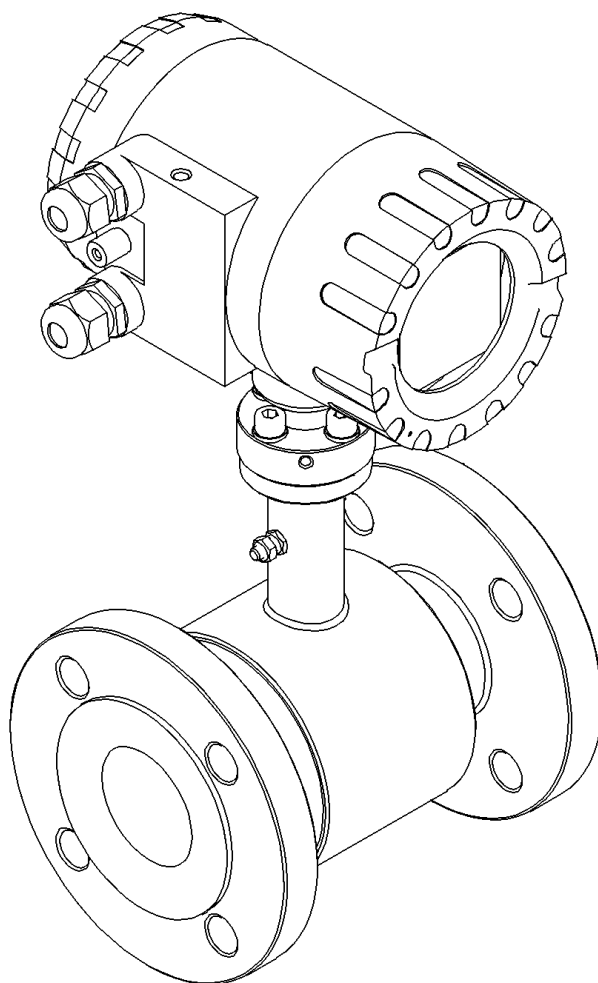




APLISENS S.A. – Produkcja Przemysłowej
Aparatury Pomiarowej i Elementów Automatyki

INSTRUKCJA OBSŁUGI

PRZEPIYWOMIERZ ELEKTROMAGNETYCZNY **PEM-1000ALW, PEM-1000NW**



KOD WYROBU – patrz: → [5.2. Oznaczenie identyfikacyjne przepływowierza.](#)

Kod QR lub numer ID umożliwia identyfikację przetwornika oraz szybki dostęp do dokumentacji znajdującej się na stronie producenta: instrukcji obsługi, instrukcji urządzenia budowy przeciwwybuchowej, informacji technicznej, deklaracji zgodności oraz kopii certyfikatów.

PEM-1000ALW

ID: 0073 0005 0001 0000 0000 0000 0003 06

<https://id.aplisens.pl/0073000500010000000000000000306>



PEM-1000ALW 230 V

ID: 0073 0006 0001 0000 0000 0000 0003 72

<https://id.aplisens.pl/0073000600010000000000000000372>



PEM-1000NW

ID: 0073 0007 0001 0000 0000 0000 0003 41

<https://id.aplisens.pl/0073000700010000000000000000341>






PEM-1000NW 230 V

ID: 0073 0008 0001 0000 0000 0000 0003 10

<https://id.aplisens.pl/0073000800010000000000000000310>



Stosowane oznaczenia

| Symbol | Opis |
|---|--|
|  | Ostrzeżenie o konieczności ścisłego stosowania informacji zawartych w dokumentacji dla zapewnienia bezpieczeństwa i pełnej funkcjonalności urządzenia. |
|  | Informacje szczególnie przydatne przy instalacji i eksploatacji urządzenia. |
|  | Informacje o postępowaniu ze zużytym sprzętem. |

PODSTAWOWE WYMAGANIA I BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA



Producent nie ponosi odpowiedzialności za szkody wynikające z niewłaściwego zainstalowania urządzenia, nieutrzymania go we właściwym stanie technicznym oraz użytkowania niezgodnego z jego przeznaczeniem.

Instalacja powinna być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel. Na instalatorze spoczywa obowiązek wykonania instalacji zgodnie z instrukcją oraz przepisami i normami, dotyczącymi bezpieczeństwa i kompatybilności elektromagnetycznej, właściwymi dla rodzaju wykonywanej instalacji.

W instalacji z aparaturą kontrolno-pomiarową istnieje, w przypadku przecieku, zagrożenie dla personelu od strony medium pod ciśnieniem. W trakcie instalowania, użytkowania i przeglądów urządzenia należy uwzględnić wszystkie wymagania bezpieczeństwa i ochrony. W przypadku niesprawności urządzenie należy odłączyć i oddać do naprawy producentowi.



W celu zminimalizowania możliwości wystąpienia awarii i związanych z tym zagrożeń dla personelu, unikać instalowania urządzenia w szczególnie niekorzystnych warunkach, gdzie występują następujące zagrożenia:

- możliwość uderzeń mechanicznych, nadmiernych wstrząsów i wibracji;
- nadmierne wahania temperatury;
- kondensacja pary wodnej, zapylenie, oblodzenie.

Zmiany wprowadzane w produkcji wyrobów mogą wyprzedzać aktualizację dokumentacji papierowej użytkownika. Aktualne instrukcje znajdują się na stronie internetowej producenta pod adresem www.aplisens.pl.

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| 1. WSTĘP | 6 |
| 1.1. Przeznaczenie dokumentu..... | 6 |
| 1.2. Zastrzeżone znaki handlowe..... | 6 |
| 2. BEZPIECZEŃSTWO | 6 |
| 3. TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE | 7 |
| 3.1. Kontrola dostawy | 7 |
| 3.2. Transport | 7 |
| 3.3. Przechowywanie..... | 7 |
| 4. GWARANCJA | 7 |
| 5. IDENTYFIKACJA | 8 |
| 5.1. Adres producenta | 8 |
| 5.2. Oznaczenie identyfikacyjne przepływomierza | 8 |
| 5.3. Znak CE, deklaracja zgodności..... | 9 |
| 6. MONTAŻ | 9 |
| 6.1. Zalecenia ogólne | 9 |
| 6.2. Zalecane ustawienia czujnika przepływu w rurociągu | 10 |
| 6.3. Montaż przepływomierza PEM-1000..... | 12 |
| 6.4. Obrót przetwornika przepływomierza ALW | 13 |
| 7. PODŁĄCZENIE ELEKTRYCZNE | 14 |
| 7.1. Podłączenie kabla sygnałowego czujnika dla PEM-1000NW | 15 |
| 7.2. Uziemienie..... | 17 |
| 7.2.1. Uziemienie ochronne..... | 17 |
| 7.2.2. Uziemienie funkcjonalne SGND | 18 |
| 7.3. Podłączenie przewodów | 20 |
| 7.3.1. Podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego..... | 20 |
| 7.3.2. Podłączenie dla komunikacji Modbus | 21 |
| 8. URUCHOMIENIE | 23 |
| 9. PARAMETRY TECHNICZNE | 23 |
| 9.1. Klasa ochronności | 23 |
| 9.2. Specyfikacja techniczna..... | 23 |
| 9.3. Warunki odniesienia | 24 |
| 9.4. Parametry metrologiczne | 24 |
| 9.5. Tabela przepływów objętościowych obliczonych dla prędkości liniowych przepływu medium | 25 |
| 9.5.1. Dobór średnicy i zakresu pomiarowego przepływomierza | 26 |
| 10. KONSERWACJA | 27 |
| 10.1. Przeglądy okresowe | 27 |
| 10.2. Przeglądy pozaokresowe..... | 27 |
| 10.3. Czyszczenie/mycie | 27 |
| 11. TESTY WERYFIKACYJNE PRZEPŁYWOMIERZA | 28 |
| 11.1. Informacje ogólne | 28 |
| 11.2. Wykonanie testu | 28 |
| 11.3. Format raportu..... | 29 |
| 11.4. Interpretacja wyników | 29 |
| 11.4.1. Wynik pozytywny..... | 29 |
| 11.4.2. Wynik negatywny | 29 |
| 12. ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW | 30 |
| 12.1. Błąd płytki pomiarowej E_FE_xx..... | 30 |
| 12.2. Błąd czujnika E_SENS_xx..... | 31 |
| 13. ZŁOMOWANIE, UTYLIZACJA | 31 |
| 14. REJESTR ZMIAN | 32 |
| ZAŁĄCZNIK A - Konfiguracja ustawień MENU lokalnego | 33 |
| ZAŁĄCZNIK B - Struktura budowy MENU lokalnego | 42 |

SPIS RYSUNKÓW

| | |
|---|----|
| Rysunek 1. Tabliczka znamionowa przepływomierza PEM-1000 | 8 |
| Rysunek 2. Tabliczka znamionowa czujnika przepływomierza | 9 |
| Rysunek 3. Zalecane ustawienia czujnika | 10 |
| Rysunek 4. Montaż uszczelek pomiędzy przylgami kołnierzy czujnika i rurociągu | 10 |
| Rysunek 5. Przykłady prawidłowego i nieprawidłowego montażu czujników | 11 |
| Rysunek 6. Montaż przepływomierza PEM-1000 – przykłady | 12 |
| Rysunek 7. Przykłady montażu przetwornika przepływomierza dla wersji PEM-1000NW na rurze i na ścianie | 13 |
| Rysunek 8. Obrót obudowy | 13 |
| Rysunek 9. Wyprowadzenie przewodów elektrycznych z przetwornika przepływomierza PEM-1000 | 14 |
| Rysunek 10. Widok zacisków elektrycznych przepływomierza PEM-1000 | 14 |
| Rysunek 11. Oznaczenie wyprowadzeń żył kabla czujnika od strony czujnika w puszcze przyłączeniowej dla PEM-1000NW | 16 |
| Rysunek 12. Oznaczenie wejść złącz na płycie czujnika dla PEM-1000NW | 16 |
| Rysunek 13. Lokalizacja i sposób podłączenia uziemienia ochronnego do przetwornika | 17 |
| Rysunek 14. Przygotowanie końcówek kabla zasilającego | 17 |
| Rysunek 15. Przykład podłączenia uziemienia funkcjonalnego dla rurociągu metalowego oraz dla rurociągu izolowanego z wykorzystaniem pierścieni uziemiających | 18 |
| Rysunek 16. Podłączenie uziemienia funkcjonalnego do obudowy przetwornika | 18 |
| Rysunek 17. Podłączenie uziemienia funkcjonalnego do obudowy czujnika | 19 |
| Rysunek 18. Graf poprawnego uziemiania funkcjonalnego przepływomierza PEM-1000 | 19 |
| Rysunek 19. Podłączenie z wykorzystaniem wyjścia prądowego 4...20 mA dla zasilania niskonapięciowego | 20 |
| Rysunek 20. Podłączenie z wykorzystaniem wyjścia prądowego 4...20 mA dla zasilania sieciowego 230 V | 20 |
| Rysunek 21. Przykładowe podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego z zasilaniem niskonapięciowym | 21 |
| Rysunek 22. Przykładowe podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego z zasilaniem sieciowym | 21 |
| Rysunek 23. Podłączenie z wykorzystaniem komunikacji Modbus dla zasilania niskonapięciowego | 22 |
| Rysunek 24. Podłączenie z wykorzystaniem komunikacji Modbus dla zasilania sieciowego | 22 |
| Rysunek 25. Zalecane wartości przepływów dla przepływomierzy PEM-1000 | 26 |
| Rysunek 26. Zakres pomiarowy przepływomierza wyznaczony parametrem Qmax | 27 |
| Rysunek 27. Formularz dodatkowych informacji do wprowadzenia | 28 |
| Rysunek 28. Okienko potwierdzające wykonanie testu | 29 |

SPIS TABEL

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Oznaczenie zacisków przyłączeniowych przepływomierza PEM-1000 | 15 |
| Tabela 2. Opis przyłączeń kabla czujnika | 16 |
| Tabela 3. Dane techniczne czujnika i przetwornika | 23 |
| Tabela 4. Wartości przepływów dla przepływomierzy PEM-1000 | 24 |
| Tabela 5. Przepływy objętościowe w funkcji prędkości liniowych medium dla różnych średnic rurociągów wg DIN | 25 |
| Tabela 6. Wartości przepływów odpowiadające prędkości 1 m/s dla różnych średnic wg DIN | 26 |
| Tabela 7. Opisy błędów przepływomierza PEM-1000 oraz ich możliwe rozwiązanie | 30 |

1. WSTĘP

1.1. Przeznaczenie dokumentu

Przedmiotem instrukcji są: instalacja, uruchomienie i konserwacja przepływomierzy elektromagnetycznych wersji:

- kompaktowej **PEM-1000ALW** - z przetwornikiem umieszczonym bezpośrednio na czujniku pomiarowym;
- rozdzielnej **PEM-1000NW** - z przetwornikiem oddalonym, połączonym z czujnikiem kablem o długości do 50 m.

Instrukcja zawiera dane, wskazówki oraz zalecenia dotyczące podłączenia, uruchomienia i konfiguracji przepływomierzy. Przed przystąpieniem do instalacji przepływomierzy należy się zapoznać z treścią instrukcji.



Informacje dotyczące konfiguracji przepływomierzy znajdują w instrukcji konfiguracji, a opis komunikacji z wykorzystaniem protokołu Modbus® w instrukcji Modbus. Instrukcje dostępne są na stronie internetowej producenta www.aplisens.pl.

1.2. Zastrzeżone znaki handlowe

Modbus® jest zarejestrowanym znakiem towarowym firmy SCHNEIDER AUTOMATION, INC.

2. BEZPIECZEŃSTWO



- Instalację i uruchomienie przepływomierza oraz wszelkie czynności związane z eksploatacją należy wykonywać po dokładnym zapoznaniu się z treścią instrukcji obsługi.
- Instalacja i konserwacja powinny być przeprowadzane przez wykwalifikowany personel.
- Urządzenie należy używać zgodnie z jego przeznaczeniem z zachowaniem dopuszczalnych parametrów określonych na tabliczce znamionowej → [5.2. Oznaczenie identyfikacyjne przepływomierza](#).
- Zabezpieczenia producenta gwarantujące bezpieczeństwo pracy przepływomierza mogą być mniej skuteczne, jeżeli eksploatowane jest niezgodnie z jego przeznaczeniem.
- Przed montażem bądź demontażem urządzenia należy bezwzględnie odłączyć je od źródeł zasilania.
- Nie dopuszcza się żadnych napraw ani ingerencji w układy elektroniczne przepływomierza. Oceny uszkodzenia i ewentualnej naprawy może dokonać jedynie producent po odesłaniu do serwisu.
- Nie należy używać przyrządów uszkodzonych. W przypadku niesprawności urządzeń należy wyłączyć je z eksploatacji.

3. TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE

3.1. Kontrola dostawy

Po otrzymaniu dostawy urządzeń należy:

- upewnić się, że opakowania oraz ich zawartość nie zostały uszkodzone podczas transportu;
- sprawdzić kompletność i poprawność otrzymanego zamówienia.

3.2. Transport

Transport przepływomierzy powinien odbywać się krytymi środkami transportu, w oryginalnych opakowaniach. Opakowania powinny być zabezpieczone przed przesuwaniem się i bezpośrednim oddziaływaniem czynników atmosferycznych.

3.3. Przechowywanie

Przepływomierze powinny być przechowywane w opakowaniach fabrycznych, w pomieszczeniach pozbawionych oparów i substancji agresywnych, zabezpieczone przed udarami mechanicznymi.

Dopuszczalne parametry środowiskowe dla pomieszczeń magazynowych

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Dopuszczalny zakres temperatur | -20...60°C (-4...140°F) |
| Wilgotność względna | do 80% |
| Atmosfera otaczająca | brak składników agresywnych |

4. GWARANCJA

Ogólne warunki gwarancji dostępne są na stronie producenta:

www.aplisens.pl/ogolne_warunki_gwarancji



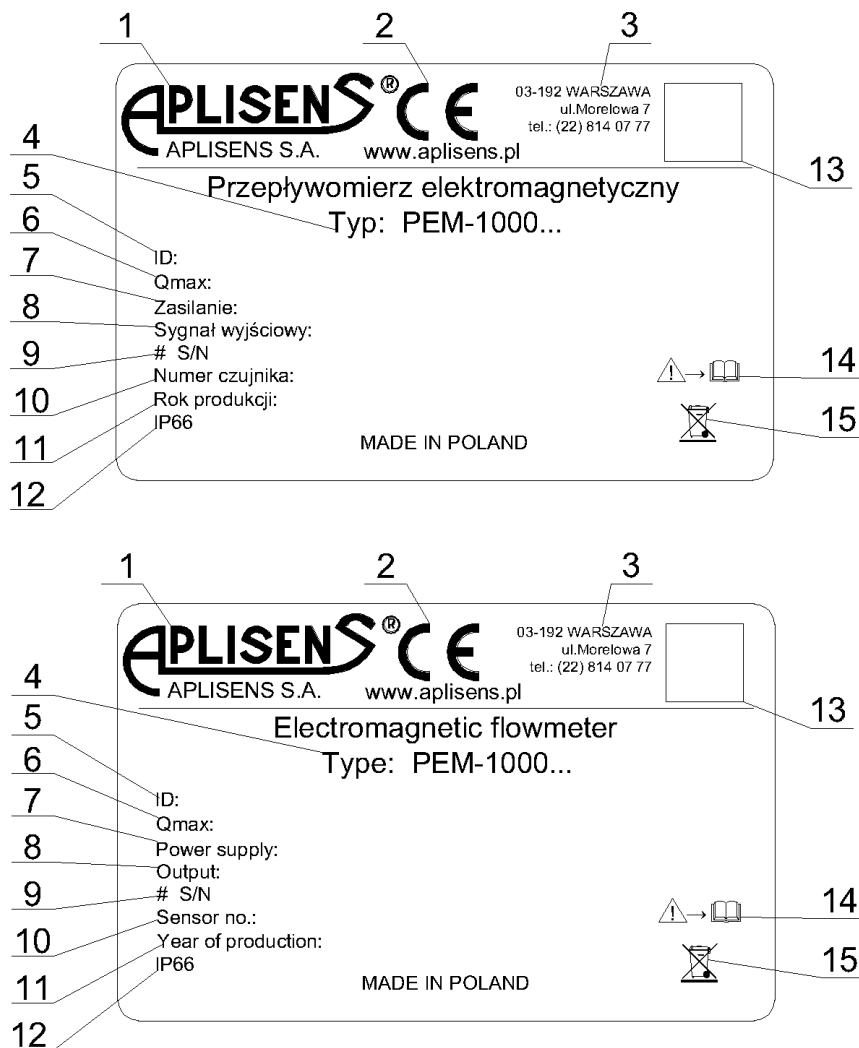
Gwarancja zostanie uchylona w przypadku wykorzystania przepływomierza niezgodnie z przeznaczeniem, niezastosowania się do instrukcji obsługi lub ingerencji w jego budowę.

5. IDENTYFIKACJA

5.1. Adres producenta

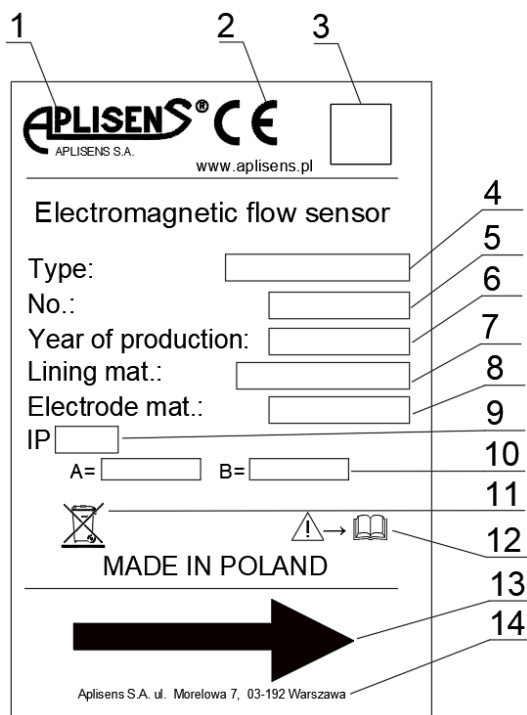
APLISENS S.A.
03-192 Warszawa
ul. Morelowa 7
Polska

5.2. Oznaczenie identyfikacyjne przepływomierza



1. Logo i nazwa producenta.
2. Znak CE.
3. Adres producenta.
4. Typ przepływomierza.
5. Nr ID wyrobu.
6. Max wartość przepływu.
7. Parametry zasilania.
8. Sygnał wyjściowy.
9. Numer fabryczny przepływomierza.
10. Numer fabryczny czujnika.
11. Rok produkcji.
12. Stopień ochrony IP.
13. Kod QR.
14. Przymwienie o potrzebie zapoznania się z instrukcją obsługi.
15. Odniesienie do postępowania ze zużytym sprzętem.

Rysunek 1. Tabliczka znamionowa przepływomierza PEM-1000



1. Logo i nazwa producenta.
2. Znak CE.
3. Kod QR
4. Typ czujnika.
5. Numer fabryczny czujnika.
6. Rok produkcji.
7. Wykładzina czujnika.
8. Materiał elektrod.
9. Stopień ochrony IP.
10. Wartości współczynników kalibracyjnych A i B.
11. Odniesienie do postępowania ze zużytym sprzętem.
12. Przypomnienie o potrzebie zapoznania się z instrukcją.
13. Kierunek przepływu medium.
14. Adres producenta.

Rysunek 2. Tabliczka znamionowa czujnika przepływomierza

5.3. Znak CE, deklaracja zgodności

Urządzenie zaprojektowano tak, aby spełniało najwyższe wymagania bezpieczeństwa. Zostało przetestowane i opuściło fabrykę w stanie, w którym jest bezpieczne w obsłudze. Urządzenie jest zgodne z obowiązującymi normami i przepisami wymienionymi w deklaracji zgodności UE i posiada oznaczenie CE na tabliczce znamionowej.

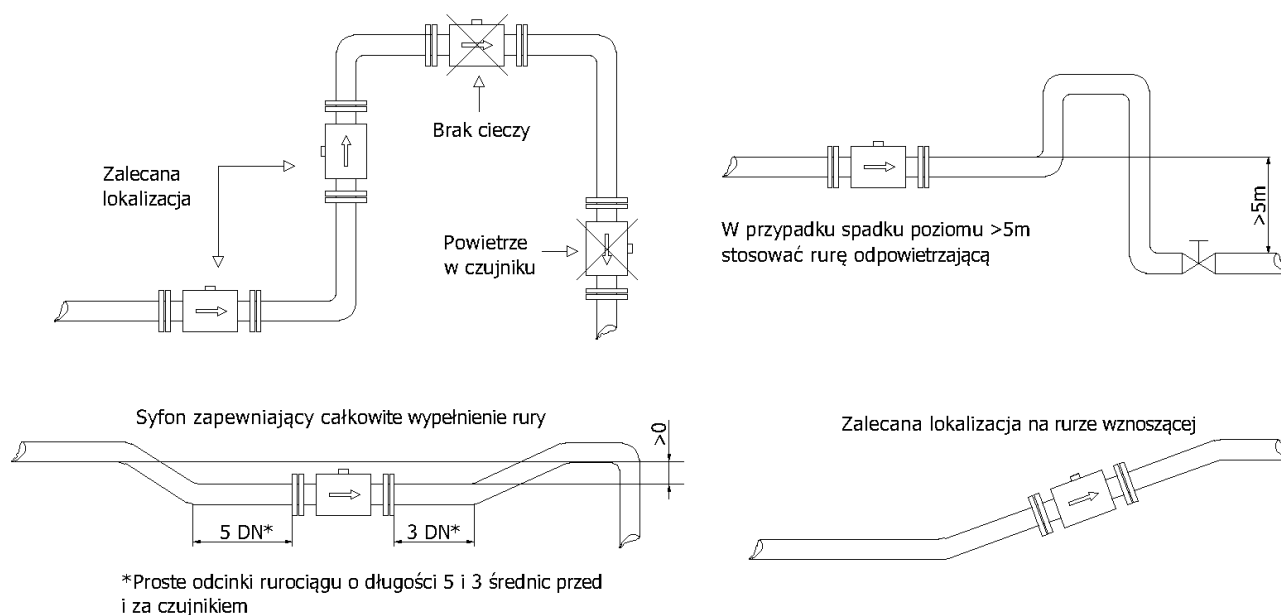
6. MONTAŻ

6.1. Zalecenia ogólne

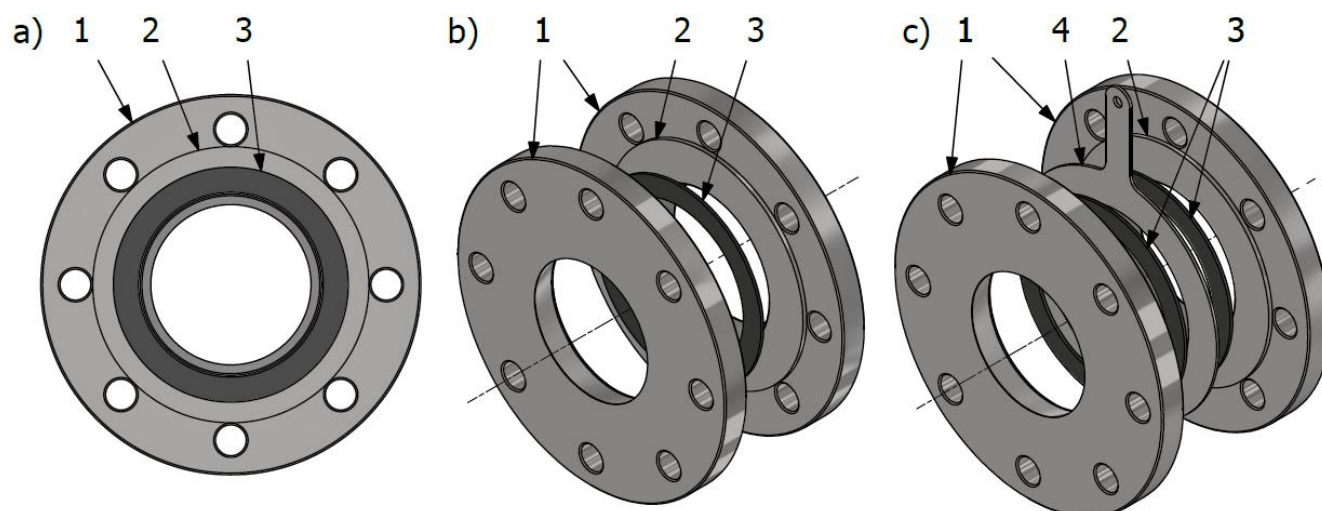
- Zalecane jest, aby kierunek przepływu był zgodny z kierunkiem strzałki na czujniku, przetwornik jest fabrycznie ustawiony na pracę w tym kierunku. Przepływ w kierunku odwrotnym do strzałki jest wskazywany jako wartość ujemna. W przypadku konieczności odwrotnego montażu należy skontaktować się z producentem.
- Podczas pomiarów przestrzeń wewnątrz czujnika powinna być wypełniona cieczą.
- Należy unieruchomić instalację rurową po obu stronach czujnika przepływomierza, aby uniknąć wpływu wibracji i ugięć instalacji na pomiary.
- Jeśli przepływomierz instalowany jest na rurociągu o większej średnicy wewnętrznej, należy zastosować reduktor zapewniający osiowe zamocowanie czujnika i należy pamiętać o zachowaniu odcinków prostych co najmniej 5DN przed oraz 3DN za czujnikiem.
- Przy instalowaniu przepływomierza na izolowanej rurze (np. szkło, tworzywo sztuczne itp.) należy przepływającą ciecz uziemić pierścieniami uziemiającymi, połączonymi z zaciskiem masy czujnika → [Rysunek 15. Przykład podłączenia uziemienia funkcjonalnego dla rurociągu metalowego oraz dla rurociągu izolowanego z wykorzystaniem pierścieni uziemiających](#).
- Połączenie przewodzące pomiędzy obudową czujnika, a cieczą jest konieczne dla właściwego przeprowadzania pomiarów.
- Podczas montażu niezbędne jest zainstalowanie uszczelek między przylgami kołnierzy czujnika i rurociągu zgodnie z → [Rysunek 4. Montaż uszczelek pomiędzy przylgami kołnierzy czujnika i rurociągu](#)
- a) widok czołowy, b) widok izometryczny, c) widok izometryczny z pierścieniem uziemiającym W przypadku zastosowania pierścieni uziemiających, uszczelki należy zastosować z obydwu stron pierścieni.
- Nie należy stosować uszczelki z materiałów twardych, bo mogą spowodować uszkodzenie wywinętych wykładzin czujnika.

- Należy upewnić się, że żaden element uszczelnienia nie wchodzi w światło rurociągu, ponieważ wprowadza to turbulencję w przepływie i zakłóca pomiary przepływomierza.

6.2. Zalecane ustawienia czujnika przepływu w rurociągu



Rysunek 3. Zalecane ustawienia czujnika



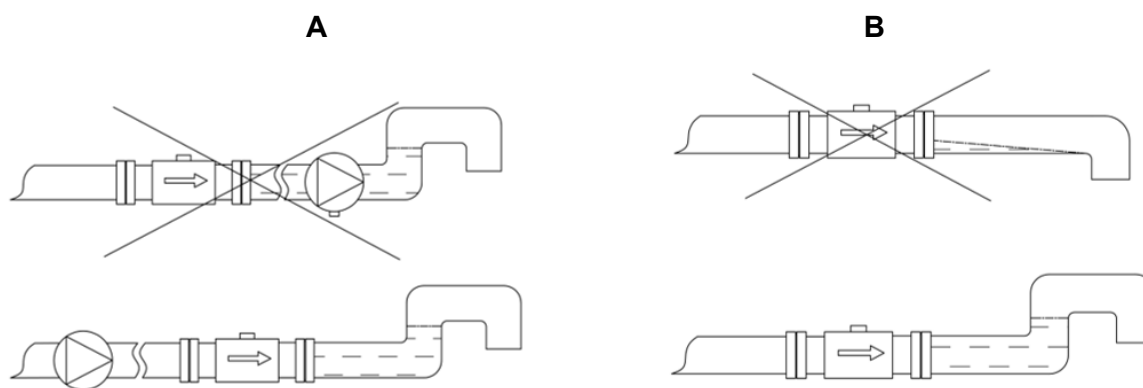
Rysunek 4. Montaż uszczelki pomiędzy przylgami kołnierzy czujnika i rurociągu

a) widok czołowy, b) widok izometryczny, c) widok izometryczny z pierścieniem uziemiającym

- Kołnierz.
- Przyłga kołnierza.
- Uszczelka.
- Pierścień uziemiający.

Aby uniknąć błędów metrologicznych, spowodowanych pęcherzykami powietrza lub uszkodzeniami wykładziny, należy zastosować się do poniższych zaleceń:

- Podczas montażu ustawić czujnik i dokręcać śruby kołnierzy równocześnie z obu stron.
- Przepływomierz powinien być zainstalowany tak, by oś elektrod pomiarowych była możliwie jak najbardziej w poziomie, zgodnie z przykładami → [Rysunek 6. Montaż przepływomierza PEM-1000 – przykłady](#).
- Szczególnej uwagi podczas obsługi i montażu wymaga wykładzina teflonowa. Należy unikać podciśnień w rurociągu w czasie pracy, a podczas instalacji nie uszkadzać wywinieć wykładziny na zewnętrzne powierzchnie kołnierzy po obu stronach czujnika. Pokrywy dociskowe wykładziny teflonowej, jeżeli są zamocowane, należy usunąć bezpośrednio przed instalacją.
- Należy upewnić się, że żaden element uszczelnienia nie wchodzi w światło rurociągu, ponieważ wprowadza to turbulencje do przepływu i zakłóca pomiary.



Rysunek 5. Przykłady prawidłowego i nieprawidłowego montażu czujników

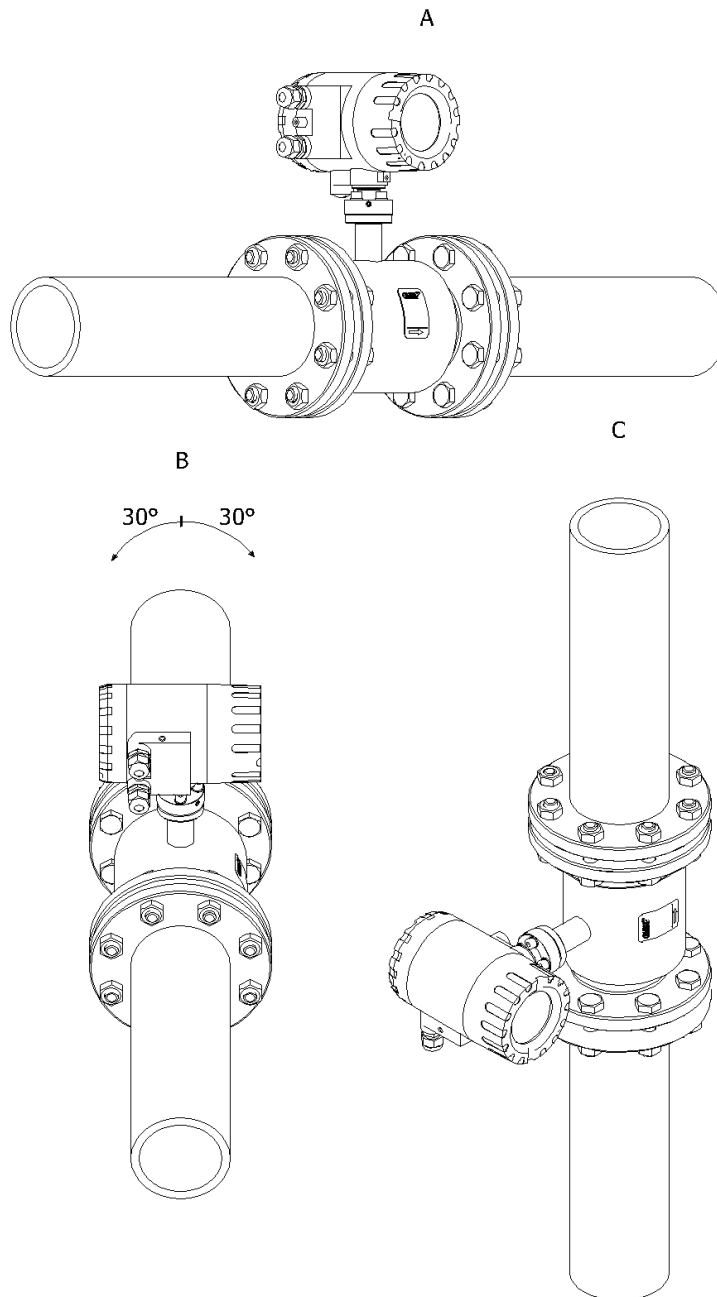
Na → [Rysunek 5. Przykłady prawidłowego i nieprawidłowego montażu czujników](#) przedstawiono dwa najczęściej występujące przypadki błędnego montażu czujnika przepływomierza na obiekcie.

Przypadek A przedstawia niewłaściwy montaż czujnika bezpośrednio przed pompą. Taki sposób montażu może powodować przekłamania przepływu, a także odsłonięcie elektrod, co skutkuje wystawianiem błędu detekcji pustej rury. W skrajnych przypadkach podciśnienie wytwarzane przez pompę może spowodować odklejenie wykładziny czujnika.

Przypadek B przedstawia czujnik zamontowany na końcu rurociągu.

Taki sposób montażu również powoduje odsłonięcie elektrod pomiarowych i związane z tym problemy. Aby uniknąć błędów w działaniu przepływomierzy, zaleca się syfonowanie czujników przepływomierzy jak przedstawiono na rysunkach.

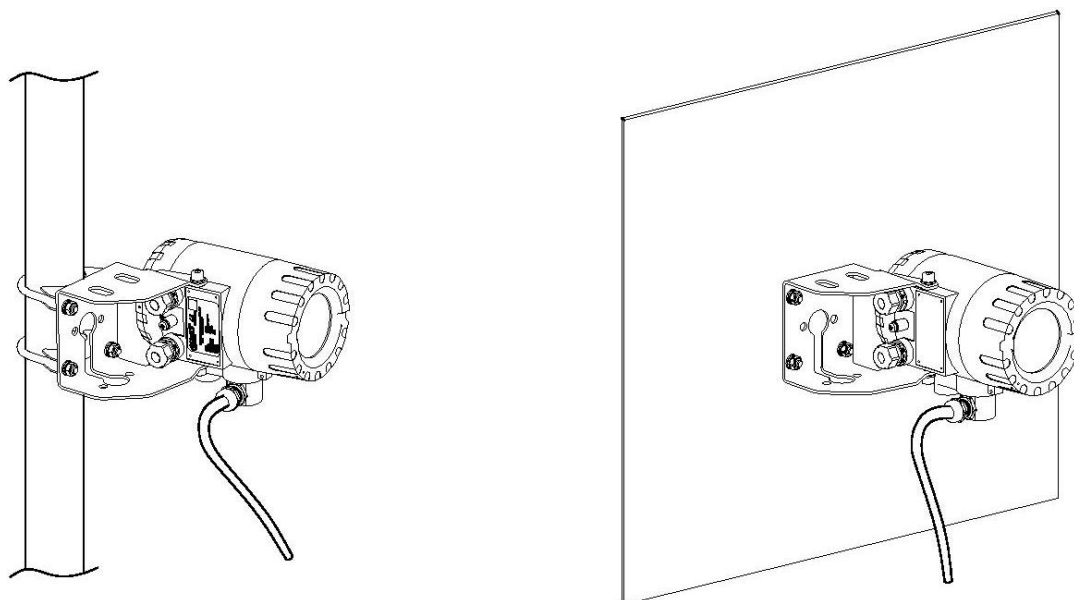
6.3. Montaż przepływomierza PEM-1000



Rysunek 6. Montaż przepływomierza PEM-1000 – przykłady



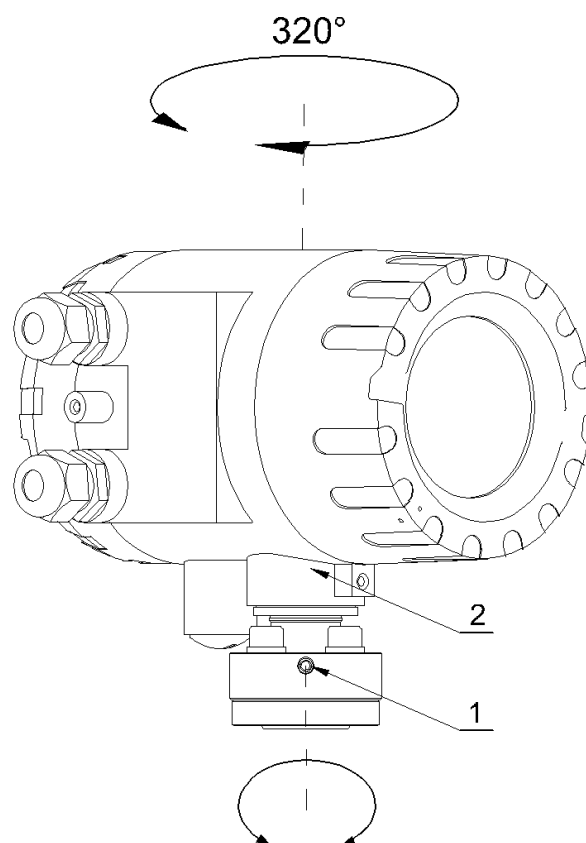
Zaleca się montaż przepływomierzy w pozycji poziomej (A), z odchyleniem do 30° (B) oraz w pozycji pionowej (C) - zgodnie z przykładami przedstawionymi na rysunku.



Rysunek 7. Przykłady montażu przetwornika przepływomierza dla wersji PEM-1000NW na rurze i na ścianie

6.4. Obrót przetwornika przepływomierza ALW

Przetwornik w wykonaniu ALW ma możliwość obrotu obudowy. W celu wykonania obrotu należy poluzować wkręt (poz. 1), ustawić w zależności od potrzeb obudowę przetwornika (poz. 2), następnie dokręcić wkręt dociskowy (poz. 1).

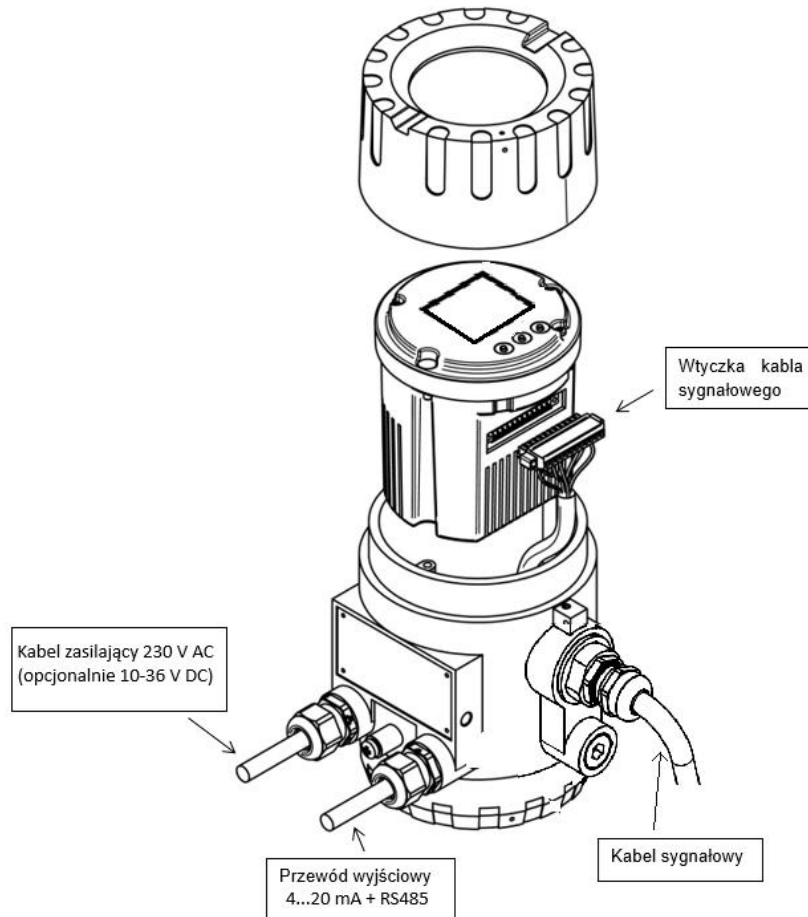


Rysunek 8. Obrót obudowy

7. PODŁĄCZENIE ELEKTRYCZNE

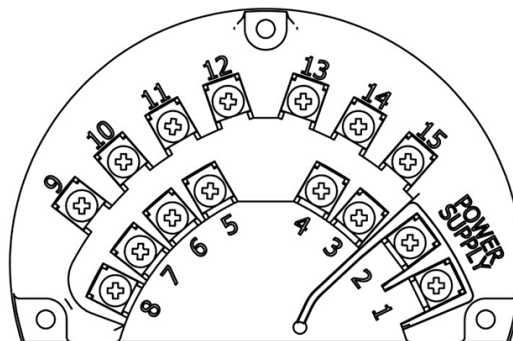


Wszystkie czynności podłączeniowe i montażowe należy wykonywać przy odłączonym napięciu zasilającym i innych napięciach zewnętrznych, jeżeli są wykorzystywane. Wyłącznik zasilania z zabezpieczeniem należy zainstalować w bliskiej odległości przetwornika przepływomierza, w tym samym pomieszczeniu, na linii zasilającej przepływomierza. Powinien on być łatwo dostępny i wyraźnie oznaczony symbolami zgodnymi z lokalnymi przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych.



Rysunek 9. Wyprowadzenie przewodów elektrycznych z przetwornika przepływomierza PEM-1000

Dostęp do zacisków elektrycznych przepływomierza uzyskuje się po odkręceniu bocznej pokrywy obudowy przetwornika. Poniższy rysunek oraz tabela przedstawiają rozmieszczenie oraz przeznaczenie poszczególnych zacisków.



Rysunek 10. Widok zacisków elektrycznych przepływomierza PEM-1000

Tabela 1. Oznaczenie zacisków przyłączeniowych przepływowierza PEM-1000

| | Nr zacisku | Opis | | |
|---|------------|--|--|--|
| Zasilanie | 1 | zasilanie sieciowe | (-) | zasilanie niskonapięciowe DC (opcjonalnie) |
| | 2 | | (+) | |
| Wyjście dwustanowe* | 3 | polaryzacja dowolna izolowane galwanicznie, pasywne | | |
| | 4 | | | |
| Wyjście impulsowe/ częstotliwościowe | 5 | pasywne polaryzacja dowolna, izolowane galwanicznie | | |
| | 6 | | | |
| Wyjście analogowe prądowe 4...20 mA | 7 | (+) | aktywne/pasywne (domyślnie aktywne) | |
| | 8 | (-) | | |
| Komunikacja | 9 | RS 485 A | | |
| | 10 | RS 485 B | | |
| | 11 | RS 485 SGND/ekran | | |
| Wejście dwustanowe pasywne* | 12 | polaryzacja dowolna izolowane galwanicznie | | |
| | 13 | | | |
| Wyjście dwustanowe 2* | 14 | polaryzacja dowolna, izolowane galwanicznie pasywne | | |
| | 15 | | | |

*) Funkcje opcjonalne.



W celu zachowania bezpieczeństwa przewody zasilające i przewody wyjściowe należy wprowadzić do wnętrza obudowy osobnymi dławnicami.

Przewody dołączane do zacisków śrubowych należy zakończyć końcówkami tulejkowymi 0,75 mm².

Podłączając przepływowierz do zasilania elektrycznego należy przestrzegać następujących zasad dotyczących:

- połączeń urządzeń elektrycznych,
- zabezpieczeń przeciwko porażeniu elektrycznemu,
- zasad bezpiecznego eksploataowania instalacji elektrycznych przez personel.

Zabezpieczenia elektryczne urządzenia pozwalają używać je w różnych środowiskach, a w porozumieniu z producentem możliwe jest wykonanie dodatkowych modyfikacji pozwalających na zastosowanie przepływowierza w konkretnych warunkach środowiskowych użytkownika. Przewody wyjściowe od przepływowierza nie powinny być prowadzone obok przewodów energetycznych oraz innych, mogących generować zakłócenia.

Urządzenia współpracujące z przepływowierzem powinny odznaczać się odpornością na zaburzenia elektromagnetyczne generowane w otoczeniu zgodnie z obowiązującymi wymogami kompatybilności elektromagnetycznej w miejscu stosowania.



Zasilanie przetwornika z zasilaczem niskonapięciowym (wykonanie opcjonalne) podłącza się do tych samych zacisków POWER SUPPLY co zasilanie sieciowe (plus zacisk nr 2). Zasilacz niskonapięciowy jest zabezpieczony przed niewłaściwą polaryzacją zasilania. Nie wolno podłączać zasilania sieciowego do zacisków POWER SUPPLY przepływowierza w wykonaniu z zasilaczem niskonapięciowym, gdyż spowoduje to jego uszkodzenie.



Przepływowierz wyposażony jest w aktywne wyjście prądowe, co oznacza, że pętla prądowa jest zasilana z przepływowierza. Nie wolno zasilać pętli z zewnętrznego zasilacza. Przepływowierz z pasywną pętlą 4...20 mA, jest dostępny jako wykonanie specjalne. Pętlę pasywną należy zasilić napięciem stałym w granicach od 6 do 36 V.

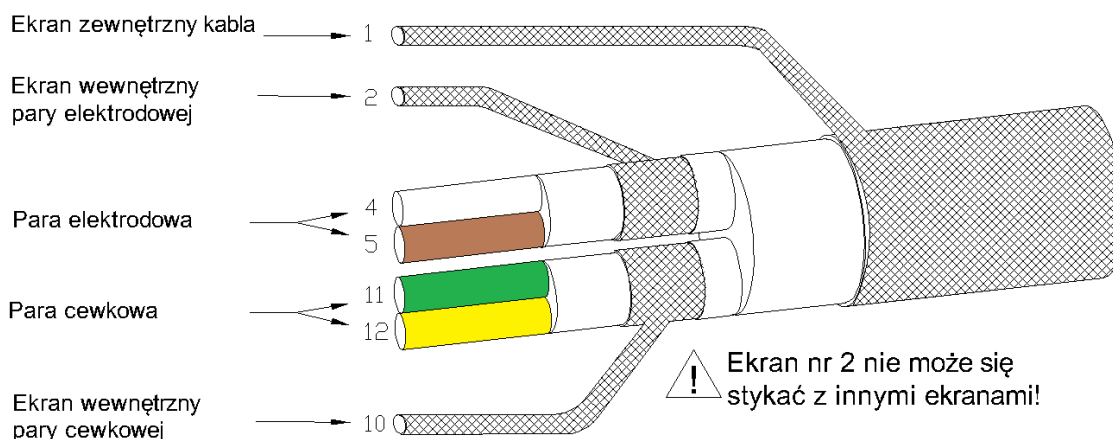
7.1. Podłączenie kabla sygnałowego czujnika dla PEM-1000NW

Sygnaly przesyłane z obwodów elektrod czujnika do przetwornika są bardzo wrażliwe na magnetyczne i elektrostatyczne zakłócenia pochodzące z sąsiadujących przewodów energetycznych i linii zasilających urządzeń elektrycznych dużych mocy. Zakłócenia są kompensowane przez wewnętrzny filtr przeciwzakłóceńowy przepływowierza, niemniej jednak należy unikać tych źródeł sygnałów.

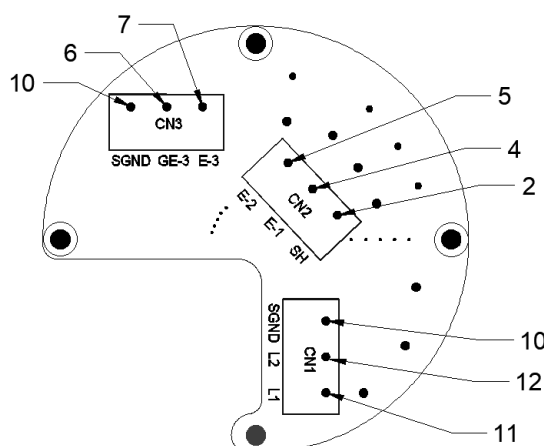
Długość kabla sygnałowego od czujnika nie powinna być zmieniana, a dla przepływowierza ze światłem wzorcowania nie wolno jej zmieniać.

Dla przepływowomierzy PEM-1000NW zalecane jest umieszczenie kabla sygnałowego od czujników w oddzielnych kanałach kablowych.

Ośłona (izolacja) kabla powinna być nienaruszona na całej jego długości. Żyły kabla czujnika powinny być podłączone zgodnie z → [Rysunek 11. Oznaczenie wyprowadzeń żył kabla czujnika od strony czujnika w puszcze przyłączeniowej dla PEM-1000NW](#) i opisem złącz w → [Tabela 2. Opis przyłączy kabla czujnika](#)



Rysunek 11. Oznaczenie wyprowadzeń żył kabla czujnika od strony czujnika w puszcze przyłączeniowej dla PEM-1000NW



Rysunek 12. Oznaczenie wejść złącz na płytce czujnika dla PEM-1000NW

Dostęp do płytki czujnika uzyskuje się poprzez odkręcenie pokrywy puszek przyłączeniowej umieszczonej bezpośrednio na czujniku.



W przypadku montażu czujnika pod powierzchnią gruntu lub wody, jeżeli czujnik narażony jest na zalanie wodą, konieczne jest, po podłączeniu kabla, wypełnienie wnętrza puszek przyłączeniowej żelam ochronnym np. MAGIC-POWER-GEL-250 ml RayTech, dostępnym na dodatkowe zamówienie lub innym żelam o podobnych właściwościach uszczelniających i izolacyjnych.

Tabela 2. Opis przyłączy kabla czujnika

| Rodzaj żyły kabla | Kolor żyły kabla | Oznaczenie wejścia złącza płytki (tylko dla PEM-1000NW) |
|------------------------------------|------------------|---|
| Ekran wewnętrzny pary elektrodowej | - | SH |
| Para elektrodowa | Biały | E-1 |
| Para elektrodowa | Brązowy | E-2 |
| Ekran zewnętrzny kabla | - | SGND |
| Ekran wewnętrzny pary cewkowej | - | SGND |
| Para cewkowa | Zielony | L1 |
| Para cewkowa | Żółty | L2 |

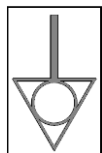


Błędne połączenie żył kabla sygnałowego spowoduje wiele nieprawidłowości pomiarowych.

7.2. Uziemienie



Przełytomierz należy uziemiać zgodnie z zasadami obowiązującymi w miejscu instalacji. Brak uziemienia SGND (uziemienie funkcjonalne) może powodować zakłócenia pomiarów.



Oznaczenie miejsca podłączenia uziemienia SGND przełytomierza oraz czujnika.

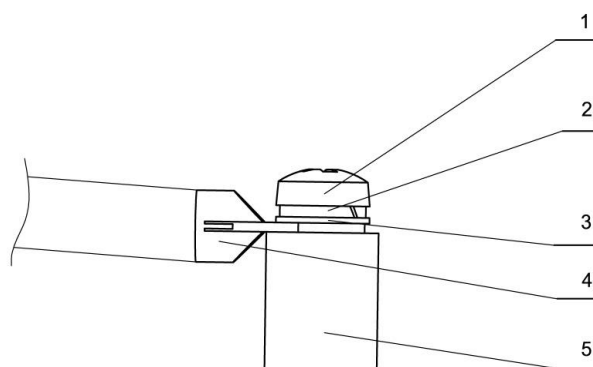
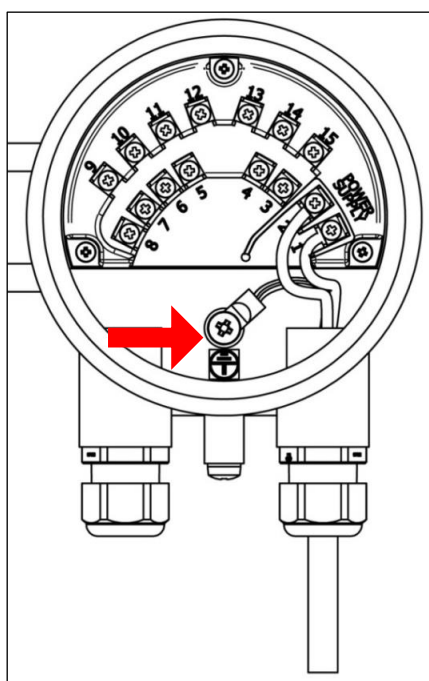


Oznaczenie miejsca podłączenia uziemienia ochronnego w obudowie przetwornika.

7.2.1. Uziemienie ochronne



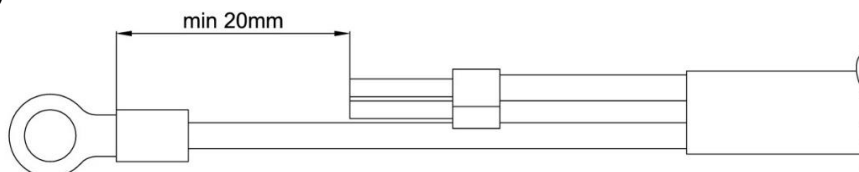
Uziemienie ochronne jest elementem zapewniającym bezpieczeństwo przeciwporażeniowe zgodnie z normami i zawsze musi być podłączone.



1. Śruba M5.
2. Podkładka sprężysta M5.
3. Podkładka ząbkowana wg DIN 6797 J – M5.
4. Przewód zakończony końcówką zaciskaną z oczkiem M5.
5. Obudowa.

Rysunek 13. Lokalizacja i sposób podłączenia uziemienia ochronnego do przetwornika

Stosować kabel zasilający dostosowany do dławnicy kablowej, posiadający atestowane przewody o napięciu pracy 300/500 V.



Rysunek 14. Przygotowanie końcówek kabla zasilającego



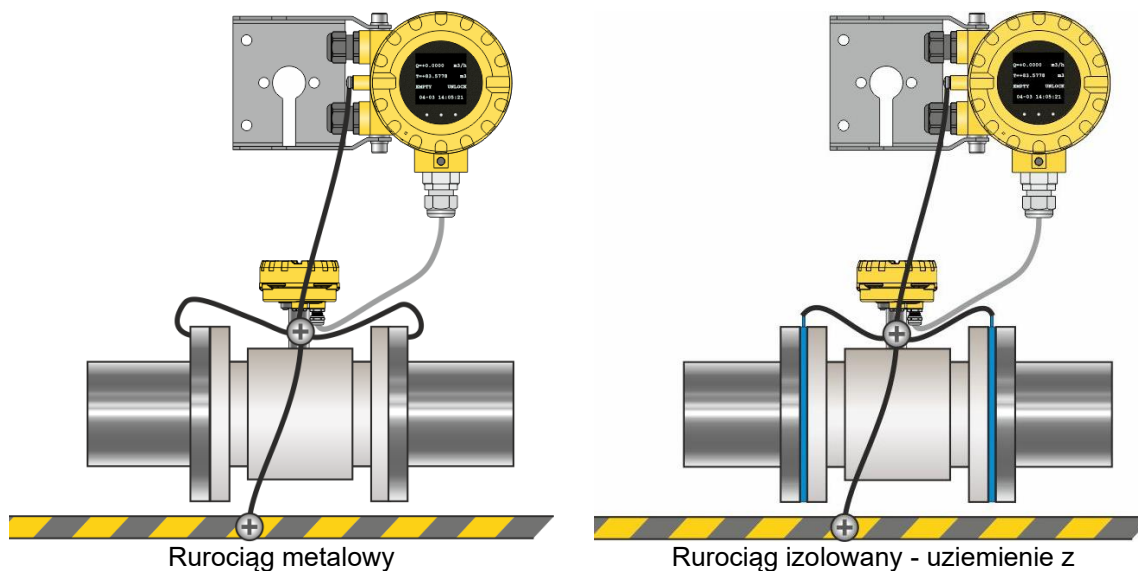
W celu zachowania bezpieczeństwa kabel zasilający należy przygotować tak, aby przewód uziemiający (żółto-zielony) był dłuższy od pozostałych przewodów o min. 20 mm. Koniec przewodu uziemiającego należy przedłużyć końcówką z oczkiem do śruby M5. Końcówkę zacisnąć na żyłę uziemiającej zaciskarką do kabli.

7.2.2. Uziemienie funkcjonalne SGND



Uziemienie funkcjonalne zapewnia wyrównanie potencjałów przetwornika, czujnika, rurociągu i cieczy umożliwiając poprawne wykonywanie pomiarów.

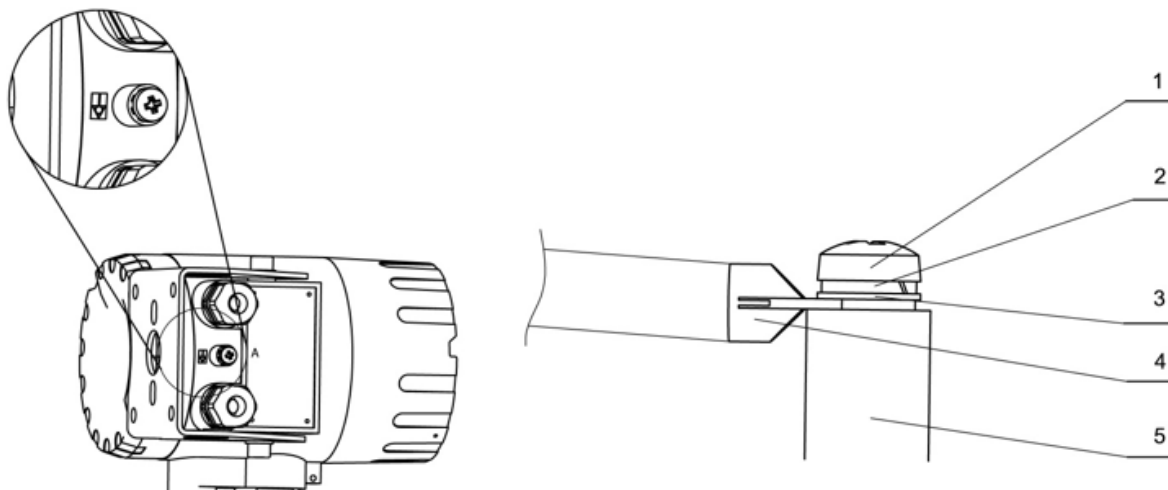
Obudowa przetwornika powinna być zawsze połączona z obudową czujnika i przyłączona do punktu uziemiającego czujnika jak na rysunkach poniżej. Jest to szczególnie istotne w przypadku instalacji przepływomierza w wersji rozdzielnej (NW). Punkt uziemienia czujnika powinien być połączony z rurociągiem metalowym lub z pierścieniami uziemiającymi w przypadku rurociągów nieprzewodzących.



Rysunek 15. Przykład podłączenia uziemienia funkcjonalnego dla rurociągu metalowego oraz dla rurociągu izolowanego z wykorzystaniem pierścieni uziemiających



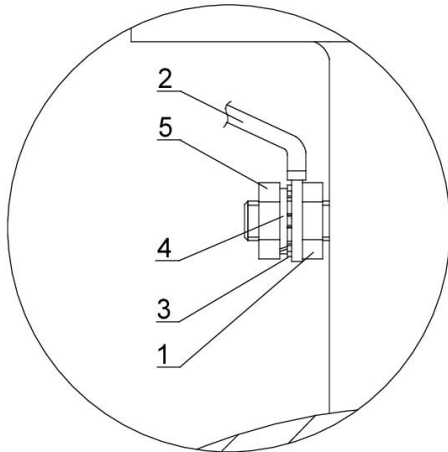
Aby poprawnie uziemić przepływomierz należy zapoznać się z grafem na → [Rysunek 18](#). [Graf poprawnego uziemiania funkcjonalnego przepływomierza PEM-1000](#).



Rysunek 16. Podłączenie uziemienia funkcjonalnego do obudowy przetwornika

Kolejność elementów w poprawnie wykonanym przyłączu uziemienia przetwornika:

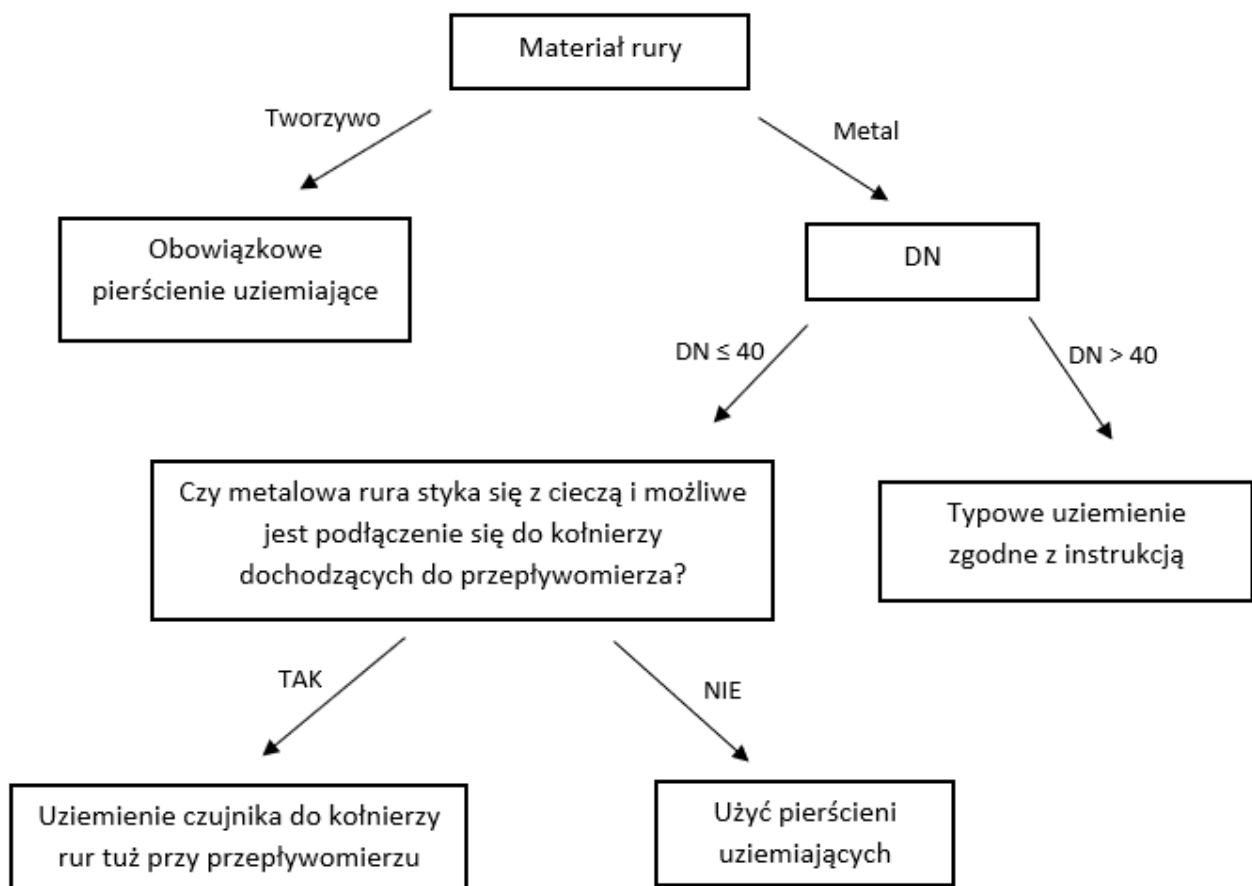
1. Śruba M5.
2. Podkładka sprężysta M5.
3. Podkładka ząbkowana wg DIN 6797 J – M5.
4. Przewód zakończony końcówką z oczkiem M5.
5. Obudowa.



Elementy podłączenia w kolejności montażu:

1. Nakrętka M6.
2. Przewód zakończony końcówką z oczkiem M6.
3. Podkładka ząbkowana wg DIN 6797 J – M6.
4. Podkładka sprężysta M6.
5. Nakrętka M6.

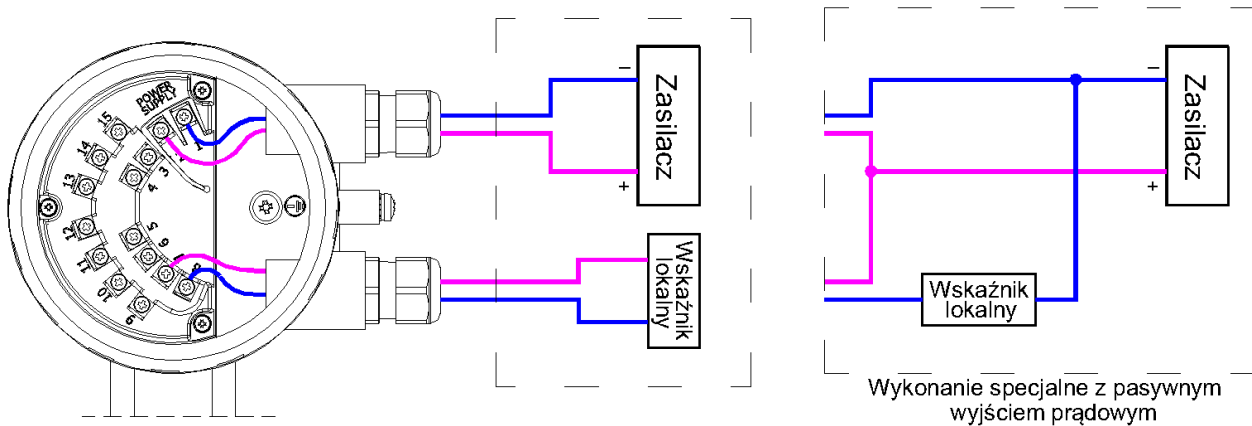
Rysunek 17. Podłączenie uziemienia funkcjonalnego do obudowy czujnika



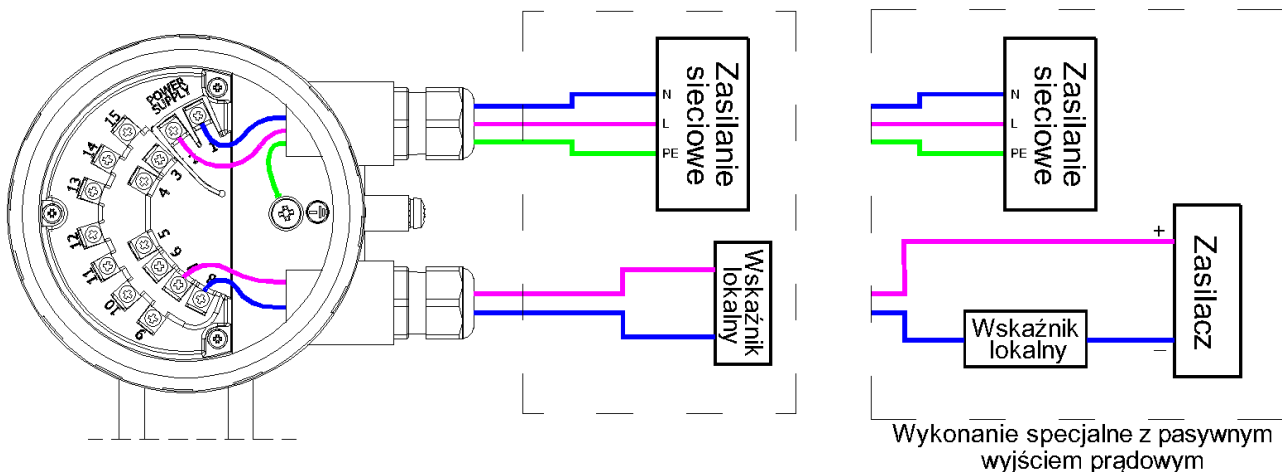
Rysunek 18. Graf poprawnego uziemiania funkcjonalnego przepływomierza PEM-1000

7.3. Podłączenie przewodów

Odczyt aktualnych wartości przepływu i totalizerów mogą zapewniać urządzenia zewnętrzne takie jak lokalne liczniki i wyświetlacze. Podłączenie lokalnych wskaźników z zastosowaniem wyjścia prądowego 4...20 mA lub impulsowego nie umożliwia dostępu do menu przepływomierza i konfiguracji, możliwa jest konfiguracja tylko lokalnego wskaźnika.



Rysunek 19. Podłączenie z wykorzystaniem wyjścia prądowego 4...20 mA dla zasilania niskonapięciowego

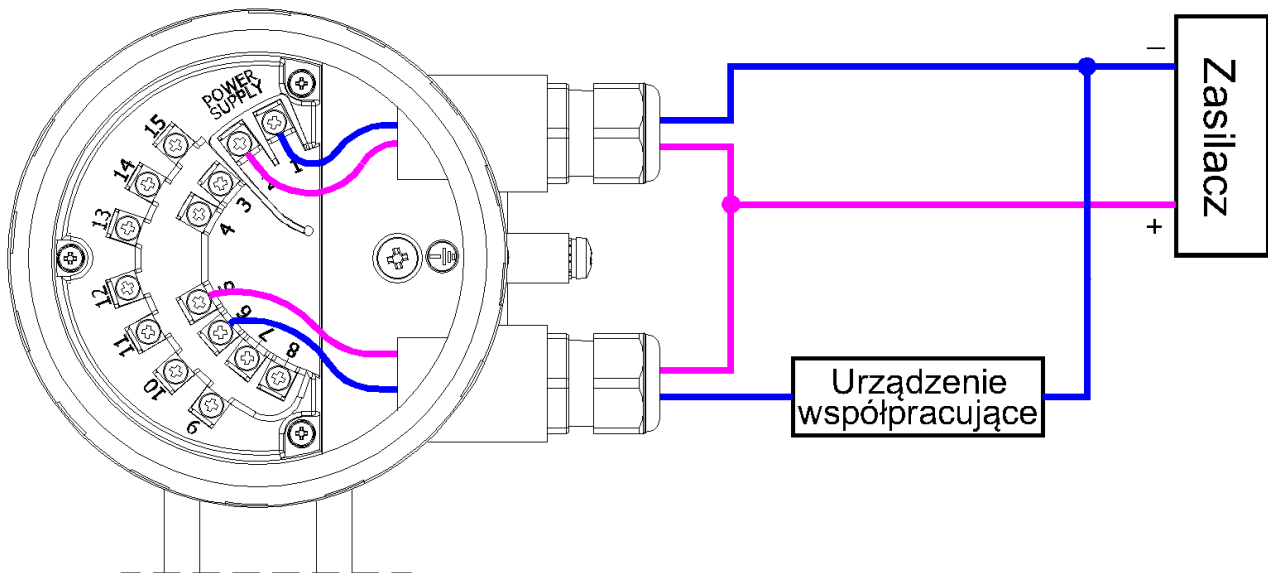


Rysunek 20. Podłączenie z wykorzystaniem wyjścia prądowego 4...20 mA dla zasilania sieciowego 230 V

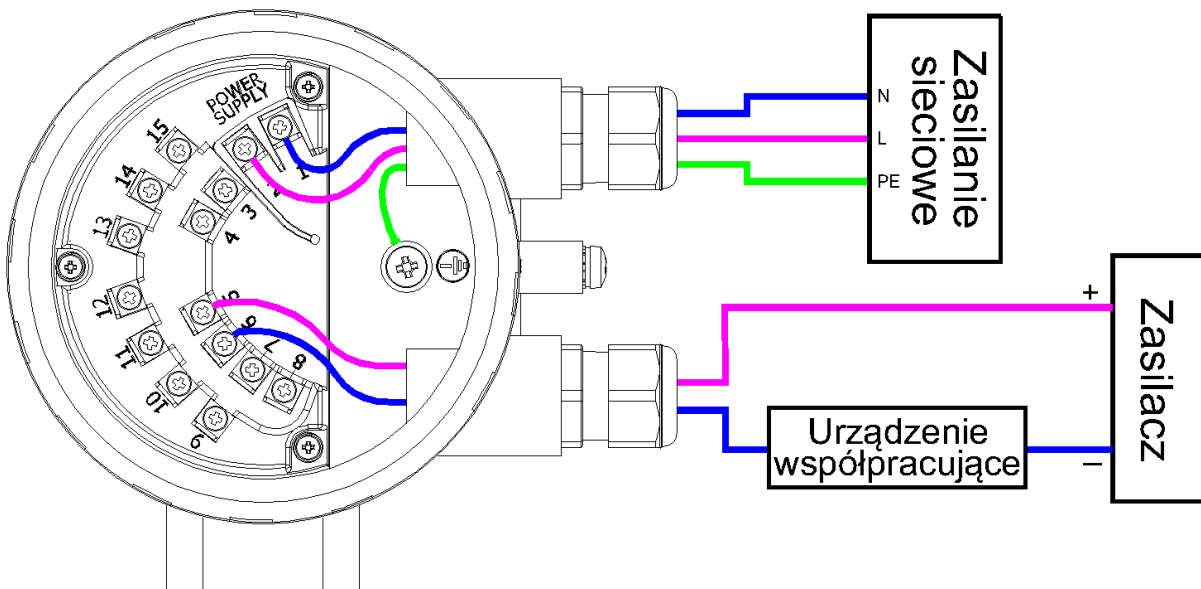
7.3.1. Podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego

Wyjście impulsowe/częstotliwościowe przepływomierza PEM-1000 stanowi galwanicznie izolowany, pasywny obwód o działaniu zbliżonym do transoptora. W zależności od rodzaju wejścia urządzenia współpracującego możliwe są różne sposoby podłączenia, wymagające odpowiedniego dopasowania obwodu. Na wyjście impulsowe/częstotliwościowe należy podawać napięcie nie większe niż 36 V i prąd nie większy niż 30 mA. Szczegółowe informacje oraz przykładowe schematy podłączenia dostępne są w instrukcji: PL.IO.OWI.PEM.1000 na stronie producenta.

Podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego do zacisków przetwornika zgodnie z → [Rysunek 21](#). Przykładowe podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego z zasilaniem niskonapięciowym. Zaciski 5 i 6 wyjścia można stosować zamiennie.



Rysunek 21. Przykładowe podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego z zasilaniem niskonapięciowym

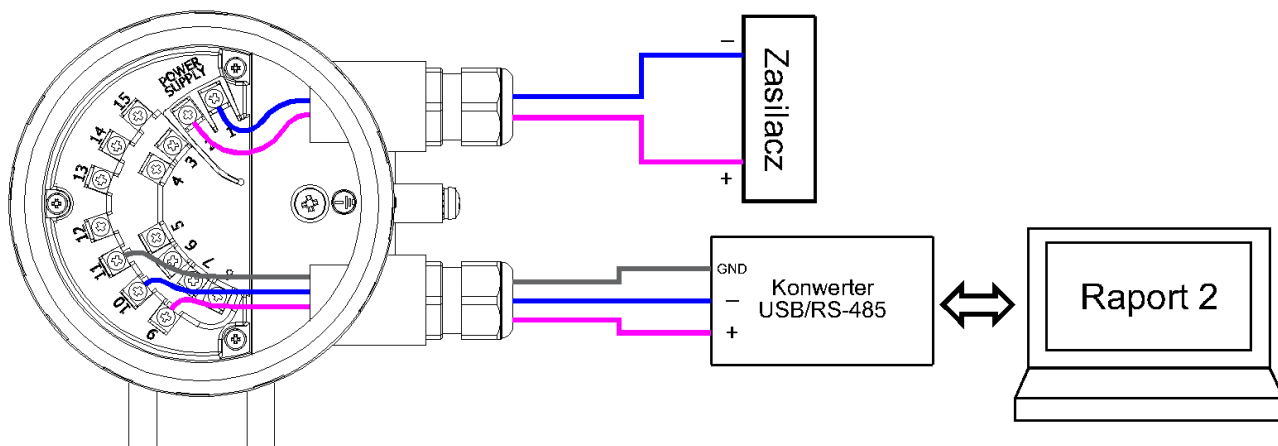


Rysunek 22. Przykładowe podłączenie wyjścia impulsowego/częstotliwościowego z zasilaniem sieciowym

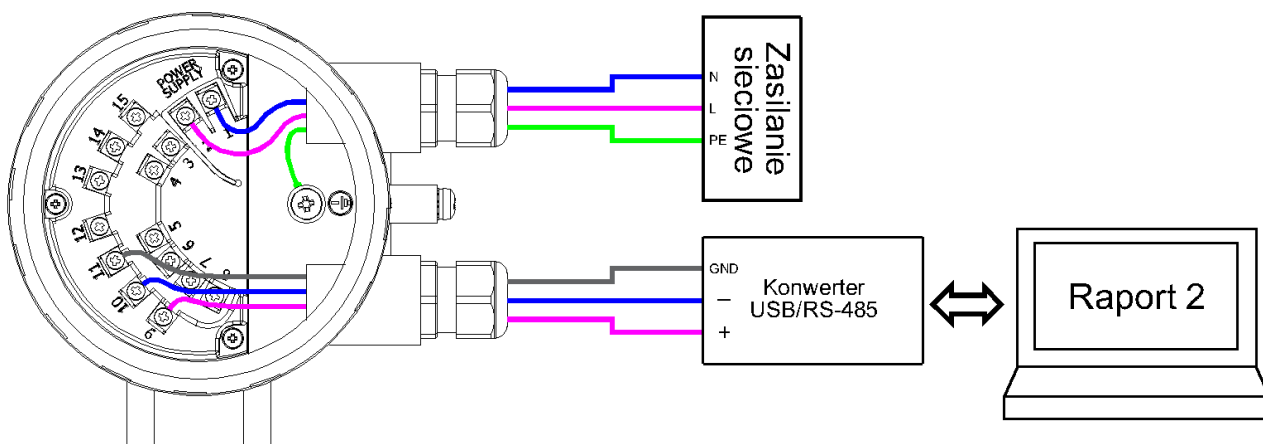
7.3.2. Podłączenie dla komunikacji Modbus

Zdalna konfiguracja przepływomierza przeprowadzana jest przy pomocy protokołu Modbus z wykorzystaniem urządzeń zewnętrznych takich jak: systemy sterowania, komputery z zainstalowanym programem obsługowym oraz lokalne wskaźniki z obsługą Modbus RTU.

Przyłącza 9 i 10 są przeznaczone do podłączenia dwuprzewodowej magistrali RS485 (Modbus RTU). Do podłączenia programu obsługowego użyć konwertera USB/RS485. Więcej informacji na temat komunikacji Modbus RTU znajduje się w instrukcji PL.IM.PEM.1000 dostępnej na stronie producenta.



Rysunek 23. Podłączenie z wykorzystaniem komunikacji Modbus dla zasilania niskonapięciowego



Rysunek 24. Podłączenie z wykorzystaniem komunikacji Modbus dla zasilania sieciowego

8. URUCHOMIENIE

Przed uruchomieniem należy:

- zweryfikować połączenia elektryczne, sygnałowe, podłączenie uziemienia oraz zabezpieczenia instalacji przed porażeniem elektrycznym;
- sprawdzić poprawność montażu przepływomierza w rurociągu, wypełnić rurociąg cieczą i zweryfikować jego szczelność. Po krótkim przepłukaniu włączyć system, skonfigurować przyrząd na stanowisku pracy i uruchomić pomiary



Informacje dotyczące konfiguracji przepływomierzy znajdują się w instrukcji PL.IK.PEM.1000, a komunikacji Modbus w PL.IM.PEM.1000 dostępnych na stronie internetowej producenta www.aplisens.pl.

9. PARAMETRY TECHNICZNE

9.1. Klasa ochronności

Przepływomierz posiada I klasę ochronności, a obwody pomiarowe są oddzielone od napięć niebezpiecznych izolacją wzmocnioną zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 61010-1.

9.2. Specyfikacja techniczna

Tabela 3. Dane techniczne czujnika i przetwornika

| Dane techniczne | | | |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Przetwornik | | Czujnik | |
| Minimalna przewodność medium | $\geq 5 \mu\text{S/cm}$ | Średnice nominalne | DN 10...1000, (ANSI 0.5"...40") |
| Rezystancja wejściowa | $\geq 10^{10} \Omega$ | Ciśnienie maksymalne | Standard 1,6 MPa Wyk. specjalne: 1 MPa, 2,5 MPa, 4 MPa |
| Błąd podstawowy* | $\pm 0,5\%$ wartości wskazania dla 20...100% $Q_{(10\text{m/s})}$ Wyk. Spec: $\pm 0,2\%$ wartości wskazania dla 20...100% $Q_{(10\text{m/s})}$ | Przyłącza procesowe | Kołnierze DIN, ANSI |
| Poziom odcięcia małych przepływów | Ustawialny | Temperatura otoczenia | -20...60°C |
| Przepływ chwilowy | 2-kierunkowy (l/s, m ³ /h, m ³ /s i inne) | Zakres temperatur dla wykładziny | Guma: -5...90°C Teflon: -25...90°C; (-25...130°C – wyk. specjalne) |
| Bilans objętości | 3 liczniki: łączny, dodatni, ujemny oraz 3 takie same liczniki z możliwością kasowania (m ³ , l i inne) | Kabel połączeniowy (PEM-1000NW) | 8 m (12, 24, 32, 40, 48 m) |
| Alarm niskiego przepływu | Ustawialny, dowolna wartość | Elektrody | Stal 316L, Hastelloy, Tantal |
| Konfiguracja | 3 przyciski lub RS485 i protokół Modbus RTU | Wykładzina izolacyjna | Guma, Teflon Wyk. Specjalne: Neopren |
| Wykrywanie pustej rury | Cykliczne, programowane | Obudowa zewnętrzna i kołnierze | Stal węglowa pokryta lakierem ochronnym Wyk. Specjalne: stal 304 (DN10...200) |
| Wyjścia analogowe | 4...20 mA/ 500Ω Wyjście aktywne (pasywne – wykonanie specjalne) | Akcesoria | Pierścienie uziemiające ze stali nierdzewnej dla rur z tworzyw sztucznych |
| Wyjście impulsowe/częstotliwościowe | Max. 30 V/ 10 mA DC; 0,1...2000 Hz w trybie częstotliwościowym.; do 500 Hz w tryb. impuls. Wyjście pasywne; Izolacja galwaniczna; Polaryzacja dowolna | Klasa izolacji cewki wzbudzającej | E |
| Wyjścia dwustanowe OC | Ilość: dwa; otwarty kolektor Max. 35 V DC /100 mA dla każdego wyjścia Izolacja galwaniczna; Polaryzacja dowolna | Stopień ochrony obudowy** | IP67 (IP68-wykonanie specjalne) |
| Wyjście komunikacyjne | Modbus RTU/RS 485 Izolacja galwaniczna | Zasada pomiaru | Elektromagnetyczna |
| Wejście dwustanowe | 5...35 V DC/ 2 mA | Stopień ochrony obudowy | IP66 (IP67-wykonanie specjalne) |
| Zasilanie | Wejście pasywne; Izolacja galwaniczna; Polaryzacja dowolna Sieciowe: 90...260 V AC/ 50-60 Hz/ 15 VA Niskonapięciowe (zabezpieczone przed odwrotną polaryzacją napięcia): 10...36 V DC/ 15 W | Temperatura otoczenia | -20...60°C |
| Waga | 3,5 kg | Waga | Odpowiednio dla wersji zgodnie z danymi dostępnymi w katalogu |

*Warunki pomiarów wg PN-EN ISO 20456:2020-03 Pomiar strumienia płynu w przewodach zamkniętych - Wytyczne dotyczące stosowania przepływomierzy elektromagnetycznych do cieczy przewodzących.

**Dla IP67 rekomenduje się, a dla IP68 wymaga się, aby wewnątrz puszkii przyłączeniowej czujnika w wersji rozdzielnej (PEM-1000NW) wypełnić ochronnym żelem MAGIC-POWER-GEL-250 ml RayTech (dostępnym na dodatkowe zamówienie) lub innym środkiem o podobnych właściwościach uszczelniających i izolacyjnych.

9.3. Warunki odniesienia

Warunki odniesienia zawierają wartości lub zakresy odniesienia dla wielkości wpływających, oddziałujących na przepływomierz.

| | |
|--|--|
| Przepływ | 0,3 – 10 m/s |
| Mierzone medium | Woda 10 – 30°C |
| Przewodność medium | > 300 μ S/cm |
| Zmiany napięć zasilania | $U_n \pm 2\%$ (U_n – napięcie zasilające) |
| Temperatury otoczenia | 18 - 25°C |
| Czas stabilizacji po włączeniu zasilania | Minimum 20 min |
| Proste odcinki rurociągu | 5DN przed czujnikiem, 3DN za czujnikiem |

9.4. Parametry metrologiczne

Przyłącza kołnierzowe czujników przepływomierzy PEM-1000 wykonywane są w przedziałach wielkości określonych normami DIN w zakresie DN10...DN1000 lub opcjonalnie wg norm ANSI i BS.

Standardowe wartości przepływów dla poszczególnych wykonań przepływomierzy z przyłączami kołnierzowymi wg DIN przedstawia tabela poniżej. Istnieje możliwość ustawienia innych wartości przepływu Q_{max} dla poszczególnych wykonań przepływomierzy.

Tabela 4. Wartości przepływów dla przepływomierzy PEM-1000

| DN wg DIN | Wartości przepływów | | | | | | |
|---------------------|--|------------------|---|-------------------|---------------------------------|---------------------|---|
| | Zalecane graniczne wartości przepływów | | Ustawienia fabryczne | | | | Odcięcie niskich przepływów ($v \sim 0,1$ [m/s]) |
| | $\sim Q_{(min)}$ | $\sim Q_{(max)}$ | Wyjście analogowe 4...20 mA | | Wyjście impulsowe | | |
| [m ³ /h] | [m ³ /h] | Zakres pomiarowy | Liniowa prędkość przepływu (do końca zakresu pomiarowego) | Objętość / impuls | Ilość impulsów / m ³ | [m ³ /h] | |
| 10 | 0,08 | 2,8 | 0÷1 | 3,54 | 0,0000025 | 400000 | 0,03 |
| 15 | 0,19 | 6,4 | 0÷2 | 3,14 | 0,000005 | 200000 | 0,06 |
| 20 | 0,34 | 11 | 0÷4 | 3,54 | 0,00001 | 100000 | 0,12 |
| 25 | 0,5 | 18 | 0÷5 | 2,83 | 0,0000125 | 80000 | 0,15 |
| 32 | 0,9 | 29 | 0÷10 | 3,45 | 0,000025 | 40000 | 0,3 |
| 40 | 1,4 | 45 | 0÷15 | 3,32 | 0,00004 | 25000 | 0,45 |
| 50 | 2,1 | 71 | 0÷20 | 2,83 | 0,00005 | 20000 | 0,6 |
| 65 | 3,6 | 119 | 0÷30 | 2,51 | 0,0001 | 10000 | 0,9 |
| 80 | 5 | 181 | 0÷50 | 2,76 | 0,000125 | 8000 | 1,5 |
| 100 | 8 | 283 | 0÷100 | 3,54 | 0,00025 | 4000 | 3 |
| 125 | 13 | 442 | 0÷150 | 3,40 | 0,0004 | 2500 | 4,5 |
| 150 | 19 | 636 | 0÷200 | 3,14 | 0,0005 | 2000 | 6 |
| 200 | 34 | 1131 | 0÷360 | 3,18 | 0,001 | 1000 | 10,8 |
| 250 | 53 | 1767 | 0÷500 | 2,83 | 0,00125 | 800 | 15 |
| 300 | 76 | 2545 | 0÷760 | 2,99 | 0,002 | 500 | 22,8 |
| 350 | 104 | 3464 | 0÷1000 | 2,89 | 0,0025 | 400 | 30 |
| 400 | 136 | 4524 | 0÷1300 | 2,87 | 0,004 | 250 | 39 |
| 500 | 212 | 7069 | 0÷2000 | 2,83 | 0,005 | 200 | 60 |
| 600 | 305 | 10179 | 0÷3000 | 2,95 | 0,008 | 125 | 90 |
| 800 | 416 | 13854 | 0÷5000 | 2,76 | 0,0125 | 80 | 120 |
| 1000 | 848 | 28274 | 0÷8000 | 2,83 | 0,025 | 40 | 240 |

9.5. Tabela przepływów objętościowych obliczonych dla prędkości liniowych przepływu medium

Przepływ objętościowy jest wyliczany na podstawie zmierzonej prędkości liniowej przepływu oraz geometrii przekroju poprzecznego przepływomierza. Tabela poniżej pokazuje wartości przepływów objętościowych dla poszczególnych DN-ów przy charakterystycznych prędkościach liniowych przepływu.

Tabela 5. Przepływy objętościowe w funkcji prędkości liniowych medium dla różnych średnic rurociągów wg DIN

| DN | Prędkość przepływu V [m/s] | | | | | | | Przepływ [m ³ /h] |
|------|----------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|
| | 0,300 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | 6,000 | |
| 10 | 0,085 | 0,283 | 0,565 | 0,848 | 1,131 | 1,414 | 1,696 | |
| 15 | 0,191 | 0,636 | 1,272 | 1,909 | 2,545 | 3,181 | 3,817 | |
| 20 | 0,339 | 1,131 | 2,262 | 3,393 | 4,524 | 5,655 | 6,786 | |
| 25 | 0,530 | 1,767 | 3,534 | 5,301 | 7,069 | 8,836 | 10,603 | |
| 32 | 0,869 | 2,895 | 5,791 | 8,686 | 11,581 | 14,476 | 17,372 | |
| 40 | 1,357 | 4,524 | 9,048 | 13,572 | 18,096 | 22,619 | 27,143 | |
| 50 | 2,121 | 7,069 | 14,137 | 21,206 | 28,274 | 35,343 | 42,411 | |
| 65 | 3,584 | 11,946 | 23,892 | 35,838 | 47,784 | 59,729 | 71,675 | |
| 80 | 5,429 | 18,096 | 36,191 | 54,287 | 72,382 | 90,478 | 108,573 | |
| 100 | 8,482 | 28,274 | 56,549 | 84,823 | 113,097 | 141,372 | 169,646 | |
| 125 | 13,254 | 44,179 | 88,357 | 132,536 | 176,714 | 220,893 | 265,072 | |
| 150 | 19,085 | 63,617 | 127,234 | 190,852 | 254,469 | 318,086 | 381,703 | |
| 200 | 33,929 | 113,097 | 226,194 | 339,292 | 452,389 | 565,486 | 678,583 | |
| 250 | 53,014 | 176,714 | 353,429 | 530,143 | 706,858 | 883,572 | 1060,287 | |
| 300 | 76,341 | 254,469 | 508,938 | 763,406 | 1017,875 | 1272,344 | 1526,813 | |
| 350 | 103,908 | 346,360 | 692,721 | 1039,081 | 1385,441 | 1731,801 | 2078,162 | |
| 400 | 135,717 | 452,389 | 904,778 | 1357,167 | 1809,556 | 2261,945 | 2714,334 | |
| 500 | 212,057 | 706,858 | 1413,716 | 2120,573 | 2827,431 | 3534,289 | 4241,147 | |
| 600 | 305,363 | 1017,875 | 2035,750 | 3053,625 | 4071,501 | 5089,376 | 6107,251 | |
| 800 | 542,867 | 1809,556 | 3619,112 | 5428,668 | 7238,223 | 9047,779 | 10857,335 | |
| 1000 | 848,229 | 2827,431 | 5654,862 | 8482,293 | 11309,724 | 14137,155 | 16964,586 | |

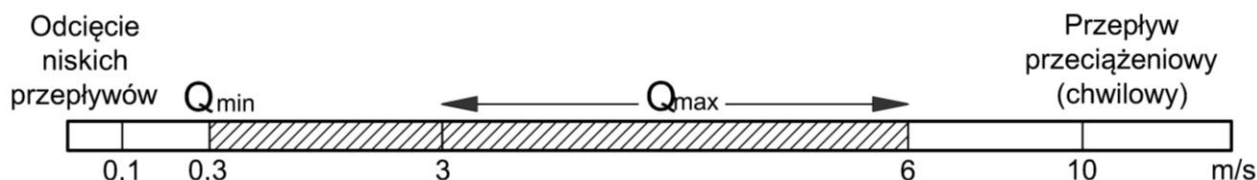
Tabela 6. Wartości przepływów odpowiadające prędkości 1 m/s dla różnych średnic wg DIN

| Wartości przepływów odpowiadające prędkości 1 m/s | | | |
|---|-------------------|--------|--------|
| DN | m ³ /h | l/min. | l/s |
| 10 | 0,283 | 4,712 | 0,079 |
| 15 | 0,637 | 10,62 | 0,177 |
| 20 | 1,131 | 18,85 | 0,314 |
| 25 | 1,767 | 29,452 | 0,491 |
| 32 | 2,895 | 48,255 | 0,804 |
| 40 | 4,524 | 75,398 | 1,257 |
| 50 | 7,069 | 117,81 | 1,964 |
| 65 | 11,946 | 199,1 | 3,318 |
| 80 | 18,096 | 301,59 | 5,027 |
| 100 | 28,274 | 471,23 | 7,854 |
| 125 | 44,179 | 736,31 | 12,272 |
| 150 | 63,617 | 1060,3 | 17,671 |
| 200 | 113,10 | 1885 | 31,42 |
| 250 | 176,71 | 2945,2 | 49,087 |
| 300 | 254,47 | 4241,2 | 70,686 |
| 350 | 346,36 | 5772,7 | 96,211 |
| 400 | 452,39 | 7539,8 | 125,66 |
| 450 | 572,26 | 9537,5 | 158,96 |
| 500 | 706,86 | 11781 | 196,35 |
| 600 | 1017,9 | 16965 | 282,74 |
| 700 | 1384,7 | 23079 | 384,65 |
| 800 | 1809,6 | 30159 | 502,65 |
| 900 | 2289,1 | 38151 | 635,85 |
| 1000 | 2827,4 | 47124 | 785,4 |

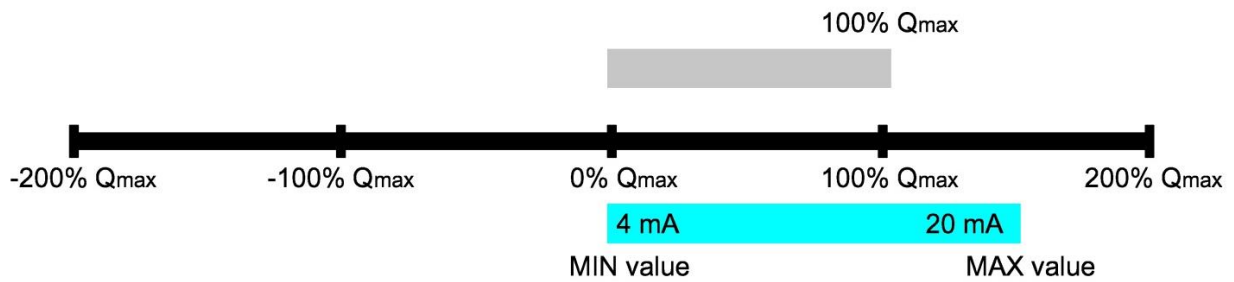
9.5.1. Dobór średnicy i zakresu pomiarowego przepływomierza

Dobór średnicy przepływomierza zależy od średnicy rurociągu, w którym będzie on zamontowany, a także od wielkości przepływu cieczy w tym rurociągu. Zakres pomiarowy danego przepływomierza odpowiada liniowej prędkości przepływu cieczy wynoszącej od 0,3 m/s, do 10 m/s. Optymalne zakresy pomiarowe odpowiadają liniowym prędkościom przepływu w granicach od 2 do 6 m/s. Ustawione fabryczne zakresy pomiarowe uwzględniające optymalne prędkości liniowe przepływu podano w → [Tabela 4. Wartości przepływów dla przepływomierzy PEM-1000](#). Pomiary przy liniowej prędkości przepływu cieczy mniejszej niż 0,1 m/s nie są zalecane.

Dobierane prędkości przepływu powinny także uwzględniać własności fizyczne cieczy. Dla cieczy o działaniach erozyjnych takich jak woda z piaskiem czy żwirem, mleko wapienne, zalecane są prędkości przepływu do 2 m/s. Ciecze osadotwórcze, takie jak szlam ściekowy podczas pomiarów powinny przepływać z prędkościami powyżej 2 m/s.

**Rysunek 25.** Zalecane wartości przepływów dla przepływomierzy PEM-1000

Odwzorowanie sygnałem prądowym 4...20 mA chwilowej wartości przepływu ogranicza się do przedziału przepływów wyznaczonego parametrami MIN value i MAX value w jednostkach takich samych jak w opcji Flow unit zawartych w podgrupie parametrów Outputs config.



Rysunek 26. Zakres pomiarowy przepływomierza wyznaczony parametrem Q_{max}

10. KONSERWACJA

10.1. Przeglądy okresowe

Przeglądy okresowe należy wykonywać zgodnie z wymaganiami obowiązującymi użytkowników.

10.2. Przeglądy pozaokresowe

Jeśli przepływomierz w miejscu zainstalowania jest narażony na szoki mechaniczne, przepięcia elektryczne i działa nieprawidłowo, należy przeprowadzić jego sprawdzenie. W przypadku stwierdzenia braku sygnału w linii pomiarowej lub jego niewłaściwą wartość należy sprawdzić stan kabla i stan połączeń na zaciskach. Stwierdzić czy jest właściwa wartość napięcia zasilania i rezystancji obciążenia. Jeśli linia pomiarowa jest sprawna, należy przeprowadzić weryfikację przepływomierza. → [11. TESTY WERYFIKACYJNE PRZEPLÝWOMIERZA](#)

10.3. Czyszczenie/mycie

Do czyszczenia elektrod najlepiej stosować czystą szmatkę lub szmatkę i detergent. Należy unikać uszkodzeń wykładziny.

Przepływomierze w większości przypadków, nie wymagają czyszczenia elektrod i wykładzin w czujnikach przez cały okres użytkowania, bo zastępuje je samooczyszczenie poprzez przepływ cieczy, szczególnie przy prędkościach przepływu od 3 m/s.



W przypadku instalacji przeznaczonych do pomiaru substancji lepkich bądź mocno zanieczyszczonych sugeruje się zainstalowanie dwu ukośnych trójników, z pokrywami rewizyjnymi, przed i za przepływomierzem, co umożliwi wyczyszczenie czujnika bez konieczności demontażu przepływomierza.

11. TESTY WERYFIKACYJNE PRZEPŁYWOMIERZA

Testy weryfikacyjne wykonuje się przy pomocy oprogramowania Raport 2 i protokołu MODBUS RTU.



Testy weryfikacyjne można wykonywać dla przepływomierzy z wersją oprogramowania v4.4.1028 lub wyższą, z poziomu aplikacji Raport 2 w wersji co najmniej 1.165 lub wyższej z zainstalowaną wtyczką *Raport2 PEM Verification Report Plugin*. Obecność wtyczki w Raport 2 można zweryfikować w zakładce *Ustawienia* → *Ustawienia programu*.

11.1. Informacje ogólne

Test weryfikuje poprawność działania przepływomierza zgodnie z ustawieniami w oparciu o odczyty rejestrów oraz testy automatyczne dostępne w oprogramowaniu urządzenia. Wynik testu stanowi potwierdzenie jego zdolności do wiarygodnych pomiarów, zgodnie z wymaganiami EN ISO 9001:2015.

Test składa się z dwóch części:

- Weryfikacja parametrów – polega na odczycie wybranych rejestrów urządzenia i porównaniu ze spodziewanymi zakresami.
- Test automatyczny – polega na uruchomieniu wbudowanych testów modułu pomiarowego wraz z oceną wyników.



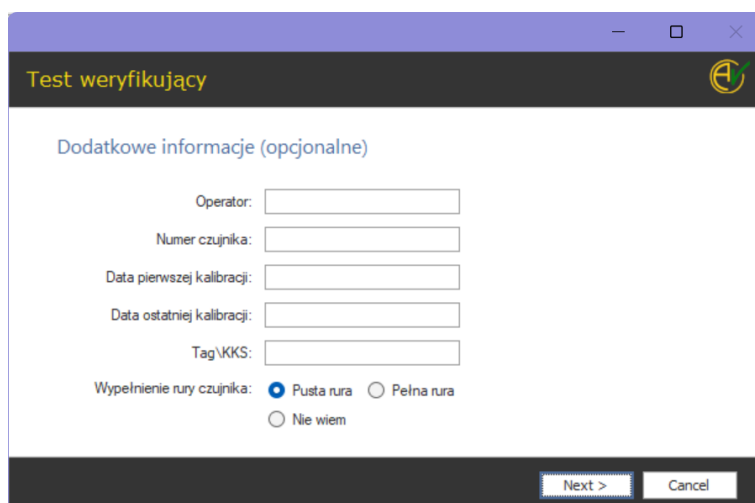
Raport z weryfikacji nie zastępuje kalibracji przepływomierza. Potwierdzenie zgodności ze specyfikacjami przepływu można osiągnąć wyłącznie poprzez powtórny kalibrację na stanowisku pomiarowym.

11.2. Wykonanie testu

W menu programu Raport 2 wybrać zakładkę *Urządzenie* → *Raport z weryfikacji*. Uruchomi się kreator testu weryfikującego. Należy postępować zgodnie z wytycznymi. Wprowadzenie dodatkowych informacji w drugim kroku spowoduje uzupełnienie końcowego raportu o odpowiednie dane spoza rejestrów (dane operatora/czujnika/instalacji klienta).

W ramach kreatora dostępne są opcje:

- Pusta rura – tryb przeznaczony do pracy z pustą rurą; część pomiarów (np. test parametru Uem1/Uem2) ma sens jedynie w tym trybie, a test korekcji DAC jest pomijany.
- Rozszerzony – tryb o zaostrzonych warunkach pracy przepływomierza; niektóre weryfikacje np. rezystancja różnicowa Re1–Re2 mogą być w tym trybie pomijane (opcja możliwa do skonfigurowania w ustawieniach przepływomierza, z poziomu uprawnień administratora).
- Tag – nieformalna nazwa przepływomierza, nadawana przez użytkownika.

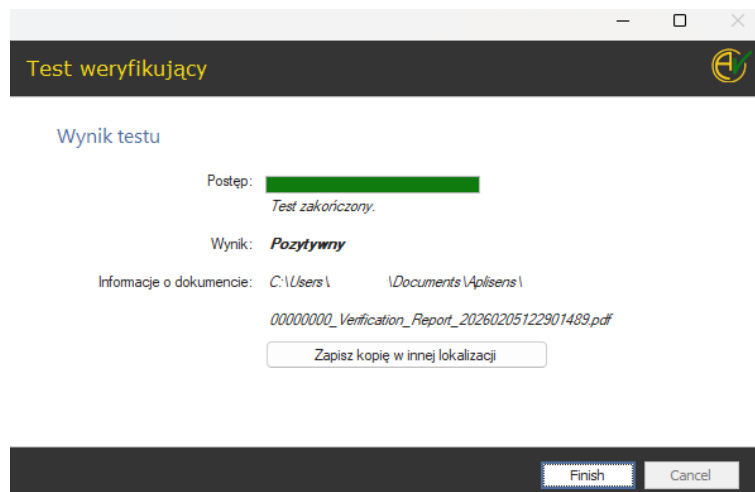


Rysunek 27. Formularz dodatkowych informacji do wprowadzenia



Podczas trwania testu pomiar jest zakłócany. Zaleca się zatrzymanie pomiaru przepływu. Standardowo test może trwać do 1 minuty.

Kreator po zakończeniu listuje wyniki testu.



Rysunek 28. Okienko potwierdzające wykonanie testu



Wszystkie dostępne testy, w tym autotesty, są wykonywane w jednym procesie.

11.3. Format raportu

Po zakończeniu procesu generowany jest raport z weryfikacji w formacie PDF. Kreator wskazuje, gdzie zapisano raport PDF, w którym prezentowane są tylko parametry/testy z oceną dla każdego testu oddzielnie, co podsumowane jest wynikiem końcowym.

11.4. Interpretacja wyników

11.4.1. Wynik pozytywny

Test weryfikacyjny zakończony wynikiem pozytywnym potwierdza, że wartości uzyskane w pomiarach sprawdzających odpowiadają specyfikacji technicznej producenta oraz że przepływomierz jest sprawny.

11.4.2. Wynik negatywny

Gdy wynik weryfikacji jest negatywny zalecane jest powtórne wykonanie testu weryfikacyjnego. Dotyczy to w szczególności błędów z grupy *Moduł czujnika*, ponieważ przyczyną niepowodzenia testu może być wpływ samego procesu. Przed powtórny testem zalecane jest:

- Porównanie bieżących warunków procesu z warunkami ostatniej pozytywnej weryfikacji, w celu identyfikacji różnic.
- Stworzenie stabilnych warunków procesu:
 - ustabilizowanie lub zatrzymanie przepływu;
 - zapewnienie stałej temperatury;
 - opróżnienie czujnika.

W przypadku, gdy wykonano powyższe zalecenia, a wynik testu nadal jest negatywny, zalecane jest:

- Zweryfikowanie poprawności montażu, podłączenia uziemienia itp.
- Zawężenie przyczyny błędu poprzez identyfikację testów, których wynik był negatywny oraz podjęcie działań w oparciu o wyniki weryfikacji oraz informacje diagnostyczne podawane przez przepływomierz na podstawie zaleceń zgodnie z informacjami → [12. ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW](#)
- Wykonanie powtórnej kalibracji przepływomierza.

12. ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW

12.1. Błąd płytki pomiarowej E_FE_xx

Poniższa tabela dotyczy błędów zgłaszanych przez płytkę pomiarową, sygnalizowanych na ekranie głównym komunikatem E_FE_xx, gdzie xx jest liczbą heksadecymalną (szesnastkową) oznaczającą kod błędu. Kod ten składa się z ośmiu bitów oznaczających różne statusy, wyszczególnione poniżej. Pojedyncza cyfra kodu odpowiada czterem kolejnym bitom (starsza cyfra to bity 7-4, młodsza bity 3-0). Kolejne wartości cyfry szesnastkowej i odpowiadające im kombinacje bitów to:

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| cyfra | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| bity | 0000 | 0001 | 0010 | 0011 | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | 1000 | 1001 | 1010 | 1011 | 1100 | 1101 | 1110 | 1111 |

Tabela 7. Opisy błędów przepływomierza PEM-1000 oraz ich możliwe rozwiązania

| | Opis błędu | Możliwe rozwiązanie |
|-------------------------|--|--|
| bit 7 (0x80) | Przekroczone napięcie różnicowe (offsetu zgrubnego) elektrod | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sprawdzić, czy instalacja nie jest zapowietrzona. 2. Sprawdzić system uziemień czujnika i rur w pobliżu czujnika. 3. Sprawdzić, czy w pobliżu czujnika ciecze nie styka się z elementami metalowymi znajdującymi się na innym potencjale niż uziemienie. Wyizolowane odcinki metalowe (rury, zawory) uziemić do systemu uziemienia funkcjonalnego czujnika. 4. Sprawdzić, czy elektrody nie są pokryte osadem uniemożliwiającym ich kontakt z cieczą. 5. Zweryfikować poprzez oględziny instalacji, czy nie występują w cieczy lub rurach znaczne prądy błądzące pochodzące np. od urządzeń galwanizujących, silników pomp dużej mocy, przewodów ochronno-neutralnych okablowania na duże prądy itp. <p>Uwaga! Napięcia na elektrodach można sprawdzić w menu diagnostycznym, ekran 1.</p> |
| bit 6 (0x40) | Przetwornik ADC pomiaru przepływu nie odpowiada | Sprawdzić czy występują inne błędy związane z przekroczeniami napięć (na bicie 7 i/lub 1), jeśli nie, należy odesłać przepływomierz do producenta lub upoważnionego przedstawiciela. |
| bit 5 (0x20) | Nieprawidłowa rezystancja cewki czujnika | <ol style="list-style-type: none"> 1. Zweryfikować okablowanie czujnika, szczególnie obwodu zasilania cewek, w tym również izolacji między żyłami cewki a ich ekranem. 2. Zmierzyć rezystancję izolacji pomiędzy obwodem cewek (zaciski 11, 12) a obudową czujnika (zacisk 10, dowolny zacisk obudowy), przy odłączonym złączu czujnika od elektroniki - w sprawnym czujniku w zależności od użytego miernika pokaże się rezystancja "nieskończoność" lub setki kiloomów. Należy pamiętać, że ekran przewodu cewek również powinien być odizolowany od przewodów cewki. |
| bit 4 (0x10) | Nieprawidłowy prąd cewki czujnika | Sprawdzić rezystancję cewki czujnika w menu diagnostycznym (ekran nr 3, pozycja Rcoil), jeśli jest większa od 140 Ω, postępować jak w przypadku błędu nieprawidłowej rezystancji cewki czujnika (bit 5). Jeśli rezystancja jest mniejsza, zaś czujnik ma średnicę DN200 lub większą, sprawdzić na ekranie diagnostycznym 3 wartość parametru „FI”. Parametr powinien mieć cztery cyfry, zaś pierwsza cyfra powinna być 1. Jeśli tak nie jest, należy skontaktować się z producentem lub w razie konieczności odesłać moduł elektroniki do producenta bądź upoważnionego przedstawiciela celem zmiany konfiguracji. |
| bit 3 (0x08) | Przekroczone napięcie bezwzględne elektrody 3 (pomocniczej) | ----- |
| bit 2 (0x04) | Przekroczone napięcie bezwzględne elektrody 2 (pomiarowej) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sprawdzić, czy instalacja nie jest zapowietrzona. 2. Sprawdzić, czy elektrody nie są pokryte osadem uniemożliwiającym ich kontakt z cieczą. |
| bit 1 (0x02) | Przekroczone napięcie bezwzględne elektrody 1 (pomiarowej) | <ol style="list-style-type: none"> 3. Zweryfikować, czy nie ma przerwy w obwodzie elektrod (uszkodzenie przewodu sygnałowego w wersji rozdzielnej). |

| | | |
|-------------------------|--|---|
| bit 0 (0x01) | Przekroczone napięcie różnicowe (pomiarowe) elektrod | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sprawdzić, czy instalacja nie jest zapowietrzona, a także czy nie występuje chwilowe zapowietrzanie w trakcie pracy np. na skutek powstawania piany lub pęcherzy powietrza. Sprawdzić, czy czujnik przepływu został zainstalowany zgodnie z zaleceniami pozwalającymi unikać zapowietrzania, a także czy znajduje się w prawidłowej pozycji gwarantującej zanurzenie elektrod. 2. Sprawdzić system uziemień czujnika i rur w pobliżu czujnika. 3. Sprawdzić, czy w pobliżu czujnika ciecz nie styka się z elementami metalowymi znajdującymi się na innym potencjale niż uziemienie. Wyizolowane odcinki metalowe (rury, zawory) uziemić do systemu uziemienia funkcjonalnego czujnika. 4. Sprawdzić, czy elektrody nie są pokryte osadem uniemożliwiającym ich kontakt z cieczą. 5. Zweryfikować poprzez oględziny instalacji, czy nie występują w cieczy lub rurach dochodzących do czujnika prądy błędne pochodzące od pętli uziemienia, szczególnie gdy w pobliżu znajdują się urządzenia galwanizujące, silniki pomp dużej mocy, przewody ochronno-neutralne okablowania na duże prądy itp. Zweryfikować, czy uziemienie ochronne przepływomierza jest połączone z jego uziemieniem funkcjonalnym. 6. Zweryfikować czy w mierzonym medium nie występują gwałtowne zmiany przewodności lub stężenia jonów na skutek dozowania substancji reaktywnych do rurociągu w bliskim sąsiedztwie czujnika przepływu. <p>Uwaga! Błąd ten praktycznie zawsze wiąże się z problemami instalacyjnymi. Napięcia na elektrodach można sprawdzić w menu diagnostycznym, ekran 1.</p> |
|-------------------------|--|---|

12.2. Błąd czujnika E_SENS_xx

Błąd zwykle związany jest z nieprawidłowymi wynikami pomiaru rezystancji cieczy i może oznaczać zwarcie między jedną z elektrod pomiarowych do obudowy lub do elektrody referencyjnej. Dodatkowym efektem tego błędu może być znaczny wzrost błędu pomiaru przepływu. W przypadku wystąpienia tego błędu należy skontaktować się z serwisem.

13. ZŁOMOWANIE, UTYLIZACJA



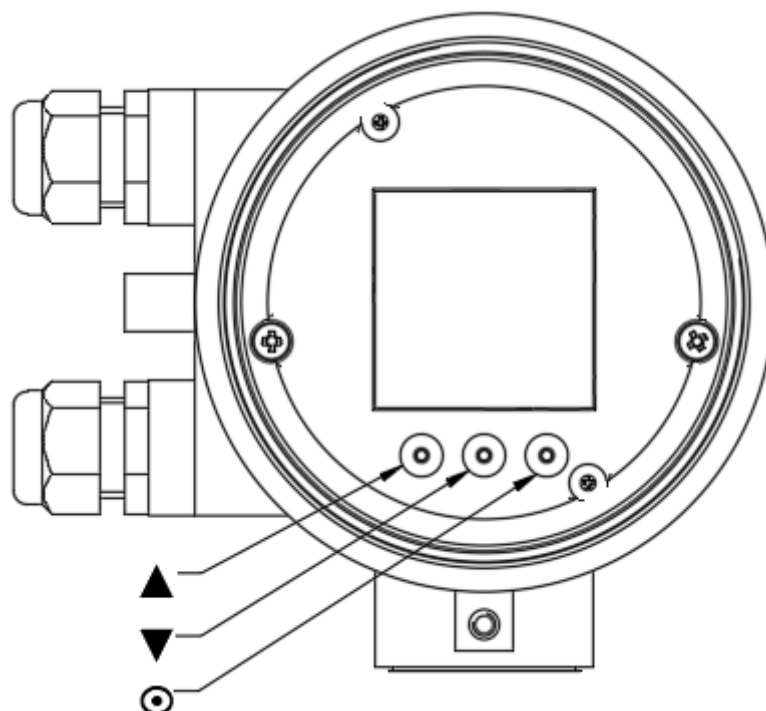
Wyeksploatowane bądź uszkodzone urządzenia złomować zgodnie z Dyrektywą WEEE (2012/19/UE) w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego lub zwrócić je wytwórcy.

14. REJESTR ZMIAN

| Nr zmiany | Edycja dokumentu | Opis zmian |
|-----------|------------------|---|
| - | 01.A.001 | Pierwsza wersja dokumentu. |
| 1 | 01.A.002 | Zmiany redakcyjne. |
| 2 | 02.A.003 | Zmiana konstrukcji uchwytu, zmiany redakcyjne. |
| 3 | 02.A.004/2021.2 | Pierwsza edycja nowej wersji dokumentu. Zmiany redakcyjne. Dodano „Załącznik A” Opracował dział DBFD. |
| 4 | 02.A.005/2022.12 | Zmiany redakcyjne. Nowa opcja w menu. Zmiany struktury budowy menu. |
| 5 | 02.A.006/2024.10 | Modyfikacja wersji rozdzielnej przepływomierza. Zmiany redakcyjne. |
| 6 | 02.A.007/2025.03 | Dodanie informacji związanych z uszczelnieniem, uziemieniem oraz podłączeniem przewodów. |
| 7 | 02.A.008/2025.06 | Dodanie informacji o wyjściu impulsowym. |
| 8 | 03.A.001/2026.02 | Zaktualizowanie schematów MENU. Nowy punkt dot. testu weryfikacyjnego. Nowy punkt menu wyświetlacza. Zmiana rysunków związana z nową konstrukcją wyk. ALW. Zmiana kodów QR i numerów ID. Zmiany redakcyjne. |
| 9 | 03.A.002/2026.03 | Dodanie podpunktu dot. obrotu obudowy przetwornika w wyk. ALW. Dodanie rysunku do opisu przycisków lokalnych. Zaktualizowanie możliwych rozwiązań typowych błędów. Zmiany redakcyjne. |
| 10 | 03.A.003/2026.04 | Zmiany redakcyjne. |

ZAŁĄCZNIK A - Konfiguracja ustawień MENU lokalnego

Obsługa przepływomierza odbywa się lokalnie za pomocą trzech przycisków oraz wyświetlacza umiejscowionych pod odkręcaną pokrywą wyświetlacza.



Lokalnym przyciskom oznaczonym odpowiednio symbolami, przypisano następujące działania (zależnie od pozycji menu):






- Przycisk lewy ▲ najczęściej spełnia funkcję klawisza przejścia do góry, w lewo lub zmniejszającego wartość.
- Przycisk środkowy ▼ najczęściej spełnia funkcję klawisza przejścia w dół, w prawo lub zwiększającego wartość.
- Przycisk prawy ◎ najczęściej spełnia funkcję klawisza wyboru/zatwierdzenia (*Enter*) ewentualnie zmiany wartości.

Po uruchomieniu przepływomierz pokazuje ekran główny, na którym znajduje się wynik pomiaru przepływu w wybranych jednostkach, licznik główny (totalizer) objętości cieczy, wiersz informacji statusowych i pomocniczych oraz data i czas.

Naciskanie klawiszy ▲▼ powoduje przejście do kolejnych ekranów zawierających m.in. totalizery, totalizery użytkownika i informacje o wersjach firmware. Po 3 minutach bezczynności następuje automatyczny powrót do ekranu głównego.

Przytrzymanie przycisku ◎ wywołuje MENU główne. Dostęp do menu jest możliwy po zalogowaniu.

1. Logowanie z różnym poziomem uprawnień



Zalogowanie się do menu jest możliwe tylko z ekranu głównego. Należy przytrzymać klawisz  aż do ukazania się ekranu logowania, na którym wprowadza się PIN. Edycja poszczególnych cyfr odbywa się klawiszem  zaś przesuwanie kursora klawiszami  . Odsłonięta jest tylko aktualnie edytowana cyfra, pozostałe są zastąpione gwiazdkami. Po przesunięciu kursora w skrajną prawą pozycję (pojawia się napis Enter) i naciśnięciu  następuje wprowadzenie PIN, co umożliwia dostęp do menu Użytkownika lub Administratora. W przypadku nieprawidłowego PIN następuje powrót do ekranu głównego.

Logowanie do menu przepływomierza z różnym poziomem uprawnień do funkcji następuje poprzez wprowadzenie odpowiedniego czterocyfrowego PIN-u:

- **UZYTKOWNIK** – użytkownik z ograniczoną funkcjonalnością niemający dostępu do wybranych pozycji menu, fabrycznie ustawiony PIN to „1000”.
- **ADMINISTRATOR [A]** – administrator z pełną funkcjonalnością niemający ograniczeń w dostępie do pozycji menu, fabrycznie ustawiony PIN to „1020”.

Po zalogowaniu do menu przepływomierza jako **UZYTKOWNIK** i próbie wybrania funkcji, do której dostęp jest ograniczony na ekranie wyświetlony zostaje komunikat „**Brak uprawnień dostępu**”.







Jednoczesne naciśnięcie przycisków  i  przez czas co najmniej 1 sekundę powoduje „szybkie wyjście” z każdego poziomu menu bezpośrednio do ekranu głównego.





Na diagramach ([→ ZAŁĄCZNIK B - Struktura budowy MENU lokalnego](#)) przedstawiono sposób poruszania się po strukturze menu lokalnego przepływomierza PEM-1000.





Nie zaleca się wprowadzania jakichkolwiek zmian w zakładce „Kalibracja”, ponieważ może to skutkować rozregulowaniem zapisanych ustawień oraz koniecznością odesłania urządzenia do producenta lub upoważnionego przedstawiciela. Przepływomierze są kalibrowane na poziomie produkcyjnym, zgodnie z zamówieniem klienta.

Sposób wprowadzania zmian nastaw z wykorzystaniem lokalnego MENU


Do wprowadzania zmian nastaw służą 3 lokalne przyciski tzn. 2 przyciski nawigacyjne   oraz przycisk . Zmianę w zależności od pola/funkcji wprowadza się poprzez zaznaczenie funkcji w menu z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych. Następnie należy wybrać szukaną opcję przyciskiem  oraz w zależności od pola:

- Zmian można dokonać poprzez wybranie dostępnych wariantów danej opcji (przewijanie wykorzystując przyciski nawigacyjne). Wybór należy potwierdzić przyciskiem .
- Zmiany mogą wymagać ręcznego wprowadzenia wartości liczbowej, w tym celu należy w polu wartości liczbowej nacisnąć przycisk , używając przycisków nawigacyjnych zmieniać położenie kursora zaś kolejne kliknięcia przycisku  pozwolą na wybór odpowiedniego znaku spośród dostępnych. Po wpisaniu wartości należy przejechać kursorem maksymalnie w prawo do pojawienia się komunikatu „Ustaw” (w prawym dolnym rogu ekranu) oraz zatwierdzić przyciskiem .

2. Menu wyświetlacza

Jednoczesne naciśnięcie klawiszy  i  przenosi do menu wyświetlacza umożliwiającego konfigurację parametrów wyświetlacza i ustawień połączenia bezprzewodowego (Bluetooth). Dostęp do menu jest możliwy tylko lokalnie z poziomu fizycznych przycisków pod wyświetlaczem.

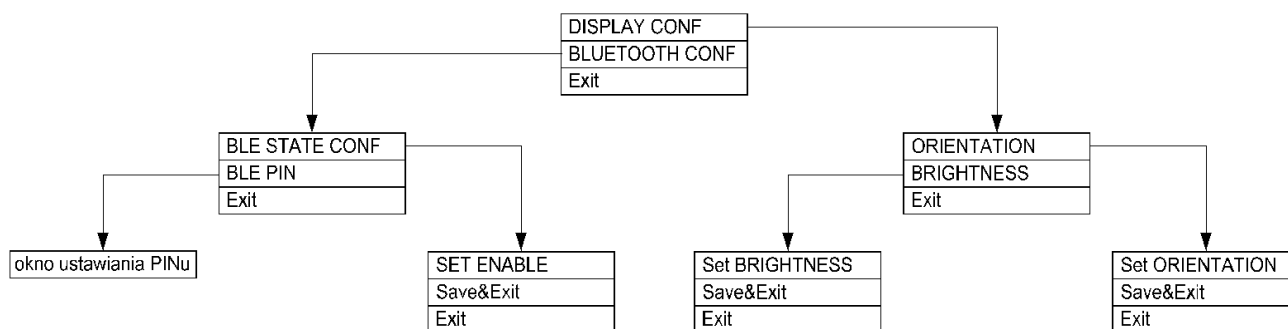
Menu wyświetlacza umożliwia konfigurację 4 parametrów:

- BRIGHTNESS - ustawienie jasności ekranu;
- Do ustawienia jednego z 10 dostępnych poziomów jasności podświetlenia służy funkcja **Set BRIGHTNESS**; najniższy poziom to 10, a najwyższy 100 (skok=10).
- ORIENTATION - ustawienie obrotu wyświetlacza;
- W celu zmiany orientacji wyświetlacza należy wybrać funkcję **Set ORIENTATION** i naciskać  do momentu uzyskania żądanej orientacji wyświetlacza.
- STATE - włączenie/wyłączenie Bluetooth;
- Wybranie **SET ENABLE** powoduje zmianę stanu i odpowiednio włączenie/wyłączenie Bluetooth.

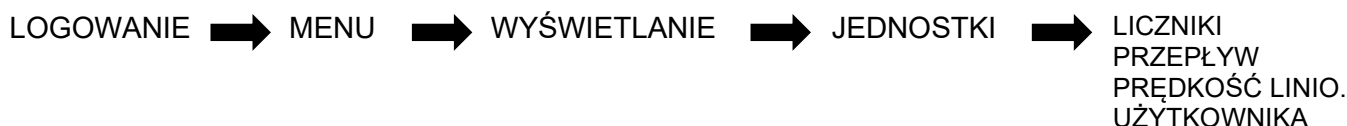
- PIN CODE - ustawienie kodu PIN dla Bluetooth;
- Kod 000000 jest ustawieniem domyślnym.

Zapisanie wybranej pozycji w podmenu odbywa się poprzez przytrzymanie przycisku Ⓞ na pozycji SAVE & EXIT.

Poniżej przedstawiono schemat struktury menu wyświetlacza.



3. Jednostki i sposób wyświetlania



Funkcja umożliwia zdefiniowanie wyświetlanych jednostek przez użytkownika poprzez wybranie spośród dostępnych w menu przepływomierza. Wyboru dokonuje się poprzez naciśnięcie przycisku Ⓞ w polu jednostki. Wykorzystując przyciski nawigacyjne należy odszukać odpowiednią jednostkę, a następnie zatwierdzić ponownie przyciskiem Ⓞ. Wykonanie operacji zostanie potwierdzone komunikatem „OK”.

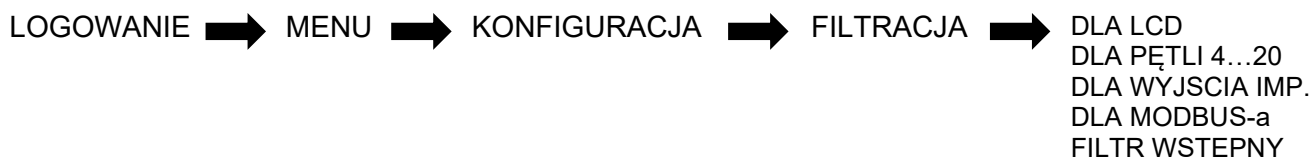
LICZNIKI – wybór jednostki licznika objętości (totalizera).

PRZEPŁYW – wybór jednostki przepływu.

PRĘDKOŚĆ LINIO. – zdefiniowanie jednostki dla prędkości liniowej przepływu cieczy.

UŻYTKOWNIKA – funkcja pozwala na zdefiniowanie własnej jednostki, a także przypisanie jej wartości określonej przez użytkownika.

4. Filtracja



Funkcja pozwala na zdefiniowanie parametrów filtrowania. W tym celu należy użyć przycisków nawigacyjnych oraz przycisk Ⓞ, w celu wybrania bądź zatwierdzenia wprowadzonych zmian.

Każda z poniższych funkcji pozwala na zdefiniowanie trybu filtrowania (ŚREDNIA lub TŁUMIENIE) oraz określenie czasu filtrowania (0-60 s, **ustawienie czasu na „0” oznacza wyłączenie filtrowania**).

Powyższe ustawienia dotyczą filtrowania:

- **DLA LCD,**
- **DLA PĘTLI 4...20 [mA],**
- **DLA WYJSCIA IMP.,**
- **DLA MODBUS-a.**

W opcji filtr wstępny usunięto dotychczasowe opcje i zastąpiono je funkcjami „tryb” i „parametr”, gdzie użytkownik może ustalić tryb filtru wstępnego oraz jego parametr. W tym celu należy wybrać funkcję przyciskiem Ⓞ, a następnie zdefiniować w polu „tryb” lub „parametr” wartość filtrowania. Użytkownik może również określić poziom filtrowania dla funkcji „**FILTR WSTĘPNY**”. Typ i parametry filtra ustawia się oddzielnie dla wskazanych wyżej kanałów prezentacji wartości przepływu. Filtracja wstępna jest dokonywana niezależnie, przed filtracją wspomnianą wyżej i dotyczy wszystkich kanałów. Filtracja wstępna wspomaga prezentację wyników w silnie zakłóconych warunkach pomiaru.

5. Konfiguracja operacyjna

LOGOWANIE ➡ MENU ➡ KONFIGURACJA ➡ OPERACYJNA ➡ ŚREDNICA RURY [A]
 TYP CZUJNIKA [A]
 NISKI PRZEPIYW
 PUSTA RURA
 ODCIĘCIE ZERA
 METODA POMIARU [A]

Konfiguracja operacyjna umożliwia zdefiniowanie parametrów pracy urządzenia. Aby wejść w określoną funkcję menu, należy wybrać ją z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych, a następnie zatwierdzić przyciskiem \odot .

ŚREDNICA RURY (POZYCJA MENU DOSTĘPNA Z POZIOMU ADMINISTRATORA) – funkcja umożliwia ustawienie nominalnej średnicy rury czujnika przepływu. Wartość ta jest ustawiana fabrycznie i zawsze powinna być zgodna z faktyczną średnicą czujnika.

TYP CZUJNIKA (POZYCJA MENU DOSTĘPNA Z POZIOMU ADMINISTRATORA) – umożliwia wybór typu zastosowanego czujnika (wybór czujnika z dwoma lub z trzema aktywnymi elektrodami). Aby dokonać wyboru, należy z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych w polu „**TYP**” dokonać żądanego wyboru, a następnie zatwierdzić przyciskiem \odot . Wartość ustawiana fabrycznie, typowo 2 elektrodowy.

NISKI PRZEPIYW – umożliwia włączenie/wyłączenie funkcji sygnalizacji spadku przepływu poniżej nastawionej wartości. Wykrycie tej sytuacji powoduje sygnalizację na ekranie oraz wyzwolenie wewnętrznego sygnału alarmu, który może być użyty do sygnalizacji błędu za pomocą np. wyjść dwustanowych. W tym celu należy wybrać funkcję przyciskiem \odot za pomocą przycisków nawigacyjnych w polu „**WŁ/WYŁ**” włączyć lub wyłączyć funkcję, a następnie zatwierdzić przyciskiem \odot .

Wartość należy wprowadzić ręcznie w polu „**WARTOŚĆ**” wykorzystując przyciski nawigacyjne do zmiany położenia kursora, natomiast przycisk \odot do zmiany kolejnych znaków/liczb. Po wprowadzeniu należy przesunąć kursor maksymalnie w prawo do pojawienia się komunikatu „Ustaw” i zatwierdzić przyciskiem \odot .

PUSTA RURA – funkcja umożliwia ustawienie detekcji pustej rury. W tym celu należy wybrać funkcję przyciskiem \odot . Następnie w polu „**WŁ/WYŁ**” z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych można włączyć lub wyłączyć detekcję pustej rury. Żądany wybór należy zatwierdzić przyciskiem \odot .

ODCIĘCIE ZERA – funkcja powoduje zastępowanie wyników pomiarów przepływu mniejszych od zadanej wartości, wartością zero. Służy do eliminacji szumów występujących przy bardzo niewielkich lub zerowych przepływach, tym samym zapobiegając niepotrzebnemu naliczaniu objętości w tych warunkach. Zalecana wartość odpowiada około 0,1 m/s liniowej prędkości przepływu i jest podana w ➔ [Tabela 4. Wartości przepływów dla przepływomierzy PEM-1000](#). Funkcję można włączyć lub wyłączyć w polu „**WŁ/WYŁ**” używając przycisków nawigacyjnych i przycisku \odot . Ponadto użytkownik powinien zdefiniować wartość odcięcia w polu „**WARTOŚĆ**” wykorzystując przyciski nawigacyjne do poruszania się po kolejnych znakach oraz przycisk \odot w celu zmiany kolejnych znaków/liczb.

METODA POMIARU (POZYCJA MENU DOSTĘPNA Z POZIOMU ADMINISTRATORA) – funkcja umożliwia wybór trybu pomiaru. W tym celu należy w polu „**TYP**” za pomocą przycisku \odot wybrać opcje, a następnie z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych wybrać odpowiedni tryb spośród dostępnych tzn.:

- **Tryb standardowy (neutralny)**- stosowany dla cieczy o małej gęstości, gdzie nie występują skoki wartości pomiarowej;
- **Tryb rozszerzony (agresywny)**- stosowany zazwyczaj dla cieczy o dużej gęstości (pulpa - może powodować wysokie różnice wartości pomiarowych w krótkim czasie). Skoki pomiaru mogą być spowodowane także charakterem instalacji, dlatego w przypadku występowania skoków wartości pomiarowej lub występowania błędów zaleca się uruchomienie rozszerzonego trybu pomiaru.

6. MODBUS

LOGOWANIE ➡ MENU ➡ KONFIGURACJA ➡ MODBUS [A] ➡ WŁ/WYŁ
 ODB. ZAPISU
 ADRES
 SZYBKOŚĆ
 PARZYS.
 DANE

Aby wejść w określoną funkcję menu, należy wybrać ją z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych, a następnie zatwierdzić przyciskiem \odot .

WŁ/WYŁ – służy do włączenia bądź wyłączenia komunikacji MODBUS.

ODB. ZAPISU – włączanie i wyłączanie możliwości zapisu danych za pomocą interfejsu MODBUS w przepływomierzu.

ADRES – ustawianie adresu urządzenia w zdefiniowanym zakresie 1-247.

SZYBKOŚĆ – pozycja służy do wyboru prędkości magistrali spośród listy zdefiniowanych prędkości w urządzeniu.

PARZYS. – funkcja służy do wyboru parametrów magistrali spośród zdefiniowanych:

- **EVEB_1S (EVEN 1 STOP)** - z parzystością, jeden bit stopu;
- **ODD_1S (ODD 1 STOP)** - z parzystością, jeden bit stopu;
- **NOPA_2S (NOPAR 2 STOP)** - bez parzystości, 2 bity stopu.

DANE – pozwala dopasować układ bajtów w przesyłanych zmiennych 32 bitowych do standardu używanego w urządzeniu MODBUS Master. Jest to przydatne ze względu na brak standaryzacji przesyłania danych wielobajtowych. Z tej funkcji należy skorzystać, gdy urządzenie Master odbiera dane z przepływomierza ale odbierane wartości są nieprawidłowe. Format bajtów danych przesyłanych przez magistralę MODBUS można wybrać spośród dostępnych:

- **AABCCDD** - format typu „Little Endian” (najprostszy „porządek” przesyłania bajtów (dane zapisywane są w pamięci RAM));
- **DDCCBAA** - format typu „Big Endian” (naturalny „porządek” przesyłania bajtów zgodny z formatem przedstawiania 32 bitowych liczb heksadecymalnych);
- **BBAADDCC** - format typu „odwróconego” („porządek” przesyłania bajtów analogiczny do typu „Big Endian”, ale z zamienionymi połowami 32 bitowej liczby heksadecymalnej);
- **CCDDAA** - najrzadziej stosowany format przesyłania bajtów magistralą MODBUS (najmniej intuicyjny).

7. Konfiguracja wyjść

LOGOWANIE ➡ MENU ➡ KONFIGURACJA ➡ WYJŚCIA ➡ PĘTLA 4...20 [mA]
 WYJŚCIE IMPULS.
 WYJŚCIA STATUS.

Aby wejść w określoną funkcję menu, należy wybrać ją z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych, a następnie zatwierdzić przyciskiem \odot . Zmiany wartości należy dokonać za pomocą przycisków nawigacyjnych, wybierając i zatwierdzając przyciskiem \odot . W przypadku ręcznie wprowadzanej wartości przyciski nawigacyjne służą do zmiany miejsca kursora a przycisk \odot do wprowadzenia odpowiedniego znaku/liczby.

PĘTLA 4...20 [mA] – funkcja pozwala na konfigurację pętli 4...20 mA. Użytkownik może włączyć lub wyłączyć funkcję w polu „WŁ/WYŁ”. Należy zdefiniować tryb spośród dostępnych opcji:

- **NORMALNY** – prądy proporcjonalne do ustawień wartości przepływu;
- **ODWRÓCONY** – prądy odwrotnie proporcjonalne do wartości przepływu (wymnożone * -1);
- **MODULO** – prądy proporcjonalne do wartości bezwzględnej przepływu.

W polu „**WARTOŚĆ**” należy zdefiniować wartość przepływu odpowiednio dla prądu 4 mA i 20 mA. Wartość należy wprowadzić ręcznie wykorzystując przyciski nawigacyjne do poruszania się po kolejnych znakach, natomiast przyciskając \odot , wprowadza się kolejno dostępne znaki/liczby. Aby zatwierdzić, należy przejść za pomocą przycisków nawigacyjnych w prawo aż pojawi się komenda „USTAW”, a następnie zatwierdzić \odot

Użytkownik w polu „**ALARM**” może włączyć lub wyłączyć alarmowanie w polu „WŁ/WYŁ”. Opcja służy do sygnalizowania za pomocą pętli 4...20 mA sytuacji alarmowych występujących w przepływomie-

rze, skutkujących statusem innym niż „OK”. Można ustawić następujące sposoby zachowania wyjścia w reakcji na alarm:

- **NISKI** – prąd alarmowy o wartości 3,75 mA (stały określony przez producenta);
- **WYSOKI** – prąd alarmowy o wartości 21,6 mA (stały określony przez producenta);
- **KLIENTA** – alarm użytkownika należy wprowadzić ręcznie w polu „WARTOŚĆ” (uzyt.) alarmu z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych do poruszania się oraz przycisku ☉, aby wprowadzić kolejno dostępne znaki (zostanie wystawiony prąd zdefiniowany przez użytkownika za pomocą opcji WARTOŚĆ);
- **OSTATNI** – prąd odpowiadający ostatniej zarejestrowanej wartości przepływu przed wystąpieniem sytuacji alarmowej („zamrożenie” prądu na czas alarmu).

WYJŚCIE IMPULS. – konfiguracja wyjścia impulsowego/częstotliwościowego. Aby włączyć lub wyłączyć funkcję, należy w polu „WŁ/WYŁ” zaznaczyć naciskając przycisk ☉, a następnie z wykorzystaniem przycisków nawigacyjnych wybrać odpowiednią opcję.

Opcja „Tryb” pozwala na wybór trybu pracy wyjścia. W przypadku przekroczenia maksymalnego progu ilości impulsów na ekranie M1 zostanie wyświetlony stan PO_SAT sygnalizujący wystąpienie zdarzenia. Wyświetlenie komunikatu zniknie po wykonaniu przejścia z ekranu M1 do ekranu logowania i z powrotem.

- **Impulsowe** – wyjście impulsowe. Pomiar objętości cieczy cechujący się dużą dokładnością i rozdzielczością. Impulsy są wystawiane po odmierzeniu jednostkowej objętości cieczy, zdefiniowanej parametrem Wartość/imp. Dla wyjścia impulsowego dostępne są następujące ustawienia:
 - **Wartość/imp.** – jest to objętość cieczy przypadająca na 1 impuls. Im mniejsza wartość tym większa częstotliwość impulsów dla danego przepływu. Wprowadzona wartość powinna się zawierać w przedziale 0,0000001 – 9999999 (z możliwością ustawienia wartości jako 0). Aby wprowadzić wartość, należy wybrać funkcję „WARTOŚĆ/IMP”, a następnie w polu wprowadzania wybrać przyciskiem ☉.
 - **Czas impulsu** – czas trwania impulsu w [ms] w zakresie 1-499 [ms]. Im dłuższy impuls tym mniejsza maksymalna częstotliwość impulsów na wyjściu.
 - **Tryb** – urządzenie posiada zdefiniowane 3 tryby pracy:
 - **KIER.DOD.** – impulsy są generowane tylko dla dodatnich wartości przepływu. Przepływ wsteczny powoduje odpowiednie zmniejszenie ilości impulsów wystawianych dla przepływu dodatniego.
 - **KIER.UJE.** – impulsy są generowane tylko dla przepływu ujemnego (wstecznego), przepływ dodatni powoduje zmniejszenie ilości tych impulsów.
 - **DWA KIER.** – impulsy są generowane dla obu kierunków przepływu, zaś rozróżnienie kierunku jest możliwe z użyciem wyjścia dwustanowego ustawionego w tryb „IMP. KIERU,”).
 - **Polary** – polaryzacja impulsów (dodatnia oznacza aktywację wyjścia w czasie impulsu).

i Maksymalna częstotliwość impulsów na wyjściu wynosi 500 Hz, o ile ustawiono czas impulsu równy 1 ms. Przekroczenie tej częstotliwości może powodować „sklejanie się” sąsiednich impulsów i spadek dokładności. Aby temu zapobiec, ustawione parametry muszą spełniać zależność:

$$\frac{Q_{MAX} \left[\frac{m^3}{h} \right]}{Wartość/imp[m^3] \cdot 3600} < \frac{1000}{Czas impulsu[ms] + 1}$$

- **Częstotliwościowe** – wyjście częstotliwościowe (dawniej PWM). Częstotliwość sygnału wyjściowego jest proporcjonalna do wartości przepływu, poczynając od 0,1 Hz. Za pomocą ustawienia „POLARY” ustawia się polaryzację sygnału. Za pomocą menu „WARTOŚĆ” definiuje się dwa punkty charakterystyki przetwarzania:
 - Wartość przepływu odpowiadającą częstotliwości 2 kHz (parametr „Wartość max.”).
 - Wartość przepływu odpowiadającą częstotliwości 1 Hz (parametr „Wartość min.”).

i Tryb impulsowy wyjścia pozwala na precyzyjny pomiar objętości, w związku z czym częstotliwość chwilowa sygnału wyjściowego może się skokowo zmieniać w pewnych granicach. Z kolei tryb częstotliwościowy zapewnia precyzyjne odzwierciedlenie chwilowych wartości przepływu, lecz nie powinien być używany do precyzyjnych pomiarów objętości.

WYJŚCIA STATUS. – Użytkownik ma do dyspozycji dwa wyjścia statusowe („**Statusowe 1**” i „**Statusowe 2**”).



Poniższe ustawienia są analogiczne dla obu wyjść statusowych.

Aby aktywować lub dezaktywować wyjście statusowe należy w polu „**WŁ/WYŁ**” wybrać odpowiednią opcję.

Menu pola statusowego pozwala na zdefiniowanie funkcji (trybu pracy) spośród dostępnych opcji:



- **Pusta rura** – sygnalizacja pustej rury;
- **Niski prze** – sygnalizacja niskiego poziomu przepływu;
- **Niepełna r** – sygnalizacja niepełnej rury;
- **Błędy wszy** – sygnalizacja błędów (FrontEndu, czujnika, pamięci);
- **Błąd cewki** – sygnalizacja błędu cewki;
- **I nasyce.** – sygnalizacja nasycenia pętli prądowej;
- **Kierunek** – sygnalizacja kierunku przepływu cieczy (wysterowanie wyjścia dla przepływu dodatniego);
- **Q > wartość** – sygnalizacja przepływu większego niż założona wartość;
- **Q < wartość** – sygnalizacja przepływu mniejszego niż założona wartość;
- **TP > wartość** – sygnalizacja przekroczenia przez dodatni licznik użytkownika założonej wielkości przepływu (w jednostkach przepływu skonfigurowanych w menu);
- **TM > wartość** – sygnalizacja przekroczenia przez ujemny licznik użytkownika założonej wielkości przepływu (w jednostkach przepływu skonfigurowanych w menu);
- **Dozowanie** – funkcja dozowania, wyjście sterowane na czas odmierzania zadanej wielkości przepływu;
- **Imp. kieru** – sygnalizacja kierunku przepływu cieczy dla dwukierunkowego trybu pracy wyjścia impulsowego (wysterowanie wyjścia dla przepływu dodatniego), w tym trybie pracy wyjście statusowe działa w synchronizacji z wyjściem impulsowym z pominięciem czasów opóźnienia ustawianych w polu „**OPÓZNIENIE**”.

Operator z poziomu menu „**WYJŚCIA STATUSOWE**” może także zdefiniować polaryzację w polu „**POLARYZACJA**” („**Dodatnia**”, „**Ujemna**”) oraz opóźnienie w polu „**OPÓZNIENIE**” w zakresie 0-3600 sekund.

Pole „**WARTOŚĆ**” pozwala na zdefiniowanie wartości dla wyjścia statusowego. Dostępne jest w zależności od wybranego trybu natomiast jednostka dla pola jest zgodna z ustawionym trybem (np. dla wybranej opcji „**Q < wartość**” urządzenie określa jednostkę przepływu: [m³/h]).

8. Kasowanie totalizerów użytkownika

LOGOWANIE ➡ MENU ➡ KASUJ LICZNIKI ➡ LICZNIKI UZYT.
LICZ. CZASU UZYT
BŁĘDY

Wykorzystując przyciski nawigacyjne oraz przycisk  należy wybrać szukaną pozycję MENU i zatwierdzić. Następnie wybrać pole „**KASOWANIE**” i zatwierdzić przyciskiem . Sposób postępowania dotyczy każdej z poniższych pozycji MENU.

LICZNIKI UZYT. – funkcja umożliwia kasowanie liczników użytkownika.

LICZ. CZASU UZYT. – funkcja umożliwia kasowanie licznika czasu pracy (użytkownika).

BŁĘDY – funkcja umożliwia skasowanie błędów statusowych urządzenia.

LOGOWANIE ➡ MENU ➡ DIAGNOSTYKA ➡ TEST LCD
TEST WYJŚĆ
TEST WEJŚCIA
DANE DIAGNOZA 1
DANE DIAGNOZA 2
DANEDIAGNOZA 3
DANE DIAGNOZA 4
WARTOŚCI DIAGN.

9. Ekran diagnostyczne

Przepływomierze z oprogramowaniem nowszym niż 2.7.0790 posiadają możliwość podglądu ważnych danych diagnostycznych dostępnych z poziomu menu przepływomierza.

Aby uzyskać dostęp do ekranów diagnostycznych, należy zalogować się do menu przepływomierza jako Administrator. Używając przycisków nawigacyjnych należy odszukać pozycję menu „DIAGNOSTYKA” (ostatnia pozycja w menu) oraz wybrać za pomocą przycisku \odot . Następnie odszukać pozycje o nazwie „Dane diagnoza” z czterema kolejnymi numerami (zakładki zawierają przydatne informacje diagnostyczne):

„**Dane diagnoza 1**” – zawiera napięcia elektrod (Ue3 to napięcie trzeciej elektrody czynnej, która w większości projektów jest nieużywana).

- Napięcia ok $\pm 0,05000$ V są odpowiednie dla tradycyjnego trybu pracy.
- Wartości wyższe niż $\pm 0,10000$ V podlegają ustawieniu rozszerzonego trybu pomiaru.
- Napięcia wyższe niż $\pm 1,00000$ V zwykle są wynikiem nieprawidłowego uziemienia, nieprawidłowego działania czujnika lub skrajnego zabrudzenia elektrod. W przypadku wątpliwości zaleca się kontakt z producentem.

Ue1= +0.03423

Ue2= +0.02321

Ue3= +0.00220

Przykładowy ekran diagnostyczny w zakładce „Dane diagnoza 1”

„**Dane diagnoza 2**” – zawiera wartości rezystancji poszczególnych elektrod – parametry te mają mniejsze znaczenie (Re3 dotyczy trzeciej elektrody, którą należy zignorować). W przypadku ustawienia flag 0x0280 lub trybu rozszerzonego pomiaru ekran nie jest odświeżany, a wartości mogą wynosić 0.

- Wartości wyższe niż 50000 to wynik zanieczyszczenia lub wysokiego napięcia elektrod, w takiej sytuacji należy skorzystać z pozycji „**Dane diagnoza 1**”.

Re1= 4621

Re2= 5768

Re3= 0

Przykładowy ekran diagnostyczny w zakładce „Dane diagnoza 2”

„**Dane diagnoza 3**” – zawiera informacje dotyczące rezystancji cewki czujnika, wewnętrznej wartości systemowej – „Fd” oraz aktualnego stanu systemu – „Fl”.

- Wartość rezystancji powinna zawierać się w przedziale 100-130 Ω . Jeśli wartość przekracza te limity, istnieje problem z cewką czujnika lub okablowaniem i mogą występować błędy E_COIL lub E_FE_10.
- Wewnętrzna wartość systemu zwykle podlega ciągłym zmianom, w przypadku problemów z przepływomierzem warto zanotować odczytane wartości.
- Parametr „Fl” to aktualny stan flagi systemu, w tym miejscu powinny być widoczne flagi systemowe.

Rcoil= 112.254

Fd= 8025

Fl= 1280

Przykładowy ekran diagnostyczny w zakładce „Dane diagnoza 3”

„Dane diagnoza 4” – pokazuje napięcia elektrod - przy włączonej funkcji detekcji pustej rury. W przypadku kiedy funkcja jest wyłączona wartości napięć są równe 0. W przypadku nieodpowiedniego działania funkcji detekcji pustej rury zaleca się, aby zanotować odczytane wartości elektrod.

Uem1= +0.03123

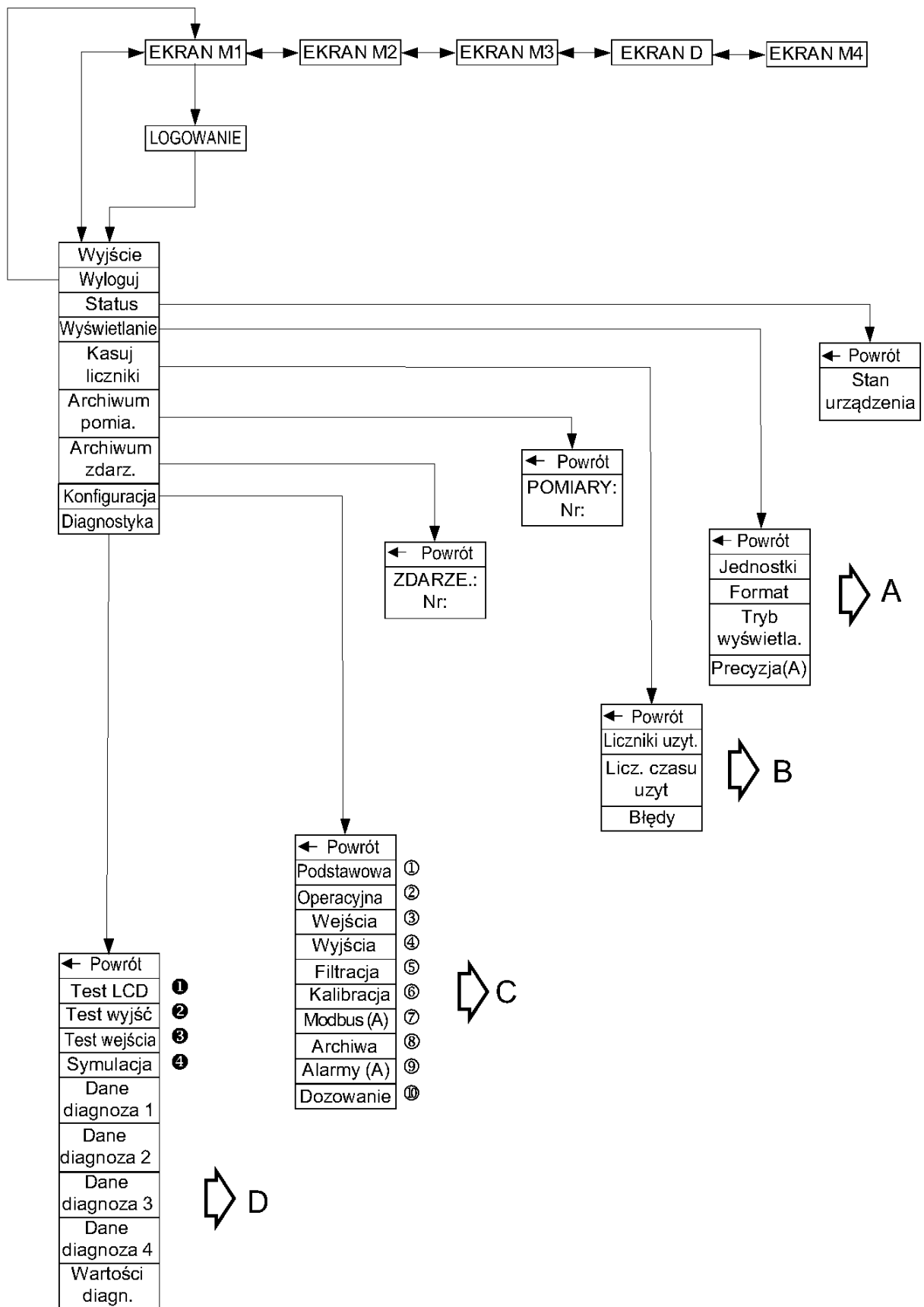
Uem2= +0.02721

Uem3= +0.00220

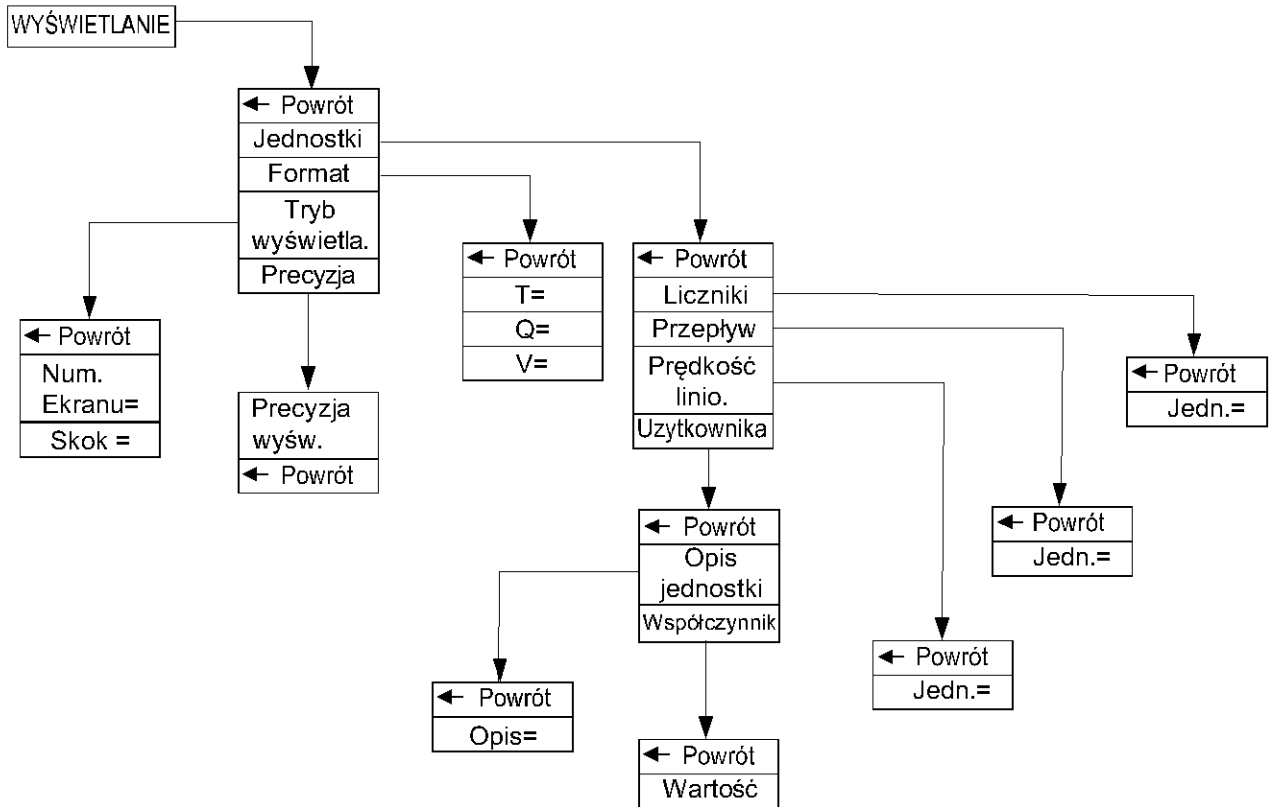
Przykładowy ekran diagnostyczny w zakładce „Dane diagnoza 4”

Wartości diagnostyczne – (nowa opcja od wersji 3.0.1009) opcja pozwala użytkownikowi na wgląd w dane diagnostyczne.

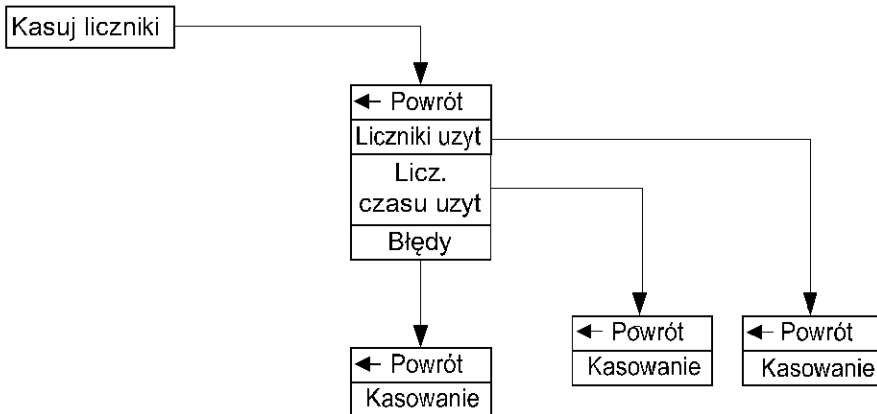
ZAŁĄCZNIK B - Struktura budowy MENU lokalnego

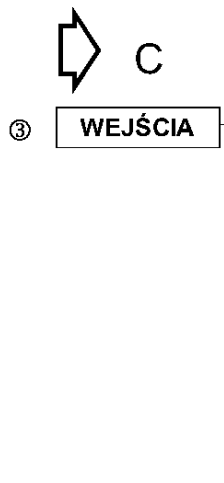
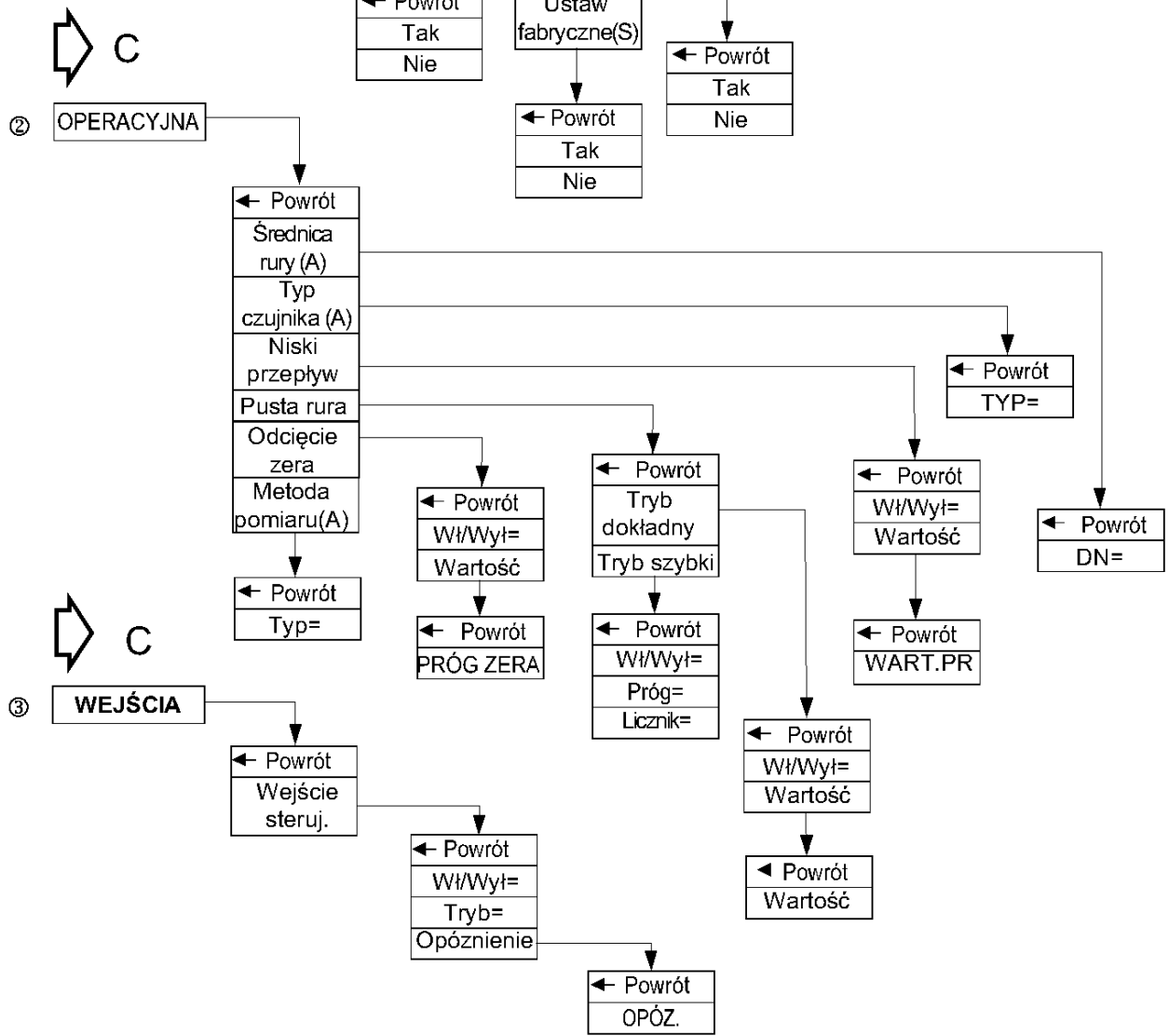
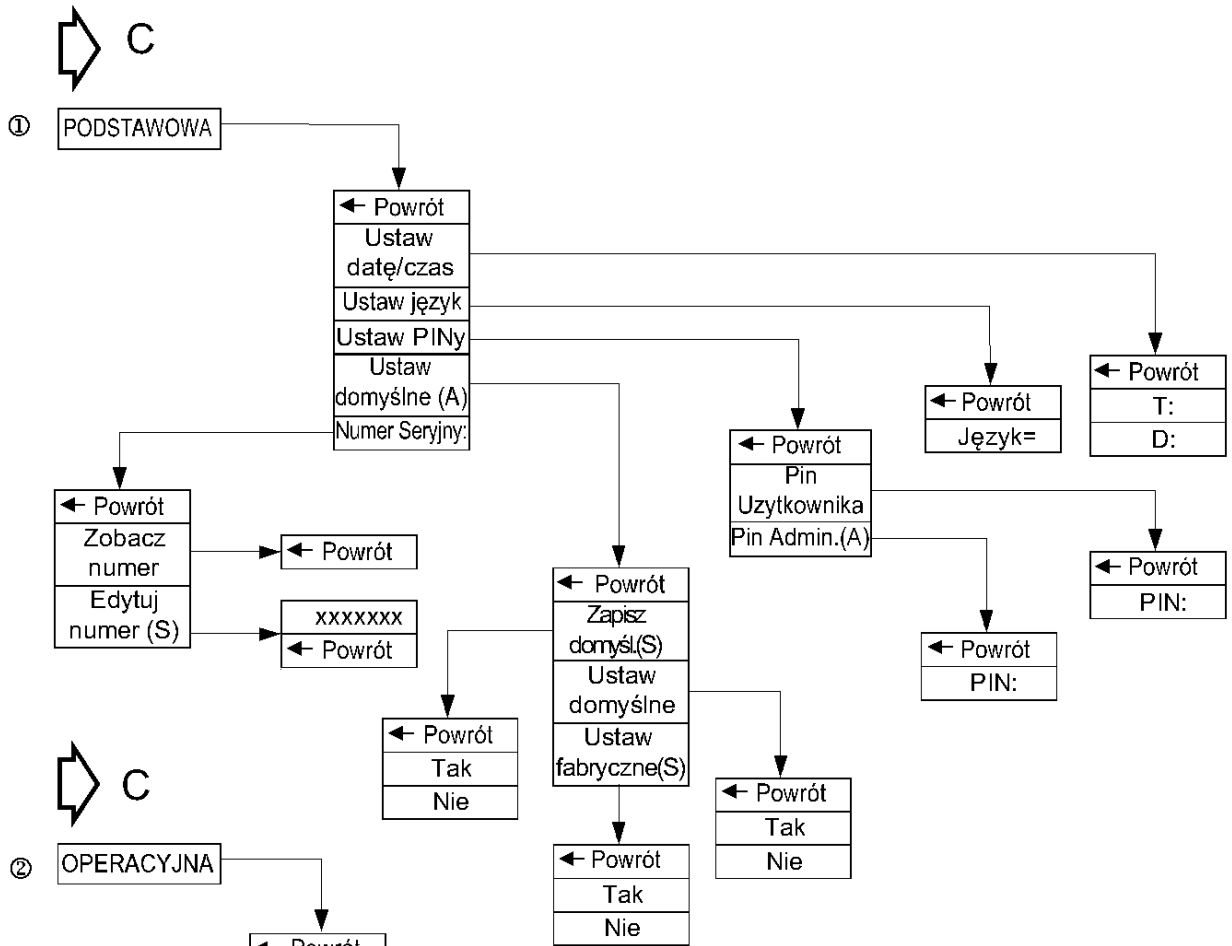


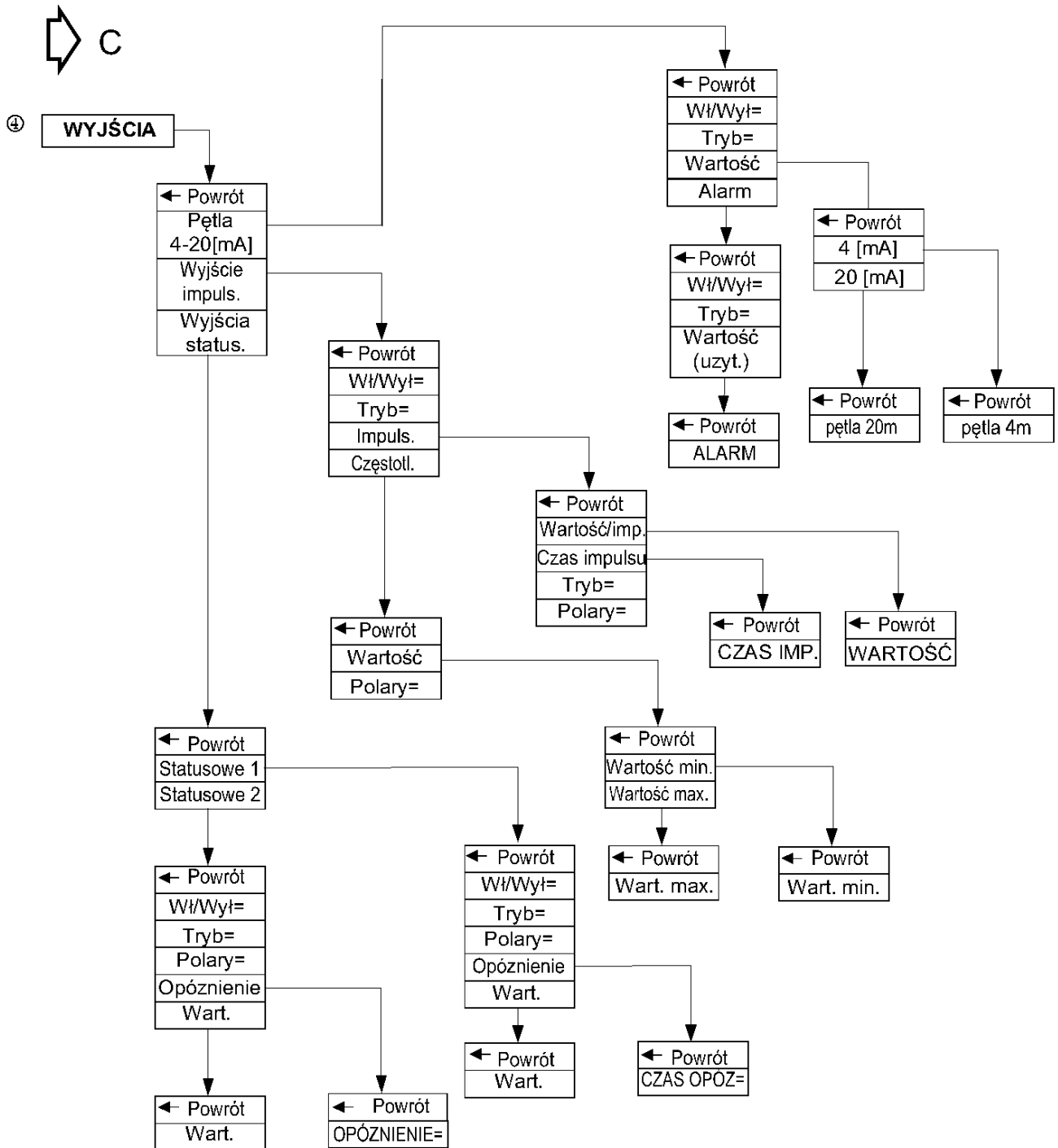
A



B



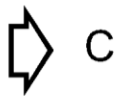
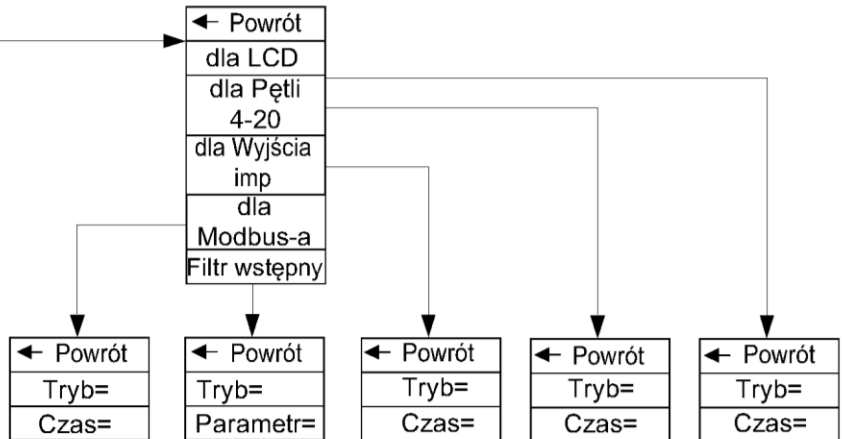






⑤

FILTRACJA



⑥

KALIBRACJA

