - +65/70 °C
Maksymalna wysokość nad poziomem morza bez obniżania parametrów znamionowych	1000 m
Maksymalna wysokość nad poziomem morza przy obniżaniu parametrów znamionowych	3000 m

*Patrz rozdział dotyczący specjalnych warunków obniżania wartości znamionowej przy dużej wysokości nad poziomem morza*

Normy bezpieczeństwa	EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
Normy kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), Emisja	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
Normy kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), Odporność	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

*Patrz 4.2 Warunek specjalny*

## Indeks

<b>A</b>	
Aktywny Zestaw Parametrów.....	60
<b>Automatyczne</b>	
Adaptacje W Celu Zapewnienia Odpowiedniej Pracy.....	39
Dostrajanie Silnika (AMT).....	56
Dostrojenie Do Silnika (AMT).....	63
<b>C</b>	
Ciągu Kodu Typu.....	41
Co To Jest Zgodność I Znakowanie CE?.....	11
<b>Czas</b>	
Całkowania PI Procesu.....	64
Rozpędzania 1.....	63
Zatrzymania 1.....	63
<b>CZAS WYŁADOWANIA.....</b>	<b>10</b>
<b>Częstotliwość</b>	
Kluczowania.....	48
Silnika.....	62
<b>D</b>	
Dane Z Tabliczki Znamionowej Silnika.....	55
Definicje.....	7
<b>Długość</b>	
I Przekrój Poprzeczny Kabla.....	48
I Przekrój Poprzeczny Kablo.....	89
<b>Dolna Granica Prędkości Silnika.....</b>	<b>63</b>
<b>Dyrektywa</b>	
EMC (89/336/EWG).....	11
Maszynowa (98/37/EWG).....	11
Niskonapięciowa (73/23/EWG).....	11
<b>Dyrektywą EMC 89/336/EWG.....</b>	<b>12</b>
<b>E</b>	
Edytowany Zestaw Parametrów.....	60
Ekranowane/zbrojone.....	54
Ekranowanie Kablo.....	48
ETR.....	57
<b>F</b>	
Faz Silnika.....	24
FC Z Modbus RTU.....	69
<b>G</b>	
Górna Granica Prędkości Silnika.....	64
<b>H</b>	
Hamulec DC.....	82
<b>I</b>	
Indeks (IND).....	71
Inicjalizacja Na Dwa Przyciski.....	65
<b>Instalacja</b>	
Elektryczna.....	48, 54
Elektryczna Zgodna Z Wymogami EMC.....	48
I Konfiguracja RS485.....	67
<b>Izolacja Galwaniczna.....</b>	<b>23</b>
<b>J</b>	
Jednostki.....	61
<b>Jog</b>	
- Praca Manewrowa.....	83
- Pracy Manewrowej.....	7
<b>K</b>	
Kabel Wyrównawczy.....	52
Kable Silnika.....	48
Karta Sterująca, Wyjście 24 V DC.....	90
Kierunek Obrótów Silnika.....	61
<b>Kody</b>	
Funkcji Obsługiwane Przez Modbus RTU.....	78
Wyjątków Błędów.....	78
<b>Komunikacji</b>	
Szeregowej.....	52, 61
Za Pomocą Magistrali Modbus.....	68
<b>Komunikat Długość (LGE).....</b>	<b>70</b>
<b>Końcowe Ustawienie Parametrów I Test.....</b>	<b>55</b>
<b>Konfiguracja</b>	
Sieci.....	74
Sprzętowa Przetwornica Częstotliwości.....	67
<b>Konfigurator Przetwornicy Częstotliwości.....</b>	<b>41</b>
<b>Kopiuje LCP.....</b>	<b>65</b>
<b>Ł</b>	
Ładowanie Ustawień Przetwornicy Częstotliwości.....	58
<b>L</b>	
Lampki Sygnalizacyjne.....	61
<b>LCP</b>	
LCP.....	8
11.....	2
12.....	2
<b>Lepsze Sterowanie.....</b>	<b>15</b>
<b>M</b>	
Maks. Wartość Zadana.....	63
Maksymalna Wartość Zadana.....	63

<b>Menu</b>		<b>Połączenie Bezpiecznego Uziemienia</b> .....	59
Główne.....	27, 61, 64	<b>Porównanie Uzyskiwanej Oszczędności Energii</b> .....	14
Statusu.....	61	<b>Portu Komunikacji Szeregowej</b> .....	7
<b>Min. Wartość Zadana</b> .....	63	<b>Postępowanie Z Odpadami</b> .....	11
<b>Minimalna Wartość Zadana</b> .....	63	<b>Poziom Napięcia</b> .....	89
<b>Moc Silnika</b> .....	62	<b>Prąd</b>	
<b>Moment</b>		Silnika.....	63
Bezładności.....	24	Upływowy.....	24, 59
Rozruchowy.....	7	<b>Prawa</b>	
<b>Montaż Na Dużych Wysokościach</b> .....	10	Autorskie, Ograniczenie Odpowiedzialności Oraz Prawa Do Wprowadzania Poprawek.....	5
		Proporcjonalności.....	13
<b>N</b>		<b>Prędkość</b>	
<b>Napięcie Silnika</b> .....	62	Startowa PI Procesu.....	64
<b>NIEBEZPIECZNE NAPIĘCIE</b> .....	10	Znamionowa Silnika.....	7
<b>Nieudane AMA</b> .....	56	<b>Profilu FC</b> .....	4
<b>Numer</b>		<b>Programowana Wartość Zadana</b> .....	63
Parametru.....	60	<b>Proporcjonalne Wzmocnienie PI Procesu</b> .....	64
Parametru (PNU).....	71	<b>Przegląd Protokołu</b> .....	68
Zestawu Parametrów.....	60	<b>Przełączanie Na Wyjściu</b> .....	24
<b>O</b>		<b>Przełączniki</b> .....	55
<b>Obniżanie Wartości Znamionowych W Przypadku Niskiego Ciśnienia Powietrza</b> .....	39	<b>Przebiecie Generowane Przez Silnik</b> .....	24
<b>Obsługa Wartości Zadanych</b> .....	20	<b>Przepisy Bezpieczeństwa</b> .....	10
<b>Obwód Zasilania - Przegląd</b> .....	53	<b>Przetwarzanie PI Anti Windup</b> .....	64
<b>Obwodzie Pośrednim</b> .....	24	<b>Przetwornica Częstotliwości Z Modbus RTU</b> .....	73
<b>Ochrona Przed Przetężeniem</b> .....	46	<b>Przewody</b>	
<b>Ochronę</b> .....	23	Aluminiowe.....	48
<b>Odczyt I Programowanie Parametrów Indeksowanych</b> .....	65	Sterownicze.....	54
<b>Odczytaj Rejestry Wstrzymania (03 HEX)</b> .....	80	Sterujące.....	54
<b>Ogólne Aspekty Emisji EMC</b> .....	21	<b>Przyciski</b>	
<b>Okres Zwrotu</b> .....	15	Funkcyjne.....	27, 61
<b>Omówienie Modbus RTU</b> .....	73	Nawigacyjne.....	27, 61
<b>Opcje I Akcesoria</b> .....	26	<b>Przykład Uzyskiwanej Oszczędności Energii</b> .....	13
<b>Oprogramowanie</b>		<b>PRZYPADKOWY ROZRUCH</b> .....	10
Konfiguracyjne MCT-10.....	2	<b>Publicznych Sieci Zasilania</b> .....	23
Narzędziowe Na Komputer PC.....	58		
<b>Oszczędność Energii</b> .....	15	<b>R</b>	
<b>Oszczędzanie Energii</b> .....	13	<b>RCD</b> .....	8, 24
<b>Otoczenie</b> .....	91	<b>Regulacja Lokalna (Hand On) I Zdalna (Auto On)</b> .....	18
		<b>Równoległe Łączenie Silników</b> .....	57
<b>P</b>		<b>Rozruch W Układzie Gwiazda/trójkąt</b> .....	15
<b>Parametry Szybkiego Menu</b> .....	62	<b>Rozsprężanie</b> .....	30
<b>PELV (bardzo Niskie Napięcie Ochronne)</b> .....	23		
<b>Pętla Otwarta Struktury Sterowania</b> .....	18	<b>S</b>	
<b>PI Procesu Normalne/odwrócone</b> .....	64	<b>S200 Przełączniki 1-4</b> .....	55
<b>PLC</b> .....	52	<b>Set-up Software</b> .....	60
<b>Podłączenie</b>		<b>Skrajne Warunki Pracy</b> .....	24
Sieci.....	67	<b>Skróty</b> .....	6
Silnika.....	47		

<b>Słowo</b>		<b>Używanie Przetwornica Częstotliwości To Oszczędność Pieniędy.....</b>	<b>16</b>
Statusowe.....	83		
Sterujące.....	4		
<b>Softstart.....</b>	<b>15</b>		
<b>Sposób</b>		<b>V</b>	
Podłączenia Komputera PC Do Przetwornica Częstotliwości.....	58	<b>WC.....</b>	<b>9</b>
Składania Zamówień.....	41		
Sterowania Przetwornica Częstotliwości.....	78	<b>W</b>	
		<b>Wartość.....</b>	<b>60</b>
		<b>Wartości Parametrów.....</b>	<b>79</b>
<b>Ś</b>		<b>Wejścia</b>	
<b>Środki Ostrożności EMC.....</b>	<b>68</b>	Analogowe.....	8, 90
<b>Środowiska Agresywne.....</b>	<b>12</b>	Analogowego.....	7
		Cyfrowe (impuls/enkoder).....	89
		Cyfrowe:.....	89
<b>S</b>		<b>Wersja Oprogramowania.....</b>	<b>5</b>
<b>Status.....</b>	<b>27</b>	<b>Wibracje I Wstrząsy.....</b>	<b>13</b>
<b>Sterowania Wentylatorami I Pompami.....</b>	<b>13</b>	<b>Wilgotność Powietrza.....</b>	<b>12</b>
<b>Struktura Sterowania Pętli Zamkniętej.....</b>	<b>19</b>	<b>Wolnej Przestrzeni.....</b>	<b>44</b>
<b>Symbole.....</b>	<b>6</b>	<b>Współczynnik</b>	
<b>Systemu Zarządzania Budynkiem (BMS).....</b>	<b>14</b>	Mocy.....	9
<b>Szybki Transfer Ustawień Parametrów Między Kilkoma Przetwornicami Częstotliwości.....</b>	<b>65</b>	Posuwu Do Przodu Procesu.....	64
<b>Szybkie Menu.....</b>	<b>27, 61, 62</b>	<b>Wybieg Silnika.....</b>	<b>82</b>
		<b>Wybiegiem.....</b>	<b>7</b>
		<b>Wybiegu.....</b>	<b>84</b>
<b>T</b>		<b>Wydajność Wyjściowa (U, V, W).....</b>	<b>89</b>
<b>Tabliczce Znamionowej.....</b>	<b>55</b>	<b>Wyjście</b>	
<b>Tabliczkę Znamionową Silnika.....</b>	<b>55</b>	Przełącznikowe.....	90
<b>Temperatura Otoczenia.....</b>	<b>91</b>	Silnika (U, V, W).....	89
<b>Termicznego Zabezpieczenia Silnika.....</b>	<b>84</b>	<b>Wyłącznik Różnicowoprądowy.....</b>	<b>24, 52</b>
<b>Termistor.....</b>	<b>8</b>	<b>Wymagania</b>	
<b>Test Wysokiego Napięcia.....</b>	<b>59</b>	Dotyczące Emisji.....	22
<b>Tryb Konfiguracyjny.....</b>	<b>63</b>	Dotyczące Emisji Harmonicznych.....	23
<b>Trybie Odczytu.....</b>	<b>61</b>	Dotyczące Odporności.....	23
<b>Typ 1 (NEMA).....</b>	<b>30</b>	<b>Wyniki Testów EMC (emisja).....</b>	<b>22</b>
<b>Typy Danych Obsługiwane Przez Przetwornica Częstotliwości.....</b>	<b>72</b>	<b>Wyświetlacz.....</b>	<b>60</b>
<b>U</b>		<b>Z</b>	
<b>Udane AMT.....</b>	<b>56</b>	<b>Zabezpieczenia</b>	
<b>Uplływ Prądu.....</b>	<b>24</b>	I Funkcje.....	89
<b>Ustawić Ograniczenie Prędkości I Czas Rozpędzania/zatrzymania.....</b>	<b>56</b>	Silnika.....	57
		<b>Zabezpieczenie</b>	
<b>Uwaga</b>		Zabezpieczenie.....	24, 46
Uwaga.....	10	Dodatkowe.....	12
Na Temat Bezpieczeństwa.....	10	Silnika.....	89
<b>Uziemianie Ekranowanych/zbrojonych Przewodów Sterowniczych.....</b>	<b>52</b>	Termiczne Silnika.....	25
<b>Uziemienie.....</b>	<b>52</b>	<b>Zacisk</b>	
<b>Użycie Kabli Poprawnych Wg EMC.....</b>	<b>50</b>	60 - Duży Prąd.....	64
		60 - Mały Prąd.....	64
		60. Dolna Skala Sprzężenia Zwrotnego.....	64
		60. Górna Skala Sprzężenia Zwrotnego.....	64
		60. Stała Czasowa Filtra.....	64
		<b>Zacisków Sterowania.....</b>	<b>55</b>
		<b>Zacisku Kablowego.....</b>	<b>52</b>

<b>Zainicjalizować.....</b>	<b>65</b>
<b>Zakończenie Magistrali.....</b>	<b>55</b>
<b>Zakres.....</b>	<b>11</b>
<b>Zalecane Inicjalizowanie.....</b>	<b>65</b>
<b>Zapisz Ustawienia Przetwornicy Częstotliwości.....</b>	<b>58</b>
<b>Zasilanie</b>	
Zasilanie.....	9, 86, 87
1 X 200 - 240 V AC.....	86
3 X 200 - 240 V AC.....	87
3 X 380 - 480 V AC.....	88
Sieciowe (L1/L, L2, L3/N).....	89
<b>Zatrzaśnięcie Częstotliwości Impulsu Wyjściowego.....</b>	<b>82</b>
<b>Zatrzaśnij Wyjście.....</b>	<b>7</b>
<b>Zestaw</b>	
Do Montażu Obudowy IP21/Typ 1.....	30
Parametrów Przetwornica Częstotliwości.....	69
<b>Zgodność I Znakowanie CE.....</b>	<b>11</b>
<b>Zgodności Z UL.....</b>	<b>46</b>
<b>Złącze Magistrali RS485.....</b>	<b>58</b>
<b>Zmienne Sterowanie Przepływem I Ciśnieniem.....</b>	<b>15</b>
<b>Zmiennym Przepływem Przez Okres 1 Roku.....</b>	<b>15</b>
<b>Znamionowa Prędkość Silnika.....</b>	<b>63</b>
<b>Ż</b>	
<b>Źródło Sprzężenia Zwrotnego Procesu CL.....</b>	<b>64</b>
<b>Z</b>	
<b>Zwarcie (Faza Silnika – Faza).....</b>	<b>24</b>
<b>Zwolnienie Zasilania.....</b>	<b>24</b>