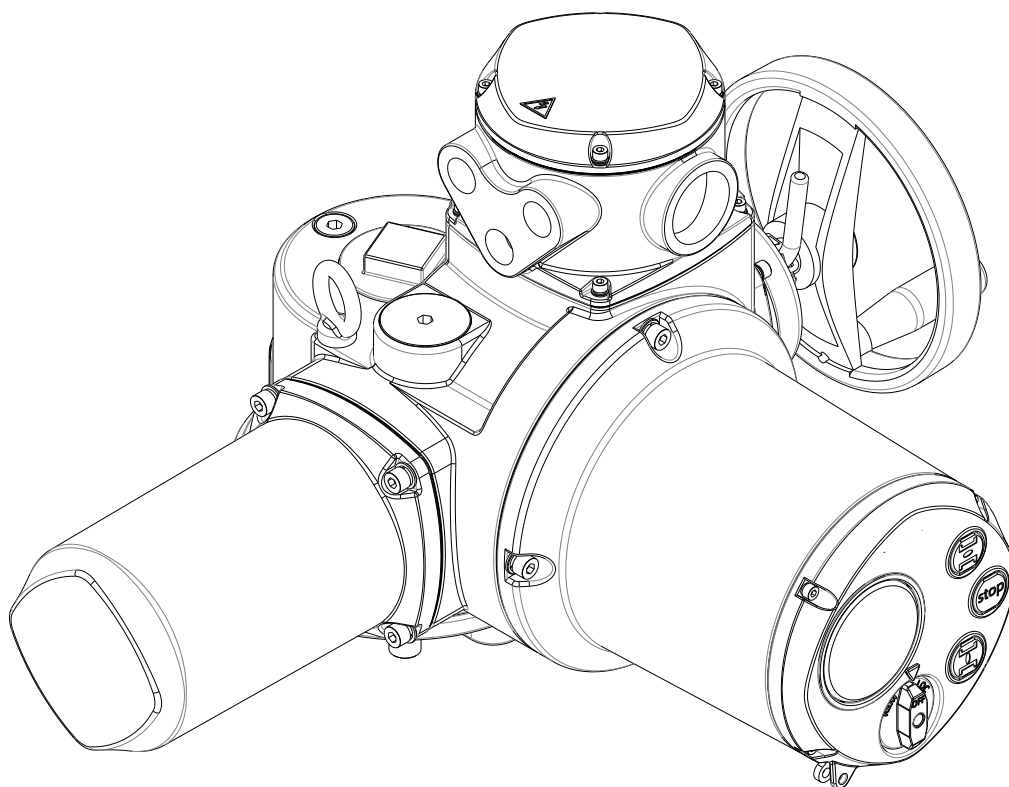


# Wieloobrotowe siłowniki elektryczne PMT

## Instrukcja instalacji i konserwacji



# SPIIS TREŚCI

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Omówienie .....                                                                     | 4  |
| 2. Parametry techniczne .....                                                          | 4  |
| 3. Budowa produktu .....                                                               | 7  |
| Seria PMT typ PRO / SMART .....                                                        | 7  |
| Seria PMT typ STANDARD .....                                                           | 7  |
| 4. Zasady działania .....                                                              | 7  |
| • Sterowanie momentem .....                                                            | 8  |
| • Sterowanie skokiem .....                                                             | 8  |
| • Mechanizm wskaźnika .....                                                            | 9  |
| 5. Transport i przechowywanie .....                                                    | 9  |
| • Transport .....                                                                      | 9  |
| • Przechowywanie .....                                                                 | 10 |
| • Otwarcie opakowania i kontrola .....                                                 | 10 |
| 6. Instalacja .....                                                                    | 10 |
| 7. Okablowanie i potwierdzenie uruchomienia .....                                      | 11 |
| a. Typ STANDARD .....                                                                  | 11 |
| b. Typ SMART / PRO .....                                                               | 12 |
| 8. Ustawienia podstawowe siłowników .....                                              | 12 |
| • Ustawienia skoku dla typu STANDARD .....                                             | 12 |
| 1 Regulacja pozycji pełnego zamknięcia .....                                           | 13 |
| 2 Regulacja pozycji pełnego otwarcia .....                                             | 13 |
| • Ustawienia podstawowe typu SMART / PRO .....                                         | 14 |
| 9. Wymiary .....                                                                       | 18 |
| • Wymiary wielobrotowego siłownika elektrycznego serii PMT (typ PRO i SMART) .....     | 18 |
| • Wymiary wielobrotowego siłownika elektrycznego serii PMT (typ STANDARD) .....        | 19 |
| • Wymiary przyłączy wielobrotowych siłowników elektrycznych serii PMT .....            | 20 |
| Wyjście JB (typ momentowy połączenia napędu trzy-pazurkowego) – standard: JB2920 ..... | 20 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2. Wyjście typu A (typ osiowy) – standard GB/T12222 (ISO5210) .....    | 20 |
| 3. Wyjście typu B (typ momentowy) – standard GB/T12222 (ISO5210) ..... | 21 |
| 10. Usterki i rozwiązywanie problemów .....                            | 21 |
| 11. Ochrona bezpieczeństwa .....                                       | 22 |
| • Urządzenia ochrony bezpieczeństwa i środki ostrożności .....         | 22 |
| • Procedury i metody postępowania w przypadku awarii .....             | 22 |
| 12. Konserwacja, remont i złomowanie .....                             | 22 |
| • Konserwacja codzienna .....                                          | 22 |
| • Okres konserwacji .....                                              | 23 |
| • Złomowanie .....                                                     | 23 |



# Instrukcja instalacji i konserwacji dla wieloobrotowych siłowników elektrycznych serii PMT

## 1. Omówienie

Wieloobrotowe siłowniki elektryczne serii PMT są głównie używane do napędu ruchu liniowego lub zaworów wieloobrotowych, takich jak zasuw, zawory grzybkowe oraz inne podobne zawory. W urządzeniu mogą być również łączone z przekładnią ślimakową do zaworów obrotowych 90 stopni, takich jak przepustnice i zawory kulowe. Wieloobrotowe siłowniki elektryczne serii PMT są zasilane energią elektryczną. Posiadają funkcję kontroli skoku oraz zabezpieczenia przed przeciążeniem momentem w dwóch kierunkach otwierania i zamykania. Mogą bezpośrednio oddawać moment obrotowy lub napędzać siłą osiową nakrętek trzpienia.

Siłowniki serii PMT dzielą się na typ STANDARD (B), typ SMART (Y), typ PRO (I) zgodnie z trybem sterowania oraz konfiguracją funkcji siłowników. Istnieją trzy konfiguracje produktu (szczegółowe parametry i ustawienia na kolejnych stronach, prosimy zwrócić uwagę na odpowiednie modele).

## 2. Parametry techniczne

Napięcie: 380VAC  $\pm 10\%$ , 50/60Hz  $\pm 5\%$

220VAC  $\pm 10\%$ , 50/60Hz  $\pm 5\%$

Temperatura otoczenia:  $-30^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$

Wilgotność względna:  $\leq 90\% \text{ RH}$  ( $25^{\circ}\text{C}$ )

Czas pracy: Modele On/Off: system pracy S2, znamionowy czas pracy wynosi 15 minut

Modele modulujące: system pracy S4, 25% cyklu pracy

Zabezpieczenie silnika: izolacja klasy F, wyposażony w podwójny zabezpieczający czujnik kontroli temperatury, temperatura zadziałania zabezpieczenia  $130^{\circ}\text{C}$

Stopień ochrony: IP67 (Standard), IP68 (głębokość wody 15m i 72h bez przecieku)

Materiał obudowy: stop aluminium o wysokiej wytrzymałości, malowanie proszkowe żywicą epoksydową

Dławik kablowy: standardowo 3 NPT 3/4", 1 rezerwowo NPT 1/2"

Styki wyjściowe: typ PRO (I), typ SMART (Y): 1 grupa styków monitorujących, 4 grupy konfigurowalnych styków sprzężenia zwrotnego. Konfigurowalne styki mogą być ustawione na: otwieranie w trybie ciągłym, otwieranie impulsowe, zamykanie impulsowe, sterowanie zdalne/lokalne, usterka zintegrowana oraz inne funkcje. Typ STANDARD (B): otwieranie w trybie ciągłym, zamykanie w trybie ciągłym, otwieranie impulsowe, zamykanie impulsowe – styki sprzężenia zwrotnego. (Obciążalność wynosi  $5\text{A}@250\text{Vac}$ , a konkretna konfiguracja zależy od dołączonego losowo schematu okablowania produktu.)

Kołnierz wyjściowy: standardowa konfiguracja to połączenie momentowe serii JB (połączenie napędu trzy-pazurkowego JB/2920). Jednocześnie, zgodnie z projektem ISO5210, dostępne są wersje typu osiowego oraz typu momentowego.



● Parametry techniczne serii PMT On/Off

Parametry techniczne wieloobrotowej serii PMT (on/off – trójfazowe 380VAC)

|                                                                                                                                         |        |     |     |     |     |     |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Prędkość 50Hz RPM                                                                                                                       | 18     | 24  | 36  | 48  | 72  | 96  | 144* |
| Prędkość 60Hz RPM                                                                                                                       | 21     | 29  | 43  | 57  | 86  | 115 | 173* |
| Model                                                                                                                                   | Moment |     |     |     |     |     |      |
| PMT10/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 100 | 100 | 100 | 70  | 50  | 40   |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 74  | 74  | 74  | 52  | 37  | 30   |
| PMT15/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 150 | 150 | 150 | 100 | 75  | 60   |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 110 | 110 | 110 | 74  | 55  | 45   |
| PMT20/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 200 | 200 | 200 | 170 | 150 | 100  |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 148 | 148 | 148 | 125 | 111 | 74   |
| PMT30/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 300 | 300 | 300 | 200 | 170 | 120  |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 221 | 221 | 221 | 148 | 125 | 88   |
| PMT40/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 400 | 350 | 300 | 250 | 230 | 150  |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 295 | 260 | 221 | 184 | 170 | 111  |
| PMT50/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 500 | 500 | 500 | 400 | 300 | 200  |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 370 | 370 | 370 | 295 | 220 | 148  |
| PMT60/I-Y-B                                                                                                                             | N.m    | 610 | 610 | 610 | 500 | 400 | 260  |
|                                                                                                                                         | lbf.ft | 450 | 450 | 450 | 370 | 295 | 192  |
| Uwaga:                                                                                                                                  |        |     |     |     |     |     |      |
| 1. IP68 oznacza głębokość wody 7 m oraz 72 godziny bez przecieku.                                                                       |        |     |     |     |     |     |      |
| 2. Powyższe momenty są momentami maksymalnymi. Czas pracy silnika wynosi S2 – 15 min, przy 380VAC.                                      |        |     |     |     |     |     |      |
| 3. RPM oznaczone * charakteryzuje się większą bezwładnością. Bezpośredni napęd zasuw lub innych podobnych zastosowań nie jest zalecany. |        |     |     |     |     |     |      |

Parametry techniczne wieloobrotowej serii PMT (on/off – jednofazowe 220VAC)

|                   |        |        |     |     |     |     |     |
|-------------------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Prędkość 50Hz RPM |        | 18     | 24  | 36  | 48  | 72  | 96  |
| Prędkość 60Hz RPM |        | 21     | 29  | 43  | 57  | 86  | 115 |
| Model             |        | Moment |     |     |     |     |     |
| PMT10/I-Y-B       | N.m    | 60     | 50  | 50  | 35  | 35  |     |
|                   | lbf.ft | 44     | 37  | 37  | 26  | 26  |     |
| PMT40/I-Y-B       | N.m    | 150    | 130 | 100 | 50  | 50  |     |
|                   | lbf.ft | 111    | 96  | 74  | 37  | 37  |     |
| PMT60/I-Y-B       | N.m    | 250    | 200 | 170 | 130 | 400 |     |
|                   | lbf.ft | 184    | 147 | 125 | 370 | 295 |     |

Note:

1. IP68 oznacza głębokość wody 7 m oraz 72 godziny bez przecieku.

2. Powyższe momenty są momentami maksymalnymi. Czas pracy silnika wynosi S2 – 15 min, przy 380VAC.

3. RPM oznaczone \* charakteryzuje się większą bezwładnością. Bezpośredni napęd zasuw lub innych podobnych zastosowań nie jest zalecany.

● Parametry techniczne serii modulacyjnej PMT

Parametry techniczne wieloobrotowej serii PMT (modulacja – trójfazowe 380VAC)

| Prędkość RPM | 50Hz      | 18  | 24     | 36  | 48     | 72  |        |     |        |     |        |
|--------------|-----------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
|              | 60Hz      | 21  | 29     | 43  | 57     | 86  |        |     |        |     |        |
| Model        | Moment    | N.m | lbf.ft | N.m | lbf.ft | N.m | lbf.ft | N.m | lbf.ft | N.m | lbf.ft |
| PMT10        | modulacja | 40  | 29     | 40  | 29     | 36  | 26     | 33  | 24     | 25  | 18     |
|              | Max       | 80  | 59     | 80  | 59     | 72  | 53     | 65  | 48     | 50  | 37     |
| PMT15        | modulacja | 65  | 48     | 65  | 48     | 55  | 41     | 45  | 33     | 35  | 26     |
|              | Max       | 130 | 96     | 130 | 96     | 110 | 82     | 90  | 66     | 70  | 52     |
| PMT20        | modulacja | 78  | 60     | 78  | 60     | 70  | 52     | 55  | 40     | 45  | 33     |
|              | Max       | 160 | 118    | 160 | 118    | 140 | 104    | 110 | 81     | 90  | 67     |
| PMT30        | modulacja | 120 | 88     | 120 | 88     | 100 | 75     | 85  | 63     | 75  | 55     |
|              | Max       | 240 | 177    | 240 | 177    | 200 | 148    | 170 | 126    | 150 | 111    |
| PMT40        | modulacja | 150 | 111    | 150 | 111    | 130 | 96     | 105 | 78     | 95  | 70     |
|              | Max       | 300 | 221    | 300 | 221    | 260 | 192    | 210 | 155    | 190 | 140    |
| PMT50        | modulacja | 225 | 166    | 225 | 166    | 205 | 151    | 155 | 114    | 140 | 103    |
|              | Max       | 450 | 332    | 450 | 332    | 410 | 302    | 310 | 228    | 280 | 206    |
| PMT60        | modulacja | 275 | 203    | 275 | 203    | 255 | 188    | 205 | 151    | 190 | 139    |
|              | Max       | 550 | 406    | 550 | 406    | 510 | 376    | 410 | 302    | 380 | 278    |

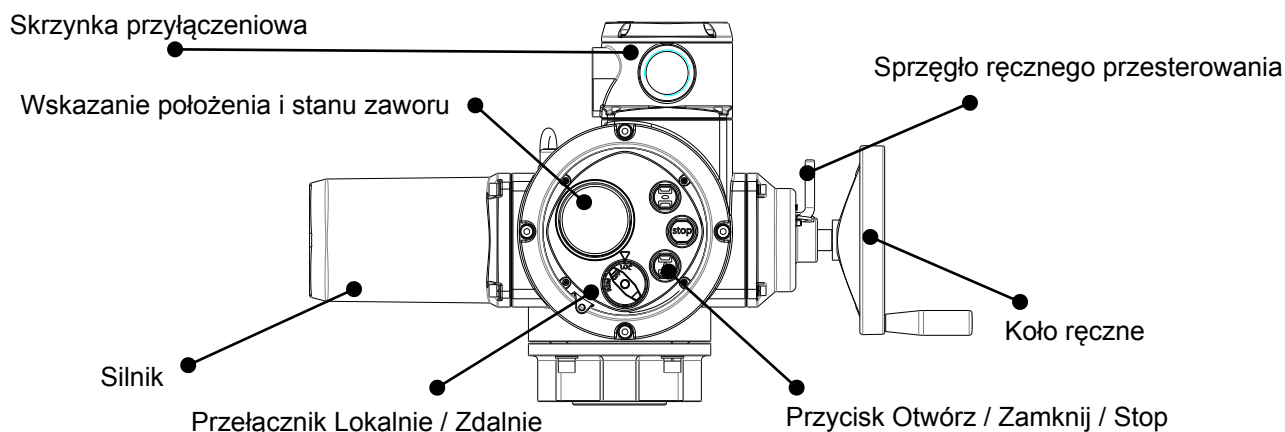
Uwaga:

1. Standardowa częstotliwość rozruchu wynosi 50%, liczba rozruchów nie powinna przekraczać 1200 razy na godzinę. Jeśli występują szczególne wymagania, prosimy o kontakt.

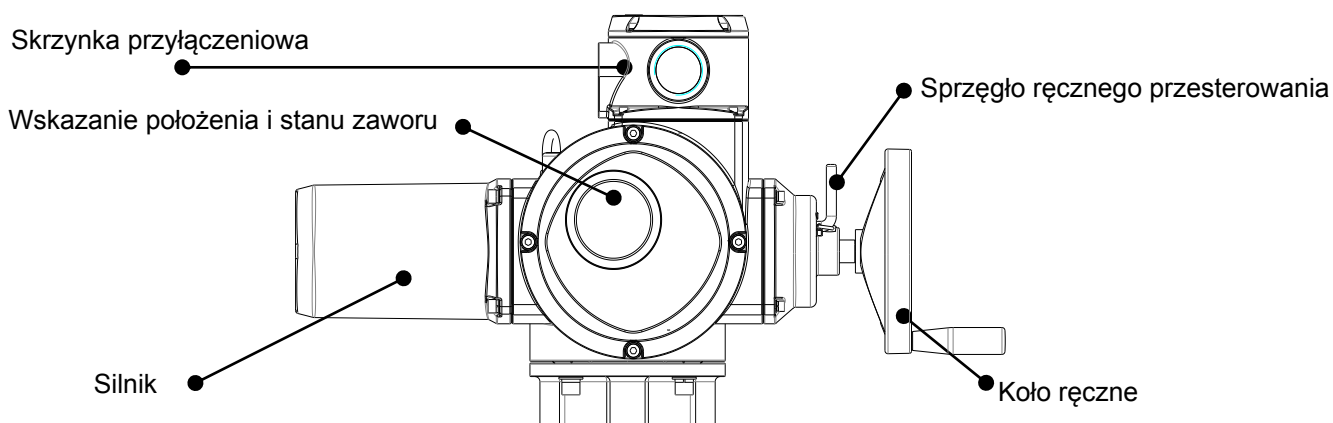
2. Powyższy moment w trybie regulacji/modulacji wynosi 1/2 maksymalnego momentu siłownika.

3. IP68 oznacza głębokość wody 7 m oraz 72 godziny bez przecieku.

### 3. Budowa produktu



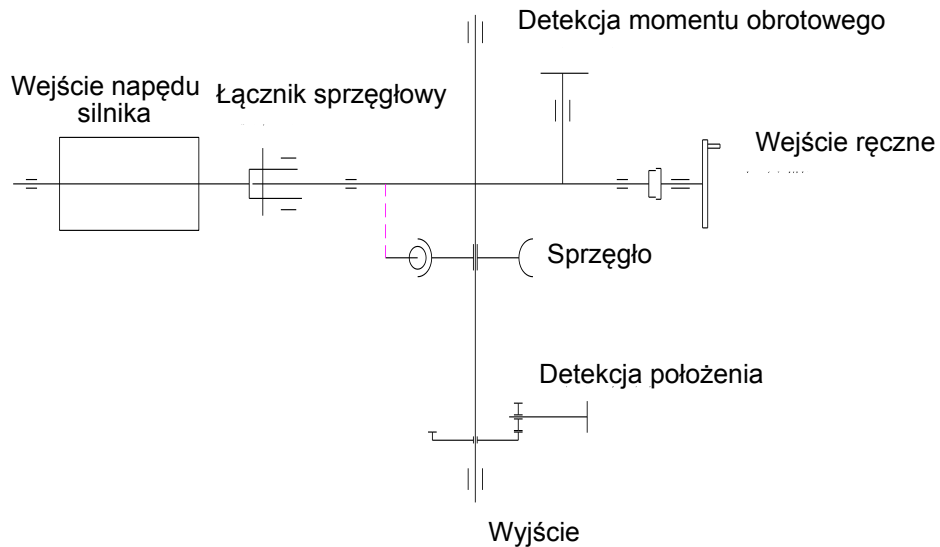
**Seria PMT – typ PRO / SMART**



**Seria PMT – typ STANDARD**

### 4. Zasady działania

Ślimak i przekładnia ślimakowa są bezpośrednio napędzane przez wyjście silnika, charakteryzując się wysoką sprawnością i niską bezwładnością. Przekładnia ślimakowa napędza wał wyjściowy poprzez układ przeniesienia, dzięki czemu wał wyjściowy może zapewnić wymagany moment obrotowy i prędkość. Produkty serii PMT mogą łatwo przełączać się pomiędzy trybem ręcznym i elektrycznym. Obsługa ręczna umożliwia regulację, naprawę oraz awaryjne działanie urządzenia w przypadku zaniku zasilania, bez konieczności wykonywania specjalnych czynności po zakończeniu pracy. Podczas pracy elektrycznej produkt automatycznie przełącza się z powrotem na tryb elektryczny.



**Schemat przeniesienia napędu siłownika PMT**

#### **OSTRZEŻENIE!**

- Podczas pracy elektrycznej nie wolno używać dźwigni sprzęgła, aby uniknąć uszkodzenia elementów.
- Jeżeli nie można przełączyć lub zresetować dźwigni do właściwej pozycji, położenie widełek przełączających można skorygować poprzez obrót kołem ręcznym.
- Podczas podłączania przewodów mikrowyłącznik przełączania trybu ręczny/elektryczny musi być zablokowany w obwodzie napędowym, aby zapewnić pewne odłączenie zasilania siłownika w trybie ręcznym i zapobiec uszkodzeniom.

#### ● **Sterowanie momentem obrotowym**

Zespół sprężyn talerzowych jest zainstalowany na ślimaku siłowników serii PMT. Gdy ślimak napędza moment wyjściowy przekładni ślimakowej, osiowa siła działająca na ślimak powoduje powstanie proporcjonalnego odkształcenia sprężystego zespołu sprężyn talerzowych. Mechanizm sterowania momentem uzyskuje odkształcenie sprężyste zespołu sprężyn talerzowych poprzez mechanizm korbowy. Mikroprzełącznik jest ustawiony w kierunkach załączania i wyłączania mechanizmów sterowania momentem serii STANDARD oraz SMART. Gdy moment wyjściowy osiągnie ustaloną wartość sterowania, mikroprzełącznik przestawia się i odcina zasilanie silnika, pełniąc tym samym funkcję ochronną. Potencjometr w wersji PRO, z pilotem oraz menu ustawień do bezinwazyjnego ustawiania momentu.

#### ● **Sterowanie skokiem**

Skok siłownika elektrycznego typu STANDARD (tj. liczba cykli obrotu wału wyjściowego) jest napędzany bezpośrednio przez koło zębate końcowe wału wyjściowego. Licznik jest napędzany przez koło zębate przesuwu. Jeżeli licznik został wyregulowany zgodnie z położeniem otwierania i zamykania zaworu, wówczas gdy licznik obraca się wraz z wałem wyjściowym do wstępnie ustawionej pozycji, krzywka wymusza zadziałanie mikroprzełącznika, odcina zasilanie silnika i zatrzymuje silnik, realizując tym samym sterowanie ruchem (skokiem) siłownika elektrycznego. Encoder absolutny wieloobrotowy serii SMART oraz PRO może współpracować z pilotem oraz menu ustawień do bezinwazyjnej konfiguracji skoku.

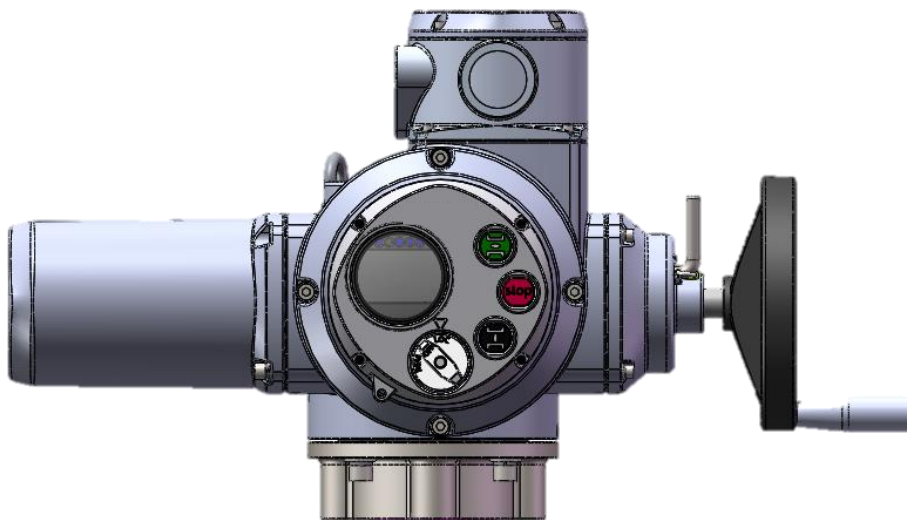
- **Mechanizm wskaźnika**

Koło zębate wejściowe siłownika elektrycznego typu STANDARD jest napędzane przez koło pośrednie mechanizmu sterowania skokiem. Po redukcji prędkości wskaźnik otwarcia obraca się jednocześnie wraz z procesem przełączania zaworu, aby wskazywać otwarcie lub zamknięcie zaworu. Oś potencjometru obraca się synchronicznie ze wskaźnikiem otwarcia, aby zapewnić zdalny wskaźnik otwarcia oraz regulację indeksu cyklu obrotu. Koła zębate mogą zmieniać liczbę obrotów. Mechanizm wskazania otwarcia w siłowniku elektrycznym typu PRO wykorzystuje ekran LCD do wyświetlania aktualnego położenia zaworu w czasie rzeczywistym i w sposób dynamiczny.

## **5. Transport i magazynowanie**

- **Transport**

- Podczas podnoszenia lub instalacji produktu, jeżeli konieczne jest użycie liny lub haka, nie wolno zawieszać go bezpośrednio na silniku, kole ręcznym ani dźwigni przełączającej, aby uniknąć uszkodzenia sprzęgła silnika lub wysunięcia koła ręcznego z osi koła ręcznego.
- Jeżeli na zaworze zostało zainstalowane urządzenie elektryczne, w przypadku zaworów o dużych rozmiarach, gdy wymagane jest podnoszenie, nie wolno używać lin ani haków bezpośrednio do podnoszenia urządzenia elektrycznego, aby uniknąć jego uszkodzenia.



### **OSTRZEŻENIE!**

Siłownik musi być stabilnie i niezawodnie podparty aż do momentu pełnego zazębienia z trzpieniem oraz trwałego zamocowania do kołnierza przyłączeniowego zaworu. Zawory muszą być wyposażone w odpowiednie kołnierze montażowe, zgodne z normą międzynarodową ISO5210 lub normą amerykańską MSS SP101. Wymagania materiałowe dotyczące połączeń siłownika i zaworu muszą spełniać klasę ISO 8.8, a wytrzymałość na zginanie powinna wynosić 628 N/mm<sup>2</sup>.

### **OSTRZEŻENIE!**

W przypadku siłownika zamontowanego na zaworze nie wolno podnosić zestawu chwytając za siłownik - podnoszenie należy wykonywać poprzez zawór!  
Każdy zmontowany zestaw musi być podnoszony oddzielnie.

## ● Przechowywanie

- Temperatura transportu i przechowywania wynosi  $-30^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ . Aby uniknąć skrócenia żywotności, temperatura przechowywania nie powinna często przekraczać  $40^{\circ}\text{C}$ .
- W przypadku braku specjalnych warunków pakowania produkt należy umieścić w suchym pomieszczeniu, aby uniknąć kondensacji; komora elektryczna produktu posiada grzałkę przestrzenną, którą należy regularnie zasilać, aby utrzymywać komorę w stanie suchym.
- Podczas transportu lub przechowywania w warunkach wilgoci oraz w obecności gazów korozyjnych należy zapewnić odpowiednie opakowanie i pochłaniacze wilgoci, a skuteczność pochłaniaczy należy regularnie kontrolować.

## Otwarcie opakowania i kontrola

Przed opuszczeniem fabryki każdy siłownik jest ściśle kontrolowany w celu zapewnienia jakości produktu. Klient powinien upewnić się, że kierunek otwierania pudełka jest zgodny ze wskazaniem na opakowaniu, zanim rozmontuje siłownik, a następnie rozpakować produkt w celu wykonania następujących kontroli:

- Sprawdzić, czy siłownik nie został uszkodzony podczas transportu.
- Sprawdzić, czy model siłownika jest zgodny z danymi wydrukowanymi na opakowaniu zewnętrznym oraz czy zawartość opakowania odpowiada liście pakowej.

## 6. Montaż

Połączenie pomiędzy siłownikiem elektrycznym a zaworem obejmuje standardowy typ momentowy JB2920 (napęd trójuszczkowy) oraz typ momentowy i typ posuwowy zgodne z ISO5210. Przed montażem należy potwierdzić, czy sposób montażu oraz rozmiar siłownika elektrycznego odpowiadają zaworowi. Po montażu należy ustawić siłownik elektryczny tak, aby silnik pracował możliwie jak najbardziej poziomo.

- Montaż połączenia momentowego wymaga jedynie skorygowania położenia urządzenia elektrycznego w taki sposób, aby wał wyjściowy mógł zostać płynnie połączony z trzpieniem zaworu lub wałem napędowym przekładni, a kołnierz przyłączeniowy wyjścia urządzenia elektrycznego należy przykręcić śrubami do kołnierza zaworu lub przekładni.
- Połączenie posuwowe montuje się poprzez połączenie nakrętki trzpienia urządzenia elektrycznego z trzpieniem zaworu, aby przenosić moment obrotowy i wytrzymać siłę osiową.

W przypadku ponownego montażu tulei napędowej tuleję napędową oraz pierścień O-ring należy oczyścić i odpowiednio nasmarować przed ponownym złożeniem, w przeciwnym razie może dojść do uszkodzenia. Następnie należy osadzić łożysko z powrotem w tulei (bush) napędowej tak, aby łożysko opierało się wyłącznie na dolnej wypukłej powierzchni tulei, po czym zamontować pierścień zabezpieczający łożysko z powrotem w zespole łożyska, aby upewnić się, że pierścień „O” jest obciążony i nasmarowany. Następnie nasmarować zespół łożyska tulei napędowej i zamontować go z powrotem w obudowie podstawy posuwu siłownika, upewniając się, że rowek tulei napędowej jest prawidłowo ustawiony w klinie napędowym wrzeciona centralnego. Na końcu zamontować pierścień zabezpieczający podstawę i zamocować go śrubami.

### Ostrzeżenie: Ryzyko porażenia prądem!

Odpowiednie elementy elektryczne w siłowniku elektrycznym mogą znajdować się pod niebezpiecznym napięciem. Przed wykonaniem połączeń elektrycznych należy odłączyć zasilanie. Dotknięcie elementów pod niebezpiecznym napięciem może prowadzić do porażenia prądem, obrażeń, a nawet śmierci! Instalatorzy powinni posiadać uprawnienia do prac elektrycznych lub pracować pod nadzorem elektryków oraz wykonywać prace zgodnie z odpowiednimi wymaganiami/specyfikacjami.

## 7. Okablowanie i potwierdzenie uruchomienia

Po zakończeniu połączenia pomiędzy siłownikiem elektrycznym a zaworem, podłączenie elektryczne należy wykonać zgodnie z dołączonym schematem okablowania.

A. Odłączyć zasilanie.

B. Otworzyć pokrywę zacisków i zadbać o to, aby komora okablowania była sucha i czysta.

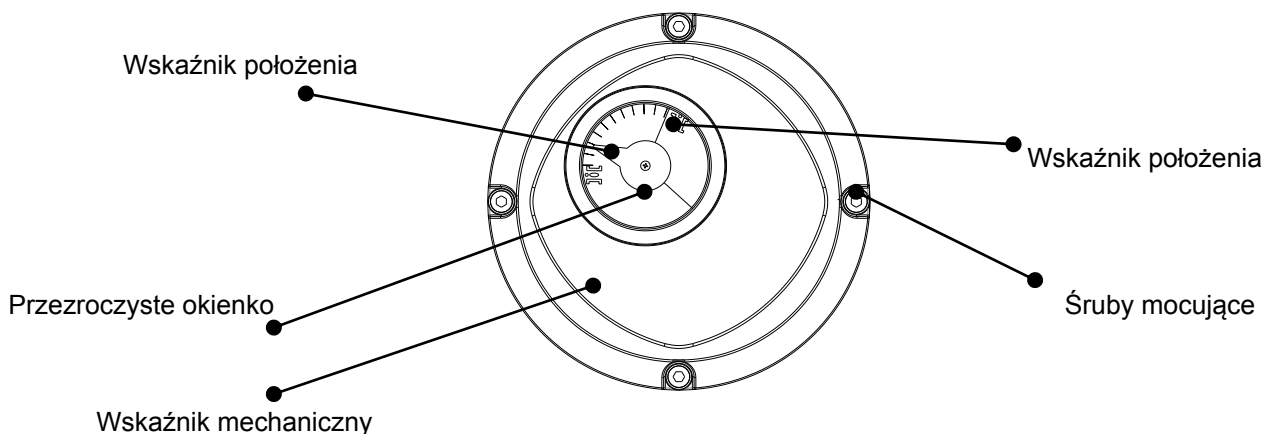
C. Odnieść się do schematu okablowania w skrzynce zaciskowej w celu identyfikacji funkcji zacisków. Sprawdzić, czy napięcie zasilania jest takie samo jak napięcie podane na tabliczce znamionowej siłownika. Podłączyć zgodnie ze schematem okablowania dołączonym do siłownika (typ STANDARD należy podłączyć z zewnętrzną skrzynką sterującą) i sprawdzić poprawność połączeń. Po podłączeniu przewodu sterującego i przewodu zasilającego (wprowadzonych oddzielnymi przepustami zgodnie z potrzebami) należy szczelnie zamknąć wejście kablowe do komory okablowania.

D. Aby zapewnić niezawodne połączenie elektryczne, dokręcenie śrub musi być pewne, a moment dokręcania nie może przekraczać 1,5 Nm.

E. Po zakończeniu podłączeń schemat okablowania należy umieścić z powrotem w skrzynce zaciskowej.

Po zakończeniu okablowania siłownik można zasilic po ponownym sprawdzeniu schematu okablowania. Po włączeniu zasilania działanie siłownika można potwierdzić, odnosząc się do poniższego schematu:

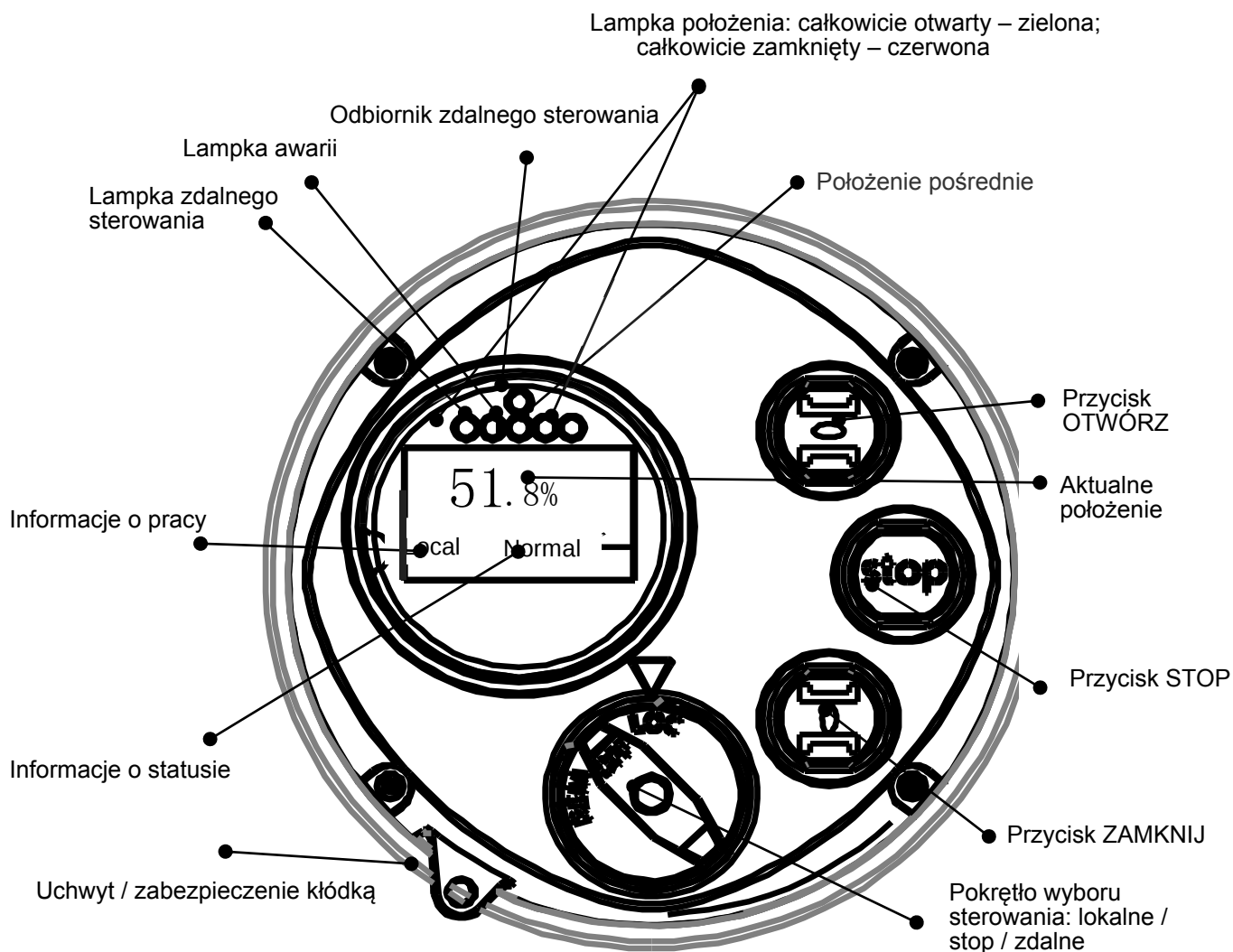
a. Typ STANDARD:



**Schemat panelu wskazań siłownika elektrycznego serii PMT – typ STANDARD**

Korzystając z funkcji zdalnego sterowania, można potwierdzić, czy siłownik elektryczny działa prawidłowo.

b. Siłownik elektryczny typu SMART / PRO:



**Schemat panelu wskazań siłownika elektrycznego serii PMT – typ SMART / PRO**

Ta seria umożliwia potwierdzenie, czy siłownik jest prawidłowo zasilany, na podstawie wyświetlacza LCD oraz wskaźników sterowania lokalnego / zdalnego, a także czy siłownik może być prawidłowo sterowany za pomocą lokalnych elementów sterujących (przycisków), pilotów zdalnego sterowania oraz linii zdalnego sterowania.

Uwaga:

1. Siłowniki serii STANDARD wymagają zewnętrznej skrzynki sterującej; przed podaniem zasilania należy sprawdzić skrzynkę sterującą oraz połączenia.
2. Jeżeli sterowanie siłownikiem zostanie wykonane przed ustawieniem skoku, należy potwierdzić położenie zaworu, aby uniknąć uszkodzenia zaworu oraz pozostałych elementów.

## 8. Ustawienia podstawowe siłowników

- Ustawienia skoku dla typu STANDARD
  - Regulacja mechanizmu kontroli skoku

Gdy siłownik elektryczny jest instalowany po raz pierwszy lub instalowany ponownie, mechanizm kontroli skoku musi zostać wyregulowany.

Celem regulacji jest zapewnienie, aby po osiągnięciu przez zawór położenia całkowicie otwartego lub całkowicie zamkniętego, odpowiednie styki mogły zostać dokładnie połączone lub rozłączone, zgodnie z wymaganiami użytkowymi.

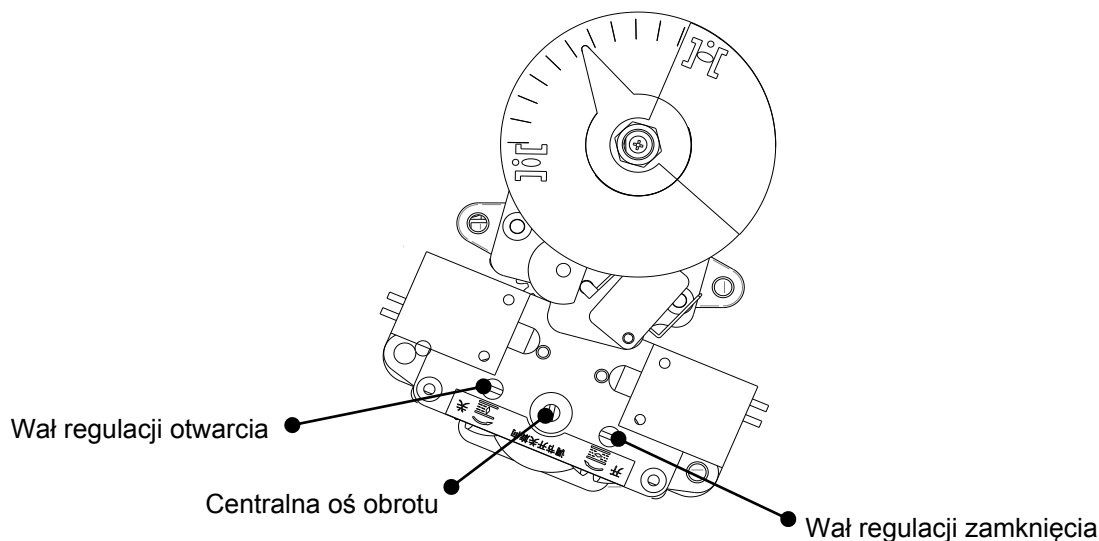
Kroki regulacji są następujące:

#### 1 Regulacja położenia całkowicie zamkniętego

- 1.1 Zamknąć zawór ręcznie.
- 1.2 Użyć wkrętaka, aby wcisnąć centralny wał obrotowy i obrócić go o 90° w celu zablokowania, tak aby koło zębate napędu (osiem kół zębatach) oraz koła licznika były całkowicie rozłączone.
- 1.3 Obracać oś regulacyjną zgodnie ze strzałką zamykania aż do momentu poruszenia się krzywki zamykania.
- 1.4 Aby koło zębate napędu (osiem kół zębatach) prawidłowo zazębiło się z kołami pozycjonującymi po obu stronach licznika, należy obrócić oś regulacyjną wkrętakiem w celu zapewnienia prawidłowego zazębienia.

#### 2 Regulacja położenia całkowicie otwartego

- 2.1 Otworzyć zawór ręcznie do wymaganego położenia.
- 2.2 Użyć wkrętaka, aby wcisnąć centralny wał obrotowy i obrócić go o 90° w celu zablokowania, tak aby koło zębate napędu (osiem kół zębatach) oraz koła licznika były całkowicie rozłączone.
- 2.3 Obracać oś regulacji otwarcia zgodnie ze strzałką otwierania aż do momentu poruszenia się krzywki otwierania.
- 2.4 Aby koło zębate napędu (osiem kół zębatach) prawidłowo zazębiło się z kołami pozycjonującymi po obu stronach licznika, należy obrócić oś regulacji otwarcia wkrętakiem w celu zapewnienia prawidłowego zazębienia.



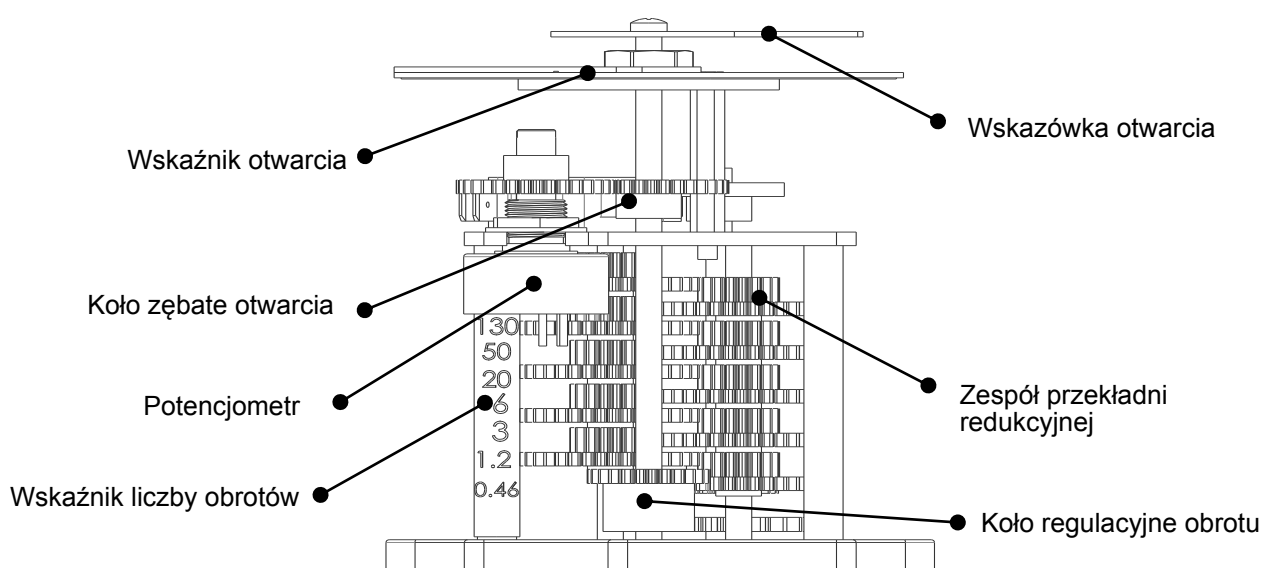
**Mechanizm sterowania skokiem**

#### ▪ Regulacja wskaźnika otwarcia

Igła otwarcia jest napędzana poprzez synchroniczne wejście koła zliczającego. Po wielostopniowej redukcji prędkości igła otwarcia obraca się jednocześnie z procesem przełączania zaworu, wskazując liczbę obrotów zaworu, a oś potencjometru oraz wskaźnik obracają się synchronicznie. Służy to do wykrywania stopnia otwarcia zaworu. Na podstawie regulacji momentu obrotowego oraz skoku regulowane są: miejscowy wskaźnik otwarcia oraz potencjometr zdalny.

Metody regulacji są następujące:

1. Przystaw liczbę cykli obrotu, aby ustawić koło zębate w pozycji odpowiadającej wymaganej liczbie cykli obrotu.
2. Otwórz zawór ręcznie lub elektrycznie do pełnego otwarcia i obserwuj kierunek obrotu koła potencjometru (od strony tarczy wskaźnika).
3. Poluzuj śrubę i obróć igłę otwarcia tak, aby ustawić wskaźnik na pozycji „OTWARTE” na tarczy wskaźnika, następnie dokręć śrubę.
4. Zgodnie z zaobserwowanym kierunkiem obrotu koła potencjometru ustaw oś potencjometru blisko położenia krańcowego, pozostawiając niewielki zapas.
5. Sterując zaworem elektrycznie lub ręcznie doprowadź go do pozycji całkowitego zamknięcia, pozostawiając igłę otwarcia w ustalonej pozycji. Następnie poluzuj nakrętkę kontruującą na tarczy wskaźnika, obróć tarczę wskaźnika zamknięcia tak, aby znak „ZAMKNIĘTE” pokrył się z igłą otwarcia, a następnie dokręć nakrętkę kontruującą.



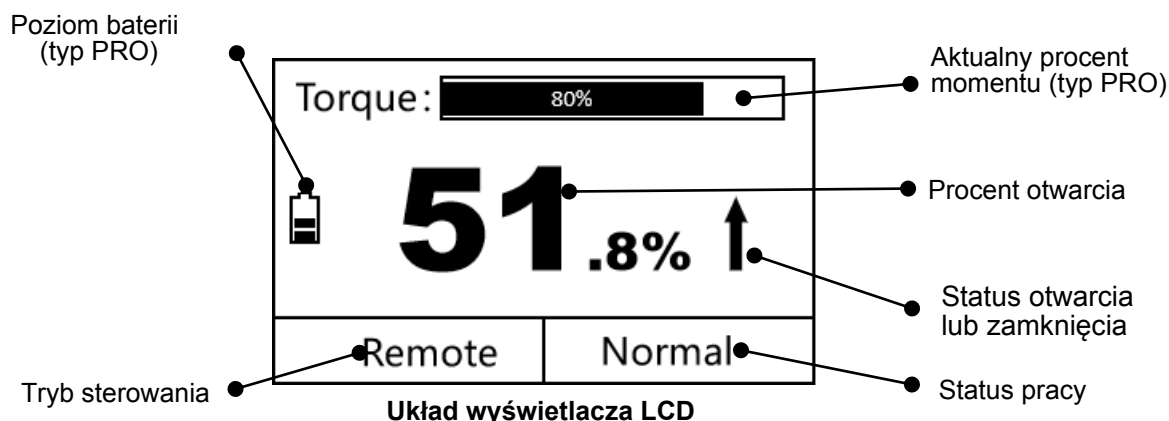
Urządzenie wskaźnika otwarcia

**UWAGA: Mechanizm kontroli skoku oraz urządzenie wskaźnika otwarcia w siłowniku elektrycznym typu STANDARD są zmontowane jako jeden zespół.**

- Podstawowe ustawienia typu SMART / PRO

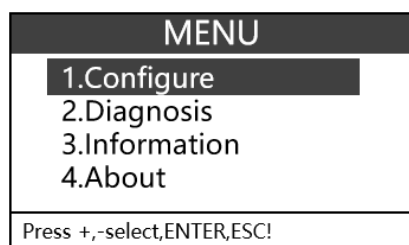
Jednostka wykrywania skoku w siłownikach typu SMART i PRO jest enkoderem absolutnym, co umożliwia całkowity skok siłownika do 1000 cykli. Parametry można konfigurować za pomocą pilota zdalnego sterowania oraz menu LCD siłownika. Dodatkowo, w produktach typu PRO pomiar momentu realizowany jest za pomocą przewodzącego potencjometru z tworzywa, który można regulować pilotem podobnie jak ustawienia procesu.

Główny układ interfejsu LCD przedstawiono poniżej:

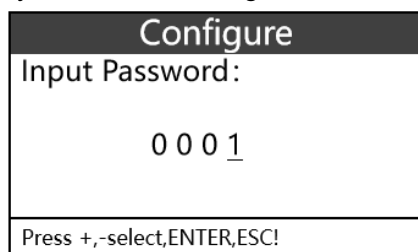


Podstawowe kroki ustawiania typu SMART i PRO są następujące:

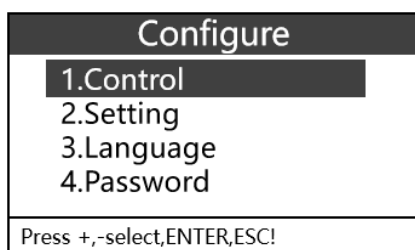
- a. W trybie sterowania „local” lub „remote” naciśnij przycisk (M), aby wejść do menu głównego.



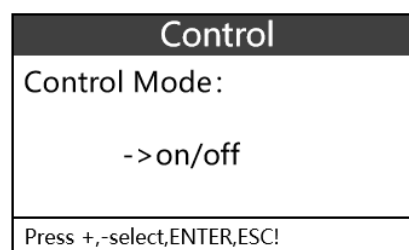
- b. Wybierz menu Configuration.



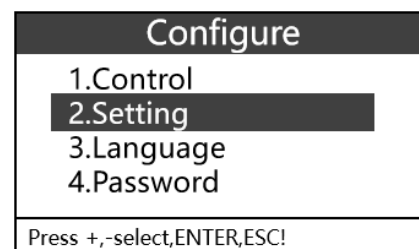
- c. Wprowadź prawidłowe hasło (domyślne ustawienie fabryczne to „0001”).



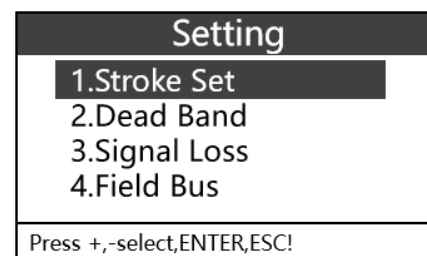
- d. Wejdź do interfejsu konfiguracji, wybierz „control mode” i przejdź do ustawień trybu sterowania.



- e. Naciskając „+” lub „-” na pilocie (w zależności od modelu) można ustawić m.in. sterowanie dwustanowe (switch control), sterowanie analogowe (analog control), Modbus itd.; zatwierdź i zapisz, naciskając przycisk Enter.



- f. Wróć do menu konfiguracji i wybierz ustawienia parametrów.



- g. Wejdź w ustawienia parametrów i wybierz ustawienia skoku

| Stroke Set                 |
|----------------------------|
| 1.Close Dir                |
| 2.Close Set                |
| 3.Open Set                 |
| 4.Toq. Bypass              |
| Press +,-select,ENTER,ESC! |

- h. Wejdź do menu ustawień skoku i wybierz kierunek zamykania zaworu.

| Close Dir                  |
|----------------------------|
| Close Dir:                 |
| ->CW.                      |
| Press +,-select,ENTER,ESC! |

- i. W zależności od potrzeb aplikacji, za pomocą pilota („+” lub „-”) można ustawić zamykanie zgodnie z ruchem wskazówek zegara lub przeciwnie (patrzac od góry siłownika w dół, domyślnie fabrycznie zgodnie z ruchem wskazówek zegara). Zatwierdź i zapisz przyciskiem ENTER.

| Close Set                  |
|----------------------------|
| 1.Close Limit Mode         |
| 2.Close Torque Set         |
| 3.Close Limit Calib        |
| Press +,-select,ENTER,ESC! |

- j. Wróć do poprzedniego poziomu, wybierz ustawienia zamykania, wejdź do menu ustawień zamykania i wybierz tryb zamykania.

| Close Limit Mode            |
|-----------------------------|
| Close Limit Mode:           |
| ->limit                     |
| 按Press +,-select,ENTER,ESC! |

- k. Zgodnie z wymaganiami aplikacji, za pomocą pilota („+” lub „-”) tryb ograniczenia wyłączenia siłownika można ustawić jako limit pozycji lub limit momentu (domyślnie jest to limit pozycji). Zatwierdź i zapisz przyciskiem ENTER.

| Close Torque Set           |
|----------------------------|
| Close Torque:              |
| Torque: 80%                |
| Press +,-select,ENTER,ESC! |

- l. Dla typu PRO można wybrać ustawienie momentu zamykania w menu ustawień zamykania i wejść do interfejsu ustawień momentu zamykania. Zgodnie z wymaganiami aplikacji można ustawić odpowiedni poziom momentu zamykania, w zakresie od 40% do 100% momentu znamionowego z tabliczki znamionowej; ustawienie domyślne to 100%. Typ SMART nie posiada tej funkcji.

| Close Limit                 |
|-----------------------------|
| Set Close Limit:            |
| Turns: 0                    |
| Position: 1576423           |
| Press O/C modify,ENTER,ESC! |

- m. Wybierz ustawienie limitu odcięcia (shut-off limit) w menu ustawień odcięcia i wejdź do interfejsu ustawień limitu odcięcia. Naciskając przycisk zamykania zaworu lub przycisk otwierania zaworu na pilocie albo na panelu sterowania, siłownik może przestawić zawór do wymaganej pozycji limitu odcięcia, a następnie naciśnij ENTER, aby zapisać dane limitu odcięcia. Proces można precyzyjnie skorygować za pomocą pokrętła ręcznego.

| Open Set                   |
|----------------------------|
| 1.Open Limit Mode          |
| 2.Open Torque Set          |
| 3.Open Limit Calib         |
| Press +,-select,ENTER,ESC! |

- n. Wróć do menu „Stroke Settings” (ustawienia skoku), wybierz ustawienia otwierania i przejdź do interfejsu ustawień otwierania zaworu. Przy tym samym ustawieniu luzu (clearance limit) możesz wybrać sposób ustawiania limitu otwarcia: limit pozycji (travel limit) albo limit momentu (moment limit). Domyślnie ustawiony jest limit pozycji.

| OPEN Torque                       |
|-----------------------------------|
| Open Torque:                      |
| Torque: <div><div>60%</div></div> |
| Confirmed!                        |
| Press O/C modify,ENTER,ESC!       |

- o. Dla typu PRO moment otwierania można ustawić w zakresie 40%–100% momentu znamionowego z tabliczki znamionowej (dla kierunku otwierania zaworu). Ustawienie fabryczne wynosi 100%. Typ SMART nie posiada tej funkcji.

| Open Limit                  |
|-----------------------------|
| Set Open Limit:             |
| Turns: 51.8                 |
| Position: 23659534          |
| Confirmed!                  |
| Press O/C modify,ENTER,ESC! |

- p. Wróć do menu ustawień pozycji otwarcia, wybierz ustawienie limitu otwarcia oraz ustawienie tej samej pozycji. Siłownik może przestawić zawór do wymaganej pozycji poprzez naciśnięcie przycisku zamykania zaworu lub otwierania zaworu na pilocie albo na panelu sterowania, a następnie naciśnij ENTER, aby zapisać dane limitu otwarcia. Proces można precyzyjnie skorygować za pomocą pokrętła ręcznego.

- q. Pozycja limitu otwarcia musi wynosić co najmniej 2,5 obrotu po stronie ruchu przeciwnym do ruchu wskazówek zegara względem pozycji nastawy zaworu odcinającego (shut-down valve). W przeciwnym razie pojawią się błędy oceny pozycji, dane nie zostaną zapisane w siłowniku, a limit skoku trzeba będzie ustawić ponownie aż do uzyskania poprawnej nastawy.

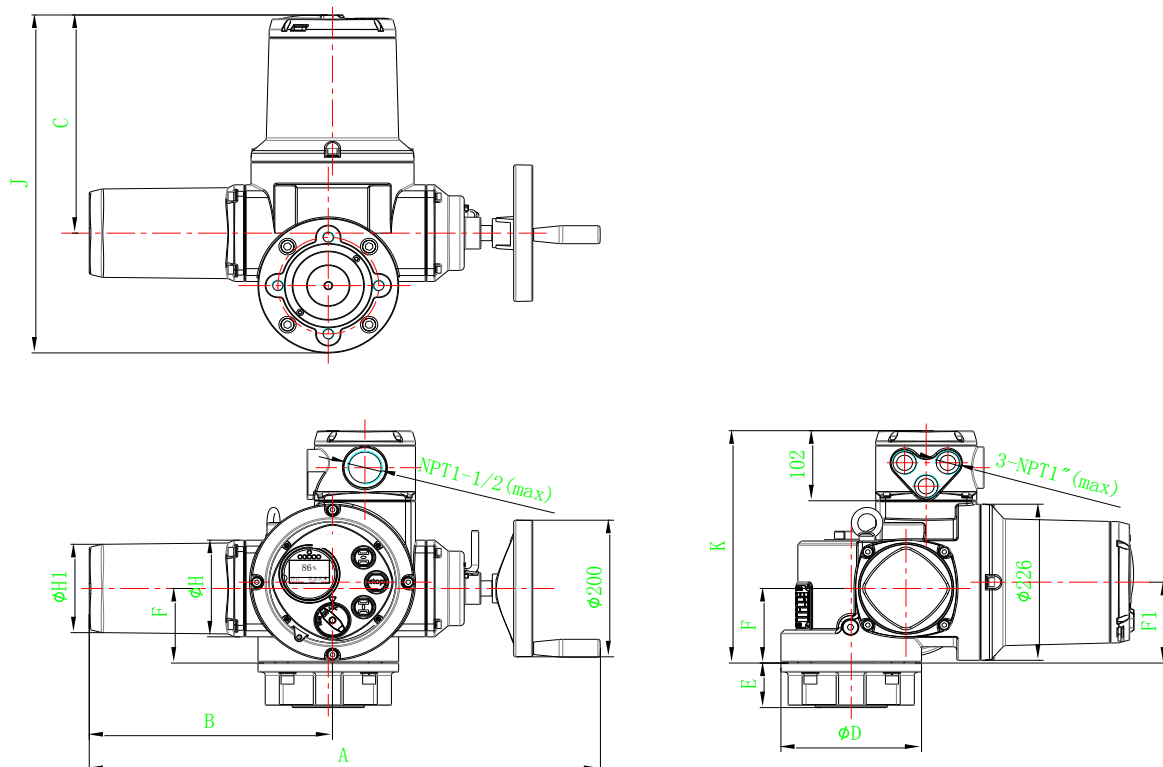
- r. Po wykonaniu powyższych kroków konfiguracja siłownika zostaje zakończona i można wrócić do interfejsu głównego (main interface), aby sprawdzić na odpowiednim sygnale sterującym, czy pełny skok zaworu jest ustawiony prawidłowo.

**Uwaga: Jeśli potrzebujesz bardziej zaawansowanych ustawień funkcjonalnych, możesz uzyskać kompletną instrukcję konfiguracji (set-up Manual) produktów.**



## 9. Wymiary

- Rysunek wymiarowy wieloobrotowego siłownika elektrycznego serii PMT (typ PRO i SMART)



Jednostka : mm

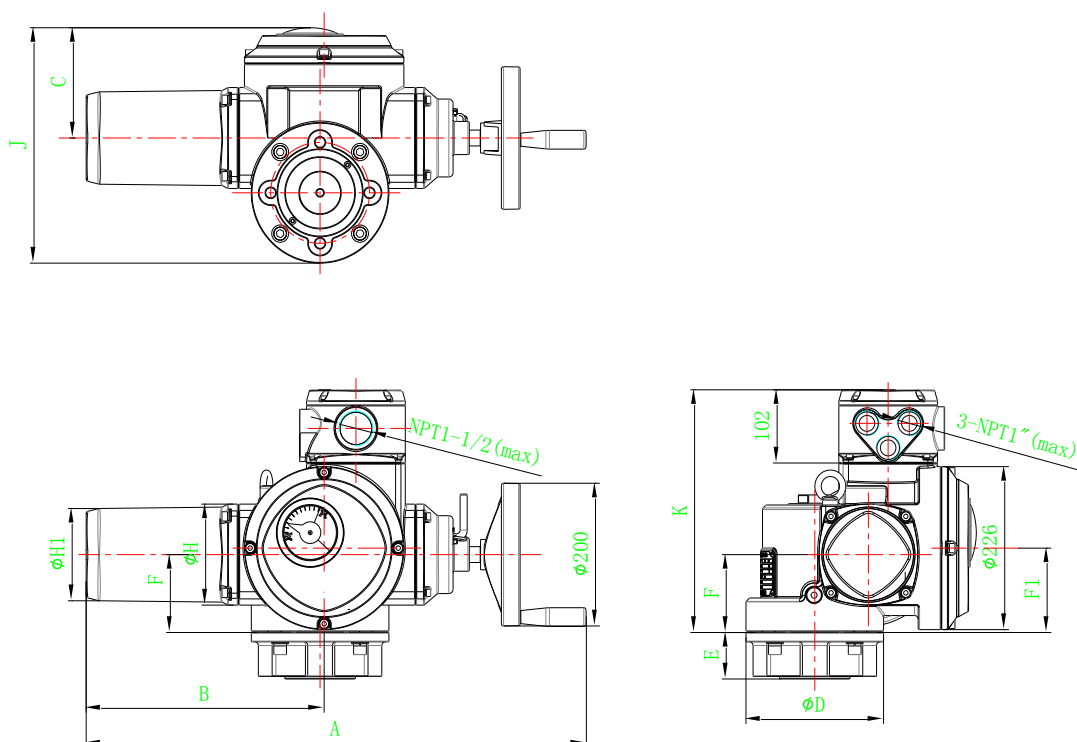
| Wymiary<br>Model | A   | B   | C   | D   | E (Wyjście) |          |          | F   | F1  | H   | H1  | J   | K   | Waga<br>(KG) |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|
|                  |     |     |     |     | JB<br>typ   | A<br>typ | B<br>typ |     |     |     |     |     |     |              |
| PMT 10/15        | 657 | 286 | 337 | 195 | 2           | 50       | 40       | 108 | 117 | 140 | 98  | 387 | 337 | 30           |
| PMT 20/30/40     | 710 | 338 | 316 | 195 | 2           | 65       | 42       | 108 | 117 | 140 | 128 | 490 | 337 | 36           |
| PMT 50/60        | 760 | 382 | 332 | 234 | 2           | 65       | 42       | 114 | 118 | 161 | 148 | 545 | 337 | 47           |

Uwaga:

- Wymiary serii PMT w różnych konfiguracjach (SMART i PRO) są identyczne.
- Powyższe wymiary przyłączy są zgodne z normą ISO 5210. Firma może wykonać odpowiednie elementy przyłączeniowe zgodnie z wymaganiami klienta.



● Wymiary wieloobrotowego siłownika elektrycznego serii PMT (typ STANDARD)



Rysunek wymiarowy wieloobrotowego siłownika elektrycznego serii PMT (typ STANDARD)

Jednostka : mm

| Wymiary<br>Model | A   | B   | C   | ΦD  | E (Wyjście) |       |       | F   | F1  | ΦH  | ΦH1 | J   | K   | Weight (kg) |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
|                  |     |     |     |     | JB typ      | A typ | B typ |     |     |     |     |     |     |             |
| PMT 10/15        | 657 | 286 | 153 | 195 | 2           | 50    | 40    | 108 | 117 | 140 | 98  | 387 | 337 | 30          |
| PMT 20/30/40     | 710 | 338 | 153 | 195 | 2           | 65    | 42    | 114 | 117 | 140 | 128 | 490 | 337 | 36          |
| PMT 50/60        | 760 | 382 | 160 | 234 | 2           | 65    | 42    | 114 | 118 | 161 | 148 | 545 | 337 | 47          |

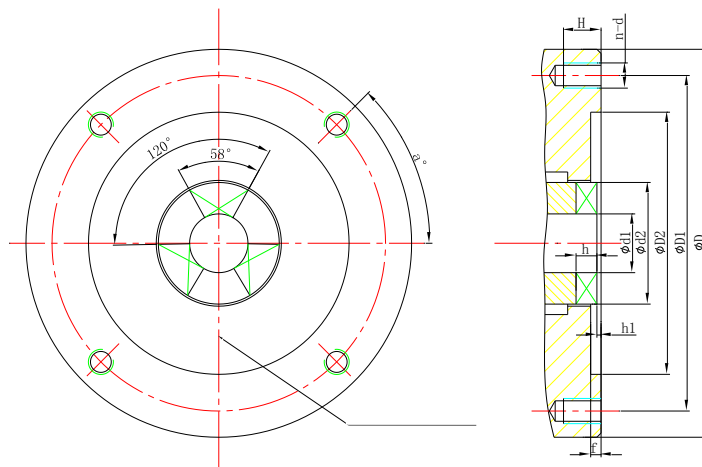
Uwaga:

1. Wymiary serii PMT w różnych konfiguracjach (STANDARD) są identyczne.
2. Powyższe wymiary przyłączy są zgodne z normą ISO 5210. Firma może wykonać odpowiednie elementy przyłączeniowe zgodnie z wymaganiami klienta.



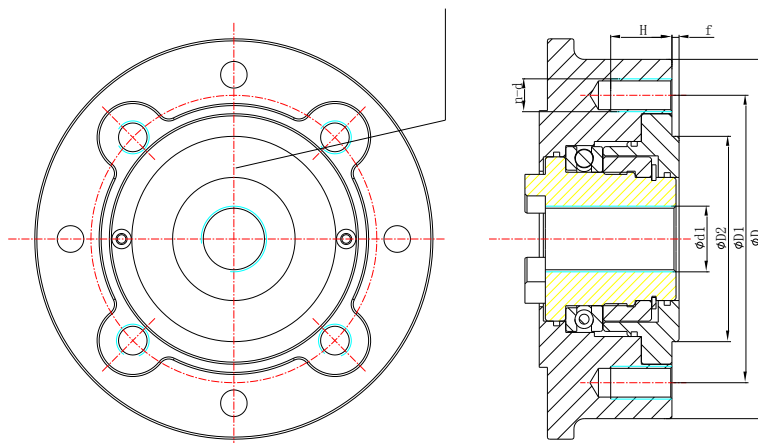
● **Wymiary przyłączy interfejsu wieloobrotowych siłowników elektrycznych serii PMT**

1. Wyjście JB (typ momentowy, połączenie trójkątne) – norma: JB2920



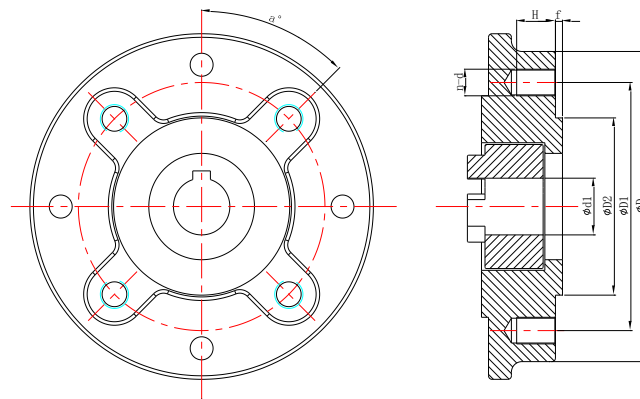
| Typ<br>Model | Nr<br>Bazy | ΦD  | ΦD1 | ΦD2 | h1 | f | h  | d1 | d2 | n-d   | a   | H  |
|--------------|------------|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|-------|-----|----|
| PMT 10/15    | JB2        | 145 | 120 | 90  | 2  | 5 | 8  | 30 | 45 | 4-M10 | 45° | 15 |
| PMT 20/30/40 | JB3        | 185 | 160 | 125 | 2  | 5 | 10 | 42 | 58 | 4-M12 | 45° | 15 |
| PMT 50/60    | JB4        | 225 | 195 | 150 | 2  | 5 | 12 | 50 | 72 | 4-M16 | 45° | 30 |

2. Wyjście typu A (typ osiowy / z siłą osiową) – norma: GB/T12222 (ISO5210)



| Typ<br>Model | Nr<br>Kołnierza | ΦD  | ΦD1 | ΦD2 | f | Φd1<br>(Max) | Φd1<br>(Standard) | n-d   | a   | H  |
|--------------|-----------------|-----|-----|-----|---|--------------|-------------------|-------|-----|----|
| PMT 10/15    | F10             | 120 | 102 | 70  | 4 | Tr32         |                   | 4-M10 | 45° | 15 |
| PMT 20/30/40 | F14             | 175 | 140 | 100 | 4 | Tr48         |                   | 4-M16 | 45° | 24 |
| PMT 50/60    | F16             | 205 | 165 | 130 | 5 | Tr65         | Tr50              | 4-M20 | 45° | 30 |

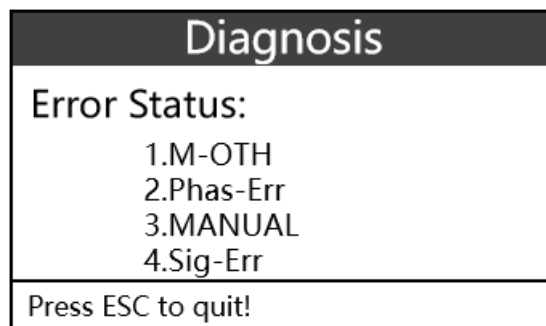
### 3. Wyjście typu B (typ momentowy) – norma: GB/T12222 (ISO5210)



| Typ<br>Model | Nr<br>Kołnierza | $\Phi D$ | $\Phi D1$ | $\Phi D2$ | f | $\Phi d1$<br>(Max) | $\Phi d1$<br>(Standard) | n-d   | a   | H  |
|--------------|-----------------|----------|-----------|-----------|---|--------------------|-------------------------|-------|-----|----|
| PMT 10/15    | F10             | 120      | 102       | 70        | 4 | 32                 | 20                      | 4-M10 | 45° | 15 |
| PMT 20/30/40 | F14             | 175      | 140       | 100       | 4 | 48                 | 30                      | 4-M16 | 45° | 24 |
| PMT 50/60    | F16             | 205      | 165       | 130       | 5 | 65                 | 40                      | 4-M20 | 45° | 30 |

### 10. Usterki i rozwiązywanie problemów

W przypadku wersji SMART lub PRO, rzeczywiste informacje alarmowe produktu można uzyskać z menu diagnostycznego na panelu LCD – w celu zlokalizowania usterki oraz zbadania przyczyny.



Poniższa tabela przedstawia typowe usterki siłownika oraz ich rozwiązania, które mogą służyć jako odniesienie przy diagnostyce.

| Usterka                          | Przyczyny                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Rozwiązanie                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elektryczny siłownik nie reaguje | 1.1. Brak napięcia zasilania (brak zasilania)<br>1.2. Brak sygnału wejściowego lub błąd wartości wejściowej<br>1.3. Rozłączenie lub odłączenie od zacisków<br>1.4. Zadziałanie zabezpieczenia silnika przed przegrzaniem<br>1.5. Uszkodzenie uzwojenia silnika<br>1.6. Błędne podłączenie do zacisku wejściowego sygnału (sterowanie) | 1.1. Sprawdzenie napięcia zasilania<br>1.2. Sprawdzenie sygnałów wejściowych<br>1.3. Podłączyć przewody i wymienić zaciski<br>1.4. Schłodzić silnik<br>1.5. Wymiana silnika<br>1.6. Wymiana płytek elektronicznych (PCB) |

|                                                                       |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Siłownik elektryczny wykonuje ruchy tam i z powrotem                  | 2.1. Niestabilność sygnału źródłowego<br>2.2. Zbyt małe ustawienie „martwej strefy” (typ regulacyjny)<br>2.3. Nieprawidłowe ustawienie wartości PID sygnału sterującego   | 2.1. Sprawdź sygnał wejściowy<br>2.2. Ustaw odpowiednią wartość martwej strefy sygnału<br>2.3. Skoryguj parametry PID do właściwych wartości |
| Niezgodność sygnału wejściowego i sygnału zwrotnego (typ regulacyjny) | 3.1. Nieprawidłowy sygnał wejściowy<br>3.2. Brak adaptacji sygnału po regulacji skoku (wersja bez PRO)<br>3.3. Zmiana położenia przekładni potencjometru (wersja bez PRO) | 3.1. Sprawdź sygnał wejściowy<br>3.2. Wykonaj ustawienie „one-click” po regulacji skoku<br>3.3. Ponownie wyreguluj / ustaw potencjometr      |
| Brak sygnału zwrotnego                                                | Rozłączenie lub słaby kontakt przewodu sygnału otwarcia                                                                                                                   | Sprawdź, czy przewody są podłączone zgodnie ze schematem okablowania                                                                         |

\* Uwaga: Jeżeli po instalacji, przy braku zasilania, występuje kondensacja, należy zasilić grzałkę w celu usunięcia pary wodnej przed uruchomieniem.

## 11. Ochrona bezpieczeństwa

- Urządzenia ochrony bezpieczeństwa i środki ostrożności
  - a. Produkty odpowiadające temperaturze otoczenia i stopniowi ochrony powinny być dobierane zgodnie ze środowiskiem użytkowania, aby uniknąć wypadków.
  - b. Zasilanie powinno posiadać prawidłowe uziemienie, a rezystancja uziemienia powinna być mniejsza niż 5 Ω. Wszystkie przewody powinny spełniać lokalne przepisy, aby uniknąć wypadków.
  - c. Podczas instalacji, uruchamiania (debugowania) i remontu produktów należy pracować w co najmniej dwie osoby, umieszczać znaki ostrzegawcze, taśmy/linie ostrzegawcze itp., zwracać uwagę na bezpieczeństwo personelu oraz bezwzględnie zabronić pracy pod napięciem.
- Procedury i metody postępowania w przypadku awarii

Gdy siłownik nie działa lub działa nieprawidłowo, należy najpierw odłączyć sygnał oraz zasilanie, a następnie sprawdzić siłownik zgodnie z metodą diagnostyki usterek w Rozdziale 10.

## 12. Konserwacja, przeglądy i złomowanie

- Codzienna konserwacja
  - a. Kontrola wizualna wyglądu, braków części zamiennych, poluzowań, odkształceń itp.
  - b. Sprawdzenie, czy połączenie między siłownikiem a jego podstawą mocującą jest stabilne oraz czy praca elementów łączących z urządzeniem głównym jest płynna/elastyczna.
  - c. Sprawdzenie, czy hałas pracy siłownika jest nieprawidłowy.
  - d. Sprawdzenie połączeń przewodów siłownika: czy zaciski (lub wtyczki) są prawidłowo i mocno podłączone.
  - e. Sprawdzenie, czy siłownik z wyświetlaczem lokalnym (lub wskaźnikiem otwarcia) wskazuje poprawne treści (lub stan pracy).
  - f. Sprawdzenie, czy siłownik z lokalnymi przyciskami sterowania pracuje prawidłowo w trybie lokalnym „wł./wył.” oraz czy parametry (funkcje) siłownika są prawidłowo ustawione.
  - g. Siłownik z przełącznikiem „zdalne/lokalne” powinien mieć sprawdzoną poprawność działania przełączania.

- **Okres konserwacji**

W celu zapewnienia bezawaryjnej pracy, poniższe elementy należy sprawdzać co 12 miesięcy:

- a. Sprawdź, czy praca ręczna (sterowanie ręczne) działa bez problemów.
- b. Sprawdź, czy sygnały sterowania oraz sprzężenia zwrotnego są prawidłowe; jeżeli nie – należy wykonać kalibrację zgodnie z krokami opisanymi w Rozdziale 8.
- c. Smar nie wymaga wymiany podczas eksploatacji. Jeżeli zostanie stwierdzone, że ilość lub jakość smaru uległa pogorszeniu, należy uzupełnić smar o tej samej marce lub o tych samych parametrach do otworu smarowego w obudowie (informacja o typie smaru znajduje się na tabliczce znamionowej siłownika). Po uzupełnieniu upewnij się, że pierścień uszczelniający portu smarowania nie jest uszkodzony; w razie potrzeby wymień go na pierścień uszczelniający o tej samej specyfikacji, aby zapewnić skuteczne uszczelnienie. Jeżeli siłownik pracuje dłużej niż pięć lat, należy wymienić smar na odpowiedni (zalecany) typ. Zużytego smaru bezwzględnie nie wolno usuwać w sposób dowolny – należy przekazać go do profesjonalnej jednostki recyklingowej w celu prawidłowej utylizacji.

- **Złomowanie**

Jeżeli elektryczny siłownik jest użytkowany przez długi czas lub w przypadku awarii funkcji i konieczności złomowania, bezwzględnie zabrania się wyrzucania go w sposób dowolny. Podobnie należy znaleźć profesjonalną jednostkę recyklingową w celu prawidłowej utylizacji.

**Ostrzeżenie: Zanieczyszczenie!**

W elektrycznym siłowniku znajdują się oleje, metale ciężkie oraz inne elementy. Podczas napraw, konserwacji i złomowania, powstałe odpady muszą zostać prawidłowo zutylizowane przez profesjonalne jednostki recyklingowe, aby uniknąć zanieczyszczenia środowiska.